FPV UKF V NITRE

FPV UMB V BANSKEJ BYSTRICI

ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ KONFERENCIA 2018

ZBORNÍK RECENZOVANÝCH PRÍSPEVKOV

Študentská vedecká konferencia 2018

Fakulty prírodných vied UKF v Nitre

a

Fakulty prírodných vied UMB v Banskej Bystrici

Zborník recenzovaných príspevkov

Dátum a miesto konania:	21. marec 2018, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre
Editori:	Mgr. PaedDr. Vladimír Siládi, PhD. Ing. Slavka Račáková, PhD.
Vydavateľ:	Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre
Vydanie:	prvé
Rozsah strán:	50H

ISBN 978-80-557-1415-8

Vedeckí garanti
prof. RNDr. Libor Vozár, CSc.
doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.

Editori
Mgr. PaedDr. Vladimír Siládi, PhD.
Ing. Slavka Račáková, PhD.

Organizačný výbor konferencie na FPV UKF v Nitre
prof. RNDr. Mária Bauerová, PhD.
Ing. Mária Adamkovičová, PhD.
PaedDr. Katarína Zverková
Bc. Mária Maťková
Mgr. Lenka Droštinová
RNDr. Dominika Kaisová
Mgr. Renáta Vágová
Mgr. Veronika Kováčová
Mgr. Alexandra Bartková
Mgr. Petra Králiková
Mgr. Milan Midler
Mgr. Jan Francisti
Mgr. Tomáš Tóth

Organizačný výbor konferencie na FPV UMB v Banskej Bystrici
Mgr. PaedDr. Vladimír Siládi, PhD.
Ing. Slavka Račáková, PhD.
doc. RNDr. Zuzana Melichová, PhD.
doc. Ing. Ján Tomaškin, PhD.
Ing. Ján Pavlovkin, PhD.
RNDr. Miroslav Melicherčík, PhD.
Prof. RNDr. Vladimír Janiš, CSc.
MSc. Ing. Juraj Švajda, PhD.
Mgr. Jaroslav Chovan, PhD.
Mgr. Lenka Balážovičová, PhD.
Mgr. Tomáš Valent

Garanti konferencie
doc. RNDr. František Strejček, PhD.
RNDr. Barbora Matejovičová, PhD.
prof. RNDr. Juraj Hreško, CSc.
doc. PaedDr. Stanislav David, PhD.
doc. RNDr. Ján Tomaškin, PhD.
RNDr. Jana Némethová, PhD.
RNDr. Daša Oremusová, PhD.
Mgr. Michaela Žoncová, PhD.
doc. Ing. Jarmila Škrinárová, PhD.
doc. Ing. Zoltán Balogh, PhD.
doc. Ing. Igor Štubňa, CSc.
doc. RNDr. Miroslav Iliaš, PhD.
Mgr. Vladimír Kobza, PhD.
RNDr. Veronika Bojdová, PhD.
doc. Ing. Melánia Feszterová, PhD.
prof. PaedDr. Alena Hašková, CSc.
doc. RNDr. Peter Čerňanský, PhD.
doc. RNDr. Gabriela Lovászová, PhD.
PaedDr. Lucia Rumanová, PhD.
Ing. Jana Jacková, PhD.
RNDr. Magdaléna Nemčíková, PhD.
doc. PaedDr. Janka Schlarmannová, PhD.

Recenzenti
PaedDr. Patrik Voštinár, PhD.
doc. Ing. Ľudovít Trajteľ, PhD.
prof. Dr. Ing. Jozef Suchý
Mgr. Michal Vagač, PhD.
RNDr. Miroslav Melicherčík, PhD.
RNDr. Alžbeta Michalíková, PhD.
Mgr. Miroslava Sartorisová
Mgr. Jaroslav Chovan, PhD.
doc. RNDr. Zuzana Melichová PhD.
doc. RNDr. Fridrich Gregáň, CSc.
Mgr. Alena Packová, PhD.
RNDr. Martina Škodová, PhD.
RNDr. Tatiana Mintálová, PhD.
Mgr. Radovan Malina, PhD.
doc. RNDr. Roman Alberty, CSc.
Mgr. Michaela Žoncová, PhD.
PaedDr. Ján Stebila, PhD.
Mgr. Romana Schubertová, PhD.
RNDr. Martin Morovič,PhD.,
RNDr. Barbora Matejovičová, PhD.
RNDr. Branislav Kolena,PhD.
doc. RNDr. František Strejček, PhD.
prof. RNDr. Monika Martiniaková, PhD.
doc. Ing. Ida Petrovičová, PhD.
RNDr. Peter Boleček, PhD.
prof. RNDr. Juraj Hreško, CSc.
doc. PaedDr. Stanislav David, PhD.
doc. Mgr. Ivan Baláž, PhD.
doc. RNDr. Peter Mederly, PhD.
Mgr. Filip Tulis, PhD.
doc. RNDr. Zuzana Krumpálová, PhD.
RNDr. Peter Petluš, PhD.
RNDr. Jana Némethová, PhD.
RNDr. Daša Oremusová, PhD.
RNDr. Magdaléna Nemčíková, PhD.
doc. RNDr. Alfred Krogmann, PhD.
RNDr. Miroslava Trembošová, PhD.
RNDr. Katarína Vilinová, PhD.
RNDr. Zuzana Rampašeková, PhD.
RNDr. Hilda Kramáreková, PhD.

Mgr. Jana Vojteková, PhD.
prof. PhDr. RNDr. Martin Boltižiar, PhD.
Mgr. Matej Vojtek, PhD.
RNDr. Lucia Šolcová, PhD.
RNDr. PaedDr. Ján Veselovský, PhD.
PaedDr. Marek Varga, PhD.
PaedDr. Janka Medová, PhD.
doc. PaedDr. Gabriela Pavlovičová, PhD.
doc. RNDr. Gabriela Lovászová, PhD.
Mgr. Martin Drlík, PhD.
doc. Ing. Štefan Koprda, PhD.
doc. PaedDr. Jozef Kapusta, PhD.

Rukopisy neprešli jazykovou korektúrou. Za jazykovú úpravu príspevkov zodpovedajú autori.

© Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici
© Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Obsah

PREDSLOV **9**

BIOLÓGIA **10**

Partenogenetická aktivácia oocytov ošípanej v in vitro podmienkach
Alexandra Bartková 11

Vplyv adjuvantnej artritídy na mikroskopickú stavbu stehnovej kosti potkanov
Jana Blahová, Veronika Kováčová, Karol Švík 17

Biomonitoring ftalátov s nízkou molekulovou hmotnosťou u detí predškolského veku a ich rodičov
Henrieta Hlisníková 22

Suplementácia potravy riasami a polyfenolmi u samcov králikov: Vplyv na motilitu spermií a antioxidačný status
Nikola Knížatová, Martin Massányi, Katarína Zbyňovská, Anton Kováčik, Francesco Vizzarri 27

Proces in vitro oplodnenia v praxi
Barbora Loncová 33

Vplyv verbascoside na parametre spermií králikov in vivo
Martin Massányi, Nikola Knížatová, Francesco Vizzarri, Anton Kováčik 40

Vybrané esenciálne oleje a ich antibakteriálny účinok na kmene MRSA
Silvia Porubčanová 46

Výber z metód osteometrického výskumu v archeozoológii
Zuzana Uhlárová 52

EKOLÓGIA A ENVIRONMENTALISTIKA **58**

Rozšírená a habitatová charakteristika inváznych druhov Fallopia spp. na severozápadnom Slovensku
Zuzana Čistoňová 59

Poznámky k pohlavnému rozmnožovaniu lykovca muránskeho (*Daphne arbuscula* Čelak. a lykovca voňavého (*Daphane cneorum L.*)
Zuzana Gajdošová 66

Ektoparazity (blchy, roztoče, kliešte) drobných zemných cicavcov Podunajskej Nížiny
Klaudia Holečková 73

Bystruškovité (Carabidae) vybraných plôch okolia obce Lednické Rovne (Slovensko)
Filip Kucej 80

Paleolimnologická rekonštrukcia vývoja vodnej nádrže Veľká Vindšachta s využitím subfosílnych zvyškov pakomárov
Marcela Přidalová 85

Pavúky (Araneae) ako bioindikátory stanovištných podmienok mesta
Pavol Purgat 91

Štruktúra spoločenstiev pakomárov (Diptera: Chironomidae) malých vodných nádrží Slovenska a kľúčové environmentálne premenné
Veronika Štillová 97

Infiltračná rýchlosť vody do pôdy pri rôznom spôsobe jej využívania
Jozef Varga, Radoslava Kanianska 103

Vzdialenostná dostupnosť bikesharing-u pre študentov vysokých škôl v Nitre
Gréta Vrbičanová, Matej Močko 109

Morfometria lariev Cordulegaster Leach z územia Slovenska
Lenka Zahoranová 116

GEOGRAFIA A REGIONÁLNY ROZVOJ 122

Realizácia návrhu informačných tabúľ náučného chodníka Považský Inovec so zameraním na ochranu prírody
Soňa Adamkovičová 123

Náučný chodník obcou Maňa
Lucia Boriková 130

Záujmy štátnej ochrany prírody v povodí Dunaja v Rakúsku, Slovensku a Maďarsku
Attila Hanzsér 138

Zaujímavosti obce Topoľčianky
Nikola Hubinová 146

Dostupnosť obcí Trnavského samosprávneho kraja vlakom
Samuel Kohutiar 153

Zaujímavosti mestskej časti Nitra – Janíkovce
Jerguš Kováčik 161

Morfometrická analýza a morfodynamické procesy vo vybranej časti Malej Fatry
Veronika Máliková 168

Návrh svätojakubsko – mariánskej pútnicko – turistickej trasy na Žitnom ostrove
Leóna Merašická 176

Vybrané problémy geografie mesta Trstená
Eva Smitková 184

Rozvoj obce Zlatno
Dávid Šorman 191

Geografické aspekty spoločenských vzťahov Ruska a Slovenska
Martina Urbanová 197

Vybrané aspekty maloobchodnej vybavenosti mesta Piešťany
Sandra Wiecková 205

Výskum a monitoring migračných biokoridorov za účelom vytvorenia bezpečnej dopravnej siete v okrese Lučenec
Lukáš Wittlinger 213

INFORMATIKA 219

Monitorovanie trasy pohybu mobilného zariadenia
Marián Gemmel 220

Monitorovanie obsahu a funkcionality webov
Branislav Kysucký 227

Návrh a konštrukcia bezpilotného lietajúceho zariadenia
Martin Schmidt ... 234

Analýza a vyhodnotenie výsledkov detektorov hrán použitím tabuľky klasifikácií
Miroslav Snopko ... 240

Aplikácia s prvkami rozšírenej reality s využitím senzora Kinect
Viktória Ševčíková ... 245

Model optimalizácie rozvrhu úloh klastra pre HPCC s ohľadom na spotrebu elektrickej energie
Martin Trnik ... 252

Kódovacia hra pre mobilné zariadenie
Miroslav Virág ... 260

MATEMATIKA/FYZIKA/CHÉMIA ... 266

Domáca výroba výbušnín a jej problematika v súčasnosti
Matej Bošeľa, Ján Kurucz ... 267

Počet triangulárnych noriem na špeciálnych typoch zväzov
Michaela Bruteničová ... 274

Analýza a porovnanie možností výroby elektrickej energie a tepla pre proces spaľovania a splyňovania čierneho lúhu
Michal Hruška, Miroslav Variny ... 279

Jednosmerná vodivosť zmesí illitu a zeolitu
Marek Mánik ... 286

Využitie Friedmanovej metódy v oblasti spekania keramiky prostredníctvom termodilatometrie
Filip Obert ... 292

Štúdium purifikácie rekombinantného erytropoetínu na adsorbente Capto MMC Impres
Marta Ostrihoňová ... 297

Modelovanie parlamentných volieb
Dominika Zorvanová ... 304

DIDAKTIKA BIOLÓGIE, GEOGRAFIE ... 313

Tvorivé aktivity v príprave budúcich učiteľov
Soňa Adamkovičová, Miriam Smolinská ... 314

Využitie informačných komunikačných technológií ako súčasť motivácie v geografii
Barbora Balková, Veronika Kabátová ... 323

Vplyv bádateľsky orientovaného vyučovania biológie na porozumenie učiva
Martina Bažaličková ... 332

Komiks ako moderná učebná pomôcka
Alexandra Bulejová ... 340

Imidž geografie vo vyučovaní geografie miestnej krajiny na základných školách v MAS SOTDUM
Daša Hauptvogelová ... 345

Geografická exkurzia Bošáckou dolinou
Alexandra Hladká ... 353

Námety na rozvoj kritického myslenia v tematickom celku Obehová sústava
Andrea Jakubíková ... 361

Aplikácia kritického myslenia pri vyučovaní stavby a funkcie tráviacej sústavy
Nikoleta Lásková 369

Objavné vyučovanie a kritické myslenie tematického celku Civilizačné choroby
Patrícia Martišková 378

Geografické dimenzie životného prostredia (návrh učebnice Environmentálnej geografie)
Michaela Strišková 385

Námety na interaktívne cvičenia z Biológie človeka vytvorené v programe ActivInspire
Mariana Štefanková 392

DIDAKTIKA MATEMATIKY, FYZIKY, INFORMATIKY, TECHNIKY 396

Aplikačné a neštandardné matematické úlohy
Veronika Bočková 397

Matematická úzkosť a jej vzťah k rodu, úspešnosti, výkonu a voľbe budúceho povolania žiakov základných škôl
Katarína Cibulková 405

Využitie bezdrôtovej senzorickej siete
Jan Francisti 413

Zaradenie približných konštrukcií do školskej matematiky
Matej Gajdoš 418

Metóda analýzy sieťových štruktúr základných fyzikálnych pojmov v učebniciach fyziky
Pavol Hrdý 423

Hranie sa s robotom alebo vyučovanie programovania? – Metodická pomôcka pre vyučovanie robotiky
Soňa Ivančáková 430

Kvantitatívne posúdenie rizikového úkonu zdvíhania ťažkej dlažobnej kocky pomocou softvérovo-indexovej metódy NIOSH a formulárov MAC v stavebníctve
Juraj Jakubjak 438

Jouleov pokus v novodobom prevedení – Mechanický ekvivalent tepla
Terézia Jindrová 446

Čo ak vám katedra umožní realizovať vaše sny?
Nika Klimová 454

Využitie smartfónov a tabletov v školských fyzikálnych experimentoch zameraných na tému svetlo
Patrícia Kopecká, Lukáš Slobodník 462

Multimediálna podpora technického vzdelávania
Lukáš Kostolanský 470

Identifikácia dôležitých aktivít pomocou rozhodovacích stromov
Juraj Obonya 478

Experimenty s transformátorom vo vyučovacom procese
Matúš Sitkey 483

Domáce úlohy z fyziky ako ich nepoznáte
Jana Šimonovičová 488

Problém vrstvenia kociek – vizualizácia „neviditeľných“ objektov
Renáta Vágová 494

Predslov

Študentské vedecké konferencie sú jedinečnou príležitosťou pre študentov prezentovať výsledky svojej vedecko-výskumnej práce, vyskúšať si a zažiť jedinečnú atmosféru vedeckej konferencie a v neposlednej miere aj získať možnosť publikovať svoj prvý príspevok. Pre mnohých študentov je to možno prvá, avšak veľmi dôležitá osobná skúsenosť s vedeckým životom.

Už po druhýkrát sa mali možnosť stretnúť študenti Fakulty prírodných vied UKF v Nitre a Fakulty prírodných vied UMB v Banskej Bystrici na spoločnej Študentskej vedeckej konferencii (ŠVK). Dňa 21. marca 2018 konferenciu hostila Fakulta prírodných vied UKF v Nitre. Študenti bakalárskeho, magisterského a prvého ročníka doktorandského štúdia úspešne prezentovali výsledky svojho výskumu v sekciách konferencie: Biológia; Ekológia a environmentalistika; Fyzika, Chémia a Matematika; Geografia a regionálny rozvoj; Informatika; Didaktika biológie, geografie; Didaktika matematiky, fyziky, informatiky a techniky.

Podujatie nadobudlo charakter vedeckej konferencie so všetkými charakteristikami, akými sú: nenahraditeľné osobné stretnutia účastníkov počas samotného podujatia, možnosť diskusie, publikovanie recenzovaných príspevkov v zborníku prác. Komisie zložené z pedagógov oboch fakúlt navrhli tri najlepšie práce z každej sekcie na ocenenie. Zborník obsahuje 71 študentských vedeckých a odborných prác, ktoré boli recenzované a následne verejne prezentované na konferencii. Kvalita príspevkov ukazuje, že napriek tendencii študentov preferovať štúdium na vysokých školách v zahraničí, zostáva veľa talentovaných študentov študovať naďalej na Slovensku.

Ďakujeme všetkým členom sekcií a recenzentom za prejavenú pomoc. Autorom ocenených prác srdečne blahoželáme a všetkým študentom, ktorí sa zúčastnili na tohtoročnej ŠVK želáme veľa úspechov do ďalšej tvorivej, vedeckej práce a tešíme sa na ďalší ročník spoločnej ŠVK.

prof. RNDr. Libor Vozár, CSc.
dekan FPV UKF v Nitre

doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.
dekanka FPV UMB v Banskej Bystrici

biológia

Partenogenetická aktivácia oocytov ošípanej v *in vitro* podmienkach

Parthenogenetic activation of porcine oocytes in *in vitro* conditions

Alexandra Bartková[1]
Školiteľ: František Strejček[2]
[1,2]Katedra botaniky a genetiky, FPV UKF, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
alexandra.bartkova@ukf.sk[1], fstrejcek@ukf.sk [2]

Abstrakt

Efektívna aktivácia oocytov predstavuje kľúčový krok v oblastiach embryotechnológii. Aktivácia *in vitro* zrelých oocytov je nevyhnutná pre produkciu transgénnych organizmov, produkciu embryonálnych kmeňových buniek a úspešný jadrový prenos potrebný pre klonovanie, pri ktorom dochádza ku genomickému preprogramovaniu a udržaniu správnej ploidie jadier zavedených do enukleovaných oocytov.

Poznatky o partenogenetickej aktivácie prispievajú k lepšiemu pochopeniu mechanizmov oplodnenia, skorého embryonálneho vývoja a základných princípov signálnych dráh.

Súčasné metódy produkcie partenogenetických embryí sú závislé na využití *in vitro* zrelých oocytov s meiotickou kompetenciou a kombináciou rôznych chemických, fyzikálnych a enzymatických stimulov.

V našej práci sa zameriavame na porovnanie úspešnosti elektrickej resp. chemickej partenogenetickej aktivácie z pohľadu delivosti zygot. Naším hlavným cieľom je optimalizovať podmienky *in vitro* maturácie a partenogenetickej aktivácie pre dosiahnutie vyššieho podielu blastocýst v podmienkach *in vitro*.

Kľúčové slová: oocyt, embryo, partenogetická aktivácia

Abstract

Effective oocyte activation is a key step in an embryo technology. Activation of *in vitro* matured (IVM) oocytes is essential for successful production of transgenic animal, parthenogenetic production of embryonic stem cells and nuclear transfer for cloning, during which genomic reprogramming and the maintenance of correct ploidy of introduced nuclei take place in enucleated oocytes. Knowledge of parthenogenetic activation also contributes to better understanding of the mechanisms of fertilization, early embryonic development and general principle of cell signalling pathways.

Present methods for parthenogenetic embryo production depend on the use of *in vitro* maturated oocytes with full meiotic competence and combination of different chemical, physical and enzymatic stimuli.

In our study we focus on the comparison of the success of electrical and chemical activation from blastocyte division perspective. The main goal of our work is optimization of *in vitro* maturation and parthenogenetic activation for porcine blastocysts production in *in vitro* conditions.

Key Words:oocyte, embryo, parthenogenetic activation

Úvod

Partenogenéza predstavuje prirodzenú formu asexuálnej reprodukcie, ktorá dokáže iniciovať skorý embryonálny vývoj. Tento spôsob reprodukcie zabezpečuje rast a vývoj embryí bez oplodnenia.

Prirodzene sa vyskytuje pri rastlinách, ale aj niektorých druhoch živočíchov (bezstavovce)[1].

Pre cicavcov partenogenéza nepredstavuje prirodzenú, ale indukovanú formu reprodukcie. Vzhľadom na viaceré štúdie možno povedať, že partenogenéza predstavuje oblasť neustáleho záujmu[2,4].

Partenogenetická aktivácia *in vitro* zrelých oocytov je nevyhnutná pre produkciu transgénnych organizmov produkovaných cytoplazmatickou mikroinjekciou, klonovaním či nukleárnym transferom. Taktiež predstavuje možný spôsob produkcie haploidných a tetraploidných embryí, ktoré predstavujú potencionálny zdroj embryonálnych kmeňových buniek[3].

Vzhľadom na porovnanie úspešnosti *in vivo* a *in vitro* produkcie blastocýst možno konštatovať nízku úspešnosť *in vitro* produkcie. Tá je pravdepodobne zapríčinená nedostatkami *in vitro* aktivácie a nedokonalosťou kultivačných podmienok. Práve preto patria spôsoby zlepšenia a zvýšenia úspešnosti

partenogenézy medzi oblasti so zvýšeným záujmom vedeckej spoločnosti [1,4].

V našej práci sa zameriavame na optimalizáciu *in vitro* kultivácie a porovnanie úspešnosti elektrickej a chemickej aktivácie oocytov ošípanej.

1.1 Aktivácia cicavčích oocytov *in vivo*

Vývoj nezrelých cicavčích oocytov po ovulácii prebieha do metafázy II (M II). V tomto štádiu je vývoj pozastavený až do momentu oplodnenia, po ktorom dochádza k dokončeniu meiotického delenia.

Zastavenie vývoja v M II je charakterizované vysokou aktivitou maturation promoting factor (MPF) zloženého z cyklínu B a cyclin-dependent kinase 1 (CDK1). MPF je stabilizovaný cytostatickým faktorom (CSF).

Počas väzby spermie na membránu oocytu dochádza v miestach penetrácie k uvoľňovaniu intracelulárneho Ca^{2+}. Pre cicavcov je typická expanzia Ca^{2+} v oscilačných vlnách. Interval uvoľňovania Ca^{2+} trvá aj niekoľko hodín, pokým nedôjde k vytvoreniu prvojadra. Ramiro Alberio a kol., 2001 uvádza, že uvoľňovanie Ca^{2+} je pozitívne regulované aktivitou MPF[5].

Úroveň molekúl MPF závisí od syntézy a degradácie cyklínu B, ktorého koncentrácia sa počas bunkového cyklu neustále mení.

Aktivita MPF narastá počas maturácie oocytov (G_2-M fáza bunkového cyklu) a je regulovaná aktivitou kináz (Myt-1, Wee-1).

Fosfatáza cdc25 spôsobuje defosforyláciu Tyr15 a Thr 14 miesta na N konci CDK1. Po defosforylácii N konca dochádza k väzbe CDK1 a cyklínu B, ktorá je sprevádzaná aktiváciou MPF.

Poklesom aktivity MPF dochádza k opätovnému obnoveniu meiotického delenia, dekondenzácii chromatínu a prechodu do interfázy.

V *in vivo* podmienkach dochádza k inaktivácii MPF v dôsledku inhibičného enzýmu Wee-1, ktorý spätne fosforyluje Thr 14 a Tyr 15 na N koncoch CDK1. V *in vitro* podmienkach je potrebná prítomnosť inhibítora[5,6].

1.2 Partenogenetická aktivácia oocytov ošípanej

Vývoj nezrelých cicavčích oocytov dozrievajúcich v *in vitro* podmienkach je taktiež pozastavený v štádiu metafázy II. V tomto prípade však M II pretrváva až do doby partenogenetickej aktivácie.

V prípade *in vitro* podmienok dochádza k partenogenetickej aktivácii pomocou rôznych foriem neprirodzených podnetov. Jedná sa o pôsobenie rôznych chemických, mechanických a fyzikálnych stimulov. Tieto neprirodzené podnety, ako je expozícia etanolu, ionoforu A23187, ionomycínu či priame elektrické impulzy vedú k uvoľneniu Ca^{2+}[5].

V prípade oocytov ošípanej je však potrebné zvoliť kombináciu umelých podnetov zabezpečujúcich uvoľnenie Ca^{2+} a inhibítorov proteínkináz resp. inhibítorov proteínovej syntézy.

Taktiež je dôležitá aj vývojová kapacita oocytov ošípanej, ktorá je ovplyvnená aj samotnou kvalitou oocytov.

Je potvrdené, že folikulárne oocyty prasníc dosahujú po 38-48 hod. *in vitro* kultivácie štádium M II. Tento fakt prispieva k zvýšeniu vývojového potenciálu a úspešnosti partenogenetickej aktivácie [1,5].

Tento univerzálny postup selekcie oocytov, *in vitro* maturácie a partenogenetickej aktivácie je druhovo špecifický, preto je optimalizácia každého kroku a výber vhodných reagentov aktivácie veľmi dôležitý [5,7].

Elektrická aktivácia oocytov ošípanej

Aktivácia oocytov prasnice indukovaná elektrickým prúdom je založená na vytváraní pórov v membráne. Týmto spôsobom indukuje prechodné zvýšenie hladín intracelulárneho Ca^{2+}. Prechodné zvýšenie hladín intracelulárneho Ca^{2+}je spôsobené prítokom extracelulárneho Ca^{2+} z aktivačného média, ktorý nastáva elektrickej stimulácii.

Úspešnosť elektrickej aktivácie závisí od veľkosti vzniknutých pórov a iónového zloženia aktivačného média.

Elektrická aktivácia indukuje produkciu inositoltrifosfátu (IP3), ktorý počas kultivácie aktivovaných oocytov v 6-dimetylaminopurín médiu (6-DMAP), vedie k uvoľňovaniu intracelulárneho Ca^{2+} a vzniku partenogenetických embryí[6,8].

Chemická aktivácia oocytov ošípanej kombináciou ionomycínu a 6-dimetylaminopurínu

Ionomycín predstavuje selektívny ionofor izolovaný z baktérie Streptomyces conglobatus. Viaže intracelulárny Ca^{2+}a tým podporuje elektricky neutrálnu výmenu vápenatých katiónov. Tieto vápenaté katióny vymieňa za $2H^+$ alebo iné dvojmocné katióny ako Mg^{2+}. Týmto spôsobom dokáže prenášať Ca^{2+} cez fosfolipidovú vrstvu vezikulárnych membrán.

6-DMAP predstavuje inhibítor inaktivujúci MPF a MAPk, čo je predpokladom pre pokračovanie meiotického delenia a tvorbu prvojadier oocytov.

Kombinácia ionomycínu a 6-DMAP v správnom pomere vedie k úspešnej chemickej aktivácii a tvorbe partenogenetických embryí[5,9,10].

2 Materiál a metodika

2.1 Získavanie oocytov

Oocyty boli získané z ovarií prasníc získaných z bitúnku (PD Hlohovec- bitúnok Kľačany). Odber oocytov prebiehal až po smrti prasníc. Počas transportu boli ovária uložené v termoboxe, ktorý nám zabezpečil konštantnú teplotu 37 °C. Po transporte sme ovária trojnásobné premyli fyziologickým roztokom zohriatym na teplotu 38,5 °C.

Následnou aspiráciou (pozostávajúcej z ihly a injekčnej striekačky) sme docielili získanie kumulus-oocytárnych komplexov (COC´s). Nasledujúce manipulácie s oocytmi sme vykonali v nádobách, médiách a s nástrojmi vytemperovanými na 38,5 °C. Všetky roztoky boli prefiltrované cez 20µm antibakteriálny filter.

2.2 Hodnotenie kvality oocytov

Stanovenie kvality oocytov prebiehalo morfologickým hodnotením cytoplazmy a kumulárnych buniek obklopujúcich oocyty. Selekcia oocytov je mimoriadne dôležitá pre úspešnosť *in vitro* maturácie a následnej partenogenetickej aktivácie oocytov.

Morfologické hodnotenie prebiehalo v médiu, Phosphate buffered saline (PBS) (AppliChem, A 09649050), do ktorého boli umiestnené COC´s. Vyberali sme len tie najkvalitnejšie komplexy obsahujúce rovnomerné 2-4 vrstvy kumulárnych buniek a rovnomerne granulovanú ooplazmu bez vezikúl.

2.3 *In vitro* maturácia oocytov

Pre dozrievanie oocytov do štádia metafázy II sme požili médium Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM)(Biowest, L0101-500). Médium DMEM sa pred použitím nechalo hodinu ekvilibrovať v Petriho miske pri teplote 38,5 °C a 5% CO_2. Oocyty boli premyté v médiu DMEM. Následne sme ich kultivovali v skupinách po 30-35 v médiu DMEM s objemom 2 ml, do ktorého sme pridali gonadotropný hormón pregnant mare´s serum gonadotrophin (PMSG). PMSG sme pridali s cieľom zvýšiť jadrové dozrievanie oocytov. Skupiny oocytov boli kultivované 44-48 hodín pri teplote 38,5°C a 5 % CO_2.

2.4 Partenogenetická aktivácia oocytov

Partenogenetickej aktivácii predchádzalo vyhodnotenie *in vitro* maturácie oocytov.

Vyhodnotenie úspešnej maturácie oocytov sme si overili farbením pomocou 1% lacmoidu. Po uplynutí 44-48 hod. doby kultivácie sme oocyty fixovali 24 hod. v 60 ml roztoku kyseliny octovej a etanolu (96%) v pomere 1:3)[11]. V deň vyhodnotenia sme oocyty zafarbili 1% lacmoidom a klasifikovali do skupín a to: oocyty v M II fáze, oocyty, ktoré MII fázu nedosiahli a degenerované oocyty. Potvrdenie maturácie prebiehalo v troch opakovaniach.

Pre porovnanie úspešnosti elektrickej a chemickej aktivácie a delivosti oocytov ošípanej sme pre daný druh aktivácie taktiež realizovali tri opakovania so skupinami najkvalitnejších oocytov.

Elektrická aktivácia

V našom prípade aktivácia oocytov prebiehala prostredníctvom kombinácie elektrickej a chemickej aktivácie. Na elektrickú aktiváciu bolo potrebné úplné odstránenie kumulárnych buniek.

Na ich odstránenie sme použili 500 µl, 0,5 % hyaluronidázy. Oocyty bez kumulárnych buniek sme premyli v PBS (AppliChem Panreac, A 09649050) s BSA (Merck, 1120180100, Germany) a následne sme ich kultivovali 4hodiny v TL-HEPES +296 Ca^{+}. Po uplynutí doby kultivácie sme oocyty premyli v aktivačnom médiu, SOR 2(0,25M sorbitol, 1M kalcium acetát,0,5 mM magnézium acetát, 0,1 % BSA, pH7,2a 250mOsm). Aktivácia prebiehala v elektroporátore, pri 38V a počas 100µs.

Ďalším krokom bola chemická aktivácia. Tá prebiehala v porcine zygote medium 3 (PZM3) so 6-DMAP s koncentráciou 4mM. Médium bolo potrebné minimálne hodinu ekvilibrovať pri teplote 38,5°C.

Elektricky aktivované oocyty sa v tomto médiu premyli a kultivovali 3 hod[10].

Chemická aktivácia

Samotná chemická aktivácia je založená na čisto chemickej aktivácii. Prvým krokom je odstránenie kumulárnych buniek pomocou hyaluronidázy resp. mechanicky, pomocou mikropipety. Po odstránení kumulárnych buniek sa oocyty musia 2x premyť v mPBS {PBS (AppliChem Panreac, A 09649050) + 0,4 % BSA (Merck, 1120180100, Germany)}.

Medzi tým je potrebné pripraviť 10mM ionomycín a to tak, že z 5mM stocku ionomycínu sme odobrali 2µl a pridali sme ich do 998 µl mPBS. V takomto médiu sa oocyty kultivovali 5 minút. Po kultivácii nasledovalo

trojnásobné premytie v PZM-3 final s 6-DMAP v konečnej koncentrácií 2mM. Po premytí boli oocyty kultivované v rovnakom médiu 5 hodín (Tab. 1)[11,12].

Tab. 1 Zloženie PZM3 final média

PZM 3 final	g/100ml
Na- pyruvát	0,0022
Ca- laktát x $5H_2O$	0,0617
L- Glutamín	0,0146
BSA	0,3
Hypotaurín	0,0546
BME	2 ml
MEM	1 ml
$NaHCO_3$	0,2106
$MgSO_4$ x $7H_2O$	0,01
KH_2PO_4	0,0048
NaCl	0,63
KCl	0,0745

2.5 *In vitro* kultivácia embryí

Aktivované occyty boli kultivované 7 dní v médiu PZM3 pri teplote 38,5 °C a 5% CO_2. Pred samotnou kultiváciu boli dané oocyty premyté v tom istom médiu pod silikónovým olejom a následne sa uskladnili v 50 µl kvapkách, ktoré boli taktiež zaliate olejom [13].

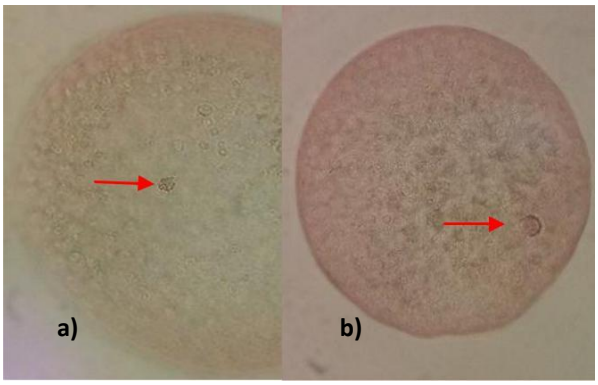
3. Výsledky a diskusia

3.1 Detekcia maturácie oocytov

In vitro maturáciu oocytov ošípanej sme potvrdili fixáciou oocytov a následným farbením lacmoidom. Po zafarbení lacmoidom sme dosiahli úspešnosť *in vitro* maturácie do štádia M II v 77 oocytoch,čo predstavuje 74% (Obr.1). Len 15 oocytov (14,4%) nedosiahlo MII, pričom zvyšných 12 oocytov (11,6%) tvorili degenerované oocyty (Tab. 2). Degenerácii sa dá v budúcnosti predísť prísnejším morfologickým hodnotením kvality oocytov.

Tab.2 Úspešnosť *in vitro* maturácie oocytov ošípanej

Počet oocytov			Počet oocytov v MII		
1.exp.	2. exp.	3.exp.	1.exp.	2.exp.	3.exp
34	32	39	22	25	27
Celkový počet oocytov			104		
Celkový počet oocytov v M II			77 (74%)		



Obr.1 *In vitro* maturované oocyty v MII štádiu
→ šípka znázorňuje polohu metafázového chromozómu

3.2 Partenogenetická aktivácia prasacích oocytov

Aktiváciou prasacích oocytov sme v oboch prípadoch dosiahli vysokú delivosť (Graf.1). Chemickou aktiváciou sme dosiahli 59,5 % podiel úspešne aktivovaných oocytov vysokej kvality (Tab.4). V porovnaní s elektrickou aktiváciou (72,3%)je tento výsledok nižší (Tab.3).

Výskyt blastocýst sme pozorovali len pri elektrickej aktivácii a dosahoval hodnotu 17 blastocýst (15,8 %) (Graf.1).

Naše výsledky možno porovnať so štúdiou Chenga et al. (2007), ktorá preukázala vysokú delivosť oocytov po elektrickej (73,3%) a chemickej aktivácii(56,5%). Taktiež zaznamenal signifikantný rozdiel v podiele partenogenetických blastocýst.

Podobný výsledok sme zaznamenali aj v štúdii Che *et al. (*2007), kde chemickou aktiváciou s využitím ionomycínu a 6-DMAP dosiahli 71 % delivosť oocytov a 32% podiel blastocýst.

Xu *et al.* (2007) taktiež potvrdil výrazný nárast delivosti a podielu blastocýst dosiahnutý elektrickou aktiváciou oocytov ošípanej, pričom zastáva názor, že

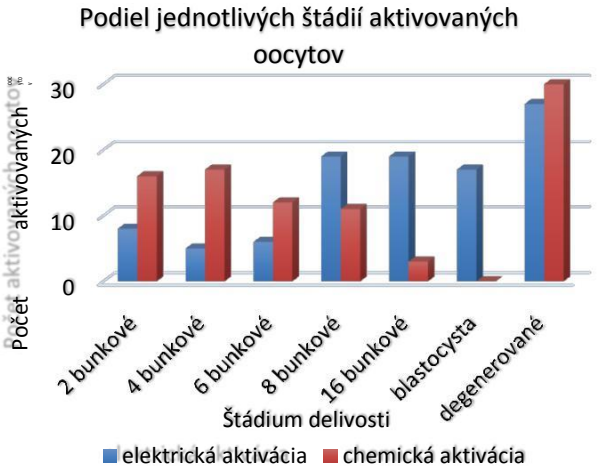
chemická aktivácia je z dôvodu nižšej úspešnosti nepotrebná. S týmto názorom však nesúhlasia štúdie Bettthauser *et al*. (2000) a Prochádzka *et al.* (2011), ktoré potvrdili priaznivé účinky a vysoký podiel partenogenetických blastocýst získaných kombináciou ionomycínu a 6-DMAP.

Tab.3 Úspešnosť elektrickej aktivácie oocytov ošípanej

Počet oocytov			**Počet úspešne aktivovaných oocytov**		
1.exp.	**2. exp**	**3.exp.**	**1.exp.**	**2.exp.**	**3.exp**
31	36	34	23	25	25
Celkový počet oocytov			101		
Celkový počet aktivovaných oocytov			73 (72,3%)		

Tab.4 Úspešnosť chemickej aktivácie oocytov ošípanej

Počet oocytov			**Počet úspešne aktivovaných oocytov**		
1.exp.	**2. exp.**	**3.exp.**	**1.exp.**	**2.exp.**	**3.exp**
29	30	40	16	18	25
Celkový počet oocytov			99		
Celkový počet aktivovaných oocytov			59 (59.5%)		



Graf 1.Delivosť aktivovaných oocytov

V experimentálnych skupinách oocytov aktivovaných chemickou aktiváciou sme zaznamenali bunkové delenie, ktoré úspešne prebiehalo do 8 bunkového štádia, kde sa vývoj zastavil (Obr.2).

Obr.2 Oocyty ošípanej aktivované Ionomycínom

V porovnaní s inými štúdiami možno predpokladať, že dôvodom zastavenia vývoja aktivovaných oocytov môže byť kultivačné médium PZM3, ktoré je veľmi citlivé na zmeny pH. Toto tvrdenie potvrdila aj štúdia Xu *et al.* (2007).

Záver

Na základe uvedených výsledkov môžeme konštatovať, že *in vitro* maturácia oocytov ošípanej prebieha v 74% oocytov do MII štádia. Taktiež možno povedať, že partenogetickou aktiváciou oocytov ošípanej dochádza k vysokému podielu delivosti oocytov. Rôzne aktivačné podnety a stimuly vedú k dosiahnutiu kvalitných blastocýst.

V našom prípade oocyty získané elektrickou aktiváciou dosahovali štádium blastocysty, pričom chemickou aktiváciou sme toto štádium nedocielili. Avšak možno povedať, že chemická aktivácia oocytov ošípanej má v porovnaní s elektrickou aktiváciou veľký potenciál vzhľadom na dosiahnutie vysokej delivosti oocytov.

Správnou optimalizáciou by sme v budúcnosti mohli dosiahnuť zisk kvalitných blastocýst, čo je prvým predpokladom overovania úspešnosti našich mikromanipulačných experimentov(nukleolotransfer).

Poďakovanie

Touto cestou by som chcela poďakovať môjmu školiteľovi, doc. RNDr. Františkovi Strejčkovi PhD., za cenné rady a odborné vedenie.

Práca nadväzovala na nasledovné grantové projekty:

APVV-14-0001 - Egg´s fibrillary sphere – the globe for Life fundamental genetic and epigenetic study.

Coordinator: Prof. Prof.h.c. Dr. MVDr. Jozef Laurinčík, DrSc.

VEGA 1/0022/2015 - Nucleologenesis and rDNA transcription in embryos obtained after nucleolotransfer. Coordinator: Prof. Prof.h.c. Dr. MVDr. Jozef Laurinčík, DrSc.

VEGA 1/0327/16 - Reaktivácia genómu rDNA včasných embryí ošípaných in vivo a in vitro; Coordinator: doc. RNDr. František Strejček PhD.

Vedecká publikácia vznikla tiež s podporou Výskumného centra AgroBioTech, vybudovaného v rámci projektu Vybudovanie výskumného centra ,,AgrobioTech" ITMS 26220220180.

Použitá literatúra

[1] Kharche S.D., Birade H.S. (2013). ABB. 4, p.170

[2] Kwon D., Saadeldin I.M., Kim S.J., Park S.J., Kang J.T., Park H.J., Moon J.H., Koo O.J., Jang G., Lee B.C. (2014) . Reproduction in Domestic Animal. 49(6), p. 995

[3] Liu S., Cui K., Li H.L. Sun J.M., Lu X.R., Shen K.Y., Liu Q.Y. (2015). In Vitro Cell.Dev.Biol-Animal. 51.p.103

[4] Xu X.M., Hua J.L., Jia W.W., Hiang W., Yang C.R., Dou Z.Y. (2007) Asian- Aust. J. Anim. Sci. 20 (10), p. 1510

[5] Lan G.Ch., Han D., Wu Y.G., Han Z.B., Ma S.F., Liu X.Y., Chang Ch.L.,Tan J. H. (2005) Mol. Rep. Dev. 71, p.380

[6] Alberio R., Zakhartchenko V., Motlik J., Wolf E. (2001). Int. J. Dev.Biol. 45, p.797

[7] Lee J.W., Tian X.C., Yang X. (2004) Mol. Rep. Dev. 68, p.51

[8] Bing Y.Z., Che L., Hirao Y., Takenouchi N., Rodiguez-Martinez H.,Nagai T. (2003). J. Reprod. Dev. 49 (2), p.159

[9] Prochádzka R., Petlach M., Nagyová E., Nemcová L. (2011) Reprod. 141(4), p.425

[10] Vasilev F., Chun J.T., Gragnaniello G., Garante E., Santella L. (2012) PLoS One. 7(6), p.1

[11] Laurincik J., Rath D., Niemann H. (1994) J. Reprod.Fertil. 102, p.277

[12] Betthauser J., Fordberg E., Augenstein M., Childs L.,Eilertsen K., Enos J., Forsyhe T., Golueke P., Jurgella G., Koppang R., Lesmeister T., Mallon K., Mell G., Misica P., Pace M., Pfister M., Strelchenko N., Voelker G., Watt S., Thompson S., Bishop M. (2000) Nat. Biotechnol. 18, p.1055

[13] Che L., Lalonde A., Bordignon V. (2007) Theriogenology. 67(7), p.1297

Vplyv adjuvantnej artritídy na mikroskopickú stavbu stehnovej kosti potkanov

The Effect of Adjuvant-induced Arthritis on Femoral Bone Microstructure in Rats

Jana Blahová[1], Veronika Kováčová[2], Karol Švík[3]
Školiteľ: Radoslav Omelka[4]
[1,4]Katedra botaniky a genetiky, [2]Katedra zoológie a antropológie, FPV UKF, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
[3]Ústav experimentálnej farmakológie a toxikológie SAV, Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava
[1] jana.blahova@student.ukf.sk, [2]veronika.kovacova@ukf.sk, [3]karol.svik@savba.sk, [4]romelka@ukf.sk

Abstrakt
Adjuvantná artritída je systémové autoimunitné zápalové ochorenie. Poškodzuje kĺbové štruktúry, môže spôsobiť eróziu kostí a viesť až k systémovej osteopénii, resp. osteoporóze. Cieľom práce bolo analyzovať vplyv adjuvantnej artritídy na kvantitatívne 3D charakteristiky kostného tkaniva u samcov potkanov. Analyzovali sa jedince s adjuvantnou artritídou indukovanou použitím suspenzie tepelne usmrtených mykobaktérií v nekompletnom Freundovom adjuvanse a jedince kontrolnej skupiny neartritických potkanov. Výsledky našej práce dokumentujú, že adjuvantná artritída postihuje kosť v oblasti diafýzy aj epifýzy. V diafýze dochádza k zníženiu hustoty kostného tkaniva a k zväčšeniu jeho povrchu. V epifýze je zníženie množstva kostnej hmoty zapríčinené predovšetkým stenčením kompakty.

Kľúčové slová: adjuvantná artritída, reumatoidná artritída, stehnová kosť, kostná mikroštruktúra, počítačová tomografia

Abstract
Adjuvant arthritis is a systemic autoimmune inflammatory disease. It causes joint structure damage, bone erosion, and leads to systemic osteopenia or osteoporosis. The aim of the study was to analyze the impact of adjuvant arthritis on quantitative 3D characteristics of the bone tissue in male rats. In the study, rats with adjuvant arthritis induced by intradermal injection of the suspension of the heat killed *Mycobacterium butyricum* in incomplete Freund's adjuvant were analysed. The non-arthritic rats served as controls. According to our results, adjuvant arthritis affected the bone in the diaphysis and also in the epiphysis. In the diaphysis the bone mineral density was reduced and bone surface was increased. In the epiphysis, the reduction of bone mass was mainly caused by a depletion of the compact bone.

Key Words: adjuvant arthritis, rheumatoid arthritis, femur, bone microstructure, computer tomography

Úvod

Reumatoidná artritída (RA) je chronické systémové autoimunitné ochorenie, ktoré sa prejavuje zápalom kĺbov, poškodením chrupky a kosti [1]. Proces poškodenia začína zápalovou reakciou synoviálnej membrány vo výstelke kĺbu, burze alebo v šľache. Zápal vedie k vzniku erózie chrupky a marginálnej kosti s následnou deštrukciou kĺbov. Môže dôjsť k úplnému narušeniu kostnej bariéry kosti, čo vedie k priamemu vystaveniu podkladovej kosti zápalovému infiltrátu [2]. Vyššie hladiny prozápalových cytokínov, pozorované počas reumatoidného procesu, zároveň zvyšujú diferenciáciu a aktiváciu osteoklastov, ktoré sú zodpovedné za stratu kostnej hmoty. Systémový reumatoidný zápalový proces tak môže byť spojený so systémovou osteoporózou [3].

Na štúdium rôznych aspektov reumatoidnej artritídy a iných zápalových ochorení sa využíva adjuvantná artritída (AA). Je to indukovaná forma (sub)chronickej artritídy. Hoci tento model nemusí napodobňovať všetky znaky artritídy u ľudí, môže pomôcť pri ďalšom porozumení normálnych zápalových a imunitných odpovedí počas RA [4]. Cieľom našej práce bolo analyzovať vplyv AA na mikroskopickú stavbu stehnovej kosti potkanov s využitím 3D zobrazovacích metód (počítačová tomografia).

1 Materiál a metodika

1.1 Analyzované zvieratá

V práci boli použité samce potkanov inbredného kmeňa Lewis zo schváleného chovného zariadenia Ústavu experimentálnej farmakológie a toxikológie SAV, Dobrá Voda. Jedince boli ustajnené v plastových vaniciach v počte 2 jedince na plochu 1730 cm^2 pri dennom svetelnom režime 12 hodín svetlo/12 hodín tma. Teplota v chovných miestnostiach bola v rozmedzí 20 – 24°C, vlhkosť 55 ± 10%. Potkany boli kŕmené štandardnou kŕmnou zmesou MP. Jedince dostávali krmivo a vodu *ad libitum*. Potkany boli rozdelené do dvoch skupín po 5 jedincoch. V artritickej (AA) skupine bola indukovaná adjuvantná artritída aplikáciou 0,1 ml suspenzie tepelne usmrtených mykobaktérií (12 mg/ml) v nekompletnom Freundovom adjuvanse intradermálnou injekciou do koreňa chvosta potkanov o živej hmotnosti 170±10 g. V kontrolnej skupine (K) sa použili potkany bez indukovanej artritídy. Eutanázia zvierat bola vykonaná na 28. deň predávkovaním anestézie zmesou xylazínu a zoletylu. Potkanom boli vypreparované femury, ktoré sa použili na fyzikálne a histomorfometrické analýzy.

1.2 Makroskopická analýza

V rámci makroskopickej analýzy sa určila hmotnosť jedincov a hmotnosť femuru pomocou analytických váh a dĺžku femuru pomocou posuvného meradla.

1.3 Kvantitatívna analýza mikroskopickej stavby kostného tkaniva

Kvantitatívne charakteristiky kompaktného a špongiózneho kostného tkaniva u kontrolnej i artritickej skupiny sa určili počítačovou tomografiou pomocou prístroja microCT (µCT 50, Scanco Medical). V špongióznej kosti sa stanovili nasledovné parametre: celkový objem, objem kosti, relatívny objem kosti, povrch kosti, počet, hrúbka a separácia trabekúl, hustota kostnej hmoty (bone mineral density, BMD). V kompaknej kosti boli stanovené parametre: celkový objem, objem kosti, relatívny objem kosti, povrch kosti, BMD, hrúbka kompaktnej kosti. V obidvoch častiach kosti boli hodnotené úseky v rozsahu 2 mm.

1.4 Štatistická analýza

Rozdiely v hodnotách kvantitatívnych charakteristík kompaktného a špongiózneho kostného tkaniva medzi kontrolnými jedincami a jedincami s adjuvantnou artritídou sa určili pomocou T–testu a analýzy kovariancie (ANCOVA). Signifikantné rozdiely boli zistené na hladine významnosti P<0,05.

2 Výsledky a diskusia

V závere makroskopickej analýzy sa zistilo, že jedince s AA mali signifikantne nižšiu celkovú telesnú hmotnosť, ako aj hmotnosť a dĺžku femuru (Tab. 1). Zníženie hmotnosti jedincov s RA často súvisí s vysokými nárokmi imunitného systému na energiu a pridruženými faktormi ako malnutrícia či oslabenie svalov [5].

Tab. 1 Výsledky makroskopickej analýzy potkanov z kontrolnej (K) a artritickej (AA) skupiny

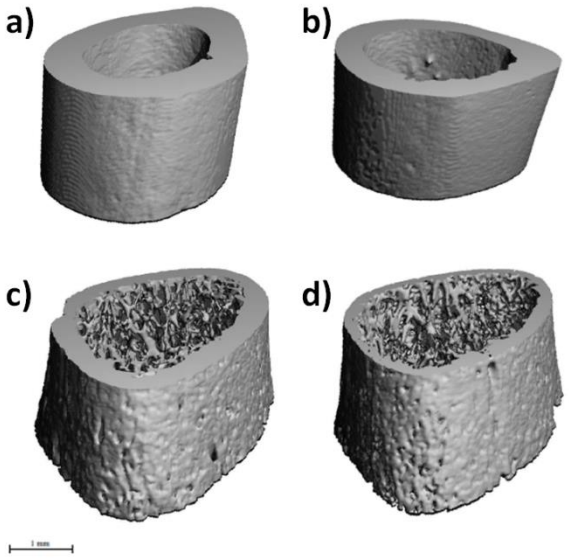
Skupina	N	Hmotnosť jedincov (g±SE)	Hmotnosť femuru (g±SE)	Dĺžka femuru (mm±SE)
K	5	286,60 ± 7,69	0,71 ± 0,02	34,20 ± 0,14
AA	5	217,58 ± 2,21	0,58 ± 0,01	33,24 ± 0,22
Sig.		P<0,001	P<0,05	P<0,05

Porovnaním kvantitatívnych charakteristík kompaktného a špongiózneho kostného tkaniva medzi kontrolnou a artritickou skupinou sa zaznamenali štatisticky významné rozdiely vo väčšine parametrov (Tab. 2, 3). Viaceré hodnotené charakteristiky, napr. celkový objem či objem kosti, sú však v korelácii s veľkosťou kosti (jedincov). Vzhľadom na signifikantné rozdiely v makroskopických ukazovateľoch sa štatistické hodnotenie realizovalo aj metódou ANCOVA, pričom sa vo výpočte (ako kovariáty) zohľadnili veľkosti a dĺžky femurov. Pri kalkulácii klesol počet štatisticky významných rozdielov, predovšetkým v špongióznej kosti epifýzy (Tab. 3). Parametre femurov v celom profile epifýzy sa však naďalej významne odlišovali, čo naznačuje, že AA ovplyvňuje najmä kompaktnú kosť v epifýze. V diafýze sa pri zohľadnení dĺžky a hmotnosti femurov štatistická významnosť zmenila len pri celkovom objeme.

Celkovo naše výsledky dokumentujú, že AA postihuje kosť aj v oblasti diafýzy aj v epifýze. V diafýze dochádza vplyvom AA k zníženiu množstva kostného tkaniva a k zväčšeniu jeho povrchu. V epifýze je zníženie množstva kostnej hmoty zapríčinené predovšetkým stenčením kompakty, ako dokumentuje obr. 1. Hodnoty všetkých parametrov, ktoré sa významne odlišovali, boli nižšie pri skupine AA, s výnimkou povrchu kosti v diafýze bez dreňovej dutiny, ktorý naopak signifikantne stúpol. Zväčšovanie

povrchu kostí, ako aj zväčšenie resorpčných povrchov, ktoré sú často osídlené osteoklastmi, môže súvisieť so zvýšením kostnej remodelácie a nárastom resorpcie kostí vplyvom zápalových cytokínov [6].

Podobné výsledky pri objeme kompaktnej kosti a hrúbke kompaktnej kosti (v diafýze) zaznamenali aj Vidal et al. [7] v tibii pri artritických potkanoch kmeňa Wistar Han AIA po 22 dňoch. Špongiózna kosť bola v uvedenej štúdii tiež významne zmenená, pričom došlo k zníženiu hodnôt objemu kosti, počtu a hrúbky trabekúl a k zvýšeniu trabekulárnej separácie.



Obr. 1 Reprezentatívne 3D snímky kosti v oblasti diafýzy (a, b) a epifýzy (c, d) pri kontrolnej (a, c) a artritickej (b, d) skupine.

Podľa Zerbini et al. [4] je pri pacientoch s RA možné identifikovať tri rôzne formy skeletálneho postihnutia. Prvým je peri-artikulárna kostná strata súvisiaca s modifikáciou remodelácie kostí, ktorá podporuje kostnú resorpciu. Druhá forma je charakteristická okrajovou kostnou eróziou, pričom dochádza k úbytku peri-artikulárnej kompaktnej kosti v dôsledku zápalu synoviálnej membrány. Tretia forma zahŕňa generalizovanú osteoporózu.

V našej práci sa zaznamenal úbytok kompaktnej kosti aj pokles hustoty kostnej hmoty (BMD) v kompaktnej aj špongióznej kosti, ktorý poukazuje na osteoporotické zmeny. Rovensky et al. [8] zaznamenali aj zníženie hodnoty celotelovej BMD u potkanov s indukovanou AA. Nižšiu BMD u pacientov s RA v porovnaní so zdravými kontrolami preukázalo viacero štúdií [9, 10, 11]. Pacienti postihnutí RA majú dvojnásobne vyššie riziko vzniku osteoporózy v porovnaní s celkovou populáciou [12]. Ďalšie rizikové faktory generalizovanej osteoporózy u pacientov s RA zahŕňajú dlhé trvanie ochorenia [13], zvýšenie hladiny biochemických markerov resorpcie kostí [14], séropozitivitu pre citrulinový cyklický proteín (anti-CCP) a reumatoidný faktor (RF) [15]. Znížená BMD je považovaná za príčinu vyššieho rizika vzniku fraktúr u jedincov s RA [16]. Rizikové faktory pre zlomeniny stavcov u jedincov s RA zahŕňajú aj vysokú intenzitu zápalu (vysoký CRP), prítomnosť kostných erózií a dlhé trvanie ochorenia [17]. Jedným z najčastejších miest vzniku fraktúry je krčok stehnovej kosti. Z uvedeného dôvodu naša práca poskytuje výsledky relevantné pre jednu z najrizikovejších kostí v súvislosti s osteoporózou a výskytom fraktúr. V rámci kvantitatívnej 3D analýzy stehnovej kosti pri AA zároveň ide o prvotné výsledky.

Vzťahy RA a BMD ovplyvňuje aj typ liečby RA. V skupine pacientov s RA, ktorí boli liečení antiresorpčnými liekmi, neboli zaznamenané vysoké úbytky BMD počas doby ich sledovania [10]. Naopak, použitie kortikosteroidov bolo spojené s rýchlou a pretrvávajúcou stratou kosti [18].

Záver

Výsledky našej práce dokumentujú, že adjuvantná artritída vyvoláva zmeny v hmotnostných ukazovateľoch, fyzikálnych meraniach, ako aj v kvantitatívnych 3D charakteristikách najmä kompaktného kostného tkaniva femuru.

Poďakovanie

Táto publikácia bola vytvorená realizáciou projektu "CEGEZ č. 26220120073", na základe podpory Operačného programu Výskum a vývoj, financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

[1] Choy, E. H., Panayi, G. S. (2001) Cytokine pathways and joint inflammation in rheumatoid arthritis, N. Engl. J. Med. 344(12), p. 907

[2] Jimenez-Boj, E., Redlich, K., Türk, B., Hanslik-Schnabel, B., Wanivenhaus, A., Chott, A., Smolen, J. S., Schett, G. (2005) Interaction between Synovial Inflammatory Tissue and Bone Marrow in Rheumatoid Arthritis. Immunol. 175(4), p. 2579

[3] Strand, V., Kavanaugh, A. F. (2004) The role of interleukin-1 in bone resorption in

rheumatoid arthritis. Rheumatology 43(3), p. 10

[4] Zerbini, C. A. F. et al. (2017) Biologic therapies and bone loss in rheumatoid arthritis. Osteoporosis International 28(2), p. 429

[5] Bultink, I. E., Vis M., van der Horst-Bruinsma, I. E., Lems, W. F. (2012) Inflammatory rheumatic disorders and bone. Curr Rheumatol Rep 14, p. 224

[6] Goldring, S. R., Gravallese, E. M. (2000) Mechanisms of bone loss in inflammatory arthritis: diagnosis and therapeutic implications. Arthritis Research 2(1), p. 33

[7] Vidal, B., Cascão, R., Finnilä, M. A. J., Lopes, I. P., Saarakkala, S., Zioupos, P., Canhão, H., Fonseca, J. E. (2018) Early arthritis induces disturbances at bone nanostructural level reflected in decreased tissue hardness in an animal model of arthritis. PLoS One. 13(1), e0190920.

[8] Rovenský, J., Švík, K., Stančíková, M. et al. (2002) Treatment of experimental adjuvant arthritis with the combination of methotrexate and lyophilizedEnterococcus faecium enriched with organic selenium. Folia Microbiol 47, p. 573.

[9] Feehan, L. M., Buie, H., Li, L. C., Shojania, K., Barnabe, C., Mckay, H. A. (2017) Micro-structural bone changes in early rheumatoid arthritis persist over 1-year despite use of disease modifying anti-rheumatic drug therapy. BMC Musculoskelet Disord. 18, p. 521

[10] Paccou, J., Edwards, M., Moss, C., Dennison, E., Cooper, C. (2014) High-resolution imaging of bone and joint architecture in rheumatoid arthritis. British Medical Bulletin 112, p. 107

[11] Straub, R. H., Cutolo M., Pacifici R. (2015) Evolutionary medicine and bone loss in chronic inflammatory diseases—a theory of inflammation-related osteopenia. Semin Arthritis Rheum 45, p. 220

[12] Hoff, M., Bøyesen P., Haugeberg, G., Vis, M., Woolf, A. D., Havaardsholm, E. A., Dijkmans, B. A., Kvien, T. K., Uhlig, T., Lems, W. F. (2010) High disease activity is a predictor of cortical hand bone loss in post-menopausal patients with established rheumatoid arthritis: a 5-year multicentre longitudinal study. Rheumatology (Oxford) 49, p. 1676

[13] Tengstrand, B., Hafström, I. (2002) Bone mineral density in men with rheumatoid arthritis is associated with erosive disease and sulfasalazine treatment but not with sex hormones. J Rheumatol 29, p. 2299

[14] Garnero, P., Landewé, R., Boers, M., Verhoeven, A., van der Linden, S., Christgau, S., van der Heijde, D., Boonen, A., Geusens, P. (2002) Association of baseline levels of markers of bone and cartilage degradation with long-term progression of joint damage in patients with early rheumatoid arthritis: the COBRA study. Arthritis Rheum 46 p. 2847

[15] Heidari, B., Roushan, M. R. H. (2012) Rheumatoid arthritis and osteoporosis. Caspian J Intern Med 3(3), p. 445

[16] Dirven, L., van den Broek, M., van Groenendael, J. H., de Beus, W. M., Kerstens, P. J., Huizinga, T. W., Allaart, C. F., Lems, W. F. (2012) Prevalence of vertebral fractures in a disease activity steered cohort of patients with early active rheumatoid arthritis. BMC Musculoskelet Disord 13, p. 125

[17] El Maghraoui, A., Rezqi, A., Mounach, A., Achemlal, L., Bezza, A., Ghozlani, I. (2010) Prevalence and risk factors of vertebral fractures in women with rheumatoid arthritis using vertebral fracture assessment. Rheumatology (Oxford) 49, p. 1303

[18] Grossman, J. M., Gordon, R., Ranganath, V. K., Deal, C., Caplan, L., Chen, W., Curtis, J. R., Furst, D. E., McMahon, M., Patkar, N. M., Volkmann, E., Saag, K. G. (2010) American College of Rheumatology 2010 recommendations for the prevention and treatment of glucocorticoid-induced osteoporosis. Arthritis Care Res (Hoboken) 62, p. 1515

Tab. 2 Kvantitatívne 3D charakteristiky kostného tkaniva v oblasti diafýzy

Parameter	Skupina		T-test	ANCOVA
	K	AA		
diafýza v celom profile				
celkový objem (mm^3)	16,50±0,25	14,27±0,11	P<0,05	
objem kosti (mm^3)	9,37±0,12	7,13±0,11	P<0,05	P<0,05
relatívny objem kosti (%)	57,00±0,00	50,00±0,01	P<0,05	P<0,05
BMD ($mgHA/cm^3$)	657,62±8,83	579,97±7,17	P<0,05	P<0,05
diafýza bez dreňovej dutiny				
celkový objem (mm^3)	9,77±0,12	7,44±0,12	P<0,05	P<0,05
objem kosti (mm^3)	9,52±0,12	7,22±0,12	P<0,05	P<0,05
relatívny objem kosti (%)	98,0±0,00	97,00±0,00		
povrch kosti (mm^2)	3,00±0,24	3,73±0,21	P<0,05	P<0,05
hrúbka kompaktnej kosti (mm)	0,55±0,01	0,42±0,01	P<0,05	P<0,05

K – kontrolná skupina; AA – skupina s adjuvantnou artritídou; uvedené sú neadjustované priemerné hodnoty ± stredná chyba priemeru (SE)

Tab. 3 Kvantitatívne 3D charakteristiky kostného tkaniva v oblasti epifýzy

Parameter	Skupina		T-test	ANCOVA
	K	AA		
epifýza – len špongiózna kosť				
celkový objem (mm^3)	17,74±0,41	16,22±0,13	P<0,05	
objem kosti (mm^3)	2,04±0,18	0,58±0,08	P<0,05	
relatívny objem kosti (%)	0,11±0,01	0,04±0,01	P<0,05	
počet trabekúl (1/mm)	2,27±0,09	2,22±0,12		
hrúbka trabekúl (mm)	0,07±0,00	0,05±0,00	P<0,05	P<0,05
separácia trabekúl (mm)	0,45±0,02	0,46±0,03		
povrch kosti (mm^2)	79,44±6,13	29,37±3,56	P<0,05	
epifýza v celom profile				
celkový objem (mm^3)	27,61±0,50	22,27±0,21	P<0,05	P<0,05
objem kosti (mm^3)	9,70±0,28	3,71±0,10	P<0,05	P<0,05
relatívny objem kosti (%)	35,00±0,01	17,00±0,01	P<0,05	P<0,05
BMD ($mgHA/cm^3$)	381,42±9,95	196,99±7,34	P<0,05	P<0,05

K – kontrolná skupina; AA – skupina s adjuvantnou artritídou; uvedené sú neadjustované priemerné hodnoty ± stredná chyba priemeru (SE)

Biomonitoring ftalátov s nízkou molekulovou hmotnosťou u detí predškolského veku a ich rodičov

Biomonitoring of low molecular weight phthalates in preschool aged children and their parents

Henrieta Hlisníková[1]
Školiteľ: Ida Petrovičová[2]
[1,2] Katedra zoológie a antropológie, FPV UKF, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
[1] henrieta.hlisnikova@ukf.sk, [2] ipetrovicova@ukf.sk

Abstrakt
Ftaláty patria medzi endokrinné disruptory, čím môžu ovplyvniť aj iné orgánové sústavy človeka. Na ich pôsobenie reagujú senzitívnejšie deti, preto bol náš výskum zameraný na biomonitoring ftalátov u detí predškolského veku (1 – 7 rokov) a ich rodičov. Zamerali sme sa na kvalitatívnu a kvantitatívnu analýzu metabolitov ftalátov s nízkou molekulovou hmotnosťou prostredníctvom vysokoúčinnej kvapalinovej chromatografie a hmotnostnej spektrometrie (HPLC/MS-MS).

Zistili sme štatisticky významnú závislosť medzi konzumáciou mäsových výrobkov, mlieka, balenej vody a potravín vo fólii a koncentráciami monometyl ftalátu (MMP), monoetyl ftalátu (MEP), mono – izo – butyl ftalátu (MiBP), mono – n – butyl ftalátu (MnBP) ($p \leq 0,05$). V rámci používania kozmetických prostriedkov sme zaznamenali štatisticky významné asociácie pri použití šampónu, laku na nechty, rúžu na pery, parfému make – up – u, telového mlieka a koncentráciami MEP, MnBP, MiBP ($p \leq 0,05$).

Expozícia nízkomolekulovým ftalátom u ľudí sa zvyšuje prostredníctvom stravovacích návykov a používaním kozmetických prípravkov.
Kľúčové slová: ftaláty LMW, biomonitoring, expozícia

Abstract
Phthalates belong to the endocrine disruptors, which can also affect other human organ systems. Very sensitive group to action of these chemicals are children, therefore our research has focused on the biomonitoring of phthalates in pre-school-aged children (1-7 years) and their parents. We focused on qualitative and quantitative analysis of low molecular weight phthalates metabolites by high performance liquid chromatography and mass spectrometry (HPLC / MS-MS).

There was a statistically significant relationship between the consumption of meat products, milk, bottled water and food in the foil and concentrations of monomethyl phthalate (MMP), monoethyl phthalate (MEP), monoisobutyl phthalate (MiBP), mono – n – buthyl phthalate (MnBP) ($p \leq 0,05$). In use of cosmetics, we have seen statistically significant association in use of shampoo, nail polish, lipstick, make - up, body lotion and concentrations of MEP, MnBP, MiBP ($p \leq 0,05$).

Exposure to low molecular weight phthalate in humans increases with eating habits and use of cosmetic products.
Key Words: phthalates, LMW, biomonitoring, exposure

Úvod

Ftaláty sú estery kyseliny 1,2 - benzéndikarboxylovej, ktoré sa vyskytujú v troch izomerických formách: ortho, para a meta [1]. Ftaláty sa na základe molekulovej hmotnosti delia na dve základné skupiny - nízkomolekulové (LMW) a vysokomolekulové (HMW) ftaláty. LMW ftaláty, ako napr. DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBzP (benzylbutyl ftalát), DCHP, majú využitie ako rozpúšťadlá, sú súčasťou lepidiel, voskov, atramentov, kozmetických prípravkov, insekticídov a liečiv [2]. Spôsoby expozície ftalátom sú rôzne, môže ísť o ingesciu, inhaláciu, dermálny kontakt a intravenózny spôsob expozície [3].

V prípade LMW ftalátov je najvýznamnejšou cestou expozície práve dermálny kontakt. Vo všeobecnosti závisí dermálna absorpcia od chemickej koncentrácie látky, jej chemickej štruktúry, rozpustnosti vo vode, rozdeľovacieho koeficientu oktanol / voda medzi nosičom a kožou a tiež od anatomickej oblasti použitia chemickej látky [4]. Dermálna absorpcia ftalátov z oblasti tváre, axily a mieška môže byť niekoľkokrát vyššia ako napr. z oblasti ramien [2].

Expozícia ftalátom má negatívny účinok na celý ľudský organizmus. Ftaláty patria do skupiny chemikálií

narúšajúcich endokrinný systém, ktoré môžu pôsobiť ako exogénne hormóny v ľudskom tele a môžu ovplyvniť koncentrácie reprodukčných hormónov a nástup puberty [5]. Ftaláty môžu u samcov spôsobiť skrátenie anogenitálnej vzdialenosti, kryptorchizmus a hypospádiu [6]. Deriváty kyseliny ftalovej môžu ovplyvniť maskulinné správanie chlapcov, ktorí boli vystavení ftalátom počas prenatálnej ontogenézy [7]. Ftaláty môžu ovplyvniť nástup astmy a alergií [8]. Môžu indukovať vyššiu koncentráciu lipidov v krvi, vyššie BMI a zväčšenie obvodu pása [9]. Ftaláty môžu ovplyvniť nástup nádorových ochorení [10].

Cieľom našej práce bolo zistiť mieru expozície metabolitmi nízkomolekulových ftalátov u detí predškolského veku a ich rodičov.

1 Materiál a metodika

1.1 Vzorky

Cieľová populačná skupina nášho výskumu boli deti predškolského veku a ich rodičia. Zber vzoriek a údajov z dotazníka sa uskutočnil na 3 materských školách – MŠ Melek, MŠ Za humnami v Nitre a MŠ Ludvika Svobodu v Bardejove. Zber vzoriek prebiehal od mája do novembra 2016 a celkovo sa do výskumu zapojilo 51 detí, 19 dievčat a 32 chlapcov a 27 rodičov. Od každého probanda boli odobrané vzorky ranného moču (6 x 2 ml), ktorý bol prenesený na Katedru zoológie a antropológie FPV UKF v Nitre v prenosnom chladiacom boxe. Vzorky boli uskladnené v hlboko mraziacom boxe pri – 74°C až do analýzy.

1.2 Zber údajov prostredníctvom dotazníka

Na získanie potrebných údajov o hygienických a stravovacích návykoch, o telesných mierach a športových aktivitách detí sme použili štrukturovaný dotazník. Výskum bol anonymný, rodič každého dieťaťa podpisom informovaného súhlasu potvrdil účasť dieťaťa prípadne seba vo výskume. Ak mali rodičia záujem o výsledky analýzy vzoriek moču ich detí, mohli nás kontaktovať prostredníctvom e-mailových adries.

1.3 Kvalitatívna a kvantitatívna analýza

Pred analýzou boli vzorky moču vybraté z hlboko mraziaceho boxu a temperované pri izbovej teplote. Ďalej boli kultivované 90 min. pri teplote 37°C s enzýmom β-glukuronidáza z dôvodu dekonjugácie kyseliny glukurónovej od metabolitov ftalátov. Po kultivácii sme vzorky purifikovali a zakoncentrovali prostredníctvom SPE (extrakcia tuhou fázou).

Analýza vzoriek prebehla prostredníctvom vysokoúčinnej kvapalinovej chromatografie a hmotnostnej spektrometrie (HPLC/MS-MS) prostredníctvom, ktorej sme stanovili mediány nízkomolekulových metabolitov ftalátov: MEP, MMP, MnBP, MiBP a monocyklo hexyl ftalát (MCHP) [11, 12, 13].

Pre vlastnú chromatografickú separáciu bola použitá fenyl-hexylová kolóna (ZORBAX Eclipse Plus Phenyl-Hexyl 2.1x150mm, 3,5 micron, Agilent, USA). Ako mobilné fázy v HPLC sme použili acetonitril a 0,1 % roztok kyseliny octovej vo vode. Ako detektor bol použitý hmotnostný spektrometer s trojitým kvadrupólom (G6410 Agilent, USA), ktorý zabezpečuje vysokú citlivosť a selektivitu. Pred samotnou analýzou sme verifikovali hodnoty m/z prekurzorových a produktových iónov a stanovili ich optimálne ionizačné podmienky. Ako ionizačné rozhranie medzi HPLC a MS sme používali ionizáciu elektrónsprejom (ESI) v negatívnom móde [11, 12, 13].

1.4 Štatistické vyhodnotenie výsledkov

Na vyhodnotenie výsledkov metabolitov vysokomolekulových ftalátov sme použili program MS Excel a program Statistica 8.0. V programe MS Excel sme vytvorili grafy a popisnú štatistiku metabolitov ftalátov: určili sme aritmetický priemer, medián, minimum, maximum, smerodajnú odchýlku a percentily.

Na vyhodnotenie korelácie koncentrácií ftalátov medzi probandami sme použili Spearmanovu korelačnú analýzu. Na štatistické vyhodnotenie výsledkov (asociácia hladín metabolitov ftalátov v moči so sledovanými parametrami z dotazníka) sme použili neparametrický Mann - Whitneyho test v prípade otázok s dvomi možnosťami odpovede a neparametrický Kruskal – Wallisov test, ktorý sme využili pri otázkach s viacerými možnosťami odpovede (program Statistica 7.0), pričom rozdiel sme považovali štatisticky významný v prípade ak $p \leq 0,05$.

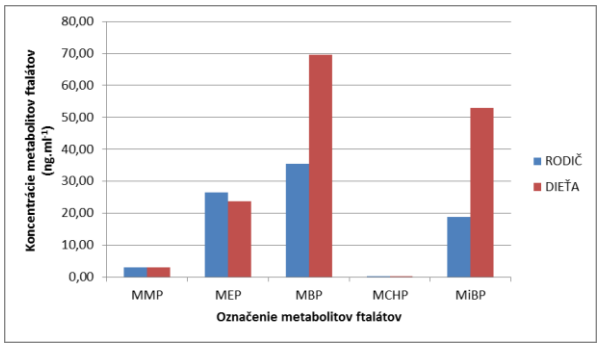
2 Výsledky a diskusia

Analýzu ftalátov s nízkou molekulovou hmotnosťou sme uskutočnili vo fyziologicko – analytickom laboratóriu Katedry zoológie a antropológie UKF v Nitre. Expozíciu ftalátom sme hodnotili na základe ľudského biomonitoringu, pričom biologickú matricu predstavoval prvý ranný moč. Mediány metabolitov: MEP = 3,00 $ng.ml^{-1}$, MMP = 23,71 $ng.ml^{-1}$, MnBP = 45,20 $ng.ml^{-1}$, MiBP = 26,23 $ng.ml^{-1}$, MCHP = 0,18 $ng.ml^{-1}$.

Štatisticky významné výsledky medzi deťmi a ich rodičmi sme zaznamenali v prípade metabolitov MnBP

(p = 0,01) a MiBP (p= 0,003). U detí sme zaznamenali signifikantne vyššie hodnoty metabolitov ftalátov v porovnaní s dospelými jedincami (Graf 1). Dôvodov zvýšených koncentrácií u detí môže byť niekoľko:

1. deti majú väčší pomer povrch tela/objem v porovnaní s dospelými,
2. kojenci a deti konzumujú viac mliečnych produktov a iných na tuk bohatých potravín v porovnaní s dospelými jedincami,
3. deti majú vyššiu minútovú ventiláciu ako dospelí,
4. odlišný podiel vody/tuku/svalov [14]
5. nedostatočne vyvinuté metabolické dráhy preto tieto metabolity v organizme zostávajú dlhšie obdobie v porovnaní s dospelými jedincami [15]; pričom čím nižší vek dosahujú deti, tým sú vyššie koncentrácie metabolitov ftalátov pozorované v ich organizme [16].



Graf 1 Porovnanie koncentrácií metabolitov ftalátov u detí a ich rodičov

V prípade metabolitu MEP sme zaznamenali vyššie koncentrácie u dospelých jedincov. Dôvodom môže byť používanie kozmetiky, akou je napr. make up, telové mlieko či šampón s vyššou frekvenciou u matiek ako u detí [17].

Na analýzu korelácie koncentrácií ftalátov medzi rodičmi a ich deťmi sme použili Spearmanovu korelačnú analýzu (Tab 1). Pozorovali sme signifikantné negatívne asociácie medzi nameranými koncentráciami MEP u detí s koncentráciami MiBP u rodičov (R = - 0,60; p = 0,001).

Tab 1 Spearmanova korelačná analýza medzi koncentráciami ftalátov u detí a ich rodičov:

		RODIČIA			
		MMP	**MEP**	**MnBP**	**MiBP**
DETI	**MMP**	0,36	-0,13	0,02	-0,20
	MEP	0,05	-0,15	-0,37	-0,60*
	MnBP	-0,05	-0,13	-0,19	-0,36
	MiBP	0,10	-0,10	-0,23	-0,37

* korelácia je signifikantná na úrovni p≤0,05

Na zistenie asociácii medzi stravovacími návykmi probandov a nameranými koncentráciami metabolitov ftalátov sme použili Mann – Whitneyov a Kruskal – Wallisov neparametrický test. Aj napriek tomu, že ftaláty s nízkou molekulovou hmotnosťou sú prioritne používané pri výrobe kozmetiky, v našej kohorte sme zaznamenali negatívne asociácie medzi konzumáciou mäsových výrobkov u detí a koncentráciami MMP (p = 0,023) a MEP (p = 0,016) a v skupine dospelých probandov sme zaznamenali signifikantne vyššie koncentrácie MiBP (p = 0,050) u probandov konzumujúcich mlieko. Naše výsledky u dospelých jedincov sú v zhode s výsledkami zahraničných štúdií Fierens et al. [18], Holderbeke et al. [19] a Sakhi et al. [20], ktoré analyzovali koncentrácie ftalátov vo vzorkách potravín a najvyššie koncentrácie ftalátov boli prítomné vo vzorkách bohatých na tuk, napr.: mäso, mlieko a mliečne výrobky, maslo, oleje a pod. Naše výsledky nie sú v zhode so štúdiou Colacino et al. [21], kde zistili pozitívne asociácie medzi konzumáciou mäsových výrobkov a zvýšenými koncentráciami MEP. Avšak, štúdia Serano et al. [22] pozorovala vo svojej kohorte negatívnu asociáciou medzi častejšou konzumáciou mäsa a koncentráciami MEP ako v našom prípade v skupine detí. V skupine detí sme pozorovali signifikantne vyššiu koncentráciu metabolitu MnBP (p = 0,0239) u probandov, ktorí konzumovali potraviny balené v plastovej potravinovej fólii najmenej dvakrát týždenne v porovnaní s nižšou frekvenciou používania. Naša štúdia nie je v súlade s výskumom Sakhi et al. [20], kde nebola zistená žiadna súvislosť medzi väčšími koncentráciami ftalátov LMW a plastovými obalmi potravín. Pri komparácii probandov na základe frekvencie konzumácie vody z plastových nádob v skupine detí sme získali štatisticky významné rozdiely medzi probandami s príležitostnou konzumáciou vody z plastových obalov a probandami s pravidelným pitím balenej vody. Tieto údaje boli zaznamenané pri metabolite MEP (p = 0,0102). V skupine dospelých probandov sme sledovali signifikantne vyššie koncentrácie metabolitu MEP (p = 0,042) v porovnaní s probandami, ktorí balenú vodu za posledných 48 hodín nekonzumovali. Výsledky nášho výskumu sú v súlade so štúdiou Al – Saleh et al. [23], v tejto štúdii zistili, že jeden z najčastejšie používaných ftalátov na výrobu fliaš je práve DEP. Avšak v štúdii Bošnir et al. [24] sa ako najviac frekventovaný ftalát zistil DMP.

LMW ftaláty sa využívajú hlavne ako súčasť výroby kozmetických prípravkov. V našej kohorte sme v skupine detí sledovali signifikantne vyššie koncentrácie MnBP (p = 0,0162) u probandov

s denným použitím šampónu v porovnaní s deťmi s nižšou frekvenciou použitia šampónu. Náš výskum sme porovnali so zahraničnou štúdiou Sathyanarayana et al. [25], v ktorej analyzovali koncentrácie ftalátov vzhľadom na použitie detskej kozmetiky. Použitie telového mlieka bolo asociované so zvýšenými koncentráciami MEP a MMP, použitie detského zásypu s MiBP a použitie šampónu bolo asociované s vyššími koncentráciami MMP. V prípade kozmetiky určenej pre dospelých jedincov boli signifikantne vyššie koncentrácie MiBP ($p = 0,05$) u probandov s denným použitím laku na nechty a tiež u probandov s denným použitím parfému v porovnaní s probandami, ktorí danú kozmetiku nepoužívajú vôbec. Ďalšia asociácia nám vyšla u probandov s vyššou frekvenciou používania rúžu v porovnaní s probandami, ktorí rúž používajú príležitostne u metabolitu MEP ($p = 0,05$). V prípade MnBP sme zaznamenali vyššie koncentrácie u probandov s denným použitím make – up – u ($p = 0,0186$); v porovnaní s jedincami, ktorí nikdy nepoužívali make – up a u probandov s vyššou frekvenciou používania telového mlieka v porovnaní s probandami, ktorí telové mlieko používajú príležitostne ($p = 0,0234$). Naše výsledky sú v zhode so štúdiou Breman et al. [26], kde analyzovali koncentrácie metabolitov ftalátov u tehotných žien. Pozitívne asociácie zaznamenali v prípade LMW ftalátov, konkrétne MEP, a použitia kozmetických prípravkov - parfém, deodorant, rúž, lak na nechty a krém na tvár a ruky.

Záver

V našej práci sme sa zamerali na biomonitoring metabolitov nízkomolekulových ftalátov u detí predškolského veku (1 – 7 rokov) (n=51) a rodičov (n=27). Táto populačná skupina bola vybraná z dôvodu ich vysokej senzibility voči pôsobeniu ftalátov, pričom sme komparovali ich namerané koncentrácie ftalátov s expozíciou ich rodičov. V rámci nášho výskumu probandi odovzdali okrem vzoriek prvého ranného moču aj vyplnený dotazník, v ktorom boli zaznamenané údaje o ich veku, pohlaví, hmotnosti, výške, bydlisku, ale aj o ich stravovacích a hygienických návykoch. Pri sledovaní stravovacích a hygienických návykov sme zistili asociácie medzi konzumáciou mäsových výrobkov u detí a koncentráciami MMP a MEP ($p \leq 0,05$); v skupine dospelých probandov sme zaznamenali pozitívne asociácie medzi koncentráciou MiBP ($p \leq 0,05$) a konzumáciou mlieka, v skupine rodičov sme pozorovali pozitívne asociácie medzi koncentráciou MEP ($p \leq 0,05$) a konzumáciou balenej vody; v skupine detí sme pozorovali signifikantne vyššiu koncentráciu metabolitu MnBP ($p \leq 0,05$) u probandov, ktorí konzumovali potraviny balené v plastovej potravinovej fólii. Na základe údajov z dotazníka sme zaznamenali štatisticky významné asociácie pri použití šampónu u detí a MnBP ($p \leq 0,05$); v skupine dospelých jedincov to boli asociácie medzi použitím laku na nechty, parfému a MiBP ($p \leq 0,05$); rúžu na pery a MEP ($p \leq 0,05$); make – up – u , telového mlieka a MnBP ($p \leq 0,05$).

Vzhľadom na negatívny vplyv ftalátov na zdravotný stav človeka je dôležité ich monitorovanie v populácii. Výsledky našej práce naznačujú asociácie medzi konzumáciou potravín balených do plastových obalov a použitia kozmetických prípravkov so signifikantne zvýšenými koncentráciami metabolitov ftalátov. Avšak, sú potrebné ďalšie štúdie s väčším počtom probandov na potvrdenie týchto výsledkov.

Poďakovanie

Touto cestou by som sa chcela poďakovať doc. Ing. Ide Petrovičovej, PhD. za jej cenné rady, odborné vedenie a trpezlivosť pri práci.

Použitá literatúra

[1] BENJAMIN S., PRADEEP S., JOSH M. S., et al. (2015) A monograph on the remediation of hazardous phthalates. In J. Hazard. Mater. 298, p. 58

[2] SCHETTLER T., (2005) Human exposure to phthalates via consumer products. In Int. J. Androl. 29 p. 134

[3] LATINI G. (2005) Monitoring phthalate exposure in humans. In Clin. Chim. Acta. 361, p. 20

[4] US EPA, Dermal Exposure Assessment: Principles and Applications. EPA/600/8-91/011B. [Citované: 13. február 2018] www.epa.gov/nceawww1/pdfs/derexp.pdf

[5] FERGUSON K. K., PETERSON K. E., LEE J. M., et al. (2014) Prenatal and Peripubertal Phthalates and Bisphenol-A in Relation to Sex Hormones and Puberty in Boys. In Reprod. Toxicol. 47, p. 70

[6] SWAN S. H., SATHYANARAYANA S., BARRETT E. S., et al. (2015) First trimester phthalate exposure and anogenital distance in newborns. In Hum. Reprod. 30, p. 963

[7] SWAN S.H., LIU F., HINES M., et al. (2009). Prenatal phthalate exposure and reduced masculine play in boys. In Int. J. Androl. 33, p. 259

[8] BORNEHAG C. - G., SUNDELL J., WESCHLER C. J., et al. (2004) The Association between Asthma and Allergic Symptoms in Children and Phthalates in House

Dust: A Nested Case–Control Study. In Environ. Health Perspect. 112, p. 1393
[9] NEWBOLD R. R. (2010) Impact of environmental endocrine disrupting chemicals on the development of obesity. In Hormones. 9, p. 206
[10] RUSYN I., a CORTON J. C. (2012) Mechanistic considerations for human relevance of cancer hazard of di(2-ethylhexyl) phthalate. In Mutat. Res. 750, p. 141
[11] KATO K., SILVA M. J., NEEDHAM L. L., et al.(2005) Determination of 16 phthalate metabolites in urine using automated sample preparation and on-line preconcentration/ high performance liquid chromatography/ tandem mass spectrometry. In Anal. Chem. 77 (9), p. 2985
[12] SILVA M. J., SLAKMAN A. R., REIDY J. A., et al. (2004) Analysis of human urine for fifteen phthalate metabolites using automated solid-phase extraction. In J. Chromatogr. B. 805, p.161
[13] SILVA M. J., SAMANDAR E., PREAU J. L. JR., et al. (2007) Quantification of 22 phthalate metabolites in human urine. In J Chromatogr B. 860, p.106
[14] GINSBERG G., HATTIS D., SONAWANE B., et al. (2003). Differences in Pharmacokinetics Between Children and Adults—II. Children's Variability in Drug Elimination Half-Lives and in Some Parameters Needed for Physiologically-Based Pharmacokinetic Modeling. In Risk Anal. 23, p. 117-142.
[15] GREEN R., HAUSER R., CALAFAT A. M., et al. (2005) Use of Di(2-ethylhexyl) Phthalate–Containing Medical Products and Urinary Levels of Mono(2-ethylhexyl) Phthalate in Neonatal Intensive Care Unit Infants. In Environ. Health. Persp. 113 (9), p. 1222
[16] MYRIDAKIS A., FTHENOU E., BALASKA E., et al. (2015) Phthalate esters, parabens and bisphenol-A exposure among mothers and their children in Greece (Rhea cohort). In Environ. Int. 83, p. 1
[17] KOO H. J., a LEE B. M. (2004) Estimated Exposure to Phthalates in Cosmetics and Risk Assessment. In J. Toxicol. Environ. Health. 67, p. 1901
[18] FIERENS T., SERVVAES K., HOLDBERBEKE M., et al. (2012) Analysis of phthalates in food products and packaging materials sold on the Belgian market. In Food Chem Toxicol. 50, p. 2575
[19] HOLDERBEKE M., GEERTS L., VANERMEN G., et al. (2014) Determination of contamination pathways of phthalates in food products sold on the Belgian market. In Environ Res. 134, p. 345
[20] SAKHI A. K., LILLEGAARD I. T., VOORSPOELS S., et al. (2014) Concentrations of phthalates and bisphenol A in Norwegian foods and beverages and estimated dietary exposure in adults. In Environ Int. 73, p. 259
[21] COLACINO J., SCHECTER A., HAFFNER D., et al. (2010). Perfluorinated compounds, polychlorinated biphenyls, and organochlorine pesticide contamination in composite food samples from Dallas, Texas, USA. . In Environ. Health Perspect. 118, p. 796
[22] SERRANO S. E., BRAUN J., TRASANDE L., et al. (2014). Phthalates and diet: a review of the food monitoring and epidemiology data. In *Environ. Health*, 13, p. 43
[23] AL-SALEH I., SHINWARI N., ALSABBAHEEN A. (2011). Phthalates residues in plastic bottled waters. In *J. Toxicol. Sci.*, *36*, p 469
[24] BOŠNIR J., PUNTARIĆD., GALIĆ A., et al. (2007). Migration of Phthalates from Plastic Containers into Soft Drinks and Mineral Water. In Food Tech & Biotech., 45
[25] SATHYANARAYANA S., KARR C. J., LOZANO P., et al. (2008). Baby care products: possible sources of infant phthalate exposure. In Pediatrics, 121, p. e260
[26] BERMAN T., HOCHNER-CELNIKIER D., CALAFAT A. M., et al. (2009). Phthalate exposure among pregnant women in Jerusalem, Israel: results of a pilot study. In Environ. Int. 35, p. 353

Suplementácia potravy riasami a polyfenolmi u samcov králikov: Vplyv na motilitu spermií a antioxidačný status

Dietary supplementation with algae and polyphenols in male rabbits: Effects on spermatozoa motility and antioxidant status

Nikola Knížatová[1] – Martin Massányi[1] – Katarína Zbyňovská[1] – Anton Kováčik[1] – Francesco Vizzarri[2]

Školiteľ: Peter Massányi[1]

[1]Katedra fyziológie živočíchov, FBP SPU, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra

[2]Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences, University of Molise, Via De Sanctissnc, Campobasso, Taliansko

[1]nikola.knizatova@gmail.com

Abstrakt

V tradičnej i alternatívnej medicíne zohrávajú rastlinné extrakty nezastupiteľnú úlohu. Pre ich vplyv je kľúčovým nielen samotný extrakt ale i jeho koncentrácia. Predmetom našej práce bolo determinovať účinok kombinácie rias a polyfenolov (Algatan®) pri 2 koncentráciách na reprodukčné parametre samcov králikov - koncentráciu a motilitu spermií a na vybrané parametre antioxidačného profilu lyzátu spermií (SOD, GPx). Prípravok zapracovaný do krmiva v koncentrácii 0,3 % (skupina T1) malo pozitívny účinok na motilitu, progresívnu motilitu, GPx a SOD, avšak zvýšenie jeho koncentrácie na 0,6 % (skupina T2) malo negatívny vplyv na tieto parametre voči kontrole (skupina C), avšak rozdiely neboli štatisticky preukazné. Zaznamenali sme štatisticky nepreukazné zvýšenie koncentrácie spermií v ejakuláte (skupina T1). V skupine T2 bolo zvýšenie koncentrácie spermií výraznejšie. V kontrolnej skupine boli stanovené dve signifikantne silné pozitívne korelácie (SOD a GPx, motilita a progresívna motilita), v skupine T1 boli zistené 4 silné pozitívne korelácie (SOD a GPx, motilita a progresívna motilita, koncentrácia a motilita, koncentrácia a progresívna motilita) a v skupine T2 sme zistili 3 silné pozitívne korelácie (motilita a progresívna motilita, koncentrácia a motilita, koncentrácia a progresívna motilita). Z dosiahnutých výsledkov možno konštatovať mierne účinky kombinácie sledovaných látok na reprodukčné ukazovatele samcov.

Kľúčové slová: algatan, spermie, králik, motilita, antioxidanty

Abstract

In both, traditional and alternative medicine plant extracts are irreplaceable. Their effect is affected not only by extract itself, but also its concentration. The aim of our study was to determine the effect of a combination of algae and polyphenols (Algatan®) in 2 concentrations on reproduction parameters of male rabbits – spermatozoa concentration and motility and selected parameters of antioxidant profile (SOD, GPx). Algatan® incorporated into feed at a concentration of 0,3 % (group T1) had a positive effect on motility, progressive motility, GPx and SOD, but an increase in its concentration to 0,6 % (group T2) had an negative effect on these parameters in comparison with control (group C), but the difference were not significant. A statistically unsignificant increase in semen concentration in the ejaculate (group A) was noticed. In group B, the increase in spermatozoa concentration was even stronger. Two strong positive correlations (SOD and GPx, motility and progressive motility) were identified in the control group, 4 strong positive correlations (SOD and GPx, motility and progressive motility, concentration and motility, concentration and progressive motility) were found in group T1, and in group T2 3 strong positive correlations (motility and progressive motility, concentration and motility, concentration and progressive motility) were found. Based on the results obtained from the experiment, it can be stated, that the combination of investigated substances had mild effects on male reproductive parameters.

Key Words: algatan, spermatozoa, rabbit, motility, antioxidants

Úvod

V posledných rokoch bolo veľa výskumov sústredených na skúmanie vplyvu látok, ktoré majú schopnosť zlepšiť zdravotný stav zvieraťa. Prírodné extrakty sú známe svojimi protizápalovými a antimikrobiálnymi účinkami, ktoré súvisia najmä s ich fenolickým obsahom. Rastlinné výťažky patria medzi bohaté zdroje antoxidantov, čím chránia bunky pred oxidačným stresom [1]. Avšak ako dokazujú mnohé výskumy, je potrebné skúmať aj toxicitu liečivých rastlín a rastlinných extraktov, nakoľko môžu mať negatívny vplyv na plodnosť a je potrebné poznať ich vhodné koncentrácie a bezpečnostný profil [2-4].

Algatan® je prírodný extrakt používaný ako doplnok výživy a je zložený výlučne z látok prírodného charakteru. Výrobca uvádza, že u králikov stimuluje prirodzenú obranyschopnosť organizmu, základný metabolizmus a fyziologické procesy. Je prirodzene bohatý na minerály prítomné v organickej forme. Má antibakteriálne, protizápalové, antiseptické, bakteriostatické, imunostimulačné, antispazmodické, diuretické vlastnosti a vykazuje schopnosť inhibovať agregáciu trombocytov [5].

Oxidatívny stres vplýva na dysfunkciu samčej reprodukcie a vedie k peroxidácii lipidov, abnormálnej funkcii spermií a zvýšenému jadrovému i mitochondriálnemu poškodeniu DNA [6]. Enzymatické antioxidanty neutralizujú prebytočné voľné kyslíkové radikály (ROS) a pôsobia ako prevencia proti poškodeniu bunkových štruktúr. Medzi enzymatické antioxidanty patria superoxid dismutáza (SOD), kataláza, glutatión peroxidáza (GPx) a glutatión reduktáza (GR). SOD je prirodzene sa vyskytujúci enzým, ktorý neutralizuje superoxidový radikál (O^{-}_{2}•) a premieňa ho na menej toxický H_2O_2. SOD má protekčný účinok na spermie pred spontánnou 0_2 toxicitou a oxidatívnou degradáciou lipidov [7]. Glutatión peroxidáza redukuje toxický H_2O_2 na vodu a molekulárny kyslík. GPx má protektívne účinky na membránu spermií [8]

Polyfenoly sú sekundárne metabolity rastlín, ktoré sú rozdelené do dvoch základných kategórií, a to flavonoidy a neflavonoidy. Zohrávajú dôležitú úlohu v neutralizácii ROS [9].

Pod pojmom pohyblivosť spermií rozumieme mikroskopicky zistený podiel spermií pohybujúcich sa priamočiarym pohybom vpred za hlavičkou. Dobrá pohyblivosť znamená, že minimálne u 70 % spermií je zaznamenaný priamočiary pohyb vpred za hlavičkou - progresívny pohyb [10]. Pohyblivosť a koncentrácia spermií patria medzi jedny z najdôležitejších ukazovateľov kvality ejakulátu, nakoľko motilita je základným predpokladom pre transport spermií v samičích reprodukčných orgánoch k miestu fertilizácie a penetrácii *zona pellucida* oocytu [11]. Motilita je výrazne ovplyvnená environmentálymi faktormi, na čele ktorých stojí diéta [12].

Cieľom našej práce bolo sledovať účinok kombinácie rias a polyfenolov (Algatan®) pridanej do krmiva králikov na reprodukčné parametre samcov králikov s ohľadom na koncentráciu a pohyblivosť spermií ako aj na vybrané parametre antioxidačného profilu a ich vzájomné interakcie.

1 Materiál a metodika

1.1 Zvieratá zaradené do experimentu

Ako experimentálne zvieratá sme použili 14 dospelých samcov novozélandských brojlerových králikov (Výskumný ústav živočíšnej výroby v Lužiankach, Slovenská republika) rovnakého veku, ktoré boli rozdelené do troch homogénnych skupín. V prvej, kontrolnej skupine bolo 5 jedincov (C, n=5) a tieto boli kŕmené komerčným krmivom. Druhej skupine (T1, n=4) bolo orálne podávané krmivo s prídavkom aditíva rias a polyfenolov (Algatan®; Lombarda Trading, Taliansko) v koncentrácii 0,3 % a tretej skupine (T2, n=5) bolo orálne podávané krmivo s prídavkom aditíva (Algatan®) v koncentrácii 0,6 %. Prídavok bol zmiešaný s ostatnými zložkami krmiva a následne bola táto zmes spracovaná do peliet, ktorými boli králiky kŕmené.

Králiky boli počas experimentu ustajnené v chovných klietkach pre laboratórne králiky pri teplote v rozmedzí 20 – 24 °C, vlhkosti 65 % a svetelnom režime 16 hodín svetlo a 8 hodín tma (minimálna intenzita svetla 80 luxov). Pomocou individuálnych záznamových kariet sa viedla presná evidencia zvierat.

1.2 Odber a spracovanie ejakulátov

Ejakulát sme odoberali do umelej vagíny vyhriatej na teplotu 38 až 40 °C v ranných hodinách po 4 týždňoch podávania Algatanu®.

Po každom odbere sme vzorky ejakulátov po transporte do laboratória na Katedre fyziológie živočíchov hneď analyzovali (koncentrácia, pohyblivosť spermií). Po vyhodnotení pohyblivosti sme ejakulát centrifugovali a odpipetovali semennú plazmu. Bunky sme lyzovali sonifikáciou s pridaním RIPA pufru s proteázovým inhibítorom. Po lýze buniek sme vzorky opäť centrifugovali a supernatant použili na ďalšie analýzy (SOD, GPx a celkové proteíny - TP).

1.3 Analýza motility a koncentrácie spermií

Motilitu spermií sme analyzovali pomocou systému CASA (Computer – Assisted Sperm Analysis – analýza pohyblivosti spermií počítačovou technikou) systémom SpermVision (Minitub, Tiefenbach, SRN) s mikroskopom Olympus BX 51 (Olympus, Japonsko). Princíp tejto metódy spočíva v digitalizácii pohybu spermií, a teda vyhodnocovaní jednotlivých krivočiar. Každú vzorku sme napipetovali do počítacej komôrky Makler Counting Chamber s hĺbkou 10 µm (Sefi – Medical Instruments, SRN) a následne umiestnili do zorného poľa. Softvér vyhodnotil jednotlivé dáta a výsledky znázornil na obrazovke PC [13].

Analýza prebehla v ôsmych mikroskopických poliach. Merania boli prevedené ihneď po transporte vzoriek do laboratória (v čase 0). Vzorku sme pre účely analýzy pohyblivosti a koncentrácie riedili štandardne fyziologickým roztokom v pomere 1:5.

1.4 Vyhodnotenie antioxidačného profilu

Vybrané parametre antioxidačného profilu (SOD, GPx) sme analyzovali použitím príslušných komerčných kitov RANDOX (Randox Laboratories Ltd., UK) na prístroji RxMonza (Randox Laboratories Ltd., UK) z bunkových lyzátov. Aktivita SOD je vyjadrená ako $U.mg^{-1}$ celkových proteínov a aktivita GPx ako $U.g^{-1}$ celkových proteínov. Koncentráciu proteínov sme kvantifikovali použitím komerčného kitu DiaSys Total Protein (DiaSys, Holzheim, Nemecko) a prístroja RxMonza (Randox Laboratories Ltd., UK).

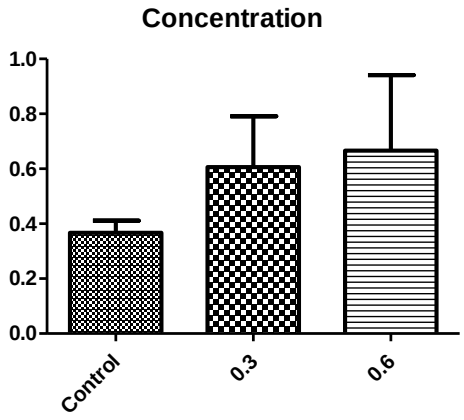
1.5 Štatistické spracovanie výsledkov

Na štatistické spracovanie výsledkov sme použili štatistický program GraphPadPrism 5.03 (GraphPad Software Incorporated, San Diego, California, USA), pričom preukaznosť rozdielov medzi skupinami sme stanovili na úrovni $P<0.05$.

Korelácie medzi motilitou, progresívnou motilitou, koncentráciou, GPx a SOD sme analyzovali využitím štandardného Pearsonovho parametrického testu, pričom hladiny závislosti sme stanovili nasledovne: 0 – 0,33 (slabá závislosť), 0,33 – 0,66 (stredne silná závislosť) a 0,66 – 1 (silná závislosť). Signifikantnosť sme stanovili na úrovni $P<0,05$.

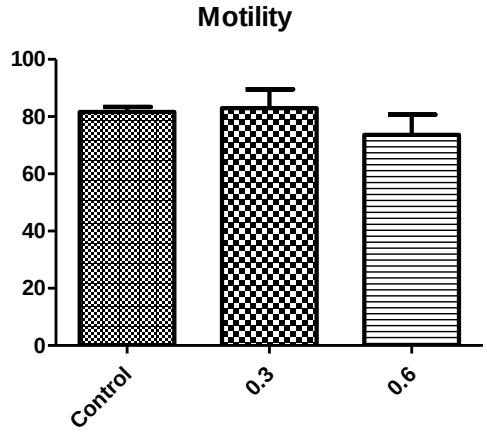
2 Výsledky a diskusia

Po orálnom podaní kombinácie rias a polyfenolov (Algatan®) sme zaznamenali zvýšenie koncentrácie spermií v ejakuláte pri skupine, ktorá bola kŕmená dávkou 0,6 % v porovnaní s kontrolnou skupinou. Tento nárast bol menej výrazný pri skupine kŕmenej polovičnou dávkou - 0,3 %. Zvýšenie koncentrácie spermií v ejakuláte však bolo v oboch prípadoch štatisticky nepreukazné ($p>0,05$).

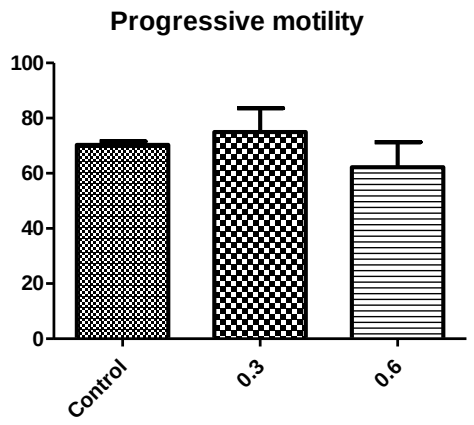


Graf 1 – Porovnanie koncentrácie ($10^6.ml^{-1}$) spermií medzi experimentálnymi skupinami

Vyhodnotenie CASA analýzy ukázalo zníženie motility spermií králikov v experimentálnej skupine T2 (0,6 %) v porovnaní s kontrolnou skupinou a zvýšenie progresívnej motility spermií králikov v experimentálnej skupine T1 (0,3 %) v porovnaní s kontrolnou skupinou (Graf 2), avšak tieto výsledky sú štatisticky nepreukazné ($p>0,05$). Rovnaké výsledky sme zaznamenali aj pri progresívnej motilite, kde opätovne spermie dosahovali štatisticky nepreukazné zvýšenie motility pri skupine T1 a zníženie pri skupine T2 v porovnaní s kontrolnou skupinou (Graf 3).

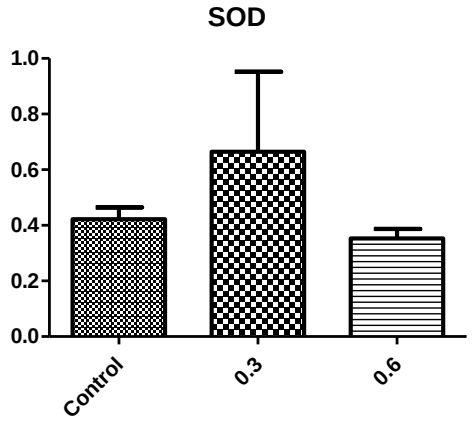


Graf 2 - Porovnanie motility spermií medzi experimentálnymi skupinami (%)



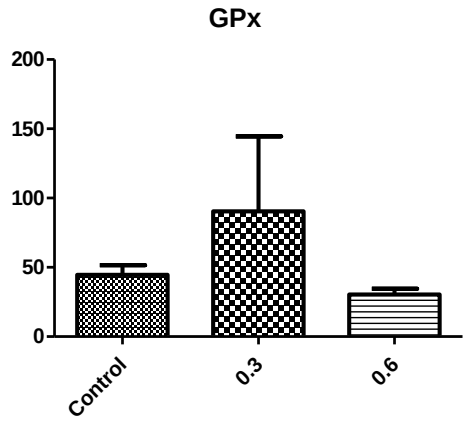
Graf 3 - Porovnanie progresívnej motility medzi experimentálnymi skupinami (%)

Po orálnej aplikácii kombinácie rias a polyfenolov (Algatan®) sme nezaznamenali štatisticky preukazné rozdiely (P>0,05) vo vnútrobunkovej aktivite SOD v lyzáte buniek spermií u dospelých samcov medzi experimentálnymi skupinami (Algatan® v dávke 0,3 a 0,6 %) a kontrolou kŕmenou komerčným krmivom bez prídavku Algatanu®. Napriek tomu sme zaznamenali nárast aktivity SOD pri skupine kŕmenej 0,3 % v porovnaní s kontrolnou skupinou a pokles aktivity SOD pri skupine kŕmenej dvojnásobnou dávkou (0,6 %) v porovnaní s kontrolnou skupinou (Graf 4).



Graf 4 – Porovnanie aktivity SOD (U.mg^{-1} TP) medzi experimentálnymi skupinami

Po vyhodnotení vplyvu Algatanu® na aktivitu GPx môžeme tvrdiť, že došlo k jej zvýšeniu pri skupine T1 a zníženiu pri skupine T2 v porovnaní s kontrolnou skupinou zvierat (Graf 5). Tieto rozdiely boli štatisticky nepreukazné (P>0,05).



Graf 5 – Porovnanie aktivity GPx (U.g^{-1} TP) medzi experimentálnymi skupinami

V kontrolnej skupine sa nám podarilo dokázať 2 štatisticky preukazné silné korelácie – medzi SOD a GPx a medzi motilitou a progresívnou motilitou.

Tabuľka 1 - Korelácie medzi sledovanými parametrami v kontrolnej skupine

Parameter	GPx R (p value)	Motilita R (p value)	Prog.motilita R (p value)	Konc. R (p value)
SOD R (p value)	**0,8669 (0,0286)**	-0,3793 (0,2644)	-0,7571 (0,0692)	-0,5254 (0,1821)
GPx R (p value)		-0,1031 (0,4345)	-0,4364 (0,2313)	-0,1956 (0,3763)
Motilita R (p value)			**0,8066 (0,0495)**	0,5452 (0,1710)
Prog. motilita R (p value)				0,6291 (0,1278)

V prípade skupiny T1, ktorej bola podávaná dávka 0,3 % sme zistili 4 veľmi silné (nad 0,9) štatisticky preukazné závislosti. Jedná sa o korelácie medzi SOD a GPx, motilitou a progresívnou motilitou, motilitou a koncentráciou a medzi progresívnou motilitou a koncentráciou spermií.

Tabuľka 2 - Korelácie medzi sledovanými parametrami v experimentálnej skupine T1

Parameter	GPx R (p value)	Motilita R (p value)	Prog.motilita R (p value)	Konc. R (p value)
SOD R (p value)	**0,9985 (0,0008)**	-0,1439 (0,4281)	-0,1936 (0,4032)	-0,5488 (0,2256)
GPx R (p value)		-0,0921 (0,4540)	-0,1445 (0,4278)	-0,5043 (0,2478)
Motilita R (p value)			**0,9925 (0,0037)**	**0,9062 (0,0469)**
Prog.motilita R (p value)				**0,9204 (0,0398)**

V skupine, ktorá bola kŕmená najvyššou dávkou Algatanu® (0,6 %) sme zistili 3 veľmi silné, pozitívne, štatisticky preukazné korelácie. Koncentrácia spermií bola veľmi silne (pozitívne) ovplyvnená motilitou a progresívnou motilitou. Progresívna motilita bola veľmi silne pozitívne ovplyvnená motilitou.

Tabuľka 3 - Korelácie medzi sledovanými parametrami v experimentálnej skupine T2

Parameter	GPx R (p value)	Motilita R (p value)	Prog.motilita R (p value)	Konc. R (p value)
SOD R (p value)	0,7709 (0,2198)	0,1834 (0,1976)	0,8437 (0,1804)	0,4737 (0,3429)
GPx R (p value)		-0,2355 (0,3510)	-0,2967 (0,3140)	-0,4780 (0,2077)
Motilita R (p value)			**0,9905 (0,0006)**	**0,9604 (0,0047)**
Prog. motilita R (p value)				**0,9755 (0,0023)**

Skúmanie vplyvu prírodného extraktu s názvom Algatan® na kvalitu ejakulátu dospelých samcov králikov v *in vivo* podmienkach viedlo k záverom, že tento extrakt nemá preukazný vplyv na pohyblivosť spermií, koncentráciu spermií a antioxidačné parametre v dávke 0,3 a 0,6 % podávanej orálne. Aj napriek tomu sme zaznamenali zvýšenie aktivity SOD a GPx, motility, progresívnej motility a koncentrácie spermií pri skupine T1 (0,3 %). Zvýšenie koncentrácie spermií bolo ešte výraznejšie pri skupine T2 (0,6 %). Pri skupine T2 (0,6%) sme zaznamenali negatívny vplyv Algatanu® na aktivitu SOD, GPx, motilitu a progresívnu motilitu. V experimentálnych skupinách sa nám podarilo potvrdiť štatisticky preukaznú silnú koreláciu medzi motilitou a progresívnu motilitou.

Napriek štatistickej nepreukaznosti výsledkov, sme zaznamenali nárast antioxidačnej aktivity - SOD a GPx pri skupine T1 (0,3 %) oproti kontrolnej skupine,avšak pri dvojnásobnej dávke došlo k výraznému poklesu aktivity SOD a GPx. Ako dokázali Glombiket al. (2014), v prevencii proti oxidačnému stresu sa uplatňuje aj kurkumín. Podobnú tendenciu zaznamenali pri kurkumíne, kedy sa toxické účinky kurkumínu prejavili na poklese pohyblivosti spermií myší vplyvom jeho vysokých koncentrácií (100 μM), pričom kurkumím sa počas ich pokusu pri nižších koncentráciách (1–50 μM) javil ako látka s antioxidačnými a ochrannými vlastnosťami na spermie [14].

Existuje mnoho výskumov, ktoré dokazujú, že prítomnosť vybraných antioxidantov pozitívne koreluje s motilitou spermií [15-17]. Počas nášho pokusu sa nám nepodarilo potvrdiť signifikantný nárast motility pri experimentálnych skupinách, ktorým bol orálne podávaný prírodný extrakt bohatý na polyfenoly v dvoch rôznych koncentráciách.

Chiapparini et al. (2017) skúmali efekt prírodného extraktu podobného extraktu, ktorý sme použili pri našom pokuse. Počas ich výskumu sa zamerali na reprodukčné ukazovatele samíc králikov, pričom samice boli kŕmené počas gestácie a laktácie (65 dní). Podarilo sa im dokázať, že daný extrakt nemá v dávkach 0,3 a 0,6 % vplyv na počet narodených jedincov, pôrodnú hmotnosť a ani na telesnú hmotnosť mláďat pri odstavení [18]. Podobne sa ani nám nepodarilo potvrdiť vplyv tohto prírodného extraktu na vybrané reprodukčné charakteristiky samcov. Okab et al. (2012), zisťovali efekt suplementácie morských rias, ktoré tvoria jednu zo základných zložiek nami skúmaného extraktu a podarilo sa im dokázať nárast motility pri experimentálnych skupinách, ktorých krmivo bolo obohatené o 1 a 2 % morských rias [19], čo je v rozpore s našimi výsledkami.

Yan et al. (2014) skúmali aktivitu SOD a vzťah ku kvalite ejakulátu. Počas tohto výskumu sa im podarilo dokázať pozitívnu koreláciu medzi SOD a motilitou a medzi SOD a koncentráciou spermií [20]. My sme koreláciu medzi danými parametrami nezaznamenali ani v jednej z troch sledovaných skupín zvierat. Ďalšia štúdia uskutočnená na býkoch dokazuje pozitívnu koreláciu medzi SOD a motilitou a SOD a koncentráciou spermií [21].

Záver

Práca bola zameraná na posúdenie vplyvu prírodného extraktu Algatanu® na motilitu, progresívnu motilitu, koncentráciu spermií a na vybrané parametre antioxidačného profilu (SOD, GPx).

Naše zistené poznatky naznačujú dávkovo-závislý pozitívny vplyv na pohyblivosť spermií králikov a výraznejší dávkovo-závislý pozitívny vplyv na parametre antioxidačného profilu (SOD, GPx). Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že dávka Algatanu® 0,3 % mala pozitívny vplyv na aktivitu GPx a SOD v porovnaní s kontrolnou skupinou, avšak Algatan® pri vyššej koncentrácii (0,6 %) mal negatívny vplyv na GPx a SOD v porovnaní s kontrolnou skupinou, v oboch prípadoch však štatisticky nepreukazný. Pri koncentrácii spermií sme zaznamenali pozitívny vplyv Algatanu® v oboch podávaných koncentráciách, pričom vplyv bol výraznejší pri vyššej koncentrácii. Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že Algatan® zapracovaný do krmiva vo vhodnej koncentrácii (0,3 %) zvyšuje kvalitu ejakulátu a negatívne neovplyvňuje žiadny zo sledovaných parametrov kvality ejakulátu, avšak pri vyššej dávke (0,6 %) sme zaznamenali pokles motility, progresívnej motility a antioxidačnej aktivity (SOD, GPx). Nakoľko naše výsledky neboli štatisticky preukazné, tieto hypotézy je potrebné potvrdiť ďalšími rozsiahlejšími štúdiami.

Poďakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-16-0289 a projektom VEGA 1/0539/18.

Použitá literatúra

[1] Pereira, D., M., Valentão, P., Pereira, J.,A., Andrade, P.,B. (2003). Nové smery vo veterinárnej fyziológii, Phenolics: Fromchemistry to biology., Košice, SR, p. 32

[2] Raji Y., Udoh U. S., Mewoyeka O. O., Ononye F. C., Bolarinwa A. F. (2003) Afr J Med MedSci. 32(2), p.159

[3] Kumar D., Kumar A., Prakash O. (2012) J Ethnopharmacol.140(1), p. 1

[4]Daniyal M., Akram M. (2015) J Chin Med Assoc. 78(7), p. 382

[5] Algatan Rabbits [15.02.2018] <http://www.lombardatrading.it/en/algatan-rabbits>

[6] Gosalvez, J., Tvrda, E., Agarwal, A. (2017) J Assist Reprod Genet. 34, p. 697

[7] Bansal A. K., Bilaspuri G. S. (2011) Vet Med Int. 2011, p. 1

[8] Ursini, F., Maiorino, M., Valente, M., Ferri, L., Gregolin, C. (1982) Biochim Biophys Acta. 710(2), p. 197

[9] Degáspari, H., Waszczynskyj, N. (2004) Visão Acadêmica. 5, p. 33

[10] Šťastný, P., Šťastná, D. (2015), Všeobecná reprodukcia zvierat. In Šťastný, P., Šťastná, D., Všeobecná reprodukcia zvierat. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, p. 159

[11] Vijayaraghavan, S. (2003) Introduction to mammalian reproduction. Springer, Boston, MA, p. 79

[12] Kunavongkrit, A., Suriyasomboon, A., Lundeheim, N., Heard, T. W., Einarsson, S.(2005) Theriogenology. 63(2), p. 657

[13] Massanyi P., Weis J., Lukac N., Trandzik J., Bystrická J. (2008) J Environ Sci Health A. 43(5), p. 563

[14] Głombik, K., Basta-Kaim, A., Sikora-Polaczek, M., Kubera, M., Starowicz, G., Styrna, J. (2014) Pharmacol Rep.66(5), p. 782

[15] Talevi, R., Barbato, V., Fiorentino, I., Braun, S., Longobardi, S., Gualtieri, R. (2013) Reprod Biol Endocrinol. 11, p. 81.

[16] Bansal, A. K., Bilaspuri, G. S. (2009) Anim Sci Papers Rep. 27 (1), p. 5

[17] Verma, A., Kamar K. C. (1998) Andrologia 30 (6), p. 325

[18] Chiapparini, S., Vizzarri, F., Corino, C., Rossi, R., Maiorano G. (2017) Int J Health Anim Sci Food Saf. 7, p. 1

[19] Okabet al. (2012) J Appl Anim Res. 41(3), p. 347

[20] Yan, L., Liu, L., Wu, S., Zhang, S., Ji, G., Gu, A. (2014) J Assist Reprod Genet. 31, p. 549

[21] Sharma, L., Pandey, V., Nigam, R., Saxena, A., Swain, D. K., Yadav, B. (2016) Iran J Vet Res. 17(4), p. 226

Proces *in vitro* oplodnenia v praxi

Process of *in vitro* fertilisation in practice

Barbora Loncová[1]
Školiteľ: Michal Benc[2]
[1,2]Katedra botaniky a genetiky, FPV UKF , Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
[1]barbora.loncova@student.ukf.sk ,[2]michal.benc@ukf.sk

Abstrakt
V našej práci sa zameriavame na metodiku spoločnej kultivácie pohlavných buniek v procese *in vitro* oplodnenia (IVF), ktorá je kľúčovou a často využívanou metodikou v praxi, v oblasti výskumu, ale aj ako konvenčná metóda v medicínskej praxi. Naším cieľom bolo úspešné zvládnutie technicky náročných postupov IVF u laboratórneho modelu myši CD–1 IGS, s cieľom využiť danú metodiku v nadväzujúcich prácach.

Z celkového množstva 45 ovulovaných oocytov, ktoré sme izoláciou získali, sa nám podarilo oplodniť v *in vitro* podmienkach 22 oocytov, čo predstavuje úspešnosť oplodnenia 49 %. Do štádia blastocysty sa následnou kultiváciou dostalo 20 oplodnených oocytov, čo predstavuje celkový podiel 91 %, zo všetkých oplodnených oocytov.

Úspešné dosiahnutie štádia blastocysty demonštruje zvládnutie všetkých použitých metodík, počnúc hormonálnou stimuláciou, prípravou médií, získavania pohlavných buniek, techniku *in vitro* oplodnenia, až po samotnú kultiváciu získaných embryí.
Kľúčové slová: *in vitro* oplodnenie, oocyt, blastocysta

Abstract
The aim of this work is to focuse on the co-cultivation of male and female sex cells in process of *in vitro* fertilisation (IVF). This conventional method is key and very often exploited in practice and research. Our main goal was to practise difficult methods *of in vitro* fertilisation. We used laboratory mouse model CD–1 IGS.

From 45 ovulated oocytes, that were isolated, 22 oocytes were fertilised successfully by *in vitro* fertilisation. It's 49 % success. 20 zygotes from 22 fertilised oocytes reached into the blastocyst stage. It's 91 % success from all of the fertilised oocytes.

Reaching into the blastocyst stage demonstrates that all of used methods like hormonal stimulation, medium preparations, sex cell isolations, process *of in vitro* fertilisation and embryos cultivation were done correctly. Now we are going to use these methods in our future works.
Key words: in vitro fertilisation, oocyte, blastocyst

Úvod

Oplodnenie *in vitro* (IVF) sa využíva v aplikovanom a základom výskume, ale aj v praxi.

Ako príklad jeho využitia, môžeme uviesť produkciu embryí v podmienkach *in vitro*, ktorého cieľom je riešenie problematiky neustále rastúcej neplodnosti alebo zvýšenie reprodukcie hospodárskych zvierat. Metodiky *in vitro* oplodnenia umožňujú dosiahnutie veľkého množstva oplodnených oocytov a z nich získaných embryí. Tie sa po prenose do tela príjemkýň vyvíjajú ako životaschopné jedince [1].

Ako hlavný dôvod využívania IVF je neustále rastúca sterilita obyvateľstva, čiže neschopnosť počať potomka prirodzenou cestou. V minulosti bolo neplodné každé desiate manželstvo. V dnešnej dobe je to už každé piate [2].

Avšak IVF sa využíva aj v mnohých iných oblastiach, najmä v biotechnológiách, ale aj v oblasti výskumu. Jeho uplatnenie nachádzame napríklad pri vývoji nových antikoncepčných metód [3].

Existuje viacero techník IVF, ktoré sa využívajú podľa potrieb. Hlavnými faktormi, ktoré rozhodujú o použití konkrétnej metodiky, sú najmä kvalita a množstvo pohlavných buniek u muža, ale aj u ženy, prípadne sú zohľadňované iné aspekty, ktoré bránia počatiu prirodzenou cestou. V oblasti výskumu je zase dôležité, pre aké výskumné potreby získané embryá budú slúžiť. Medzi konvenčne najčastejšie využívané metodiky patrí najmä metodika ICSI (Intra-Cytoplasmic Sperm Injection) a metodika spoločnej kultivácie pohlavných buniek, ktorá sa používa v prípadoch, kedy sú spermie schopné preniknúť do oocytu bez cudzej pomoci. Práve metodikou spoločnej kultivácie pohlavných buniek sa budeme ďalej zaoberať.

1 Fázy *in vitro* oplodnenia

Zvýšenie pravdepodobnosti úspešného oplodnenia a vznik gravidity môžeme dosiahnuť tak, že do maternice prenášame naraz viac embryí. Z praxi na klinikách umelej reprodukcie štatisticky vyplýva, že na to, aby sme získali z *in vitro* kultivácie ideálne dve embryá vhodné na transfer do príjemkyne, potrebujeme na začiatku v priemere päť až sedem folikulov tesne pred ovuláciou. Za prirodzených

podmienok tento počet u žien nezískame. Preto, ak chceme, aby ovulujúcich folikulov bolo viac, musíme na začiatku cyklu zvýšiť hladinu FSH (folikuly stimulujúci hormón), ktorý podávame injekčne. Tomuto postupu hovoríme stimulácia rastu folikulov alebo kontrolovaná ovariálna hyperstimulácia (COH) [4].

Folikul je potrebné aspirovať ihlou a oocyt odobrať tesne pred ovuláciou. To znamená, že s presnosťou asi dvoch až troch hodín, potrebujeme vedieť, kedy dôjde k ovulácii. Prirodzene folikul praská potom, čo dostane signál z hypofýzy, ktorý sa prejaví ako náhle zvýšené množstvo luteinizačného hormónu – tzv. LH peak [4].

Preto posledná fáza dozrievania oocytu je tiež spustená prostredníctvom liečiv, obsahujúcich vysokú dávku hormónu hCG (human chorionic gonadotropin), ktorý má rovnaký účinok ako spomínaný LH. Tým je možné presne načasovať odber oocytov, tesne pred ich uvoľnením z folikulov [5].

Získavanie oocytov u žien prebieha pomocou ultrazvuku, kedy sa cez pošvu zavedie špeciálna ihla priamo k vaječníku.

Folikuly sú opatrne aspirované a nasávané, čím sa získa ich obsah spolu s oocytmi. Odoberá sa naraz viacero oocytov, aby nebolo potrebné samotný odber opakovať viackrát [4].

Rovnaký postup, až na malé zmeny, možno aplikovať aj vo výskume, kde je často potrebné získať väčšie množstvo embryí v presne stanovenom čase. S využitím techník IVF to možno dosiahnuť, čo výrazným spôsobom urýchľuje a uľahčuje prácu a navyše znižuje nároky aj na množstvo pokusných zvierat.

2 Materiál a metodika

2.1 Príprava biologického materiálu

Ako modelový organizmus bola použitá laboratórna myš s označením CD–1 IGS (Velaz, s.r.o, Czech Republic) Pre realizáciu práce boli použité samice, ako aj samci tohto druhu. Podľa príslušných nariadení boli pokusné zvieratá chované v riadne schválenej ústavnej chovni myší, umiestnenej v priestoroch Výskumného ústavu živočíšnej výroby, Praha – Uhříněves, ktorá spĺňala požiadavky smernice Európskeho parlamentu a Rady 2010/63/EU.

Samice myší boli pred odberom biologického materiálu hormonálne stimulované a samci, ako ja samice, boli pred odberom humánne usmrtené, dislokáciou krčných stavcov, pričom spomenuté výkony, ako aj odber biologického materiálu po ich usmrtení, boli vykonávané v súlade s platnými právnymi nariadeniami.

Nespotrebovaný biologický materiál bol uskladnený v mraziacom boxe, pri teplote -70 °C, podľa príslušných predpisov a nariadení o nakladaní s biologickým odpadom, pochádzajúcim z výskumnej činnosti a následne bol odvezený a zlikvidovaný v kafilérii.

2.2 Zloženie inkubačných, oplodňovacích a kultivačných médií

Zásobné médiá, ako aj postup a priebeh *in vitro* oplodnenia, sme vypracovali podľa protokolu Guana a kolektívu [6].

Podrobné zloženie pripravovaných médií uvádzame v nasledujúcich tabuľkách č. 1 a č. 2.

Tab. 1 Zloženie predinkubačného média spermií (TYH + MBCD: FERTIUP® predinkubačné médium)

Názov látky	mg / 100ml	Dodávateľ
NaCl	697,6	P-LAB (CZ)
KCl	35,6	P-LAB (CZ)
$MgSO_4.7H_2O$	29,3	P-LAB (CZ)
KH_2PO_4	16,2	P-LAB (CZ)
$NaHCO_3$	210,6	P-LAB (CZ)
Sodium pyruvate	5,5	Sigma (CZ)
D-(+)-Glucose	100,0	Sigma (CZ)
$CaCl_2.2H_2O$*	25,1	P-LAB (CZ)
Metyl-β-cyklodextrín	98,3	Sigma (CZ)
Penicillin G potassium salt	7,5	Sigma (CZ)
Streptomycin sulfate salt	5,0	Sigma (CZ)
Poly(vinyl alcohol)	100,0	Sigma (CZ)

Tab. 2 Zloženie HTF média s vysokým obsahom Vápnika

Názov látky	mg / 100m	Dodávateľ
NaCl	593,8	P-LAB (CZ)
KCl	35,0	P-LAB (CZ)
$MgSO_4.7H_2O$	4,9	P-LAB (CZ)
KH_2PO_4	5,4	P-LAB (CZ)
$CaCl_2.2H_2O$*	75,5	P-LAB (CZ)
$NaHCO_3$	210,0	P-LAB (CZ)
D-(+)-Glucose	50,0	Sigma (CZ)
Sodium DL-lactate solution	0,34 (ml)	Sigma (CZ)
Sodium pyruvate	3,7	Sigma (CZ)
Penicillin G potassium salt	7,5	Sigma (CZ)
Streptomycin sulfate salt	5,0	Sigma (CZ)

Bovine Serum Albumin - heat shock fraction, protease free,fatty acid free	400,0	Sigma (CZ)
Phenol Red sodium salt	40,0 µl	Sigma (CZ)

Roztok $CaCl_2.2H_2O$ bol pripravovaný oddelene od ostatných zložiek, pred ich zmiešaním. Médiá boli pripravené v Embryovode (Sigma W1503, Czech Republic). Pripravené médium bolo prefiltrované cez 0,22 µm filter a je možné ho skladovať po dobu troch mesiacov, pri teplote 4 °C.

Výsledné použité oplodňovacie médium obsahovalo 0,25 mM redukovaného glutatiónu, bolo pripravené zmiešaním GSH (Sigma G4251, Czech Republic) s pripraveným HTF, s vysokým obsahom vápnika. Pred použitím sme médium prefiltrovali cez 0,22 µm filter. Vytvorili sme 200 µl kvapku média na Petriho miske (Falcon 351008, Czech Republic), ktorú sme zaliali minerálnym olejom (Calbiochem, Merck, Prague, Czech Republic, www.merck-chemicals.com, Merck Millipore ES-005-C) a nechali ekvilibrovať aspoň 10 minút v inkubátore, pri teplote 37 °C a 5 % CO_2.

Disperzná miska pre spermie bola pripravená napipetovaním 90 µl predinkubačného – kapacitačného média TYH+MBCD na Petriho misku (Falcon 351008, Czech Republic), ktorú sme tiež zaliali minerálnym olejom (Calbiochem, Merck, Prague, Czech Republic, www.merck-chemicals.com, Merck Millipore ES-005-C) a nechali ekvilibrovať aspoň 10 minút, v inkubátore pri teplote 37 °C a 5 % CO_2.

Ako kultivačné médium oplodnených oocytov a následných embryí sme zvolili médium KSOMaa EVOLVE (Zenith Biotech ZEKS-050, Czech Republic), doplnené o 0,1 % BSA (Sigma A3311, Czech Republic) [7].

2.3 Izolácia pohlavných buniek

Po humánnom usmrtení zvierat, počas celého odberu a prípravy vzoriek, sme používali chirurgické, nitrilové rukavice, ktoré sme pred začatím práce vydezinfikovali etanolom. Ten sme taktiež použili na dezinfekciu použitých nástrojov a pracovného stola.

Použití samci boli starší ako 8 týždňov a v prípade, ak boli pripustený k pároniu, bolo toto vykonané minimálne 3 dni pred samotným odberom. Usmrteným samcom sme odobrali chvost prísemenníka (*cauda epididymis*) a následne sme ho vložili do misky s minerálnym olejom (Calbiochem, Merck, Prague, Czech Republic, www.merck-chemicals.com, Merck Millipore ES-005-C), vedľa disperznej kvapky. Vrchol prísemenníka sme narezali chirurgickými nožnicami a pinzetou sme pozorne odobrali "guličku" spermy, ktorú sme preniesli do disperznej kvapky. Spermu sme nechali uvoľňovať sa do celého médiá približne 60 minút, v inkubátore pri teplote 37 °C a 5 % CO_2.

Ovulované oocyty v metafáze II sme získali z hormonálne superovulovaných samíc myší CD–1 IGS (Velaz, s.r.o., Czech Republic). Stimulácia rastu folikulov prebehla intraperitoneálnym podaním 7,5 I.U. PMSG (Calbiochem, Merck, Prague, Czech Republic, www.merck-chemicals.com) a následne stimulácia ovulácie, o 48 hodín neskôr, intraperitoneálnym podaním 7,5 I.U. hCG (Puberogen, Tokyo, Japan alebo Intervet, Prague, Czech Republic, www.intervet.com / Sigma C8554, Czech Republic). Izolácia oocytov z vajcovodov bola robená 16 hodín po podaní hCG [7].

Po usmrtení samíc sme odobrali vajcovody (*oviductus*) z dvoch superovulovaných myších samíc a preniesli ich do kvapky predinkubačného oplodňovacieho média. Každý vajcovod sme si zo spodnej strany prichytili jednou pinzetou a s druhou sme opatrne natrhli oblasť *ampully* tak, aby sa kumulárna masa z vajcovodu uvoľnila. Po jej uvoľnení sme vajcovod z misky odstránili. Na nabratie oocytov nám slúžila ručná pipeta, pričom kumulus sme neodstraňovali. Takto získané oocyty sme preniesli do oplodňovacieho média, zaliateho minerálnym olejom (Calbiochem, Merck, Prague, Czech Republic, www.merck-chemicals.com, Merck Millipore ES-005-C). Celkovo sme vyizolovali 45 oocytov.

2.4 Priebeh *in vitro* oplodnenia

Do oplodňovacej kvapky s kumulárnou masou sme pridali 3-5 µl roztoku predinkubovaných spermií. Suspenziu spermií sme odoberali z periférnej oblasti predinkubačnej kvapky, kde sa nachádza najväčšie množstvo pohyblivých a živých spermií. Dobu na oplodnenie sme zvolili v trvaní 5 hodín, počas ktorej prebiehala inkubácia pri 37 °C a 5 % CO_2 .Po skončení inkubácie sme oocyty opláchli od spermií v troch kvapkách kultivačnom médiu KSOMaa EVOLVE (Zenith Biotech ZEKS-050, Czech Republic), doplnené o 0,1 % BSA (Sigma A3311, Czech Republic) a oocyty, u ktorých došlo k oplodneniu – boli vytvorené dve prvojadrá, sme ponechali ďalej kultivovať v kultivačnom médiu, pri 37 °C a 5 % CO_2 [7].

2.5 *In vitro* kultivácia embryí a ich hodnotenie

Po štyroch dňoch od zahájenia kultivácie získaných zygot, sme vyhodnotili celkovú úspešnosť kultivácie a dosiahnutia štádia blastocysty. Pre potvrdenie získania plnohodnotných blastocýst sme zvolili fluorescenčnú analýzu, so zameraním pozornosti na potvrdenie prítomnosti jadier buniek a výskyt transkripčnej aktivity pomocou fluorescenčného značenia UBF (Ubtf), ktorý je

kľúčovým transkripčným faktorom pre transkripčnú aktivitu RNA polymerázy I [8].

Pre farbenie UBF bola zvolená primárna protilátka Anti-UBF (Abnova, H00007343-M01) a sekundárna protilátka DoAMOred (Alexa Fluor® 594-AffiniPure Donkey Anti-Mouse IgG (H+L) 715-585-150). Obe protilátky boli pripravené riedením v 1 % roztoku PBS+BSA; (PBS – Sigma P4417, Czech Republic), (BSA – Sigma A3311, Czech Republic). Primárna protilátka bola pripravená v koncentrácii 1:600 a sekundárna protilátka bola pripravená v koncentrácii 1:1000.

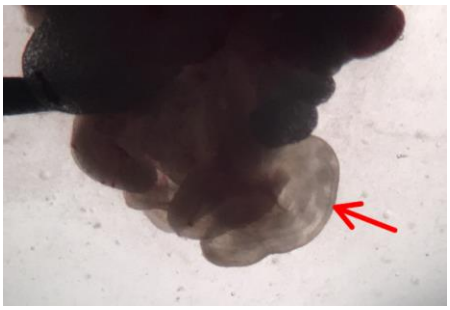
Blastocysty sme najskôr zafixovali prenesením do 2 % paraformaldehydu (Serva 31628.01, Czech Republic), rozpustenom v 1xPBS (Sigma P4417, Czech Republic), pôsobením po dobu 15 minút, pri teplote 25 °C. Následne sme blastocysty podrobili permeabilizácii pomocou 0,2 % roztoku tritonu (Sigma X100, Czech Republic) rozpustenom v 1 % PBS+BSA; (PBS – Sigma P4417, Czech Republic), (BSA – Sigma A3311, Czech Republic). Doba permeabilizácie bola v trvaní 15 minút, pri teplote 25 °C. Po permeabilizácii sme vykonali blokáciu, prenesením blastocýst do 3 % roztoku PBS+BSA; (PBS – Sigma P4417, Czech Republic), (BSA – Sigma A3311, Czech Republic), na dobu jednej hodiny, pri teplote 25 °C. Po blokácii sme blastocysty preniesli do primárnej protilátky, kde boli ponechané cez noc, pri teplote 4 °C.

Ráno sme blastocysty opláchli 3 x 20 minút v 1 % PBS+BSA; (PBS – Sigma P4417, Czech Republic), (BSA – Sigma A3311, Czech Republic), pri teplote 25 °C. Po opláchnutí boli blastocysty prenesené do sekundárnej protilátky na dobu jednej hodiny, pri teplote 25 °C a uskladnené v tme. Po pôsobení sekundárnej protilátky sme blastocysty opláchli 3 x 20 minút v 1 % PBS+BSA; (PBS – Sigma P4417, CzechRepublic), (BSA – Sigma A3311, Czech Republic), pri teplote 25 °C a v tme [8].

Napokon sme blastocysty preniesli do kvapky montovacieho média na podložnom skle, s farbením DAPI, viažucim sa na DNA (Prolong GOLD antifade with DAPI), prikryli krycím sklíčkom a následne vizualizovali pomocou konfokálneho mikroskopu s fluorescenčnou jednotkou.

3 Výsledky a diskusia

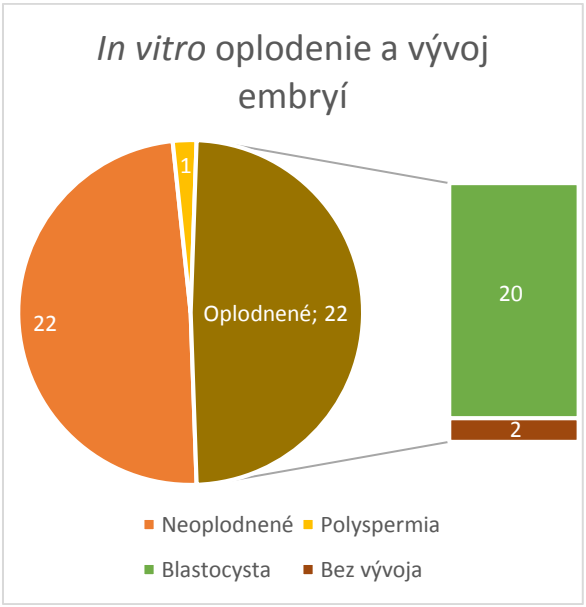
Hormonálnou stimuláciou myších samíc a následnou izoláciou sme získali 45 ovulovaných oocytov, v metafáze II. Na nasledovnom obrázku možno vidieť chirurgicky získanú *ampullu* vajcovodu zo samici, po hormonálnej stimulácii, s nahromadenými ovulovanými oocytmi.



Obr. 1 *Ampulla* vajcovodu s viditeľnými ovulovanými oocytmi

U samcov bola robená izolácia chvosta prísemenníka, z ktorého sme následne izolovali spermu. Kvalita spermií bola pomerne nízka. Ich počet, ako aj motilita vykazovala zníženú úroveň.

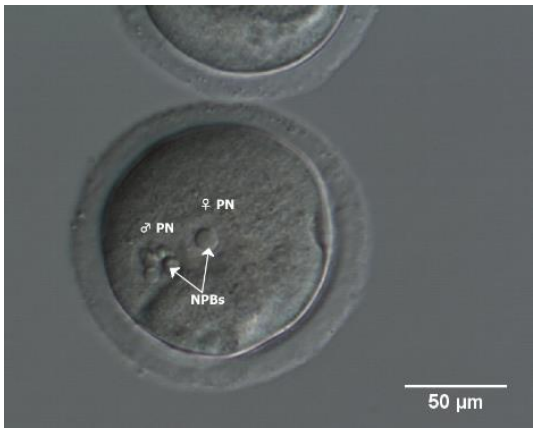
Z celkového množstva 45 ovulovaných oocytov, ktoré sme izoláciou získali, sa nám podarilo oplodniť v *in vitro* podmienkach 22 oocytov, čo predstavuje 49 % z celého počtu oocytov a do štádia blastocysty sa následnou kultiváciou dostalo 20 oplodnených oocytov, čo predstavuje 44 % z pôvodného počtu oocytov a celkovo až 91 % zo všetkých oplodnených oocytov. Úspešnosť *in vitro* oplodnenia a následnej kultivácie embryí je vizuálne uvedená v grafe č. 1.



Graf 1 Úspešnosť *in vitro* oplodnenia oocytov a embryonálneho vývoja

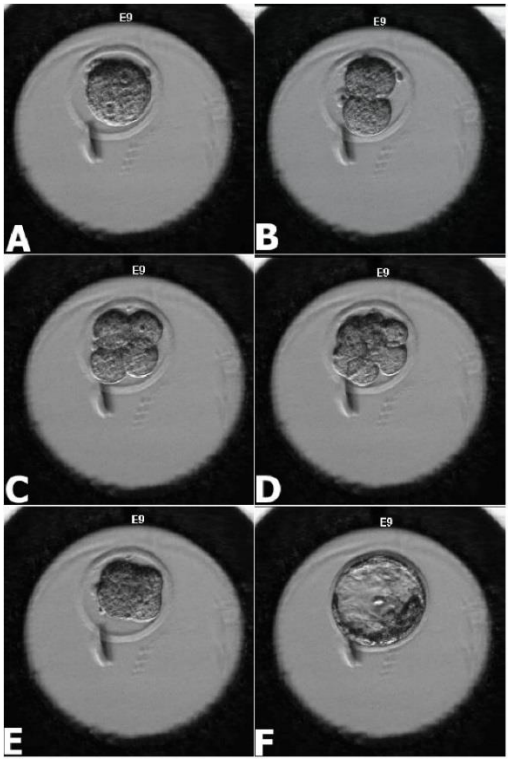
Na nasledovnom snímku vidieť úspešné oplodnenie oocytu v *in vitro* podmienkach. Na obrázku sú označené samčie a samičie prvojadro (PNs). Samičie je spravidla menšie. Taktiež možno vidieť tvorbu jadierok v prvojadrách (NPBs). Pólové telieska v zaostrenej hladine pozorovania nie je dostatočne vidieť. Ich obrysy možno pozorovať v dolnej časti oocytu.

Snímok bol vyhotovený invertným mikroskopom Leica DM IL LED, s fotografickou technikou Olympus C-5060.



Obr. 2 *In vitro* oplodnený oocyt

Embryonálny vývoj získaných embryí po *in vitro* oplodnení javil štandardné hodnoty. Dvojbunkové štádiá embryí sa začali objavovať v priemere po 24 hodinách kultivácie. Po približne 36 hodinách sa začalo objavovať štvorbunkové štádium. Štádium osembunkového embrya až kompaktnej moruly sa začalo objavovať v časovom rozmedzí 54 až 80 hodín kultivácie. Štádium blastocysty bolo dosiahnuté po štyroch dňoch kultivácie. Časovanie vývoja bolo sledované pomocou prístroja Primo Vision™ Time Lapse System. Zábery z *in vitro* kultivácie možno vidieť na nasledovnom snímku. Vzostupnom poradí sú uvedené štádia zygota (A), dvojbunkové štádium (B), štvorbunkové štádium (C), osembunkové štádium (D), štádium kompaktnej moruly (E) a napokon štádium blastocysty (F).

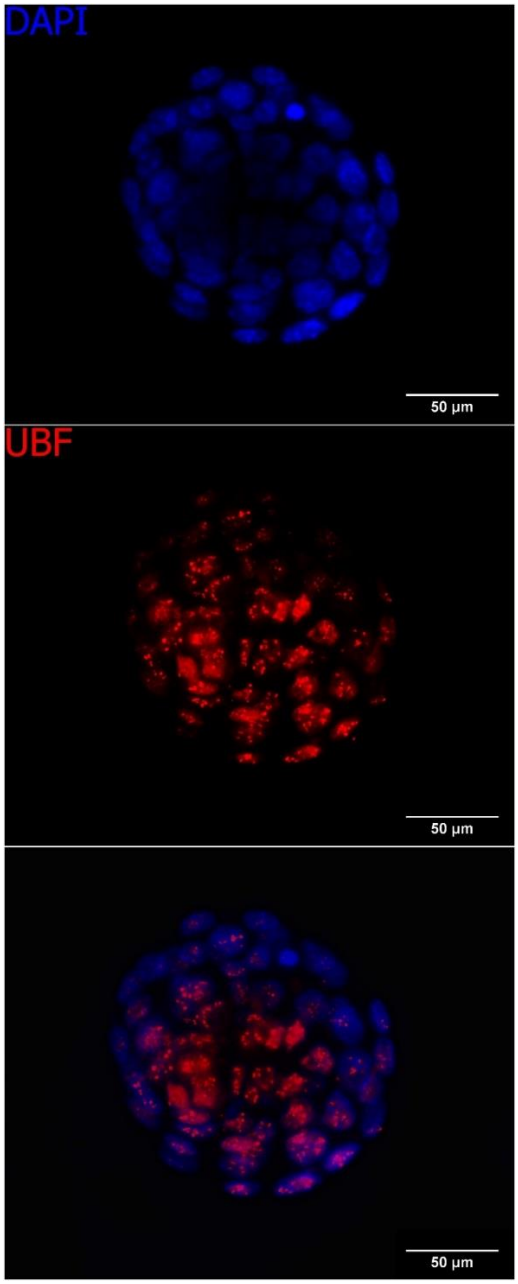


Obr. 3 *In vitro* kultivácia a vývoj embrya

Získané blastocysty sme podrobili fluorescenčnému farbeniu a vizualizácií, ktorú môžete vidieť na obrázku č. 4. Vizualizácia jadier bola robená pomocou DAPI (modrá) a vizualizácia UBF bola robená pomocou sekundárnej protilátky Alexa Fluor® 594 (červená).

Snímok bol vyhotovený pomocou konfokálneho mikroskopu Olympus 61 a prístrojového vybavenia Olympus U-RFL-T; LG-PS2; Olympus DP30BW - Olympus U-CMAD3 a spracovaný programom Analysis D.

Z výsledku vyplýva, že u získaných blastocýst bola potvrdená prítomnosť jadier v bunkách a prebiehajúca transkripčná aktivita, čím možno demonštrovať úspešne získané blastocysty technikou *in vitro* oplodnenia.



Obr. 4 Vizualizácia fluorescenčne značenej blastocysty

Záver

Vzhľadom na výsledky môžeme konštatovať, že proces *in vitro* oplodnenia bol úspešný a metodicky zvládnutý.

Úspešné dosiahnutie štádia blastocysty demonštruje zvládnutie všetkých použitých metodík, počnúc hormonálnou stimuláciou, prípravou médií, získavania pohlavných buniek, techniku *in vitro* oplodnenia, až po samotnú kultiváciu získaných embryí.

Zdanlivo nižšia úspešnosť samotného oplodnenia mohla byť spôsobená viacerými faktormi. Predpokladáme však, že hlavným dôvodom bola nízka motilita a koncentrácia spermií. Samci boli približne 2 týždne pred samotnou prácou použití na oplodnenie *in vivo*, avšak toto oplodnenie nebolo úspešné. Nakoľko vtedy použité samice boli hormonálne stimulované a následná izolácia ovuláciu potvrdila, pravdepodobnou príčinou mohla byť aj vtedy nižšia motilita a koncentrácia spermií týchto samcov, čo potvrdili aj naše výsledky, kedy sme samcov použili na oplodnenie *in vitro*.

Vzhľadom k týmto výsledkom možno konštatovať, že *in vitro* metodiky oplodnenia zohrávajú a v budúcnosti naďalej budú zohrávať obrovský význam v procesoch získavania nového potomstva. Či už pre hospodárske a biotechnologické účely alebo aj na klinikách umelého oplodnenia. Nakoľko pri *in vitro* metodike oplodnenie, i keď s nižšou úspešnosťou, ale predsa prebehlo, významnou mierou tento výsledok demonštruje opodstatnenosť zavádzania týchto postupov v praxi.

Poďakovanie

Uvedená práca vznikla s podporou Výskumného centra AgroBioTech, vybudovaného v rámci projektu „Vybudovanie výskumného centra AgrobioTech", ITMS 26220220180.

Práca tiež bola podporená grantovým projektom APVV-14-0001 a projektom "EXCELLENCE in molecular aspects of the early development of vertebrates", CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_003/0000460 z operačného programu výskum, vývoj a vzdelávanie a s podporou projektu VEGA 1/0022/15 and VEGA 1/0327/16.

Moje poďakovanie tiež patrí môjmu školiteľovi, Mgr. Michalovi Bencovi, ktorý mi aktívne pomáhal a venoval svoj čas pri písaní a spracovaní tejto práce, ktorá nadväzuje na bakalársku prácu.

Ďalej mu ďakujem za poskytnutie možnosti vykonávania praktickej časti vo Výskumnom ústave živočíšnej výroby Praha Uhříněves (Institute of Animal Science, Pratelstvi 815, 104 00 Prague - Uhrineves, Czech Republic).

Použitá literatúra

[1] Makarevič, A., et al., (2017) Oplodnenie *in vitro* u živočíchov. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra, p. 7.

[2] Heřmanová, J., (2012) Etika v ošetřovatelské praxi. Grada publishing, a. s., Praha, p. 98.

[3] Dvořák, M., (1990) Oplození in vitro a přenos embrya při léčbě lidské neplodnosti. Masarykova universita, Brno, p. 21.

[4] Řežábek, K., (2008) Léčba neplodnosti. Grada publishing, a.s., Praha, p. 59.

[5] Sadler, T. W., (2011) Langmanova lékařská embryologie. Grada publishing, a. s., Praha, p. 213.

[6] Guan, M., et al., (2014) In vitro fertilization in mice using the MBCD-GSH protocol. Curr Protoc Mouse Biol, 4(2), s. 67-83.

[7] Fulka, H., (2011) Production of mouse embryonic stem cell lines from maturing oocytes by direct conversion of meiosis into mitosis. Stem Cells, 29(3), p. 517-527.

[8] Fulka, H., Langerova, A., (2014) The maternal nucleolus plays a key role in centromere satellite maintenance during the oocyte to embryo transition. Development, 141(8), p. 1694-1704.

Vplyv verbascoside na parametre spermií králikov *in vivo*

The effect of verbascoside on rabbit spermatozoa parameters *in vivo*

Martin Massányi[1] – Nikola Knížatová[1] – Francesco Vizzarri[2] – Anton Kováčik[1]
Školiteľ: Anton Kováčik
[1]Katedra fyziológie živočíchov, FBP SPU, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra
[2]Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences, University of Molise, Via De Sanctis snc, Campobasso, Taliansko
[1]martinmassanyi@yahoo.com

Abstrakt

Verbascoside, hlavný komponent extraktu z *Lippia citriodora*, preukázal vysokú biologickú aktivitu ako vychytávač voľných radikálov. V *in vivo* štúdii 20 dospelých jedincov Novozélandského bieleho králika boli zvieratá rozdelené do dvoch homogénnych skupín, jedna z nich kontrolná (CON) a jedna s pridaným verbascoside (0,1%) do kŕmnej zmesi (EXP). Za pomoci Computer Assisted Sperm Analysis (CASA) boli skúmané účinky verbascoside na pohyblivosť králičích spermií, kde bolo hodnotených 13 rozdielnych parametrov. Experimentálna aplikácia signifikantne ovplyvnila takmer všetky skúmané parametre. Koncentrácia spermií, objem ejakulátu, progresívna pohyblivosť, vzdialenostné parametre, rýchlostné parametre a typy pohybov spermií boli negatívne ovplyvnené extraktom z listov *Lippia citriodora* po prvých 4 týždňoch podávania verbascoside až do konca experimentu (8 týždňov podávania do stravy). Štyri týždne po vysadení výživového doplnku sa všetky hodnoty parametrov spermií vrátili na normálnu hodnotu a boli v súlade s kontrolnou skupinou.

Kľúčové slová: verbascoside, reprodukcia, ejakulát, králik

Abstract

Verbascoside, main component of *Lippia citriodora* extract, has exhibited a wide biological activity, being free radical scavenging the most representative one. In *in vivo* study 20 adult New Zealand white rabbit bucks were divided into two homogeneous groups, one control (CON) and one verbascoside-supplemented (0.1%) feed mixture (EXP). Using a Computer Assisted Sperm Analysis (CASA) the effects of verbascoside on the motility parameters of rabbit spermatozoa were analysed, where thirteen different parameters of spermatozoa motility were evaluated. The experimental administration significantly affected almost all analyzed parameters. The spermatozoa concentration, ejaculate volume, spermatozoa motility, progressive motility, distance parameters, velocity parameters and type of spermatozoa movement were negatively affected by *Lippia citriodora* leaves extract after the first 4 weeks of dietary treatment, till the end of experiment (8 weeks of dietary administration). Four weeks after the cessation of feed additive supplementation, all semen/spermatozoa traits values returned to the normality, and in line with the control group.

Key Words: verbascoside, reproduction, spermatozoa, rabbit

Úvod

Kvalitné samce králikov sú jednou zo základných zložiek reprodukčného úspechu pri intenzívnom chove králikov, predovšetkým keď berieme do úvahy že jeden samec môže oplodniť približne sto samíc, nakoľko umelá inseminácia je vykonávaná rutinne na králičích farmách [1].

Reprodukčná výkonnosť hospodárskych zvierat je dôležitá a zlepšenie množstva a kvality spermií, najmä pri umelom oplodnení, dodatočne pomáha predchádzať stratám hodnotných genotypov. Existuje medzinárodný záujem týkajúci sa aplikácie prírodných rastlinných zdrojov v oblastiach živočíšnej výroby.

Skúmanie kvality spermií a tým aj gravidity použitím doplnkov krmív nezískalo taký vysoký záujem u samcov ako u samíc. Pravdepodobne to má ekonomické dôvody, pretože oveľa vyšší podiel reprodukčnej populácie je samičí, najmä od zavedenia umelej inseminácie [2].

Generovanie reaktívnych druhov kyslíka (ROS) je normálnym fyziologickým procesom v tkanivách a orgánoch zvierat a človeka vrátane semenníkov. Avšak nadmerná tvorba ROS môže byť škodlivá pre spermie a dokonca bola spájaná so samčou neplodnosťou [3]. Pre spermie stavovcov vrátane králikov je typická vysoká miera metabolickej aktivity a sú tiež bohaté na

polynenasýtené mastné kyseliny [4]. To spôsobuje, že sú obzvlášť náchylné na oxidáciu ROS, najmä v stresových podmienkach u ľudí [5], domácich vtákov [6] a tiež králikov [7].

Lippia citriodora, rastlina v čeľadi Verbenaceae, sa vyznačuje prítomnosťou niekoľkých fenolických zlúčenín vrátane flavonoidov, fenolových kyselín, derivátov luteolínu a fenylpropanoidov [8]. Fenylpropanoid, konkrétne verbascoside [2-(3',4'-dihydroxyfenyl) etyl-O-α-L-rhamnopyranozyl-(l-3)-p-D-(4-0-kafioylglukopyranozid]je najviac zastúpená zlúčenina v extrakte *Lippia* [9]. Verbascoside obsahuje ramnózovú skupinu viazanú na glukózu, ktorá pôsobí ako mostík a tiež patrí do rozsiahlej rodiny fenylpropanoidov a vykazuje množstvo biologických aktivít vrátane protizápalovej [10] a antioxidačnej [11].

V tomto predbežnom výskume u Novozélandských bielych králikov sa skúmali efekty *Lippia citriodora* podávaného orálne (s Verbascoside ako hlavným komponentom) na kvalitu spermií králičieho ejakulátu pomocou Computer-assisted semen analysis (CASA).

1 Materiál a metodika

1.1 Opis experimentu a pokusné zvieratá

Všetky experimentálne postupy a manažment zvierat boli vykonané v súlade so Smernicou Európskeho Parlamentu a Rady číslo 86/609/EEC týkajúcej sa ochrany zvierat použitých na experimentálne účely. Králika ako modelové zviera sme si vybrali z dôvodu, že slúži ako dobrý model pre vyhodnotenie účinku látok na kvalitu ejakulátu a plodnosť. Králičí ejakulát môže byť odobraný a fertilitačná schopnosť spermií vyhodnotená pri kontrolovaných podmienkach vďaka procesu umelej inseminácie [12].

Náš *in vivo* pokus trval 90 dní a bol vykonaný na 20 dospelých samcoch novozélandských brojlerových králikov (CVŽV Nitra, Slovenská republika). Zvieratá boli počas experimentu umiestnené v samostatných klietkach vybavených násypkou na kŕmnu zmes a automatickým napájacím systémom a svetelnom režime 16 hodín svetlo a 8 hodín tma (minimálna intenzita svetla 80 luxov). Teplota a vlhkosť boli zisťované digitálnym termografom umiestneným vo výške klietok. Klimatizácia dovolila aby teplota počas celého pokusu zostala konštantná - 18±4 °C. Relatívna vlhkosť vzduchu bola ~70±5%. Testované zvieratá vo veku 20.5±1.5 mesiaca a o hmotnosti 5.30±0.27 kg boli rozdelené do dvoch homogénnych skupín. Prvá, kontrolná skupina (CON; n=10) bola kŕmená dostupným komerčným krmivom a druhá, experimentálna (EXP; n=10) bola kŕmená krmivom s prídavkom *Lippia citriodora* v rozsahu 10 mg verbascosidu (hlavná aktívna zložka) na 1 kg živej hmotnosti. Prírodný extrakt bol poskytnutý od Monteloeder (PLX®23, Monteloeder Ltd, Elche, Španielsko). Zloženie a ingrediencie kŕmnej zmesi je možné vidieť v Tabuľke 1.

Tabuľka 1. Kompozícia kontrolnej (CON) a experimentálnej (EXP) úpravy stravy

Zložka / skupina	CON	EXP
Kukurica cukrová	6.9	6.9
Otruby	20.1	20.1
Jačmeň siaty	11.1	10.4
Sójový šrot	20.4	20.1
Ďatelina	35.0	35.0
Extrakt Lippia	-	1.0
Melasa	3.0	3.0
Soľ	1.0	1.0
Vápenec	2.0	2.0
Premix[1]	0.5	0.5
Celkovo	100	100

[1]Jeden kilogram premixu obsahuje: Vitamín A 12000000 IU, Vitamín D3 220000 IU, Vitamín E 1000 mg, Vitamín B1 1000 mg, Vitamín B2 4000 mg, Vitamín B6 100 mg, Vitamín B12 10 mg, kyselina pantoténová 3.33 mg, Biotín 33 mg, kyselina listová 0.83 g, Zn 11.79 g, Mn 5 g, Fe 12.5 g, Cu 0.5 g, Se 16.6 mg a Mg 66.7g.

1.2 Analýza ejakulátu

Vzorky ejakulátu sme odobrali na nultý, 30 a 60 deň kŕmenia pomocou vyhriatej umelej vagíny. Následne sme vzorky v laboratóriu na Katedre fyziológie živočíchov nariedili fyziologickým roztokom v pomere 1:5. Po spracovaní boli vzorky ihneď analyzované v čase 0, po jednej hodine a po dvoch hodinách inkubácie v termostate pri 37ºC. Pri každom meraní bolo zachytených 7 mikroskopických polí s minimum 300 buniek

Každá vzorka bola umiestnená do Maklerovej počítacej komôrky s hĺbkou 10 µm (Sefi – Medical Instruments, Nemecko) a analyzovaná pomocou systému CASA (Computer – Assisted Sperm Analysis –

analýza pohyblivosti spermií počítačovou technikou) systémom SpermVision (Minitub, Tiefenbach, Nemecko) s mikroskopom Olympus BX 51 (Olympus, Japonsko).

Použitím špeciálneho nastavenia pre králiky boli vyhodnotené nasledovné parametre [13 - 17]:

- koncentrácia spermií (CON 10^6.ml^{-1}),
- objem ejakulátu (ml),
- celková motilita spermií (%, motility>5 µm.s^{-1}),
- progresívna motilita spermií (%, motility>20 µm.s^{-1}),
- DAP (distance of average path, µm) – priemerná vzdialenosť,
- DCL(distance of curved line, µm) –krivočiara vzdialenosť,
- DSL (distance of straight line, µm) – priamočiara vzdialenosť,
- VAP (velocity of averagepath, µm.s^{-1}) – priemerná dráhová rýchlosť
- VCL (velocity of curved line, µm.s^{-1}) – krivočiara rýchlosť
- VSL (velocity of straight line,µm.s^{-1}) – priama rýchlosť
- STR(straightness, VSL:VAP ratio) – priamosť pohybu
- LIN (linearity, VSL:VCL ratio) - priamočiarosť
- WOB (wobble, VAP:VCL ratio) – kmitanie

1.3 Štatistické vyhodnotenie výsledkov

Získané dáta sme štatisticky analyzovali použitím programu Microsoft Excel a štatistického programu SAS 9.1 (SAS Institute Inc., USA) s použitím študentovho t-testu a Scheffeho testu. Štatistická preukaznosť bola stanovená na hodnotu P<0.05, P<0.01 a P<0.001.

2 Výsledky a diskusia

Podávanie extraktu s obsahom verbascoside z *Lippia citriodora*, nespôsobilo žiadne zmeny živej hmotnosti zvierat, nevyvolávala žiadne zjavné klinické príznaky u králikov počas 12-týždňového experimentálneho obdobia. Experimentálne podávanie extraktu však významne ovplyvnilo takmer všetky hodnoty testovaných parametrov spermií (Tabuľka 2 - 4).

Koncentrácia spermií bola významne odlišná (P <0,001) medzi experimentálnou skupinou a kontrolnou skupinou po 4 týždňoch až do konca kŕmneho pokusu (8 týždňov). Experimentálna hodnota sa vrátila späť k normálnym hodnotám v súlade s kontrolnou skupinou 4 týždne po skončení podávania extraktu. Inými slovami, bol zaznamenaný možný negatívny vplyv na tento parameter. Zatiaľ čo na konci obdobia kŕmenia bola v experimentálnej skupine (EXP) pozorovaná významná a nižšia hodnota (P<0,05) objemu spermií v porovnaní s kontrolnou skupinou (CON).

Tabuľka 2. Charakteristika spermií kontrolnej (CON; n=10) a experimentálnej skupiny (EXP; n=10) samcov králikov

Parametre	CON	EXP	P-hodnota[1]
Vlastnosti spermií			
Koncentrácia spermií (x 10^6.ml^{-1})			
Pôvodné	0.99±0.03	1.07±0.09	n.s.
Po 4 týždňoch	0.85±0.05	0.57±0.02	***
Po 8 týždňoch	0.66±0.04	0.37±0.01	***
4 týždne po experimente	0.62±0.07	0.63±0.04	n.s.
Objem ejakulátu (ml)			
Pôvodné	0.78±0.05	0.79±0.03	n.s.
Po 4 týždňoch	0.79±0.01	0.77±0.02	n.s.
Po 8 týždňoch	0.81±0.03	0.74±0.01	*
4 týždne po experimente	0.71±0.01	0.69±0.04	n.s.
Pohyblivé spermie (%)			
Pôvodné	81.97±1.80	83.77±1.43	n.s.
Po 4 týždňoch	90.68±2.69	72.51±2.13	***
Po 8 týždňoch	75.08±2.78	57.93±2.61	***
4 týždne po experimente	75.77±1.23	71.62±1.74	n.s.
Progresívna motilita spermií (%)			
Pôvodné	68.49±1.94	72.17±2.19	n.s.
Po 4 týždňoch	81.82±1.01	51.84±3.07	***
Po 8 týždňoch	60.13±3.81	36.79±3.19	***
4 týždne po experimente	63.33±1.36	58.21±1.62	n.s.

[1] P-hodnota: <0.05 (*); <0.01 (**); <0.001 (***); n.s.= nesignifikantné.

Taktiež kŕmenie králikov sušenými morskými riasami (2%) spôsobilo významný pokles koncentrácie spermií, percenta živých spermií a objemu ejakulátu [18].

Ďalší autori nenašli žiadny vplyv pri použití doplnku stravy s obsahom ľanových semien na objem a koncentráciu spermií u králikov [19]. Akrozóm a kapacitačný status neboli ovplyvnené prítomnosťou ľanového semena v strave.

Parametre motility spermií (pohyblivé spermie a progresívna motilita, Tabuľka 2) boli významne odlišné (P<0,001) medzi kontrolnou skupinou (CON) a experimentálnou skupinou (EXP) po pridaní verbascoside. V skutočnosti po 4 a 8 týždňoch diéty boli hodnoty experimentálnej skupiny (EXP) výrazne nižšie v porovnaní s kontrolnou skupinou (CON), dosahujúc takmer rovnakú hodnotu jeden mesiac po ukončení experimentu.

Napriek tomu, že mechanizmus účinku látok obsiahnutých v týchto rastlinách nebol jasne preukázaný, mohlo by to byť vysvetlené tým že možno očakávať, že vysoké dávky antioxidačných aditív zničia funkčnú integritu akrozómu a mitochondrií spermií, ktoré sú dôležité pre pohyblivosť. Je možné, že nastala inhibícia proliferácie spermatogénnych buniek v epiteli semenotvorných kanálikov, čím sa znížila produkcia spermií [20].

Kontroverzne sa pozorovalo zlepšenie parametrov motility spermií po doplnkovom podávaní kyseliny askorbovej a vitamínu E samostatne a kombinovane u samcov králikov [21].

Parametre vzdialenosti (DAP, DSL, DCL, Tabuľka 3) a parametre rýchlosti (VAP, VSL, VCL, Tabuľka 4) spermií boli významne odlišné (P<0,001) medzi kontrolnou skupinou a experimentálnou skupinou po pridaní verbasocside. V skutočnosti po 4 a 8 týždňoch diéty boli hodnoty experimentálnej skupiny (EXP) výrazne nižšie v porovnaní s kontrolnou skupinou (CON), pričom jeden mesiac po ukončení diéty dosiahli rovnaké ako kontrolná skupina (CON).

Taktiež typ pohybu spermií (STR, LIN, WOB, Tabuľka 4) ukázal štatistický účinok stravy len pre kmitanie (WOB). V skutočnosti suplementácia verbascosidom znížila hodnoty po 4 týždňoch podávania až do konca experimentu.

Motilita, vzdialenostné a rýchlostné parametre a typ pohybu spermií sú dôležitými faktormi pre charakteristiku ejakulátu. Všetky tieto vlastnosti sa podieľajú na schopnosti spermií vystúpiť do reprodukčného traktu, aby sa dostali na miesto oplodnenia, ako aj na samotné oplodnenie. Výsledky tejto práce ukazujú, že ejakuláty z experimentálnej skupiny (EXP) nie sú vhodné na inseminániu v porovnaní s ejakulátmi kontrolných jedincov. Na rozdiel od našich výsledkov zlepšenie charakteristík plodnosti samcov, počas kŕmenia zvierat s prídavkom 2% sušených morských rias po dobu 8 týždňov bolo dokázané [18].

Tabuľka 3. Charakteristika spermií kontrolnej (CON; n=10) a experimentálnej skupiny (EXP; n=10) samcov králikov – vzdialenostné parametre

Parametre	**CON**	**EXP**	**P-hodnota[1]**
Vlastnosti spermií			
DAP[2] (µm)			
Pôvodné	24.92±1.03	24.59±0.84	n.s.
Po 4 týždňoch	26.28±0.47	19.69±1.01	***
Po 8 týždňoch	29.45±0.49	21.50±0.77	***
4 týždne po experimente	26.73±0.62	26.51±0.43	n.s.
DCL (µm)			
Pôvodné	47.72±1.71	49.95±1.16	n.s.
Po 4 týždňoch	52.62±0.80	40.08±1.59	***
Po 8 týždňoch	48.82±1.76	37.41±1.17	***
4 týždne po experimente	57.63±1.23	53.30±1.45	n.s.
DSL (µm)			
Pôvodné	18.06±0.30	17.79±0.28	n.s.
Po 4 týždňoch	19.86±0.94	15.09±0.65	***
Po 8 týždňoch	23.94±0.87	18.44±0.69	***
4 týždne po experimente	19.34±0.56	20.96±0.25	n.s.

[1]P-hodnota: <0.05 (*); <0.01 (**); <0.001 (***); n.s.= nesignifikantné.

[2]DAP: priemerná vzdialenosť; DCL: krivočiara vzdialenosť; DSL: priamočiara vzdialenosť

Tabuľka 4. Charakteristika spermií kontrolnej (CON; n=10) a experimentálnej skupiny (EXP; n=10) samcov králikov – rýchlostné a iné parametre

Parametre	CON	EXP	P-hodnota[1]
Vlastnosti spermií			
VAP (µm.s^{-1})			
Pôvodné	57.75±2.67	50.97±2.37	n.s.
Po 4 týždňoch	60.72±1.40	44.89±1.84	***
Po 8 týždňoch	50.10±1.75	31.80±1.68	***
4 týždne po experimente	61.08±2.64	59.98±2.75	n.s.
VSL (µm.s^{-1})			
Pôvodné	42.47±1.24	41.88±2.08	n.s.
Po 4 týždňoch	46.03±1.82	34.52±1.13	***
Po 8 týždňoch	56.35±2.31	43.99±2.10	**
4 týždne po experimente	44.56±2.54	47.72±1.74	n.s.
Pomer STR			
Pôvodné	0.77±0.01	0.74±0.02	n.s.
Po 4 týždňoch	0.75±0.02	0.68±0.01	n.s.
Po 8 týždňoch	0.67±0.03	0.77±0.04	n.s.
4 týždne po experimente	0.72±0.02	0.74±0.01	n.s.
Pomer LIN			
Pôvodné	0.37±0.01	0.36±0.02	n.s.
Po 4 týždňoch	0.38±0.04	0.33±0.02	n.s.
Po 8 týždňoch	0.40±0.02	0.38±0.01	n.s.
4 týždne po experimente	0.39±0.03	0.41±0.01	n.s.
Pomer WOB			
Pôvodné	0.48±0.01	0.47±0.03	n.s.
Po 4 týždňoch	0.50±0.02	0.44±0.01	*
Po 8 týždňoch	0.56±0.01	0.49±0.02	**
4 týždne po experimente	0.46±0.02	0.48±0.02	n.s.

[1] P-hodnota: <0.05 (*); <0.01 (**); <0.001 (***); n.s.= nesignifikantné.

[2] VAP: priemerná dráhová rýchlosť; VSL: priamočiara vzdialenosť; STR: priamosť pohybu; LIN: priamočiarosť; WOB: kmitanie.

Hoci v našej štúdii nie je stanovená náchylnosť na oxidáciu spermií, mohol by sa predpokladať negatívny účinok extraktu *Lippia citriodora* na lipidovú peroxidáciu, pretože peroxidácia a životaschopnosť spermií sú striktne príbuzné a v našej štúdií bol tento parameter výrazne nižší u samcov králikov ktorí podstúpili úpravu stravy s prídavkom verbascoside. Taktiež bolo dokázané, že verbascoside vykazuje antiproliferačnú aktivitu, prevažne v závislosti od substituentov fenylovej skupiny, ako je kyselina kávová [22],.

Záver

Zameraním práce bolo posúdenie vplyvu verbascoside na parametre ejakulátu – koncentráciu spermií, objem ejakulátu, motilitu, progresívnu motilitu a ďalšie detailné parametre pohyblivosti spermií.

Zistili sme preukazný negatívny účinok experimentálneho orálneho podania verbascoside na koncentráciu spermií po štyroch a ôsmich týždňoch, objem ejakulátu po ôsmich týždňoch, motilitu a progresívnu motilitu po štyroch a ôsmich týždňoch. Verbascoside mal negatívny vplyv ma všetky vzdialenostné parametre po štyroch a ôsmich týždňoch. Po štyroch týždňoch od ukončenia experimentu sa hodnoty vzdialenostných parametrov vrátili na normálnu úroveň (kontrola). Pri hodnotách rýchlostných a iných parametrov sme zaznamenali signifikantný negatívny vplyv na priemernú dráhovú rýchlosť (VAP) po štyroch aj ôsmich týždňoch. Rovnaký vplyv sme zaznamenali aj pri priamočiarej vzdialenosti a kmitaní.

Poďakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-16-0289 a projektom VEGA 1/0539/18.

Použitá literatúra

[1] Eid Y. Z., et al. (2008) World Rabbit Sci. 16, p. 157-164

[2] Clement C.,et al. (2012) Anim Repord Sci. 132(1-2), p. 1-10

[3] Akiyama M., et al. (1999) Nihon Hinyokika Gakkai Zasshi. 90(3). p. 421-8

[4] Castellini C., el al. (2006) Theriogenology. 65(4), p. 703-12

[5] Aitken R.J., (1989) Internat J Androl. 12(2). p. 95-97

[6] Eid Y. Z., et al. (2006) Br Poult Sci. 47(3). p. 350-6

[7] Castellini C., et al. (2000) Anim Reprod Sci. 63(3-4). p. 275-82

[8] Valentao P., et al. (2002) Biol Pharm Bull. 25(10). p. 1324-7
[9] Funes L., et al. (2009) J Chromatogr A. 1216(28). p. 5391-7
[10] Deepak M. a Handa SS. (2000) Phytother Res. 14(6). p 463-5
[11] Pastorelli AA., et al. (2012) Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 29(12). p. 1913-21
[12] Foote RH., Carney EW. (2000) Reprod Toxicol. 14(6). p. 477-93
[13] Paal D., et al. (2017) Reprod Dom Anim. 52(6). p. 1046-51
[14] Casamassima D., et al. (2017) Anim Prod Sci. 57(1). p. 65-73
[15] Krockova J., et al. (2016) Czech J Anim Sci. 61(9). p. 391-406
[16] Adamkovicova M., et al. (2016) Reprod Biol Endocrin. 14. p. 42
[17] Massanyi P., et al. (2008) Slovak J Anim Sci. 41(2). p. 60-66
[18] Okab AB., et al. (2013) J Anim Sci. 91(12). p. 5654-67 ---- X2
[19]Mourvaki E., et al. (2010) Reprod Biol Endocrinol. 8. p. 16
[20] Herbert U., et al. (2005) Anim Res. 54. p. 173-178
[21] Yousef MI., et al. (2003) Anim Reprod Sci. 76(1-2). p. 99-111
[22] Abe F., et al. (2002) Biol Pharm Bull. 25(7). p. 920-2

Vybrané esenciálne oleje a ich antibakteriálny účinok na kmene MRSA

Selected essential oils and their antibacterial effect against strains MRSA

Silvia Porubčanová [1]
Školiteľ: Libuša Lengyelová [2]
[2]Katedra botaniky a genetiky, FPV UKF, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
[1] silvia.porubcanova@student.ukf.sk

Abstrakt
Rezistencia mikroorganizmov *Staphylococcus aureus* na antibiotiká sa stále zvyšuje. Alternatívnym riešením v oblasti medicíny je využitie prírodných produktov, esenciálnych olejov s antibakteriálnym účinkom. Cieľom našej práce bolo najprv vypracovať metodiku vhodnú na zisťovanie baktericídneho efektu troch vybraných esenciálnych olejov, gáfrovníka lekárskeho, čajovníka austrálskeho a dúšky tymiánovej na baktérie *S. aureus* a neskôr použiť túto metodiku na detekciu baktericídneho pôsobenia olejov na kmene MRSA (*S. aureus* rezistentný na methicilin) – pôvodcov veľmi závažných nozokomiálnych infekcií. Sledovali a porovnávali sme antibakteriálny efekt zvolených olejov na MRSA. Výsledky sme zaznamenali do tabuliek a grafov, na vyhodnotenie sme použili štatistickú metódu Anova v MS Excel. Na základe spracovania údajov sme zistili, že najlepší baktericídny efekt spomedzi testovaných olejov vykazoval esenciálny olej (EO) dúška tymiánová. Napokon sme porovnali dvojice olejov medzi sebou štatistickou metódou Anova v MS Excel. Absolútne najsilnejší baktericídny účinok vykazoval EO dúška tymiánová.
Kľúčové slová: *Staphylococcus aureus*, MRSA, rezistencia, esenciálne oleje

Abstract
The resistance of antibiotics to *Staphylococcus aureus* is still increasing. An alternative solution in the field of medicine is the use of natural products, essential oils with antibacterial effect. The aim of our work was first to develop a methodology for the detection of the bactericidal effect of three selected essential oils, gáfrovník lekársky, tea tree and thyme oil on *S. aureus* and later to use this methodology to detect the bactericidal action of MRSA (*S. aureus* resistant to methicillin) - originators of very serious nosocomial infections. We observed and we compared the antibacterial effect of the selected oils on the MRSA. The results of action of essential oil to bacterial *S. aureus* (MRSA) were noticed in charts and graphs and statistic method Anova in Excel was used. Based on data processing, we found that the best bactericidal effect among the tested oils was the essential oil thyme oil. Finally, we compared the pair of oils with the statistical method Anova in MS Excel. Absolutely strongest bactericidal effect, EO has a thyme oil.
Key Words: *Staphylococcus aureus*, MRSA, resistance, essential oils

Úvod

V medicíne môžeme definovať rezistentný mikroorganizmus ako organizmus, ktorý nie je zničený určitou inhibičnou koncentráciou antibakteriálnej látky. Niektoré druhy baktérií nesú prirodzenú odolnosť voči určitým skupinám antiinfekčných liečiv, pretože nemajú cieľové miesto pre antibiotikum, sú pre antibiotikum nepriepustné alebo ju dokážu svojím enzymatickým vybavením inaktivovať. Existujú však mikroorganizmy, ktoré disponujú sekundárnou, získanou rezistenciou. S rýchlym rozvojom širokého spektra antibiotík sa ukazuje, že baktérie majú schopnosť veľmi ľahko si vybudovať rezistenciu na každú novú látku, ktorá sa vyskytne. Veľmi dobrým príkladom je *Staphylococcus aureus*. Stúpajúca rezistencia spojená so spomaleným objavovaním antibiotík v boji voči odolným kmeňom *S. aureus* je vážnou hrozbou pre liečbu život ohrozujúcich infekcií. [1].

Staphylococcus aureus sú grampozitívne koky s priemerom 1 µm, usporiadané jednotlivo alebo v nepravidelných zhlukoch tvaru strapca hrozna. Sú nepohyblivé, netvoria spóry, sú koagulázapozitívne [2]. Ako patogén preniká do tkanív a vyvoláva hnisavé ochorenia kože a adnexy – pyodermie (furunkuly, impetigo, folikulitídy). Krvnou cestou sa môže diseminovať do vnútorných orgánov a spôsobiť

abscesy a empyém. Je príčinou osteomyelitídy, zápalov dýchacích ciest, pneumónie, infekcie očí a závažných sepsí [3]. Zlatý stafylokok zapríčiňuje infekčnú endokarditídu, život ohrozujúce ochorenie bakteriálneho pôvodu až v 25 % [4]. MRSA (methicillin-resistant *S. aureus*) sú kmene, ktoré sú rezistentné na penicilíny (methicillin/ oxacillin) a vykazujú skríženú rezistenciu na všetky betalaktámové antibiotiká. Methicillin ako antibiotikum bolo zavedené v roku 1961 a za necelý rok sa naň vytvorila rezistencia u kmeňov *S. aureus* [5]. Zlatý stafylokok je na jednej strane odolný takmer na všetky antibiotiká, na druhej strane výsledky štúdií ukázali, že je to jeden z najcitlivejších druhov baktérií na esenciálne oleje [6]. EO sú aromatické prírodné tekutiny, nachádzajúce sa v rôznych častiach rastlín, ako v kôre, stonkách, semenách, listoch. Sú súčasťou vnútornej štruktúry aromatických rastlín. Aromatické rastliny produkujúce esenciálne oleje zvyčajne rastú v miernom podnebí, na suchom území alebo v subtropických a tropických oblastiach (s vlhkým podnebím) [7]. Čajovník austrálsky (*Melaleuca alternifolia*) je jeden z najznámejších esenciálnych olejov, pochádza z Austrálie. Čajovníkový olej sa získava parnou destiláciou, z rastliny sa extrahujú listy. Patrí do čeľade *Myrtaceae.* Esenciálny olej je 100% čistý, 100% prírodný bez syntetických molekúl, číry, bezfarebný až svetložltej farby, aromatickej, sviežej vône.

Kvalitný tea tree olej by mal obsahovať najmenej 35 % terpinen-4-ol-u [8]. Má antibakteriálne, antiparazitárne, antimykotické účinky, antisepticky pôsobí pri poraneniach a hnisavých ranách, pomáha pri dýchacích ťažkostiach [9]. Ďalším najpoužívanejším EO je dúška tymiánová (*Thymus vulgaris*). Jedným z najbezpečnejších a najúčinnejších chemotypov je tymian linalool [10]. Z rastliny sa extrahuje kvitnúca vňať. Patrí do čeľade hluchavkovité (*Lamiaceae)*. Dúška tymiánová EO je 100% čistý, 100% prírodný bez syntetických molekúl, číry, bezfarebný až žltkastej farby, ostrej, ale príjemnej korenistej vône [11].

Ďalším EO s antibakteriálnymi účinkami, je gáfrovník lekársky (*Cinnamomum camphora*) pochádza z Madagaskaru. Z rastliny sa extrahujú listy. Patrí do čeľade vavrínovité (*Lauraceae*). Olej je 100% čistý, 100% prírodný bez syntetických molekúl, číry, bezfarebný až žltkastej farby, aromatickej, intenzívnej vône, ľahko gáfor [12].

Esenciálne oleje sú citlivé na UV žiarenie, pričom dochádza k postupnému odparovaniu ich zložiek. Je nevyhnutné ich skladovať v sklených alebo hliníkových nádobách s uzáverom pri teplotách medzi 5 – 40°C [13].

1 Materiál a metódy

Pri našom experimentálnom výskume sme testovali baktericídny efekt esenciálnych olejov gáfrovník lekársky, čajovník austrálsky a dúška tymiánová na kmene rezistentné na methicillin (MRSA). Biochemické zloženie nášho použitého čajovníkového oleja je (zistené plynovou chromatografiou výrobcom): γ-terpinen (21,56%), a-terpinen (10,04%) , terpinolen (3,39%), paramycén (2,02%, nachádzajúci sa v najmenšom množstve v oleji), terpinen-4-ol (41,78%, najväčší podiel z látok v oleji), a-terpineol (2,58%). Biochemické zloženie EO dúška tymiánová, ktorú sme použili v našom experimente, je (zistené plynovou chromatografiou): thymol (46,52%, v najväčšom množstve v oleji), karvakrol (4,60%), linalool (4,03%), paramycén (19,71%), γ-terpinen (10,62%) a myrcén (1,73%). Biochemické zloženie EO gáfrovník lekársky je (zistené plynovou chromatografiou): 1,8-cineol (57, 69%, v najväčšom množstve v oleji), sabinen (15,3%), α-pinén (4,88%), α-terpineol (7,51%) a β-pinén (3,38%).

Mali sme k dispozícii 10 kmeňov MRSA.

Pre každý kmeň *Staphylococcus aureus* sme si pripravili 33 Petriho misiek s 20 ml krvného agaru. Následne sme do krvného agaru pridávali po kvapkách EO gáfrovník lekársky (do 10 platní), čajovník austrálsky (do 10 platní) a dúška tymiánová (do 10 platní) nasledovným spôsobom: prvá platňa s krvným agarom obsahovala 1 kvapku EO, druhá platňa obsahovala 2 kvapky EO a takto sme pokračovali až po desiatu platňu s krvným agarom, do ktorej sme pridali 10 kvapiek EO. Jedenásta platňa s krvným agarom bola kontrola bez oleja. Napokon sme všetky platne nechali stuhnúť.

Vo fyziologickom roztoku sme si pripravili suspenziu skúmaného bakteriálneho kmeňa MRSA o zákale 0,2 McFarlanda (metodika platňovou zrieďovacou metódou na počítanie mikroorganizmov, ktorá sa bežne používa). Potom sme pipetou preniesli 1 ml suspenzie do skúmavky s 9 ml Mueller-Hintonovej bujónu. Pokračovali sme ďalej v riedení, aby sme dosiahli požadované výsledné riedenie 10^{-8}. Výsledné riedenie je potrebné na dosiahnutie dostatočného množstva izolovaných kolónií kmeňa (konečné riedenia bakteriálnych suspenzií sme si stanovili sami po odskúšaní rôznych riedení – na platni by malo byť ideálne od 20 do 100 kolónií). Tento postup sme vykonali so všetkými desiatimi kmeňmi *S. aureus*.

Z takto pripraveného riedenia sme aplikovali 0,2 ml testovaných kmeňov na stuhnutý krvný agar s rôznymi koncentráciami oleja a rovnomerne rozotreli po povrchu. Nechali sme platne inkubovať v termostate pri 37 °C 24 hodín. Po inkubácii sme spočítali vyrastené kolónie kmeňov MRSA v prítomnosti troch testovaných olejov a v kontrolnom krvnom agare bez olejov.

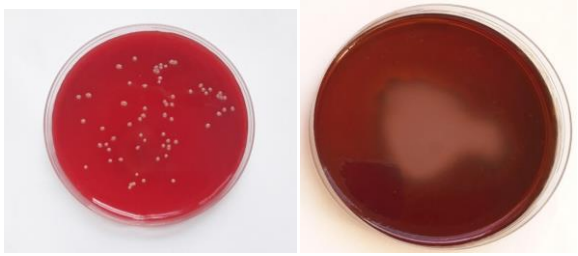
Počty kolónií testovaných kmeňov na krvnom agare v prítomnosti olejov a bez nich sme zaznamenali do tabuliek. Získané údaje sme spracovali v počítačovom programe MS Excel štatistickou metódou Anova, kde sme porovnali účinok dvojíc použitých esenciálnych olejov na kmene MRSA.

2 Výsledky a diskusia

V našej práci sme testovali antibakteriálny účinok troch esenciálnych olejov na kmene MRSA. U každého kmeňa sme spočítavali vyrastené izolované kolónie po aplikácii jednotlivých EO (gáfrovník lekársky, čajovník austrálsky, dúška tymiánová). Vychádzali sme z faktu, že 1ml použitého oleja je 35 kvapiek [14]. Z toho sme si vypočítali objemové % 1 – 10 aplikovaných kvapiek (Tab. 1).

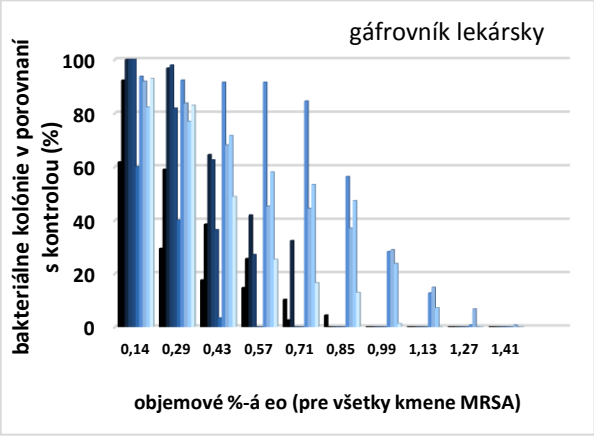
Tab. 1 Použité kvapky EO prepočítané na objemové %-o v krvnom agare

Počet kvapiek EO	Objemové %-o EO	Počet kvapiek EO	Objemové %-o EO
1	0, 14	**6**	0, 85
2	0, 29	**7**	0, 99
3	0, 43	**8**	1, 13
4	0, 57	**9**	1, 27
5	0, 71	**10**	1, 41



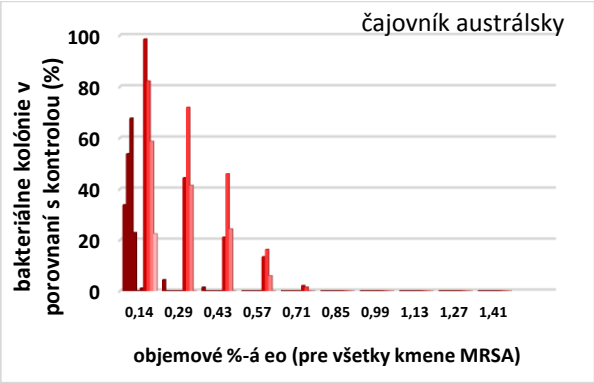
Obr. 1 MRSA č. 1 vľavo bez oleja, vpravo s 2 kv. dúšky tymiánovej (0 kolónií).

Pri testovaní antibakteriálneho účinku gáfrovníka lekárskeho na kmene MRSA sme zistili, že u MRSA kmeňa č. 1 bolo potrebných 7 kvapiek gáfrovníka na elimináciu jeho rastu na Petriho miske s krvným agarom. U kmeňov MRSA č. 2 a 3 sme museli aplikovať na zábranu rastu 6 kvapiek oleja. Na úplnú zábranu rastu kolónií u MRSA č. 4 sme potrebovali 5 kvapiek testovaného oleja. MRSA č. 5 a 6 boli z nich najcitlivejšie, stačili 4 kvapky na zlikvidovanie kolónií na krvnom agare. Naopak, MRSA č. 8 bol najmenej citlivý na použitý olej, pretože ani 10 kvapiek oleja nezabránilo jeho rastu. Na úplné zničenie kmeňa č. 7 bolo treba až 10 kvapiek gáfrovníka, u MRSA č. 9 sme nanášali 9 kvapiek a u MRSA č. 10 8 kvapiek testovaného oleja, aby sme úplne zabránili rastu (Graf 1).



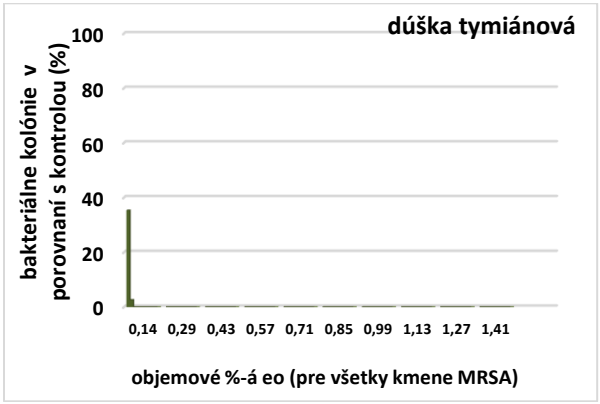
Graf 1 MRSA po použití rôznych koncentrácií EO gáfrovníka lekárskeho

Keď sme testovali čajovník austrálsky na MRSA, zistili sme, že aplikácia 4 kvapiek čajovníka na kmeň č. 1 postačí na úplnú zábranu jeho rastu na krvnom agare.



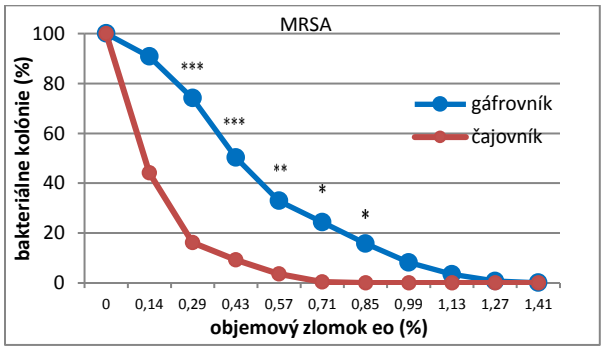
Graf 2 MRSA po použití rôznych koncentrácií EO čajovníka austrálskeho

U MRSA č. 2, 3, 4, 6 a 10 boli potrebné len 2 kvapky oleja na vyhubenie kolónií. Najúčinnejší bol čajovník na MRSA kmeň č. 5, pretože jediná kvapka zabránila rastu kolónií. Na MRSA č. 7 a 8 sme museli aplikovať 6 kvapiek čajovníka, a nakoniec na MRSA kmeň č. 9 sme potrebovali 5 kvapiek oleja zabraňujúcich rastu kolónií (Graf 2).
Po aplikácii EO dúška tymiánová na MRSA kmene sme zistili, že je najúčinnejší zo všetkých troch použitých olejov. U kmeňov č. 1 (Obr. 1) a 2 sme použili iba 2 kvapky oleja, ktoré zabránili rastu na Petriho miske s agarom. Zvyšné kmene MRSA, č. 3 až 10 boli zlikvidované jedinou kvapkou naneseného oleja (Graf 3).



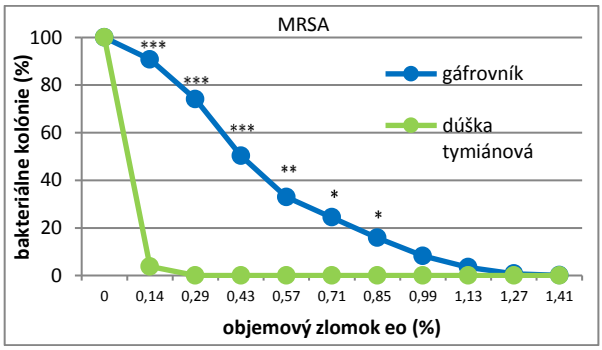
Graf 3 MRSA po použití rôznych koncentrácií EO dúšky tymianovej

Štatistickou metódou Anova v MS Excel sme porovnali antibakteriálny účinok dvojíc esenciálnych olejov navzájom medzi sebou na kmene MRSA a vyhodnocovali sme štatistickú významnosť získaných hodnôt. Naše výsledky sme graficky znázornili v programe MS Excel.



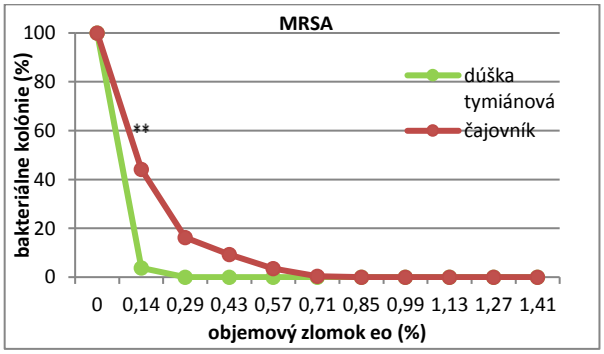
Graf 4 Porovnanie účinku gáfrovníka lekárskeho a čajovníka austrálskeho na MRSA

Pri porovnaní antibakteriálneho účinku EO gáfrovníka lekárskeho a čajovníka austrálskeho na MRSA kmene zistili sme, že pri použití riedenia s 2, 3, 4, 5 a 6 kvapkami je štatisticky významný rozdiel v pôsobení týchto olejov na testované kmene v prospech čajovníka austrálskeho. Najvyšší štatisticky významný rozdiel bol pri riedeniach s 2 a 3 kvapkami (Graf 4).
Ak sme porovnali dvojicu olejov gáfrovník lekársky a dúška tymiánová a ich účinok na MRSA kmene zistili sme, že pri aplikovaní riedenia s 1, 2, 3, 4, 5 a 6 kvapkami bol štatisticky významný rozdiel v účinku olejov na testované kmene znovu v prospech dúšky tymiánovej. Najvyšší štatistický rozdiel bol pri riedeniach s 1, 2 a 3 kvapkami (Graf 5).



Graf 5 Porovnanie účinku gáfrovníka lekárskeho a dúšky tymiánovej na MRSA

Pri sledovaní antibakteriálneho účinku dvojice EO dúšky tymianovej a čajovníka austrálskeho na MRSA kmene pri aplikácii 1. koncentrácie (s 1 kvapkou) sme detekovali štatisticky významný rozdiel v pôsobení testovaných olejov opäť v prospech dúšky tymiánovej.



Graf 6 Porovnanie účinku dúšky tymiánovej a čajovníka austrálskeho na MRSA

Pri ostatných koncentráciách sme štatistický rozdiel nezistili (Graf 6).

Metodika použitá v našej experimentálnej práci bola založená na aplikácii kvapiek troch vybraných esenciálnych olejov vmiešaním do krvného agaru a následným počítaním vyrastených kolónií testovaných kmeňov pri 1 až 10 kvapiek. Existujú však štúdie založené i na testovaní citlivosti kmeňov klasickým diskovým difúznym testom a tiež citlivosti na výpary esenciálnych olejov. Aj to sú metódy, ako testovať reakciu MRSA na antibakteriálny vplyv čajovníka a rozšíriť tak jeho využitie v oblasti medicíny.

Podobne ako i my, aj Edward-Johnes et al. zistili, že čajovník austrálsky má antibakteriálny účinok na *S. aureus* [15]. Tiež Thompson et al. zistili, že EO čajovník austrálsky likviduje u kolonizovaných pacientov MRSA kmene [16]. A takisto podobnou štúdiou sa potvrdilo, že čajovník skutočne likviduje kmene *S. aureus* [17]. Metódou vyparovania esenciálnych olejov, vedci zistili, že výpary EO dúšky tymianovej tiež eliminujú rast *S. aureus*. Príčina je v tom, že tento olej obsahuje účinnú látku thymol, ktorý deštruuje bakteriálne bunky [6]. Podobné štúdie sú známe i z Univerzity vo Philadelphii, kde zistili, že dúška tymiánová likviduje kmene MRSA [18]. Iní vedci zistili, že dúška tymiánová obsahujúca účinný thymol má najsilnejšie antimikrobiálne účinky [19]. To sa potvrdilo aj u nás spomedzi troch testovaných EO. Vedci z Dental Investigations Society testovali metódou MIC dúšku tymiánovú a čajovník austrálsky a dospeli k tomu, že pôsobia antibakteriálne na orálne patogény vrátane *S. aureus* [20]. Vedci z Microbiology Society zasa testovali biofilm produkovaný MRSA a zistili, že je eradikovaný aplikáciou EO čajovníka lekárskeho [21].

Záver

Vypracovali sme metodiku vhodnú na testovanie antibakteriálneho efektu troch vybraných esenciálnych olejov na *S. aureus* - na kmene rezistentné na methicilin.

Pri testovaní antibakteriálneho účinku EO na kmene MRSA sme dospeli k záveru, že na úplné zlikvidovanie MRSA kmeňa č. 8 nestačilo ani 10 kvapiek EO gáfrovníka lekárskeho, na rozdiel od EO dúška tymiánová, kedy stačili 2 kvapky tohto oleja na úplné zneškodnenie MRSA. EO dúška tymiánová vykazovala zo všetkých troch olejov najlepší baktericídny efekt. Nakoniec sme štatistickou metódou Anova v MS Excel porovnaním antibakteriálneho účinku dvojíc esenciálnych olejov na MRSA zistili, že z dvojice EO gáfrovníka lekárskeho a čajovníka austrálskeho pri testovaní na MRSA kmene bol štatisticky významný rozdiel opäť v prospech čajovníka pri viacerých riedeniach (s 1, 2, 3, 4, 5 a 6 kvapkami). Pri porovnaní dvojice EO gáfrovníka lekárskeho a dúšky tymiánovej bol najvyšší štatisticky významný rozdiel v ich účinku pri MRSA v prospech dúšky tymiánovej pri použití riedení s 1, 2 a 3 kvapkami olejov. Pri porovnaní poslednej dvojice olejov, dúšky tymiánovej a čajovníka austrálskeho na MRSA kmene sme zaznamenali štatisticky významný rozdiel pri aplikácii 1. koncentrácie (1 kvapka) v prospech dúšky tymianovej.

Z našej experimentálnej práce vyplýva, že z použitých troch EO najlepší baktericídny účinok na kmene *Staphylococcus aureus* vykazoval EO dúška tymiánová a EO čajovník austrálsky.

Rezistencia mikroorganizmov na antibakteriálne látky neustále rastie a z tohto dôvodu sa javí alternatívna možnosť liečby ochorení spôsobených *Staphylococcus aureus*, a to využitie prírodných produktov, esenciálnych olejov s antibakteriálnym účinkom, ktoré ako sme otestovali, dokážu eliminovať infekčný agens, a tak zabrániť jeho rozmnožovaniu.

Na základe výsledkov našich experimentov sme dospeli k záveru, že i použitie EO ako alternatívne riešenie by bolo vhodným dnes v čase tzv. „postantibiotickej éry“ na spomalenie zvyšovania a šírenia rezistencie *S. aureus* na antimikrobiálne látky, ktorého príčinou je veľmi časté podávanie antibiotík v nemocničných, ale i ambulantných zariadeniach s negatívnym dopadom na ľudský organizmus.

Vo veterinárnej medicíne sa EO už používajú. Pri použití u ľudí treba vziať do úvahy i opačné hľadisko, a to, že EO sú veľmi, veľmi koncentrované rastlinné chemické látky, ktoré môžu byť vo vysokých koncentráciách aj toxické. Je potrebné preto preskúmať aj toxicitu na ľudský organizmus a potom určiť presnú koncentráciu vhodnú na podávanie. Doteraz sa EO používajú hlavne zvonka alebo difúziou inhaláciou. Napr. gáfrový či eukalyptový olej nájdeme v komerčných liekoch proti kašľu a mastiach na svalové bolesti.

Poďakovanie

Chcela by som sa touto cestou poďakovať mojej školiteľke RNDr. Libuši Lengyelovej, PhD. za odborné vedenie pri uskutočňovaní mojej práce, za veľmi cenné rady, trpezlivosť a ochotu kedykoľvek pomôcť.

Použitá literatúra

[1] Goering R., Dockrell H., Zuckerman M, Roitt I., Chiodini P. (2016) Mimsova lékařská mikrobiologie. Triton, Praha, p. 463
[2] Votava M., (2003) Lékařská mikrobiologie speciální. Neptun, Brno, p. 99
[3] Votava M., Ondrovčík P. (2002) Vybrané kapitoly z klinické mikrobiologie. Brno, p. 20
[4] Klener P. et al. (2011) Vnitřní lékařství. Grada, Praha, p. 293
[5] Vaculíková H. (2011) Výskyt meticilin-rezistentních kmenů Staphylococcus *aureus* ve FN Hradec Králové v letech 2008-2010. (Diplomová práca) Farmaceutická fakulta, Karlova Univerzita, Praha
[6] Nedorostova L., Kloucek P., Urbanova K. et al. (2011) Flavour and Fragrance Journal. 26, p. 403
[7] Hardingová J. (2016) Esenciální oleje od A do Z. Metafora, Praha, p. 14
[8] Aroma - Zone [Citované: 6. Február 2018] <https://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/huile-essentielle-tea-tree-arbre-a-the-aroma-zone>
[9] Éterické oleje [Citované: 6. Február 2018] <https://www.karelhadek.eu/uvod-2/katalog/etericke-oleje>
[10] Aromaterapie [Citované: 6. Február 2018] <https://www.karelhadek.eu/upload/journal/files/Aromka_2_2011.pdf>
[11] Aroma - Zone [Citované: 6. Február 2018] <https://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/huile-essentielle-thym-thymol-aroma-zone#quality_characteristics>
[12] Aroma – Zone [Citované: 6. Február 2018] <https://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/huile-essentielle-camphrier-aroma-zone#quality_characteristics>
[13] Esenciálne oleje [Citované: 7. Február 2018] <https://esencialneoleje.sk/esencialne-oleje/>
[14] Aroma – Zone [Citované: 12. Február 2018] <https://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/huile-essentielle-tea-tree-arbre-bio-aroma-zone?page=library>
[15] Edward-Jones V., Buck R., Schawcross S. G. et al. (2004) Burns 30, p. 772
[16] Thompson G., Blackwood B., McMullan R. et al. (2008) BMC Infect Dis. 2008, 8, p. 161
[17] Carson Ch. F., Brian J. Mee, B. J., Riley, T. V. (2002) Antimicrob Agents Chemother 46(6), p. 1914
[18] Boardman R., Smith, R. A. (2016) American Journal of Essential Oils and Natural Products. 4(2), p. 17-22
[19] Kalemba D., Kunicka A. (2003) Current Medicinal Chemistry. 10 (10), p. 813-29
[20] Thosar N. et al. (2013) European Journal of Dentistry. 7, p. 71-77
[21] Brady A. et al. (2006) Journal of medical Mikrobiology. 55, p. 1375-1380

Výber z metód osteometrického výskumu v archeozoológii

Selection of osteometric methods used in archaeozoology

Zuzana Uhlárová[1]
Školiteľ: Janka Schlarmannová[1]
[1]Katedra zoológie a antropológie, FPV UKF Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
[1] zuzana.uhlarova@student.ukf.sk

Abstrakt
Spolužitie ľudí so zvieratami prešlo v priebehu času veľkými zmenami, ktoré môžeme pozorovať napríklad aj na nálezoch zvieracích pozostatkov. Ich výskumom sa zaoberá archeozoológia. Vzťah človeka a psa bol však vždy trochu špecifický. Predpokladá sa, že jeho predchodca – vlk, bol na rozdiel od iných zvierat domestikovaný za účelom ochrany, pomoci pri love či domáceho spoločníka. V menšej miere sa vyskytujú doklady o jeho konzumácii, či rituálnych obradoch pri ktorých slúžil ako obetina.

Táto práca prezentuje najčastejšie osteometrické metódy archeozoologického výskumu demonštrované na recentnej kostre psa z referenčnej zbierky AÚ SAV. Kostrové pozostatky stavovcov sú cenným zdrojom informácii o druhovej skladbe, vzhľade, živote či smrti zvierat v minulosti. Z rôznych metód sme pre účel tejto práce vybrali systém meraní podľa Drieschovej [1], a výpočty telesných preferencií podľa Harcourta [2], Chrószcza [3], Onara [4] a odhad veku na základe poznatkov od Zoetisovej [5].

Kľúčové slová: archeozoológia, osteometria, kostrové pozostatky, *Canis familiaris*

Abstract
Over time the coexistence of humans and animals has gone through a lot of changes, which can be observed also on the animal remains findings. Their research is concerned with archaeozoology. However, the relationship of a human and a dog has always been a bit specific. It is assumed, that its predecessor – wolf, was unlike the other animals domesticated for the purpose of protection, help with hunting or as a home companion. To a lesser extent, there are records of its consumption or the ritual ceremonies for which he served as sacrificial offering.

This paper presents the most common osteometric methods of archaeozoological research demonstrated on the recent skeleton of a dog from the reference collection of AU SAV. Skeletal remains of vertebrates are a valuable source of information about species composition, appearance, life or death of animals in the past. From various methods, for the purpose of this paper we have selected the system of measurement by A. von Den Driesch [1], the calculations of body preferences according to Harcourt [2], Chrószcz [3], Onar [4] and the age estimation based on the knowledge of Zoetis [5].

Key Words: archaeozoology, osteometry, skeletal remains, Canis familiaris

Úvod

Archeozoológia je pomerne mladý, no progresívny vedný odbor, ktorý sa zaoberá vzťahmi ľudí a zvierat v priebehu vekov. Primárnymi prameňmi sú kostrové pozostatky, nájdené pri archeologických výskumoch. Archeozoologické poznatky dotvárajú obraz spôsobu života našich predkov. Pomáhajú charakterizovať vtedajšiu spoločnosť, ich mentalitu, spôsob hospodárenia so zvieratami, taktiež približuje ich potravu, spôsob lovu či dokonca prítomnosť zvierat ako „domácich miláčikov".

Znalosť anatómie a morfológie živočíchov je nevyhnutným predpokladom pre správne určenie jednotlivých druhov na základe ich kostier, ktoré sú často nekompletné. Kostrové nálezy ponúkajú, okrem druhového zastúpenia zvieracej populácie, aj ďalšie cenné informácie. Získavame ich buď pozorovaním alebo pomocou špecifických meraní na kostre a následných prepočtov. Týmto spôsobom vieme približne určiť napríklad druh, pohlavie zvierat, ich výšku, hmotnosť či približný vek v čase smrti.

Na základe ďalšieho skúmania môžeme predpokladať taktiež podmienky, v ktorých zviera žilo, akými ochoreniami trpelo alebo akým spôsobom uhynulo.

1 Úvod do problematiky archeozoológie

Archeozoológia je veda zaoberajúca sa zvieracími pozostatkami z archeologických nálezísk. Jej cieľom je pochopiť vzťah medzi ľuďmi a ich prostredím, predovšetkým zvieracou populáciou. Táto veda je charakteristická svojím širokým interdisciplinárnym

charakterom, preto je náročné ju popísať tak, aby boli pokryté všetky jej aspekty. Táto rozmanitosť však umožňuje aplikovať množstvo konceptov a metód na skúmanie pozostatkov, či už biologických, ekologických alebo antropologických [6].

Počiatky archeozoológie siahajú do 19. storočia, kedy sa v rámci geológie objavujú prvé štúdie zamerané na kostrové zvyšky zvierat. Prvé profesionálne štúdie pochádzajú až z prelomu 19. a 20. storočia [7].

Dovtedy sa zvieracím kostiam v archeológii nevenovala veľká pozornosť, často sa ani nezaraďovali k nálezom. Postupom času ich vedci začali považovať za cenný zdroj informácii, hlavne antropologického a environmentálneho charakteru [8].

V našich končinách sa archeozoológia spája hlavne s menom zoológa Cyrila Ambrosa, ktorý pôsobil na AU SAV a vypracoval prvé teoreticko-metodické postupy na našom území. Štafetu po ňom prebral veterinárny lekár Marián Fabiš, ktorý sa venoval hlavne paleopatológii, a v súčasnosti je výskum vedený archeozoologičkou Zorou Bielichovou [7].

K primárnym prameňom archeofauny v rámci našej geografickej oblasti patria najmä kosti a zuby stavovcov, schránky mäkkýšov, škrupiny vajec, prípadne šupiny rýb. Najčastejším objektom výskumu sú teda tvrdé živočíšne tkanivá, čo súvisí s ich schopnosťou dlhodobo odolávať rozkladu aj za nepriaznivých podmienok prostredia. V určitých prípadoch sa môžu zachovať aj mäkké zvieracie tkanivá, ako koža, chlpy, vlasy – napríklad v rašelinisku, zamrznutej pôde alebo v ľade. Premenou zvyškov organických tiel na fosílie sa zaoberá samostatná vedná disciplína patriaca pod paleontológiu – tafonómia [7].

Práve pre výskum kostrových pozostatkov je niekedy archeozoológia zamieňaná za osteológiu, ich náplň sa však nezhoduje.

Osteológia je podrobná náuka o ľudských aj zvieracích kostiach. Detailne študuje štruktúru kostí, kostrové elementy, zuby, ich vývoj, funkcie, patológie či proces osifikácie [9]. Archeozoológia na rozdiel od toho študuje všetky pozostatky zvierat, okrem kostí aj iné tvrdé tkanivá, napríklad spomínané škrupiny či schránky mäkkýšov, ale aj zvyšky chrupiek, srsti alebo kože [7].

Štúdium zvieracích zvyškov si vyžaduje kvalitný biologický základ, bez toho je akýkoľvek výskum zaťažený vysokou mierou chyby. Archeozoológia je založená na interpretácii poznatkov z anatómie, morfológie či osteológie. Osteológia je pododborom anatómie a v rámci archeozoológie je využívaná na identifikáciu pozostatkov stavovcov s ohľadom na druh jedinca, vek, pohlavie, rast a vývin, patologické javy alebo spôsob smrti. Osteologické poznatky sú zase predpokladom pre realizáciu analytických postupov – kraniometrie a osteometrie. Práve adaptovaním metodík, ktoré boli pôvodne určené pre antropologický výskum ľudskej kostry, na tú zvieraciu sa zvýšilo množstvo informácii, ktoré dokážeme zistiť z kostry, prípadne jej fragmentov.

Meraním kostry sa zaoberá osteometria. Merania sa vykonávajú pomocou tzv. osteometrických bodov, čo je ustálený systém miest, z ktorých sa miery odoberajú. Tým pádom sa odobraté miery dajú porovnať medzi rôznymi exemplármi.

V rámci archeozoológie bolo vypracovaných viacero systémov odoberania mier. Najpoužívanejším je Sprievodca mierami zvieracích kostí od Drieschovej, ktorý podrobne a názorne popisuje spôsob odoberania mier lebky aj celého postkraniálneho skeletu a zubov [1].

Kostra je primárnym prameňom informácii, ktoré archeozoológia sleduje v archeologickom kontexte s ohľadom na nálezovú situáciu a všetky okolnosti. Ak je napríklad jedinec nájdený v odpadovej jame, predpokladá sa, že v nej nebol pietne uložený, ale iba odstránený ako odpad. Naopak pochovanie v anatomickej polohe svedčí pravdepodobne o bližšom vzťahu.

Niektoré informácie získavame pozorovaním kostry. Všímame si napríklad farbu, ktorá môže indikovať pôsobenie ohňa. Ľudské zásahy do kostí ako záseky, sečné rany či stopy po zuboch alebo zlomeniny, ktoré môžu prezrádzať spôsob smrti. Štruktúra jednotlivých kostí, stupeň ich osifikácie alebo stav chrupu prezrádza zase vek jedinca [6]. Ďalej môžeme pozorovať rôzne výrastky, anomálie či patológie, ktoré ďalej skúma paleopatológia [10].

Najvýznamnejším porovnávacím faktorom v rámci variability populácie zvierat je ich výška v kohútiku. Sú známe korelácie napríklad medzi výškou jedinca a dĺžkou dlhých kostí, alebo rozmerom lebečnej dutiny [2],[3]. Taktiež boli popísané súvislosti medzi obvodom dlhých kostí a hmotnosťou jedinca [4]. Niektoré z týchto metód majú široké použitie, iné sa dajú použiť len pri konkrétnom druhu. Všetky nám však pomáhajú charakterizovať rolu zvierat vo vtedajšej spoločnosti.

2 Materiál a metódy

Vybrané metódy archeozoologického výskumu sme sa rozhodli demonštrovať na kostre psa, ktorá je súčasťou porovnávacej zbierky AU SAV a vieme o nej,

že je kompletná. Pes bol vždy považovaný viac za pomocníka pri love či domáceho spoločníka ako za súčasť potravinového reťazca. Človek už v minulosti aktívne vplýval na jeho vzhľad či už domestikáciou alebo prvotnými pokusmi o kríženie. V dnešnej dobe poznáme obrovské množstvo plemien, no mnoho z nich sa na svojho genetického predka – vlka, *Canis lupus* – podobá len veľmi málo.

Kostra, s ktorou sme pracovali pochádza ešte zo zbierky M. Fabiša, a vieme o nej, že neprislúcha žiadnemu konkrétnemu plemenu, ale krížencovi neznámych plemien väčšieho vzrastu. Pohlavie vieme jednoznačne určiť na základe prítomnosti kosti penisu, ktorá v tomto prípade absentuje, čiže ide o samičku. Kostra psa v tomto prípade nie je popísaná podrobne anatomicky, viac sa upriamuje pozornosť na možné plemenné rozdiely na jednotlivých kostiach.

Kostra sa systematicky delí na kostru osovú a kostru končatín. Osovú kostru tvorí kostra hlavy, chrbtica, rebrá a hrudná kosť. Kostra končatín sa delí na kostru pletenca a voľnej končatiny. Kostra psa má približne 271 – 282 kostí, do tohto počtu však nerátame orgánové kosti ako sluchové kostičky alebo kosť penisu. Podľa tvaru delíme kosti na dlhé, krátke, ploché a pneumatické. Najviac informácii získavame z kostí dlhých. Každá dlhá kosť sa skladá z tela – diafýzy a rozšírených koncov – epifýz [11]. Zrastenie týchto častí značí ukončenie rastu a vývinu jedinca, a teda je znakom dospelosti [8].

Chrbtica psa sa skladá zo 7 krčných stavcov, 13 hrudníkových a 7 bedrových. Za nimi nasleduje krížová kosť, zrastená z 3 krížových stavcov. Na krížovej kosti pozorujeme prvé plemenné rozdiely. Kým u väčšiny dog a buldogov prevláda šírka kosti nad dĺžkou, u loveckých psov a pinčov sú rovnaké a chrty majú krížovú kosť viac dlhšiu než širšiu. Počet chvostových stavcov je okolo 23, stavce sa postupne zjednodušujú. Pes má 13 párov rebier, z toho 9 párov pravých spojených s hrudnou kosťou a 4 páry nepravých, ktoré končia voľne v svalovine [11].

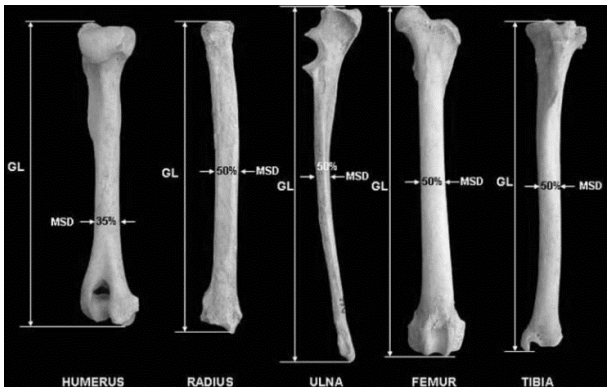
Kostra hlavy je zložená z párových aj nepárových kostí, ktoré okrem sánky a jazylky tvoria nepohyblivý celok. Lebku delíme na mozgovú a tvárovú časť. Podľa tvaru lebky môžeme rozdeliť psy do dvoch skupín: Dlholebkové (dolichocephalus) – chrt, ovčiak, bernardín – s úzkou a dlhou lebkou, širokým čelom a prevládajúcou tvárovou časťou a krátkolebkové (brachycephalus) – mops, kokeršpaniel, ratlík – s krátkou a širokou lebkou a guľovitou mozgovou časťou. Stred medzi týmito plemenami tvoria plemená mezocefalické – napríklad jazvečík, baset, pinč. Šľachtením vznikli aj nové formy, napríklad skrátila sa čeľusť a rezáková kosť, dĺžka sánky však zostala zachovaná – buldog, boxer [12].

Plemenné rozdiely na dlhých kostiach korešpondujú s celkovým vzhľadom tela. Mohutné telo spravidla znamená kratšie a hrubšie kosti, vysoké štíhle telo zase kosti dlhé, úzke a podobne. Plemená ako doga, buldog a mastif majú krátku panvu, kosti sú hrubé, krátke a široké. Chrt, jazvečík a mopslík zase pretiahnutú, kosti sú úzke a dlhé. Lovecké psy tvoria stred medzi týmito extrémami [11].

Pozorovaním sme na kostre nenašli žiadne sečné alebo bodné rany, zlomeniny či iné patológie. Kostra bola slonovinovej farby, na rozdiel od tých, ktoré sú pri rozklade vystavené prírodným podmienkam. Po prezretí kostry sme pristúpili k meraniam.

Pre zistenie výšky psa v kohútiku (H) sa najčastejšie používa Harcourtova metóda [2], ktorá premieta dĺžku dlhých kostí do celkovej výšky. Pre každú kosť sa používa iný vzorec no pracujú na rovnakom princípe. Celková nameraná dĺžka kosti sa označuje GL (greatest lenght). Jej hodnota v milimetroch je vynásobená faktorom určeným pre danú kosť. K tejto hodnote je pripočítaná alebo odpočítaná hodnota koeficientu. Pre tento výpočet je možné použiť celkovú dĺžku ramennej, vretennej, lakťovej, stehennej kosti alebo píšťaly. Výsledkom je približná výška zvieraťa v kohútiku udávaná v milimetroch. Ako príklad je uvedený vzorec určený pre píšťalu (tibia) [2].

$$H_T = (2{,}92 * GL) + 9{,}41 \qquad (1),[2]$$

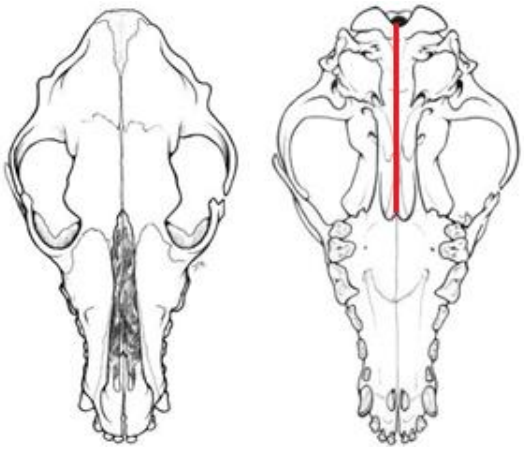


Obr. 1 Ukážka meraní hodnoty GL na dlhých kostiach
Zdroj: [13]

Novšia metóda odhadu výšky vznikla pod vedením Chrószcza [3] a popisuje korelácie medzi vnútorným rozmerom kraniálnej dutiny (Ethmoideum Basion) a výšky zvieraťa v kohútiku. Dĺžka kraniálnej dutiny (D) sa u psov meria medzi osteometrickými bodmi B

(Basion) a St (Staphyilion*)* pri ventrálnom pohľade. Táto hodnota sa dosadí do vzorca pre výšku (H). Výsledok rovnice predstavuje odhad výšky v centimetroch [3].

$$H = (1{,}016 * D) - 31.2 \qquad (2), [3]$$



Obr. 2 Miera Ethmoideum Basion (červenou)
Zdroj: [3]

Odhad hmotnosti psov popisuje metóda podľa Onara [4], ktorá pracuje s obvodmi ramenných a stehenných kostí v ich najtenšom mieste (SD). Obvod stehennej kosti (f) sa meria v jej strede a obvod ramennej kosti (h) odoberáme v jednej tretine dĺžky z jej distálneho konca. Miery dosadíme do vzorcov. Výsledkom je približná hmotnosť jedinca v kilogramoch.
Vzorec pre stehennú kosť:

$$W = 10^{(2{,}88*\log(f))-3{,}4} \qquad (3), [4]$$

Vzorec pre ramennú kosť:

$$W = 10^{(2{,}47*\log(h))-2{,}72} \qquad (4), [4]$$

Pre odhad veku zvieraťa sa používajú rôzne metódy, v tomto prípade sme zvolili pozorovania osifikácie epifýz dlhých kostí [5]. Táto metóda je vhodná hlavne pri mladších jedincoch, kedy ešte môžeme pozorovať jednotlivé štádiá osifikácie. Pri dospelcoch sa odporúča takýto odhad doplniť aj o iné metódy, napríklad obrus zubov. My sme si pre odhad vybrali ramennú kosť, okrem tej je možné použiť aj stehennú kosť alebo sánku. V rámci postnatálneho rastu a vývinu kostí sa zameriavame na jednotlivé časti ramennej kosti, či sa vôbec objavujú a ak, tak stupeň ich osifikácie.

Hlava proximálnej epifýzy sa objavuje už počas 1-2 týždňa avšak prirastá až vo veku 10-12 mesiacov. Na distálnej epifýze sa mediálny a laterálny kĺbový výbežok objavuje v priebehu 2-3 týždňa a osifikuje okolo 6-9 týždňa. Epikondyl sa vyskytuje od 5-9 týždňa a osifikuje približne v 4-6 mesiacoch. Celá distálna epifýza kompletne osifikuje v 6-8 mesiacoch [5]. Skúmaný jedinec mal na ramennej kosti prítomné všetky sledované znaky, distálne epifýzy boli kompletne osifikované. Proximálna epifýza bola kompletná, ale bolo vidno osifikačnú ryhu medzi telom kosti a hlavicou kĺbu, z čoho usudzujeme že jedinec uhynul vo veku okolo 10 mesiacov.

3 Výsledky a diskusia

Po oboznámení sa s archeozoológiou ako vedou a ostelógiou ako jej neoddeliteľnou súčasťou, sme pomocou zvolených meraní demonštrovali niektoré z metód osteometrického výskumu.
Na základe absencie kosti os penis považujeme skúmaného jedinca za sučku. Údaj o výške psa v kohútiku je významný z hľadiska pozorovania variability tohto druhu. Pomocou Harcourtových výpočtov sme získali výšku jedinca z dĺžok všetkých dostupných kostí. Hodnoty sa pohybovali v rozmedzí od 58,6 – 61,1 cm (Tab. 1). Nižšiu hodnotu – 54,6 cm nám poskytol výpočet podľa Chrószcza [3], na základe rozmeru kraniálnej dutiny. Po spriemerovaní všetkých hodnôt môžeme povedať, že pravdepodobná výška bola okolo 57 cm. Odobraté miery stehnových aj ramenných kostí sme použili pri výpočte hmotnosti jedinca (Tab. 2). Pri použití ramennej kosti sme získali menšiu hmotnosť, v priemere 39,3 kg. Stehnová kosť viedla k vyšším hodnotám, hlavne pravý femur indikoval až hmotnosť 49,4 kg. Táto nepresnosť mohla byť zapríčinená chybou merania. V konečnom dôsledku je odhadovaná hmotnosť jedinca 43 kg, čo je priemer všetkých získaných hmotností.
Vek jedinca sme určili na základe stupňa osifikácie hlavice ramennej kosti na približne 10 mesiacov.
Každé meranie sme opakovali trikrát pre väčšiu objektivitu, a podrobili sme ním pravé aj ľavé kosti končatín. V ďalších výpočtoch sme pracovali s aritmetickým priemerom nameraných hodnôt. Pre vretennú kosť sme odobrali jednu mieru navyše, v tabuľke 1 sa nachádza pod skratkou Radius SD (smallest breadth of diaphysis) a označuje najužšie miesto na diafýze vretennej kosti, spolu s údajom Radius GL (greatest lenght) slúži na porovnanie stavby tela skúmaného jedinca s recentnými plemenami. Toto porovnanie vykonávame na základe grafu od

Nohálovej [14], ktorý demonštruje korelácie medzi šírkou a dĺžkou vretennej kosti u recentných plemien a porovnáva ich s nálezom pohrebu psa z Prahy – Zličína [14]. Poloha nami sledovaného jedinca je v ňom len orientačne zaznačená.

Výsledky výpočtov výšky v kohútiku sa celkom nezhodujú, no ich rozdiel je pomerne malý, líšia sa o hodnotu 5,3 cm. Oba zaraďujú skúmaného jedinca k vysokým a pomerne mohutným psom, podľa Obr. 3 je najbližšie dnešnému boxerovi.

Záver

Použitím osteometrických metód sa nám podarilo priblížiť vzhľad skúmaného jedinca *Canis familiaris* na základe jeho kostry.

Zistili sme že ide sučku, ktorá mala v čase uhynutia približne 10-12 mesiacov, v kohútiku merala okolo 57 centimetrov a vážila približne 43 kg.

Takouto analýzou nálezového súboru zvieracích kostí získavame informácie o spôsobe života človeka vo vzťahu k zvieratám z dávnej minulosti. Nálezová situácia by nám prezradila aj ďalšie informácie, no v tomto prípade absentuje. Fenomén psích hrobov, však svedčí o blízkom vzťahu človeka a psa už od dávnych vekov.

Poďakovanie

V prvom rade by som sa chcela poďakovať svojej školiteľke doc. PaedDr. Janke Schlarmannovej, PhD. za pomoc, dôveru a trpezlivosť, Mrg. Zore Bielichovej a Mgr. Kataríne Šimunkovej za cenné rady, sprístupnenie a priblíženie referenčnej zbierky.

Použitá literatúra

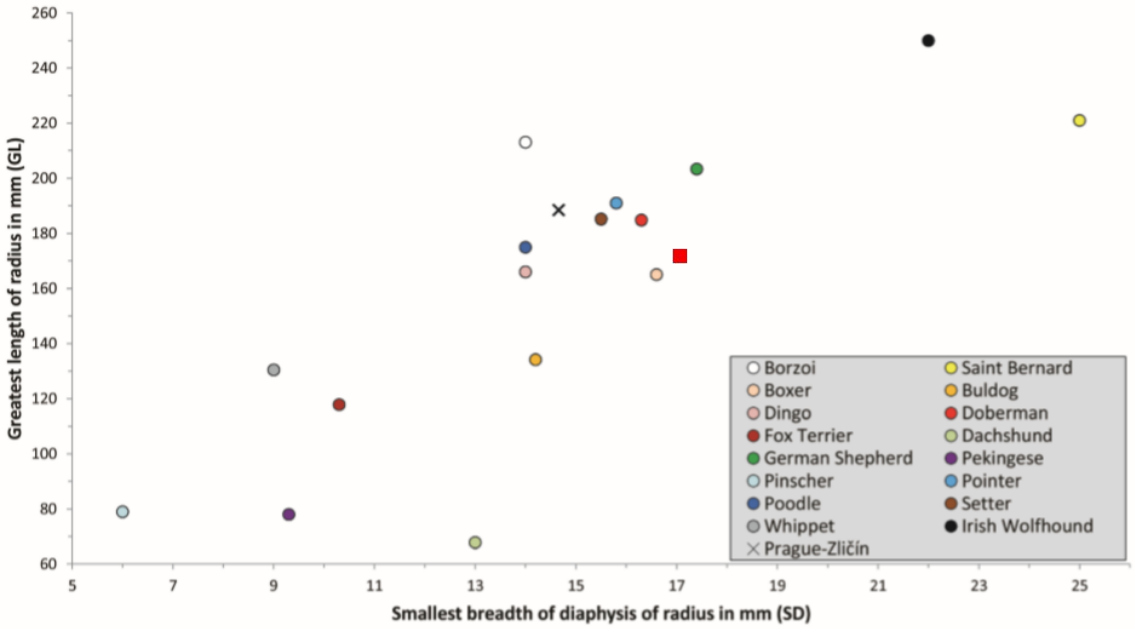
[1] Driesch von den A (1976) A Guide to the measurement of animal bones from archaeological sites, Peabody Museum Press, Cambridge, p. 42
[2] Harcourt R. A. et. al. (1974), Journal od Archaeological Science, vol.1, p. 151
[3] Chrószcz A. et al. (2007) Anat. Histol. Embryol., 36, p. 269
[4] Onar V. (2005) Turk. J Anim Sci., 29, p. 495
[5] T. Zoetis et al (2003) Birth Defects Research part B: Developmental and Reproductive toxicology, 68:86–110, p. 94
[6] Reitz E. J., Wing E. S. (1999) Zooarchaeology, Cambridge University Press, Cambridge, p. 11
[7] Bielichová Z. (2013) Archeozoológia In: Bujna J., Furmánek V., Wiedermann E. et. al. (ed.) Staré Slovensko 1 - Archeológia ako Historická veda, AÚ SAV, Nitra, p. 81
[8] Ruscillo D. (2014) Zooarchaeology: Methods of Collecting Age and Sex Data In: Caire Smith (ed.) Gobal Encyclopedia of Archaeology, Springer Science, New York p. 8000
[9] White T. D. et. al. (2011) Human Osteology, Academic Press, Oxford, p. 37
[10] Grauer A. L. (2016) A Compaion to Paleopathology, John Wiley & Sons, Sussex, p. 26
[11] J. Danko et al. (2007) Anatómia pre kynológov, Univerzita veterinárneho lekárstva, Košice, p. 14
[12] Najbrt R. et. al. (1980) Veterinární Anatomie, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, p. 101
[13] Onar V, Belli O.(2005) RevMedVet, vol. 1, p. 53
[14] Nohálová H., Vávra J., Kuchařík M. (2016) IANSA, Issue 1, p. 71

Tab. 1 Prehľad meraní a výpočtov výšky

Meranie číslo:	Humerus (GL)		Radius (GL)			Ulna (GL)		Femur (GL)		Tibia (GL)		Kraniálna dutina
	L	R	L	R	SD (L)	L	R	L	R	L	R	
1	185,79	184,08	177,85	178,36	17,42	215	214,5	195	195,3	199,33	200,74	84,42
2	186,15	185,38	178,96	178,25	17,26	214	215	195	196,03	199,79	201,4	84,25
3	185,8	184,6	177,48	178,45	17,3	214,5	215	194,5	195,76	199,85	201,22	84,61
priemer	185,91	184,69	178,1	178,35	17,33	214,5	214,8	194,83	195,7	199,66	201,12	84,43
median	185,8	184,6	177,85	178,36	17,3	214,5	215	195	195,76	199,79	201,22	84,42
výška Harcourt	61,1	60,7	58,6	58,7	x	60,3	60,4	59,9	60,2	59,2	59,7	x
výška Chrószcz	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	54,6

Tab. 2 Prehľad meraní a výpočtov hmotnosti

Meranie č.:	Humerus (obvod)		Femur (obvod)	
	L	R	L	R
1	57	55	57	60
2	55	57	56	57
3	54	57	55	59
priemer	55,3	56,3	56	58,7
medián	55	57	56	59
hmotnosť Onar	38,4	40,2	43,1	49,4



Obr. 3 Korelácia medzi dĺžkou a šírkou vretennej kosti u recentných plemien (červený štvorec naznačuje polohu nami skúmaného jedinca)
Zdroj: [14]

ekológia a environmentalistika

Rozšírenie a habitatová charakteristika inváznych druhov *Fallopia* spp. na severozápadnom Slovensku

Occurrence and habitat characteristics of invasive plant species *Fallopia* spp. in southwest Slovakia

Zuzana Čistoňová[1]
Školiteľ: Stanislav David[2]
[1,2]Katedra ekológie a environmentalistiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1]z.cistonova@ukf.sk, [2]s.david@ukf.sk

Abstrakt

Fallopia japonica patrí medzi 100 najnebezpečnejších inváznych rastlín a bola zapísaná do zoznamu rastlín vzbudzujúcich obavy Európskej únie. Zaznamenali sme celkovo 410 údajov o výskyte troch taxónov pohánkovcov, lokalizovaných v severnej oblasti severozápadného Slovenska z obdobia posledných 20-tych rokov. Pre druhy *F. japonica* sme vyhodnocovali 206 lokalít, *F.* x*bohemica* 160. Osobitnou kategóriou bola *Fallopia* spp., kde v 44 nálezoch nebol určený druh. Podľa výskytových údajov sú pohánkovce viazané na tieto prvky využívania krajiny: poľnohospodárska krajina (n=253), sídelné (n=105) a priemyselné (n=73) časti krajiny. Vektory šírenia pohánkovcov v sledovanom území sú líniové koridory: rieky, cestné a železničné komunikácie. V skúmanom území sme nepotvrdili štatisticky významný rozdiel v hypsometrickej distribúcii *F. japonica* a *F. xbohemica*. Tento rozdiel však vykazuje *Fallopia* spp. To potvrdzuje nutnosť determinácie na druhovú úroveň. Zistili sme početný výskyt pohánkovcov v poľnohospodárskej krajine.

Kľúčové slová: *Fallopia japonica*, *Fallopia* x*bohemica*, invázne druhy, habitatová charakteristika

Abstract

Fallopia japonica is among the 100 most dangerous invasive plants and was listed into the list of plants of concern for the European Union. We recorded a total of 410 data on the occurrence of fumigants located in the northern region of Central Slovakia over the last 20 years. For *F. japonica* we evaluated 206 sites for *F.* x*bohemica* 160 and the special category was *Fallopia* spp., where 44 species were not exactly identified. We worked on location to point out the bonding to the elements of land use by humans and their hypsometric distribution. The results of our work confirm the spreading vectors in the monitored area by comparing the position and the number of plants along the corridors by the time. We pointed out the need to determine the individual species of knotweeds and highlighted their numerous occurrences in the agricultural land.

Key Words: *Fallopia japonica*, *Fallopia* x*bohemica*, invasive plant species, habitats characteristics

Úvod

Invázne druhy sú častou súčasťou fytocenóz v našej krajine. Expanzívne sa šíria, prenikajú do rastlinných spoločenstiev. Následne vytláčajú pôvodné druhy a často (najmä pohánkovce) vytvárajú monocenózy [1]. Invázne druhy menia syntaxonómiu a synekológiu pôvodných fytocenóz, ich funkčné vlastnosti a štruktúru porastov. Ovplyvňujú tým manažment (údržbu) nielen terestrických, ale aj vodných biotopov [2]. Invázne druhy vytvárajú husté porasty, v ktorých sa hromadí množstvo odumretej biomasy, čo bráni pôvodným druhom v reprodukcii [5]. Okrem spomenutých ekologických a environmentálnych škôd, spôsobujú tiež mnoho ekonomických a zdravotných problémov a takisto straty na poľnohospodárskej produkcii [2].

Výskyt inváznych rastlín na Slovensku je výsledkom prevažne antropickej činnosti a má svoj vplyv aj na úspešnosť ich šírenia. Sú to najmä narušené (ruderalizované) stanovištia , neobhospodarované a opustené plochy, kde došlo k zmene stanovištných podmienok, najmä chemizmu pôdy [2]. Ekosystémy, ktoré sú do značnej miery človekom ovplyvnené, či regulované (predovšetkým poľnohospodárske plochy), možno totiž považovať za menej stabilné ako ekosystémy prirodzené [3]. Zmeny využívania a obhospodarovania krajiny (napr. výstavba sídelných a priemyselných areálov, dopravnej infraštruktúry, poľnohospodárstvo a lesné hospodárstvo), ktoré súvisia s regionálnym a nadregionálnym rozvojom už v minulosti vytvárali vhodné podmienky na šírenie

inváznych rastlín. Mieru narušenia krajiny a jej produktivitu považuje [4] za jednu z najdôležitejších vlastností prostredia, pozitívne vplývajúcich na šírenie nepôvodných druhov, ktoré je ovplyvnené podnebím, režimom pôdy, ale aj frekvenciou záplav, požiarov či ľadových búrok.

1 Charakteristika pohánkovcov

Invázne pohánkovce (*Fallopia* Adans. syn *Reynoutria* Houttuyn) taxonomicky zaraďujeme do čeľade stavikrvovité (*Polygonaceae*), z radu hvozdíkotvaré (*Caryophyllales*) [6]. Všetky tri druhy inváznych pohánkovcov majú svoj pôvodný areál výskytu v ázijských krajinách. Do strednej Európy a na územie Slovenskej republiky sa rozšírili ako okrasné rastliny do záhrad a tiež ako dobre stráviteľná krmovina [7].

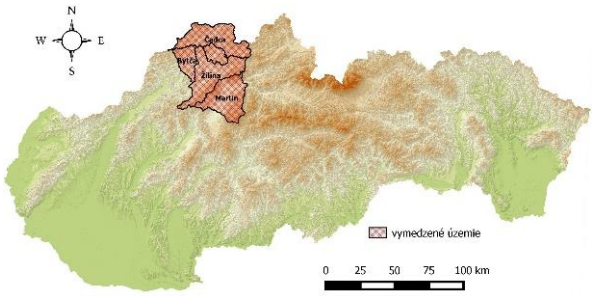
Listy pohánkovca japonského (*Fallopia japonica*) sú tuhé, holé, na báze zvyčajne uťaté, alebo tupo klinovito zúžené s výraznou žilnatinou. Podzemky má duté a môžu dorastať až dvadsať metrov do diaľky. Stonky má duté, červeno škvrnité a jemne papilkaté. [8]. Listy u pohánkovca sachalínskeho (*Fallopia sachalinensis*) nie sú také tuhé a má väčšie listové čepele, na báze hlboko srdcovito vykrojené s tupým, až tupo končistým vrcholom [9]. Čepele sú z vrchnej strany tmavšie, na rube majú dlhé papilky, na báze nenafúknuté. Žilnatina pohánkovca sachalinského nie je badateľne vystupujúca [4]. Pohánkovec český (*Fallopia* x*bohemica*) vznikol krížením spomínaných druhov a nesie morfologické znaky oboch rodičov v rôznej miere [11].

Fallopia japonica a *F.* x*bohemica* majú mimoriadnu schopnosť regenerácie, preto je potrebné zvoliť správny spôsob likvidácie. Pravidelné kosenie a vykopávanie koreňov sa kombinuje s chemickými zásahmi do porastov. V okolí vodných tokov však nie je vhodné aplikovať herbicídy s výnimkou ich vtláčania do stoniek. Mŕtvu biomasu je nutné po usušení spáliť [12]. Zo štatistických porovnávaní vyplýva, že *Fallopia japonica* obsadzuje nové plochy jednoznačne rýchlejšie ako *Fallopia sachalinensis* a *Fallopia* x*bohemica* sa rozširuje až dvakrát rýchlejšie ako jeho rodičovské druhy [13, 1].

Podzemné časti sú dôležité pre rýchle vegetatívne rozmnožovanie pohánkovcov [8]. Geofyty, kde patrí aj celý rod pohánkovcov, sú životné formy, ktoré si v období silných mrazov uchovávajú svoje obnovovacie orgány pod zemou. Nadzemná časť rastliny postupne odumiera a rozloží sa, pričom 2/3 biologickej hmoty porastov sa nachádza po zemou [14]. *Fallopia* x*bohemica* je považovaný za najnebezpečnejšiu inváznu rastlinu na Slovensku. Zároveň je tento kríženec najrozšírenejší taxón z rodu *Fallopia*. Má tendenciu vytvárať husté porasty popri cestách a železničných tratiach a na brehoch riek [15].

2 Vymedzenie skúmaného územia

Riešené územie sa nachádza na severozápade Slovenska s celkovou rozlohou 2800 km². Zo severnej strany hraničí s Poľskom a Českom. Územie geograficky patrí do Žilinského samosprávneho kraja a nachádza v regiónoch Kysuce, Horné Považie a zahŕňa aj severnejšiu časť regiónu Turiec. Spracovávali sme údaje lokalizované v okresoch Čadca, Kysucké Nové Mesto, Žilina, Bytča a Martin. Z hľadiska členitosti reliéfu sa tu vyskytujú prevažne nižšie a vyššie hornatiny, s najvyšším vrchom Veľký Kriváň v Malej Fatre s nadmorskou výškou 1709 m n.m. Zo severu do územia zasahujú Kysucké Beskydy a Javorníky, z juhu Strážovské vrchy, Malá a Veľká Fatra. Územím preteká rieka Váh a jeho prítoky Orava, Turiec, Kysuca, Rajčianka a iné (Obr. 1).



Obr. 1 Skúmané územie výskytu pohánkovcov

3 Materiál a metódy

Jedným zo spoločných znakov ekológie a environmentalistiky je, že pracujú s informáciami, ktoré majú priestorový charakter. Na spracovávanie geografických údajov je možné využiť geografické informačné systémy, ktoré umožňujú pomocou analytických nástrojov vyhodnocovať a vizualizovať výsledky [16].

3.1 Zber údajov

Údaje o výskyte pohánkovcov spracované do databázy (MS Excel) pochádzajú predovšetkým z vlastného terénneho mapovania, z údajov vedeckovýskumných pracovníkov a z údajov uložených v centrálnej databáze ISTB, ktorej administrácia je v kompetencii Štátnej ochrany prírody. Do databázy sme zaradili údaje

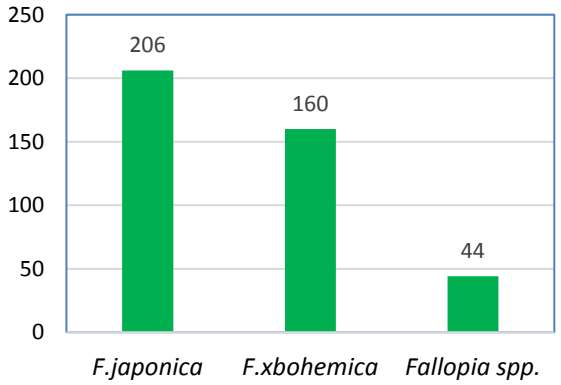
s presným určením koordinátov výskytu, bez ohľadu na plošný rozsah porastu a fenologické fázy jedincov. Celkovo sme spracovali 410 lokalít, pričom 44 nálezových záznamov nebolo určených do druhov (= *Fallopia* sp.).

3.2 Geografické analýzy a statistica

Na spracovávanie priestorových údajov sme použili geografické informačné systémy [16]. Výskyt inváznych druhov (bodová vrstva) sme vizualizovali v prostredí Quantum Gis 2.8.7 a vytvorili sme tak binárnu mapu, ktorú sme následne prekrývali s vrstvami habitatových charakteristík (prvky využitia zeme, LANDUSE) a vyhodnocovali sme hypsometrické rozšírenie pohánkovcov. Vektory šírenia pohánkovcov sme zisťovali prekrývaním bodovej vrstvy výskytov s líniovými vrstvami zobrazujúcimi potenciálne koridory šírenia: cestné a železničné komunikácie a vodné toky v sledovanom území. Kruskal-Wallisovým testom (p_α = 0.05) sme overovali štatistickú významnosť rozdielov stredných hodnôt nadmorských výšok lokalít výskytu pohánkovcov. Použili sme aj post-hoc testy (ANOVA, Tukeyov test) na zistenie rozdielov v nadmorskej výške jednotlivých druhov.

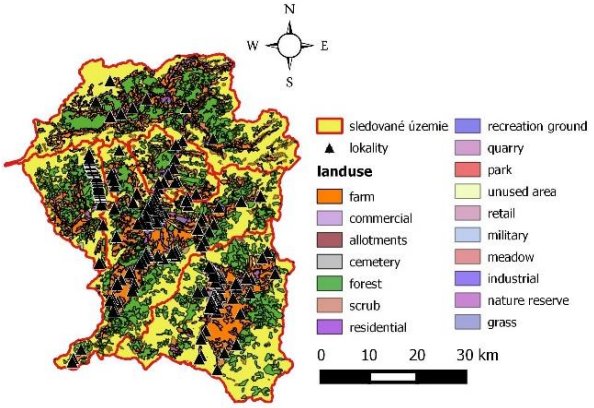
4 Výsledky a diskusia

V skúmanom území sme zaznamenali celkom 206 údajov pre druh *Fallopia japonica* a 160 výskytových záznamov pre hybrid *Fallopia* x*bohemica* (Graf 1).



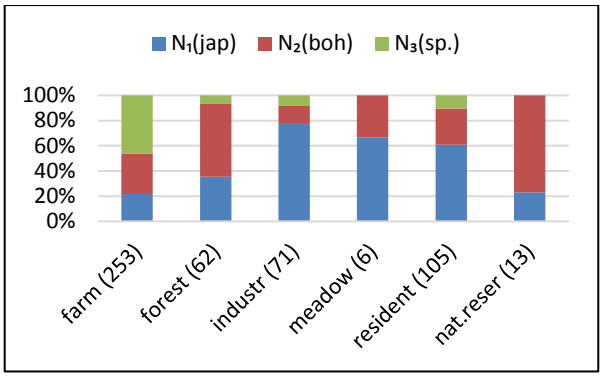
Graf 1 Počet zistených lokalít pohánkovcov

Ako väčšina inváznych rastlín, aj pri pohánkovcoch je zrejmá ich viazanosť na antropogénne (ruderálne) prvky v krajine [17]. Analytickými nástrojmi sme v QGis zisťovali viazanosť k prvkom LANDUSE (Obr. 2).



Obr. 2 Prekrytie výskytu pohánkovcov s LANDUSE

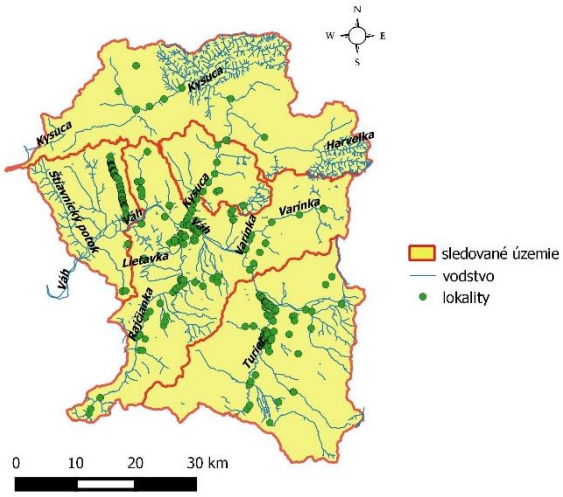
Zistili sme, že viac ako polovica lokalít (n = 253) sa vzťahovalo na poľnohospodársku krajinu, 105 lokalít bolo zaznamenaných v sídlených častiach krajiny a 73 lokalít malo väzbu na priemyselné oblasti (Graf 2).



Graf 2. Lokality pohánkovcov v prvkoch LANDUSE

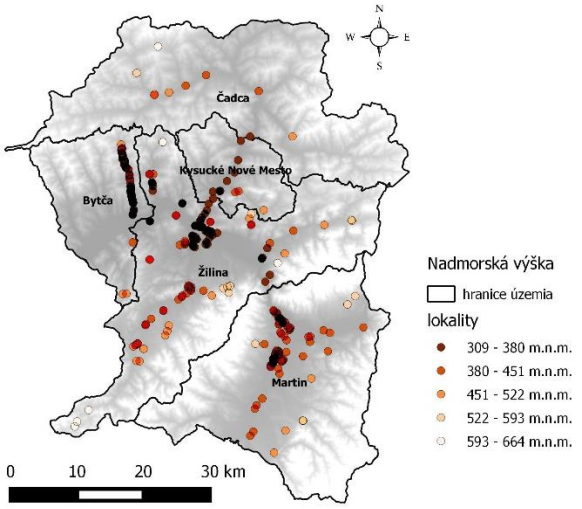
Poľskí autori [18] skúmali podmienky šírenia *Fallopia japonica* v mestskom prostredí. Výskum ukázal, že v mestských podmienkach sa pohánkovce môžu rozšíriť na pôdu s rôznymi rozsahmi pH a obsahom živín, avšak predstavujú chemickú hrozbu v napadnutých ekosystémoch. Urbanizované prostredie sa vo všeobecnosti vyznačuje vyššími teplotami a koncentráciou dusíkatých látok, čo vytvára vhodné podmienky pre nepôvodné druhy [19]. *Fallopia japonica* poškodzuje pôvodné porasty tým, že znižuje odolnosť voči svetlu zmenou pôdneho prostredia a uvoľňovaním chemických látok[20], naopak jej pozitívne účinky na okolité rastliny spočívajú v schopnosti ničiť hubové patogény na plodinách [21]. *Fallopia japonica* je aj významným bioindikátorom. Výskumy potvrdili, že olovo a rubídium sa hromadia prevažne v kvetoch a železo v odrezkoch. V listoch sa akumuloval prevažne vápnik [22].

Pre podrobnejšie zobrazenie expanzívneho šírenia inváznych rastlín je vhodné pri mapovaní zhotovovať fytocenologické zápisy na problémových plochách a sprehľadniť tak nielen mieru vplyvu antropickej činnosti, ale lepšie posúdiť ekologické zmeny v napadnutom prostredí. Realizácia štúdií zameraných na zhodnotenie vplyvu ľudských činností a aktivít na prostredie a teda aj na lokálnu vegetáciu je zakotvená v environmentálnej legislatíve v zmysle zákona 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie (Environmental Impact Assessment EIA) [23]. Zo slovenskej legislatívy (vyhláška 24/2003 Z. z.) tiež plynie povinnosť vlastníka alebo užívateľa pozemku pohánkovce odstraňovať. V ústí Sučianskej doliny sa odstraňovanie s väčším či menším úspechom darí [24].
Invázne pohánkovce lemujú okraje ciest, železníc, často sú súčasťou sprievodnej vegetácie tokov a vyskytujú sa v okrajových lesných porastoch lesných ciest, v blízkosti protipovodňových hrádzí a rúbanísk. V okolí poľnohospodárskych a priemyselných objektov sú často pozdĺž oplotenia areálov, budov, zaberajú veľké plochy na neobrábanej ornej pôde, nevyužívaných lúkach a pasienkoch. Rozsiahle plochy zaberajú pri skládkach, cintorínoch a haldách a na nevyužívaných priestranstvách sídiel, v parkoch a záhradách [2]. Časté výskyty pohánkovcov v ruderálnych biotopoch, v mestských oblastiach a v blízkosti osád zaznamenali aj ďalší botanici. Údaje v našej databáze pochádzali z obdobia posledných dvadsiatich rokov. Roztriedili sme ich do troch uzavretých intervalov podľa roku záznamov (1997-2004, 2005-2010 a 2011-2017).
Postupným nakladaním vrstiev v chronologickom poradí sme potvrdili masívne šírenie pohánkovcov pozdĺž vodných tokov (Obr. 3), cestných a železničných komunikácií len v posledných dvadsiatich rokoch.
Výsledky s vodnými tokmi, cestnými a železničnými líniami neodkazujú na historické zmeny vegetácie celého záujmového územia, iba sprehľadňujú vektory šírenia invázneho druhu, prípadne reflektujú vplyv dynamiky zmien využívania krajiny.
Fallopia japonica sa často vyskytuje v alúviách riekach čo pri záplavách predstavuje hrozbu rozšírenia [25].
Rozširovanie rastlín na brehoch riek je okrem ľudskej činnosti výrazne ovplyvňované aj procesom erózie a akumulácie materiálu [27].



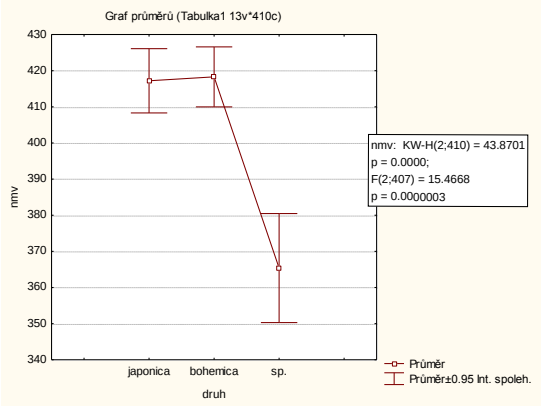
Obr. 3 Šírenie pohánkovcov pozdĺž vodných tokov

V distribúcii *F. japonica* hrajú hlavnú úlohu faktory ako je fragmentácia, ničenie a narúšanie vegetácie. Hojný výskyt bol lokalizovaný práve v miestach, kde sú časté takéto antropogénne zásahy [26]. Expanzívne šírenie druhu sa len výnimočne podarí zastaviť, napr. vďaka každoročným zásahom v Istebianskej doline, kde vyrastá na 2 plochách na nelegálnych navážkach okolo potoka [6].
Šírenie pozdĺž líniových koridorov bolo skúmané v povodí rieky Nitry [27]. Potvrdený bol najpočetnejší výskyt monodominantných porastov kríženca *F.* x*bohemica*. V území mali síce pohánkovce najmenší výskyt na brehoch riek, ale popri cestách zaevidovali takmer polovicu lokalít a pozdĺž železničnej trate približne desatinu zo všetkých skúmaných inváznych druhov. Náchylnosť výskytu nepôvodných druhov (*Aster* spp., *Helianthus tuberosus*, *Impatiens glandulifera*) v brehových porastoch potvrdil aj [29]. Úspešne zaberajú plochy vo vzdialenosti približne do 5 metrov od vodného toku [27]. Aj ďalšie výskumy potvrdzujú, že 87 % všetkých inváznych druhov sa vyskytuje v tejto vzdialenosti [17].
Pohánkovce sa na Slovensku vyskytujú v nížinách, pahorkatinách a v podhorskom stupni [1]. Z rastrovej vrstvy digitálneho modelu reliéfu sme v procese triangulácie doplnili nadmorskú výšku k všetkým lokalitám, aby sme tak mohli znázorniť hypsometrickú distribúciu pohánkovcov v riešenom území (Obr. 4)



Obr. 4 Nadmorská výška lokalít pohánkovcov

V programe Statistica cz sme zisťovali hodnoty priemernej nadmorské výšky pre jednotlivé taxóny *Fallopia* spp. Pre druh *F. japonica* bola priemerná hodnota nadmorskej výšky lokalít asi 417,19 m n. m., pre *F.* x*bohemica* bola asi 418,29 m n. m. a pre *Fallopia* spp. to je približne 365,38 m. n .m. Pomocou grafu odchýlok od priemeru sme Kruskal-Wallisovým testom overovali štatistickú významnosť rozdielov stredných hodnôt (priemer) nadmorských výšok medzi všetkými druhmi (H_0: hodnoty hypsometrických priemerov pohánkovcov sa nelíšia (Graf 3). Zvolená hladina štatistickej významnosti bola $p\alpha = 0,05$, platí $p > p_\alpha$ => nezamietame H_0 na hladine významnosti 95 %, neplatí alternatívna hypotéza H1.



Graf 3. Graf priemerov nadmorských výšok lokalít

Graf síce zobrazuje malý rozdiel v nadmorských výškach lokalít *F. japonica* a *F.* x *bohemica*, ale aj výrazný rozdiel v hypsometrickej distribúcii nálezových dát uvedených druhov a taxónu *Fallopia* spp. Preto je výsledkom testu štatisticky významný rozdiel vo výškovej distribúcii pohánkovcov (p = ***). Pomocou ANOVA, post-hoc test (Tukey HSD test). U *Fallopia japonica* a *F. x bohemica* sme potvrdili platnosť H_0 (p = 0,98), avšak medzi *F. japonica*, *F.* x *bohemica* a F. ssp. je v distribúcii lokalít štatisticky významný rozdiel (p = ***). Predpokladáme, že 90 % záznamov *Fallopia* spp. patrí druhu *F.* x *bohemica*. Preto bude priemerná nadmorská výška lokalít *F.* x *bohemica* nižšia, ako u *F. japonica*.

Záver

Invázne rastliny rodu *Fallopia* v súčasnosti predstavujú vážnu hrozbu pre biodiverzitu pôvodnej vegetácie na Slovensku. Preto považujeme za najdôležitejšie mapovanie výskytu, ktorého výstup môže byť použitý pre metódy ako modelovanie priestorovej expanzie či predikcia lokalít potenciálneho výskytu, ktoré sú kľúčové pre požiadavky prísneho manažmentu, aký by výrazne obmedzil ich šírenie. Najagresívnejší kríženec *Fallopia xbohemica* sa začal správne určovať až v posledných rokoch, preto sa v našej dátovej vzorke nenachádzajú žiadne lokality výskytu do roku 2010. Nakoľko tento druh bol často zamieňaný za jedného zo svojich rodičov, častejšie za pohánkovec japonský, je nutné revidovať údaje označené ako *F. japonica* a *Fallopia* spp. [11]. Potreba mapovania druhu *F.* x*bohemica* a správnej determinácie druhu je dôležitá pre lepšiu vizualizáciu expanzívneho šírenia kríženca.

Z našich zistení vyplýva, že výskyt pohánkovcov sa viaže výrazne na menej stabilné plochy kultúrnej poľnohospodárskej a priemyselnej krajiny. V oblasti sídiel je nutné podčiarknuť právny dosah veci a posilniť výkon manažmentových opatrení v urbanizovanom prostredí. Zaznamenali sme celkovo 410 lokalít výskytu pohánkovcov a poukázali na ich hypsometrickú distribúciu so signifikantnou odchýlkou priemernej hodnoty nadmorskej výšky nálezov bez presnej determinácie do druhu v porovnaní s ostatnými kategóriami.

Výsledky nášho výskumu potvrdzujú aj vektory šírenia pohánkovcov v sledovanom území porovnaním polohy a počtu porastov pozdĺž líniových koridorov za posledných dvadsať rokov.

Poďakovanie

Výskum bol realizovaný v rámci projektu: 1/0496/16 Hodnotenie prírodného kapitálu, biodiverzity a ekosystémových služieb na Slovensku.

Použitá literatúra

[1] Štrba P., (2015) Poznámky k výškovému rozšíreniu zástupcov radu Polygonales v Západných Karpatoch., Acta Carpatica Occ., s. 77-83

[2] Franc V., Malina R., Škodová M., (2015) Základy biogeografie a ekológie, 173 s.

[3] Young R. T. (2006) National and Regional Legislation for Promotion and Support to the Prevention, Control, and Eradication of Invasive Species [online] Washington, D.C.: The World Bank, 2006. s. 7-9.

[4] Huston, A. M. (2004) Management stretegies for plant invasions: manipulating productivity disturbance, and competiton. Diversity and Distributions, 2004/10, p. 174

[5] Larkin D. J., Reyman, M. J., Lishawa, S. C., Geddes, P., Tuchman, N. C. (2012) Mechanisms of dominance by the invasive hybrid cattail Typa xglauca. Biological Invasions, 14, 77 p.

[6] Jehlík V., Dostálek J., Zaliberová M. (2005) Spreading of adventive plants on river banks of the Elbe River in the Czech Republic and the Danube River in Slovakia outside of harbours,. Thaiszia Journal of Botany 15. p. 35-42

[7] Pyšek, P., 2006. Fallopia japonica. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE), 2011.

[8] Mandák B., Pyšek P. (1997) Fifteen years of changes in the representation of alien species in Czechvillageflora. In: Plant invasions: studies from North America and Europe, Back huys Publishers, Leiden, 1997, p. 183–190.

[9] Chrtek J. (1990) Fallopia et Reynoutria. In Hejný, S. - Slavík, B. (eds.), Květena České republiky 2, Academia, Praha, 1990, s. 359 - 366

[10] Cvachová A., Gojdičová E. et al. (2002) Príručka na určovanie vybraných inváznych druhov rastlín. Banská Bystrica, ŠOP SR, 64 s.

[11] Eliáš P. (2008) Prvé správy o výskyte Reynoutria xbohemica na Slovensku. In: Bulletin slovenskej botanickej spoločnosti, Bratislava, 2008, roč. 30, s. 200.

[12] Frajman B. (2008) Japonski dresnik Fallopia japonica, Informativni list 1. Projekt Thuja: 4 str. www.tujerodne-vrste.info/informativni-listi/INF1-japonski-dresnik.pdf]

[13] Mandák B., Pyšek P., Bímová K. (2004) History of the invasion and distribution of Reynoutria taxa in the CzechRepublic: a hybrid spreading faster than itsparents, Preslia, 2004(76), p. 15–64

[14] Cvachová A. Gojdičová E. (2003) Usmernenie na odstraňovanie inváznych druhov rastlín. 1. vyd. Banská Bystrica ŠOP SR, 68 s.

[15] Pauková Z., 2004 Inváze druhy Pohánkovec český (Fallopia x bohemica) na JZ Slovensku – štruktúra a dynamika populácií, s.6

[16] Jarnevich C. S., Stohlgren T. J. (2008) Temporal management of invasive species. In: Inderjit, S. 2008 Management of Invasive Weeds. Springer Science & Business Media 6, 364 s.

[17] Gális M. (2011) Vplyv krajinnej štruktúry na výskyt nepôvodných druhov rastlín v urbanizovanom prostredí mesta Nitra, 2011, UKF KEE, 6 s

[18] Sołtysiak, J. and Brej, T. 2014: Invasion of Fallopia Genus Plants in Urban Environment. Polish Journal of Environmental Studies, 23: 449-458.

[19] Pyšek P. (1989) Archeofyty a neofyty v ruderální flóře některých sídlišť v Čechách.-Preslia, Praha 61: s. 209-226

[20] Bailey J. P. (2003) Japanese knotweed s.l. home and abroad. In: L. E. Child, J. H. Brock, G. Brundu, K. Prach, P. Pyšek, P.M. Wade and M. Williamson, editors. Plant invasions: Ecological threats and management solutions. Backhuys Publishers, Leiden, p. 183–196

[21] Medvecká J., Kliment J., Májeková J. et al., (2012) Inventory of the alienflora of Slovakia, Preslia 2012(84/2), p. 257-309

[22] Mráz M., Šoltés R. (2015) Fallopia japonica (Houtt.) Ronse Decr. as bio-indicator of pollution in the experimental study area Ružomberok, Oecologia Montana 2015,24, 41-49

[23] Falťan V. (2010) Výskum reálnej vegetácie a jeho využitie v správach o hodnotení vplyvov na životné prostredie (Príkladová štúdia lyžiarskeho strediska Novoveská Huta), Acta Geographica Universitatis Comenianae, Vol. 54, 2010, No. 1, pp. 63-74 Mahy G., Vanheckle L., Meerts, P., Nijs, I (2006) Invasive plants in Belgium: Patterns, processes and monitoring mal(Inplanbel), Belgian Science Policy, 2006, 103 s.

[24] Dobošová A. (2014) Inváze rastliny, ich šírenie a likvidácia v kompetenčnom území Správy Národného parku Malá Fatra, 3 s.

[25] Dumitrascu M. et al. (2012) Invasive Terrestrial Plant Species in the Romanian Protected Areas. Case Study: Fallopia japonica in the Maramureş Mountains Natural Park, Forum geografic. Studii și cercetări de geografie și protecția mediului Volume XI, Issue 1 (June 2012), pp. 45-53

[26] Zelnik I. et al. (2015) Vulnerability of a riparian zone towards invasion by alien plants depends on its structure. Biologia 70 (7): 869–878. https://doi.org/10.1515/biolog-2015-0110
[27] Fehér A, 2007: Historical reconstruction of expansion of non-native plants in the Nitra river basin (SW Slovakia), Kanitzia Jornal of Botany, 15: 47-62., Szombathely
[28] Šipošová H., Ťavoda O., Peniašteková M., (2000) Invázne rastliny – vážny problém zachovania rastlinných spoločenstiev. Výsledky mapovania výskytu niektorých inváznych druhov na Slovensku., Acta environmentalica universatis comenianae 10, 7 strán.
[29] Mahy G., Vanheckle L., Meerts, P., Nijs, I (2006) Invasive plants in Belgium: Patterns, processes and monitoring mal(Inplanbel), Belgian Science Policy, 2006, 103 s.
[30] EEA (2017) DEM Digital Elevation Model over Europe. Dostupné na internete: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem
[31] CORINE Land Cover (2012) Dostupné na internete: https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover

Poznámky k pohlavnému rozmnožovaniu lykovca muránskeho (*Daphne arbuscula* Čelak.) a lykovca voňavého (*Daphne cneorum* L.)

Notes on sexual reproduction of the species *Daphne arbuscula* Čelak. and *Daphne cneorum* L.

Zuzana Gajdošová[1]
Školiteľ a konzultant: Marek Slovák[2], Ingrid Turisová[3]
[1,3]Katedra biológie a ekológie, FPV UMB v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica,
[2]Centrum biológie rastlín a biodiverzity SAV, Dúbravská cesta 9, 845 23 Bratislava 4
[1] zgajdosova@studenti.umb.sk, [2]marek.slovak@savba.sk, [3]Ingrid.Turisova@umb.sk

Abstrakt
Lykovec muránsky – endemit pohoria Muránska planina – je jedným z najvzácnejších druhov flóry Slovenska. Pre potreby zabezpečenia priaznivého stavu vývoja jeho populácií je dôležité poznanie jeho reprodukčných schopností a mechanizmov. Cieľom príspevku je štúdium produkcie plodov lykovca muránskeho a lykovca voňavého. Výskum lykovca muránskeho bol realizovaný v roku 2017 na lokalitách Klin a Veľká Stožka (Národný park Muránska planina) a l. voňavého na hranici Prírodnej rezervácie Baba v pohorí Kozie chrbty. Na každej lokalite bolo študovaných 10 jedincov s 15 náhodne vybranými a označenými súkvetiami. Súkvetia boli izolované v poslednej fáze kvitnutia nylonovými vrecúškami. Plody boli po dozretí odobraté, spočítané a výsledky vyhodnotené štatistickými metódami. Úspešnosť produkcie plodov lykovca muránskeho bola 25,3 % na lokalite Klin a 12,2 % na lokalite Veľká Stožka. Úspešnosť tvorby plodov lykovca voňavého bola 10,1 %. Zistené výsledky poukazujú na pomerne nízku tvorbu generatívnych orgánov týchto vzácnych druhov, a teda zníženú schopnosť ich generatívneho rozmnožovania.
Kľúčové slová: *Daphne arbuscula*, *Daphne cneorum*, produkcia semien, endemizmus, Západné Karpaty

Abstract
Daphne arbuscula Čelak. – endemic of the Muránska planina Mts - is one of the rarest species of the flora of Slovakia. In order to ensure the favorable status of its populations, it is important to know its reproductive abilities and mechanisms. The aim of the work is to study the seed production of *Daphne arbuscula* Čelak. and to *Daphne cneorum* L. The research was realized in 2017, populations of *Daphne arbuscula* were studied at Klin and Veľká Stožka (Muránska Planina National Park). Investigated population of *Daphne cneorum* originated from the margins of the Baba Nature Reserve in Kozie chrbty Mts. Ten individuals with 15 randomly selected and marked flowering shoots were studied at each locality. During the terminal phase of the flowering period the shoots were isolated with nylon bags. Mature seeds were collected, counted and the results were analysed using statistic approaches. The success of seed production of *Daphne arbuscula* was 25.3 % at the Klin while only 12.2 % at the Veľká Stožka. The success of *Daphne cneorum* seed production was 10.1 %. The observed results indicate relatively low production of seeds of these rare species, so ability of their generative reproduction can be reduced.
Key words: *Daphne arbuscula*, *Daphne cneorum*, seed production, endemism, Western Carpathians

Úvod

Lykovec muránsky je západokarpatský stenoendemický druh svojím výskytom viazaný výlučne na územie Muránskej planiny. Je považovaný za paleoendemický druh, ktorý sa vyvinul v období treťohôr. Obdobia glaciálov pravdepodobne prežil na reliktných skalných stanovištiach. Celková plocha súčasného areálu je asi 95 km^2. Rastie prevažne na skalných hranách, terasách a sutinách vápencových skál s plytkou pôdou. Druh sa vyskytuje v nadmorskej výške od 590 až do 1330 m n. m. [1].

Druh tvorí nízke, poliehavé kríčky so vždyzelenými, na okraji podvihnutými listami. Kvety sú vo vrcholových hlávkach, najčastejšie po 3 – 8, ružové, zriedkavo biele, obojpohlavné, prenikavo voňavé. Koruna sa nevyvíja.

Kvitnutie prebieha od apríla do začiatku júla v závislosti od lokálnych stanovištných a mikroklimatických podmienok. Kvety sú opeľované hmyzom. Plody sa vytvárajú iba zriedka, sú to svetlosivé jednosemenné kôstkovice vajcovitého tvaru s tuhým dužinatým oplodím kryté suchými zvyškami kalicha [2].

Hlavný spôsob reprodukcie lykovca muránskeho je vegetatívne rozmnožovanie. To sa uskutočňuje dvoma spôsobmi: i) z koreňového systému vyrastajú na povrch nové výhonky, z ktorých postupným rozrastaním vznikajú nové jedince; ii) nové jedince vznikajú zakoreňovaním konárikov po prekrytí substrátom. Vegetatívnym rozmnožovaním sa vytvárajú polykormóny. Takto vzniknuté jedince sú geneticky identické, preto vzájomný prenos peľu medzi nimi môže byť jednou z príčin pomerne malej produkcie vyvinutých plodov [3].

Generatívny spôsob rozmnožovania je v prípade tohto druhu menej významný, ale z hľadiska vitality a genetickej variability populácií veľmi dôležitý. Produkcia plodov je pomerne nízka, pohybuje sa v intervale 3 – 37 %. Príčinou nízkej produkcie plodov v dôsledku malého počtu oplodnených vajíčok môže byť nedostatok opeľovačov vplyvom nepriaznivých klimatických podmienok alebo degenerácia vajíčok počas ich vývinu. Plody sú rozširované myrmekochóriou a barochóriou [4].

Lykovec muránsky patrí medzi najvzácnejšie druhy našej flóry. Stupeň ohrozenosti podľa Červeného zoznamu ohrozených druhov IUCN [5] nie je presne daný z dôvodu nedostatočného množstva údajov (DD – *Data Deficient*). V Červenom zozname rastlín Slovenska [6] je zaradený do kategórie zraniteľný (VU). Na Slovensku je podľa vyhlášky Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR) č. 24/2003 Z. z. vyhlásený za zákonom chránený druh [7]. Podľa Smernice o biotopoch je vyhlásený za prioritný druh európskeho významu [8].

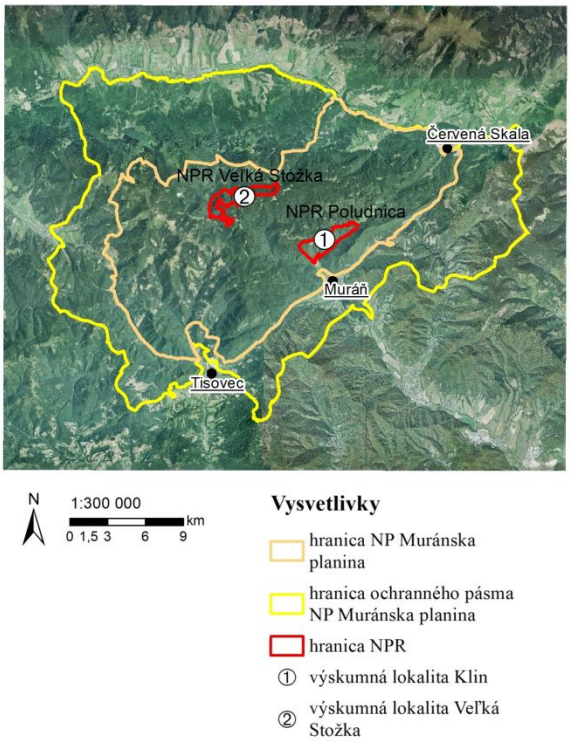
Druhý skúmaný druh, lykovec voňavý (*Daphne cneorum* L.) je zákonom chránený druh [7], podľa Červeného zoznamu rastlín Slovenska [6] je zaradený do kategórie zraniteľný (VU). Tento blízko príbuzný druh je zaraďovaný s l. muránskym do spoločnej sekcie *Daphnanthes* a subsekcie *Cneorum* [9] alebo podrodu *Čelakovskya* [10]. Na Slovensku sa vyskytuje vo viacerých pohoriach, napr. Strážovské vrchy, Slovenský raj, Veľká Fatra, Chočské vrchy. Rastie v presvetlených borovicových lesoch v spoločenstvách zväzu *Erico-Pinion* Br-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939. Uprednostňuje vápencové a dolomitové substráty, vzácne rastie aj na kyslých naviatych pieskoch (Záhorská nížina) [11].

Cieľom výskumu bolo zistiť a porovnať tvorbu semien lykovca muránskeho na dvoch klimaticky extrémnych lokalitách v rámci celého areálu druhu a porovnať ich s blízko príbuzným druhom lykovcom voňavým. Výskum bolo možné realizovať na základe povolenia MŽP SR na výskum, pohyb mimo turistických chodníkov, na zber rastlín vrátane ich plodov, úmyselné trhanie, zbieranie, držbu a prepravu plodov oboch chránených druhov.

1 Metodika

1.1 Študované územia

Výskum bol realizovaný na dvoch populáciách lykovca muránskeho – na lokalite Klin, ktorá je súčasťou Národnej prírodnej rezervácie (NPR) Poludnica a v NPR Veľká Stožka (Obr. 1).



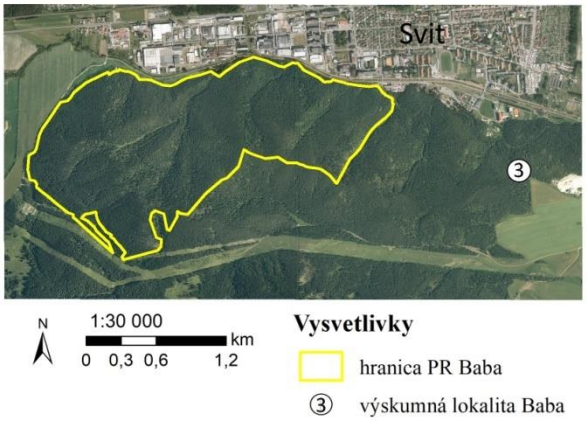
Obr. 1 Mapa výskumných lokalít lykovca muránskeho. Zdroj [12]

Pre výskumnú lokalitu Klin sú charakteristické teplomilné spoločenstvá asociácie *Pulsatillo slavicae-Caricetum humilis* (Sillinger 1933) Mucina ex Uhlířová & Bernátová 2004. Nachádza sa tu najpočetnejšia populácia lykovca muránskeho, ktorá rastie od 640 m n. m. do 980 m n. m. [13]. Výskumná plocha je situovaná na východnej hrane Klinu. Je to južne

orientovaný strmý svah pokrytý sutinou a riedkou vegetáciou. Súradnice približného stredu lokality sú N 48,762° E 20,035°, rozloha cca 200 m^2, nadmorská výška 790 – 835 m n. m.

Na rozdiel od predošlej lokality, NPR Veľká Stožka patrí k najchladnejším oblastiam v rámci celého areálu druhu. Prevažujú tu svahy so severnou orientáciou a chladnomilnými alpínskymi rastlinnými spoločenstvami, ktoré patria do asociácie *Seslerio-Festucetum tatrae* Sillinger 1933 [13]. Skúmaná lokalita sa nachádza na dvoch skalných hranách orientovaných na severovýchod a západ, vzdialených od seba približne 70 m vzdušnou čiarou. Súradnice sú N 48,7835° E 19,9644° a N 48,7839° E 19,9645°, rozloha cca 400 m^2, nadmorská výška 1308 – 1328 m n. m.

Výskumná populácia lykovca voňavého sa nachádza v blízkosti Prírodnej rezervácie (PR) Baba v pohorí Kozie chrbty (Obr. 2). Chránené územie bolo vyhlásené na ochranu reliktných teplomilných spoločenstiev vápencových a dolomitových skál so vzácnymi a chránenými druhmi flóry a fauny [14]. Súradnice približného stredu lokality sú N 49,049° E 20,215°, rozloha cca 800 m^2, nadmorská výška 770 – 785 m n. m.



Obr. 2 Mapa výskumnej lokality lykovca voňavého. Zdroj [12]

1.2 Založenie experimentu

Na všetkých lokalitách bolo označených 10 jedincov. Vzdialenosť medzi jednotlivými skúmanými jedincami nebolo možné unifikovať, pretože výrazne varírovala v závislosti od konkrétneho mikroreliéfu na lokalitách. Avšak vo všetkých prípadoch boli skúmané jedince od seba navzájom oddelené niekoľkometrovou bariérou skalných výstupov alebo suťovísk. Na týchto telesách nebola zaznamená prítomnosť výhonkov druhu, takže skúmané jedince očividne nemohli tvoriť jeden polykormón. Na každom kríku bolo náhodne vybraných 15 kvitnúcich konárikov (ramét), podľa možností v záverečnej fáze kvitnutia, aby bolo zabezpečené opelenie. Na jednotlivé súkvetia boli umiestnené vrecúška označené číslom (od 1 po 150 na každej lokalite). Vrecúška boli vyrobené z nylonového materiálu neprepúšťajúceho UV žiarenie a zároveň umožňujúceho voľné prúdenie vzduchu. Presný počet všetkých kvetov v každom súkvetí bol zaznamenávaný do tabuľky.

Na lokalite Klin boli súkvetia izolované 25. mája 2017, zatiaľ čo na chladnejšej, fenologicky posunutej lokalite Veľká Stožka až 9. júna 2017. Súkvetia lykovca voňavého boli izolované 24. mája 2017.

1.3 Zber plodov

Zber plodov sa uskutočnil, pokiaľ to bolo možné, v štádiu plnej zrelosti plodov, t.j. keď plody začali vypadávať z prasknutého kalicha. Zber vrecúšok s plodmi a všetkými časťami suchých kvetov prebehol 22. júna 2017 na lokalite Klin, 28. júna 2017 na lokalite Baba a 4. augusta 2017 na lokalite Veľká Stožka. Plody boli v interiéri triedené a spočítané pre každé súkvetie osobitne. Osobitne boli zaznamenané poškodené alebo nedostatočne vyvinuté plody.

1.4 Štatistické spracovanie údajov

Vykonali sme popisnú štatistiku všetkých troch súborov údajov (z troch skúmaných lokalít). Na spracovanie výsledkov a grafov bol použitý program Microsoft Excel. Výsledky boli spracované do krabicových grafov znázorňujúcich porovnanie tvorby kvetov a plodov medzi lokalitami a medzi jedincami jednotlivých populácií. Na štatistické porovnanie počtu kvetov a plodov medzi populáciami boli použité neparametrické testy: Kruskal-Wallisov test (umožňujúci porovnať naraz všetky tri populácie) a následne Mann-Whitneyov test na stanovenie podobnosti dvojíc populácií. Zvolili sme štatistickú hladinu významnosti $\alpha = 0,05$. Nulovú hypotézu sme zamietli, ak $\alpha \geq$ p-hodnota.

2 Výsledky a diskusia

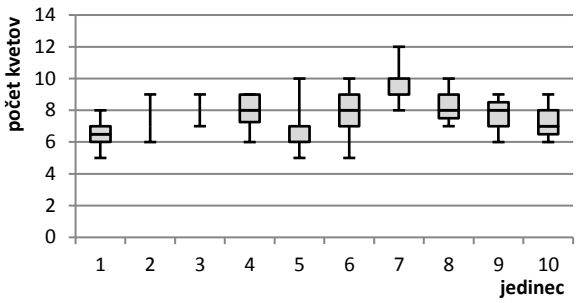
Počet zaznamenaných kvetov a následne vytvorených plodov na jedincoch z každej z troch skúmaných populácií prezentuje Tab. 1. Maximálny a minimálny počet kvetov v rámci jednotlivých lokalít je zvýraznený sivou farbou.

Tab. 1 Tvorba generatívnych orgánov na jedincoch lykovca muránskeho a lykovca voňavého.

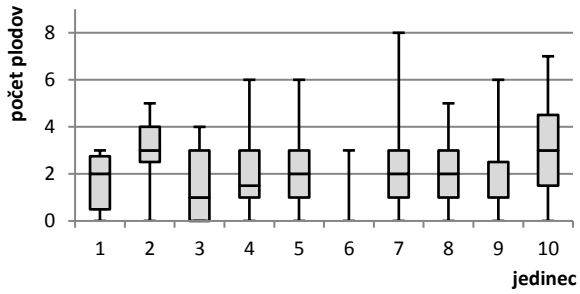
lykovec muránsky – lokalita Klin			
jedinec č.	**počet kvetov**	**počet plodov**	**úspešnosť tvorby plodov (%)**
1	91	24	26,37
2	106	47	44,34
3	119	24	20,17
4	113	27	23,89
5	102	33	32,35
6	121	4	3,31
7	147	36	24,49
8	123	30	24,39
9	117	25	21,37
10	80	33	41,25
Priemer za populáciu	111,9	28,3	26,19
lykovec muránsky – lokalita Veľká Stožka			
jedinec č.	**počet kvetov**	**počet plodov**	**úspešnosť tvorby plodov (%)**
1	132	18	13,64
2	107	24	22,43
3	126	27	21,43
4	92	4	4,35
5	105	7	6,67
6	152	6	3,95
7	132	16	12,12
8	98	2	2,04
9	115	31	26,96
10	93	6	6,45
Priemer za populáciu	115,2	14,1	12,00
lykovec voňavý – lokalita Baba			
jedinec č.	**počet kvetov**	**počet plodov**	**úspešnosť tvorby plodov (%)**
1	142	2	1,41
2	214	0	0,00
3	170	0	0,00
4	168	0	0,00
5	247	10	4,05
6	167	35	20,96
7	161	63	39,13
8	177	29	16,38
9	201	39	19,40
10	166	5	3,01
Priemer za populáciu	181,3	18,3	10,43

2.1 Tvorba plodov na lokalite Klin

Celkový počet izolovaných kvetov na tejto lokalite bol 1119 (Graf 1), súkvetia tvorilo priemerne 8 kvetov. Počas prvej kontroly stavu zrelosti plodov (9. 6. 2017) sme zistili, že vytvorené plody stále nedosiahli úplnú zrelosť. Odber vrecúšok s plodmi bol preto vykonaný až dňa 22. júna 2017, t. j. dozrievanie od založenia vrecúšok prebiehalo 4 týždne. Celkovo sme tu po sčítaní zaznamenali vývin 283 plodov (Graf 2). Plody boli roztriedené na základe nápadných vonkajších znakov na dva typy: i) menšie, tvrdé, tmavé, sfarbené do červena (spolu 204) a ii) väčšie, mäkké, slamovo žlté, ktorých rastom praská kalich (spolu 79). Ďalších 10 plodov bolo nedostatočne vyvinutých – boli oveľa menšie než prvá skupina. Dva konáriky s vrecúškami boli odlomené a 4 vrecúška zo súkvetí odpadli (neboli zarátané do štatistiky). Ak berieme do úvahy všetky analyzované plody (okrem 10 nevyvinutých), tak úspešnosť tvorby plodov na tejto lokalite bola 26 %.



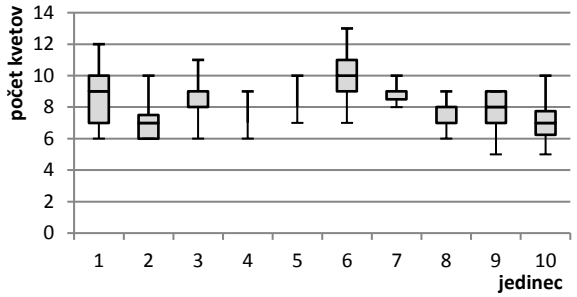
Graf 1 Porovnanie tvorby kvetov v súkvetí u skúmaných jedincov lykovca muránskeho na lokalite Klin.



Graf 2 Porovnanie tvorby plodov v súkvetí u skúmaných jedincov lykovca muránskeho na lokalite Klin.

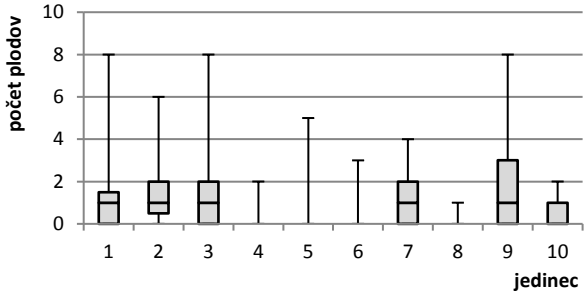
2.2 Tvorba plodov na lokalite Veľká Stožka

Izolovaných bolo celkovo 1152 kvetov, jedno súkvetie tvorilo v priemere 8 kvetov, ako to bolo aj na lokalite Klin (Graf 3). Odber vrecúšok s plodmi sme uskutočnili po 8 týždňoch. Na tejto lokalite boli zistené len väčšie dozreté plody prerastajúce kalich (spolu 141), ďalších 5 bolo nevyvinutých (Graf 4). Vplyv na tvorbu plodov mohol mať aj fakt, že v čase zakladanie vrecúšok väčšina kvetov odkvitala, avšak niekoľko bolo stále nerozkvitnutých.



Graf 3 Porovnanie tvorby kvetov v súkvetí u skúmaných jedincov lykovca muránskeho na lokalite Veľká Stožka.

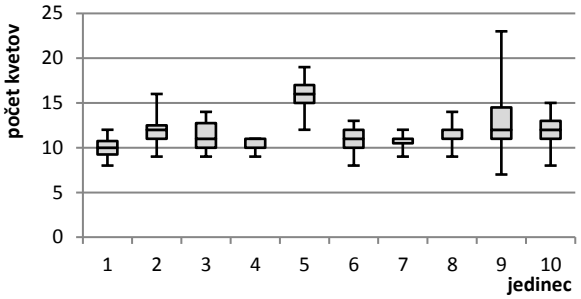
Osem vrecúšok bolo odpadnutých, 21 vrecúšok bolo poškodených neznámymi živočíchmi. V týchto vrecúškach boli nájdené už len zvyšky kalichov (celkovo 38). Plody sa tam nenachádzali, buď sa nevyvinuli, alebo došlo k ich vypadnutiu z vrecúška či skonzumovaniu neznámymi živočíchmi. V niekoľkých vrecúškach sa nachádzali aj plody napadnuté neznámym druhom mikroskopických húb. K infekcií pravdepodobne došlo vplyvom dlhodobejšie pretrvávajúceho vlhkého počasia. Odpadnuté vrecúška do celkovej štatistiky neboli zarátané. Priemerná úspešnosť tvorby plodov tak bola 12 %.



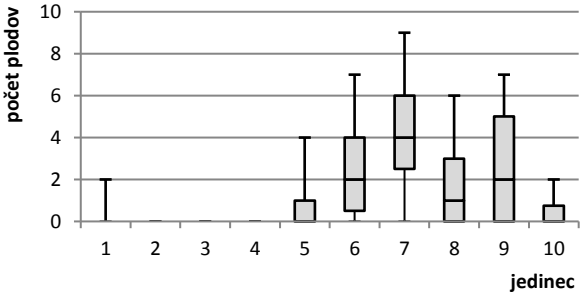
Graf 4 Porovnanie tvorby plodov v súkvetí u skúmaných jedincov lykovca muránskeho na lokalite Veľká Stožka.

2.3 Tvorba plodov na lokalite Baba

V čase izolovania súkvetí boli, podobne ako na lokalite Veľká Stožka, niektoré kvety ešte nerozvinuté, najmä na jedincoch rastúcich na zatienených miestach. Celkový počet izolovaných kvetov bol 1813 (Graf 5), z toho 79 pukov. Doba izolácie bola 5 týždňov. Súkvetia boli tvorené v priemere väčším počtom kvetov ako pri lykovci muránskom, konkrétne 12. Pozorované boli dva typy plodov: i) väčšie žlté, dobre vyvinuté (spolu 120) a ii) menšie zelené, nedozreté kôstkovice (spolu 63). Na kríkoch, ktoré v čase izolovania nemali plne rozvinuté kvety, sa plody nevyvinuli vôbec alebo len v malom množstve. Celkovo bolo zozbieraných 183 plodov (Graf 6). Tri vrecúška boli nájdené odpadnuté zo súkvetí a do štatistiky zarátané neboli. Priemerná úspešnosť tvorby plodov bola približne 10 %.

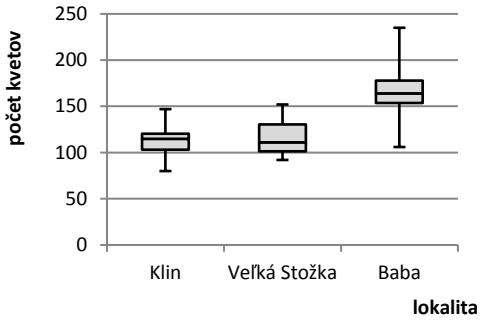


Graf 5 Porovnanie tvorby kvetov v súkvetí u skúmaných jedincov lykovca voňavého na lokalite Baba.

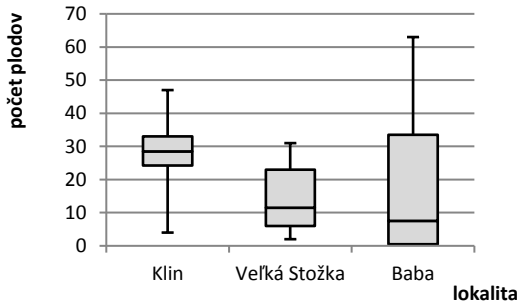


Graf 6 Porovnanie tvorby plodov v súkvetí u skúmaných jedincov lykovca voňavého na lokalite Baba.

Tvorba výrazne vyššieho počtu kvetov u druhu lykovec voňavý je zrejmá aj z Grafu 7. Tvorba plodov na jedincoch jednotlivých skúmaných populácií je zobrazená v Grafe 8.



Graf 7 Porovnanie tvorby kvetov medzi skúmanými populáciami. Uvedené čísla prestavujú súhrn všetkých kvetov vytvorených na sledovaných rametách všetkých skúmaných jedincov z populácie.



Graf 8 Porovnanie tvorby plodov medzi skúmanými populáciami. Uvedené čísla prestavujú súhrn všetkých plodov vytvorených na sledovaných rametách všetkých skúmaných jedincov z populácie

2.4 Štatistické zhodnotenie tvorby kvetov a plodov skúmaných populácií lykovcov

Testovali sme nulovú hypotézu (H0), že skúmané druhy lykovcov sa nelíšia v tvorbe kvetov a plodov. Použitý bol Kruskal-Wallisov test. Nepreukázal sa štatisticky významný rozdiel v tvorbe plodov (H0 nezamietnutá), ale potvrdili sme štatisticky významný rozdiel v tvorbe kvetov (zamietnutá H0) (Tab. 2).

Tab. 2 Hodnotenie štatistickej významnosti rozdielov v tvorbe kvetov a plodov medzi populáciami pomocou Kruskal-Wallisovho testu.

	H	kritická hodnota	p-hodnota
kvety	18,65	5,99	0,00009
plody	4,51	5,99	0,0901

H – hodnota testovacieho kritéria

Prehľad a základný štatistický opis súboru údajov o tvorbe plodov na jednotlivých lokalitách prezentuje Tab. 3, z ktorej sú zrejmé aj výrazné rozdiely medzi dvomi populáciami lykovca muránskeho rastúcimi na lokalitách s odlišnými ekologickými podmienkami.

Tab. 3 Popisná štatistika údajov o tvorbe plodov na skúmaných lokalitách.

PLODY	Klin	Veľká Stožka	Baba
spolu	283	141	183
priemer	28,30	14,10	18,30
minimum	4	2	0
maximum	47	31	63
modus	24	6	0
medián	28,50	11,50	7,50
rozptyl	121,79	110,99	481,79
smerodajná odchýlka	11,04	10,54	21,95
úspešnosť (%)	25,29%	12,24%	10,09%

Pomocou Mann-Whitneyovho testu sme zisťovali konkrétne rozdiely medzi počtami kvetov skúmaných populácií (H0: populácie sa v počte vytvorených kvetov nelíšia). Vzájomne sme porovnávali všetky dvojice reprezentujúce skúmané populácie. Potvrdili sme, že existujú štatisticky významné rozdiely medzi lykovcom voňavým a oboma populáciami lykovca muránskeho (na hladine významnosti 0,05; Tab. 4).

Tab. 4 Hodnotenie štatistickej významnosti rozdielov v tvorbe kvetov medzi dvojicami populácií pomocou Mann-Whitneyovho testu.

Dvojice populácií	U	kritická hodnota	p-hodnota
Baba – Klin	1	23	0,00024
Baba – Veľká Stožka	1	23	0,00024
Klin – Veľká Stožka	45	23	0,72786

U – hodnota testovacieho kritéria

Záver

Výsledky dokazujú, že tvorba generatívnych orgánov skúmaných druhov je pomerne nízka. Úspešnosť tvorby plodov lykovca muránskeho bola 25,3 % na lokalite Klin a 12,2 % na lokalite Veľká Stožka. Úspešnosť tvorby plodov l. voňavého bola 10,1 %. Druhy sa od seba významnejšie odlišujú len v počte

kvetov. Prezentované výsledky však majú iba predbežný charakter, keďže na hodnotenie počtu plodov malo vplyv viacero významných faktorov: 1) Hodnotenie prebiehalo zatiaľ iba jednu sezónu. Súbor údajov preto nie je veľmi rozsiahly. Nemalý vplyv na tvorbu plodov mohli mať tiež klimatické pomery danej sezóny. 2) Výsledky boli do istej miery skreslené aj momentálnym ontogenetickým štádiom kvetov druhu, t.j. hoci väčšina kvetov na rametách bola rozkvitnutá niektoré boli stále v štádiu puku. Vzhľadom k časovým obmedzeniam, najmä výkyvom v počasí, nebolo možné čakať na ich úplné rozkvitnutie. V konečnom dôsledku nemohli byť tieto kvety opelené, a teda nemohli vytvoriť semená. 3) Hodnotenie celkovej produkcie plodov skúmaných populácií čiastočne ovplyvnili aj náhodné faktory, napr. interakcia s okolitou biotou (plody napadnuté mikroorganizmami či skonzumované živočíchmi). Zdá sa však, že tvorba plodov lykovca muránskeho ale aj l. voňavého je pomerne nízka, v dôsledku čoho majú druhy obmedzenú schopnosť rozširovania sa na nové vhodné lokality. To môže byť jednou z príčin malého areálu l. muránskeho. Z vyššie uvedených dôvodov zatiaľ nebudeme výsledky podrobne interpretovať a diskutovať. Aby sme tak mohli urobiť, bude potrebné výskum zopakovať viacero sezón ako aj rozšíriť analýzy na viacero populácií oboch taxónov. Na získanie komplexného obrazu o reprodukčných systémoch lykovca muránskeho však bude potrebné zistiť mieru klíčivosti semien, ale najmä študovať genetickú štruktúru na medzi- ako aj na vnútropopulačnej úrovni. Veríme, že takáto komplexná štúdia nám umožní zistiť význam a mieru generatívneho rozmnožovania u týchto vzácnych druhov lykovcov.

Poďakovanie

Práca je súčasťou projektov Conserving the endemic flora of the Carpathian region: Seed conservation & research a projektu VEGA 2/0040/17. Naše poďakovanie patrí pracovníkom Štátnej ochrany prírody Slovenskej republiky – Petrovi Turisovi, Drahošovi Blanárovi a Blažene Sedlákovej za pomoc pri práci v teréne.

Použitá literatúra

[1] Čeřovský, J. et al. (1999). Červená kniha ohrozených a vzácnych druhov rastlín a živočíchov SR a ČR 5 – Vyššie rastliny. Príroda, Bratislava, p. 125
[2] Erdelská, O. - Turis, P. (1995) Biologia. 50(4), p. 334
[3] Erdelská, O. – Turis, P. (1996). Lykovec muránsky (*Daphne arbuscula* Čelak.). SAŽP - Správa CHKO Muránska planina, Rožňava, p. 28
[4] Erdelská, O. (1999) Acta biologica cracoviensia. 41, p. 163
[5] *Daphne arbuscula*. The IUCN Red List of Threatened Species [Citované: 10. február 2018]. <http://www.iucnredlist.org/details/162156/0>
[6] Eliáš, P. jun., Dítě, D., Kliment, J., Hrivnák, R. & Feráková, V. (2015) Biol., 70 (2) p. 218
[7] Vyhláška MŽP SR č. 24/2003 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny
[8] Smernica rady č. 92/43/EHS z 21. mája 1992 o ochrane biotopov, voľne žijúcich živočíchov a voľne rastúcich rastlín
[9] Keissler, K. (1898) Bot. Jahrb. Syst. (25), p. 29
[10] Halda, J. (1976) Skalky, skalničky, p. 11
[11] Čeřovský, J. et al. (1999) Červená kniha ohrozených a vzácnych druhov rastlín a živočíchov SR a ČR 5 – Vyššie rastliny. Príroda, Bratislava, p. 124
[12] Ortofotomozaika [Citované: 13. december 2018] <https://zbgisws.skgeodesy.sk/zbgis_ortofoto_wms/service.svc/get>
[13] Valachovič, M. – Jarolímek, I. (1994) Bull. Slov. Bot. Spol. 16, p. 75
[14] Štátny zoznam osobitne chránených častí prírody SR [Citované: 15. február 2018] <http://uzemia.enviroportal.sk/>

Ektoparazity (blchy, roztoče, kliešte) drobných zemných cicavcov Podunajskej nížiny

Ectoparasites (Fleas, Mites, Ticks) of Small Terrestrial Mammals in Podunajská nížina - Lowland

Klaudia Holečková[1]
Školiteľ: Ivan Baláž[2]
[1,2]Katedra ekológie a environmentalistiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1] klaudia.holeckova@student.ukf.sk, [2] ibalaz@ukf.sk

Abstrakt
V srsti drobných zemných cicavcov parazitujú organizmy, ktoré sú závislé od svojho hostiteľa a živia sa jeho telovými tekutinami - ektoparazity. Cieľom príspevku bolo sledovanie sezónnych zmien v diverzite a dynamike vybraných skupín ektoparazitov - Siphonaptera, Acari: Mesostigmata a Ixodidae, na vybraných lokalitách Podunajskej nížiny, s aspektom na prenikanie nového hostiteľa *Apodemus agrarius* v smere od juhu na sever sledovaného územia. Odchyty drobných zemných cicavcov sa uskutočnili na 5 lokalitách (9 odchytových línií), v období od jari 2014 do jari 2015. Odchytili sme 931 jedincov 12 druhov drobných zemných cicavcov, z ktorých 287 ex. (31%) bolo pozitívnych na ektoparazity. Z ich srsti sme získali 1599 ex. ektoparazitov 28 druhov zo skupín Siphonaptera (190 ex., 7 druhov), Acari: Mesostigmata (1338 ex., 19 druhov) a Ixodida (71 ex., 2 druhov).
Kľúčové slová: blchy, roztoče, drobné cicavce, Podunajská nížina.

Abstract
In the fur of small mammals parasite organisms dependent on their host existence, and feed on their body fluids - ectoparasites. The aim of the paper was to find out the changes in diversity, and seasonal dynamics of 3 groups of ectoparasites - Siphonaptera, Acari: Mesostigmata and Ixodida, located in the fur of small mammals at selected localities of the Podunajská nížina - Lowland, with emphasis on the expansion of the new host *Apodemus agrarius* in direction from the south to the north of the monitored area. The trapping of small mammals was done in 5 localities (9 trapping lines), during the period from spring 2014 to spring 2015. Altogether, we trapped 931 specimens of 12 species of small mammals, from which 287 specimens (31%) were positive for ectoparasites. In their fur we confirmed the presence of 1599 samples of ectoparasites which belong to 28 species and were classified into groups: Siphonaptera (190 ex., 7 sp.), Acari: Mesostigmata (1338 ex., 19 sp.) and Ixodida (71 ex., 2 sp.).
Key words: fleas, mites, ticks, small mammals, Podunajská nížina - Lowland.

Úvod

Predmetom výskumu sú ektoparazity drobných zemných cicavcov agrárnej krajiny, a priľahlých remízok, stromoradí, zvyškoch lesov, prípadne mokraďových biotopov. Drobné zemné cicavce sú vhodnými organizmami pre ekologický výskum a vyznačujú sa pestrou variabilitou foriem a životných stratégií. Slúžia ako bioindikátory zmeny kvality životného prostredia a podieľajú sa na prenášaní rôznych infekčných chorôb [1]. K ektoparazitom zaraďujeme tie cudzopasníky, ktoré parazitujú na povrchu tela alebo na povrchových orgánoch svojho hostiteľa - koža, žiabre [1].

Výskum je zameraný aj na ektoparazity, ktorých životný cyklus a jednotlivé vývinové štádiá sú viazané na drobné zemné cicavce. Dôležitosť štúdie a výskumu ektoparazitov v srsti drobných zemných cicavcov spočíva v odhalení nebezpečenstva a rizík prenosu infekcií a rôznych ochorení na iné zvieratá (domáce, hospodárske), pripadne priamo na človeka.

Cieľom príspevku je zistiť druhové zloženie vybraných skupín ektoparazitov (Siphonaptera, Acari, Ixodidae) drobných zemných cicavcov na vybraných lokalitách Podunajskej nížiny a meniacu sa dynamiku ich výskytu v priebehu jednotlivých sezón.

PREHĽAD RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Blchy (Siphonaptera) patria medzi drobný druhotne bezkrídly hmyz s úplnou premenou. Sú druhovo bohatou skupinou (2000 druhov, 18 čeľadí) temporárnych ektoparazitov teplokrvných stavovcov, ktorých telo je zvyčajne sfarbené do lesklohneda [2]. Sú prenášačmi zoonóz a výbornými bioindikátormi, pretože sú citliví na spontánne

a antropogénne zmeny prostredia [3]. Blchy patria medzi ektoparazity žijúce a živiace sa na povrchu hostiteľského organizmu bez toho, aby mu spôsobili smrť [4].

Roztoče, rad Acarina, predstavujú najpočetnejšiu a rôznorodú skupinu pavúkovcov, do ktorej zaraďujeme približne 30 000 druhov a 300 čeľadí [5]. Majú rozmanitý spôsob života a ich rozšírenie je prakticky po celom svete, v každom biotope vrátane sladkovodných a morských biotopov. Význam roztočov pre človeka je význačný, nakoľko spôsobujú značné škody na zásobách potravín. Parazitické roztoče sú nebezpečné z hľadiska prenosu ťažkých kožných ochorení - tzv. akarinóz (svrab), iné sú schopné prenášať pri saní krvi zárodky rôznych ochorení, ako je tuláremia, encefalitída, škvrnitý týfus. Práve kvôli tejto vlastnosti považujeme roztoče za dôležitý článok reťazca nákaz, ktorý začína u voľne žijúcich organizmov a môže skončiť u človeka [6].

Kliešte (Ixodida) sú u nás druhovo menej početná skupina obligátnych hematofágnych parazitov, ktoré tvoria epidemiologicky najvýznamnejšiu skupinu ektoparazitov. Všetky vývojové štádiá Ixodida parazitujú na vyšších, hlavne teplokrvných stavovcoch [6]. Ixodidae nazývame tvrdé kliešte, pretože sú opatrené tvrdým chrbtovým štítom. Tento štít chýba v Argasidae, a preto majú tendenciu byť nazývané mäkké kliešte. Mäkké kliešte majú tendenciu žiť v oblastiach hniezdenia a keď je hostiteľ v hniezde, mäkké kliešte sa naň plazia a rýchlo sa kŕmia. Tvrdé kliešte na druhej strane majú tendenciu čakať na hostiteľa viac na otvorenom priestranstve a kŕmiť sa pomalšie, čo spôsobuje, že sú dlhšie pripojené k hostiteľovi [7].

1 CHARAKTERISTIKA SKÚMANÉHO ÚZEMIA

Výskum drobných zemných cicavcov bol realizovaný v agrárnej krajine, priľahlých remízkach, stromoradiach, zvyškoch lesov, prípadne na mokraďových biotopoch piatich lokalít Podunajskej nižiny - Rusovce, Lehnice, Zeleneč, Bodza a Tvrdošovce. Lokalita Rusovce spadá pod okres Bratislava, kde sú lokalizované odchytové línie Sysľovské polia 1 a 2, a sú súčasťou CHVÚ Sysľovské polia. V CHVÚ Lehnice sa nachádza lokalita Masníkovo a Sása, v CHVÚ Pusté Úľany - Zeleneč je lokalizovaná odchytová línia Majcichov. Odchytové územia Bodzianske lúky a Sokolce - Lák sú lokalizované na území CHVÚ Ostrovné lúky a patria pod lokalitu Bodza. V katastrálnom území Tvrdošovce, v okrese Nové Zámky, sa nachádzajú ďalšie dve odchytové územia - Tvrdošovce, slanisko a Tvrdošovce, sad. Obe lokality spadajú do CHVÚ Dolné Považie.

2 METODIKA PRÁCE

Odchyt drobných zemných cicavcov bol realizovaný na jednotlivých lokalitách zväčša 4 krát ročne, v niektorých prípadoch len 2 krát ročne (jar, jeseň) do živolovných pascí. Pasce boli kladené v línii po 50 kusov, vzdialené od seba 10 m. Odchytené drobné zemné cicavce boli deparazitované pomocou entomologickej kefky. Entomologickou pinzetou sme odobrali jednotlivé ektoparazity, ktoré sme následne vložili do epruvet naplnených 70-98% denaturovaným liehom, a označili prideleným protokolovým číslom hostiteľa. Získané ektoparazity boli spracované na trvalé mikroskopické preparáty. Trvalé preparáty boli determinované (det. Holečková, rev. Klimant, Poláčiková, Zigová) pomocou determinačných kľúčov: Bregetova (1956), Kalúz & Fenďa (2005), Mašán (2003, 2007) a vlastnej porovnávacej zbierky. Klastrová analýza podobnosti bola spracovaná v programe Past (version 3.18), na základe Bray-Curtis indexu, algoritmom single linkage.

3 VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z 931 odchytených drobných zemných cicavcov patriacich k 12 druhom - *Apodemus agrarius* (ryšavka tmavopása), *Apodemus flavicollis* (ryšavka žltohrdlá), *Apodemus uralensis* (ryšavka malooká), *Apodemus sylvaticus* (ryšavka krovinná), *Clethrionomys glareolus* (hrdziak lesný), *Crocidura leucodon* (bielozúbka bielobruchá), *Crocidura suaveolens* (bielozúbka krpatá), *Microtus arvalis* (hraboš poľný), *Mus spicilegus* (Myš kopčiarka), *Microtus subterraneus* (hrabošík podzemný), *Sorex araneus* (piskor obyčajný), *Sorex minutus* (piskor malý). Z vyššie uvedených hostiteľov sme získali 1599 exemplárov ektoparazitov patriacich do 28 druhov a 3 skupín Siphonaptera, Ixodidae a Mesostigmata. Zo skupiny Siphonaptera bolo získaných 190 exemplárov (7 druhov), z Ixodidae (71 ex.) získané dva druhy, a zo skupiny mesostigmátnych roztočov 1338 exemplárov (19 druhov).

3.1 Blchy

Zo skupiny Siphonaptera sme zo srsti drobných zemných cicavcov získali 190 exemplárov bĺch, ktoré patria k 7 druhom a 2 čeľadiam - Hystrichopsyllidae a Ceratophyllidae. Z celkového počtu odchytených drobných zemných cicavcov (931 ex.) bolo napadnutých blchami len 86 jedincov. Celková prevalencia bĺch na drobných cicavcoch bola 9,24%. Najväčšie zastúpenie mal *C. agyrtes* (54,3%),

ktorého hostiteľom bol predovšetkým *M. arvalis* (46%).

Čeľaď Hystrichopsyllidae

Ctenophthalmus agyrtes (Heller, 1896) - euryxénny, azonálny a eurychrónny druh. Patrí medzi najpočetnejšie druhy bĺch pásma sifonaptérií drobných zemných cicavcov [8]. Získali sme 104 exemplárov tohto druhu (54,7%). Nachádzal sa v srsti 10 hostiteľov, avšak najväčšie zastúpenie mal u *M. arvalis*.

Zistený hostiteľ: **Jar**: *A. flavicollis* (1♀, 1♂), *A. microps* (1♀), *A. sylvaticus* (1♂), *C. glareolus* (2♀♀, 2♂♂),), *M. arvalis* (12♀♀, 9♂♂), *S. araneus* (5♀♀, 1♂), *S. minutus* (1♀); **Jeseň:** *A. flavicollis* (5♀♀, 1♂), *A. microps* (1♀), *A. sylvaticus* (2♀♀, 2♂♂), *C. glareolus* (2♀♀), *C. suaveolens* (1♀), *C. leucodon* (1♂), *M. arvalis* (10♀♀, 5♂♂); **Zima:** *A. agrarius* (1♂), *A. microps* (1♀), *A. sylvaticus* (4♀♀, 3♂♂), *C. glareolus* (1♂), *C. suaveolens* (2♀♀, 1♂), *C. leucodon* (6♀♀, 2♂♂), *M. arvalis* (6♀♀, 5♂♂), *S. araneus* (4♀♀, 2♂♂).

Ctenophthalmus assimilis (Taschenberg, 1880) - druh blchy parazitujúcej najčastejšie na hlodavcov rodu hrabošovitých, najmä na *M. arvalis* v stepných a lesostepných biotopoch [8].

Zistený druh: **Jar**: *M. arvalis* (11♂♂), *S. araneus* (1♂); **Jeseň**: *A. sylvaticus* (1♂), *M. arvalis* (5♀♀,10♂♂); **Zima**: *A. agrarius* (1♂), *A. sylvaticus* (3♂♂), *C. glareolus* (2♂♂), *C. leucodon* (2♂♂), *M. arvalis* (4♀♀, 8♂♂), *S. araneus* (1♀, 4♂♂).

Hystrichopsylla orientalis (Smit 1956) - hniezdna blcha, ktorú však často nachádzame na tele hostiteľa. Hostiteľom môže byť v ojedinelých prípadoch *C. glareolus* alebo *S. araneus*. Avšak tento druh blchy je typickým pre druh *A. agrarius* [9]. V našej vzorke sa vyskytoval len raz v zimnom období v srsti *A. agrarius*.

Zistený druh: **Zima**: *A. agrarius* (1♀).

Palaeopsylla kohauti Dampf, 1911 - hlavným hostiteľom tohto druhu blchy je *T. europaea*, avšak nájdeme ju aj v srsti iných drobných zemných cicavcov [9]. Tento druh blchy nepatrí medzi často sa vyskytujúce, rovnako sa aj v našej vzorke vyskytla len jeden krát, a to v srsti *C. leucodon*.

Zistený druh: **Zima**: *C. leucodon* (1♀).

Palaeopsylla soricis (Dale, 1878) - polyzonálny druh, ktorý je špecificky viazaný na svojho hostiteľa - piskorovitých hmyzožravcov. Úspešne prežíva v rôznych typoch rozptýlenej zelene v kultúrnej krajine [8].

Zistený druh: **Jar**: *S. araneus* (3♀♀, 2♂♂); **Jeseň**: *S. araneus* (1♂); **Zima**: *S. araneus* (2♀♀, 2♂♂), *M. arvalis* (1♀).

Čeľaď Ceratophyllidae

Megabothris turbidus (Rothschild, 1909) - azonálny, eurychrónny, euryxénny druh, ktorý v lužných lesoch tvorí dominantné zastúpenie medzi blchami na drobných zemných cicavcoch [8].

Zistený druh: Jar: *A. flavicollis* (1♂).

Nosopsyllus fasciatus (Bosc, 1800) - kozmopolitným druhom blchy, ktorá je viazaná na synantropné hlodavce. V agrocenózach sa vyskytuje pravidelne na *M. arvalis* a *A. uralensis* [10].

Zistený druh: **Jar**: *A. flavicollis* (1♀), *A. sylvaticus* (1♂); **Leto**: *A. flavicollis* (2♂), *A. sylvaticus* (1♀, 2♂♂), *C. suaveolens* (1♀), *C. leucodon* (1♀), *M. arvalis* (1♀, 1♂); **Zima**: *A. agrarius* (1♀), *A. sylvaticus* (2♂♂), *M. arvalis* (3♀♀), *S. araneus* (1♀), *S. minutus* (1♀).

3.2 Roztoče

Zo srsti drobných zemných cicavcov sme odobrali 1338 exemplárov mesostigmátnych roztočov patriacich k 19 druhom a 7 čeľadiam - Laelapidae, Haemogamasidae, Parasitidae, Ologamasidae, Macrochelidae, Myonyssidae a Rhodacaridae. Z celkového počtu odchytených zemných cicavcov (931 ex.) bolo napadnutých roztočmi 234 jedincov (25%). Najpočetnejšie zastúpenými druhmi boli *L. hilaris* (32%) a *L. agilis* (31%).

Čeľaď Laelapidae Berlese, 1892

Androlaelaps fahrenholzi (Berlese, 1911) - kozmopolitne rozšírený druh roztoča, ktorý patrí k fakultatívnym hniezdnym parazitom. Na území Slovenska uprednostňuje hrabošovité hlodavce, hlavne *Microtus arvalis* [11]. Z našej vzorky sme získali 115 exemplárov, čo tvorilo 8,6% z celkového množstva odchytených roztočov. Hodnota prevalencie tohto druhu je 5,4%, bol odobratý zo srsti 8 druhov drobných zemných cicavcov a najpočetnejšie zastúpenie mal u druhu *M. arvalis* (34%).

Zistený hostiteľ: **Jar**: *M. arvalis* (1♀); **Leto**: *A. flavicollis* (3♀♀), *C. glareolus* (5♀♀), *A. sylvaticus* (5♀♀), *M. arvalis* (11♀♀, 1♂); **Jeseň**: *A. flavicollis* (1♀), *A. microps* (2♀♀), *A. sylvaticus* (1♀), *C. leucodon* (1♀), *M. arvalis* (18♀♀); **Zima:** *A. agrarius* (29♀♀, 4♂♂, 1N), *A. microps* (1♀, 1♂), *A. sylvaticus* (12♀♀), *C. glareolus* (4♀♀), *C. leucodon* (8♀♀, 1♂), *M. arvalis* (5♀♀, 3♂♂), *S. araneus* (4♀♀).

Hirstionyssus sunci (Wang 1962) - rozšíreným termofilným druhom roztoča, ktorý uprednostňuje parazitáciu na hlodavcoch rodu *Apodemus* [12]. Z celkovej vzorky tvoril len 0,2%, v najväčšom množstve bol odobratý z hostiteľa *M. arvalis* (55%).

Zistený hostiteľ: **Leto**: *A. flavicollis* (1♀), *M. arvalis* (2♀♀); **Jeseň**: *A. microps* (1♀), *M. arvalis* (2♀♀, 1N); **Zima**: *A. microps* (2♀♀).

Hyperlaelaps microti (Ewing, 1933) - špecifický druh roztoča parazitujúceho na hrabošovitých z rodu *Microtus* [13]. Determinovali sme 70 exemplárov (93%) tohto druhu zo srsti *M. arvalis*. Zvyšných 5 ex. sme získali zo srsti *A. microps* a *A. flavicollis*.

Zistený hostiteľ: **Jar**: *M. arvalis* (1♀); **Leto**: *M. arvalis* (7♀♀), *A. flavicollis* (1♀); **Jeseň**: *M. arvalis* (1♀); **Zima**: *A. microps* (2♀♀), *M. arvalis* (31♀♀); Jar: *M. arvalis* (30♀♀, 2♂♂).

Laelaps agilis C. L. Koch, 1836 - euryzonálne rozšírený palearktický druh, ktorý sa špecificky viaže na hlodavce rodu *Apodemus*, hlavne *A. flavicollis* [8]. V našom materiáli tvoril tento druh skoro polovicu z celkového množstva získaných roztočov. Determinovali sme 420 exemplárov *L. agilis* na 8 hostiteľoch: najpočetnejšie bol zastúpený na *A. sylvaticus* (37,4%) a *A. flavicollis* (29%). Na všetkých získaných jedincoch drobných zemných cicavcoch sa vyskytoval s frekvenciou 31,4%. Zo všetkých druhov mesostigmátnych roztočov nachádzajúcich sa v srsti drobných zemných cicavcov je *L. agilis* druhým najčastejšie sa vyskytujúcim druhom. Hodnota priemernej parazitácie týmto druhom je 1,8.

Zistený druh: **Jar**: *M. arvalis* (1♀); **Leto**: *A. flavicollis* (76♀♀, 6♂♂), *A. sylvaticus* (69♀♀, 11♂♂), *A. microps* (1♂), *M. arvalis* (4♀♀, 2♂♂); **Jeseň**: *A. flavicollis* (37♀♀, 1♂, 1N - nymfa), *A. microps* (2♀♀), *A. sylvaticus* (12♀♀, 2♂♂), *C. glareolus* (4♀♀), *C. leucodon* (1♀), *M. arvalis* (3♀♀, 4♂♂), *P. subterraneus* (3♂♂); **Zima**: *A. microps* (19♀♀), *A. sylvaticus* (52♀♀, 7♂♂, 1N), *C. leucodon* (15♀♀), *M. arvalis* (69♀♀, 3♂♂), *S. araneus* (5♀♀, 1♂), Jar: *M. arvalis* (1♀).

Laelaps hilaris C. L. Koch, 1836 je jedným z najčastejšie sa vyskytujúcich parazitov na cicavcoch [12], najmä na hlodavcoch rodu *Microtus* [8]. Avšak v našej vzorke je najpočetnejším druhom parazita (32,1%), a to predovšetkým v srsti druhu *M. arvalis* (90%). Hodnota priemernej intenzity infestácie je 1,8.

Zistený druh: **Jar**: *M. arvalis* (40♀♀); **Leto**: *A. sylvaticus* (1♀), *M. arvalis* (8♀♀, 4♂♂); **Jeseň**: *A. agrarius* (1♀), *C. glareolus* (1♂), *C. leucodon* (4♀♀), *M. arvalis* (35♀♀, 2♂♂), *P. subterraneus* (1♀, 1♂); **Zima:** *A. agrarius* (2♀♀), *A. microps* (5♀♀), *C. leucodon* (16♀♀), *C. suaveolens* (4♀♀), *M. arvalis* (139♀♀, 10♂♂), *M. spicilegus* (2♀♀), *S. araneus* (2♀♀); **Jar**: *M. arvalis* (139♀♀, 9♂♂), *A. sylvaticus* (1N), *S. araneus* (2♀♀).

Čeľaď Haemogamasidae Oudemans,1926

Eulaelaps stabularis (C. L. Koch, 1836) - patrí k euryzonálnym a hematofágnym roztočom, ktorí sú typickými parazitmi drobných cicavcov [8]. Pri premnožení spôsobuje u človeka rôzne kožné ochorenia [10]. Získali sme 27 exemplárov zo srsti 6 druhov hostiteľov, väčšinou z rodu *Apodemus*. Najčastejším hostiteľom bol *M. arvalis* (44%).

Zistený hostiteľ: **Leto**: *A. flavicollis* (2♀♀), *A. sylvaticus* (1♀), *M. arvalis* (9♀♀, 1N); **Jeseň**: *A. microps* (1♀), *A. sylvaticus* (1♀, 1♂), *M. arvalis* (1♀); **Zima**: *A. agrarius* (2♀♀), *A. microps* (1♀), *A. sylvaticus* (4♀♀), *C. leucodon* (1♀); **Jar**: *A. sylvaticus* (1♀), *M. arvalis* (1♀).

Haemogamasus nidi (Michael, 1892) - fakultatívny hematofág, vývinovo aj troficky viazaný na hniezda drobných cicavcov. Je epidemiologicky významný, hlavne ako pôvodca závažných ochorení [13]. Zo srsti sme získali 102 exemplárov tohto roztoča, ktorý tvoril len 7,6% z celkového počtu odobratých roztočov. Jeho hostiteľmi boli najmä *A. sylvaticus* (52%) a *M. arvalis* (21,5%).

Zistený hostiteľ: **Jar**: *M. arvalis* (1♀); **Leto**: *A. flavicollis* (2♀♀), *A. sylvaticus* (1♀), *M. arvalis* (1♀); **Jeseň**: *A. sylvaticus* (6♀♀), *C. glareolus* (3♀♀, 1♂, 1N), *M. arvalis* (7♀♀, 2♂♂), *P. subterraneus* (2♀♀, 1♂); **Zima:** *A. agrarius* (6♀♀, 1♂), *A. sylvaticus* (41♀♀, 5♂♂), *C. glareolus* (3♀♀), *C. leucodon* (3♀♀, 2♂♂), *M. arvalis* (5♀♀, 1♂), *S. araneus* (2♂♂), **Jar**: *M. arvalis* (3♀♀, 1♂).

Čeľaď Parasitidae Oudemans, 1902

Eugamasus magnus (Kramer, 1876) - pôdny druh roztoča, ktorý je predátorom pre pôdne bezstavovce [14]. *A. sylvaticus* bol jediným hostiteľom 2 exemplárov tohto druhu roztoča.

Zistený hostiteľ: **Zima**: *A. sylvaticus* (2♀♀).

Holoparasitus calcaratus (C. L. Koch, 1839) - patrí k štandardnej výbave akarofauny srsti a hniezd drobných zemných cicavcov lesných ekosystémov [11]. Avšak v našej vzorke nepredstavoval rozšírený druh roztoča. Podarilo sa nám získať len 1 exemplár, na hostiteľovi - *A. sylvaticus*.

Zistený druh: **Jeseň**: *A. sylvaticus* (1♂).

Pergamasus brevicornis (Berlese, 1903) - voľne žijúci predátor so širokým okruhom hostiteľov [10]. V našom výskume sa nám podarilo determinovať 23 exemplárov na 7 druhoch
drobných cicavcov.

Zistený druh: **Leto**: *M. arvalis* (1♀); **Jeseň**: *A. agrarius* (1♀), *A. sylvaticus* (1♀, 1♂), *C. glareolus* (3♀♀, 2♂♂), *C. leucodon* (1♀), *M. arvalis* (4♀♀, 2♂♂); **Zima**: *A. microps* (1♀♀, 1♂), *C. glareolus* (1♂), *C. leucodon* (1♀), *S. araneus* (1♀, 1N).

Pergamasus crassipes (Linnaeus, 1758) - holoarkticky rozšírený predátor so širokým okruhom hostiteľov, ktorý sa často nachádza v srsti drobných zemných cicavcov na celom území Slovenska [8]. Tento druh roztoča bol odobratý zo 4 hostiteľov, pričom najväčšie zastúpenie mal na druhu *M. arvalis* (64%).

Zistený druh: **Jeseň**: *A. sylvaticus* (1♀), *C. glareolus* (2♀♀), *M. arvalis* (6♀♀, 1♂); **Zima**: *A. microps* (1♀), *A. sylvaticus* (1♀).

Vulgarogamasus kraepelini (Berlese, 1905) - podarilo sa nám získať 29 exemplárov tohto druhu roztoča vyskytujúcich sa na 6 druhoch hostiteľov, pričom najväčšie zastúpenie mal na hostiteľoch *C. glareolus* (31%) a *M. arvalis* (31%).

Zistený druh: **Leto**: *M. arvalis* (1N); **Jeseň**: *A. flavicollis* (1N), *C. glareolus* (9N), *C. leucodon* (7N), *M. arvalis* (8N), *P. subterraneus* (1N), *S. araneus* (1N); **Zima**: *C. leucodon* (1N).

Vulgarogamasus remberti (Oudemans, 1912) - na rozdiel od predchádzajúceho druhu bol zastúpený v menšom množstve. Tvorí len 1% z celkovej vzorky druhov, získali sme 16 exemplárov, pričom najväčšie zastúpenie (37,5%) mal u *C. glareolus*.

Zistený druh: **Leto**: *A. sylvaticus* (1N); **Jeseň**: *A. agrarius* (2N), *A. flavicollis* (1N), *A. microps* (1N), *C. glareolus* (6N), *M. arvalis* (3N); **Zima**: *M. arvalis* (1N); **Jar**: *M. arvalis* (1N).

Čeľaď Ologamasidae Ryke, 1962

Euryparasitus emarginatus (C. L. Koch, 1839) - palearktický druh roztoča, ktorý sa pravidelne vyskytuje, počas svojho nymfálneho štádia v srsti a hniezdach drobných zemných cicavcov [8]. Odobratý bol len z jedného druhu hostiteľa - *A. sylvaticus*.

Zistený hostiteľ: **Zima**: *A. sylvaticus* (3♀♀); **Jar**: *A. sylvaticus* (2♀♀).

Čeľaď Macrochelidae Vitzhum, 1930

Macrocheles montanus (Willmann, 1951) - žije voľne v listovej hrabanke, humuse a komposte, odkiaľ sa dostáva do hniezd drobných cicavcov [11]. Na lokalitách Podunajskej nížiny sa vyskytoval len v malom množstve (5 ex.).

Zistený druh: **Jeseň**: *C. leucodon* (1♀), *M. arvalis* (1♀♀); **Zima**: *A. agrarius* (1♀), *C. leucodon* (1♀).

Macrocheles matrius (Hull, 1925) - prevažne dravá forma roztoča žijúceho v pôde, ale aj v hniezdach drobných zemných cicavcov a vtákov [15]. Získali sme 15 exemplárov tohto druhu roztoča, prevažne z hostiteľského druhu *M. arvalis* (67%).

Zistený druh: **Leto**: *A. flavicollis* (1♀), *M. arvalis* (7♀♀); **Jeseň**: *P. subterraneus* (1♀), *M. arvalis* (3♀♀); **Zima**: *A. microps* (2♀♀), *C. suaveolens* (1♀, 1♂).

Čeľaď Myonyssiadae Bregetova, 1956

Myonyssus gigas Bregetova, 1956 - patrí k obligátnym hniezdnym hematofágom [8]. V našej vzorke sme zaznamenali len jeden exemplár tohto druhu roztoča, konkrétne na druhu *M. arvalis*.

Zistený druh: **Jeseň**: *M. arvalis* (1♀).

Čeľaď Rhodacaridae Oudemans, 1902

Cyrtolaelaps mucronatus (G. et R. Canestrini, 1881) - európsky dravý druh, ktorého rozšírenie siaha od nížin po najvyššie pohoria [8]. Hostiteľom nášho jediného exemplára *C. mucronatus* bol *A. sylvaticus*.

Zistený druh: **Zima**: *A. sylvaticus* (1N).

3.3 Ixodida

Zo skupiny Ixodida sa nám podarilo zo srsti drobných zemných cicavcov odobrať len larválne - L (81,7%) a nymfálne - N (18,3%) štádiá druhov *Ixodes ricinus* a *Haemaphysalis concinna*, a to prevažne v letnom období, parazitujúce na *M. arvalis* (66%). Hodnota prevalencie kliešťov na drobných cicavcoch bola 4%.

Ixodes ricinus (Linnaeus, 1758) - významný vektor kliešťovej encefalitídy. Na drobných zemných cicavcoch parazitujú len jeho larvy a nymfy [8]. Z lokalít Podunajskej nížiny sme získali 70 exemplárov *I. ricinus*. Najvyššie hodnoty parazitácie kliešťom sme zaznamenali v letnom období, najnižšie hodnoty na jeseň, v zime, a z jarného obdobia absentuje výskyt kliešťa z daných lokalít.

Zistený hostiteľ: **v lete** *A. flavicollis* (1L - larva, 2N), *A. microps* (1L), *A. sylvaticus* (14L), *C. glareolus* (1L*), M. arvalis* (38L, 11N); **na jeseň**: *A. flavicollis* (1L), **Zima:** *M. arvalis* (1L).

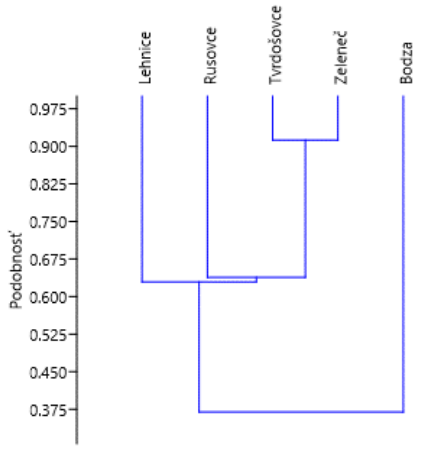
Haemaphysalis concinna Koch, 1844 - trojhostiteľský kliesť, vektor viacerých patogénov. Predstavuje vysoké riziko pre zdravie ľudí, ale aj hospodárskych zvierat. Larvy tohto druhu kliešťa parazitujú predovšetkým na hlodavcoch [16]. Získali sme len jeden exemplár tohto druhu kliešťa, a to zo srsti *M. arvalis*.

Zistený hostiteľ: **v lete** *M. arvalis* (1L).

3.4 Dynamika výskytu ektoparazitov a podobnosť lokalít

Podobnosť ektoparazitov na sledovaných lokalitách uvádzame na obr. 1. Najvyššiu podobnosť vykazujú lokality Tvrdošovce a Zeleneč, pretože determinované druhy ektoparazitov, ale aj odchytené druhy drobných zemných cicavcov boli veľmi podobné. Od ostatných lokalít sa najväčšmi odlišovala lokalita Bodza, z ktorej sme odchytili najväčšie množstvo drobných zemných cicavcov, z ktorých sme následne determinovali najväčší počet druhov ektoparazitov, ktorých prítomnosť sme na ostatných lokalitách nezaznamenali. Početnosť ektoparazitov a ich sezónnu dynamiku môžeme porovnať na základe jednotlivých lokalít (Tab. 1). Najväčšie druhové bohatstvo (23 druhov) sme zaznamenali najmä v zimnom období,

a determinovanými druhmi charakteristickými pre toto obdobie boli z roztočov *Cyrtolaelaps mucronatus*, *Eugamasus magnus*, a z bĺch druhy *Hystrichopsylla orientalis* a *Palaeopsylla kohauti*. Dominantne zastúpenými druhmi boli *Laelaps agilis* a *Laelaps hilaris*. Druhé najvyššie druhové bohatstvo (21 druhov) sme zaznamenali na jeseň. Z roztočov sme determinovali *Holoparasitus calcaratus* a *Myonyssus gigas*, najpočetnejšími druhmi ektoparazitov na jeseň boli opäť *L. agilis* a *L. hilaris*. V závislosti od ročného obdobia rastie početnosť niektorých druhov ektoparazitov, a to od jari (najmenšia diverzita) po zimu (najvyššia diverzita).



Obr. 1: Podobnosť lokalít na základe diverzity druhov ektoparazitov

	Jar 2014	Leto 2014	Jeseň 2014	Zima 2014	Jar 2015	Spolu
Bodza	43	154	102	438	234	971
Lehnice	-	76	57	51	23	207
Rusovce	-	-	167	54	-	221
Tvrdošovce	-	9	7	94	-	110
Zeleneč	-	78	8	4	-	90
Spolu	43	317	341	641	257	1599

Tab. 1: Sezónna dynamika ektoparazitov na jednotlivých lokalitách Podunajskej nížiny

Záver

V období od jari 2014 do jari 2015 sa na piatich lokalitách (a na deviatich odchytových líniách) Podunajskej nížiny uskutočnili odchyty drobných zemných cicavcov. Zaznamenali sme 12 druhov drobných cicavcov, z ktorých sme získali 28 druhov ektoparazitov zo skupín Siphonaptera (7 druhov), Mesostigmata (19 druhov) a Ixodidae (2 druhy). Dominantným druhom Siphonaptera bol *C. agyrtes* (55%), predovšetkým v srsti hostiteľa *M. arvalis*. Z mesostigmátnych roztočov boli najpočetnejšie *L. agilis* (31,4%) a *L. hilaris* (32%), ktorí spoločne tvorili viac ako polovicu roztočov (63,5%). Zo skupiny Ixodidae sme získali *Ixodes ricinus* (98,6%) a *Haemaphysalis concinna* (1,4%). Pri porovnávaní jednotlivých lokalít sme zistili, že najväčšie množstvo exemplárov, ale aj druhov ektoparazitov pochádza z lokality Bodza (971 ex., 21 druhov) a z tejto lokality pochádza aj najviac napadnutých hostiteľov ektoparazitmi (177 ex.). Naopak, najmenšie zastúpenie druhov ektoparazitov, ako aj počet determinovaných exemplárov bolo získaných na lokalite Zeleneč (90 ex., 9 druhov). Najvyššia infestácia ektoparazitmi bola predovšetkých na lokalite Bodza, v zimnom období, naopak najmenšia na lokalite Zeleneč, a to z dôvodu malého počtu odchytov, ale aj malého počtu odchytených hostiteľov. Sezónna dynamika ektoparazitov na území Podunajskej nížiny sa mení v závislosti od ročného obdobia, a to od jari, kedy sme zaznamenali najmenšie druhové bohatstvo (4 druhy), ale aj najmenší počet ektoparazitov (43 ex.), cez leto (14 druhov, 311 ex.) a jeseň (21 druhov, 304 ex.), až po zimné obdobie, ktoré je v našom prípade najpočetnejším ročným obdobím, čo sa týka druhov (23), ale aj počtu determinovaných ektoparazitov (639 ex.). Ak však porovnáme dynamiku ektoparazitov z jari 2014 a 2015, zaznamenali sme väčší počet druhov, ale aj exemplárov ektoparazitov na jar 2015 (23 druhov, 639 ex.). Zo všetkých nami skúmaných lokalít, sme odchytili druh *A. agrarius* len z dvoch - Bodza a Rusovce. Druhové zloženie ektoparazitov v porovnaní s lokalitami, v ktorých sme prítomnosť tohto hostiteľa nezaznamenali, sa výrazne nelíšil. Typickým druhom blchy pre tento druh hostiteľa bola *Hystrichopsylla orientalis*, ktorú sa nám nepodarilo zaznamenať na žiadnom z ostatných druhov hostiteľov. Početným druhom roztoča bol *A. fahrenholzi*, ktorý sa bežne vyskytuje v srsti iných drobných zemných cicavcov.

Poďakovanie

Výsledky vznikli v rámci riešenia projektu *VEGA 1/0608/16.* Moje poďakovanie patrí RNDr. P. Klimantovi, PhD., za pomoc pri determinácii roztočov, Mgr. M. Zigovej a Mgr. Z. Poláčikovej, PhD., za pomoc pri determinácii ektoparazitov, cenné rady a ochotu pomôcť.

Použitá literatúra

[1] Jurášek, V., Dubinský, P., a kol., 1993: Veterinárna parazitológia. Bratislava: Príroda a.s., 1993, 382 pp., ISBN 80-07-00603-Kořínková, K., 2006: Obecná parazitologie. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Přírodovědecká fakulta, Ústí nad Labem. pp. 88, Dostupné na internete: http://biology.ujep.cz/vyuka/file.php/1/opory/Obecna_parazitologie.pdf, /2018-02-20/

[2] Majzlan, O., 1998: Bezchordáty a chordáty. Bratislava: Danubiapress, a.s., 1998, 268 pp., ISBN 80-967953-4-1Volf, P., Horák, P., et al., 2007: Paraziti a jejich biologie. Triton, 318 pp., ISBN: 978-80-7387-008-9

[3] David, S., Dudich, A., Gajdoš, P., Hajnalová, E., Hollá, A, Kováčová, V., Magic, D., Smetana, V., Šimko, Z., Šteffek, J., Válková, D., 1989: Príspevok k poznaniu ektoparazitov drobných zemných cicavcov Trnavskej pahorkatiny a Malých Karpát. Zborník odborných prác VI. Západoslovenského TOP-u Buková. Krajský ústav štátnej pamiatkovej starostlivosti a ochrany prírody, Bratislava, 5, pp.75-105.

[4] Volf, P., Horák, P., et al., 2007: Paraziti a jejich biologie. Triton, 318 pp., ISBN: 978-80-7387-008-9Ambros, M., Dudich, A., Kováčik, J. & Štollmann, A., 1985: Ektoparazity (Acarina, Anoplura, Siphonaptera) drobných zemných cicavcov (Insectivora, Rodentia) Východoslovenskej nížiny. Zborník východoslovenského múzea, 26: 127-177.

[5] McGavin, G., C., 2005: Hmyz. Pavúky a iné suchozemské článkonožce. Banská Bystrica: Ikar, 2005, 254 pp., ISBN 80-551-0955-9

[6] Lang, J., Pravda, O., Doskočil J., Hurka, K., 1971: Zoologie I. díl. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1971, 378 pp.

[7] http://www.sopsr.sk/ps.chvu2/files/ostrovneluky.pdf /2018-02-20/

[8] Stanko, M., Ambros, M., 1989: Príspevok k poznaniu ektoparazitov (Acarina, Siphonaptera) drobných zemných cicavcov (Insectivora, Rodentia) Štátnej prírodnej rezervácie Ostrov Kopáč. Zborník Slovenského Národného múzea, Prír. vedy, Vol. 35., Bratislava. pp. 91-100

[9] Brinck-Lindroth, G. & Smit, F.,G.,A.,M, 2007: The fleas (Siphonaptera) of Fennoscandia and Denmark. Boston: Fauna Entomologica Scandinavica, Volume 41, pp. 1 - 196, ISBN 90-04-15151-6

[10] Ambros, M., Dudich, A., Kováčik, J., Štollmann, A., 1985: Ektoparazity (Acarina, Anoplura, Siphonaptera) mikromamálií (Insectivora, Rodentia) Východoslovenskej nížiny. Zborník východoslovenského múzea, 26: 127-177

[11] Ambros, M., Dudich, & Štollmann, A., 2001: Poznámky k faune roztočov (Acarina: Mesostigmata) drobných zemných cicavcov (Insectivora, Rodentia) Starohorských vrchov. Folia faunistica Slovaca 6: 33-45.

[12] Mašán, P., Fenďa, P., 2010: A review of the laelapid mites associated with terrestrial mammals in Slovakia, with a key to the European species (Acari: Mesostigmata: Dermanyssoidea). Institute of Zoology SAV, NOI Press, Bratislava, 187 pp. ISBN: 978-80-970406-8-0

[13] Ambros, M., 1993: Ektoparazitické článkonožce - roztože (Acari: Mesostigmata) drobných zemných cicavcov chránenej krajinnej oblasti Slovenský kras. 2. Jelšavský kras, Silická planina a Turnianska kotlina. Ochrana prírody - Naturae Tutela, 2: 221-228.

[14] Manu, M., Ion, S., 2014: Characteristic soil mite´s communities (Acari: Gamasina) for some natural forests from Bucegi Natural Park - Romania. Periodicum Biologorum, Vol. 116, No 3: 303-312. ISSN: 0031-5362

[15] Ambros, M., 1988: K poznaniu fauny ektoparazitov okresu Veľký Krtíš /Krupinská planina, Ipeľská kotlina/ 2. roztoče /Acari: Mesostigmata/. Prehľad odborných výsledkov: XXIII. Top / Plachtinská dolina 1987, pp. 133 - 140

[16] MENG, H., XU, S., et al., 2016: Abundance and seasonal activity of Haemaphysalis concinna (Acari: Ixodidae) at the border between China and Russia in Northern Inner Mongolia, China. Dostupné na internete: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4700674/. /2018-02-07/

Bystruškovité (Carabidae) vybraných plôch okolia obce Lednické Rovne (Slovensko)

Carabid beetles of selected areas surrounding Lednicke Rovne village (Slovakia)

Filip Kucej[1]
Školitelia: Vladimír Langraf[2], Zuzana Krumpálová[2]
[1, 2] Katedra ekológie a environmentalistiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74, Nitra
e-mail: [1]filip.kucej@student.ukf.sk, [2]vladimir.langraf@ukf.sk, [2]zkrumpalova@ukf.sk

Abstrakt

Výskum bystruškovitých sme uskutočnili na dvoch rôznych biotopoch v Bielych Karpatoch. Jedným bol les tvorený bukom a borovicou (bez antropogénneho zásahu) a druhým biotopom bolo rúbanisko (s jednoznačne vysokým ľudským zásahom.) Počas výskumu sme odchytili 1 834 jedincov z čeľade Carabidae patriacich ku 12 druhom. Analýzou hlavných komponentov (PCA) sme zisťovali väzbu druhov k biotopom. Rarefakčnou krivkou sme predikovali nárast počtu druhov na rúbanisku.
Kľúčové slová: bystrušky, ľudská činnosť, Biele Karpaty

Abstract

The research of carabid beetles was carried out at two different study sites of the White Carpathians Mts. One was the forest beech and pine character (without an anthropogenous disturbance), and second study site was the clear-cut with high human intervention. During the research, we collected total of 1,834 individuals from family Carabidae belonging to 12 species. By analyzing major components (PCAs), we have identified species relationship to the biotopes. Using a rarefaction curves we tray predicted an increase in the number of species on the clear-cut.
Key Words: Carabids, human activity, White Carpathians Mts.

Úvod

Obec Lednické Rovne leží v nadmorskej výške 266 m n.m. na pravej strane Váhu [1]. Z geomorfologického hľadiska spadá pod geomorfologický celok Biele Karpaty [2]. Samotné katastrálne územie obce Lednické Rovne, ležiace v Bielych Karpatoch, sa na základe fytogeografického členenia SR rozprestiera v bukovej zóne v oblasti rastlinstva na flyšových a kryštalicko-druhohorných horninách [3]. Z rastlinstva, ktoré sa tu nachádza tvorí väčšinu zmiešaná dubina. V rámci zoogeografického členenia spadá do provincie listnatých lesov a podkarpatského úseku [4]. Z hľadiska klimatických pomerov skúmané územie patrí do okrsku M1, ktoré je charakterizované ako mierna teplá klimatická oblasť [5].

V obci a jej okolí boli doposiaľ realizované len tri výskumy, týkajúce sa bioty. Prvý výskum v tomto regióne bol zameraný na faunu a flóru obecného parku - čeľaď bystruškovité (Carabidae) bola zastúpená 21 druhmi [6]. Ďalší výskum toho istého parku prebiehal v roku 2012 od mája do októbra, počas ktorého bolo zaznamenaných 60 druhov chrobákov, pričom bystruškovité (Carabidae) boli zastúpené 3 druhmi [7]. V roku 2016 sa uskutočnil tretí výskum zameraný na štruktúru a bioindikačný význam zástupcov Carabidae. Celkovo sa podarilo zaznamenať 12 druhov Carabidae [8]. Ďalšia práca hodnotila stav maloplošných území v CHKO Biele Karpaty, kde uvádzajú 6 druhov [9]. V prírodnej rezervácií Nová hora zaznamenali výskyt dvoch druhov z čeľade Carabidae a to: *Carabus scheidleri* a *Carabus ullrichi* [10]. Na území Bielych Karpát bol uskutočnený výskum v prírodnej rezervácií Krasín nad obcou Dolná Súča, kde sa uvádza 54 druhov z čeľade Carabide [11].

Cieľom predloženej práce je vyhodnotenie zisteného spektra bystruškovitých (Carabidae) na vybraných plochách okolia obce Lednické Rovne.

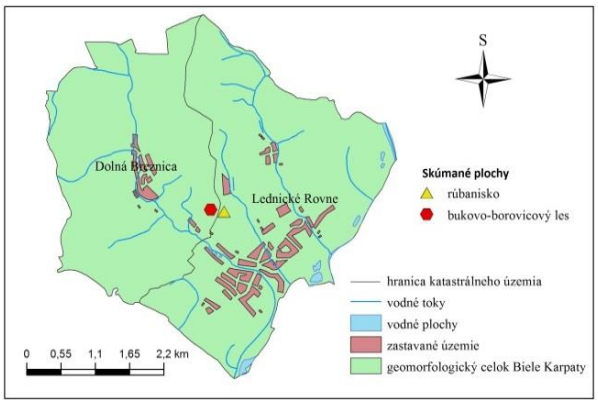
1 Metodika a materiál

Výskum sme uskutočnili od mája do novembra v roku 2016 na dvoch plochách, predstavujúcich rozdielne typy biotopov [12]. Fotografie plôch sú uvedené nižšie (obr. 2 – 3). Pre odchyt sme použili zemné pasce (750 ml) [13], ktoré boli vyberané v pravidelných dvojtýždňových intervaloch. Na každom biotope bolo umiestnených 5 pascí v línii,

vzdialených od seba 5 m. Ako fixačnú tekutinu sme použili 4 % soľný roztok. Získaný materiál bystruškovitých sme determinovali pod binokulárnym stereomikroskopom a použitá nomenklatúra je podľa práce [14]. Urobili sme výpočet dominancie (D), frekvencia (F) a následnú klasifikáciu druhov do príslušných kategórií [15]. Diverzitu, ekvitabilitu a rarefakciu sme vypočítali v programe Past 3.05 [16], s použitím prirodzeného logaritmu (ln). Väzbu druhov na biotopy sme overili analýzou hlavných komponentou (PCA) v programe Canoco [17].

1.1 Charakteristika územia

Skúmané plochy sa nachádzajú v geomorfologickom celku Biele Karpaty (obr. 1). Na študijnej ploche 1 prevládala zmiešaná bučina (*Fagus*) s borovicou (*Pinus*). Plocha 2 bola odlesnená, vyskytovali sa tu len orezy a vetvičky vyrúbaných stromov. Z rastlinstva tu prevládal najmä ostružinový porast (*Rubus idaeus*), v menšom zastúpení tu boli aj bodliaky (*Carduus*), iskerníky (*Ranunculus*) a lesné jahody (*Fragaria vesca*).



Obr. 1. Skúmané plochy v okolí obce Lednické Rovne

Obr. 2 Plocha 1 - bukovo – borovicový les

Obr. 3. Plocha 2 – rúbanisko (foto: Kucej, 2016)

2 Výsledky a diskusia

Na dvoch skúmaných plochách sme počas roku 2016 odchytili spolu 1 834 jedincov z čeľade Carabidae, patriacich ku 12 druhom (tab. 1).

Na ploche 1 (bukovo-borovicový les) sme celkovo zaznamenali 1 225 jedincov, patriacich ku 9 druhom. Tri druhy mali eudominantné zastúpenie na lokalite a spadajú do IV. frekvenčnej triedy - *Abax parallelepipedus* (D = 59 %, F = 93 %), *Abax ovalis* (D = 21 %, F = 86 %) a *Carabus violaceus* (D = 11 %, F = 86 %). Na ploche sme nezaznamenali žiadny dominantný druh. Dva druhy mali subdominantné zastúpenie – *Carabus coriaceus* (D = 4 %, F = 93 %) a *Carabus scheidleri* (D = 2 %, F = 50 %), pričom prvý druh patrí do IV. frekvenčnej triedy a druhý do III. Recedentné boli 2 druhy – *Carabus cancellatus* (D = 2 %, F = 50 %) spadajúci do III. frekvenčnej triedy a *Carabus hortensis* (D = 2 %, F = 29 %), patriaci do II. frekvenčnej triedy.

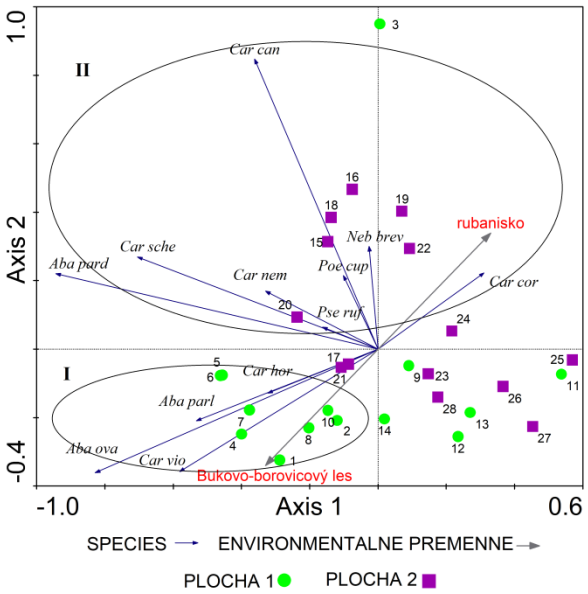
Tabuľka 2. Systematický prehľad zistených druhov a počet jedincov bystruškovitých (Carabidae) v Sedlačke pri Lednických Rovniach

Druhy	plocha1	plocha2
	počet jedincov	
Abax parallelepipedus Piller & Mitterpacher,1783	720	363
Abax parallelus Duftschmid,1812	7	3
Abax ovalis Duftschmid,1812	253	63
Carabus cancellatus Illiger,1798	22	31
Carabus coriaceus Linnaeus,1758	44	57
Carabus hortensis Linnaeus,1758	13	1
Carabus nemoralis O.F.Müller,1764	9	2
Carabus scheidleri Panzer,1799	29	11
Carabus violaceus Linnaeus,1758	128	53
Nebria brevicollis Fabricius, 1792	0	23
Poecilus cupreus Linnaeus,1758	0	1
Pseudoophonus rufipes De Geer,1774	0	1
Počet jedincov	1225	609
Počet druhov	9	12

Zaznamenali sme aj 2 subrecedentné druhy – *Carabus nemoralis* (D = 1 %, F = 36 %) a *Abax parallelus* (D = 1 %, F = 29 %), pričom obidva druhy patria do II. frekvenčnej triedy. Druhová diverzita (Shanonnov index) bola nízka (H´= 1,27), ekvitabilita (podľa Pielouovej) mala rovnako nízke hodnoty e = 0,39.

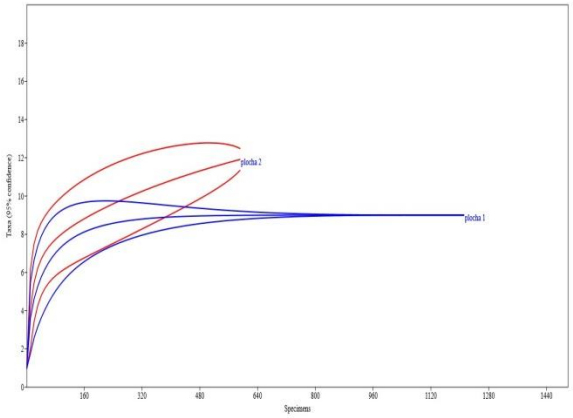
Na ploche 2 (rúbanisko) sme zaznamenali 609 jedincov z čeľade Carabidae, patriacich ku 12 druhom. Najviac (eudominantné) boli zastúpené 2 druhy – *Abax parallelepipedus* (D = 60 %, F = 86 %) a *Abax ovalis* (D = 10 %, F = 71 %), obidva druhy spadajú do IV. frekvenčnej triedy. Ďalej sme zaznamenali 3 dominantné druhy – *Carabus violaceus* (D = 9 %, F = 86 %), *Carabus cancellatus* (D = 6 %, F = 50 %) a *Carabus coriaceus* (D = 10 %, F = 86 %). Druhy *Carabus violaceus* a *Carabus coriaceus* patria do IV. frekvenčnej triedy *a Carabus cancellatus* patrí do III. frekvenčnej triedy. Zaznamenali sme aj jeden subdominantný druh – *Nebria brevicollis* (D = 4 %, F = 29 %), spadajúci do II. frekvenčnej triedy. Recedentný bol *Carabus scheidleri* (D = 2 %, F = 36 %), patriaci do II. frekvenčnej triedy. Spolu 5 druhov malo subrecedentné zastúpenie – *Carabus hortensis* (D = 1 %, F = 7 %), *Carabus nemoralis* (D = 1 %, F = 4 %), *Abax parallelus* (D = 1%, F = 21 %), *Pseudoophonus rufipes* (D = 1 %, F = 7 %) a *Poecilus cupreus* (D = 1 %, F = 7 %). *Abax parallelus* patrí do I. frekvenčnej triedy, ostatné do frekvenčnej triedy 0. Druhová diverzita (Shanonnov index) bola H´= 1,39, ekvitabilita (podľa Pielouovej) mala hodnotu e = 0,33. Zaznamenali sme tu vyššie druhové spektrum, rovnako aj vyššiu hodnotu druhovej diverzity (H´) oproti cenóze na ploche 1. Antopogénnym zásah (výrub stromov) spôsobil a umožnil prenikanie eurytopných druhov, napr. *Poecilus cupreus* a *Pseudoophonus rufipes*. Hodnoty ekvitability boli nízke na obidvoch plochách, čo poukazuje na nevyrovnanosť rozloženia jedincov medzi druhmi.

Analýzou hlavných komponentov (PCA) sme zisťovali variabilitu druhových dát. Priestorovú analýzu druhov a lokalít sme zobrazili pomocou PCA, kde typy biotopov sú vložené ako pasívne premenné. Prvá ordinačná os vysvetľuje 51,9 % variability druhových dát, druhá os 65,9 % (obr. 4). Na ordinačnom grafe sú druhy ordinované do dvoch zhlukov. Prvý zhluk tvoria druhy viazané na lesný biotop: *Abax ovalis*, *Abax parallelus*, *Carabus violaceus* a *Carabus hortensis.* Druhý zhluk tvoria prevažne druhy viazané na otvorené priestranstvá: *Carabus scheidleri*, *Carabus nemoralis*, *Pseudoophonus rufipes*, *Nebria brevicollis* a *Poecilus cupreus.* Avšak nachádzajú sa tu ešte aj lesné druhy: *Abax parallelepipedus*, *Carabus cancelatus*, *C. coriaceus*, čo pripisujeme zachovaniu pôvodných mikrohabitatov aj po výrube lesa alebo ekotónovému efektu.



Obr. 4. PCA analýza bystruškovitých s typmi biotopov ako nezávislými premennými (supplementary variables).Vysvetlivky: čísla 1-14 je počet zberov na ploche 1 (bukovo-borovicový les), čísla 15-28 je počet zberov na ploche 2 (rúbanisko)

Rarefakciou - metódou predikcie (odhadu) druhového bohatstva na základe získaného počtu jedincov a druhov, s využitím 95 % konfidenčného intervalu, sme odhadovali druhové bohatstvo na plochách (obr. 5). Táto metóda znižuje vplyv rozdielnej veľkosti vzoriek (počtu druhov a jedincov) štandardizáciou na veľkosť menšej vzorky. Dĺžky rarefakčných kriviek príslušných plôch sú odrazom druhovej nasýtenosti bystruškovitých a miery istoty predikcie. Predikcia druhovej bohatosti na ploche 1 je 9 druhov, čo je aj reálny počet zistených druhov. Plocha 2 má druhovú predikciu 13 druhov, čo je o jeden druh viac ako náš reálne potvrdený počet druhov. Lokality vykazujú vysoký stupeň istoty predikcie konečného druhového bohatstva (majú dlhé rarefakčné krivky). Na základe získaných dát druhov a jedincov zo skúmaných plôch môžeme predpokladať nárast počtu druhov o jeden na ploche 2. Bystruškovité majú na skúmanej ploche vplyvom výrubu lesa zmenené podmienky a dochádza k nahrádzaniu lesných druhov za druhy otvorených priestranstiev, na základe čoho môžeme predikovať nárast počtu druhov.



Obr. 5. Rarefakčná krivka predikcie počtu druhov na lokalitách

V skúmanom území sme potvrdili druhy, žijúce v dubových, bukových, resp. zmiešaných lesov, ktoré zistili aj iní autori [7], a to *Carabus cancellatus*, *C. coriaceus*, *C. violaceus*; [6] - *Carabus coriaceus*, *C. granulatus*, *C. violaceus*, *C. hortensis*, *Pseudoophonus rufipes*, *Nebria brevicollis*. *Carabus cancellatus* je na Slovensku chráneným druhom. Z výsledkov autorov [9] a [10] sme potvrdili prítomnosť stredoeurópskeho endemita *Carabus scheidleri*, zaradeného ku chráneným druhom. S výsledkami výskumu v rozsiahlom území Bielych Karpát [11], na pôvodných biotopoch - v prírodnej rezervácií Krasín nad obcou Dolná Súča, sme mali zhodných 10 bežných lesných (bukové a dubové lesy) druhov z čeľade Carabidae – *Abax parallelepipedus*, *Carabus cancellatus*, *C. coriaceus*, *C. hortensis*, *C. nemoralis*, *C. scheidleri*, *C. violaceus*, *Nebria brevicollis*, *Poecilus cupreus* a *Pseudoophonus rufipes*.

Záver

Na skúmaných plochách okolia obce Lednické Rovne sme počas roku 2016 z čeľade Carabidae zaznamenali 1 834 jedincov, patriacich ku 12 druhom: *Abax parallelepipedus*, *A. prallelus*, *A. ovalis*, *Carabus cancellatus*, *C. coriaceus*, *C. hortensis*, *C. nemoralis*, *C. scheidleri*, *C. violaceus*, *Nebria brevicollis*, *Poecilus cupreus*, *Pesudoophonus rufipes*.

Vyššiu hodnotu druhovej diverzity sme zaznamenali na ploche 2 (H´= 1,39; pri Hmax = 1,48) ako dôsledok antopogénneho zásahu do biotopu úplným odlesnením a výrubom stromov. Dôkazom efektu tejto činnosti je zistenie prítomnosti eurytopných druhov (*Poecilus cupreus*

a *Pseudoophonus rufipes*), ktoré sa v lesnom biotope prirodzene nevyskytujú.

Poďakovanie

Táto práca bola podporená projektom KEGA - 025UKF-4/2016: Živočíchy v antropogénnom prostredí -vysokoškolská učebnica, e-learning.

Použitá literatúra

[1] Miklós L. (ed) (2002) Atlas krajiny Slovenskej republiky 2002. 1. vyd. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR, 342 s. ISBN 80-88833-27-2

[2] Mazúr E. a Lukniš M. (2002) Atlas krajiny Slovenskej republiky 2002. 1. vyd. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR, 342 s.

[3] Plesník P. (2002) Fytogeograficko-vegetačného členenie. In: Hrnčiarová, T. (ed.). Atlas krajiny Slovenskej republiky, Bratislava, 24 s.

[4] Jedlička L., Kalivodová E. (2002) Zoogeografického členenie: terestrický biocyklus. In: Hrnčiarová, T. (ed.). Atlas krajiny Slovenskej republiky, Bratislava, 113 s.

[5] Lapin M., Faško P., Melo M., Šťastný P., Tomlain J. (2002) Klimatické oblasti. In. Hrnčiarová, T. (ed.): Atlas krajiny Slovenskej republiky, VEDA, Bratislava, 95 s.

[6] Stanová V. a kol. (1997) Inventarizačný výskum historického parku v Lednických Rovniach, centrum pre aplikovanú biológiu Daphne, Bratislava 21 s.

[7] Kucej F. (2012) Inventarizačný výskum fauny v historickom parku Lednické Rovne, SOČ, SOŠ Veterinárna Nitra , 36 s.

[8] Kucej F. (2016) Štruktúra spoločenstiev bystruškovitých (Carabidae) vybraných biotopov Bielych Karpát a ich bioindikačný význam, bakalárska práca, FPV UKF v Nitre, 43 s.

[9] Vlčková K. (2014) Chráněná území v CHKO Bílé Karpaty. Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie, 164 s.

[10] Podešva Z. (2016) https://nature.hyperlink.cz/uh/Nova_hora.htm (internetový zdroj)

[11] Majzlan O. (2017) Chrobáky (Coleoptera) prírodnej rezervácie Krasín nad obcou Dolná Súča v Bielych Karpatoch, Ochrana prírody, Nature conservation 29/2017, 74 s.

[12] Ružičková H., Halada Ľ., Jedlička L., Kalivodová E. (1996) Biotopy Slovenska. Bratislava: Ústav krajinnej ekológie Slovenska akadémie vied, 192 s.

[13] Novák K., Balát F., Bartoš E., Bouček Z., Daniel M., Dlabola J., Doskočil J., Holman J., Hrbáček, Jagemann E., Kunst M., Landa V., Lang J., Mařan J., Miller F., Nosek J., Novák K., Obenberger J., Obr S., Pelikán J., Raušer J., Rosický B., Rusek J., Schwarz J., Skuhravý V., Slouková M., Šilhavý V., Štys P., Teyrovský V., Vondráček K., Zahradník J., Zelený J. (1969) Metódy sběru a preparace hmyzu, Academia Praha, 243 s.

[14] Hůrka K. (1996) Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín, 566 s.

[15] Losos B., Gulička J., Lellák J., Pelikán J. (1984) Ekologie živočichů, Praha, 316 s.

[16] Hammer Ø. (2015) Past Paleontological Statistics Version 3.05. Reference manual [CD]. University of Oslo: Natural History Museum.

[17] Ter Brak, C.J.F., Šmilauer P. (1998) CANOCO Reference Manual and User´s Guide to Canoco and CanoDraw for Windows User´s Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power (Ithaca NY, USA).

Paleolimnologická rekonštrukcia vývoja vodnej nádrže Veľká Vindšachta s využitím subfosílnych zvyškov pakomárov

Paleolimnological reconstruction of the development of lake Veľká Vindšachta using subfossil chironomid remains

Marcela Přidalová[1]
Školiteľ: Ladislav Hamerlík[2]
[1,2]Katedra biológie a ekológie PFV UMB, Tajovského 60, 97401 Banská Bystrica
[1]mpridalova@studenti.umb.sk, [2] ladislav.hamerlik@umb.sk

Abstrakt
Predkladaná práca sa zaoberá rekonštrukciou ekologických zmien nádrže Veľká Vindšachta. Datovanie sekvencie sedimentačného jadra predstavuje 200 rokov. Celkovo sme zaznamenali 35 taxónov, pričom najfrakventovanejšie boli *Tanytarsus* spp., *Procladius* spp. a *P. nubeculosum*-type. Spoločenstvá pakomárov boli vyčlenené na tri charakteristické zóny. VIND-Z1 vykazovala extrémne nízky počet hlavových kapsúl a taxónov pakomárov. Vo VIND-Z2 sa ich počet iditeľne zvyšoval. *Procladius* spp.,*Tanytarsus* spp., *Cricotopus cylindraceus*-typu, *Cricotopus* sp., *R.* effusus-typ, *Psectrocladius barbatipes*-type a *Eukiefferiella* sp. sa v tejto zóne objavili a náhle vymizli v nasledujúcich vrstvách sedimentu. VIND-Z3 bola charakteristická rozmanitosťou a trvalou dominanciou *Procladius* spp., *Tanytarsus* spp. a *P. nubeculosum*-type. Viditeľný tu bol výrazný nárast nových taxónov ako sú *Ablabesmyia* spp., *Microchironomus* sp., *Prodiamesa olivacea*, *Psectrotanypus varius* a *T. bavarica*.
Kľučové slová: Chironomidae, banská činnosť, paleolimnológia,

Abstract
The study deals with reconstruction of ecological changes of the Velká Vindšachta reservoir. The dated sequence of sediment cores span the last 200 years. A total of 35 taxa were recorded with the most common taxa being *Tanytarsus* spp., *Procladius* spp. and P. nubeculosum-type. The chironomid assemblages were divided into three zones: VIND-Z1 contained extremely low number of chironomid head capsules and taxa. In VIND-Z2 the number of taxa and head capsules gradually increased. *Procladius* spp. and *Tanytarsus* spp. predominated, and taxa such as *Cricotopus* cylindraceus-type, *Cricotopus* sp., *R. effusus*-type, *Psectrocladius barbatipes*-type and *Eukiefferiella* sp. occurred just in this zone and disappeared in the surface sediment samples. The typical features of VIND-Z3 were high diversity and the lasting dominance of *Procladius* spp., *Tanytarsus* spp. and *P. nubeculosum-type.* This zone was characterized by a significant increase of new taxa such as *Ablabesmyia* spp., *Microchironomus* sp., *Prodiamesa olivacea*, *Psectrotanypus varius* and *T. bavarica*-type.
Keywords: Chironomidae, mining activity, paleolimnology

Úvod

Voda ako jedna z najdôležitejších látok života, priťahovala pozornosť všetkých ľudských spoločností od úsvitu dejín. Vyspelé staroveké civilizácie si svoje obydlia stavali pozdĺž tokov a využívali dômyselné zavlažovacie kanály. Prostredníctvom nich privádzali vodu na polia, ktoré obrábali. Mestá využívali akvadukty na zásobovanie pitnou vodou a zároveň pomocou vody odvádzali zo starovekých metropol nečistoty. Dodnes je voda nenahraditeľnou zložkou uspokojujúcou potreby obyvateľstva a základnou podmienkou existencie živých organizmov [1].

Okolie Banskej Štiavnice je dokonalým príkladom toho, ako môže voda v spojení s umom človeka sprístupňovať bohatstvo, meniť dejiny a dodávať život. Vďaka technickej osvietenosti a odvahy majstrov vznikol fungujúci vodohospodársky systém. Jeho vznik podnietili potreby baníctva, pretože sa tu nachádzali hlavne strieborné a zlaté rudy. Vodohospodársky systém bol zložený z umelo vybudovaných vodných nádrží (tajchov) a záchytných jarkov. Postupom času sa zdokonaľoval a v druhej polovici 18. storočia stál na vrchole bansko-vodného staviteľstva [2].

Pakomáre (Diptera, Nematocera, Chironomidae) patria medzi bentické organizmy, ktoré sú často využívané ako paleolimnologické indikátory. Hlavové kapsuly lariev pakomárov,

obsahujúce chitín, sa veľmi dobre zachovávajú v sedimentoch. Prostredníctvom taxonomického zloženia tanatocenóz, ktoré boli zachované v sedimentoch, je možne zrekonštruovať podmienky prostredia v čase, kedy prebiehala sedimentácia [3]. Zmeny v paleospoločenstvách umožňujú študovať paleoklimatické zmeny, vývoj jazera, antropogénnu acidifikáciu, kultúrnu a prírodnú eutrofizáciu a paleosalinitu [4].

Predkladaná práca by mala priblížiť problematiku vplyvu ľudskej činnosti na nádrž Veľká Vindšachta prostredníctvom analýzy hlavových kapsúl pakomárov. Medzi jej hlavné ciele patrí, zistiť sukcesný proces pakomárov od vzniku nádrže po súčasnosť, a následne opísať či zmeny ľudských aktivít mali vplyv na štruktúru spoločenstiev pakomárov.

1 Materiál a metodika

1.1 Charakteristika študovaného územia

Sledovaná vodná nádrž Veľká Vindšachta sa nachádza v okolí mesta Banská Štiavnica, ktoré sa nachádza v južnej časti stredného Slovenska. Mesto s nadmorskou výškou 621 m.n.m je situované uprostred stratovulkánu v Chránenej krajinnej oblasti Štiavnické vrchy. Patria medzi najväčšie sopečné pohorie na Slovensku a orograficky spadajú do sústavy stredoslovenských vulkanických pohorí. Pestrosť a svojráznosť vegetácie územia, od ktorej závisí diverzita živočíšstva, sa odráža od vplyvu podložia a geomorfológie [5].

Vodná nadrž Veľká Vindšachta slúžila v minulosti pre potreby baníctva. Návrh na jej výstavbu podal v roku 1710 Matej Kornel Hell. Jeho zámerom bolo zabezpečenie dostatočnej rezervy vôd na pohon banských zariadení určených na odčerpávanie vody. Dnes sa vodná nádrž Veľká Vinšachta využíva najmä pre rekreačné účely [6].

1.2 Odber a laboratórne spracovanie vzoriek

Sedimentačné jadrá sa odoberali z najhlbších častí nádrže, z plávajúcej plošiny s oceľovým jadrovačom UWITEC Niederreiter 60 pracujúcom na hydraulickom princípe. Odber sa realizoval v máji 2016. Vyvŕtali sa dve jadrá pričom bolo na analýzu použité len to dlhšie. Vrtné jadrá so sedimentom boli po odbere odvezené na ÚVZ SAV v Banskej Bystrici. V laboratóriu bolo sedimentačné jadro pozdĺžne narezané, odfotografované a následne litologicky opísané. Jedna polovica dĺžky profilu sa rozdelila na vzorky sedimentov s hrúbkou 1cm. Vzorky sa uložili do plastových zipsových vreciek a uschovali v chladničke pre neskoršie analýzy. Datovanie vzoriek sedimentu bolo vykonané v Krakove pomocou metód ^{210}Pb a ^{137}Cs [7].

1.3 Analýza zvyškov pakomárov

Hlavové kapsuly pakomárov (Chironomidae) boli spracované štandardnými metódami [9] a montované do trvalých preparátov. Hlavové kapsuly sme pomocou mikroskopu determinovali podľa určovacích kľúčov [10] [11] [12].

Na vyčlenenie zón, ktoré majú podobnú skladbu zoskupenia pakomárov, sme použili klastrovú analýzu [13]. Jaccardov index podobnosti bol pri zhlukovaní kombinovaný s metódou complete linkage. Na zobrazenie zmien biologických a anorganických proxy pozdĺž sedimentačného stĺpca bol použitý program C2, verzia 1.7.6 [14].

2 Výsledky

V rámci práce sme zistli, že 105 cm dlhá sekvencia sedimentov predstavuje 200 rokov. Najstaršie sedimenty, ktoré predstavujú cca 50 rokov v sedimentačnom profile chýbajú. V odobratom jadre bolo nájdených celkovo 669 kapsúl pakomárov, spadajúcich pod 35 taxónov. Najpočetnejšie taxóny vyskytujúce sa vo väčšine vzoriek (t.j.> 50%) boli *Tanytarsus* spp., *Procladius* spp. a *Polypedilum nubeculosum*-type. Počet hlavových kapsúl na jednu vzorku sa pohyboval od 0 do 72. Klastrovou analýzou boli vyčlenené tri významné zóny.

Spodné vrstvy sedimentu VIND-Z1 (106-74 cm, <1816-1816), obsahovali extrémne nízky počet taxónov a hlavových kapsúl. VIND-Z2 (74-24 cm, 1816-1965 AD) bola charakterizovaná výraznou zmenou taxonomickej štruktúry. Počet taxónov a hlavových kapsúl sa postupne zvyšoval. Dominantnými taxónmi boli *Procladius* spp. a *Tanytarsus* spp. Taxóny ako *Cricotopus cylindraceus*-typ, *Cricotopus* sp., *Rheocricotopus effusus*-typ, *Psectrocladius barbatipes*-typu a *Eukiefferiella* sp. sa v tejto zóne náhle objavili a zmizli vo vrchných vrstvách sedimentu. Vo VIND -Z3 (24-0 cm, 1965-2013 AD) bol zaznamenaný najvyšší počet taxónov. Opäť sa tu objavujú taxóny ako *Procladius spp., Tanytarsus* spp. a *Polypedilum nubeculosum*-typ. Táto zóna je charakterizovaná výrazným prírastkom nových taxónov ako sú *Microtendipes pedellus*-type, *Ablabesmyia* spp., *Microchironomus* sp., *Prodiamesa olivacea, Psectrotanypus varius* a *Tvetenia bavarica*-type.

3 Diskusia

Litologický profil nádrže začína pôvodným andezitovým podložím a najstaršia sedimentačná vrstva (odhadovaná na rok 1816) je situovaná na 81-82 cm jadra. Ďalších 20 cm predstavuje spodné vrstvy, ktoré neboli datované. Vzhľadom na relatívne stabilnú sedimentáciu v nádrži, môžeme predpokladať, že najstaršia vrstva pochádza z roku

1760. Výsledky datovania poukazujú, že najstaršie sedimenty, ktoré predstavujú cca 50 rokov, v sedimentačnom profile chýbajú. Existuje málo historických dôkazov o manipulácií s nádržou v minulosti, predpokladáme však, že chýbajúce sedimenty mohli byť odstránené počas rekonštrukcie hrádze [15]. Kvôli nedostatku najstarších sedimentov sme v stratigrafickom zázname nezaznamenali počiatočnú fázu, ktorá nasleduje po vytvorení nádrže [16]. Táto fáza je zvyčajne charakteristická vysokým výskytom a veľkou biomasou lariev pakomárov [17] [18]. Sedimentačné jadro bolo rozdelené na 3 zóny.

Zóna predstavujúca najspodnejšie vrstvy sa zhoduje s obdobím intenzívneho využívania vody ako zdroja energie v dobe, keď bola nádrž v dynamickom režime. Hladina vody sa často menila v dôsledku čoho veľké časti dna zostávali dlhší čas odkryté. To viedlo k vodnej erózií, premiestňovaniu a ukladaniu jemného zrnitého štrku, obsahujúceho zvetraný andezit a zvyšky dreva, z okolitých svahov a brehov. Taxonomické zloženie v najstarších vrstvách sedimentačného záznamu, nám neumožňuje spoľahlivú interpretáciu taxonomických zmien, ale výskyt taxónov s dobre definovateľnými ekologickými nárokmi v kombinácií s vlastnosťami sedimentov, naznačujú aké environmentálne podmienky prevládali. Predpokladáme, že na dne dominovali minerálne substráty s absenciou makrofytov. Nízky obsah organických látok signalizuje obmedzenie primárnej produkcie a potravných zdrojov. Negatívny dopad na potravné zdroje mohol byť spôsobený vysadením kaprov do nádrže, ktoré sa začali v banskoštiavnických nádržiach chovať od roku 1810 [19].

V nasledujúcej zóne dochádza k zjavnej zmene v kvalitatívnej a kvantitatívnej štruktúre spoločenstva pakomárov. To môže byť následkom poklesu banskej činnosti v 20 rokoch 20 storočia, kedy nádrž stratila svoj pôvodný význam ako zdroj energie [20]. Vzhľadom k tomu sa stabilizovala vodná hladina a nedochádzalo k extrémnym osciláciám. Spoločenstvá pakomárov v tejto zóne udávajú mierne eutotrofné podmienky. Dominantným je tu hlavne *Tanytarsus* spp., ale výrazný nárast početnosti sa prejavil aj pri rode *Procladius* spp.., ktorý sa nepovažuje za dobrý bioindikátor pretože je eurytopný a má voľný spôsob života, takže je pomerne nezávislý od podmienok kyslíka v sedimente [21]. Nárast abundancie druhu *Chrionomus pumosus-type a C. anthracinus,* pravdepodobne podmienilo zaliatie celej plochy dna nádrže. Niektoré druhy *Chironomus* patria medzi rýchle kolonizátory novonapustených nádrží [22]. Klimatické javy (zrážky,teploty) a následný prítok z jarkov počas obdobia so zvýšeným množstvom zrážok mohli v nádrži spôsobiť zaujímavý výskyt niektorých reofilných taxónov *(Rheocricotopus ef fusus-typ, Eukiefferiella* sp.),

Najvrchnejšia zóna vykazuje nárast biodiverzity pakomárov z hľadiska výskytu nových taxónov. Po prvý krát sa objavuje druh *Microtendipes pedellus*-type, evidujeme pokles *Cladotanytarsus mancus* a *Procladius* spp. a viditeľný je nárast abundancie taxónu *Tanytarsus* spp. Tieto zmeny naznačujú že dochádzalo k zníženiu profundálnej zóny a dominancií litorálnych taxónov. Zvyšuje sa habitatová diverzita a zvýšenie trofie jazera má nepriamy vplyv na spoločenstvá pakomárov v podobe zväčšovania litorálnej zóny a zvyšovania zložitosti biotopov. Z hľadiska priameho vplyvu na spoločenstvá ide o dostupnosť kyslíka a potravy [23]. Zvýšenú trofiu určuje vyšší obsah organickej hmoty v jemnozrnných sedimentoch a nárast výskytu nepeľových objektov zástupcov makrofytov a rias. Výskyt a hustota makrofytov podmieňuje štruktúru spoločenstva pakomárov. Poskytuje životný priestor a zdroj potravy pre niektoré druhy To by vysvetľovalo prítomnosť taxónov ako *Ablabesmyia* spp. a *Dicrotendipes nervosus-type*, ktoré sú úzko viazané na makrofyty [24].

Záver

Vodná nádrž Veľká Vindšachta predstavuje pozostatky po intenzívnej banskej činnosti v minulosti, kedy predstavovala zdroj vodnej energie. Jej pôvodná funkcia ukončením baníctva zanikla, avšak jej využívanie človekom pokračuje do dnes (zdroj pitnej vody, rekreácia).

Paleolimnologické metódy nám umožňujú sledovať zmeny podmienok a bioty jazera počas vplyvu antropických alebo prirodzených zmien. Prostredníctvom klastrovej analýzy bolo jadro rozdelené na tri zóny s odlišnou štruktúrou spoločenstvá pakomárov.

Zóna ktorá zahŕňa spodné sedimenty bola charakterizovaná extrémnym nedostatkom hlavových kapsúl a tiež nízkym obsahom organických látok, čo vysvetľuje, že bola nádrž v tom čase intenzívne využívaná ako zdroj energie pre ťažbu a hutníctvo. Nasledujúca zóna sa vyznačovala stabilnejšími hydromorfologickými podmienkami, čo by mohlo vysvetľovať zmenu manažmentu intenzívneho využívania nádrže. Oproti predchádzajúcej zóne sa tu výrazne zvýšila biodiverzita pakomárov, čo odráža vyššiu, stabilizovanú hladinu vody a zvýšenú zložitosť biotopov. V najvrchnejších vrstvách sedimentu bola zaznamenaná vysoká biodiverzita s výskytom nových taxónov, obývajúcich litorál nádrže. Vzhľadom na taxonomické zloženie spoločenstva

predpokladáme, že v nádrži narástla habitatová diverzita, napr. vyšší podiel makrofytov.

Výsledky predkladanej práce môžu prispieť ku komplexnejšej zmene v správe a zlepšení manažmentu nádrže, ktorá je súčasťou historickej banskej krajiny.

Poďakovanie

V prvom rade by som sa chcela poďakovať vedúcemu diplomovej práce doc. Ing. Ladislavovi Hamerlíkovi, PhD., za tému práce a poskytnutie materiálov pre jej spracovanie a tiež za jeho ochotu, čas a trpezlivosť. Poďakovanie tiež patrí aj pánovi prof. RNDr. Petrovi Bitušíkovi, CSc. za odborné rady pri determinácii a ďakujem aj doktorandke Mgr. Timei Chamutiovej za pomoc a výbornú spoluprácu.

Použitá literatúra

[1] LELLÁK J., KUBÍČEK F., 1991: Hydrobiologie.257pp. Univerzita Karlova, Praha.

[2] LICHNER, M., KAŠIAROVÁ, E., NOVÁK, J., NOVOTNÝ, J., PODKONICKÝ, L.,SKAVINIAK, M. 2005. Banskoštiavnické Tajchy. Banská Bystrica: Štúdio Harmony s.r.o., Banská Štiavnica: Slovenský vodohospodársky podnik. pp. 10 – 54. ISBN 8089151086.

[3] HOFMANN, W. 1984. Stratigraphie subfossiler Cladocera (Crustacea) und Chironomidae (Diptera) in zwei Sedimentprofilen des Meerfelder Maares. In Courier Forschungs Institut Senckenberg. 6, pp. 67 – 80.

[4] WALKER, I. 1995. Chironomids as indicators of past environmental change. In Armitage, P. D., Pinder, L. C., Cranston, P. S. 1995. The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges. London, Glasgow, Weinheim, New York, Melbourne, Madras: Chapman Hall, pp. 405 – 422. ISBN 9789401043083

[5] PONEC, J. & MIHÁLIK, Š. 1981. Prírodné rezervácie na Slovensku. Martin: Osveta. pp. 283

[6] LICHNER, M. (Ed.): Banská Štiavnica. Svedectvo času. Banská Bystrica: HARMONY s.r.o., 256 pp, 2002. ISBN 809685478X.

[7] SZARLOWICZ K, RECZYŃSKI W, MISIAK R, KUBICA B. 2013. Radionuclides and heavy metal concentrations as complementary tools for studying the impact of industrialization on the environment. In The Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 298, pp. 1323 – 1333.

[8] BENGTSSON, L. & ENELL, M. 1986. Chemical Analysis. In Berglund, B.E. (ed.): Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. Chichester : John Wiley & Sons Ldt. pp. 423 – 451. ISBN 1930665806

[9]]IAN R. WALKER, C. G. PATERSON. 1986 Associations of diatoms in the surficial sediments of lakes and peat pools in Atlantic Canada. *Hydrobiologia* 134:3, 265-272.

[10] WIEDERHOLM, T. 1983. Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part I. Larvae. In Entomologica Scandinavica supplement. 19, pp. 1 – 457.

[11] BROOKS, S. J., LANGDON, P. G., HEIRI, O. 2007. The Identification and Use of Palaearctic Chironomidae Larvae in Palaeoecology. Technical Guide No. 10. London: Quaternary Research Association. pp. 276. ISBN 0907780717

[12] PINDER LCV, 1995. The habitats of chironomid larvae. In: P.D. Armitage, P.S. Cranstonsand L.C.V. Pinder (1995) The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-BitingMidges. Chapman & Hall, London: p. 107-135.

[13] BITUŠÍK, P. 2000. Príručka na určovanie lariev pakomárov (Diptera: Chironomidae) Slovenska Časť 1. Buchonidae, Diamesinae, Prodiamesinae a Orthocladiinae. Zvolen: Edičné stredisko Technickej univerzity. pp. 133. ISBN 8022808695

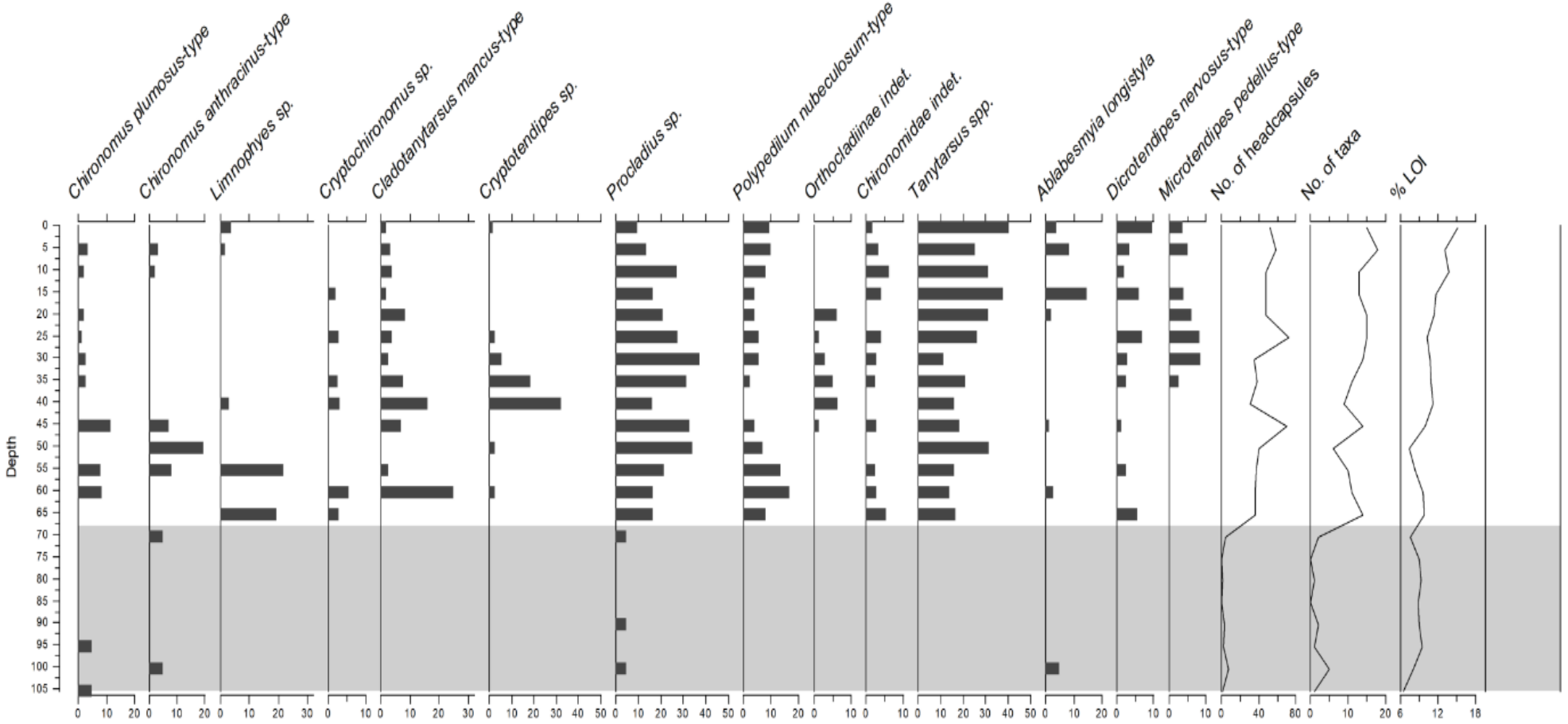
[14] HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. In Palaeontologia Electronica. 4, pp. 1 – 9.

[15] JUGGINS S. 2007. C2 Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation, verzia 1.7.4. Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK

[16] KUBOVČÍK, V. 2013. Subfosílne spoločenstvá pakomárovitých (Diptera: Chironomidae) ako indikátory historických zmien prostredia. 1. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, pp. 15 – 20. ISBN 9788022825801

[17] KUBINSKÝ, D., FUSKA, J., WEIS, K., LEHOTSKÝ, M. 2013. Zmeny akumulačného objemu vodných nádrží Veľká Richňavská a Malá Richňavská. In Acta Hydrologica Slovaca, 14, pp. 402 – 413.

[18] BAXTER RM, 1977. Environmental effects of dams and impoundments. Annu. Rev. Ecol. Syst. 8(1): 255-283.
[19] ARMITAGE, P. D., 1983. Chironomidae from Cow Green reservoir (England, UK) and its environs in the 1st years of its existence (1970 – 1977). Aquatic Insects. 5, pp. 115 – 130
[20] KRZYZANEK E, 1986. Development and structure of the Goczałkowice reservoir ecosystem. XIV. Zoobenthos. Ekologia Polska, 34(3): 491-513
[21] LICHNER M, KUŠNIEROVÁ E, LICHNER M,NOVÁK J, PODKONICKÝ L, 1999. Banskoštiavnické tajchy (Banská Štiavnica´s Water Reservoirs). Studio Harmony, Banská Bystrica: 126 pp. (In Slovak and English)
[22]]MATĚNA, J. 1990. Succession of Chironomus Meigen species (Diptera, Chironomidae) in newly filled ponds. In International Review of Hydrobiology. 75,1, pp. 45 – 57.
[23] BROOKS, S. J. & BIRKS, H. J. B. 2001. Chironomid – inferred air temperatures from late glacial and Holocene sites in north-west Europe: progress and problems. In Quaternary Science Reviews. 20, pp. 1723 – 1741
[24] BROOKS, S. J., LANGDON, P. G., HEIRI, O. 2007. The Identification and Use of Palaearctic Chironomidae Larvae in Palaeoecology. Technical Guide No. 10. London: Quaternary Research Association. pp. 276. ISBN 0907780717



Obrázok 1 Stratigrafický diagram dominantných taxónov pakomárov (> 5%) počtu taxónov a hlavových kapsúl, ako aj % straty žíhaním (% LOI) v sedimentačnom profile nádrže Veľká Vindšachta

Pavúky (Araneae) ako bioindikátory stanovištných podmienok mesta

Spiders (Araneae) as bioindicators of urban habitat conditions

Pavol Purgat[1]
Školiteľ: Zuzana Krumpálová[2]
[1,2]Katedra ekológie a environmentalistiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] pavol.purgat@student.ukf.sk, [2] zkrumpalova@ukf.sk

Abstrakt

Ochrana prírody a prírodných zložiek je v súčasnosti veľmi aktuálna téma. V tejto súvislosti je možnosť využitia pavúkov (Araneae) ako modelových organizmov pri skúmaní a hodnotení stavu krajiny.

Naše výskumy pojednávajú o štyroch druhoch pavúkov, z ktorých každý osídľuje rozdielny typ stanovišťa v mestách. V prípade *Lycosa singoriensis* sa jedná o antropogénne stanovištia – kosené trávne porasty. Naproti tomu *Cheiracanthium punctorium* osídľuje lokality s nízkym stupňom antropickej disturbancie, porastené vhodným typom vegetácie, hlavne vysokých druhov tráv. U druhu *Allagelena gracilens* sme zistili prenikanie do urbanizovaného prostredia, kde žije v mestských výsadbách. Pavúk *Brigittea civica* zase osídľuje steny budov a jeho rozšírenie úzko súvisí s veľkosťou miest.

Kľúčové slová: pavúky, antropogénna činnosť, urbánne prostredie

Abstract

Conservation of nature and natural elements is currently a very important topic. In this context, it is possible to use spiders (Araneae) as model organisms when examining and assessing the status of the landscape. Our research covers four species of spiders, each of which colonize a different habitat type in the cities. In the case of *Lycosa singoriensis*, these are anthropogenous areas - mowed grasslands. *Cheiracanthium punctorium*, on the other hand, often colonize places with low levels of human disturbance (ruderal places), overgrown with a suitable type of vegetation, especially high grass species. For *Allagelena gracilens*, we have found penetration into the urbanized environment where it lives in park plantations. The spider *Brigittea civica* is spreading at the walls of buildings and its expansion is closely related to the size of the city.

Key Words: spiders, human activity, urban environment

Úvod

V súčasnom období, keď do popredia stále viac vstupuje ochrana prírody a prírodných zložiek, sa začína klásť dôraz na tzv. modelové organizmy, ktoré sa dajú využiť pri skúmaní stavu a vlastností krajiny na základe ich bioindikačného významu. V tejto súvislosti vykazujú významné indikačné vlastnosti aj pavúky (Araneae). Táto skupina živočíchov môže slúžiť ako bioindikátor prostredia práve preto, že ekologické nároky mnohých jej zástupcov sú v Európe dobre preskúmané, a tak môžu pavúčie spoločenstvá poskytovať dôležité informácie o vplyve antropickej činnosti na biotu v krajine a v urbánnom prostredí [1].

Medzi pavúkmi teda nájdeme množstvo druhov, ktoré z dôvodu či už úzkej ekologickej valencie, tzn. preferencii často len jedného typu habitatu, či ich významnej úlohe v potravinovom reťazci, podávajú ucelený obraz o stave ekosystému [1]. Príkladom môže byť *Cheiracanthium punctorium*, ktorého výskyt je limitovaný vhodným typom vegetácie, najmä tráv rodu *Calamagrostis* a s tým súvisiacim nízkym stupňom antropického narušovania [2], alebo *Lycosa singoriensis*, druh viazaný na odlišný typ biotopu (stepi, lesostepi), ktorý sa výborne adaptoval na bylinné spoločenstvá pravidelne udržiavané antropickou činnosťou [3].

Oproti druhom z úzkou ekologickou valenciou sa však v medzi pavúkmi nachádzajú aj druhy schopné ľahko osídľovať novovzniknuté stanovištia, aké sa nachádzajú napríklad v mestách. V urbánnom prostredí sa veľmi často stávajú jednými z prevládajúcich organizmov a ovplyvňujú druhovú diverzitu. Tento prípad využitia voľnej ekologickej niky (steny budov) bol v posledných rokoch sledovaný u druhu *Brigittea civica* [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. U druhu *Allagelena gracilens* bude potenciál adaptácie k urbánnemu prostrediu jedným zo zameraní tohto príspevku.

1 Metodika výskumu

Výskum pavúka *Cheiracanthium punctorium* sme uskutočňovali od jari 2017 na Južnom Slovensku (Nitra, Šaľa, Tešedíkovo, Trnovec nad Váhom). Prítomnosť druhu bola zisťovaná na rôznych typoch stanovíšť s rôznym vegetačným zložením a rôznou mierou antropickej disturbancie (kosba). Výskyt druhu na lokalitách sme určovali vizuálne na základe charakteristických znakov - zámotkov, ktoré si zhotovujú juvenilné štádiá a dospelé samice. Materiál na prípadnú determináciu sme získavali individuálnym zberom za pomoci pinzety.

Výskum pavúka *Lycosa singoriensis* sme uskutočňovali v rokoch 2013, 2014 a 2017 na lokalitách (Levice, Trnava, Piešťany) s prítomnosťou habitatov, vhodných pre výskyt druhu. Na vybraných lokalitách sme zisťovali výskyt druhu, prípadné populačné zmeny v čase a porovnávali parametre jednotlivých lokalít. Prítomnosť druhu na lokalitách sme určovali vizuálne na základe charakteristických pobytových znakov – nôr s typickým vzhľadom a na základe samotného výskytu jedincov tohto druhu, vrátane fotografickej dokumentácie.

Výskum pavúka *Allagelena gracilens* prebiehal v roku 2017 v Nitre. Sledovali sme preferenciu vegetácie na synantropných stanovištiach (mestskej výsadbe) týmto druhom. Prítomnosť a abundancia druhu v mestských výsadbách bola hodnotená vizuálne, zber jedincov na následnú determináciu prebiehal individuálne, za pomoci pinzety.

Výskum *Brigittea civica* prebiehal v mestách s rozdielnou veľkosťou a to v Bratislave, Nitre a Zlatých Moravciach. Sledované lokality sa vyznačovali rozdielnymi parametrami, ako je napríklad vek budov, štruktúra omietky, orientácia skúmaných plôch voči svetovým stranám, prítomnosť verejného osvetlenia, prítomnosť zelene atď. Študijné plochy boli vybrané čo najviac rôznorodé, aby sme mohli porovnávať preferencie *B. civica* voči rôznym typom stanovíšť. Zbery materiálu prebiehali na vytýčených plochách 1,5 x 3 m (cca. 5 m^2) za pomoci exhaustora a pinzety. Determinácia zozbieraných jedincov prebiehala pod binokulárnou lupou [18].

2 Výsledky a diskusia

Pri výskume *Lycosa singoriensis* sme vychádzali z informácií dostupných v literatúre, kde je tento druh uvádzaný ako primárne stepný druh s pôvodným výskytom v Ázii, pričom na stredoeurópskych lokalitách obsadzuje nivy riek a antropogénne lokality (Obr. 1) a vykazuje výrazné zmeny v počte populácií v priebehu posledných rokov. Jedná sa konkrétne o expanzie a následné poklesy populácie tohto druhu zaznamenané v priebehu 20. storočia v Českej a Slovenskej republike [3, 15, 16, 17].

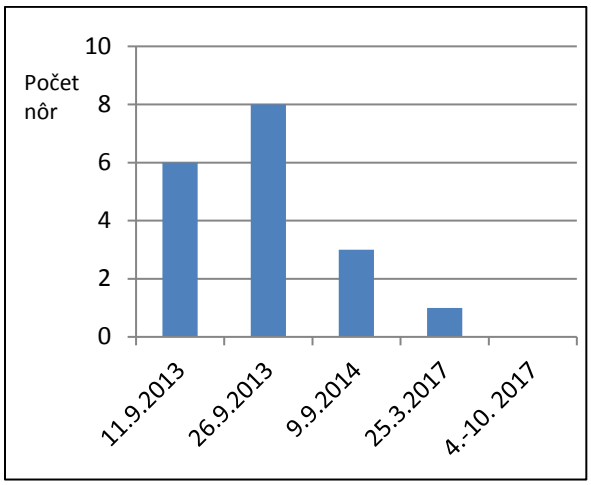
Na základe týchto údajov sme vykonávali monitoring druhu na lokalite v Leviciach (Tab 1). Jedná sa o trávnaté porasty hraničiace s plochami obchodného centra. Oblasť ďalej hraničí s poľnohospodárskymi plochami, v blízkosti sa nachádza vodný tok Podlužianka. Vegetácia pozostáva z nízkeho trávnika, ktorý je niekoľkokrát ročne kosený.

Na lokalite sme zaznamenali výskyt tohto druhu pavúka prvýkrát 11. 9. 2013, kedy sa nám podarilo objaviť 6 nôr, z toho 5 pravdepodobne neobývaných a 1 obývanú juvenilným jedincom *L. singoriensis*. Dňa 26. 9. 2013 sa nám podarilo objaviť 8 nôr, z toho pravdepodobne 5 nôr neobývaných a 3 nory obývané (subadultný samec, subadultná samica, juvenilný jedinec). V septembri nasledujúceho roka sa nám podarilo nájsť 3 obývané nory (2 subadultné samice, 1 subadultný samec). Počas monitoringu lokality v roku 2017 sa nám počas sledovaného obdobia (marec-október) podarilo na tejto lokalite objaviť len jednu obývanú noru s výskytom juvenilného jedinca (25. 3. 2017) (Graf 1). Zo získaných údajov môžeme usudzovať, že na tejto lokalite prebiehali podobné populačné výkyvy, začínajúc expanziou a následným poklesom veľkosti populácie, aké popisujú autori na iných sledovaných lokalitách v rámci Českej a Slovenskej republiky. Príčiny tohto javu stále nie sú dostatočne preskúmané, predpokladáme, že populačná dynamika môže byť ovplyvnená klimatickými faktormi (teplé a suché letá, mierne zimy, tuhé zimy atď.), prípadne zmenami na lokalitách (zmeny v intenzite kosby, zvýšená, znížená chemizácia atď.). V literatúre uvádzanú možnosť vplyvu vnútrodruhových faktorov na populačnú dynamiku druhu je potrebné lepšie preskúmať [3].

V roku 2017 sme zistili prítomnosť *L. singoriensis* aj na lokalite v Trnave (Tab 1). Jednalo sa o lokalitu prakticky identickú s lokalitou v Leviciach, opäť išlo o areál obchodného centra s pravidelne kosenými trávnikmi a blízkosťou vody. Na tejto lokalite sme objavili veľké množstvo nôr obývaných jedincami rôzneho veku a veľkosti.

Naproti tomu prítomnosť druhu sme nezistili v areáli golfového ihriska v Piešťanoch (Tab. 1), kde sme aj napriek pravidelnému koseniu vegetácie a zavlažovaniu lokality, ktoré vytvára podmienky priaznivé pre tento druh, nezaznamenali žiadne nory charakteristické pre *L. singoriensis*. Predpokladáme, že

príčinou tohto javu je uniformnosť vegetácie, pozostávajúcej prakticky len z trávnika, ktorý neposkytuje vhodné prostredie pre hmyz a iné bezstavovce, takže absentuje trofická ponuka pre *L. singoriensis.* Ďalej predpokladáme, že príčinou môže byť aj zvýšená chemizácia na lokalite.



Graf 1 Početnosť nôr *Lycosa singoriensis* na lokalite Levice

Obr. 1 Príklad typickej lokality *výskytu Lycosa singoriensis* (Trnava, obchodné centrum)

Výskum druhu *Cheiracanthium punctorium* sme vykonávali v roku 2017 na južnom Slovensku (Tab 1). Cieľom bola analýza stanovištných podmienok, ktoré tento druh potrebuje pre svoju existenciu. *C. punctorium* je v literatúre uvádzaný ako druh xerotermných stanovíšť, závislý od nízkeho stupňa antropickej disturbancie [2].
Náš výskum potvrdil jeho výskyt výlučne na tých krovinových a lúčnych biotopoch, ktoré vykazovali nízky stupeň antropickej disturbancie, tzn. žiadnu, prípadne len veľmi zriedkavú kosbu (Obr. 2). V mestských výsadbách a ruderálnych stanovištiach v mestách (Nitra, Šaľa) sme prítomnosť druhu nezistili. Na skúmaných lokalitách sme zistili jednoznačnú preferenciu väčších plôch porastených súvislým pokryvom vhodnej vegetácie pred menšími, fragmentovanými plôškami. Vzhľadom k tomu, že väčšina lokalít sa nachádzala v blízkosti vody a stromovej vegetácie, predpokladáme, že tieto faktory môžu mať na výskyt druhu pozitívny vplyv.

Ďalej sme sa venovali preferencii rastlín týmto druhom pavúka. Nakoľko sa jedná o druh, ktorý si stavia charakteristické zámotky na vegetácii [2], je závislý od výskytu vhodných druhov rastlín na lokalite. Z nášho výskumu vyplýva, že juvenilné aj adultné jedince uprednostňujú na stavbu zámotkov trávy rodu *Calamagrostis*. Juvenilné jedince sme objavili aj na trávach rodu *Bromus* a ojedinelý nález adultnej samice s mláďatami bol v okolíku mrkvovitej rastliny (Apiaceae). Je teda evidentné, že *C. punctorium* využíva okrem tráv rodu *Calamarostis* aj iné rastliny, čo korešponduje s poznatkami iných autorov [19].

Čo sa sezónnej dynamiky týka, zistili sme výskyt juvenilných jedincov od mája do júna s ojedinelým nálezom dospelej samice s mláďatami v júni. Adultné jedince sme nachádzali v júli až auguste, kedy dochádzalo k tvorbe kokónov u samíc a k opúšťaniu pavučinových zámotkov u samcov.

Počas monitorovania jedincov v pavučinových zámotkoch sme zistili, že opustené zámotky využívajú rôzne bezstavovce, z pavúkov sa jednalo o zástupcov čeľadí Philodromidae, Araneidae a Thomisidae, z hmyzu išlo o rady Heteroptera a Coleoptera.

Obr. 2 Príklad typickej lokality výskytu *Cheiracanthium punctorium* (Nitra)

Výskum pavúka *Allagelena gracilens* prebiehal v roku 2017 v meste Nitra (Tab 1). Cieľom bolo analyzovať podmienky šírenia v mestskom prostredí.

Podľa literárnych zdrojov nie je druh *A. gracilens* typicky mestským druhom [2], zistili sme však jeho vysokú abundanciu práve v mestskom prostredí.

Z výsledkov nášho výskumu môžeme usudzovať, že *A. gracilens* preniká do mestského prostredia, kde osídľuje rôzne kry, živé ploty atď., na ktorých si stavia charakteristické plachtovité siete (Obr. 3). Celkovo sme pozorovali 121 jedincov tohto druhu na 23 drevinách 9 druhov. Zistili sme, že tento druh jednoznačne preferuje kry s kompaktným tvarom, prípadne pravidelne zastrihávané kry. Na kroch, ktoré sa nevyznačujú kompaktným tvarom (nie sú zastrihávané a koruny sú prirodzené), sa *A. gracilens* vyskytuje zriedkavo. Prítomnosť druhu sme potvrdili na nasledovných rodoch krovitých rastlín: *Chamaecyparis, Berberis, Hedera, Hibiscus, Juniperus, Ligustrum, Lonicera, Taxus a Thuja*.

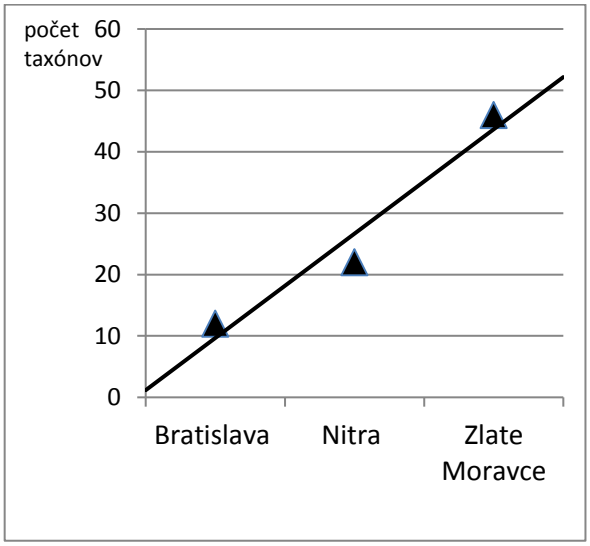
Obr. 3 Príklad typického habitatu *Allagelena* gracilens v urbánnom prostredí (*Juniperus*)

Výskum *Brigittea civica*, ktorý prebiehal v mestách s rozdielnou veľkosťou (Bratislava, Nitra, Zlaté Moravce)(Tab. 1). pomôže rozšíriť vedomosti o tomto často prehliadanom druhu pavúka. *B. civica* je synantropný druh pavúka so značným inváznym potenciálom. Typickým habitatom druhu sú steny domov (Obr. 4), ktoré masovo kolonizuje a tvorí na nich charakteristické kruhové siete, ktoré narúšajú estetický vzhľad objektov [18].

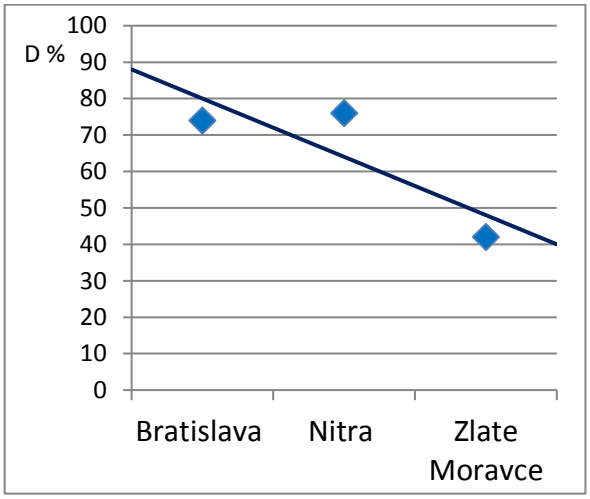
Zistili sme, že výskyt *B. civica* je vo všetkých mestách limitovaný faktormi prostredia a to konkrétne typom stavby, materiálom omietky, farbou omietky, štruktúrou povrchu, expozíciou a orientáciou voči svetovým stranám, prítomnosťou alebo absenciou svetelného zdroja, vegetáciou, blízkosťou cestných komunikácií a polohou budov v rámci mesta [18].

Ďalej sme zistili, že v Bratislave tvorili pavúky na stenách budov 24 % zo všetkých zozbieraných bezstavovcov, v Nitre tvorili pavúky 63 % a v Zlatých Moravciach bolo zastúpenie pavúkov až 69 %. Z toho vyplýva, že s rastúcou veľkosťou mesta klesá zastúpenie pavúkov v cenózach [18] a tiež klesá počet ich taxónov (Graf 2).

Naproti tomu podiel *B. civica* v araneocenózach rástol priamo úmerne s veľkosťou mesta, v Bratislave to bolo 74 %, v Nitre 76 % v Zlatých Moravciach len 42 % (Graf 3). Väčšie mestá vykazovali v populáciách *B. civica* vyšší podiel samcov a nižší podiel juvenilných jedincov [18].



Graf 2 Počet taxónov pavúkov na stenách budov



Graf 3 Podiel *Brigittea civica* v araneocenózach (%)

Obr. 4 Príklad typického habitatu *Brigittea civica* (Nitra)

Druh	Habitat	Lokalizácia
Cheiracanthium punctorium	Nekosené, resp. sporadicky kosené lúky a porasty krovín s výskytom tráv rodu *Calamagrostis* a *Bromus*	Nitra
		Šaľa
		Tešedíkovo
		Trnovec nad Váhom
Lycosa singoriensis	Okolia nákupných centier s pravidelne kosenou vegetáciou a blízkosťou vody	Levice
		Piešťany (nezistený)
		Trnava
Allagelena gracilens	Mestská zeleň – krovité dreviny kompaktného tvaru, príp. pravidelne zastrihávané	Nitra
Brigittea civica	Steny budov	Bratislava
		Nitra
		Zlaté Moravce

Tab. 1 Habitat a lokalizácia stanovíšť skúmaných druhov pavúkov

Záver

Uvedené výskumy potvrdili, že skúmané druhy pavúkov preferujú konkrétne typy stanovišťa v urbanizovanom prostredí, nie je medzi nimi kompetičný tlak a navzájom si nekonkurujú. Zistili sme preferenciu lokalít s vysokým antropickým vplyvom u druhu *Lycosa singoriensis*, ktorá je na náhradných stanovištiach závislá od pravidelnej kosby z dôvodu preferencie nízkej vegetácie. Naopak, miesta s nízkym antropickým vplyvom osídľuje druh *Cheiracanthium punctorium*, pre ktorý je kľúčový výskyt konkrétnych druhov vegetácie. Novovytvorené lokality v urbánnom prostredí osídľujú, mnohokrát masovo, druhy *Allagelena gracilens* a *Brigittea civica*. *A. gracilens* je druh mestských výsadieb, pričom jeho výskyt je limitovaný prítomnosťou vhodných krovitých drevín kompaktného tvaru, prípadne ich pravidelné zastrihávanie. *B. civica* je druh, ktorý sa vo veľkých mestách stáva dominantným a tvorí prevažnú časť araneofauny vonkajších stien budov.

Všetky skúmané druhy majú teda špecifické nároky na prostredie a ich prítomnosť, či absencia, podáva informácie o stave biotopov a mestských ekosystémov.

Poďakovanie

Na tomto mieste sa chcem poďakovať mojej školiteľke doc. RNDr. Zuzane Krumpálovej, PhD. za odborné rady pri tvorbe mojej práce, rovnako ako všetkým, ktorí sa zúčastnili pri zbere údajov v teréne. Výskumy boli finančne podporené riešeným projektom grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky KEGA 025UKF-4/2016 – Živočíchy v antropogénnom prostredí.

Použitá literatúra

[1] Buchar J. & Růžička V. (2002) Catalogue of spiders of the Czech Republic. Peres, Praha, 351 pp.

[2] Kůrka A., Řezáč M., Macek R. & Dolanský J. (2015) Pavouci České republiky [Spiders of the Czech Republic]. Academia, Praha, 623 pp.

[3] Lycosa singoriensis – prosperující populace na území ČR [Citované: 22. február 2018] http://arachnos.eu/cs/araneomorphae/lycosidae/lycosa/item/7-lycosa-singoriensis-confirmed-appearance-of-fauna-in-the-czech-republic

[4] Havlová, V. (2008) Ekologie a biotopová preference cedivečky zední (*Dictyna civica*) – estetický problém nových omítek v České republice. (Bakalářská práce) Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno

[5] Havlová, V., Hula, V. (2010) Cedivečka zápřední – Původce špinavých omítek. In: Živa, (online), č. 4/2010 (cit.14.2.2016), p. 172, URL: http://www.ziva.avcr.cz/2010-4/cedivecka-zapredni-puvodce-spinavych-omitek.html

[6] Holienková, M. (2015) *Dictyna civica* a rozšírenie jej výskytu na historických a súčasných budovách Hlohovca. (Stredoškolská odborná činnosť) Stredná odborná škola. Hlohovec, 33 pp.

[7] Krogmanová, V. (2013) Podmienky pre výskyt pavúka *Dictyna civica*, (*Araneae*, *Dictynidae*) v Nitre. (Bakalárska práca) Univerzita Konštantína Filozofa, FPV, Nitra, 59 pp.

[8] Krumpálová, Z. (1999) Je pavúk *Dictyna civica* (Lukas, 1850) (*Araneae*, *Dictynidae*) synantropný druh? In: Eliáš, P. (ed.) Inázie a invázne organizmy 2. SEKOS, Nitra, p. 67-71 ISBN 80-967883-4-5

[9] Krumpálová, Z. (2012) Invázne prejavy pavúka *Dictyna civica* (Lukas, 1850) (*Araneae*) na Slovensku. In: Kubovčík, V. Stašiov, S. (eds) Zoológia 2012. TU Zvolen, p. 100-101

[10] Krumpálová, Z., Denisová, M., Krumpál, M., Vadel, Ľ., Tulis, F. (2014) Pavúk *Dictyna civica* (*Araneae*, *Dictynidae*) v Bratislave. In: Manko, P., Baranová, B. (ed) Zoológia 2014, Prešovská Univerzita, Prešov, p. 125-127 ISBN 978-80-555-1140-5

[11] Krumpálová, Z., Denisová, M., Krumpál, M., Vadel, Ľ. (2018, in press). Role of urban fragmentation on the expansion of house wall spider *Dictyna civica* (Lucas, 1850) in Bratislava city (Slovakia, Central Europe).

[12] Lelovicsová S. (2016) Vplyv environmentálnych faktorov na výskyt *Dictyna civica*. (Bakalárska práca) Univerzita Konštantína Filozofa, FPV, Nitra, 84 pp.

[13] Purgat P. (2016) Invázne prejavy *Dictyna civica* v urbánnom prostredí. (Bakalárska práca) Univerzita Konštantína Filozofa, FPV, Nitra, 86 pp.

[14] Samu F., Józsa Z., Csányi E. (2004) Spider web contamination of house facades: habitat selection of spiders on urban wall surfaces. Plant Protection Institute & Berzsenyi College, Budapest, p. 351-356 ISBN 963 214 791 X

[15] Kratochvíl J. (1932c) Trochosa (Hogna) singoriensis (Laxm.) na Moravě a její rozšíření ve střední Evropě [Trochosa (Hogna) singoriensis(Laxm.) in Moravia and its distribution in Central Europe]. Příroda 25, p. 1–6

[16] Kratochvíl J. (1951) Jsme svědky rozšiřování zvířat [Are we witnesses of animals spreading]? Příroda, 44, p. 19–22

[17] Gigantický strehúň škvrnitý opäť obsadil južné Slovensko a Moravu [Citované: 22. február 2018] http://pavuky.eu/2015/05/14/young-man-in-the-city/

[18] Krumpálová Z., Purgat P., Lelovicsová S. (2018) Veľkosť urbanizovaného prostredia vs. výskyt pavúka Brigittea civica. Zoologické dny Praha 2018, ČZU Praha, p. 122

[19] Košulič O., Korba J. & Dolanský J. (2013) Zápřednice jedovatá – opravdu nejjedovatější pavouk České republiky? (The yellow sack spider – the most poisonous spider in the Czech Republic?). Živa 61 (4), p. 188–191 (in Czech, English summary)

Structure and key environmental factors shaping chironomid (Diptera: Chironomidae) assemblages of ponds of Slovakia.

Veronika ŠTILLOVÁ
Ladislav Hamerlík
Katedra biológie a ekológie FPV UMB, Tajovského 60, 97401 Banská Bystrica,
stillova93@gmail.com, ladislav.hamerlik@gmail.com

Abstrakt

Cieľom predkladanej práce je priniesť nové poznatky o štruktúre a diverzite spoločenstva pakomárov v malých nádržiach. K tomu patrí aj determinácia druhov či vplyv environmentálnych premenných na štruktúru tohto spoločenstva.

V dňoch od 01. 07. 2012 29.08.2013 boli odobrané vzorky z hladiny 41 malých vodných nádrží. Determinovali sme 107 taxónov. Zisťovala sa štruktúra, diverzita a jej vzťah k určitým environmentálnym vlastnostiam. Zistili sme, že diverzita čeľade Chironomidae so vzrastajúcou nadmorskou výškou a klesajúcou teplotou narastá. Ďalej sme zistili, že druhové bohatstvo narastá aj vo vzťahu k narastajúcej hĺbke malých vodných nádrží.

K zaujímavým nálezom patrí druh *Phaenopsectra flavipes* ktorý na území Slovenska doposiaľ nebol nájdený v štádiu exúvia.

Kľúčové slová: Chironomidae, malé vodné nádrže, biodiverzita, environmentálne gradienty.

Abstract

The aim of this work is to bring knowledge about the structure and diversity of Chironomidae and to characterize the typical community. Also, see how variation changes along major environmental gradients.

A drift net was used to sample floating pupal exuviae from 41 ponds in the period 01.07.2012 29.08. 2013.

A total of 107 taxa of three subfamilies were identified. Species/taxa of Chironominae dominated, followed by Orthocladiinae and Tanypodinae. *Phaenopsectra flavipes* represents a first record for the Slovak fauna.

Analysis of the relationship between altitude and pond diversity showed interesting results: chironomid diversity rose with altitude, which is not in concordance with the general biodiversity trends.

Key words: Chironomidae, small waterbodies, ponds, biodiversity, environmental gradients.

Úvod

Pod pojmom malé vodné nádrže (anglicky ponds) si môžeme predstaviť vodné telesá rôznych rozmerov ktoré môžu ale nemusia zarastať vegetáciou. Vzhľadom k tomu že im chýba profundálna zóna, čo znamená že slnečné lúče siahajú až na dno, je výskyt vodného rastlinstva pomerne častý [1]. Vymedzenie veľkosti malých vodných nádrží uvádza literatúra rôzne. Pohybuje sa však v rozmedzí od 1m² do 5 ha [2]. Vďaka svojej jedinečnosti, izolovanosti a heterogenite predstavujú malé vodné nádrže veľmi špecifický biotop [3]. Majú svoje špecifiká ako napríklad kolísanie teploty, veľké množstvo svetla v pomere k objemu, kolísanie koncentrácie minerálnych látok a podobne [4]. Táto práca by mala doplniť poznatky o druhovej rozmanitosti a štruktúre čeľade pakomárovitých v malých vodných nádržiach a tiež zistiť vzťah medzi diverzitou a hlavými environmentálnymi premennými.

Predkladaná práca sa preto zameriavala na tieto ciele:

1. Určenie taxonomického zloženia čeľade Chironomidae vo vybraných malých vodných nádržiach na základe lariev a exúvií a charakterizovať typické spoločenstvo pre tento biotop.
2. Zistiť ako sa diverzita mení pozdĺž hlavných environmentálnych gradientov a ktoré faktory určujú štruktúru spoločenstva.

Čeľaď pakomárovitých (Chironomidae) patrí medzi jednu z najrozšírenejších a druhovo najrozmanitejších čeľadí sladkovodného hmyzu, pričom má zástupcov v sladkom aj morskom prostredí. Odhaduje sa, že počet druhov na celom svete je viac ako 15000. Vďaka svojej diverzite, širokej distribúcii a tolerancii voči nepriaznivým podmienkam je čeľaď Chironomidae často využívaná v rôznych ekologických prácach.

Rozdeľuje na 11 podčeľadí a to: Aphroteniinae, Buchonomiinae, Chilenomyiinae, Chironominae, Diamesinae, Orthocladiinae, Podonominae, Prodiamesinae, Tanypodinae, Telmatogetoninae a Usumbaromyiinae.

1 Charakteristika odberných lokalít

V predkladanej práci boli študované vzorky exúvií kukiel pakomárov zo 41 malých vodných nádrží (pondov) po celom Slovensku. Odberové lokality boli súčasťou projektu BIOPOND a boli vybraté na základe ekologických a geografických podmienok jednotlivých pondov.

Nadmorská výška lokalít sa pohybuje v rozmedzí 98 ¬ 983 m n. m., čo predstavuje relatívne širokú škálu. Povodie väčšiny pondov tvorili lesy, kroviny a lúky, v menšom zastúpení aj orné pôdy.

Rozlohou sa jednotlivé pondy značne líšia a ich rozmedzie je medzi 17 m^2 až po 1,7 ha.

1.1 Terénne práce

Vzorky boli odoberané v letných mesiacoch od 01.07.2012 ¬ 29.08.2013. Vzhľadom k tomu že v letných mesiacoch sa liahne najviac druhov, je možné zachytiť reálnu druhovú skladbu spoločenstva malých vodných nádrží. Zaručila sa tak reprezentatívnosť a rozmanitosť druhového zloženia.

Larvy a exúviá kukiel boli získané z hladiny malých vodných nádrží pri brehoch a akumuláciách plávajúceho materiálu pomocou ručnej kruhovej siete s priemerom rámu 25 cm a hustotou tkaniny 0,25 mm. Vzorky boli na mieste niekoľkokrát premyté. Premytý materiál bol uložený do plastových nádob a zafixovaný 4% roztokom formaldehydu. Každá nádoba bola označená dátumom zberu a názvom odbernej lokality. Vzorky boli ďalej prevezené do priestorov Prírodovedeckej fakulty Univerzity Mateja Bela, kde boli ďalej spracované. Odbery vykonávali pracovníci Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici a Technickej Univerzity vo Zvolene.

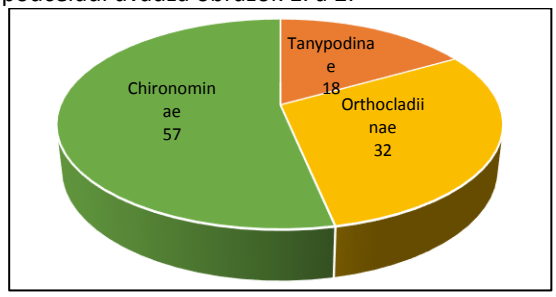
1.2 Laboratórne práce

V laboratóriu bol obsah plastových nádob dôkladne premytý cez hydrobiologickú sieťku, čím sme dosiahli odstránenie väčšej vegetácie a taktiež formaldehydu. Nasledovalo vytriedenie exúvií ale aj lariev, ktoré sa dostali do vzoriek pod binokulárnou lupou od neskúmaných organizmov, zvyšnej vegetácie a sedimentov. Každá vzorka po tomto procese bola konzervovaná 75% roztokom etanolu. Ďalším krokom bolo ukladanie lariev a exúvií do trvalých mikroskopických preparátov. Pri tomto kroku sme použili binokulárnu lupu, pinzety, preparačné ihly, podložné sklíčka, krycie sklíčka (22 x 22 mm) a Berléseho zalievacie médium. Následne boli pomocou svetelného mikroskopu preparáty determinované na čo najnižšiu taxonomickú úroveň, zvyčajne na úroveň druhu. Pri determinácií boli použité nasledujúce determinačné kľúče: Wiederholm (1986), Langton (1991) a Bitušík (2000). Trvalé preparáty sú uložené na Katedre biológie a ekológie Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici.

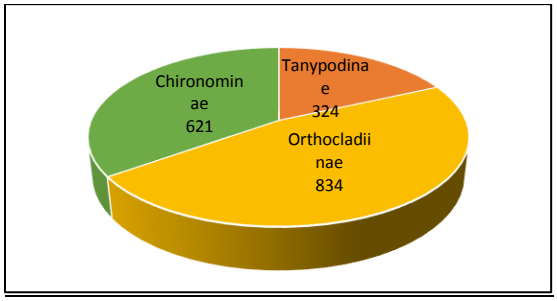
2 Výsledky a diskusia

V predkladanej práci bolo spracovaných 1772 lariev a exúvií kukiel pakomárov. Celkovo bolo determinovaných 107 taxónov patriacich do 3 podčeľadí a to Tanypodinae (18 taxónov), Orthocladiinae (32 taxónov) a Chironomidae (57 taxónov).

Z hľadiska počtu jedincov jednoznačne dominovala podčeľaď Orthocladiinae s 834 jedincami, čo predstavuje 47% z celkového počtu zachytených jedincov. Čo sa týka taxonomického zloženia pondov, viac ako polovica zaznamenaných taxónov pochádzalo z podčeľade Chironominae (48). Podrobnejší prehľad počtu zástupcov podčeľadí uvádza obrázok 1. a 2.



Obr. 1: Zastúpenie taxonomických skupín (z hľadiska počtu taxónov) získaných z odobratých vzoriek.

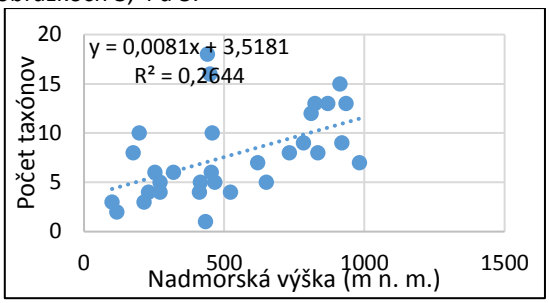


Obr. 2: Zastúpenie taxonomických skupín (z hľadiska počtu jedincov) získaných z odobratých vzoriek.

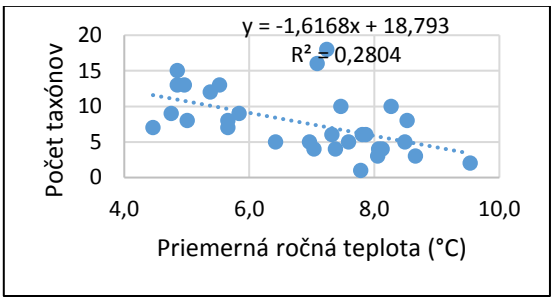
Najčastejšie sa na lokalitách vyskytovali tieto druhy a taxóny: *Chironomus* spp. (61%), *Cricotopus sylvestris* gr. (52%), *Corynoneura scutellata* gr. (48%) a *Polypedilum sordens* (42%). Naopak druhy ako *Guttipelopia guttipennis*, *Procladius signatus*, *Trissopelopia flavida*, *Zavrelimyia melanura* či *Brillia bifida* a iné sa vyskytovali len na jednej lokalite.

Diverzity jednotlivých pondov sme porovnávali vo vzťahu k nadmorskej výške, kde sme zistili že s narastajúcou nadmorskou výškou stúpala aj diverzita malých vodných nádrží (R^2 = 0,26440; p

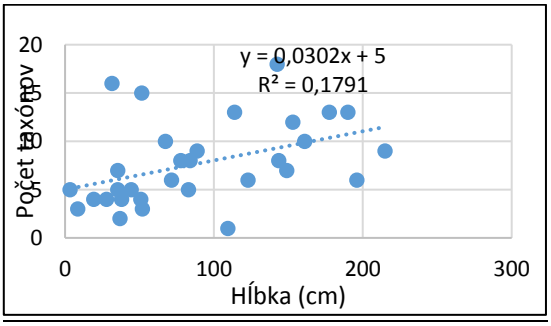
= 0,26). Pozitívnu koreláciu sme zistili pri druhovej rozmanitosti a priemernej ročnej teplote (R^2 = 0,28; p = -0,6), kde sa druhové bohatstvo zvyšuje pri klesaní teploty. Pri korelácií taxonomického bohatstva s hĺbkou malých vodných nádrží sme zistili signifikantnú pozitívnu koreláciu (p = 0,41). Koeficient determinácie však nebol vysoký (R^2 = 0,1791). Graficky sú tieto korelácie zobrazené na obrázkoch 3, 4 a 5.



Obr. 3: Korelácia druhového bohatstva s nadmorskou výškou.



Obr. 4: Korelácia druhového bohatstva s priemernou ročnou teplotou.



Obr. 5: Korelácia druhového bohatstva s hĺbkou.

V skúmaných malých vodných nádržiach bolo nájdených niekoľko faunistických zaujímavostí a jeden nový nález pre Slovensko. *Phaenopsectra flavipes* predstavuje pre Slovensko prvý nález. Larvy druhu sa vyskytujú v stojatých ako aj pomaly tečúcich vodách [5] pričom uprednostňujú piesočnaté a bahnité sedimenty.

V skúmaných pondoch boli najčastejšie sa vyskytujúcimi taxónmi *Chironomus* spp., *Cricotopus sylvestris* gr., *Corynoneura scutellata, Polypedilum sordens* a *Procladius choreus,* čo nie je prekvapujúce, keďže všetky spomínané taxóny sa vyznačujú širokou ekologickou valenciou. V prípade *Chironomus* spp. však s vysokou pravdepodobnosťou ide o skupinu rôznych druhov ktoré sa mimoriadne ťažko určujú na druhovú úroveň aj v štádiu exúvia kukly. Druhy tohto rodu sú však charakteristické pre vody s vysokou trofiou, jemným sedimentom a dobre znášajú výkyvy koncentrácií kyslíka (vďaka hemoglobínu, ktoré ich telá obsahujú) a aj výkyvy teploty. Druh *Cricotopus sylvestris* je typický viazanosťou na makrofyty [6] a vzhľadom na to, že makrofyty boli bohato zastúpené vo väčšine pondov, častý výskyt *C. sylvestris* (ale aj lariev *C. sylvestris* gr.) sa dal očakávať. Vegetácia predstavuje zdroj potravy a tiež úkryt pred predátormi [7]. Aj preto je prítomnosť rastlinstva vo vodnom prostredí dôležitým faktorom pre výskyt makrozoobentosu v malých vodných nádržiach.

Naopak druhy ako *Heterotrissocladius marcidus*, *Procladius signatus*, *Trissopelopia flavida* a mnohé iné sa v našich vzorkách vyskytovali iba raz. To znamená, že sú to ekologicky náročnejšie druhy s úzkou ekologickou valenciou, ktorým prostredie pondov nemusí vyhovovať, alebo sú všeobecne zriedkavé taxóny. Napríklad *H. marcidus* je najrozšírenejším druhom tatranských vôd [8]. V našich vzorkách bol determinovaný na jedinej lokalite, Muráň (BP 75) ktorá sa nachádzala vo výške 935 m n. m. Priemerné ročné teploty tu dosahujú 4,8 °C čo *H. marcidus* môže vyhovovať. Výskyt iných studenomilných prípadne rheofilných taxónov (ako boli napr. *Zavrelimyia barbatipes*, *Brillia modesta*, *Micropsectra lindrothi*) však môže byť spôsobený aj tým, že malé vodné nádrže majú v mnohých prípadoch prítoky, vďaka ktorým sa v pondoch môžu vyskytovať rheofilné až rheobiontné druhy.

Čeľaď Chironomidae patrí medzi najviac rozšírené vodné organizmy, je skvelou modelovou skupinou na ukážku korelácie medzi druhovou bohatosťou a nadmorskou výškou. So stúpajúcou nadmorskou výškou sa menia klimatické podmienky v dôsledku čoho klesá aj celková druhová diverzita ako aj diverzita čeľade Chironomidae. Hlavnými klimatickými faktormi vo vyšších nadmorských výškach ktoré ovplyvňujú druhovú skladbu sú: nízka teplota, nedostatok živín, zvýšené UV žiarenia, vyššia veternosť, dlhotrvajúca prítomnosti snehovej pokrývky, vysoké riziko sucha [9].

Podľa našich výsledkov sa však taxonomické bohatstvo pakomárov s nadmorskou výškou prekvapivo zvyšovalo. Zdôvodňujeme to tým, že študované pondy boli rozmiestnené pozdĺž pomerne krátkeho výškového gradientu (od cca 100 m n. m. do 983 m n.m.). Čo znamená, že klimatické pomery ešte nedosahujú také extrémy aké by dosahovali pri vyšších nadmorských výškach kde je veľmi nízka teplota, málo živín a podobne.

Zodpovedá tomu aj vzťah druhovej bohatosti a priemernej ročnej teploty, kde s klesajúcou teplotou stúpala rozmanitosť čeľade Chironomidae. Aj tu si môžeme všimnúť že klimatické pomery nedosahujú extrémy, no predpokladáme že pri vyšších nadmorských výškach by spolu s teplotou klesala aj druhová rozmanitosť. Ďalším dôvodom môže byť fakt, že nižšie položené pondy sa nachádzali v oblastiach s intenzívnym poľnohospodárstvom, pri poliach ktoré sú hnojené hnojivom s vysokým obsahom fosforu, čo spôsobuje vysokú úživnosť – eutrofiu – malých vodných nádrží [10]. To má za následok vysoký nárast fytoplanktónu ktorý zvýši spotrebu kyslíka vo vode a pri rozklade môže zapríčiniť hypoxiu alebo anoxiu vodného telesa. Takýto stav vedie k redukcii druhového bohatstva s dominanciou niekoľko málo dobre prispôsobených druhov predovšetkým podčeľade Chironominae (hlavne druhy rodu *Chironomus*, ktoré obsahujú hemoglobín a dokážu prežiť aj pri dlhších stavoch anoxie a môžu sa masovo rozmnožiť), čo potvrdzuje aj dominancia druhov tejto podčeľade v pondoch.

V korelácii druhovej rozmanitosti a hĺbky malých vodných nádrží sme zistili signifikantný vzťah. Napriek tomu že bol koeficient determinácie nízky (R^2 = 0,1791) je tento vzťah vysvetliteľný. Podmienky ktoré sú dôležité pre vývoj lariev Chironomidae (ako teplota vody, dostupnosť kyslíka a množstvo potravy) sa vzťahujú práve k hĺbke vody. Potvrdzujú to štúdie zameriavajúce sa na vnútro-jazernú variabilitu čeľade Chironomidae [11]. Engels & Cwyner (2011) [12] uvádzajú, že štruktúra zoskupení a početnosť pakomárov nie je jednotná v celom objeme daného vodného telesa. Niektoré taxóny sa môžu špecializovať na rôzne zóny aj v prípade, že nejde o hlboké vodné teleso a tým zvyšovať druhovú diverzitu vodného telesa [5]. Hĺbka vody väčšinou koreluje s množstvom premenných, ako sú dostupnosť potravy, typ sedimentov a prítomnosť alebo absencia vodných makrofytov [5] ale aj celkovým objemom telesa, a teda čím väčšia hĺbka tým väčšia stabilita environmentálnych faktorov. To znamená že je menšia pravdepodobnosť, že pond (a život v ňom) ovplyvnia nečakané disturbancie ako napríklad vyschnutie, zamrznutie až na dno alebo prehrievanie. Na druhej strane hlbšie vodné teleso môže vytvoriť rôznorodejšie prostredie, viac typov habitatov, čo tiež podporuje vyššiu diverzitu.

Záver

Predkladaná práca prináša výskum čeľade Chironomidae vybraných malých vodných nádrží situovaných na území Slovenska. Skúmali sme druhová bohatosť 41 pondov, z ktorých bolo určených 1772 jedincov lariev a exúvií kukiel, ktoré boli determinované do 107 druhov / taxónov patriacich do troch podčeľadí a to Tanypodinae (18 taxónov), Orthocladiinae (32 taxónov) a Chironominae (57 taxónov).

Druhové bohatstvo jednotlivých malých vodných nádrží bolo ďalej korelované s vybranými environmentálnymi premennými prostredia. Analyzovali sme vzťah diverzity k nadmorskej výške, priemernej ročnej teplote, rozlohe a hĺbke pondov. Prvá korelácia nám ukázala mierny nárast diverzity so stúpajúcou nadmorskou výškou, čo zdôvodňujeme vplyvom eutrofizácie v nižšie položených lokalitách a relatívne malým výškovým gradientom vybraných pondov. Tento vzťah dopĺňa aj korelácia druhovej rozmanitosti a priemernej ročnej teploty. Predpokladáme, že pri doložení lokalít s vyššou nadmorskou výškou a nižšou teplotou by diverzita postupne klesala.

Rozloha skúmaných pondov v našich výsledkoch nemala na diverzitu žiadny vplyv. Vysvetľujeme to dvomi možnosťami. Prvou možnosťou je potvrdenie štúdií ktoré hovoria, že pod určitou hranicou veľkosť biotopu nemá vplyv na druhové bohatstvo. Druhou možnosťou je, že jednorázový odber vzoriek nie je dostačujúci na zachytenie skutočného druhového bohatstva.

Vo vzťahu hĺbky pondov k diverzite sme našli pozitívny vzťah a signifikantnú koreláciu. Koeficient determinácie bol nízky, to znamená, že hĺbka vysvetľuje malé percento variability zmien diverzity. Hĺbka koreluje s ďalšími environmentálnymi faktormi, ako napríklad dostupnosť potravy, prítomnosť rastlinstva či typ sedimentov, ktoré druhové bohatstvo môžu priamo ovplyvňovať. Ďalším faktorom je tiež špecializácia druhov na rôzne podmienky, vyskytujúce sa v rôznych oblastiach malej vodnej nádrže.

Výsledky predkladanej bakalárskej práce, korelácie diverzity nadmorskej výšky, priemernej ročnej teploty, rozlohy a hĺbky pondov sa zhodujú s viacerými hydrobiologickými štúdiami zaoberajúcimi sa malými vodnými nádržami.

Pre zlepšenie a rozšírenie výsledkov by sme navrhovali uskutočniť viacnásobný zber vzoriek, pre zachytenie čo najväčšieho množstva druhov.

Poďakovanie

Touto cestou by som sa rada poďakovala vedúcemu predkladanej bakalárskej práce Ing. Ladislavovi Hamerlíkovi, PhD., za jeho čas, trpezlivosť, pomoc pri determinácii materiálu, odborné rady a pripomienky. Mgr. Radovanovi Malinovi, PhD., za jeho pomoc s korelačnými analýzami a samozrejme projektu BIOPOND za sprístupnenie vzoriek použitých v tejto práci. Poďakovanie tiež patrí všetkým, ktorí získavali použité vzorky.

Prílohy

Tab. 1: Zoznam nájdených druhov

Tanypodinae
Ablabesmyia longistyla (Fittkau, 1962)
Ablabesmyia monilis/phatta
Guttipelopia guttipennis (van der Wulp, 1861)
Macropelopia nebulosa (Meigen 1804)
Monopelopia tenuicalcar (Kieffer, 1918)
Procladius (Holotanypus) choreus (Meigen 1804)
Procladius signatus (Zetterstedt, 1850)
Procladius spp. (Skuse, 1889)
Psectrotanypus varius (Fabricius, 1787)
Tanypus kraatzi (Kieffer, 1912)
Tanypus punctipennis (Meigen, 1818)
Tanypus vilipennis (Kieffer, 1918)
Trissopelopia flavida (Kieffer, 1923)
Xenopelopia spp. (Fittkau, 1962)
Zavrelimyia barbatipes (Kieffer, 1911)
Zavrelimyia melanura (Meigen 1804)
Zavrelimyia punctatissima (Goetghebuer, 1934)
Zavrelimyia spp. (Fittkau, 1962)
Orthocladiinae
Acricotopus lucens (Zetterstedt, 1850)
Brillia bifida (Kieffer 1909)
Corynoneura scutellata (Winnertz, 1846)
Cricotopus (Cricotopus) albiforceps (Kieffer 1916)
Cricotopus (Isocladius) intersectus (Staeger, 1839)
Cricotopus (Isocladius) ornatus (Meigen, 1818)
Cricotopus (Isocladius) reversus (Hirvenoja, 1973)
Cricotopus (Isocladius) sylvestris (Fabricius, 1794)
Cricotopus (Isocladius) sylvestris gr. (Fabricius, 1794)
Cricotopus (Isocladius) tricintus (Meigen, 1818)
Cricotopus bicinctus (Meigen, 1818)
Cricotopus fuscus (Kieffer, 1909)
Cricotopus fuscus gr. (Kieffer, 1909)
Cricotopus spp. (van der Wulp, 1874)
Cricotopus tibialis (Meigen, 1804)
Cricotopus tremulus gr. (Linnaeus, 1758)
Heterotrissocladius marcidus (Walker, 1856)
Chaetocladius (Chaetocladius) melaleucus (Meigen 1818)
Chaetocladius piger (Goetghebuer 1913)
Metriocnemus hygropetricus (Kieffer 1912)
Nanocladius bicolor (Kieffer, 1909)
Orthocladius spp. (van der Wulp, 1874)
Orthocladius (Mesorthocladius) frigidus (Zetterstedt, 1838)
Orthocladius (Symposiocladius) holsatus (Goetghebuer, 1937)
Psectrocladius (Allo/ Meso) (Kieffer, 1906)
Psectrocladius (Allopsectrocladius) (Wülker, 1956)
Psectrocladius (Allopsectrocladius) obvius (Walker, 1856)
Psectrocladius brehmi (Kieffer, 1923)
Psectrocladius limbatellus (Holmgren, 1869)
Psectrocladius octomaculatus (Wülker, 1956)
Psectrocladius sordidellus gr. (Zetterstedt, 1838)
Rheocricotopus chalybeatus (Edwards, 1929)
Chironominae
Benthalia carbonaria (Meigen 1804)
Cladopelma goetghebueri (Spies & Sæther, 2004)
Cladopelma virescens (Meigen, 1818)
Cladotanytarsus lepidocalcar (Krüger, 1938)
Cladotanytarsus mancus (Walker, 1856)
Cryptochironomus obreptans (Walker, 1856)
Demicryptochironomus vulneratus (Zetterstedt, 1838)
Dicrotendipes lobiger (Kieffer, 1921)
Dicrotendipes nervosus (Stæger, 1839)
Dicrotendipes notatus (Meigen, 1818)
Dicrotendipes pulsus (Walker 1856)
Endochironomus albipennis (Meigen, 1830)
Endochironomus tendens (Fabricius, 1775)
Fleuria lacustris (Kieffer, 1924)
Glyptotendipes barbipes (Staeger, 1839)
Glyptotendipes cauliginellus (Kieffer 1913)
Glyptotndipes (Heynotendipes) signatus(Kieffer, 1909)
Glyptotendipes pallens (Meigen, 1804)
Glyptotendipes paripes (Edwards, 1929)
Glyptotendipes sp. (Kieffer, 1913)
Harnischia curtilamellata (Malloch, 1915)
Chironomus spp. (Meigen, 1803)
Kiefferulus tendipediformis (Goetghebuer, 1921)
Micropsectra lindrothi (Goetghebuer, 1931)
Micropsectra notescens (Walker, 1856)
Micropsectra spp. (Kieffer, 1909)

Microtendipes chloris (Meigen, 1818)
Parachironomus arcuatus (Goetghebuer, 1936)
Parachironomus parillis (Walker, 1856)
Parachironomus varus (Goetghebuer, 1921)
Paratanytarsus austriacus (Kieffer, 1924)
Paratanytarsus bituberculatus (Edwards, 1929)
Paratanytarsus dissimilis (Johannsen, 1905)
Paratanytarsus grimmii (Schneider, 1885)
Paratanytarsus lauterborni (Kieffer, 1909)
Paratanytarsus spp. (Thienemann & Bause, 1913)
Paratanytarsus tenellulus (Goetghebuer, 1921)
Phaenopsectra flavipes (Meigen 1818)
Phaenopsectra spp. (Kieffer, 1921)
Polypedilum (Pentapedilum) sordens (van der Wulp 1875)
Polypedilum (Uresipedilum) convictum (Walker 1856)
Polypedilum (Uresipedilum) cultellatum (Goetghebuer 1931)
Polypedilum nubeculosum (Meigen, 1804)
Polypedilum spp. (Kieffer, 1912)
Polypedilum tritum/uncinatum
Rheotanytarsus muscicola (Thienemann 1929)
Synendotendipes impar (Meigen, 1830)
Tanytarsus aberrans (Lindeberg, 1970)
Tanytarsus chinyensis (Goetghebuer, 1934)
Tanytarsus gibbosiceps (Kieffer, 1922)
Tanytarsus heusdensis (Goetghebuer 1923)
Tanytarsus mendax (Kieffer, 1925)
Tanytarsus nigricollis (Goetghebuer 1939)
Tanytarsus pallidicornis (Walker, 1856)
Tanytarsus usmaensis (Pagast 1931)
Zavrelia pentatoma (Kieffer, 1913)
Zavrelliela marmorata (van der Wulp, 1858)

Použitá literatúra

[1] Sondergaard, M., Jeppesen, E., Jensen, J.P., 2005. Pond or lake: does it make any difference? Archiv für Hydrobiologie, 162: 143-165.

[2] De Meester L., Declerck S., Stoks R., Louette G., Van De Meutter F., De Bie T., Michels E., & Brendonck L. 2005. Ponds and pools as model systems in conservation biology, ecology and evolutionary biology. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 15(6): 715-725.

[3] Hamerlík L., Svitok M., Novikmec M., Očadlík M., & Bitušík P. 2014. Local, among-site, and regional diversity patterns of benthic macroinvertebrates in high altitude waterbodies: do ponds differ from lakes? Hydrobiologia, 723(1): 41-52.

[4] Brönmark, Ch., Hansson, L.A. 2005. The biology of Lakes and Ponds. New York: Oxford university press. 2005. 285s. New York. ISBN 0 19 851616 6.

[5] Langton P. H. 1991. A key to pupal exuviae of West Palaearctic Chironomidae.- Private publication. Langton, P. H., 3, St. Felix Road, Ramsey Forty Foot, Huntingdon, Cambridgeshire. England, 17 1.

[6] Bitušík P. 2001. Úvod do determinácie exúvií kukiel pakomárov (Chironomidae, Diptera). In Makovinská J. – Tóthová L. (eds), Zborník z hydrobiologického kurzu 2001. Výskumný ústav vodného hospodárstva v Bratislave, Národné referenčné centrum pre oblasť vôd na Slovensku, s. 86-109. ISBN 80-968282-8-2.

[7] De Mendoza G. 2013. Lake macroinvertebrates and the altitudinal gradient in the Pyrenees. PhD Thesis. Universitat de Barcelona 521 p.

[8] Bitušík P., Svitok M., Kološta P., Hubková M. 2006. Classification of the Tatra Mountain lakes (Slovakia) using chironomids (Diptera, Chironomidae). Biologia, 61(18): 191-201.

[9] Lencioni V., 2004. Survival strategies of freshwater insects in cold environments. Journal of Limnology 63: 45-55.

[10] Armitage P.D., Cranston P.S., Pinder L.C.V (eds) 1995. The Chironomidae: Biology and ecology of non-biting midges. London: Chapman & Hall, 1995. 572 s. London. ISBN 0 412 45260 X.

[11] Heiri, O. 2004. Within-lake variability of subfossil chironomid assemblages in shallow Norwegian lakes. Journal of Paleolimnology 32: 67–84.

[12] Engels, S. & Cwyner Les C. 2011. Changes in fossil chironomid remains along a depth gradient: evidence for common faunal thresholds within lakes. Hydrobiologia. 665: 15-38.

.

Infiltračná rýchlosť vody do pôdy pri rôznom spôsobe jej využívania

Infiltration rate of water into soil under different land use types

Jozef Varga[1] – Radoslava Kanianska[2]
Školiteľ: Radoslava Kanianska[2]
[1,2]Katedra životného prostredia, FPV UMB, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica,
[1] jozef.varga@umb.sk, [2] radoslava.kanianska@umb.sk

Abstrakt

Cieľom práce bolo zhodnotenie infiltračnej rýchlosti vody do pôdy pri štyroch rôznych spôsoboch využívania pôdy (orná pôda – OP, trvalý trávny porast – TTP, spustnutý trvalý trávny porast – STTP, LP – lesná pôda). Infiltračnú rýchlosť (v $mm.h^{-1}$) sme sledovali na pôdnom type Rendzina typická v katastri obce Vikartovce v roku 2014 (29.05). Výsledky potvrdili významný vplyv rôzneho využívania pôdy ako aj vegetačného krytu na jej infiltračnú rýchlosť. Najnižšia priemerná hodnota infiltračnej rýchlosti bola nameraná na OP (0,3 $mm.min^{-1}$), najvyššie na LP (2,5 $mm.min^{-1}$). Rýchlosť infiltrácie vody do pôdy a tým aj schopnosť pôdy zadržiavať vodu má vplyv na pôdnu biotu, najmä dážďovky. Sledovali sme ich počet a biomasu v miestach merania infiltračnej rýchlosti. Najvyššie namerané hodnoty početnosti a hmotnosti dážďovky zemnej (Lumbricus terrestris) sme zaznamenali na TTP ako dôsledok dobrého hospodárenia trávnych porastov s pôdnou vodou ako aj extenzívnych manažérskych postupov pri ich obhospodarovaní.

Kľúčové slová: infiltračná rýchlosť, využívanie pôdy, rendzina, dážďovka.

Abstract

The main aim of the work was to evaluate the infiltration rate of water into the soil in four different land-use types (arable land - AL, permanent grassland - PG, forest land - FL, abandoned permanent grassland - APG). The infiltration rate was measured in Rendzic Leptosol in the cadastre Vikartovce on 29 May 2014. The results confirmed the significant impact of the land-use type as well as vegetation cover on its infiltration rate. The lowest average values of infiltration rate were measured in arable land (0.3 $mm.h^{-1}$), and the highest in permanent grassland (2.5 $mm.h^{-1}$). The infiltration rate of water into the soil and thus also its ability to keep water has an impact on the soil biota mainly on earthworms. We measured the earthworm number and biomass on the same places where infiltration rate was measured. The highest earthworm number and biomass were recorded in the permanent grasslands as a consequence of good permanent grassland water management ability as well as applied extensive management.

Key words: infiltration rate, land-use, Rendzic Leptosol, earthworm.

Úvod

Pôda ako integrálna súčasť ekosystémov [1] vytvára mnoho interakcií so všetkými geosférami (hydrosférou, litosférou, biosférou aj atmosférou). Plní mnoho nenahraditeľných funkcií a služieb [2].

Pôda vytvára životný priestor pre život rastlín a zvierat, produkuje biomasu, podieľa sa na ukladaní, filtrácii a transformácii látok (voda, uhlík, dusík). Jednou z dôležitých funkcií je aj vodoregulačná funkcia [3].

Je jednou z kľúčových schopností pôdy, ktorá najviac ovplyvňuje samotné prerozdeľovanie zrážok na povrchu [4]. Je definovaná ako vsakovanie (prenikanie) vody do pôdy cez jej povrch. Infiltračná schopnosť pôdy je určujúcim faktorom objemu, ktorý sa premieňa na povrchový odtok, alebo podiel infiltrujúci sa do pôdy. Pre naše podmienky je znalosť procesov infiltrácie pre účelné využívanie pôdy, krajiny a vody mimoriadne dôležité. Najvyššiu dôležitosť infiltrácie z hydrologického hľadiska predstavuje zrážková infiltrácia. Intenzitou infiltrácie je vo veľkej miere ovplyvňovaný povrchový odtok a následne fyzikálne vlastnosti pôdy. Infiltračné podmienky je potrebné nastaviť na takej úrovni, aby pôda vsiakla čo najväčšie množstvo zrážok potrebných pre rastliny.

Rýchlosť infiltrácie určuje množstvo vody, ktoré je vsakované cez jednotku plochy povrchu pôdy za jednotku času. (Tab. 1).

Podľa stability okrajových podmienok sa rozlišuje nestacionárna (neustálená) a stacionárna (ustálená) infiltrácia. Podľa tlakových pomerov na povrchu pôdy je delená na tlakovú (infiltrácia z výtopy) a beztlakovú infiltráciu (infiltrácia zo zrážok alebo zo závlahy postrekom) [6].

Rýchlosť infiltrácie	Množstvo infiltrovanej vody ($mm.h^{-1}$)
Veľmi rýchla	> 254
Rýchla	127 – 254
Stredne rýchla	63 – 127
Stredná	20 – 63
Stredne pomalá	5 – 20
Pomalá	1 – 5
Veľmi pomalá	< 1

Tab. 1 Klasifikácia infiltrácie

Zdroj: [5]

Hydrofóbnosť (vodoodpudivosť) pôdy je taktiež dôsledkom malého povrchového napätia pôdy, a to menšieho než povrchové napätie vody, ktoré vyplýva z pokrytia minerálnych častíc pôdy amfiflinými uhľovodíkmi. Zdrojom takýchto uhľovodíkov býva najčastejšie rozkladajúca sa organická hmota, pôdna fauna, mikroorganizmy, sliz z koreňov rastlín, vosky erodované mechanicky z listov rastlín, lipidy uvoľnené z rozkladajúceho sa rastlinného opadu a pod. [7]. Následne takéto vodoodpudivé látky spomaľujú infiltráciu vody do pôdy [8] a začne sa tvoriť výtopa. V tomto prípade sa voda neinfiltruje do vodoodpudivej pôdy, ak výška výtopy nezačne prekračovať vstupný tlak vody [9].

Infiltráciu a prenos vody obsahujúcej rozpustené látky ovplyvňuje okrem pôdnej matrice aj preferované prúdenie. Preferované prúdenie predstavuje miesta s rýchlym transportom vody a rozpustených látok v pôde. Pripisuje sa makropórovému prúdeniu napríklad prasklinami a štrbinami, ako aj biopórom napríklad chodbičkami pôdnych živočíchov medzi ktoré patrí aj dážďovka zemná (*Lumbricus terrestris)* [10].

Zmenou vlhkosti a následným vysychaním pôdy dochádza k migrácii dážďoviek do hlbších vrstiev pôdy. Príkladom je aj druh *Lumbricus terrestris,* ktorý je schopný v období sucha zostúpiť až do hĺbky 3 m [11].

1 Materiál a metóda

Výskum prebiehal v katastrálnom území obce Vikartovce s pôdnym typom Rendzina typická. 29. mája 2014 sme na zvolenom transekte, ktorý zahŕňa 4 typologicko-produkčné plochy s rôznym spôsobom využívania pôdy (orná pôda - OP, trvalý trávny porast - TTP, spustnutý trvalý trávny porast - STTP, lesná pôda - LP) merali hodnoty infiltračnej rýchlosti vody do pôdy ($mm.h^{-1}$) pomocou infiltrometra určeného na meranie nenasýteného prúdenia vody do pôdy.

Výsledky sa získavali spôsobom kumulatívnej infiltrácie, kde sme merali množstvo vody infiltrované do pôdy *(i)* za určitý čas *(t)* od začiatku infiltrácie:

$i = f(t)$

Meranie na každej ploche prebiehalo 1 hodinu, kedy bola každú minútu zapisovaná hodnota rýchlosti infiltrácie.

Na štyroch plochách prebiehal zároveň aj ručný zber dážďoviek, ktoré boli zberané zo siedmich pôdnych monolitov (35 cm x 35 cm x 20 cm) umiestnených v rade v 3 m vzdialenosti. Dážďovky z hlbších pôdnych vrstiev boli získavané pomocou 1,5 l 0,2% roztoku formalínu. Zhromaždené dážďovky boli vážené.

1.1 Charakteristika sledovaného územia

Sledovaná lokalita je situovaná v katastrálnom území Vikartovce, v hornej časti Čiernovážskej doliny v Teplickej kotline na severnom úpätí Nízkych Tatier. Blízko lokality preteká potok Teplička, ktorý sa vlieva do Čierneho Váhu. Územie sa vyznačuje pestrým reliéfom, kde sa strieda plochejší neogénny s montánnym reliéfom Kráľohorských Tatier na tatridnom a veporidnom mezoziku. Nadmorská výška sledovaného územia je okolo 945 m n. m.

Podzemné vody sú viazané na horniny kryštalinika a komplexy karbonátových hornín série Veľkého Bloku. Maximálny objem tokov v priebehu roka pripadá na mesiace apríl až máj, kde hlavným faktorom vodnatosti je spúšťanie snehových más. Územie je významne bohaté na zdroje podzemných vôd nadregionálneho charakteru. Oblasť disponuje hlavne dvoma typmi podzemných vôd silikátogénnych a karbonátogénnych vôd.

Väčšina územia je zaradená do klimaticky mierne chladnej oblasti, kde hrebeň Nízkych Tatier je zaradený do chladnej až studenej horskej oblasti. Priemerná ročná teplota je približne 6,2 ˚C a priemernými ročnými zrážkami 950 mm. Zrážky sú na území nerovnomerne rozložené a pribúdajú od severu k juhu v zhode s geomorfologickými pomermi. Maximálne hodnoty zrážok sú zaznamenávané vo vegetačnom období, v mesiacoch máj až august.

Na území a v blízkom okolí sa nachádzajú rôzne typy biotopov:

- Biotopy lesnej vegetácie (komplexy smrečín)
- Biotopy nelesnej drevinnej vegetácie (kríky, solitéry)
- Travinno-bylinné biotopy (plochy TTP)
- Biotopy polí (orná pôda – monokultúry)
- Biotopy ľudských sídiel a priemyselných a poľnohospodárskych areálov.

V území dominujú kambizeme typické nasýtené, menej kambizeme typické kyslé. Na karbonátových substrátoch prevažujú rendziny (vylúhované typické, litické) a pararendziny. Ojedinele sa vyskytujú aj rankre.

Rendzina (RA) patrí do skupiny pôd rendzinových. Je to hojne rozšírený typ pôdy na území Slovenskej republiky Jej produkčný potenciál sa pohybuje v rozpätí 10 – 55 bodov v 100 bodovej stupnici. Sú to plytké a skeletovité pôdy s molickým A – horizontom zo zvetralín pevných karbonátových hornín so skeletnatosťou obvykle nad 30 %. Preto sú tieto pôdy využívané v menšom rozsahu ako orné pôdy. Vyskytujú sa hlavne pod trvalými trávnymi porastmi a lesmi, kde dosahujú vyšší obsah humusu (viac ako 3 %) [12] [1].

2 Výsledky a diskusia

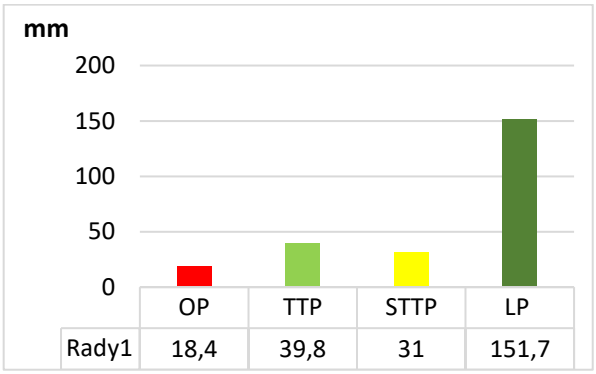
Infiltračná rýchlosť vody do pôdy ako aj celkový objem vsiaknutý do pôdy sa menil v závislosti od typologicko-produkčných kategórií pôdneho fondu.

Najnižšia priemerná hodnota infiltračnej rýchlosti bola nameraná na OP (0,3 mm.min^{-1}), najvyššie na LP (2,5 mm.min^{-1}). Maximálna infiltračná rýchlosť za minútu bola zaznamenaná na TTP (5,0 mm.min^{-1}), nasledovala LP (3,5 mm.min^{-1}), OP (2,4 mm. min^{-1}) a STTP (1,5 mm. min^{-1}) (Tab. 2).

Infiltračná rýchlosť	OP	TTP	STTP	LP
Min	0,1	0,3	0,4	1,5
Max	2,4	5,0	1,5	3,5
Priemer	0,3	0,7	0,5	2,5
Smerodajná odchýlka	0,3	0,7	0,2	0,4

Tab. 2 Štatistické charakteristiky infiltračnej rýchlosti vody do pôdy na štyroch rôznych typoch jej využívania (mm.min^{-1})

Najvyššiu hodnotu kumulatívneho objemu vsiaknutej vody za hodinu vyjadrenú výškou vodného stĺpca sme namerali na LP (151,7 mm), nasledovala TTP (39,8 mm), STTP (31 mm) a OP (18,4 mm) (Graf 1).

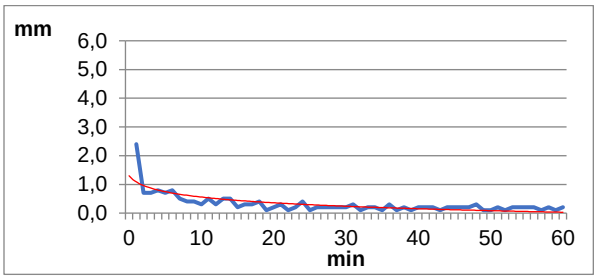


Graf 1 Celkový objem infiltrovanej vody do pôdy na štyroch rôznych typologicko-produkčných kategóriách pôdneho fondu (v mm).

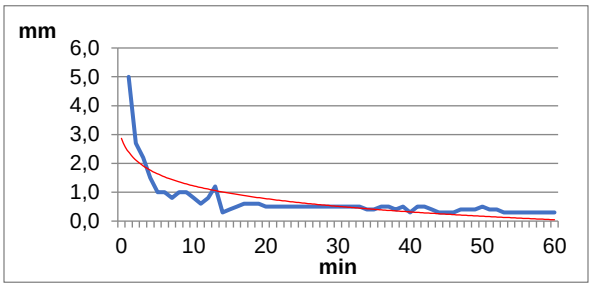
Výsledky boli ovplyvňované klimatickými podmienkami, keď v čase výskumu vlhkosť pôdy zvyšoval dážď, ako aj manažérskymi postupmi pri obhospodarovaní sledovaných typologicko-produkčných kategórií.

Aj preto sme namerali najnižšie hodnoty infiltračnej rýchlosti vody do pôdy na OP, kde prebiehali pravidelné poľnohospodárske zásahy a úpravy, súviace aj so zhutňovaním pôdy, ktoré zamedzovalo väčšiemu preniknutiu vody do pôdy na OP [13]. Naopak najvyššie hodnoty boli namerané na LP, ktorá bola bez intenzívnych zásahov. Vsakovanie na LP ovplyvňovala aj menšia hustota koreňového systému oproti STTP a TTP.

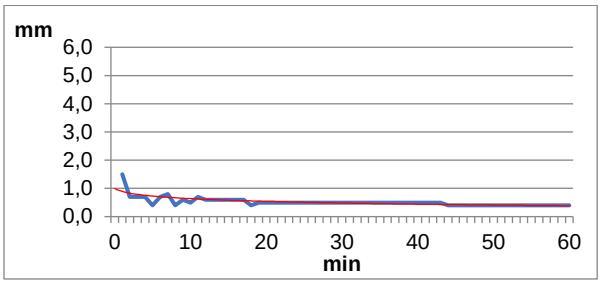
Krivky infiltračnej rýchlosti vody do pôdy mali rôzny priebeh na všetkých 4 sledovaných plochách (Graf 2-5). Na začiatku meraní infiltračnej rýchlosti vody do pôdy bol objem vody vsiaknutej pôdou v rozmedzí od prvej do tretej minúty najväčší, čo je v zhode s tvrdením odborníkov z ÚH AV ČR [14] ktorí tvrdia, že na začiatku infiltrácie vody do pôdy pozorujeme vysokú rýchlosť prúdenia, ktorá je postupom času spomalená. V takomto prípade rýchlosť závisí od druhu pôdy, ako aj od počtu hydrologicky efektívnych makropórov.



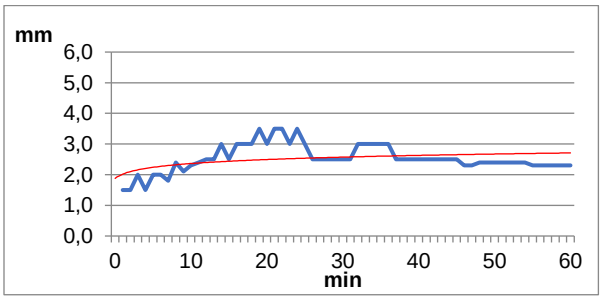
Graf 2 Krivka infiltračnej rýchlosti vody do pôdy na ornej pôde (mm.min^{-1})



Graf 3 Krivka infiltračnej rýchlosti vody do pôdy na trvalom trávnom poraste (mm.min^{-1})



Graf 4 Krivka infiltračnej rýchlosti vody do pôdy na spustnutom trávnom poraste (mm.min^{-1})

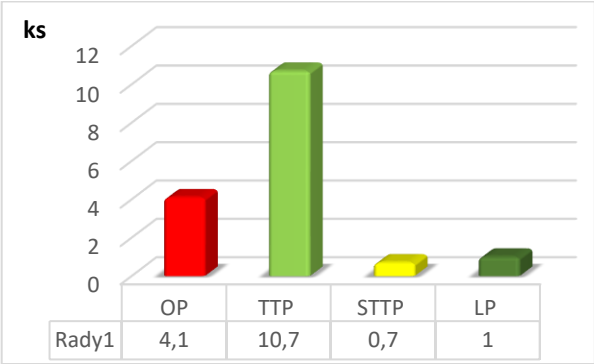


Graf 5 Krivka infiltračnej rýchlosti vody do pôdy na lesnej pôde (mm.min^{-1})

Infiltračná rýchlosť vody do pôdy bola značne ovplyvnená pôdnou biotou, čo je v zhode s tvrdením Wanga at al. [15], ktorí tvrdia, že po naplnení chodbičiek dážďoviek vodou nastane výrazný pokles rýchlosti prúdenia. V tomto prípade sa infiltrácia delí na dve fázy, kde pri prvej fáze dochádza k naplneniu makropórov vodou (infiltrácia do pôdnej matrice neprebieha až v takom rozsahu). Druhá fáza sa vyznačuje infiltráciou do matrice jednak z povrchu pôdy a tiež cez steny makropórov. Výnimkou bola LP, kde sa objem vsakovanej vody od začiatku meraní zvyšoval a ustálil sa v polovici merania čo má za následok spomínané nasýtenie pórov a pôdnych priestorov vodou.

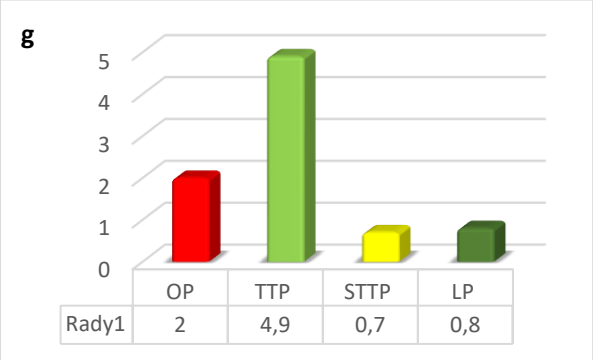
Menšia infiltrácia vody do pôdy je na OP spôsobená poľnohospodárskymi zásahmi a zhutnením pôdy. Na STTP efektívnemu vsakovaniu vody do pôdy bránila aj bujná navzájom prerastajúca vegetácia, spolu s nahromadenou odumretou zložkou porastu. Na TTP prenikla voda do pôdy intenzívnejšie aj vďaka pravidelnému manažmentu a obhospodarovaniu porastu, pravidelnej kosbe.

Vhodné vlhkostné pomery sa odrazili aj v početnosti a biomase dážďoviek. Najväčšie priemerné hodnoty početnosti a biomasi sme nemarali na trvalom trávnom poraste (10,7 ks s hmotnosťou biomasy 4,9 g), nasledovali ekologicky obhospodarovaná orná pôda (4,1 ks s hmotnosťou biomasy 2 g), lesná pôda (1 ks, 0,8 g) a spustnutý trávny porast (0,7 ks, 0,7 g) (graf 6,7).



Graf 6 Priemerné hodnoty početnosti dážďovky zemnej (*Lumbricus terrestris)* na rôznych typologicko-produkčných kategóriách pôdneho fondu (ks)

Vysvetlivky: OP – orná pôda, TTP – trvalý trávny porast, STTP – spustnutý trvalý trávny porast, LP – lesná pôda.



Graf 7 Priemerné hodnoty biomasy dážďovky zemnej (*Lumbricus terrestris)* na rôznych typologicko-produkčných kategóriách pôdneho fondu (g)

Vysvetlivky: OP – orná pôda, TTP – trvalý trávny porast, STTP – spustnutý trvalý trávny porast, LP – lesná pôda.

Početnosť a biomasa dážďoviek je dôležitá pre zlepšovanie štruktúry pôdy a tým aj pre zlepšenie podmienok pre život rastlín a ostatnej fauny. Najväčšie množstvo dážďoviek sa vyskytuje v pôdach prirodzených lesov a bohatších pasienkoch [16], čo je v zhode s našimi výsledkami. Tvrdenia Pišúta [16] potvrdzujú menší výskyt na poliach, kde sú populácie dážďoviek narušované pravidelnou orbou.

Opakom je extenzívne hospodárenie na trávnom poraste, ktoré vytvára pozitívne podmienky pre početnosť a biomasu dážďoviek [17,18,19]. Ich mimoriadny význam sa prejavuje aj na ich zastúpení na celkovej biomase makrofauny [20].

Záver

Získané výsledky potvrdili významný vplyv spôsobu využívania pôdy na infiltračnú rýchlosť vody do pôdy. Najmenšia infiltračná rýchlosť bola zistená na najintenzívnejšie obhospodarovanej ornej pôde a naopak, najvyššia na extenzívnej lesnej pôde. Spôsob a intenzita využívania pôdy ovplyvňuje aj prítomnú biotu prispievajúcu k plneniu mnohých ekosystémových služieb akou sú tvorba humusu, prevzdušnenosť, ale aj samotná úrodnosť pôdy. Najväčšie zastúpenie dážďoviek sme zistili na trvalom trávnom poraste.

Nové šetrnejšie spôsoby a metódy hospodárenia by sa mali stávať každodennou súčasťou tak malých, ako aj veľkých hospodárskych objektov [21] a mali by prispievať aj k správnemu hospodáreniu s vodou, čo by prispelo aj k zlepšeniu situácie v ochrane životného prostredia.

Poďakovanie

Príspevok vznikol za podpory projektu APVV-0098-12 Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb. Výskum abiotických pôdnych vlastností bol realizovaný prístrojmi z OPVaV-ISTM-26210120024 Obnova a budovanie infraštruktúry pre ekologický a environmentálny výskum na UMB v Banskej Bystrici.

Použitá literatúra

[1] Kobza, J. 2013. Pedológia. Banská Bystrica: Belianum. Vdavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2013. 100 s. ISBN 978-80-557-0622-1.

[2] European Commission. [s.a.]. Soil. [online]. 2014. [cit. 2018 – 06 - 02]. Dostupné na internete : <http://ec.europa.eu/environment/soil/index_en.htm >.

[3] Zákon číslo 24/2006 Z.z. Zákon o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

[4] Varga, J. 2015. Základné hydrofyzikálne vlastnosti pôdy, ich sezónna a priestorová dynamika: bakalárska práca. Banská Bystrica UMB, 2015. 57 s.

[5] Khonke, H.1968. *Soil Physics.* New York: Mc Graw Hill Book Company, 1968. 224 p.

[6] Rehák, Š. - Janský, L. - Nováková, K. 2006. *Fyzika pôdy II.* Bratislava: UK, 2006. 116 s. ISBN 80-223-2032-3.

[7] Dlapa, P., Doerr, S. H., Lichner, Ľ., Šír, M., Tesař, M. 2004: Alleviation of soil water repellency: effect of kaolinite and Ca-montmorillonite. Plant, Soil Environ., 50, 358 – 363.

[8] DeBano, L. F. 1971: The effect of hydrophobic substances on water movement in soil during infiltration. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 35, 340 – 343.

[9] Feng, G. L., Letey, J., Wu, L. 2001: Water ponding depths affect temporal infiltration rates in a water-repellent sand. Soil Sci. Soc. Am. J., 65, 315 – 320.

[10] Bundt, M., Widmer, F., Pesaro, M., Zeyer, J., Blaser, P. 2001: Preferential flow paths: biological „hot spots“ in soils. Soil Biol. Biochem., 33, 729 – 738.

[11] Miller, P. – Clesceri, N. 2013. Waste sites as biological reactors. Boca Raton: CRC press. 2013. 384s. ISBN 978-1-4200-3249-9.

[12] Zaujec, A., Chlpík, J. 2009. *Pedológia a základy geológie.* Nitra: SPU, 2009. 400 s. ISBN 978-80-552-0207-5.
[13] Šimanský, V. 2010. Základy pedológie. Nitra: SPU, 2010. 108 s. ISBN 978-80-552-04048.
[14] ÚH AV ČR, 2005. Hydrologie malého povodí ..: konference s mezinárodní účastí. Praha, Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, 2005 - ISBN 80-02-01754-4.
[15] Wang, D., Normann, J. M, Lowery, B., McSweeny, K. 1994: Nondestructive determination of hydrogeometrical characteristics of soil macropores. Soil Sci. Soc. Am. J., 58, 294 – 303.
[16] Pišút, P. 2010 Geovedy pre každého, Pôda, ako ju nepoznáme, Bratislava, SR, str.6.
[17] Crittenden, S.J. – Eswaramurthy, T. – DE Goede, R.G.M. – Brussaard, L. – Pulleman, M.M. 2014. Effect of tillage on earthworms over short- and medium-term in conventional and organic farming. Applied Soil Ecology, 83: 140 – 148.
[18] Marhan, S. – Scheu, S. 2005. The influence of mineral and organic fertilisers on the growth of the endogeic earthworm Octolasion tyrtaeum, Savigny. Pedobiologia, 49: 239 – 249.
[19] Suthar, S. 2009. Earthworm communities as bio-indicator of arable land management practices: A case study in semiarid region of India. Ecological Indicators, 9: 588 – 594.
[20] Bhadauria, T. – Saxena, K.G. 2010. Role of Earthworms in Soil fertility Maintenance through the Production of Biogenic Structures. Applied and Environmental Soil Science, 2010. 1 – 7.
[21] Joint research centre of ec. 2012. The State of Soil in Europe. JRC Reference report. Luxembourg : Publication Office of the EU, 2012. 80 p., ISBN 978-92-79-22806-3.

Vzdialenostná dostupnosť služby „bikesharing“ pre študentov vysokých škôl v Nitre

Distance Accessibility of Bike-sharing System for University Students in Nitra

Gréta Vrbičanová[1] – Matej Močko[2]
Školiteľ: František Petrovič[3]
[1,2,3]Katedra ekológie a environmentalistiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] greta.vrbicanova@ukf.sk, [2] matej.mocko@ukf.sk, [3]fpetrovic@ukf.sk

Abstrakt
S novým trendom transformácie miest na „smart cities“ sa spája fenomén „bikesharingu“. Tento anglický pojem zahŕňa služby „zdieľaných bicyklov“ resp. „verejných bicyklov“, prioritne orientovaných na zlepšenie verejnej dopravy v mestách. Cieľom článku je prostredníctvom geografických informačných systémov (GIS) zhodnotiť vzdialenostnú dostupnosť staníc Arriva Bike Nitra vo vzťahu ku fakultám a študentským domovom vysokých škôl v Nitre (Univerzita Konštantína Filozofa a Slovenská poľnohospodárska univerzita). Na toto hodnotenie použijeme skript, ktorý bol vytvorený na výpočet vzdialenostných dostupností. V rámci príspevku stručne predstavíme históriu, vývoj a perspektívy služby bikesharingu vo svete a na Slovensku. Na základe zistených výsledkov odporúčame službu bikesharingu v Nitre rozšíriť minimálne o 1 stanicu, ktorá by podstatne zlepšila dostupnosť služby v meste a to nie len pre študentov VŠ.

Kľúčové slová: zdieľané bicykle - bikesharing, Arriva Bike Nitra, geografické informačné systémy vzdialenostná dostupnosť

Abstract
The new trend of transforming the cities to "smart cities" is also related to the phenomenon of "bikesharing". This term includes "sharing bicycles" or "Public bicycles", which are primarily focused on improving public transport in cities. The aim of the article is to evaluate (via the Geographic Information Systems) the distance accessibility of Arriva Bike Nitra stations to the faculties and students' dormitories of the University of Constantine the Philosopher in Nitra and Slovak Agricultural University in Nitra. For this purpose, we use the script created for calculation of the distance accessibility. We will briefly present the history, development and perspectives of bikesharing in the world and in Slovakia. Based on our findings, we recommend that the bikesharing in the Nitra should expand at least one more station, which would significantly improve the availability of the service in this city.

Key Words: bikesharing, Arriva Bike Nitra, geographic information system, distance accessibility

Úvod

Bicykle sú považované za ekologickú alternatívu dopravy v meste. Samosprávy miest, ktoré sú zahltené autami hľadajú možnosti, ako odľahčiť cesty a pritom zrýchliť čas cestovania, znížiť znečistenie ovzdušia a vytvoriť podmienky pre ekologickú dopravu. Systém „bikesharingu“ dáva za relatívne nízku cenu každému možnosť presúvať sa do práce, alebo do školy bez toho, aby bicykel vlastnil a parkoval doma. Niektoré výskumy [1] ukázali, že zavedením bikesharingu napr. v Melbourne či Minneapolis nastal podstatný presun z automobilovej dopravy k bicyklom.

V súčasnosti má GIS široké spektrum využitia v rôznych odboroch. Jedná sa o systém hardvéru, softvéru a procesov určených na uľahčenie riadenia, manipulácie, analýzy, modelovania, reprezentácie a zobrazenia geografických údajov za pomoci ktorých, sa riešia zložité problémy, týkajúce sa plánovania a riadenia zdrojov [2].

GIS sa považuje za kľúčový nástroj implementácie priestorových analýz tým, že ich robí dostupnejšími pre širokú verejnosť ako aj podporuje ich využívanie vo vede či v praxi [3]. Podľa Michniaka [4] patrí dostupnosť medzi najvýznamnejšie, ale zároveň aj najťažšie definovateľné pojmy v geografii. Clark [5] definuje dostupnosť ako ľahkosť dosiahnutia miesta alebo služby z ostatných miest, ktorú môžeme merať napr. prekonanou vzdialenosťou, vynaloženými cestovnými nákladmi alebo časom trvania cesty.

V súčasnosti však bežne dostupné GIS aplikácie neobsahujú nástroj, ktorý by súčasne riešil výpočet dopravnej dostupnosti využitím topologickej nepriamej dostupnosti a zároveň by počítal dostupnosť pre kompletne celú sieť s tým, že by bol výpočet realizovaný v trojrozmernom priestore.

Cieľom článku je zhodnotenie vzdialenostnej dostupnosti staníc Arriva Bike Nitra vzhľadom k fakultám a študentským domovom vysokých škôl v Nitre. Toto hodnotenie je realizované v prostredí GIS, využitím skriptu na výpočet vzdialenostných dostupností.

1 „Bikesharing“ – stručné predstavenie

1.1 Bikesharing v Európe

Počiatky verejného zdieľania bicyklov siahajú do 60. rokov 20. storočia. V priebehu svojho vývoja prešiel tento koncept viacerými fázami.

Prvá generácia „bikesharing-u“ začala v roku 1965 v Holandskom Amsterdame, označovaná ako „Witte Fietsen“ (Biele bicykle). Postupne sa táto myšlienka rozširovala do Francúzska („Vélos Jaunes“ Žlté bicykle, v r. 1974), Anglicka („Green Bikes“ – Zelené bicykle v r. 1993) ale aj do Slovenska (Biele bicykle v Bratislave, v r. 2001). Keďže sa jednalo o bežné, farebne zjednotené bicykle, bez zvláštneho spôsobu zabezpečenia, stroskotali všetky projekty na sérii krádeží a opakovaného vandalizmu.

V **druhej generácii** (Dánsko v r. 1995; Nórsko v r. 1996; Fínsko v r. 2000) boli určené na túto službu špeciálne navrhnuté bicykle do mestského prostredia so zvýšenou odolnosťou a s miestom na reklamné plochy. Požičiavali sa zo špeciálnych staníc podobne ako nákupné vozíky na mince, pričom ich prevádzka bola možná len vo vyhradenej časti mesta (inak hrozila pokuta polície). Systém bol aj napriek tomu postihovaný krádežami a vandalizmom.

So začatím využívania automatizovaných systémov začala **tretia generácia** „bikesharingu“. Bicykel s čipom bol k dispozícii až po identifikácii elektronickou kartou na stanici. V roku 1996 sa spustil pilotný projekt univerzitnej požičovne bicyklov Portsmouth (Anglicko). Po veľkom úspechu aplikovalo tento koncept aj Francúzsko v r. 1998.

Aktuálne začali mestá aplikovať „bikesharing“ **štvrtej generácie** s použitím GPS, internetu a mobilných telefónov. Pre lepšie zabezpečenie sa používa online diagnostika bicyklov a ich staníc. Bicykle majú palubné počítače s GPS a GMS komunikátorom, solárne zdroje energie. Požičiavanie bicyklov je možné len registrovaným užívateľom. V niektorých systémoch je možné bicykel nechať zamknutý aj mimo stanice a ako voľný ho možno nájsť na mape prostredníctvom on-line aplikácie v mobilnom telefóne. Vďaka implementácií bezpečnostných prvkov a prepojeniu s mobilnými aplikáciami sa teší novodobý „bikesharing“ veľkej obľube po celom svete [7].

1.2 Bikesharing na Slovensku

Na Slovensku sa systém verejných bicyklov rozbieha veľmi pomaly, skôr ide o aktivity nadšencov ako o iniciatívy mestských samospráv. Prvý pokus o zavedenie bezplatnej služby „bikesharingu“ v roku 2001 v Bratislave stroskotal. V procese zdokonaľovania tejto služby sa obdobné projekty začali objavovať aj v iných mestách Slovenska. V Trnave môžu bicykle využívať od roku 2012 študenti miestnych vysokých škôl za symbolický poplatok. V obehu je okolo 80 bicyklov zelenej farby, ktoré dobrovoľníci zo študentskej organizácie KOLOKOLO zbierali prevažne od starších ľudí a prerábali do prevádzkového stavu. Z celkového počtu dostali od magistrátu Trnavy do daru 40 bicyklov (http://kolokolo.info/).

Na nekomerčnom princípe funguje od roku 2014 druhý pokus zdieľania bicyklov „WhiteBikes“ v Bratislave. Používa systém Open Source Bike Share založený na SMS a webovej aplikácii. Raritou sú práve bicykle, ktoré sú používané – sú to zadarmo venované vyradené mestské bicykle z Holandska. Podmienkou používania je iba registrácia na webovej stránke a absolvovanie krátkeho školenia, pri ktorom prebehne fyzická registrácia a podpis zmluvy.

O rok neskôr sa občianske združenie „Vlk, ktorý nikdy nespí“ rozhodlo rozbehnúť bikesharing (Žlté bicykle) aj v Kežmarku. Užívateľom sú bicykle prístupné po zaplatení členského poplatku (http://zltebicykle.sk/).

Prvý komerčný „bikesharing“ projekt Slovenska vznikol v Prievidzi (Zelené bicykle, v r. 2016). Obdobne fungujú aj verejné bicykle v Košiciach (AntikCityBike, v r. 2017) a v Nitre (Arriva Bike, v r. 2017).

V roku 2018 prejavili viaceré mestá iniciatívu zaviesť, resp. rozšíriť služby zdieľaných bicyklov. Projekty sa pripravujú v Žiline a Prešove. Rozšíriť služby plánujú v Košiciach a v Bratislave (na komerčnej báze).

1.3 Bikesharing v Nitre

Od konca júla 2017 drží mesto Nitra prvenstvo v rámci Slovenska v úspešnom prepojení zdieľaných bicyklov s verejnou dopravou mesta. Cieľom projektu spolupráce medzi spoločnosťou ARRIVA (súkromná firma, ktorá prevádzkuje verejnú dopravu vrátane MHD) a magistrátu mesta Nitra, je poskytnúť cestujúcim komplexné riešenie mobility v meste,

zjednodušiť dostupnosť, zlepšiť dopravnú situáciu a zvýšiť záujem cestujúcich o využívanie mestskej verejnej dopravy. Užívateľ služby „bikesharingu“ sa musí zaregistrovať na stránke arriva.bike (Obr. 1) alebo prostredníctvom mobilnej aplikácie Arriva Bike na Google Play/App Store. Následne sa za službu platí platobnou kartou.

Verejnosti je k dispozícii 70 bicyklov na siedmych stanovištiach s automatickým uzamykaním stojanov, a to v strategických uzloch mesta – v zmodernizovanej časti autobusovej stanice, v blízkosti pošty na Svätoplukovom námestí, na Župnom námestí, v Mestskom parku pri hokejovej aréne, na Triede A. Hlinku (pri obchodnom dome Centro Nitra), pri ŠD SPU Mladosť a v blízkosti Chrenovského mosta.

Obr. 1 Web stránka Arriva Bike Nitra (2017)

Zdroj: [8]

Bicykle si si je možné požičať a vrátiť na ľubovoľnom stanovišti. Na šiestich stanovištiach sú aj inteligentné lavičky so solárnym dobíjaním a wifi pripojením, ktoré taktiež patria k inovatívnym novinkám v meste Nitra. Bikesharing bol v roku 2017 realizovaný v rámci vhodných klimatických podmienok do 30. novembra 2017. Opätovné spustenie služby do prevádzky sa plánuje v závislosti od počasia v polovici marca 2018.

2 Metodika riešenia

2.1 Východiská a výpočet vzdialenostnej dostupnosti

Hlavné metodické postupy tejto práce boli štúdium literatúry, zber dát v teréne, výpočet vzdialenostnej dostupnosti, a následné hodnotenie spojené s interpretáciou výsledkov.

Prvým krokom práce bolo štúdium vedeckých príspevkov, ktoré sa venovali téme bikesharingu a analýzam vzdialenostných dostupností s využitím nástroja GIS. Následne sme nadobudnuté informácie spracovali formou analýzy do jednotlivých kapitol. Ďalším krokom bol terénny výskum, zber bodových dát na základe GPS súradníc (stanoviská bicyklov Arriva Bike, ŠD a fakulty VŠ v Nitre) a osobné stretnutie s analytikom komerčnej dopravy Arriva Nitra, ktorý nám poskytol cenné informácie o spôsobe a výsledkoch implementácie systému zdieľaných bicyklov Arriva Bike v Nitre.

V tejto práci sme pre počítanie vzdialenostnej dostupnosti využili skript od autorov Ševčík a i. [6]. Skript bol vytvorený v programovacom jazyku BASH. Následne bol aplikovaný do voľne šíriteľného komplexného geografického systému s otvoreným kódom a možnosťou spracovania rastrových, topologických a vektorových obrazových dát a grafickej tvorby, GRASS GIS (Geographical Resources Analysis Support System), ktorého výsledkom boli po analýze a výpočtoch dostupnosti prvotné rastrové vrstvy. Tie boli na finálnu kartografickú reprezentáciu spracované v programe QGIS „2.18.6 - Las Palmas“.

2.2 Vzdialenostná dostupnosť bikesharingu pre študentov VŠ v Nitre

Prístup, ktorý sme zvolili pre hodnotenie vzdialenostnej dostupnosti je založený na troch na seba nadväzujúcich špecifikách podľa [9]:

1. Počítame s kumulatívnymi ukazovateľmi dostupnosti - Využili sme kategórie dostupnosti podľa Tolmáčiho [10], konkrétne topologickú nepriamu dostupnosť (Dst 6).

2. Počítame kumulatívnu dostupnosť pre celú sieť - Pre analýzy dostupnosti používame rastrové dátové modely v GIS. Vypočítaná kumulatívna dostupnosť pre celú sieť dovoľuje jednak rýchle kategorizovanie celej dopravnej siete podľa požadovaných úrovní, ale aj zjednodušené opätovné využitie pri zmene konečných bodov

3. Výpočet realizujeme v trojrozmernom priestore - Najväčšou nevýhodou, vyplývajúcou z väčšiny prístupov je, že dopravnú sieť zjednodušuje a pracuje s ňou ako s dvojdimenzionálnym objektom, pričom skutočná dopravná sieť, je podriadená vlastnostiam reliéfu, ktorý je členitý. Práve táto skutočnosť môže skresliť a značne podhodnotiť požadované výsledky.

Nami uvádzaný prístup je zameraný priamo na problematiku dopravnej siete (použili sme vektorovú vrstvu ciest dopravnej siete z Open Street Map), ako trojdimenzionálneho objektu. Pre tento účel je potrebné, okrem dopravnej siete, počiatočných a koncových súradníc, poznať prevýšenie, veľkosť a dĺžku sklonu pre všetky potenciálne trasy, poprípade celú cestnú sieť. Vzhľadom na fakt, že nie je možné používať bicykle na ceste R1 a E 59, boli tieto cesty z nášho hodnotenia v meste Nitra vyňaté.

Na základe požiadavky pre počítanie kumulatívnej dostupnosti pre celú sieť a z dôvodu počítania dostupnosti na sieti predstavujúcej 3D objekt bolo pre

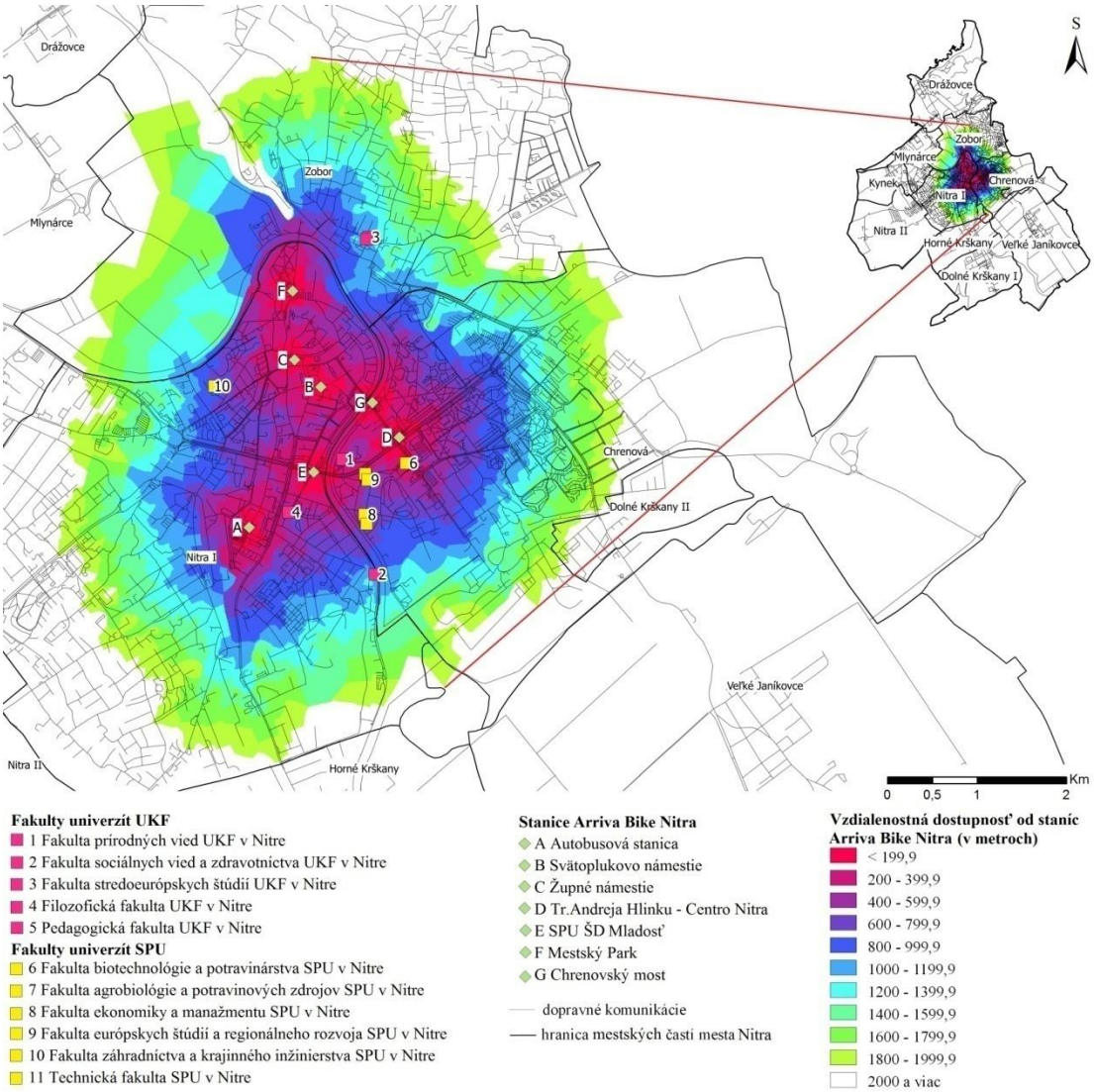
nás jednoduchšie využiť rastrové dátové modelovanie namiesto používanej vektorovej reprezentácie. Základnú vstupnú rastrovú vrstvu tvorí rastrový dátový model - digitálny model reliéfu, kde jednoduchými geomorfologickými analýzami získame potrebné údaje (sklonitosť, reálnu dĺžku pixla) implicitne zapísané v bunkách.

Pri zisťovaní vzdialenostnej dostupnosti stanovíšť bicyklov Arriva Bike, sme sa zamerali na fakulty UKF v Nitre (5), SPU Nitra (6) a ich internáty (UKF v Nitre – 5; SPU Nitra – 4). Dôvodom nášho zamerania sa na študentov vysokých škôl je predpoklad, že sa jedná o najviac zastúpenú skupinu užívateľov bikesharingu, ktorá vykonáva pravidelný pohyb po rovnakých trasách (VŠ – ŠD). XX

3 Výsledky

Najlepšiu dostupnosť k verejným bicyklom Arriva Bike majú v rámci fakúlt študenti SPU na Fakulte biotechnológie a potravinárstva (235 m stanovište Tr. A. Hlinku – Centro Nitra). Najväčšiu vzdialenosť musia prekonať k najbližšiemu stanovišťu Arriva Bike Mestský park študenti UKF v Nitre z Fakulty stredoeurópskych

Obr. 2: Vzdialenostná dostupnosť Arriva Bike vzhľadom k fakultám VŠ v Nitre (2017

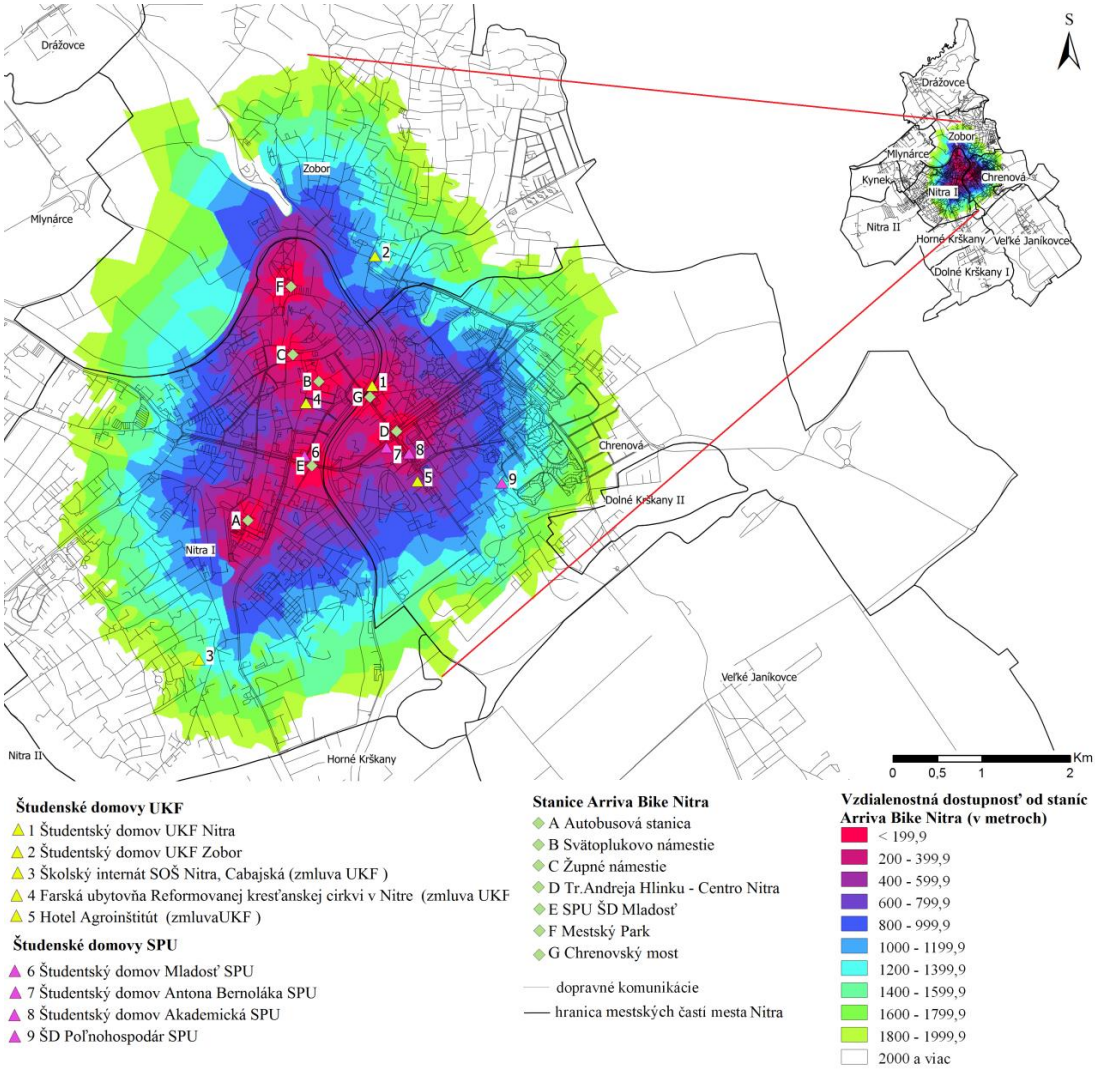


štúdií a z Pedagogickej fakulty UKF v Nitre (1091 m). Znevýhodnení sú aj študenti troch katedier SPU z Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva na Hospodárskej ulici v mestskej časti Zobor, ktorí majú

najbližšie stanovisko Arriva Bike Chrenovský most 1345 m. Priemerná najkratšia vzdialenosť študentov VŠ ku službe Arriva Bike je 705 m. Najvýhodnejšiu polohu voči fakultám má stanica bicyklov SPU ŠD Mladosť, naopak najvzdialenejšie sú pre študentov bicykle Arriva Bike pri Mestskom parku (Obr. 2).

Pri zohľadnení bikesharingu ako voľnočasovej aktivity študentov, zohráva hlavnú úlohu vzdialenostná dostupnosť od študentských domovov (ŠD). Strategicky boli vhodne umiestnené stanice Arriva Bike pri ŠD Mladosť SPU a ŠD Nitra UKF – Chrenovský most (116 m od ŠD). Najväčšiu vzdialenosť musia prekonať študenti z ŠD Cabaj (1395 m k bicyklom na Autobusovej stanici), z ŠD Zobor (1239 m k bicyklom pri Mestskom Parku) a z ŠD Poľnohospodár (1255 m k stanovišťu bicyklov na Tr. A. Hlinku – Centro Nitra). Priemerná najkratšia vzdialenosť predstavuje pre študentov ubytovaných v ŠD ku službe Arriva Bike 635 m. Z hľadiska dostupnosti má najvýhodnejšiu polohu stanica bicyklov na Tr. A . Hlinku – Centro Nitra, naopak najvzdialenejšie sú pre študentov bicykle pri Mestskom Parku (Obr. 3).

Obr. 3: Vzdialenostná dostupnosť Arriva Bike vzhľadom ku študentským domovom VŠ v Nitre (2017)



4 Diskusia

Po zhodnotení vzdialenostnej dostupnosti stanovíšť Arriva Bike pre študentov VŠ v Nitre, sme dospeli k záveru, že je potrebné rozšíriť službu bikesharingu v lokalite pod Zoborom. Nachádzajú sa tu 2 fakulty UKF v Nitre (Pedagogická f. a F. stredoeurópskych štúdií), Univerzitná knižnica UKF a ŠD UKF Zobor. Na obr. 4 je znázornená situácia s novou nami

navrhovanou stanicou bicyklov Arriva Bike „Zobor“. Najkratšia vzdialenosť by bola pre spomínaných študentov UKF v Nitre v takomto prípade kratšia o 822 m.

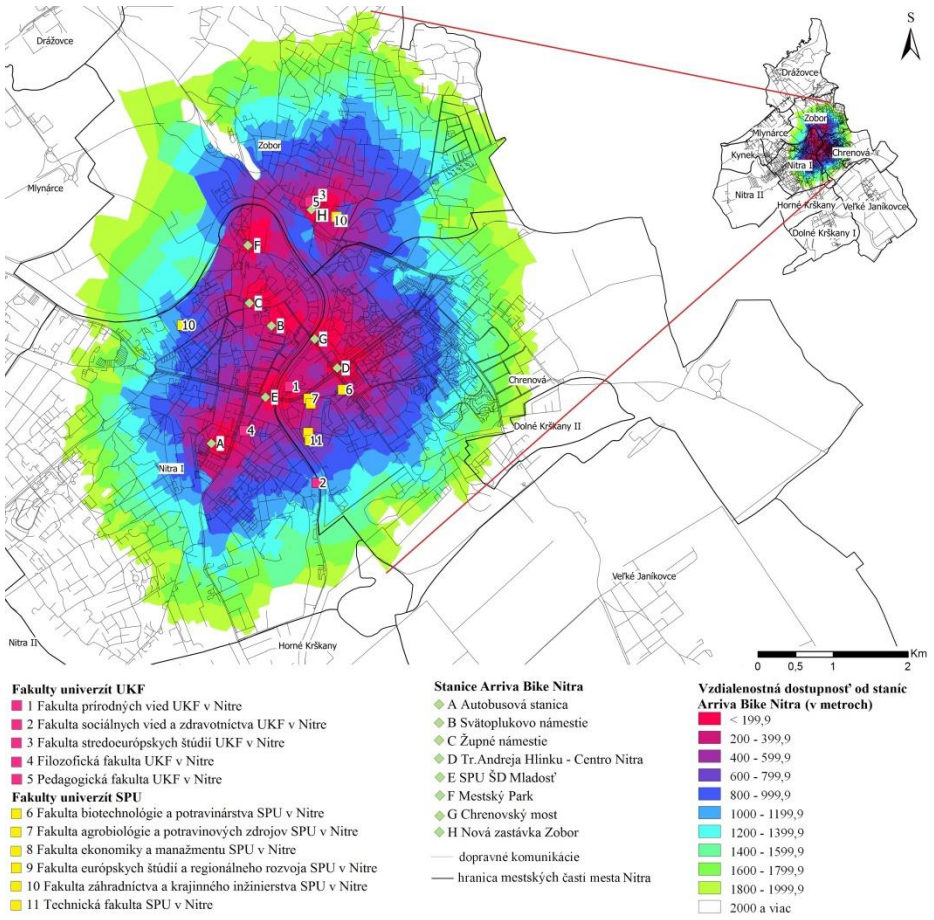
V rámci vzdialenostnej dostupnosti bikesharing-u majú v meste lepšie situovanie fakulty VŠ než ŠD. Sme názoru, že pokiaľ by boli lokalizované stanice bicyklov v lepšej dostupnosti takýchto objektov, vzrástol by záujem využívať túto službu aj na voľnočasové aktivity a nie len ako súčasť verejnej dopravy v meste. Aj z tohto dôvodu by sa mohli VŠ v Nitre inšpirovať službou bikesharing-u v Trnave, ktorej vznik podnietili študenti VŠ a slúži výhradne na lepšiu mobilitu študentov v rámci fakúlt, knižníc a ŠD.

Kladne hodnotíme spoluprácu samosprávy mesta pri realizovaní projektu zdieľaných bicyklov v Nitre. Momentálne je Nitra jediné mesto na Slovensku, ktoré zrealizovalo takúto službu v spolupráci s poskytovateľom služieb autobusovej dopravy. Rozbehnuté projekty bikesharingu sú na Slovensku väčšinou iniciované dobrovoľníkmi, ktorých existencia závisí od sponzorov.

Iným trendom budúcnosti, ktorý by spestril služby aj v Nitre, je systém zahŕňajúci elektrické bicykle. Myloop je jeden z víťazných návrhov v Kodani, ktorý predstavuje GPS elektrické bicykle, ktoré sú dobíjané v kompaktnej dokovacej stanici. Bicykle sú pripojené jeden na druhý ako košíky v supermarkete, čo umožňuje odovzdávanie si energie navzájom [11].

Arriva Bike označuje svoju prvú sezónu ako úspešnú. Počas štvormesačnej prevádzky sa zaregistrovalo takmer 5000 užívateľov a služba bola využitá viac ako 8500 krát. Najvyšší záujem o službu bol v auguste, kedy sa do systému zaregistrovalo 2 700 nových užívateľov a bicykle si požičali denne priemerne 155-krát. Obyvatelia a návštevníci Nitry si najčastejšie požičiavali bicykle na stanovišti Mestský park a Trieda A. Hlinku – Centro Nitra. Polovica užívateľov sa zaregistrovala cez aplikáciu Arriva Bike dostupnú na Google Play, tretina prostredníctvom App Store, zvyšní užívatelia využili na svoju registráciu webovú stránku arriva.bike a cyklopočítač na bicykli [12].

Obr. 4: Vzdialenostná dostupnosť Arriva Bike s novo navrhovanou stanicou zdieľaných bicyklov „Zobor“



Záver

Inšpirácií ako rozvíjať bikesharing je vo svete nespočetne veľa. Za najkvalitnejší systém bikesharingu v Európe sa na základe hodnotenia kvality 40 systémov bikesharingu pokladá systém v Lyone (Francúzsko) [13]. Zástupca primátora metropoly Lyon, Gilles Vesco povedal: „Existujú len dva typy starostov/primátorov: tí, ktorí už bikesharing majú a tí, ktorí bikesharing chcú“. S každým novovzniknutým projektom bikesharingu narastá čoraz väčší záujem o túto novú formu dopravy. Vzhľadom na zvyšovanie cien pohonných hmôt, zhoršujúce sa dopravné zápchy, nárast obyvateľstva ale aj klimatické zmeny, vzniká čoraz väčšie globálne povedomie o potrebe zavádzať nové druhy dopravy, ktoré sú ekologické, ekonomické a v konečnom dôsledku aj efektívnejšie na kratšie vzdialenosti v rámci mesta.

Dôležitú úlohu pri plánovaní bikesharing projektov v meste zohráva vzdialenostná dostupnosť k takejto službe. Lokalizácia musí podliehať intenzite dopytu, preto sú umiestňované na strategických miestach s najvyššou koncentráciou obyvateľstva. Aby sa naplno využíval potenciál bikesharingu je hlavným krokom pri plánovaní práve lokalizácia stanovíšť pre bicykle. V takýchto prípadoch zohrávajú dôležitú úlohu vzdialenostné analýzy GIS pre výpočet dostupnosti v priestorovo plánovacích procesoch. Výhodou nástroja použitého v tomto príspevku sú vytvorené rastrové vrstvy, ktoré obsahujú v každej jednej bunke (cieľové body) informácie o sklonitosti, časových alebo kumulatívnych vzdialenostiach. Užívateľ si tak môže zistiť informácie z ľubovoľnej bunky v cestnej sieti.

Aj keď sme sa prioritne zamerali v tomto príspevku na študentov VŠ, ako užívateľov služby bikesharing, bolo pre tvorcov služby bikesharingu v meste Nitra hlavným cieľom zlepšiť mobilitu pre všetkých občanov či návštevníkov mesta. Z toho dôvodu vidíme potenciál rozvoja služby nie len v lokalite pod Zoborom, ale aj v ostatných mestských častiach (napr. Klokočina alebo Chrenová).

Poďakovanie

Príspevok bol vypracovaný v rámci vedeckého projektu VEGA č. 1/0496/16.

Použitá literatúra

[1] FISHMAN, E., WASHINGTON, S., HAWORTH, N. 2014. Bike share´s impact on car use: Evidence from the United States, Great Britain and Australia. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Vol. 31. 2014. [Citované: 19. dec. 2017] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920914000480

[2] ESCOBAR, F. a i. 2010. Introduction to GIS. [Citované: 19. dec. 2017] http://www.geogra.uah.es/patxi/gisweb/GISModule/GISTheory.pdf

[3] Goodchild, M. F., Longley, P. A: 2005. The future of GIS and spatial analysis. [Citované: 19. dec. 2017] https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch40.pdf

[4] MICHNIAK, D. 2002 Dostupnosť ako geografická kategória a jej význam pri hodnotení územnosprávneho členenia Slovenska. [Dizertačná práca.] Bratislava: Geografický ústav SAV, 125 s

[5] CLARK, A. N., 1990. The Penguin dictionary of geography. Harmondsworth: Penguin. 480 s.

[6] [9] ŠEVČÍK, M., a i. 2017. Nový rozmer v analýzach dostupnosti pre účely cestovného ruchu. In: *Aktuální problémy cestovního ruchu: “Cestovní ruch jako křižovatka poznatků”, Jihlava 22. - 23. února 2017: sborník příspevků konference* [online] Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2017 [cit. 2018-01-31]. Dostupné z: https://kcr.vspj.cz/uvod/konference-aktualni-problemy-cestovniho-ruchu-2017

[7] DEMAIO, P., METROBIKE, LLC. 2009. Bike-sharing: History, Impacts, Models of Povision and Future. In: *Journal of Public Transportation*, Vol. 12. No. 4. 2009. [Citované: 19. dec. 2017] https://www.nctr.usf.edu/jpt/pdf/JPT12-4DeMaio.pdf

[8] Arriva Bike v Nitre. 2017. Domovská stránka. [Citované: 19. dec. 2017] https://arriva.bike/

[10] TOLMÁČI, L. 1998. Miery dostupnosti, koncepcia pojmu a teoretická báza. In: Acta facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae, Geographica, 41, Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1998. s. 175-191

[11] EUROPEAN PLATFORM ON MOBILITY MANAGEMENT. 2012. Bike sharing. [Citované: 19. dec. 2017] http://www.epomm.eu/newsletter/electronic/1012_EPOMM_enews_CZ.pdf

[12] ARRIVA. 2017. Zdieľané bicykle Arriva Bike sú úspešné. [Citované: 19. dec. 2017] https://arriva.sk/zdielane-bicykle-arriva-bike-su-v-nitre-uspesne-zaujem-maju-dalsie-mesta/

[13] JCDECAUX. 2012. Top 40 european self service bike systems. [Citované: 19. dec. 2017] http://www.jcdecaux.com/blog/top-40-european-self-service-bike-systems

Morfometria lariev *Cordulegaster* Leach z územia Slovenska

The Larval Morphometry of the *Cordulegaster* Leach from Slovakia

Lenka Zahoranová[1]
Školiteľ: doc. PaedDr. Stanislav David, PhD.[2]
[1,2]Katedra ekológie a environmentalistiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]lenka.zahoranova@student.ukf.sk, [2]sdavid@ukf.sk,

Abstrakt

Morfometrické parametre patria medzi základné údaje pre determináciu a vymedzenie larválnych instarov vážok. Naša štúdia, ako prvá zo Slovenska, spracúva morfometrickú analýzu lariev vážok (n = 191) druhov *Cordulegaster heros* a *C. bidentata*, ktoré sa vyskytujú na Slovensku Larvy pochádzajú z 43 lokalít v rámci Slovenskej republiky. Štatisticky boli hodnotené štyri štandardné morfologické znaky: dĺžka tela (LB), dĺžka análnej pyramídy (LPA), šírka hlavovej kapsule (HW) a dĺžka masky PTL). Overovali sme hypotézy (H_0): Samice sú väčšie ako samce a *Cordulegaster heros* je väčší ako *C. bidentata*: dĺžka tela (samce- p*), análna pyramída (samice- p***), šírka hlavy (samice p**) a dĺžka prementa – brady (samice p*).

Kľúčové slová: *Cordulegaster* spp., morfometria, larvy, Odonata, Slovensko

Abstract

Morphometric parameters include basic data for determining and defining pregnant larval instars. Our study treats morphometric analysis of dragonfly larvae (n = 191) of *Cordulegaster heros* and *C. bidentata* species occurring in Slovakia. The larvae originate from 21 localities within the Slovak Republic. Four standard morphological features have been statistically evaluated: length of body (LB), length of the anal pyramid (LPA), head width (HW), and prementum total length (PTL). Hypothesis (H_0): The females are larger than males, *Cordulegaster heros* are larger than *C. bidentata*: body length (males-p*), anal pyramid (females p ***), head width (female p **) and length of prementum - chin (females p *).

Key Words: *Cordulegaster* spp., morphometry, larvae, Odonata, Slovakia

Úvod

V súčasnosti je publikovaných viacero vedeckých prác zameraných na morfometrické šetrenie dospelcov alebo lariev vážok, napr. *Aeshna cyanea* [1, 2, 3, 4], zástupcov čaľade Libellulidae v Brazílii aj Európe [5, 6, 7]. Kanibalizmus lariev vážok a hodnotenie dvoch morfometrických parametrov (šírka hlavy a dĺžka tela larvy) potvrdili dôležitosť veľkosti lariev vo vzťahu korisť-predátor [8]. Morfometrické parametre sú dôležité pre determináciu druhov, vymedzenie rastových instarov lariev, dĺžka brady (časť masky, prementum) je znakom predačnej úspešnosti. Morfometrické znaky sú metódami klastrovej analýzy využívané pre stanovenie taxonomickej príbuznosti. Napriek tomu sú druhy vážok morfometricky nedostatočne skúmané, k nim patria aj druhy rodu *Cordulegaster*. V určovacích kľúčoch a atlasoch vážok sa základné morfometrické údaje dospelcov a lariev síce uvádzajú, ale chýbajú údaje o mieste ich pôvodu a počte zmeraných jedincov. Preto sme sa v našom výskume zamerali práve na larvy druhov rodu *Cordulegaster*, nakoľko neboli na Slovensku aj v iných krajinách výskytu morfometricky skúmané.

Cieľom nášho príspevku je morfometrická analýza dĺžky tela, dĺžky análnej pyramídy, šírky hlavovej kapsule a dĺžky brady lariev *Cordulegaster heros* a *C. bidentata* z územia Slovenska.

1 Druhy rodu *Cordulegaster* na Slovensku

1.1 Morfológia a rozšírenie

Rod *Cordulegaster* Leach je na Slovensku zastúpený dvoma druhmi, a to *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) a *Cordulegaster bidentata* (Selys, 1843). Obidva druhy patria medzi najväčšie európske vážky. Systematicky ich zaraďujeme do podradu rôznokrídlovce (Anisoptera), čeľade Cordulegastridae [9]. Charakteristické sú robustným telom, dlhým bruškom, a dlhými krídlami. Podľa autorov [10] má *C. heros* rozmery dospelých jedincov: dĺžka tela 77-84 mm, abdomen 56-64 mm, dĺžka zadného krídla je 53-58 mm (samica má rozmery o 5 až 10 mm väčšie). Dospelce *C. bidentata* majú rozmery: dĺžka tela 69-78 mm, abdomen 52-60 mm a dĺžku zadného krídla 45-50 mm (samica má rozmery asi o 5 mm väčšie). Typické sfarbenie tela imág je v dospelosti čierno-žlté, pričom

druhy sa odlišujú pomocou tvarov a počtu žltých pásikov či škvŕn na jednotlivých segmentoch tela. Medzi hlavný rozdiel u lariev (nýmf) patrí prítomnosť bočných tŕňov na 8. a 9. článku bruška u druhu *Cordulegaster heros*, ktoré u *C. bidentata* chýbajú [11]. V Rakúsku sa stal rod *Cordulegaster* dokonca v roku 2002 hmyzom roka.

Habitatom *C. bidentata* sú typické plytké lesné potôčiky, alebo zamokrený substrát v prameniskách. HÍbka vody je zvyčajne len niekoľko cm, pričom prameniská sú zväčša tvorené len zamokreným substrátom a machmi. Larvy sú schopné prežitia aj vo vyschnutých prameniskách [7]. So zmenou geologického podložia sa mení aj abundancia druhu. *C. bidentata* zaraďujeme medzi endemický druh Európy s oblasťou rozšírenia v južnej a strednej Európe [12]. Rozšírený je v lesných územiach Maďarska, Rumunska, Ukrajiny, Slovinska, Švajčiarska, Rakúska a pod. Na Slovensku sa vyskytuje *C. bidentata* najmä v horských oblastiach, konkrétne v oblasti Veľká Fatra, Malá Fatra, Pieniny, Kysucké Beskydy, Malé Karpaty, zrejme najpočetnejšie populácie tohto druhu sa nachádzajú v oblasti Bukovských vrchov [13].

Diskontinuálny je výskyt druhu *Cordulegaster heros* na Slovensku, ktorý je viazaný na tečúce vody. Sú to lesné potoky a riečky (epiritrál až hyporitrál). HÍbka vody pre výskyt lariev sa pohybuje od 1 do 18 cm. Jeho výskyt je potvrdený v niektorých častiach Chorvátska, Maďarska, Rakúska, Macedónska, Grécka a pod. V Slovenskej republike je tento druh rozšírený hlavne v oblasti Malých Karpát, Borskej nížiny, Považského Inovca, Revúckej vrchoviny (Obr. 1) a Stolických vrchov [13].

Obr. 1 Habitat *Cordulegaster heros*, Rimavská Baňa, 2015 (Foto S. David, 2015)

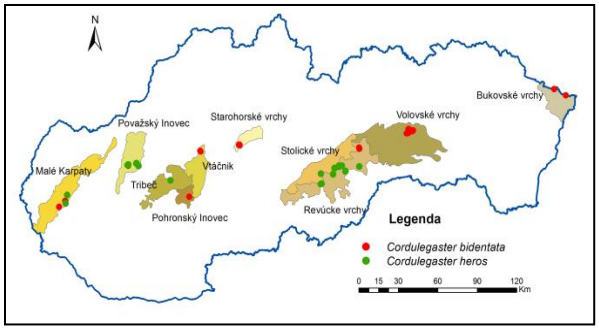
Podľa vyhlášky č. 158/2014 Z. z. je *C. heros* druhom európskeho a národného významu. Zaraďujeme ho teda medzi tzv. „naturové“ druhy, chránený je v rámci európskej sústavy chránených území NATURA 2000. Preto je tiež vykonávaný monitoring. Druh je ohrozený najmä antropickými zásahmi do jeho biotopu - zmenou hydrologického režimu a ťažbou v lesných porastoch, resp. zarastaním prameníšk.

1.2 Morfometria lariev rodu Cordulegaster

Na území Slovenska neboli publikované žiadne štúdie zamerané na morfometriu imág alebo lariev týchto druhov. V zahraničí bolo publikovaných len niekoľko morfometrických štúdií spomínaného rodu. Príkladom je štúdia opisu samice druhu *Cordulegaster vanbrinkae*. V júli 2014 sa podarilo v oblasti severného Iránu nazbierať štyri samice tohto druhu. Vo svojom výskume autor opisuje [14] nielen ich variabilitu, ale aj farebné a štrukturálne znaky. Súčasťou práce boli aj morfometrické merania jednotlivých častí tela: celková dĺžka tela, dĺžka zadného krídla a dĺžka abdomenu. Práca obsahuje tiež porovnanie spomenutých morfometrických výsledkov merania druhu *Cordulegaster vanbrinkae* s *C. heros* a *C. picta* [14]. Larvy *Cordulegaster bidentata* dosahujú dĺžku tela 39-44 mm. Na Slovensku výskytom nepotvrdený druh *Cordulegaster boltonii* má dĺžku abdomenu u samcov 54-61 mm a 55-64 mm u samíc, pričom larvy sú veľké až 43 mm [11]. Počas jedného roka bol študovaný životný cyklus lariev druhu *Cordulegaster dorsalis* v južnej časti Britskej Kolumbie. Larvy boli podrobené aj morfometrickému meraniu šírky hlavy, celkovej dĺžky tela a dĺžky krídla [15]. Autor jednej z mála publikácií zaoberajúcou sa morfometriou lariev a exúvií druhov rodu *Cordulegaster* sa vo svojom výskume zameral na morfometrické merania napr. celkovej dĺžky lariev a exúvií, pomer šírky a dĺžky masky, pomer šírky a dĺžky análnej pyramídy, pomer šírky hlavy a protothoraxu. Prvýkrát bola popísaná morfometria druhov *Cordulegaster boltoni* subs. *immaculifrons*, *C. boltoni* subsp. *algiricus a C. bidenta* subsp. *tussicilicus* [16].

1 Materiál a metódy

Larvy meraných druhov pásikavcov pochádzajú z 43 slovenských lokalít (*C. bidentata* 21, *C. heros* 24, 2 lok. sú so spoločným výskytom, Obr. 2). Materiál lariev pochádza z časového obdobia rokov 2013-2017 (leg. S. David, K. Petrovičová, det. S. David, coll. S. David ÚKE SAV, pobočka Nitra). Morfometricky bolo vyšetrených 191 jedincov, z toho 84 lariev *Cordulegaster bidentata* (43♂a 41♀) a 107 lariev druhu *C. heros* (58♂ a 49♀).



Obr. 2 Lokality lariev pásikavcov,

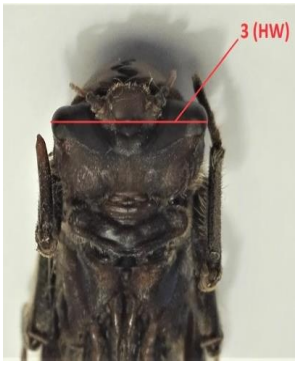
Larvy boli merané posuvným digitálnym meradlom s presnosťou 0,01 mm za pomoci binokulárnej lupy Olympus SZX16. Každý rozmer bol zmeraný trikrát do spracovania sa použil aritmetický priemer ($\bar{x}$). Dĺžka tela lariev (LB- length of body) bola meraná od začiatku hlavovej kapsuly po začiatok análnej pyramídy z ventrálnej strany. Dĺžka análnej pyramídy (LPA- length of pyramid anal) bola meraná od konca dĺžky tela po koniec análnej pyramídy z ventrálnej strany larvy. Šírka hlavovej kapsuly (HW- head width) bola meraná v jej najširšej časti, z dorzálnej strany larvy. Dĺžka brady (PTL- prementum total length) sa merala od začiatku dolnej pery po koniec koniec kĺbu na maske (Obr. 3-6).

Obr. 3 Dĺžka tela

1. LB- length of body,
2. LPA- length of pyramid anal,
3. HW- head width,
4. PTL- prementum total length,

Foto: Zahoranová (2018)

Obr. 4 Dĺžka análnej pyramídy



Obr. 5 Šírka hlavy

Obr. 6 Dĺžka masky

Pre štatistickú analýzu bol použitý licencovaný štatistický program Statistika Cz. [17]. Použili sme Chi-kvadrát test, Shapiro-Wilkovov W test, Kruskal-Wallisov test. Analýza dátového súboru bola zameraná na:

1. Test zastúpenia samcov a samíc vo vzorke
2. Popisnú štatistiku nameraných dát
3. Testovanie normality a homogenity dát
4. Testovanie odchýlok od priemerných hodnôt

2 Výsledky a diskusia

2.1 Zastúpenia samcov a samíc vo vzorke

Morfometricky spracovaná vzorka obsahovala 84 lariev *Cordulegaster bidentata* (43♂a 41♀) a 107 lariev *C. heros* (58♂ a 49♀). Hypotézu o rovnosti pohlaví sme testovali pomocou Chi-kvadrát testu. Nulová hypotéza znie H_0: vo vzorke lariev pásikavcov je rovnaké (1:1) zastúpenie počtu samcov a samíc; oproti alternatívnej hypotéze H_1: v testovanej vzorke nie je rovnaké zastúpenie počtu samcov a samíc (Tab. 1).

Tab. 1 Zastúpenia samcov a samíc *C. bidentata*

C. bidentata	pozorov.	očakáv.	výsledok
♂	43.00	42.00	Chi-Kvadr. = .0476
♀	41.00	42.00	df = 1
Súčet	84.00	84.00	p < .827259
C. heros	pozorov.	očakáv.	výsledok
♂	58.00	53.50	Chi-Kvadr. = .7570
♀	49.00	53.50	df = 1
Súčet	107.00	107.00	p < .384267

V prípade *C. bidentata* je výsledok testu p-value $p <$ 0.827259, pre 95 % hladinu štatistickej významnosti

(pα=0.05), platí: keď p > p_α => nezamietame H_0 hypotézu na hladine štatistickej významnosti 95 % (neplatí alternatívna hypotéza H_1). V hodnotenej vzorke lariev *C. bidentata* (n = 84) nie je štatisticky preukázateľný rozdiel v zastúpení samcov a samíc. Vo vzorke lariev *C. heros* je výsledok testu p-value *p* < 0.384267, podobne ako v prípade *C. bidentata* nezamietame H_0 hypotézu na hladine štatistickej významnosti 95 %. Môžeme konštatovať, že ani v hodnotenej vzorke lariev *C. bidentata* (n=107) nie je štatisticky preukázateľný rozdiel v zastúpení samcov a samíc. Hodnotenie zastúpenia pohlaví lariev pásikavcov pochádza z náhodného výberu. Naše výsledky nemôžeme porovnať s inými údajmi zo Slovenska, pretože neboli u týchto dvoch druhov doposiaľ publikované.

2.2 Popisná štatistika meraných znakov

Z vybraných charakteristík popisnej štatistiky sme zisťovali: strednú hodnotu meraných znakov (aritmetický priemer $\bar{x}$), minimálnu (min) a maximálnu (max) hodnotu, smerodajnú odchýlku (sd), šikmosť (šik) a špicatosť (špi), čo je symetria a tvar nameraných hodnôt. Výsledky meraní pre obidve pohlavia a druhy pásikavcov sú uvedené v Tab. 2 a 3.

Tab. 2 Popisná štatistika *Cordulegaster bidentata*

♂ n=43	$\bar{x}$	min	max	sd	šik	špi
LB	22.21	9.64	35.67	6.87	0.46	-0.90
LPA	2.11	0.65	4.17	0.81	0.67	0.27
HW	5.20	1.94	9.08	1.77	0.53	-0.42
PTL	6.53	3.23	10.07	1.78	0.27	-0.76
♀ n= 41	$\bar{x}$	min	max	sd	šik	špi
LB	29.35	19.79	36.90	4.73	-0.44	-0.95
LPA	2.79	1.42	3.35	0.43	-1.40	2.14
HW	7.21	4.72	8.58	1.00	-0.75	-0.40
PTL	8.67	5.87	10.15	1.21	-0.80	-0.15

Tab. 3 Popisná štatistika *Cordulegaster heros*

♂ n=58	$\bar{x}$	min	max	sd	šik	špi
LB	26.11	9.62	39.39	8.82	-0.31	-1.22
LPA	2.02	0.55	3.18	0.76	-0.58	-0.81
HW	5.73	2.18	8.92	2.06	-0.28	-1.27
PTL	7.21	3.12	10.30	2.10	-0.61	-0.87
♀ n= 49	$\bar{x}$	min	max	sd	šik	špi
LB	26.35	14.67	38.46	6.89	0.16	-1.18
♂ n=58	$\bar{x}$	min	max	sd	šik	špi
LPA	2.27	0.97	4.50	0.68	0.52	0.92
HW	6.26	3.80	8.92	1.51	0.17	-1.22
PTL	7.68	4.62	10.19	1.70	-0.01	-1.06

Popisnou štatistikou (Tab. 2, 3) sme zistili niekoľko rozdielov nami meraných morfometrických parametrov medzi samicami a samcami. Priemerná dĺžka tela (LB), šírka hlavy (HW) a dĺžka prementa (PTL) bola väčšia u samíc ako u samcov u obidvoch druhov; výrazne väčšia u *C. bidentata*, okrem dĺžky brady (prementa, PTL) u samíc *C. heros.* Podľa symetrie rozdelenia (šikmosť) sú namerané hodnoty u *C. bidentata* - samce ♂ ($\gamma 1 > 0$), čo znamená, že v dátovom súbore je väčšina hodnôt pod priemernou hodnotou. U samíc je tomu naopak. U *C. heros* je viac väčších hodnôt ako priemer u samcov než u samíc s výnimkou dĺžky brady. Podľa špicatosti je väčšina dát ($\gamma 2 < 0$) menších ako priemer a samcov aj u samíc.

2.3 Testovanie normality dát

Pre overenie normality sme použili Shapiro-Wilkovov W test, patrí k najpoužívanejším testom pre malé výbery aj n < 50. Testovali sme hypotézu: H_0: náhodný výber pochádza zo súboru s normálnym rozdelením, pričom platí, keď p > pα => nezamietame H_0 na hladine významnosti 95 %. Výsledky testovania (spolu pre obidve pohlavia):

a) *Cordulegaster bidentata*
LB= Shapiro-Wilks= .94342, p= .00107,
LPA=Shapiro-Wilks= .96387, p= .01860,
HW=Shapiro-Wilks= .94772, p= .00189,
PTL= Shapiro-Wilks= .94149, p= .00084,

b) *Cordulegaster heros*
LB= Shapiro-Wilks= .93924, p= .00028,
LPA=Shapiro-Wilks= .96256, p= .00863,
HW=Shapiro-Wilks= . 94669, p< .00078,
PTL= Shapiro-Wilks= .93606, p= .00018,..

U všetkých meraných dát a u obidvoch druhov pásikavcov sme potvrdili porušenie normality. Dalo sa to predpokladať, pretože ako dokladový materiál pre potrebu upresnenia determinácie boli odobrané väčšie larvy s vyvinutými znakmi. Potvrdili sme homogenitu rozptylov (Leveneov test, p < 0.05) všetkých meraných rozmerov.

2.4 Testovanie odchýlok od priemerných hodnôt

Popisná štatistika naznačila rozdiely v aritmetickom priemere meraných znakov. Sú rozdiely v nameraných

hodnotách medzi samcami a samicami *Cordulegaster bidentata* a *C. heros* aj štatisticky významné? Pre zistenie sme použili grafy priemerov s odchýlkami (neparametrický Kruskal-Wallisov test). Formulovali sme nulovú hypotézu: H_0: morfometrické znaky sa medzi pohlavím nelíšia na hladine významnosti 95 %. Výsledky testovania:

Cordulegaster heros x *C. bidentata*
LB- samce: KW-H(1;101) = 5.2623; p = 0.0218 => zamietame H_0
LB- samice: KW-H(1;90) = 3.2495; p = 0.0714 => **nezamietame H_0**
LPA- samce: KW-H(1;101) = 0.003; p = 0.9562=> **nezamietame H_0**
LPA- samice: KW-H(1;90) = 17.5451; p = 0.00003 => zamietame H_0
HW- samce: KW-H(1;101) = 2.0704; p = 0.1502 => **nezamietame H_0**
HW- samice: KW-H(1;90) = 8.6973; p = 0.0032 => zamietame H_0
PTL- samce: KW-H(1;101) = 3.6984; p = 0.0545 => **nezamietame H_0**
PTL- samice: KW-H(1;90) = 6.4103; p = 0.0113 => zamietame H_0.

Výsledky štatistického testovania rozdielov znakov medzi druhmi pásikavcov dopĺňame zistenou štatistickou preukaznosťou: dĺžka tela LB (samce - p*, u samíc sa hodnoty nelíšia, je blízko hranice štatistickej preukaznosti); dĺžka análnej pyramídy LPA (samce - nepreukazné, samice - p***); šírka hlavy HW (samce - nepreukazné, samice p**) a dĺžka brady-prementa PTL (samce - nepreukazné, samice p*).

Záver

Pri spracovaní analýzy vybraných morfometrických znakov lariev na Slovensku sa vyskytujúcich pásikavcov (*Cordulegaster bidentata* a *C. heros*) sme urobili prvé spracovanie týchto taxónov na Slovensku. Doposiaľ sme nezistili slovenské ani zahraničné publikované morfometrické údaje pásikavcov, kde by bola uvedená aj vstupná dátova matica. Analyzovali sme morfometricky vyšetrených 191 jedincov *Cordulegaster bidentata* (n = 84 lariev) a *C. heros* (n = 107 lariev) zo 43 lokalít, ktoré sa nachádzajú v 10 geomorfologických celkoch Databanky Fauny Slovenska (DFS). Aj keď pohlavie lariev nebolo v meranej vzorke ovplyvnené výberom, nepotvrdili sme štatisticky významný rozdiel v zastúpení samcov a samíc. Naopak, u meraných morfometrických znakov bola normalita porušená výberom väčších jedincov lariev pre determináciu.

Analýzou zmeraných morfometrických znakov lariev sme potvrdili hodnoty, uvádzané pre dospelce pásikavcov, a to – samice sú väčšie ako samce a pásikavec *Cordulegaster heros* je väčší, ako *C. bidentata*.

Morfometrické šetrenie (nielen) vážok je významné nielen ako zdroj údajov o základných veľkostných charakteristikách, ale môžu byť využité pre korelačné analýzy vzťahu k typom biotopov a aj pre vymedzenie rastových fáz lariev-instarov. Nami zistené morfometrické charakteristiky druhu sú prvé pre územie Slovenska a aj pre územie strednej Európy. Pre malý počet jedincov sme nehodnotii rozdiely v morfometrických znakoch pásikavcov z lokalít spoločného výskytu.

Poďakovanie

Chcem sa poďakovať doc. PaedDr. Stanislavovi Davidovi, PhD. za odborné rady počas spracovania práce, zapožičanú literatúru a pomoc so štatistickým spracovaním údajov. Výskum bol podporený projektom VEGA 1/0496/16 „Hodnotenie prírodného kapitálu, biodiverzity a ekosystémových služieb na Slovensku“.

Použitá literatúra

[1] KIM S. B., OH H. S., TADAUCHI W. T. (2009) Phenetic Analysis of the Anisoptera (Insecta: Odonata) in Jeju Island, Korea, Based on Morphological Characters. J. Fac. Agr., Kyushu Univ., Japan., 54(1), p. 123–132

[2] GORETTI E., CECCAGNOLI D., LA PORTA D., DI GIOVANNI M. V. (2001) Larval development of Aeshna cyanea (Müller, 1764) (Odonata: Aeshnidae) in Central Italy. Hydrobiologia, Kluwer Academic Publishers, 457, p. 149–154

[3] KUBOVČÍK V., GAJDOŠOVÁ I., ŠULÁKOVÁ M., SVITOK M. (2012) Dragonflies (Odonata) of the Malá Vodárenská nádrž and the life cycle of Aeshna cyanea. Folia faunistica Slovaca, 17(3), s. 297–303.

[4] HAWKING, J., H., NEW, T., R. (1996) The development of dragonfly larvae (Odonata: Anisoptera) from two streams in north- eastern Victoria, Austria. Hydrobiologia, Kluwer Academic Publishers, 317, p. 13-30

[5] GIACOMINI, H., C., DE MARCO, P. (2008) Larvare co morphology of 13 Libelluliade (Anisoptera,

Odonata) of the Middle Rio Doce Valley, Minas Gerais, Brasil. Braz. J. Biol., 68(1), p. 211-219

[6] GIOVANNI, M. V., GORETTI, E., LA PORTA, G.& CECCAGNOLI, D. (2000) Larval development of Libellula depressa (Odonata, Libellulidae) from pools in central Italy, Italian Journal of Zoology, 67(4), p. 343-348

[7] HOLUŠA, O. (2013) Taxonomie, ekologie a zoogeografie vážek rodu Cordulegaster (Odonata: Cordulegastridae), v Střední Evropě, (Dizertačná práca). Katedra zoologie, PriF UK, Bratislava

[8] PEROUTKA, M. (2010) Jak významné jsou kanibalizmus intraguild predace ve společenstvech vodního hmyzu?. (Bakalárka práca), PŘF Jihočeská univerzita, České Budějovice

[9] DOLNÝ, A., BÁRTA, D. et al. (2007) Vážky České republiky: Ekologie, ochrana a rozšíření. Vlašim: Český svaz ochránců přírody Vlašim, 672 s.

[10] DIJKSTRA, K–DB., LEWINGTON, R. (2006) Field guide to the dragonflies of Britain and Europe including western Turkey and north-western Africa. British Wildlife Publishing, Milton on Stour, 320 p.

[11] HANEL, L., ZELENÝ, J. (2000) Vážky (*Odonata*), výzkum a ochrana. ČSOP Vlašim. 240 s.

[12] VAN PELT G. J. (2006) Cordulegaster Leach, 1815 – Goldenrings. pp. 210-221. In: DIJKSTRA K-D.B. & R. LEWINGTON: Field guide to the dragonflies of Britain and Europe including western Turkey and north-western Africa. British Wildlife Publishing, Gillingham.

[13] JANSKÝ, V., DAVID, S.(2008) Výskyt vážky *Cordulegaster heros* ssp. *heros* (Odonata: Cordulegastridae) na Slovensku. Acta Rer. Natur. Mus. Nat. Slov., vol. LIV, Bratislava, 2008, s. 61-68

[14] HOLUŠA, O. (2015) Description of the female of Cordulegaster vanbrinkae (Lohmann, 1993) (Odonata: Anisoptera: Cordulegastridae). Zootaxa 3949(2). p. 229–238

[15] MARCZAK, LAURIE B., JOHN S. RICHARDSON, AND MARIE-CLAIRE CLASSEN. (2006) Life history phenology and sediment size association of the dragonfly Cordulegaster dorsalis (Odonata: Cordulegastridae) in an ephemeral habitat in southwestern British Columbia. Canadian Field Naturalist 120(3), p. 347–350

[16] VERSCHUREN, D. (1989) Revision of the larvae of West-Palaearctic Cordulegaster Leach, 1815 (Odonata, Cordulegastridae), with a key to the considered taxa and a discussion on their afinity. Bull. Annls Soc. r. belge Ent. 125 , p. 5-35

[17] STATSOFT, INC. (2004). STATISTICA Cz [Softwarový systém na analýzu dat], verze 9.0. Www.StatSoft.Cz

geografia a regionálny rozvoj

Realizácia návrhu informačných tabúľ náučného chodníka Považský Inovec so zameraním na ochranu prírody

Implementation of the design of information boards of the Považský Inovec educational path with a focus on nature protection

[1]Soňa Adamkovičová
[2]Školiteľ: Hilda Kramáreková
[1, 2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]sona.adamkovicova@student.ukf.sk; [2]hkramarekova@ukf.sk

Abstrakt

Náučný chodník Považský Inovec vytvára jedinečný priestor pre občanov a turistov, ktorí sa môžu tešiť z krásy jeho prírody a svojou bohatou históriou vzbudzuje pozornosť medzi ostatnými regiónmi v kraji.

Článok sa zameriava na tvorbu návrhu nových informačných tabúľ náučného chodníka Považský Inovec so zameraním na ochranu prírodu.

Naším cieľom je umiestnenie nových informačných tabúľ v okolí jednotlivých chránených území (resp. v obciach, v ktorých sa chránené územia nachádzajú) najmä preto, aby sme vzbudili širší záujem o ochranu prírody. Chceme pomôcť tomu, aby si ľudia uvedomili dôležitosť jej ochrany a starostlivosť. Samostatná realizácia nových informačných tabúľ by zlepšila a hlavne rozšírila informovanosť o zaujímavostiach územia.

Kľúčové slová: náučný chodník, Považský Inovec, ochrana prírody a krajiny, informačné tabule

Abstract

Educational path Považský Inovec creates an unique space for inhabitants and tourists, who can enjoy the beauty of its nature and its rich history brings attention to other regions in the district.

The article is focused on designing of new information boards of the Považský Inovec educational path with focus on nature protection.

Our goal is to place new information boards around the individual protected areas (respectively, in villages, where the protected areas are located) especially in order to attract a wider interest in nature protection. We want to help people realize the importance of protection and care. Separate implementation of new information boards would improve and, in particular, extend the awareness of interesting lands.

Key words: educational path, Považský Inovec, protection of nature and landscape

Úvod

Náučný chodník Považský Inovec prechádza 16 územiami obcí Ratnovce, Šalgovce, Ardanovce, Radošina, Nitrianska Blatnica, Vozokany, Lipovník, Hubina, Ducové, Bojná, Tesáre, Závada, Podhradie, Velušovce, Prašice a Nemečky. Pozostáva tak zo 16 zastávok, pričom každá obec ponúka turistom niečo iné – historické informácie o vzniku obci, významné archeologické náleziská, historické pamiatky a pamätihodnosti či jedinečnosti prírody.

Súčasný technický stav informačných tabúľ v obciach je dobrý. Ako prvoradý problém by sme však uviedli, že nie vo všetkých obciach (obec Šalgovce, Ardanovce) sa nachádzajú informačné tabule, ktoré by informovali občanov či širšiu verejnosť o náučnom chodníku. Na riešení tejto problematiky, teda na ich zabezpečení, vizualizácii, obsahovej stránky a umiestnení spolupracujeme so starostami obcí a s Regionálnou rozvojovou agentúrou Topoľčiansko.

Na území náučného chodníka sa nachádzajú štyri maloplošné chránené územia a šesť území európskeho významu. Predmetom ich ochrany sú rôzne druhy biotopov s chránenými druhmi rastlín a živočíchov.

V jednotlivých obciach, kde sa chránené územia nachádzajú, informačné tabule však chýbajú. Mnoho ľudí z obcí, daného regiónu či širšieho okolia ani nevie, aké veľké prírodné bohatstvo náučný chodník skrýva. Preto by sme radi navrhli nové a moderné návrhy informačných tabúľ, ktoré poukážu aj na zaujímavosti prírody, chránené rastliny a živočíchy.

1 Prehľad literatúry a metodika práce

Naším prvým krokom bola práca s literárnymi zdrojmi, kde sme využili metódu zhromažďovania informačných zdrojov. Navštívili sme Tribečskú knižnicu v Topoľčanoch a univerzitnú knižnicu UKF v Nitre, kde sme získali odbornú literatúru, ktorú sme si preštudovali a zhromaždili.

Regionálna rozvojová agentúra Topoľčiansko [1], nás informovala o súčasnom stave náučného chodníka. Oslovili sme i starostov obcí, ktorí nám ochotne poskytli brožúrky a propagačné materiály obcí. Súčasný technický stav informačných tabúľ sme charakterizovali na základe terénneho výskumu, ktorý bol pre nás najdôležitejší. Počas terénneho výskumu sme získali fotografie informačných tabúľ či fotografie z okolia náučného chodníka.

Užitočným zdrojom poznatkov a informácií nám bola i bakalárska práca – Revitalizácia náučného chodníka Považský Inovec (juhozápadná časť) a článok Ochrana prírody a krajiny v záujmovej oblasti náučného chodníka Považský Inovec [2, 6, 7].

Využívali sme aj internetové portály - Štátna ochrana prírody SR a Štátny zoznam osobitne chránených častí prírody SR [3,4, 5]. Pri charakteristike informačných tabúľ sme využívali aj niektoré webové stránky obcí [8]. Pri tvorbe cenníka nových informačných tabúľ sme sa inšpirovali webovou stránkou Náučné tabule [9].

Zhromaždené informácie, fotografie a preštudované texty sme následne triedili, spracovali a vkladali do textu, ktorý je tvorený jednotlivými kapitolami a podkapitolami.

Metódu vysvetľujúceho opisu sme uplatnili pri vymedzení územia náučného chodníka. Na logické usporiadanie textu sme aplikovali systémovú metódu.

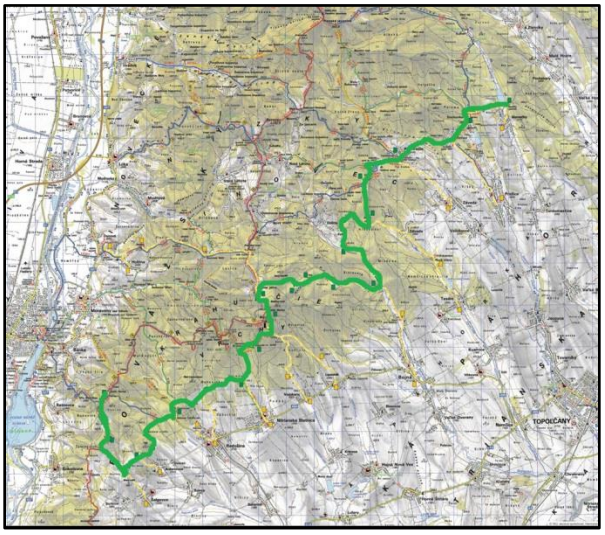
2 Vymedzenie územia záujmovej oblasti náučného chodníka Považský Inovec

Pohorie Považský Inovec sa nachádza na západnom Slovensku a patrí do Fatransko-tatranskej oblasti.

Pohorie je najmohutnejšie vo svojej severnej časti, susediacej so Strážovskými vrchmi, ktorej dominuje najvyšší vrch Inovec (1042 m n. m.). Smerom na juh pozvoľna klesá do Podunajskej nížiny, ktorá ho obklopuje zo západnej a východnej strany. Geomorfologicky sa delí na Vysoký Inovec (Inovec 1042 m n. m.), Nízky Inovec (Bezovec 743 m n. m.), Krahulčie vrchy (Marhát 748 m n. m.) a Inovecké predhorie (bez výrazných vrcholov, na východ od Beckova 550 m n. m.).

Trasa náučného chodníka (obr. 1) pozostáva zo spomínaných 16 zastávok, ktoré sú lokalizované v obciach. Náučný chodník Považský Inovec začína na rozhraní štyroch obcí Banka, Ratnovce, Šalgovce a Ardanovce. Jeho koniec je lokalizovaný pri vodnej nádrži v obci Nemečky.

Z hľadiska tematického zamerania ide o historický, kultúrny, prírodovedný a ochranársky náučný chodník. Podľa spôsobu interpretácie informácií ho zaraďujeme medzi samoobslužný, textový a grafický. Jeho dĺžka trasy je 60 km (vrátane obecných vetiev). Podľa náročnosti patrí náučný chodník Považský Inovec medzi stredne náročné až náročné [2].



Mapa 1 Náučný chodník Považský Inovec v roku 2009
Zdroj: [1]

3 Chránené časti prírody a krajiny záujmovej oblasti náučného chodníka Považský Inovec

Štátna ochrana prírody SR je osobitnou odbornou organizáciou Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky s celoslovenskou pôsobnosťou, zameranou najmä na zabezpečovanie úloh na úseku ochrany prírody a krajiny vrátane správy jaskýň podľa ustanovení zákona č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov a na úseku ochrany druhov voľne žijúcich živočíchov a voľne rastúcich rastlín reguláciou obchodu s nimi a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov [3].

Sústavu chránených území členských krajín Európskej únie (EÚ) reprezentuje **Natura 2000**. Jej hlavným cieľom je zachovanie prírodného dedičstva, ktoré je významné nielen pre príslušný členský štát, ale najmä pre EÚ ako celok. Táto sústava chránených území má zabezpečiť ochranu najvzácnejších a najviac ohrozených druhov voľne rastúcich rastlín, voľne žijúcich živočíchov a prírodných biotopov vyskytujúcich sa na území štátov EÚ a prostredníctvom ochrany týchto druhov a biotopov zabezpečiť zachovanie biologickej rôznorodosti v celej EÚ [5].

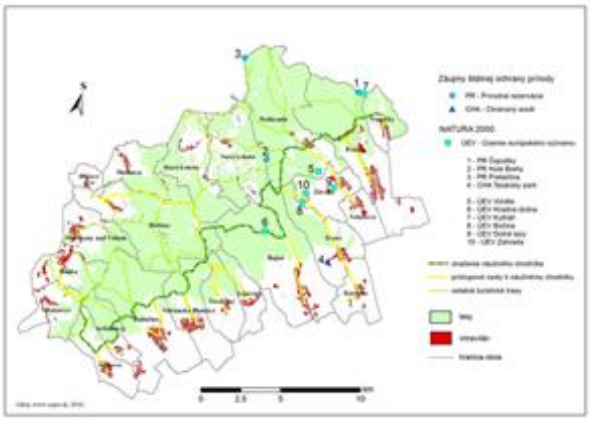
Za chránené územia (CHÚ) možno vyhlásiť lokality, na ktorých sa nachádzajú biotopy európskeho významu a biotopy národného významu, biotopy druhov európskeho významu, biotopy druhov národného významu a biotopy vtákov vrátane sťahovavých druhov, na ktorých ochranu sa vyhlasujú chránené územia, významné krajinné prvky alebo územia medzinárodného významu [4].
V tabuľke 1 sú uvedené maloplošné chránené územia, ktoré sa nachádzajú v záujmovej oblasti náučného chodníka Považský Inovec a v tabuľke 2 zasa územia európskeho významu. Kartograficky je situácia vyjadrená na obr. 2.

Evidenčné číslo	Kategória CHÚ	Názov CHÚ	Lokalizácia
23	PR	Čepúšky	Prašice
45	PR	Holé brehy	Podhradie
142	PR	Preliačina	Podhradie
978	CHA	Tesársky park	Tesáre

Tab. 1 Maloplošné chránené územia záujmovej oblasti náučného chodníka Považský Inovec
*PR – Prírodná rezervácia
*CHA – Chránený areál
Zdroj: [4]

Evidenčné číslo	Názov územia	Lokalizácia
SKUEV0021	Vinište	Podhradie
SKUEV0024	Hradná dolina	Bojná
SKUEV0134	Kulháň	Prašice
SKUEV0135	Bočina	Tesáre, Závada
SKUEV0136	Dolné lazy	Závada
SKUEV0137	Záhrada	Závada

Tab. 2 Územia európskeho významu záujmovej oblasti náučného chodníka Považský Inovec
Zdroj: [5]



Mapa 2 Ochrana prírody v záujmovom území NCH Považský Inovec
Zdroj: [6]

4 Informačné tabule na území náučného chodníka Považský Inovec

4.1 Súčasný technický stav informačných tabúľ

Technický stav informačných tabúľ v záujmovej oblasti náučného chodníka Považský Inovec je dobrý (obr. 3). V niektorých už spomínaných obciach informačné tabule chýbajú (obec Šalgovce a Ardanovce).

Konštrukcia súčasných informačných tabúľ pozostáva z dreva a oceľovej časti, ktorou je tabuľa upevnená do pôdy, resp. betónu. Vrch tabule tvorí strechovitý prístrešok.

Vizualizáciu informačnej tabule tvorí z jednej strany mapa Náučného chodníka Považský Inovec, ktorá už nie je aktuálna. Mapu chodníka tvorí jeho trasa, prístupové cesty, zastávky a vysvetlivky. Pod mapou sa nachádza krátky popis náučného chodníka v slovenskom, nemeckom a anglickom jazyku.

Druhú stranu informačnej tabule tvorí charakteristika obce, kde pod názvom v strede je lokalizovaný erb príslušnej obce. Charakteristika pozostáva z histórie obce, jej lokalizácie, súčasnej histórie či iných zaujímavostí, ktoré si môžu turisti prečítať. Je písaná len v slovenskom jazyku a doplnená pestrými farebnými obrázkami s vysvetlivkami. Informačné tabule, ktoré sa nachádzajú v obciach, plnia svoj účel a poskytujú základné informácie o príslušnej obci a náučného chodníka Považský Inovec [7].

Obr. 3 Súčasný technický stav informačných tabúľ v obciach Radošina a Nitrianska Blatnica
Zdroj: [7]

Informačné tabule o ochrane prírody a krajiny sa na náučnom chodníku Považský Inovec nenachádzajú. Avšak na území obce Bojná je nainštalovaná informačná tabuľa, ktorá charakterizuje faunu Považského Inovca (obr. 4).

Obr. 4 Informačná tabuľa – Fauna Považského Inovca (lokalizovaná v obci Bojná)
Zdroj: [8]

Obsah informačnej tabule je tvorený krátkym popisom živočíšnych druhov, ktoré sa v záujmovom území vyskytujú. Sú tu spomenuté aj zákonom chránené živočíchy, ako bystruška medená, fialová *(Carabus cancellatus, violaceus),* pestroň vlkovcový *(Zerynthia polyxena),* jasoň chochlačkový *(Parnassius mnemosyne),* vidlochvost feniklový *(Papilio machaon),* očkaň lúčny *(Maniola jurtinaa)* či očkaň timotejkový *(Melenargia galathea).*

Doplnený je taktiež o obrázky živočíchov, kde je zastúpený hmyz, slimáky, obojživelníky a plazy. Každý živočích má aj latinské pomenovanie.

4.2 Návrhy nových informačných tabúľ so zameraním na ochranu prírody v záujmovej oblasti

Naším cieľom je vytvorenie nových informačných tabúľ (obr. 5, 6), ktoré budú širšiu verejnosť informovať o ochrane prírody a krajiny v záujmových oblastiach, kde sa chránené územia či územia európskeho významu nachádzajú.

Dôvodom pre tvorbu nových informačných tabúľ je najmä zatraktívnenie náučného chodníka Považský Inovec, podporovanie turizmu, lepšej návštevnosti obcí a najmä vzbudenie záujmu o ochranu prírodu – jednotlivých druhov drevín, chránených živočíchov či rastlín.

Nové informačné tabule by informovali o jedinečnosti a význame chránených území. Po obsahovej stránke by stručne charakterizovali Štátnu ochranu prírody a Naturu 2000.

Charakterizovali by najmä konkrétne územie s daným biotopom v slovenskom a anglickom jazyku, kde by bolo spomenuté jeho evidenčné číslo, kategória chráneného územia (prírodná rezervácia, chránený areál), názov a rozloha územia, jeho lokalizácia a najmä zákonom chránené druhy rastlín a živočíchov. Konštrukciu novej informačnej tabule zameranej na ochranu prírody by sme zachovali takú istú ako pri informačných tabuliach, ktoré sa nachádzajú v obciach.

Vizuálnu stránku obsahu by sme prispôsobili a farebne zladili s jednotlivými podtónmi žltej a bledozelej farby, ktoré tvoria podklad obsahu informačných tabúľ v obciach.

Úpravy obsahu by sme doplnili o pestré obrázky aj s latinským pomenovaním, kde by sme vyzdvihli nielen dôvod ochrany ale aj význam a jedinečnosť drevín, rastlín či živočíchov (napr. z ktorých krajín pochádzajú, kedy boli dreviny vysadené, charakteristické znaky drevín – tvar kmeňa, kôry,

listov, plodov či koruny, sfarbenie a tvar tela živočíchov).

Samotná realizácia návrhu nových informačných tabúľ si bude vyžadovať nielen pravidelnú a kvalitnú spoluprácu nielen starostov obcí, ale aj spoluprácu Regionálnej rozvojovej agentúry Topoľčiansko, mladých ľudí a občanov, ktorí by sa do projektu zapojili.

Územie európskeho významu – Kulháň

Evidenčné číslo	Názov územia	Lokalizácia	Rozloha
SKUEV0134	Kulháň	Prašice	129,19 ha

*V obci Prašice v pohorí Považský Inovec sa rozprestiera územie európskeho významu **Kulháň** s rozlohou 129,19 ha.*

***Predmetom ochrany** sú lužné vŕbovo-topoľové a jelšové lesy (Salicetum albae), kyslomilné bukové lesy (Luzulo-Fagion), bukové a jedľové kvetnaté lesy (Carici pilosae-Fagetum), karpatské a panónske dubovo-hrabové lesy (Carpinion, podzväz Querco robori-Carpinenion) a eurosibírske dubové lesy (Euro-Siberian Carpinion na spraši a piesku.*

Územie európskeho významu – Kulháň

Súčasťou ochrany prírody na území Kulháň sú i živočíšne druhy:

Kunka červenobruchá (Bombina bombina)

Fúzač alpský (Rosalia alpina)

Obr. 5 Návrh obsahu novej informačnej tabule zameranej na územie európskeho významu – Kulháň
Zdroj: [7]

Prírodná rezervácia – Holé brehy

Evidenčné číslo	Názov územia	Kategória CHÚ	Lokalizácia	Rozloha
45	Holé brehy	Prírodná rezervácia	Podhradie	5,44 ha

*V roku 1976 v obci Podhradie, v pohorí Považský Inovec, bola vyhlásená prírodná rezervácia **Holé brehy** s rozlohou 5,44 ha.*

***Predmetom ochrany** sú floristicky pestré zvyšky xerotermných spoločenstiev tráv s mimoriadne hojným výskytom ponikleca veľkého obyčajného (Pulsatilla vulgaris subsp. grandis). Na strmých svahoch dolomitového podložia, slabej vrstve nevyvinutej pôdy, prevažne rendziny, má rastlinstvo prechodný ráz medzi suchomilnou a teplomilnou horskou vegetáciou. Mnohé teplomilné druhy tu dosahujú severnú hranicu svojho prirodzeného rozšírenia. Z charakteristických druhov je tu zastúpená ostrica nízka (Carex humulis), kručinka chlpatá (Genista pilosa), cesnak horský (Allium senescens subsp. montanum), hrdobarka horská (Teucrium montanum) a iné. Rezervácia sa využíva na vedecko-výskumné ciele.*

Poniklec veľký obyčajný
(Pulsatilla vulgaris subsp. grandis)

Obr. 6 Návrh obsahu novej informačnej tabule zameranej na prírodnú rezerváciu – Holé brehy
Zdroj: [7]

S dostatočným rozpočtom pre realizáciu projektu by sme radi uvítali aj tvorbu nových propagačných materiálov o obciach, plagátoch o náučnom chodníku či kalendária udalostí, aby sa obyvatelia i návštevníci dozvedeli o atraktivitách obcí a náučného chodníka.

Zostavili sme približný rozpočet (tab. 3), ktorý by bol potrebný na realizáciu návrhu nových informačných tabúľ zameraných na ochranu prírody a krajiny.

Cenník sme prevzali z internetovej stránky www.naucnetabule.sk, ktorá ponúka služby spojené s realizáciou náučných a informačných tabúľ osadených do exteriéru. Ich služby obsahujú kompletný servis od návrhu a výroby konštrukcie tabule**,** dodanie plastovo-hliníkovej časti tabule s textom, grafikou, grafickú činnosť až po osadenie infopanelu do terénu [9].

Celková suma 1 informačnej tabule je približne 415 €. Na nových 10 informačných tabúľ (CHÚ a ÚEV) je potrebných približne 4 150 €.

V rozpočte nie sú započítané ceny za služby, prípadná tlač brožúrok a plagátov, vybavenie povolení a žiadostí či občerstvenie pre projektový a realizačný tím.

Názov položky rozpočtu	**Rozpis jednotlivých položiek**	**Suma**
Informačné tabule	Základná drevená tabuľa – masívny smrek (1,6 x 2,5 m, plocha potlače 1×1,2 m) bez striešky a náteru	160 €
	Strieška na drevenú tabuľu – drevený šindeľ	75 €
	Náter tabule a striešky (1xprotiples náter, 2 x lazúra)	45 €
	Oceľové pätky na osadenie (0,7 m dlhé, vyvŕtané diery, základný náter) 2 ks	35 €
	Grafické práce	55 € +
	Betonáž základov vrátane materiálu + montáž tabule	45 €
Celková suma 1 informačnej tabule		**415 €**

Tab. 3 Rozpočet celkovej sumy za 1 informačnú tabuľu
Zdroj: [9]

Záver

Naším cieľom je zabezpečiť realizáciu nových návrhov informačných tabúľ v záujmovom území náučného chodníka Považský Inovec a tým zlepšiť nielen jeho kvalitu, ale pomôcť aj rozvoju ochrany prírody a krajiny, pretože práve príroda predstavuje nevyhnutné podmienky pre náš život.

Občania obcí ale i návštevníci náučného chodníka by mali vedieť, ako sa v prírode treba správať, mali by poznať chránené územia, ktoré sa v záujmovom území nachádzajú a mali by si uvedomiť predmet ich ochrany prírody, keďže chránené biotopy sa na jednotlivých územiach vyskytujú už niekoľko desaťročí.

Očakávame, že výstavba nových informačných tabúľ prispeje k rozvoju turizmu na území Považského Inovca. Našou úlohou bude čo najlepšie spropagovať projekt realizácie formou prezentácií a prednášok na základných školách v jednotlivých obciach.

V materských školách by sme význam ochrany prírody prezentovali hravou formou spojenou s dosiahnutím výchovno-vzdelávacieho cieľa.

Na webových stránkach obcí by sa zaviedla sekcia o náučnom chodníku, pričom by sme ju obohatili aj o fotografie, ktoré by pochádzali z realizácie projektu. Na sociálnej sieti Facebook by sme aktualizovali obsahovú stránku Považského Inovca v slovenskom a zároveň aj v anglickom jazyku, aby tak bola sprístupnená všetkým používateľom. Projekt by sme zverejnili aj v rôznych regionálnych novinách, brožúrach či časopisoch.

Poďakovanie

Touto cestou vyslovujem poďakovanie mojej školiteľke RNDr. Hilde Kramárekovej, PhD. za jej cenné rady a pripomienky pri vzniku tohto príspevku.

Použitá literatúra

[1] Regionálna rozvojová agentúra Topoľčiansko [Citované: 2. marec 2017] http://www.rrato.eu/naucny-chodnik-povazsky-inovec/

[2] Adamkovičová S. (2017) Ochrana prírody a krajiny záujmovej oblasti náučného chodníka Považský Inovec. (Vedecký článok) Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra

[3] Štátna ochrana prírody a krajiny Slovenskej republiky [Citované: 15. február 2018] http://www.sopsr.sk/web/

[4] Štátny zoznam osobitne chránených častí prírody SR [Citované: 15. február 2018] http://uzemia.enviroportal.sk/about
[5] Štátna ochrana prírody a krajiny Slovenskej republiky [Citované: 15. február 2018] http://www.sopsr.sk/natura/index1.php?p=4&lang=sk&sec=4&do=search
[6] Stanček A., (2016) Mapa Ochrana prírody v záujmovej oblasti NCH Považský Inovec, http://www.sopsr.sk/web/
[7] Adamkovičová S. (2017) Revitalizácia náučného chodníka Považský Inovec (juhozápadná časť) (Bakalárska práca) Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra
[8] Fauna Považského Inovca [Citované: 16. február 2018] http://www.radosina.sk/fileadmin/radosina/naucny_chodnik/Fauna.jpg
[9] Náučné tabule – kompletné vytvorenie náučných tabúľ [Citované: 17. február 2018] http://www.naucnetabule.sk/cennik/

Náučný chodník obcou Maňa

Nature trail village of Maňa

Lucia Boriková[1]
Školiteľ: Daša Oremusová[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] lucia.borikova@student.ukf.sk, [2] doremusova@ukf.sk,

Abstrakt
Náučný chodník môže efektívne prispieť k prezentácii aj vidieckeho územia. Svojim obsahom a charakterom umožní zvýšiť atraktivitu územia pre návštevníkov a zároveň môže poskytnúť lepšie spoznanie vlastnej obce u miestnych obyvateľov.

Prostredníctvom článku predstavujeme problematiku tvorby náučných chodníkov na Slovensku a možnosti ich praktického využitia s následne vytvoreným návrhom na konkrétnom príklade náučného chodníka v obci Maňa.

Príspevok sa skladá z troch základných častí. Na začiatku, v prvej časti, sa zameriavame na vysvetlenie základných pojmov ako je náučný chodník, jeho typy, funkcie, využitie, história a tvorba. Druhá časť sa venuje stručnej geografickej charakteristike obce Maňa. Tretia časť článku prezentuje konkrétny návrh náučného chodníka v obci Maňa. V závere prinášame aktuálny stav návrhu v praxi.

Kľúčové slová: náučný chodník, obec Maňa, geografická charakteristika, cestovný ruch

Abstract
The educational trail can effectively contribute to the presentation of the countryside as well. With its content and character, it will increase the visibility of the area for visitors and, at the same time, it can provide a better understanding of its own local community.

Through the article, we present the issue of the creation of educational paths in Slovakia and the possibilities of their practical use with the subsequently created proposal on a concrete example of an educational trail in the village of Maňa.

The contribution consists of three basic parts. At the beginning, in the first part, we focus on explaining basic concepts such as the educational walkway, its types, functions, utilization, history and creation. The second part focuses on the brief geographic characteristics of the village of Maňa. The third part of the article focuses on a specific suggestion of an educational trail in the village of Maňa. At the end we bring the current state of the proposal into practice.

Key Words: educational trail, village of Maňa, geographical characteristics, tourism

Úvod

Slovensko ako jedinečný stredoeurópsky priestor disponuje značným prírodným a kultúrno-historickým potenciálom. Čiastkovú zložku tohto bohatstva domácim obyvateľom i zahraničným návštevníkom sprostredkúvajú rôznorodé náučné chodníky [1].

Náučný chodník ako samostatný obsahový a programový celok inštalovaný v prírodnej a kultúrnej krajine je nielen turistickou trasou, ale najmä prechádzkovou trasou spojenou s poznávaním okolia a ukážkou vzťahu človeka a prírody v širších súvislostiach [1].

Náučné chodníky v súčasnosti zažívajú enormný rozmach. Táto forma interpretácie miestneho dedičstva pre obce, mestá a mikroregióny sa stala nástrojom prilákania turistov do svojho regiónu so snahou prezentovať ich historické, kultúrne a prírodné poklady a danosti. Ich evidencia na Slovensku nie je systematicky a metodicky spracovaná, keďže ich stav nie je vo všetkých prípadoch udržiavaný, takže ich počet môžeme iba odhadovať. V rôznych publikáciách a na niektorých webových stránkach sú známky evidencie náučných chodníkov, aj keď často chýba ich lokalizácia na mapových podkladoch [3].

Cieľom práce je na základe nadobudnutých teoretických poznatkov o tvorbe náučných chodníkov, vytvorenie vlastného návrhu náučného chodníka v konkrétnom prostredí.

1 Náučné chodníky

Náučné chodníky (NCH) považujeme za jeden z nástrojov rozvoja cestovného ruchu v harmónii so zásadami trvalo udržateľného rozvoja. Svojim charakterom sa výrazne podieľajú na prezentácii obcí a mikroregiónov a zároveň propagujú aktivity rôznych organizácií vrátane škôl, občianskych združení či klubov turistov [3].

1.1 Význam a funkcie náučných chodníkov

Medzi najvýznamnejšie prvky existencie náučných chodníkov môžeme zaradiť predovšetkým zvyšovanie atraktivity územia. Podstatné je tiež spomenúť ich úlohu v podobe dôležitých ekonomických impulzov v stagnujúcich lokalitách. Celkovo však plnia náučné chodníky viaceré funkcie. Podľa Friendlovej (1991) sú to nasledovné funkcie [6]**:**

- informačná, kde chodník zabezpečuje poučenie o prírode a spôsobe jej ochrany,
- výchovno-vzdelávacia, ktorá poskytuje a prezentuje praktické informácie o ochrane prírody,
- estetická, poukazujúca na krásne a neopakovateľné prírodné prostredie,
- motivačná, ktorá vzbudzuje záujem o samotný chodník i o ochranu prírody,
- propagačná, ktorá je založená na propagácii a zviditeľnení malo známych miest,
- didaktická, ktorá učí spôsob, ako nadobúdať vedomosti pri vzdelávaní žiakov v prírode,
- komplexné pôsobenie znamenajúce, že NCH ovplyvňujú viacero ľudských záujmových oblastí a činností.

1.2 Tvorba náučných chodníkov

Základná požiadavka na trasu

Náučné chodníky sa nedajú vybudovať všade. Dôležitým predpokladom je náväznosť a príťažlivosť objektu a javu, ktoré sú vybrané a prezentované.

Ak sa nachádzajú na území jedinečné a ľahko zraniteľné rastliny budeme sa snažiť ich obísť a tak prispejeme k ich ochrane, keďže náučné chodníky kladú veľký dôraz na ochranu prírody [4]. Potrebný je tiež súhlas obecného úradu alebo kompetentných organizácií či osôb pri realizácii náučných chodníkov [3].

Výber trasy

V oblasti, ktorú sme si vybrali na vytvorenie náučného chodníka, musíme absolvovať bližšie zoznámenie sa s lokalitou a miestnym správcom k nájdeniu potenciálnych objektov a javov na ďalšie spracovanie vo forme tabúľ náučného chodníka. Trasu je najlepšie budovať na existujúcich cestách či chodníkoch, aby následná realizácia bola menej náročná. Pokiaľ narazíme na miesto málo alebo vôbec nepriechodné je potrebné vymyslieť jeho prekonanie (rebríky). Trasa NCH musí byť kvôli dobrej orientácii návštevníkov jednoznačne vyznačená [4].

Štartovacie miesto a cieľ

Veľmi dôležitý pri tvorbe NCH jeho cieľ. Najlepšia voľba pri type trasy NCH je okružná, kedy sa vrátime späť ku štartovaciemu miestu. Pre cieľové miesto platí podobná požiadavka. Ak je trasa lineárna, mala by sa dať prechádzať oboma smermi [4].

Úprava trasy

Pri budovaní náučného chodníka, je vhodné sa pridržiavať už vzniknutých ciest a chodníkov. V niektorých prípadoch je nevyhnutná menšia úprava (vyčistenie, spevnenie trasy a pod.). Širší vodný tok prekonáme mostom. Strmé skalné stupne prekonáme pomocou rebríka z dreva alebo kovu. Vyhliadkové miesta opevníme dreveným alebo kovovým zábradlím. Tieto zmeny a úpravy vykonávame pod vedením odborníkov [4].

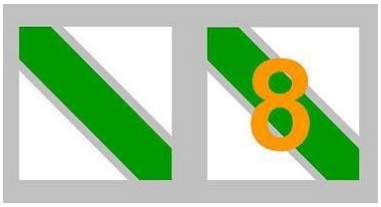
Na zastaveniach, môžeme vybudovať lavičky pre turistov. Celkovo však NCH musia chrániť terén či ohrozené prvky a musia priamo zapadať do daného prostredia [4].

Údržba náučných chodníkov

Po vybudovaní náučného chodníka je potrebná ich následná údržba a starostlivosť (likvidácia odpadkov, natieranie častí tabúľ či výmena poškodených informačných panelov) [4].

Značka náučných chodníkov

Oficiálna turistická značka náučného chodníka (obr.1) je v tvare bieleho štvorca s rozmermi 10 cm x 10 cm a so zeleným pruhom, ktorý prechádza diagonálne z ľavého horného rohu do pravého dolného rohu, v šírke 3 cm. Číslo zastavenia, označujúce pozoruhodný objekt na trase, je uvedené v strede značky s rozmermi 6 cm x 0,8 cm. Predpísaná farba je oranžová, na základe zlej čitateľnosti sa však používa červená farba. Značky sú namaľované buď na kôre stromu, kovovej tyči či na skale alebo konkrétne uvedené na náučných tabuliach [4].



Obr. 1 Značka náučného chodníka
Zdroj: [10]

1.2 História a súčasný stav náučných chodníkov na Slovensku a v zahraničí

Náučné chodníky v 21. storočí tvoria neodmysliteľnú súčasť našej krajiny, ale nebolo to tak vždy [3].

Slovensko

Predchodcom dnešných náučných chodníkov, ktoré vznikli na našom území v roku 1926, bol akýsi ,,príležitostný" lesnícky zameraný NCH. Bol situovaný v Štiavnických vrchoch v okolí Piergu (Štiavnické Bane), a mal 32 zastávok. Prvý náučný chodník na našom území vznikol v roku 1960. Nachádza sa v Pieninskom národnom parku, v Prielome Dunajca, avšak nemal rovnakú podobu ako súčasný náučný chodník [2].

V roku 1984 bolo na Slovensku len 12 NCH, ale už v roku 1990 bol ich počet 43. Evidentný nárast NCH sledujeme od roku 2000, pričom ku koncu roku 2007 evidujeme viac ako 200 náučných chodníkov. V súčasnosti sa ich počet odhaduje na približne 400 NCH [1].

Nárast počtu NCH na Slovensku v najväčšej miere ovplyvnila najmä snaha o zviditeľnenie jednotlivých lokalít ako aj čoraz častejšie vyhľadávanie hotových produktov návštevníkmi, ktorí takto môžu nájsť zhrnuté informácie o vybranej lokalite na jednej trase.

Zahraničie

História prvých náučných chodníkov sa spája so začiatkom 20. storočia a objavuje sa v USA a Kanade. V Európe sa začali prvé NCH objavovať v Nemecku a potom nasledovali krajiny ako Veľká Británia, Holandsko, Rakúsko a Švédsko, kde vznikli NCH začiatkom 50. rokov minulého storočia [2].

V Česku bol ako prvý otvorený náučný chodník v Štátnej prírodnej rezervácii Medník v Stredočeskom kraji a to v roku 1965. V roku 1986 bolo k dispozícii pre širokú verejnosť 104 náučných chodníkov [4].

1.3 Druhy náučných chodníkov

Náučné chodníky možno klasifikovať podľa najrôznejších klasifikačných kritérií.

Podľa tematického zamerania delíme NCH na [10]:

- prírodno-ochranárske (približujú významné prírodné lokality, ktoré sú dopĺňané informáciami o ochrane prírody),
- prírodovedné (predstavujú významné chránené stromy či živočíchy),
- lesnícke (sú vedené lesom alebo lesoparkom),
- dendrologické (bližšie charakterizujú kríky, stromy),
- kultúrno-historické (približujú dôležité budovy či zvyky a tradície lokality),
- vlastivedné (podávajú informácie o krajine, ktorou sú vedené),
- kombinované (kombinácie rôznych zameraní).

Podľa tematického zamerania delíme NCH na [2]:

1. NCH polytematické (zoberajú sa viacerými témami, ale každé zastavenie sa zaoberá jednou témou)
   - s prírodným zameraním (sú zamerané na horniny, flóru, faunu ...),
   - s kultúrno-historickým zameraním,
   - s lesníckym a prírodovedným zameraním.
2. NCH monotematické (sú zamerané na jednu tému)
   - s lesníckym zameraním (prezentujú parky, záhrady, arboréta),
   - vo zverníkoch (sústreďujú sa na voľne v prírode žijúce zvieratá),
   - so zameraním na objekty neživej prírody (upozorňujú na geologický odkryv, minerálne pramene),
   - so zameraním na významné archeologické, historické či kultúrne pamiatky.

Podľa dĺžky trasy delíme NCH na [10]:

- NCH krátke (do 5 km),
- NCH stredne dlhé (5 - 15 km),
- NCH dlhé (nad 15 km).

Podľa určenia rozlišujeme NCH pre [10]:

- mládež,
- širokú verejnosť,
- odborníkov,
- špecialistov.

Podľa spôsobu pohybu delíme NCH na [10]:

- pešie,
- cyklistické,
- motoristické,
- lyžiarske,
- špeciálne (na koni, na člnoch).

Podľa tvaru trasy delíme NCH na [10]:

- lineárne (trasa, ktorá má jednej strane začiatočný bod a na druhej strane cieľ),
- okružné (trasa, ktorej štartovacia a konečná tabuľa sa nachádzajú na tom istom mieste, alebo prejdením NCH sa ocitneme na začiatku trasy).

Podľa náročnosti delíme NCH na [10]:

- nenáročné,
- stredne náročné,

- veľmi náročné.

Podľa spôsobu odovzdania informácií delíme NCH na [2]:

- samoobslužné (návštevník prechádza trasu sám, výklad mu poskytujú náučné tabule vsadené popri chodníku),
- so sprievodcom (u nás sa vyskytujú výnimočne, pričom sprievodcom je osoba oboznámená s problematikou, ktorá sprevádza návštevníkov po trase a podáva im výklad),
- kombinované (spájajú NCH samoobslužný a NCH so sprievodcom, na trase sú rozmiestnené vysvetľujúce tabule ale pracovníci môžu poskytnúť doprovod s výkladom).

Podľa lokalizácie rozlišujeme NCH [2]:

- v chránenom území,
- vo voľnej prírode (zákonom nechránené).

Podľa smerovania rozlišujeme NCH [10]:

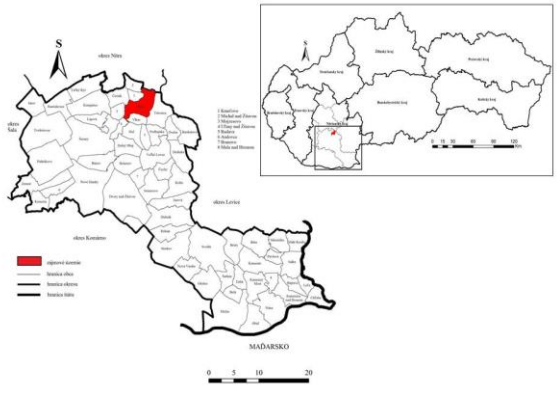
- jednosmerné (prechádzka začína z jednej určujúcej tabule a končí na určitom konečnom mieste),
- obojsmerné (začať trasu možno z oboch strán).

Podľa času využitia delíme NCH na [2]:

- zimné,
- letné,
- celoročné (počas celého roka).

3 Geografická charakteristika obce Maňa

Obec Maňa sa nachádza v Nitrianskom samosprávnom kraji, v severnom cípe okresu Nové Zámky, 30 km severne od okresného mesta Nové Zámky (mapa 1).



Mapa 1 Širšie územné vzťahy obce Maňa
Zdroj: [3]

3.1 Fyzickogeografická charakteristika

V geologickej stavbe územia dominujú vrstvy stredného a vrchného bádenu a vrstvy sarmatu, ktoré sú budované treťohornými ílmi, pieskami a pieskovcami. Kvartér zastupujú pleistocénne a holocénne sedimenty v podobe spraší a sprašových hlín na pahorkatine ako aj fluviálne štrky, štrkopiesky a holocénne hliny na nive územia [7].

Územie obce sa nachádza na Podunajskej pahorkatine, ktorá je súčasťou Podunajskej nížiny. V rámci celku Podunajská pahorkatina do obce Maňa zasahujú štyri podcelky. Do západnej častí územia obce zasahuje Žitavská pahorkatina. Do centrálnej časti podcelok Žitavská niva. Juhovýchodnú časť obce vypĺňa Nitrianska niva, v rámci ktorej sem patrí časť Dolnonitrianska niva. Severovýchodnú časť obce zaberá Hronská pahorkatina prostredníctvom častí Bešianska pahorkatina a Hurbanovské terasy [3].

V obci Maňa, hoci tu prevláda pahorkatinný reliéf, značné plochy zaberá i rovina, najmä pozdĺž rieky Žitavy. Priemerná nadmorská výška dosahuje 176 m [3].

Z klimatického hľadiska v zmysle Lapina a kol. (2002) zaraďujeme územie obce Maňa do teplej klimatickej oblasti. Priemerná ročná teplota vzduchu dosahuje 10°C až 12°C. Najchladnejší mesiac počas roka je január s priemernou teplotou -2°C a najteplejším mesiacom je august s priemernou ročnou teplotou 22°C. Priemerný ročný úhrn zrážok dosahuje 501,8 mm [9].

Územím preteká SJ smerom rieka Žitava, ktorá je najväčším ľavostranným prítokom rieky Nitry. Najvyššie vodné stavy sú sledované v marci a najnižšie v auguste a septembri. Do rieky Žitavy sa vlieva Dolinský potok, ktorého dĺžka je približne 3,5 km a nemá významnejšie hospodárske využitie [3].

Z pôdnych typov prevládajú vo východnej časti územia hnedozeme, ktoré nájdeme aj vo vyšších polohách obce. Čiernice sa vyskytujú pozdĺž oboch brehov rieky Žitavy. Od rieky Žitavy smerom na V a Z nadväzujú na čiernice černozeme, ktoré sú viazané na spraše. Z pôdnych druhov sa vyskytujú v obci prevažne hlinité pôdy. Len najvýchodnejší okraj obce vypĺňajú ílovito-hlinité pôdy. Pozdĺž rieky Žitavy sa tiež vyvinuli veľmi ťažké pôdy (ílovité a íly). Pôdy v severnej časti sú zamokrené [3].

Samotné územie obce Maňa na základe fytogeografického členenia SR podľa Plesníka (2002) zaraďujeme do dubovej zóny. Potenciálna prirodzená vegetácia je na území obce zastúpená tromi významnými formáciami. Dubovo-brestovo-jaseňové

(Ulmenion minoris) a jelšové lesy (*Alnetea glutinosae*) na sprašových tabuliach, dubovo-hrabové panónske lesy *(Quercus petraea and Carpinus betulus)* a na sprašových pahorkatinách dubové a dubovo-cerové lesy (*Quercetum petraeae-cerris*) [3]. Väčšina územia je však v súčasnosti výrazne odlesnená a intenzívne poľnohospodársky využívaná. Na vodné toky sú viazaní zástupcovia fauny vôd a ich brehov, ale na území nájdeme aj spoločenstvá polí, lúk a ľudských sídiel [5].

V obci Maňa sa nachádzajú v zmysle Zákona č. 543/2002 maloplošné chránené územia: Chránený areál Maniansky park, Prírodná rezervácia Žitavský luh a Prírodná pamiatka Rieka Žitava [3].

3.2 Humánnogeografická charakteristika

Súčasná obec Maňa vznikla zlúčením dvoch obcí – Veľká Maňa a Malá Maňa v roku 1962 [5].

Územie obce bolo osídlené už v neolite (mladšia doba kamenná). Prvá písomná zmienka o obci Maňa sa nachádza v listinách z Nitrianskej kapituly z r. 1237 pod názvom „Terra Magna“ [8].

Vo vývoji obyvateľstva sledujeme za posledné roky pokles počtu obyvateľov, ktorý je spôsobený najmä migračným úbytkom obyvateľov za prácou do väčších miest. Výrazný vplyv na prevládajúci celkový úbytok obyvateľstva obce má aj prirodzený úbytok. Štruktúra obyvateľstva reprezentuje regresívny typ populácie, čo znamená, že najvyšší počet obyvateľstva sa viaže na produktívny vek u mužov i žien a taktiež je tu vysoký podiel obyvateľstva v poproduktívnom veku [3].

Z morfologicko-genetického hľadiska typov sídiel patrí obec Maňa k dedinám pri hradskej, ktorá sa vyznačuje lineárnym charakterom pôdorysu. V obci dominuje domový fond nad bytovým [8].

Obec Maňa patrí medzi typické poľnohospodárske obce, pričom medzi najvýznamnejšie podniky patrí Poľnohospodárske družstvo Maňa. Sekundárne hospodárstvo je najviac lokalizované v miestnej časti Malá Maňa a zameriava sa na výrobu veľkokuchynských zariadení z nerezu [8].

Infraštruktúru obce zastupuje jednoduchá maloobchodná sieť (predajne s potravinami i zmiešaním tovarom - Supermarket COOP Jednota Nové Zámky, textil Petra, záhradkárske potreby, zmrzlináreň, Espresso Mária). Zo sociálnych zariadení funguje v obci Zariadenie sociálnych služieb Kamilka s kapacitou cca 80 osôb a zo zdravotníckych zariadení je to zdravotné stredisko so všeobecných a detským lekárom. Zo vzdelávacích zariadení sa v obci nachádza základná škola a materská škola [8].

Obec Maňa leží v turistickom regióne Podunajska, v oblasti Nové Zámky a okolie. Z hľadiska cestovného ruchu sú v obci Maňa relatívne slabé prírodné predpoklady, ktoré vyplývajú z polohy obce v rámci Podunajskej nížiny. Pre cestovný ruch je využívaná Prírodná rezervácia Žitavský luh na území, ktorej bol v roku 2001 otvorený náučný chodník [3].

V rámci Mikroregiónu Termál boli v roku 2004 navrhnuté a v roku 2007 provizórne vyznačené cyklotrasy, ktoré prechádzajú aj cez obec Maňa [3].

Kultúrno-historické predpoklady obce predstavuje barokovo-klasicistický kaštieľ, ktorý dal v 17. - 18. stor. postaviť gróf „Spectabilis ac Magnificus" Franz Xaver Koller, pôvodom z Tirolska. Súčasná parková úprava vznikla o niečo neskôr, keďže má prírodne - krajinársku kompozíciu. Kaštieľ je v súčasnosti využívaný ako zariadenie sociálnych služieb Kamilka. Ďalšiu kultúrno-historickú pamiatku zastupuje kostol Sedembolestnej Panny Márie, ktorý bol postavený v r. 1743-1747 v neskoro-barokovom slohu grófom Jozefom Kollerom. Kostol je situovaný na starom slovanskom hradišti z 9. storočia. V obci sa nachádza aj kostol Panny Márie Lurdskej, ktorého výstavba začala počas 2. svetovej vojny. Dokončený bol v r. 1946 a je bez veže. Má jednoloďový priestor s polygonálne ukončeným presbytériom a oblúkové okná. Posledným je kostol reformovanej cirkvi, ktorého výstavba sa začala v r. 1787 [3].

Kultúrno-historické predpoklady cestovného ruchu obce dopĺňa národopisná expozícia, ktorá je od r. 1994 zriadená v základnej škole a slúži tiež na výučbu regionálnej výchovy [8].

Obec tiež reprezentujú každoročne konané Požitavské folklórne slávnosti organizované v letných mesiacoch. Festival je nesúťažnou prehliadkou detských i dospelých folklórnych súborov a skupín [5].

Realizačné predpoklady cestovného ruchu predstavujú stravovacie zariadenia, ktoré sú tvorené v obci verejnou jedálňou AGRO Žitava s kapacitou 40 miest a Pizzeriou SIMI s kapacitou 30 miest. Ubytovacie služby v obci poskytuje Pizzeria SIMI (kapacita 8+2 miesta). Ďalšie ubytovacie kapacity sú v obci poskytované na súkromí s celkovou kapacitou 30 miest [3].

Selektívne predpoklady cestovného ruchu v obci sú dané záujmom obyvateľstva o turistov, čo bolo zistené pri prieskumoch v území ako ja riadenými rozhovormi so starostom obce [8].

4 Návrh náučného chodníka v obci Maňa

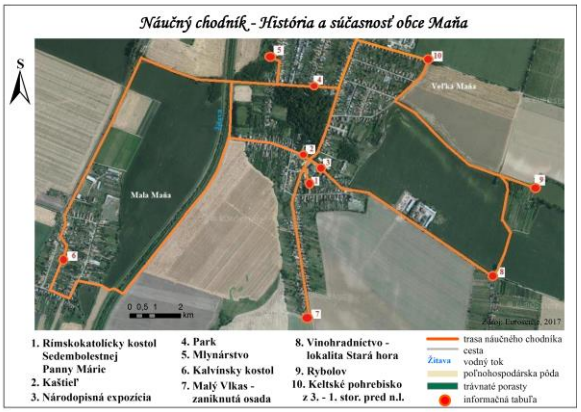
Tvorba NCH obcou Maňa si kladie za cieľ spropagovať a rozšíriť záujem o územie obce. Jeho samotný návrh vznikal vzájomnou spoluprácou s Obecným úradom v Mani.

Náučný chodník ,,História a súčasnosť obce Maňa" je situovaný v intraviláne obce. Prechádza po 10 pamiatkach a lokalitách. Zameriava sa na historické, kultúrne a prírodné danosti obce, ako sú napr. kostoly, park, rybník či kaštieľ. Terén je veľmi nenáročný vhodný pre pešiu turistiku či cyklistiku, dá sa po ňom prechádzať celoročne [3].

Východisko: centrum obce Maňa
Trasa: Veľká Maňa – Malá Maňa – Malý Vlkas
Dĺžka: 13,58 km
Prevýšenie: 10 m
Čas prechodu: 2 hod. 50 min. (peši), 35 min. (autom)
Počet zastávok: 10
Zameranie: kultúrno – historické a prírodné
Typ chodníku: samoobslužný, obojsmerný peší a cyklistický, celoročný
Náročnosť: ľahká trasa
Zastávky:

1. Rímskokatolícky kostol Sedembolestnej Panny Márie z roku 1743
2. Kaštieľ z 18. stor. (obr.3)
3. Národopisná expozícia
4. História parku
5. Mlynárstvo
6. História kalvínskeho kostola
7. Malý Vlkas – zaniknutá osada
8. Vinohradníctvo – lokalita Stará hora
9. Rybolov
10. Keltské pohrebisko – 3. - 1. stor. pred n. l.

Úvodná tabuľa informuje záujemcov o priebehu trasy NCH a jeho jednotlivých zastávkach (Mapa 2).



Mapa 2 Návrh náučného chodníka obcou Maňa
Zdroj: [3]

Základné údaje v súvislosti s obcou Maňa poskytuje druhá tabuľa (obr. 2).

Obr. 2 Návrh náučného chodníka obcou Maňa – Vymedzenie obce
Zdroj: [3]

Informačná tabuľa s číslom zastávky 1 ponúka informácie o národnej kultúrnej pamiatke, ktorou je rímskokatolícky kostol Sedembolestnej Panny Márie z roku 1743 na ulici J. Kováča.

Na druhej informačnej tabuli je popísaná národná kultúrna pamiatka a to kaštieľ z 18. stor., ktorý sa nachádza na námestí M. R. Štefánika, avšak súčasnosti nie je dostupný pre verejnosť (Obr. 3).

Obr. 3 Návrh náučného chodníka obcou Maňa – druhá informačná tabuľa s názvom Kaštieľ
Zdroj: [3]

Tretí informačný panel pozostáva z informácií o národopisnej expozícii, ktorá je umiestnená v základnej škole.

Štvrtá informačná zástavka hovorí o histórii parku, ktorý sa nachádza za kaštieľom z 18. storočia.

Bližšie údaje o mlynárstve nájdeme na piatom informačnom panely.

História kalvínskeho kostola v miestnej časti Malá Maňa sa nachádza na šiestom informačnom panely.

Malý Vlkas (zaniknutá osada) podáva informácie o histórii a nájdeme ich na siedmom informačnom panely.

Informácie o vinohradníctve v lokalite Stará hora sa nachádzajú na ôsmom informačnom panely.

Rybolov na ulici Mlynská priblížia informácie, ktoré sa nachádzajú na deviatom informačnom panely.

Posledný desiaty informačný panel približuje keltské pohrebisko a nachádza sa v extraviláne obce Maňa.

Záver

V posledných rokoch pribúdajú náučné chodníky na Slovensku závratným tempom. Pokojne môžeme Slovensko nazvať ,,krajinou náučných chodníkov“ [3].

V prvej časti práce sme sa zamerali práve na náučný chodník, ktorý sme sa pokúsili stručne popísať a vysvetliť jeho význam. Snažili sme sa zdôrazniť, ako je dôležité náučné chodníky budovať a budované chodníky udržiavať. Využívať náučné chodníky by podľa nášho názoru mohli hlavne deti či už v rámci vzdelávacieho procesu v škole alebo v rámci voľného času s rodičmi.

Ďalšia časť práce bola venovaná predstaveniu obce Maňa, ktorá patri do mikroregiónu Termál, ktorý je bohatý na termálne vody. Maňa je obec s mierne zvlneným reliéfom a s tým súvisí aj jej poľnohospodársky charakter, ktorý nemá výraznejšie prírodné predpoklady pre rozvoj cestovného ruchu. Vďaka ale náučnému chodníku bude môcť obec poskytnúť pohľad na bohatú históriu tohto územia od neolitu až po súčasné skvosty obce.

Pri tvorbe náučného chodníka bolo potrebne veľké množstvo inšpirácie, ktoré napomáhalo vytvoriť ojedinelé a osobité návrhy tabúľ. Vďaka finančnému príspevku z Nitrianskeho samosprávneho kraja sa podarí aj zrealizovať tento návrh do konkrétnej podoby.

Navrhnutý náučný chodník obcou Maňa, ktorého hlavným zámerom je podpora cestovného ruchu ako aj lepšie oboznámenie sa s územím pre domácich obyvateľov bude v priebehu roka 2018, ako informuje Obecný úrad v Mani na stránke www.obecmana.sk (obr. 4) aj zrealizovaný. Nesmieme zabudnúť aj na regionálnu výchovu v miestnej základnej škole, pre ktorú náučný chodník bude akousi novou alternatívou výučby.

Obr. 4 Upútavka na náučný chodník na stránke Obecného úradu obce Maňa
Zdroj: [13]

Poďakovanie

Ďakujem RNDr. Daši Oremusovej, PhD., ktorá mi svojou odbornou a metodickou pomocou pomohla pri koncipovaní článku. Rovnako tak za rady a pripomienky, ktoré boli pre mňa cenným prínosom.

Použitá literatúra

[1] Bizubová, M., Kollár, D. (2015) Náučné chodníky: juhozápad: 42 náučných chodníkov po Slovensku. DAJAMA, Bratislava, 160 s.

[2] Bizubová, M., Ružek, I., Makýš, O. (1998) Náučné chodníky Slovenska 1. časť. Strom života, Bratislava, 104 s.

[3] Boriková L. (2017) Náučný chodník obcou Maňa. (Bakalárska práca) Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra, 102 s.

[4] Čeřovský, J., Záveský, A. (1989) Stezky k přírodě. SPN, Praha, 240 s.

[5] Dubcová, A., Kramareková, H., Oremusová, D. (2015) Program hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja obce Maňa. FPV UKF, Nitra, 56 s.

[6] Friendlová, L. (1991) Budovaní a využití náučných stezek. Propagační tvorba, Praha, 60 s.

[7] Harčar, J., Priechodská, Z. (1988) Geologická mapa Podunajskej nížiny – severovýchod. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 114 s.

[8] Hunka, J a kol. (2013) Maňa – Veľká aj Malá. Obec Maňa, Maňa, 388 s.

[9] Lapin, M. a kol. (2002) Klimatické oblasti 1 : 1 000 000. Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP, Bratislava, SAŽP, Banská Bystrica, 95 s.

[10] Náučné chodníky [Citované: 18. február 2018] http://www.lesy.sk/files/lesnik/2006/Lesnik%209_2006/naucne.htm

[11] Turistický značkované trasy [Citované: 18. február 2018]

https://www.geocaching.com/geocache/GC60T2W_cemjata-1-turisticke-znackovane-trasy?guid=d05762fe-1ad9-4adf-a1b2-206eb64db491
[12] Ľudí aquaparky neomrzeli [Citované: 22. február 2018] https://www.etrend.sk/relax/ludi-aquaparky-neomrzeli.html
[13] Panely náučného chodníka [Citované: 22. február 2018] http://www.obecmana.sk/udalosti-v-obci/aktuality/panely-naucneho-chodnika-894sk.html?page=2

Záujmy štátnej ochrany prírody v povodí Dunaja v Rakúsku, Slovensku a Maďarsku

Interests of state's protection nature in the Danube basin in Austria, Slovakia and Hungary

Attila Hanzsér[1]
Školiteľ: Hilda Kramáreková[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvojaFPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]attila.hanzser@student.ukf.sk, [2]hkramarekova@ukf.sk

Abstrakt
Článok poskytuje aktuálne informácie o ochrane prírody v povodí Dunaja na území štátov Rakúsko, Slovensko a Maďarsko.

Obsahovo je rozdelený do dvoch častí. V prvej sme metódou analýzy definovali hlavné oblasti ochrany prírody na Dunaji a metódou komparácie porovnali druhy elektronickej propagácie pre širokú verejnosť. V druhej časti sme definovali ďalšie možné zmeny v ochrane prírody na Slovensku. Veľmi pravdepodobné je vyhlásenie národného parku Podunajsko, ktorý by vyplnil absentujúcu ochranu prírody od Veľkolélskeho ostrova po Štúrovo, ale hlavným problémom pre vyhlásenie tohto národného parku je najmä stav bioty a to konkrétne veľký výskyt nepôvodných drevín.
Kľúčové slová: Dunaj, príroda, ochrana

Abstract:
The article provides up-to-date information about the status of nature preservation along the Danube river basin in Austria, Slovakia, and Hungary.

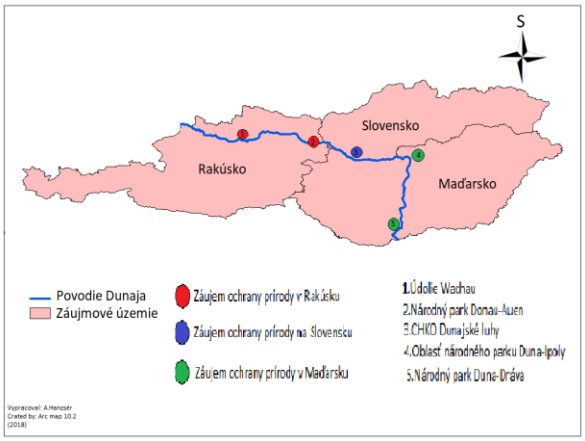
The article consists of two parts. In the first one, we have analyze the main areas of nature protection initiatives along Danube river and we have also compared different means of electronic promotion for the public. In the second part, we have defined further possible changes in nature preservation that could be implemented in Slovakia. We consider the possibility of declaring the National part Podunajsko, which is very probable. This would re-balance the absence of nature protection initiativesin the region covering the area from Veľkolélsky ostrov to Štúrovo. The main drawback of this initiative is the status of biota in the region, as it includes quite a big ratio of trees that have foreign origin.
Key words: Danube, nature, protection

Úvod

Rieka Dunaj patrí medzi najväčšie rieky sveta. Je to druhá najväčšia rieka Európy po Volge a najväčšia rieka nachádzajúca sa v Európskej únii. Rieka Dunaj je dlhá 2 857 kilometrov, široká v priemere 1,5 km a hlboká 1 - 8m. Prameň rieky vyviera na povrch v nemeckom Čiernom lese, odkiaľ smeruje na východ. V povodí Dunaja sa postupne usídlilo ku dnešnému dňu cca 83 miliónov obyvateľov rôznych kultúr a pôvodu. Európska komisia uznáva Dunaj ako najdôležitejšiu neoceánsku vodnú plochu v Európe a budúcu hlavnú os pre Európsku úniu. Horná časť toku je zásobovaná vodou z prameňa a od Passau po Bratislavu má charakter horskej rieky. Stredná časť povodia je najväčšia a končí pri Železných vrátach pri srbsko-rumunských hraniciach, kde Dunaj vytvára hranicu medzi oboma štátmi. Nížiny, planiny a pohoria Rumunska a Bulharska tvoria spodnú časť Dunaja, kde sa rieka rozčleňuje do troch hlavných vetiev a vytvára deltu s rozlohou 6 750 km^2. Napriek tomu, že Dunaj je známy ako „Modrý Dunaj", má farba vody na mnohých miestach ďaleko od modrej. V posledných dekádach rokov bolo v povodí Dunaja vybudovaných mnoho priehrad (59), ktoré zmenili prirodzený tok rieky. Tieto zásahy do toku spolu so znečistením ohrozujú biodiverzitu územia a na mnohých miestach spôsobujú záplavy alebo, v opačnom prípade, miesta s nedostatkom podzemnej vody. Práve tým, že Dunaj často vytvára štátne hranice, spája okolité štáty k cezhraničnej spolupráci nielen ekonomického, ale aj environmentálneho charakteru. Aj napriek závažným zásahom človeka má Dunaj dodnes nadregionálny význam pre ochranu a zachovanie druhovej rozmanitosti a predstavuje významné prírodné prostredie v rámci Európy. Početné chránené územia rôznej veľkosti (tab. 1, mapa 1) sú dôležitými aktérmi tejto ochrany a sú konfrontované po celom jeho toku výzvami a úlohami podobného charakteru[1].

Názov územia	Štát	Rozloha	Stupeň ochrany
Údolie Wachau	Rakúsko	18 387 ha	Chránená krajinná oblasť
Národný park Donau-Auen	Rakúsko	9 300 ha	Národný park
CHKO Dunajské luhy	Slovensko	12 200 ha	Chránená krajinná oblasť
Národný park Duna-Ipoly	Maďarsko	60 314 ha	Národný park
Národný park Duna-Dráva	Maďarsko	50 000 ha	Národný park

Tabuľka 1 Chránené oblasti v povodí Dunaja v Rakúsku, Slovensku a Maďarsku
Zdroje: [3, 7, 10, 13, 15]



Mapa 1Záujmy štátnej ochrany prírody v povodí Dunaja v Rakúsku, Slovensku a Maďarsku
Zdroj: [2]

1 Teoreticko-metodické východiská problematiky

Prvým krokom vzniku článku bolo zhromaždenie informačných zdrojov, printových aj elektronických, napr. odbornej literatúry, mapových podkladov, štatistických materiálov, internetových stránok národných parkov a Štátnej ochrany prírody SR[1-16]. Pri charakteristike plánovaného prírodného parku v oblasti Komárno/Győr/Tata nám poslúžili osobné konzultácie v Regionálnej rozvojovej agentúre Komárno.

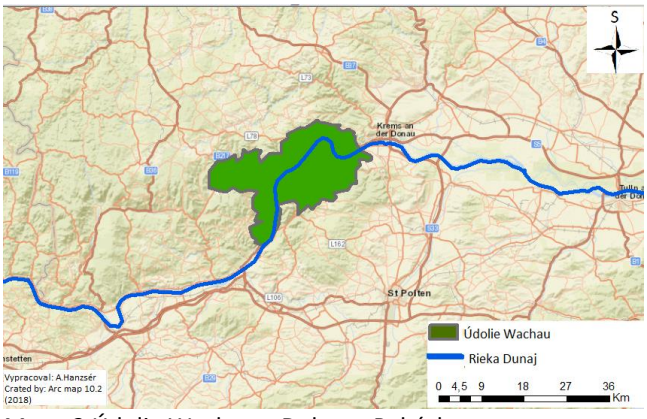
Pre tvorbu textovej časti práce boli využité rôzne metódy. Metóda vysvetľujúceho opisu bola využitá pri základných charakteristikách povodia Dunaja vo vybraných štátoch. Metódou komparácie sme porovnali ochranu prírody v povodí Dunaja, organizácie, ktoré spravujú tieto úseky a možné budúce kroky pri tvorbe ďalších chránených území na povodí Dunaja. Kartografickou metódou sme vyjadrili aktuálne rozmiestnenie záujmov štátnej ochrany na území Rakúska, Slovenska a Maďarska (mapy 1,2,3,4,5,6).

2 Ochrana prírody v povodí Dunaja v Rakúsku, Slovensku a Maďarsku

2.1 Rakúsko

V Rakúsku má Dunaj charakter horskej rieky s priemerným spádom 40 cm na kilometer a rýchlosťou prúdenia 1-3 metrov za sekundu. V 19. storočí sa pristúpilo k regulácii Dunaja za účelom zlepšenia lodnej dopravy a ochrany poľnohospodárskej krajiny v nížine Marchfeld pred povodňami. Hlavný prúd rieky sa okolitými stavebnými úpravami prispôsoboval technickým požiadavkám lodnej dopravy. Od roku 1950 sa v Rakúsku na Dunaji vybudovala takmer súvislá reťaz vodných elektrární. Voľný tok ostal zachovaný iba v oblasti Wachaua na území Národného parku Donau-Auen. Elektrárne a priehrady zabraňujú prenosu fluviálneho materiálu a zapríčiňujú tým postupné prehlbovanie koryta Dunaja za vodnými dielami približne 1-2cm za rok[3].

Od roku 1959 je **údolie Wachau**(mapa 2) chránená krajinná oblasť a od roku 2000 bolo zaradené do Svetového kultúrneho dedičstva UNESCO. Údolie medzi mestami Melk a Krems predstavuje vizuálne atraktívnu krajinu, ktorej prírodná časť bola už od prehistorických čias pretváraná človekom. Záujmom ochrany sú najmä architektonické prvky (kláštory, hrady, ruiny), mestský dizajn (mestá a dediny) a poľnohospodárske využitie krajiny.

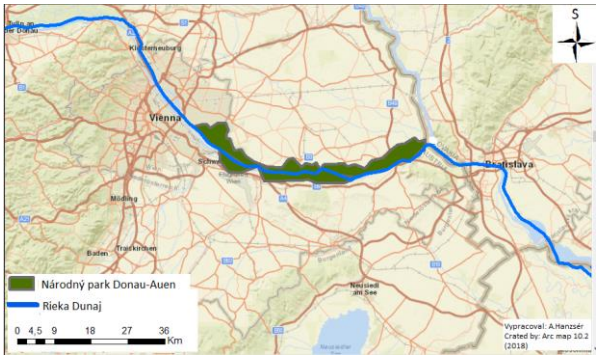


Mapa 2 Údolie Wachau v Dolnom Rakúsku
Zdroj:[4]

Výrazné zmeny v krajine nastali až po roku 800 nášho letopočtu, kedy bavorské a salzburské kláštory začali kultivovať svahy údolia pri Dunaji. Práve výskyt vínnej révy a sadov na svahoch pokrytých kamennými terasami v blízkosti Dunaja vytvárajú vizuálne atraktívnu krajinu, ktorá je ešte doplnená architektonickými prvkami. Celé územie regiónu Wachau predstavuje 18 387 ha s ochrannou zónou 2 942 ha. Je to kultúrna krajina s harmonickými vzájomnými vzťahmi medzi vodou, blízkymi prírodnými oblasťami, vínnymi terasami, lesmi a ľudskými sídlami spojenými voľne tečúcim Dunajom. Autenticita Wachau je vysoká. Predstavuje základné prvky živého kultúrneho prostredia, pretože si zachováva aktívnu spoločenskú úlohu v súčasnej spoločnosti. Je úzko spojená s tradičným spôsobom života a jeho nepretržitým evolučným procesom. Tieto vlastnosti sa prejavujú nielen v poľnohospodárskej a lesnej krajine, v usporiadaní miest, ale aj v ochrane a autenticite jednotlivých pamiatok. Od polovice 20. storočia sa postupne zavádzali ochranné opatrenia a ich trvalé vykonávanie zabezpečí zachovanie a ochranu majetku v budúcnosti. Ochrana nehnuteľností je od konca 19. storočia prioritou národného a regionálneho záujmu. Preto existuje množstvo prekrývajúcich sa zákonov a nariadení, ktoré vykonávajú viaceré orgány na federálnej, štátnej a mestskej úrovni, čím prispievajú k ochrane. Patria sem okrem iného aj Rakúsky zákon o ochrane pamiatok z roku 1923 a jeho mnohé zmeny a doplnky, ktoré sa zameriavajú na historické pamiatky a poskytujú ochranu aj ich vzhľadu, zákon o vodách z roku 1959 a jeho zmeny a doplnky, federálne predpisy a medzinárodné dohody, ako napríklad Európsky diplom chránených území schválený Radou Európy. Existuje aj množstvo zákonov a nariadení provincií, ako napríklad status Wachau ako chránenej krajinnej oblasti. Dodatočné ochranné opatrenia týkajúce sa chránených území ako aj zápis Wachau do siete Natura 2000 ovplyvňujú ochranu oblasti. Tieto predpisy sa považujú za pevný základ budúcej ochrany a trvalo udržateľného rozvoja majetku. Spolkový úrad historických pamiatok (Bundesdenkmalamt) vedie kompletný zoznam historických pamiatok a súborov nachádzajúcich sa vo Wachau. Za chránené územia (chránené prírodné rezervácie, prírodné rezervácie, prírodné pamiatky, oblasť ochrany prírody) nesie zodpovednosť aj za celkové hospodárenie Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (Úrad provinčnej vlády Dolného Rakúska). Úrad je tiež zodpovedný za všeobecné rozvojové koncepcie, ako sú napr. limity rozvoja osídlenia, podpora orgánov pri implementácii miestnych a regionálnych stratégií prostredníctvom odborných znalostí a verejného financovania. Na miestnej úrovni je Wachau spravovaný 13 obcami (Gemeinden), ktoré sú zodpovedné za plány miestneho rozvoja, územné a stavebné predpisy. Spoločne vedú združenie regionálneho rozvoja nazvané „Arbeitskreis Wachau“ (Pracovná skupina pre Wachau). Tento orgán má v súčasnosti kanceláriu v Spitze a zamestnáva odborníkov zodpovedných za projekty spojené s ochranou a trvalo udržateľným rozvojom kultúrnej krajiny[5].

Internetová stránka údolia Wachau neexistuje, no napriek tejto skutočnosti je dostupnosť informácií v nemeckom ale aj v slovenskom jazyku dosť vysoká. Prispieva k tomu najmä to, že oblasť sa nachádza v zozname UNESCO. Na internete možno nájsť aj pomerne veľa videí, ktoré údolie Wachaupropagujú.

Národný park Donau-Auen(mapa 3) bol vyhlásený v roku 1996. Má rozlohu 9 300 ha, z ktorej 65 % tvorí lužný les, 15 % mokraďové lúky a asi 20 % vodné plochy. Životodarnou miazgou národného parku je asi 36 km dlhý úsek voľne tečúceho Dunaja. Vyhlásením Národného parku Donau-Auen sa toto územie dostalo pod trvalú aj medzinárodnú ochranu. Národný park Donau-Auen sa rozprestiera od Viedne po sútok Moravy a Dunaja, t.j. po slovensko-rakúsku hranicu. Na úseku dlhom 36 km dosahuje v najširšej línii 4 km, pretože jeho hranicu tvorí okraj lužného lesa, no priemerná šírka toku je 360m.V severnej časti susedí územie národného parku s rozsiahlou nížinou Marchfeld, jeho južnú hranicu tvorí hrana priekopovej prepadliny Viedenskej panvy. Z hľadiska rýchleho rozvoja regiónov Bratislava – Viedeň rastie aj význam národného parku ako ekologickej kostry celého regiónu a ľahko dostupného rekreačného a oddychového územia.



Mapa 3Národný park Donau-Auen
Zdroj: [6]

Kvalita vody Dunaja v národnom parku je v súčasnosti zaradená do II. stupňa. V národnom parku Donau-Auen možno nájsť nasledujúce biotopy: dunajský veľtok, lužné lesy, vedľajšie ramená, staré ramená, lúky a hrádze, stepné biotopy i svahové lesy. Donau-Auen je domovom riečnych rýb ako sú hrebenačka pásavá *(Gymnocephalus schraetser*), kolok vretenovitý (*Zingel stebel*), kolok veľký (*Zingel zingel*), blatniak európsky (*Umbra krameri*). Pre mnohé druhy vodných vtákov zo severnej Európy je otvorený tok dôležitou lokalitou pre ich prezimovanie s dostatkom potravy. Patria medzi ne napr. hlaholka severská (*Bucephala clangula*) a kačica chrapka (*Anas crecca*). Ojedinele tu začal po dlhšom čase hniezdiť aj orliak morský (*Haliaeetus albicilla*). Staré dunajské ramená, ktoré sú čiastočne v kontakte s hlavným tokom, sú dôležité z hľadiska párenia a výskytu mladých rýb. Všetky vedľajšie staré ramená rovnako ako aj vodné plochy v okolí Dunaja sú v súčasnosti v priamom kontakte s podzemnou vodou hlavného toku. Lužný les pozdĺž Dunaja je tvorený dvoma druhmi - mäkkým a tvrdým lužným lesom. Mäkký lužný les sa vyskytuje v záplavových oblastiach Dunaja a tvoria ho vŕby, topole a jelše. Tvrdý lužný les je tvorený drevinami dub, javor, jaseň a lipa. V lužných lesoch môžeme nájsť aj dreviny, ktoré sú ohrozené, ako napr. vŕba biela (*Salix alba*) a topoľ čierny *(Populus nigra*). Lesy národného parku sú vyňaté z lesného hospodárstva. Platia tu zásady prirodzenej obnovy lesa s cieľom čo najviacej eliminovať nepôvodné druhy drevín, ako sú napr. agát a hybridy topoľov. Okrem vyššie spomenutých druhov národný park podporuje prežitie nasledujúcich druhov: topoľ čierny (*Populus nigra*), vinič lesný (*Vitis vinifera*), hruška divá (*Pyrus pyraster*), kosatec sibírsky(*Iris sibirica*), hlavátka podunajská (*Hucho hucho*), kapor obyčajný (*Cyprinus carpio*), čík európsky (*Misgurnus fossilis*), jeseter malý (*Acipenser ruthenus*), rybár riečny (*Sterna hirundo*), plamienka driemavá (*Tyto alba*), kavka, syseľ, planktonické „praveké kôrovce“ (viacero druhov) a ďalšie druhy, ktoré sú sledované špeciálnymi monitorovacími a vedeckými programami. Pri revitalizácii vodného biotopu v národnom parku boli vykonané nasledujúce aktivity: prepojenie vodných plôch v okolí Orthu, prepojenie vodných plôch v Schonau, obnova priekopových premostení na lesných cestách, hrádzové stavidlo na násype Gänshaufentraverse, revitalizácia dunajského ramena Fadenbach, renaturácia brehov pri Hainburgu atď..Plánované zásahy do ekosystému lesa sú uvedené v pláne regionálneho manažmentu. Od vzniku národného parku sa každoročne určujú plánované opatrenia na základe spoločnej obchôdzky lesom. Pre celé územie je spracovaný lesný hospodársky plán.

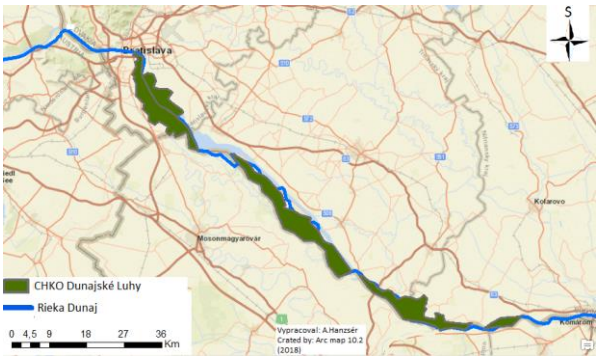
Správa národného parku Donau-Auen (obr. 1) sídli v zámku v Orthe. Hospodárskymi partnermi národného parku sú firmy Ströck, Donau Versicherung a Swarovski Optik, ktoré prispievajú k marketingu národného parku [7]. Internetová stránka národného parku Donau-Auen poskytuje širokú škálu informácií v anglickom, slovenskom a nemeckom jazyku. Na internete je možné nájsť dostatok propagačného materiálu, ako sú napr. videá a plagáty.

Obrázok 1Webová stránka Národného parku Donau-Auen
Zdroj:[7]

2.2 Slovensko

Dunaj priteká na územie Slovenska cez Devínsku bránu v 1880 riečnom kilometri, kde zároveň priberá svoj prvý prítok na našom území, a to Moravu. Dunaj so svojimi prítokmi odvádza vodu z 96 % územia Slovenska. Priamo na hlavnom toku Dunaja je šestnásť vodomerných staníc. Dunaj vyteká z územia Slovenska za Štúrovom pod sútokom s Ipľom pod Burdou, a to v 1708,40 riečnom kilometri. Dĺžka toku v SR je 172 km, z toho hraničný úsek s Rakúskom má dĺžku 7,5 km a s Maďarskom 142 km[8].

Podstatná časť územia povodia Dunaja je v správe **Chránenej krajinnej oblasti (CHKO) Dunajské luhy**. CHKO(mapa 4) sa rozprestiera na Podunajskej nížine, pozdĺž slovenského a slovensko - maďarského úseku Dunaja od Bratislavy až po Veľkolélsky ostrov v okrese Komárno. V závislosti od hydrologických podmienok pozdĺž Dunaja sa tu na pomerne malom území vyskytujú spoločenstvá lesné, vodné, mokraďné, lúčne a psamofilné. Vyskytujú sa tu chránené druhy ako lekno biele (*Nymphaea alba*), leknica žltá (*Nuphar lutea*), vzácna salvínia plávajúca (*Salvina natalas*), kotvica plávajúca (*Trapa natans*), leknovec štítnatý (*Nyphoydes peltata*) a pod. V lúčnych spoločenstvách a v bývalých mŕtvych ramenách rastú viaceré ohrozené druhy čeľade vstavačovitých - vstavač



Mapa 4CHKO Dunajské luhy
Zdroj: [9]

ploštičný (*Orchis coriophora*), vstavač vojenský (*Orchis militaris*), vstavač obyčajný (*Orchis morio*), kruštík širokolistý (*Epipactis helleborine*), vemenník dvojlistý (*Platanthera bifolia*) a pod.

Lesné spoločenstvá ovplyvňuje predovšetkým vyššia až vysoká hladina podzemnej vody a občasné záplavy. V závislosti od výšky hladiny podzemnej vody sa tu vyvinuli spoločenstvá vŕbových jelšín, dubových jasenín a brestových jasenín s topoľom, brestových jasenín s hrabom a drieňových dúbrav. Zoogeograficky je územie pod vplyvom Panónskej nížiny iAlpskej sústavy, s ktorými je prepojené prostredníctvom Dunaja. V území bolo zistených napríklad 109 druhov mäkkýšov, z toho 22 ohrozených. Z drobných cicavcov je významný reliktný výskyt hraboša severského (*Microtus oeconomus*). Osobitný význam má územie pre hniezdenie a hibernáciu vodného vtáctva. Pravidelne sa tu vyskytujú vzácne druhy vtákov, ako napríklad orliak morský (*Haliaeetus albicilla*), beluša malá (*Egretta garzetta*) a volavka purpurová (*Ardea purpurea*). Slovensko-maďarský úsek Dunaja je medzinárodne významným vtáčím územím. Dôležitou zložkou živočíšstva chráneného územia sú ryby. V Dunaji a v jeho ramenách sa vyskytuje najvyšší počet druhov rýb zo všetkých vodných tokov Slovenska. Táto skupina živočíchov patrí medzi najviac postihnuté výstavbou vodných diel na Dunaji. Zo vzácnych a chránených druhov tu žije divá forma kapra (*Cyprinus sp.*), blatniak tmavý *(Umbra krameri*), šabľa krivočiara (*Pelecus cultratus*).

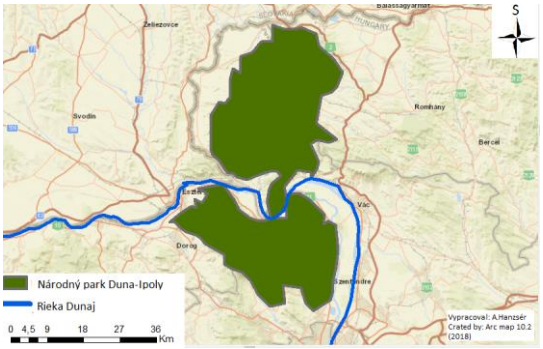
Správu CHKO Dunajské luhy môžeme nájsť na Korze Bélu Bartóka 789/3 v Dunajskej Strede[10] a základné informácie o CHKO na internetovej stránke Štátnej ochrany prírody SR (obr. 2). Aktuálne informácie o pôsobnosti správy CHKO je možné nájsť na stránke Facebook.com, kde sa nachádza skupina Správa CHKO Dunajské Luhy - pracovisko Bratislava, ktorá je pravidelne aktualizovaná, rovnako ako videá a články na nej. Momentálne aktuálny film „Žijem Dunajom“ od Branislava Molnára, ktorý mal premiéru 1.1.2018, odzrkadľuje spätosť človeka s Dunajom a v konečnom dôsledku propaguje ochranu prírody v CHKO Dunajské luhy.

Obrázok 2Webová stránka Správy CHKODunajské luhy
Zdroj:[10]

2.3 Maďarsko

Územím Maďarska preteká rieka Dunaj dĺžkou 416km. Dunaj na území Maďarska vieme rozdeliť do dvoch úsekov. Prvý úsek, od západných hraníc po Gönyű, je charakteristický vyššími svahmi so sklonom 0,14‰ až 0,4‰ a rýchlosťou prúdenia 1,8 - 2,1 metrov za sekundu. Druhý úsek od Gönyű po južnú hranicu je charakteristický sklonom svahov 0,04‰ až 0,01‰ a rýchlosťou prúdenia 0,8 - 1,2 metra za sekundu[11].

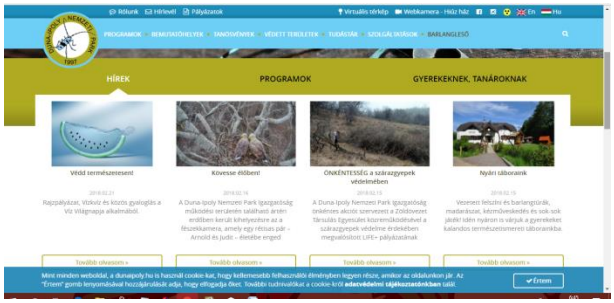
Oblasť **Národného parku Duna-Ipoly**(mapa 5) sa vzťahuje na pohoria Pilis, Visegrád a Börzsöny, údolie medzi Hontom a Balassagyarmatom a niektoré oblasti ostrova Szentendre. Tento národný park bol založený v roku 1997a má rozlohu 60 314ha. Rozmanitosť oblasti je daná vzhľadom na skutočnosť, že je miestom stretnutia riečnych, kopcovitých a rovinných prvkov krajiny.



Mapa 5 Národný park Duna-Ipoly
zdroj: [12]

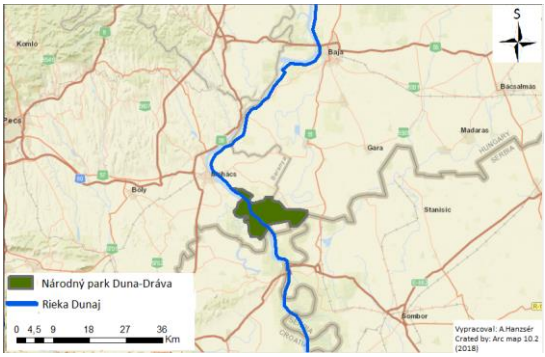
Do správy Národného parku Dunaj-Ipoly patrí 8 chránených krajinných oblastí a 30 prírodných rezervácií. Najdôležitejšou povinnosťou správy je plánovanie a vykonávanie údržby chránených území a organizácia výskumu. Okrem toho je základným cieľom zachovanie obrazu neporušenej krajiny, ďalej ochrana chránených území, biotopov a druhov a rôzne nástroje ochrany prírody pred vznikom škôd.

Správu národného parku možno nájsť v Budapešti na ulici Költő 21[13]. Webová stránka Národného parku Duna-Ipoly (obr. 3) poskytuje pomerne veľa informácií, no nie tak konkrétneho charakteru ako webová stránka Národného parku Donau-Auen. Príčinou je veľkosť územia a veľké množstvo informácií o všetkých častiach národného parku, z ktorých je tvorený. Informácie sú poskytované v maďarskom a anglickom jazyku. Rôzne propagačné materiály alebo suveníry je možné dostať alebo kúpiť v kamennom obchode v Budapešti.



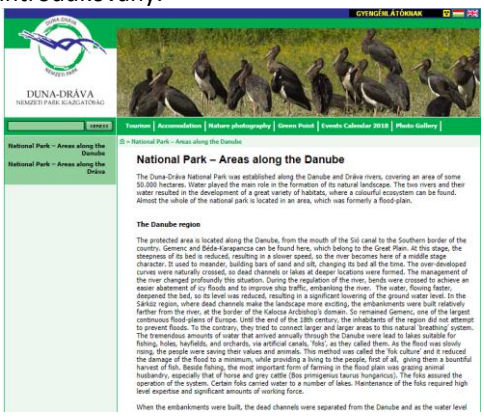
Obrázok 3Webová stránka Správy Národného parku Duna-Ipoly
Zdroj: [13]

Národný park Duna-Dráva(mapa 6) bol založený pozdĺž riek Dunaj a Dráva a má rozlohu približne 50 000 ha. Takmer celý národný park sa nachádza v oblasti, ktorá bola predtým povodňovou. Delí sa na Podunajskú časť a Drávsku časť.



Mapa 6 Národný park Duna-Dráva
Zdroj: [14]

Až do konca 18. storočia sa obyvatelia regiónu nepokúšali predchádzať záplavám. Naopak, pokúšali sa spojiť väčšie a väčšie oblasti týmto prirodzeným „dýchacím“ systémom. Obrovské množstvá vody, ktoré každoročne prišli cez Dunaj, viedli k jazerám vhodným na rybolov cez umelé kanály, foky, ako ich nazývali. Keď sa povodeň pomaly zvyšovala, ľudia zachraňovali svoje cennosti a zvieratá. Táto metóda sa nazývala „kultúra fok“ a znižovala škody spôsobené povodňami na minimum. Okrem rybolovu najdôležitejšou formou poľnohospodárstva v povodňovej oblasti bol chov pasúceho sa dobytka, najmä chov koní a šedého dobytka. Keď boli vybudované nábrežia, mŕtve kanály boli oddelené od Dunaja a keď sa hladina vody znížila, foky boli tiež odpojené. Na chránenej strane už nenastali žiadne záplavy, takže začali vyschýnať. Národný park zachováva pozostatky tohto prirodzeného živého systému povodňovej oblasti a má mimoriadnu hodnotu pri ochrane prírody, keďže v Európe sa v takej veľkej oblasti takmer žiadne iné prirodzené biotopy nenachádzajú. Z chránených druhov sa tu vyskytujú vŕba biela (*Salix alba*), bleduľa letná (*Leucojum aestivum*), ľalia biela (*Lilium candidum),* ľalia žltá (*Lilium lutea*), kotvica plávajúca (*Trapa natans*), dub letný (*Quercus robur*). V Dunajskej oblasti sa vyskytuje 51 druhov rýb ako jeseter malý (*Acipenser ruthenus*), štuka obyčajná (*Esox lucius*) a mieň sladkovodný (*Lota lota*). Najvýznamnejšia je ochrana bociana čierneho *(Ciconia nigra*) a orla kráľovského (*Aquila chrysaetos*). Bobor európsky (*Castor fiber*) tu v 19. storočí vyhynul, no bol v tejto oblasti opäť introdukovaný.



Obrázok 4Webová stránka Správy národného parku Duna-Dráva
Zdroj:[10]

Správu Národného parku Duna-Dráva možno nájsť v meste Pécs na ulici Tettye tér 9[15]. Základné informácie o národnom parku je možné dostať na stránke národného parku (obr. 4) v maďarskom a anglickom jazyku, no ďalšie doplňujúce údaje len v maďarskom jazyku.

3 Výsledky a diskusia

Dlhodobým cieľom štátnej ochrany prírody na Slovensku je **vytvorenie národného parku v Podunajskom regióne.** Prvý návrh na vytvorenie bol predložený už v roku 1987 vtedajšej vláde ČSSR. Bratislavský samosprávny kraj prebral v lete 2016 záštitu nad iniciatívou vzniku Národného parku Podunajsko. Celková výmera pripravovaného národného parku je zhruba 25 000ha. Hlavným problémom pri vyhlásení národného parku je práve stav prostredia, konkrétne druhová zložka lesov, ktoré sú hospodárske. V prostredí totiž dominujú nepôvodné dreviny, ktoré sú využívané na produkciu drevnej hmoty [16].

Ďalším cieľom slovenskej ale aj maďarskej štátnej ochrany prírody je vytvorenie **prírodného parku Szigetkoz - Žitný Ostrov** na obidvoch stranách Dunaja. Hlavnými partnermi sú Štátna ochrana prírody SR a Národný park Fertő-Hanság. Na maďarskej strane by mal vzniknúť národný park Szigetkoz už tento rok a jeho riaditeľom bude súčasný podpredseda župy Győr–Monson–Sopron, Pető Péter.Projekt s názvom „Prípravné aktivity prírodného parku Szigetkoz - Žitný Ostrov a ďalšie spoločné iniciatívy v ochrane prírody“ v očakávanej výške cca 470000 EUR bude zahŕňať mobilné interaktívne výstavy, mobilné laboratórium a prezentácie v šiestich centrách ekologickej výchovy a 30 školách. Očakáva sa organizovanie cca 170 podujatí. Táto čiastka zahŕňa aj starostlivosť o udržateľne obhospodarovanú krajinu a jej obnovu na ploche 11,85 ha na účely environmentálneho vzdelávania či environmentálne štúdie a brožúry zamerané na ochranu biotopov. Súčasťou bude aj štúdia, ktorá posúdi aktuálny stav prostredia[17].

V budúcnosti je v Dunajskom regióne pravdepodobné prostredníctvom cezhraničnej spolupráce **vytvorenie prírodného parku medzi mestami Komárno/Győr/Tata.** Podunajské chránené oblasti by zaberali plochu 121 339 ha. Cieľom projektu je zachovanie a medializácia prírodného a kultúrneho dedičstva, záchrana biodiverzity, environmentálna osveta, zvyšovanie povedomia v regióne a prispievanie k inteligentnému, udržateľnému a inkluzívnemu rastu v okolí miest. Ide o projekt založený na princípe integrovanej ochrany, ktorého realizáciou bude vysadených 4000 nových stromov a kríkov, budú vyčistené močiare, zemníky, kanály, vytvorené budú hmyzie hotely, búdky, búdy slúžiace na sledovanie vtákovi kamery, typické studne a informačné tabule. Bude zrealizovaná výstavba dvoch environmentálnych vzdelávacích centier, jeden typický vidiecky dom a usporiadanie 1. Festivalu chutí podunajskej prírody.

Záver

Pri analýze ochrany prírody troch krajín sme zistili, že úroveň ochrany prírody v povodí Dunaja je na Slovensku na nižšom stupni, keďže na území Slovenska sa v oblasti Podunajska nenachádza žiadny národný park, len chránené územie CHKO Dunajské luhy. Vyplniť prázdne miesto od konca Veľkolélskeho ostrova po Štúrovo by mohol Národný park Podunajsko, ku vzniku ktorého by mohol pomôcť práve možný prírodný park pri mestách Komárno/Győr/Tata a pripravovaný prírodný park Szigetkoz - Žitný Ostrov. Oba projekty, t. j. vytvorenie prírodného parku Szigetkoz - Žitný Ostrov a vytvorenie prírodného park pri mestách Komárno/Győr/Tata, sú súčasťou aktuálnej cezhraničnej spolupráce Maďarska so Slovenskom.

Poďakovanie

Poďakovanie za odbornú pomoc pri písaní príspevku patrí RNDr. Hilde Kramárekovej, PhD. a za konzultácie aj pracovníkom RRA Komárno.

Použitá literatúra

[1] danubeparks.org[Citované: 19. február2018]http://www.danubeparks.org/
[2] Hanzsér A. (2018) Záujmy štátnej ochrany prírody v povodí Dunaja v Rakúsku, Slovensku a Maďarsku
[3] icpdr.org[Citované: 19. február 2018]http://www.icpdr.org/main/danube-basin/austria
[4] Hanzsér A. (2018) Údolie Wachau v Dolnom Rakúsku
[5] whc.unesco.org[Citované: 19. február 2018]http://whc.unesco.org/en/list/970
[6] Hanzsér A. (2018) Národný park Donau-Auen
[7] donauauen.at[Citované: 19. február 2018]https://www.donauauen.at/?language=german
[8] Melová K. a kol. (2013)Základná charakteristika povodia Dunaja. 8 s.
[9] Hanzsér A. (2018) CHKO Dunajské luhy

[10] sopsr.sk [Citované: 19. február 2018]http://www.sopsr.sk/web/?cl=11213
[11] Nosek J. (2006) Section types in the Hungarian reach of the River Danube according to the macroinvertebrate communities, Budapest, Hungary p. 269
[12] Hanzsér A. (2018) Národný park Duna-Ipoly
[13] dunaipoly.hu [Citované: 19. február 2018]https://www.dunaipoly.hu/en/places/protected-areas/duna-ipoly-national-park-directorate
[14] Hanzsér A. (2018) Národný park Duna-Dráva
[15] ddnp.hu[Citované: 19. február 2018]http://www.ddnp.hu/index.php?lang=en
[16] pluska.sk [Citované: 19. február 2018]https://www.pluska.sk/polovnictvorybarstvo/rybarstvo/z-nasich-revirov/z-nasich-revirov/narodny-park-podunajsko-dalsi-preslap-obzore.html
[17] sopsr.sk [Citované: 19. február 2018]http://www.sopsr.sk/web/?cl=20185

Zaujímavosti obce Topoľčianky

Attractions of municipality Topoľčianky

Nikola Hubinová[1]
Školiteľ: Hilda Kramáreková[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1]nikola.hubinova@student.ukf.sk, [2]hkramarekova@ukf.sk

Abstrakt
Cieľom článku je oboznámiť čitateľa o obci Topoľčianky a jej zaujímavostiach, ktoré sú významné pre jej cestovný ruch. Obec je bohatá na kultúrne dedičstvo, či už hmotné ako jej pamätihodnosti alebo nehmotné ako jej história.

V článku sme použili niekoľko metód, ako napríklad metódu vysvetľujúceho opisu, ktorá bola využitá pri charakteristike obce a jej zaujímavostí. Ďalej, pri charakteristike obyvateľstva, sme použili štatistické a matematické metódy. Informácie sme aj vizualizovali pomocou mapy, obrázkov a tabuľky. Systémovou metódou sme rozčlenili článok na kapitoly a podkapitoly.
Kľúčové slová: cestovný ruch, kultúrne dedičstvo, obec Topoľčianky

Abstract
The aim of this article is to acquaint the reader with the municipality Topoľčianky and its attractions, which are important for its tourism. The village has a rich cultural heritage, whether tangible as its monuments or intangible as its history.

We used several methods in the article, such as the method of described explanation, which was used to describe the municipality and its attractions. Furthermore, to characterise municipality´s population, we used statistical and mathematical method. We had also visualized the information using a map, pictures and a table. The use of systematic method divided the article into chapters and subchapters.
Key Words: tourism, cultural heritage, municipality Topoľčianky

Úvod

V súčasnosti sa problematike zachovania hmotného a nehmotného dedičstva po našich predkoch pripisuje značný význam, a to najmä z hľadiska rozvoja cestovného ruchu. Obec Topoľčianky v tomto smere tiež nie je výnimkou.

Prvá písomná zmienka o obci pochádza už z roku 1293. Jej vynikajúca poloha prispela k pozoruhodnej minulosti a zabezpečila jej rozvoj, ktorý pretrváva dodnes. Nachádza sa tu viacero pamätihodností i jedinečných inštitúcií, ktoré spolu s miestnymi podujatiami lákajú návštevníkov nielen domácich ale aj zahraničných.

1 Teoreticko-metodické východiská problematiky

Prácu sme realizovali v postupných a na seba nadväzujúcich krokoch.

Najprv sme zhromaždili printové (napr. odbornú literatúru, štatistické materiály) a elektronické zdroje informácií k téme článku. Navštívili sme Mestskú knižnicu v Zlatých Moravciach, pri návšteve obce sme využili aj metódy pozorovania a terénneho výskumu.

Následne sme spracovali a interpretovali získané informácie do textu práce. Najviac využitou bola metóda vysvetľujúceho opisu a to predovšetkým pri charakteristike obce Topoľčianky a jej zaujímavostí. Na kvantitatívne spracovanie získaných údajov sme využili štatistické a matematické metódy. Získané informácie sme vizualizovali pomocou mapy, obrázkov a tabuľky. Systémovú metódu sme aplikovali v celej práci, keďže spočíva v systémovom prístupe, ktorého základom je chápanie študovaného problému ako celku. Využitie uvedených metód viedlo k rozčleneniu práce do jednotlivých kapitol a podkapitol.

V kapitole stručnej charakteristiky obce Topoľčianky sme čerpali z dokumentu Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja obce Topoľčianky na roky 2014-2020 [1] a históriu sme doplnili z knihy od Čepčeka [2]. Údaje o obyvateľstve sme prevzali z webovej stránky Štatistického úradu SR [4] a charakteristiku symbolov obce z jej oficiálnej webovej stránky [3].

Informácie v kapitole vybrané zaujímavosti obce Topoľčianky a podkapitole Kaštieľ v Topoľčiankach sme čerpali z práce Katinu [5] a oficiálnej webovej stránky samotného zámku [6]. V podkapitole Národný žrebčín Topoľčianky sme prevzali informácie

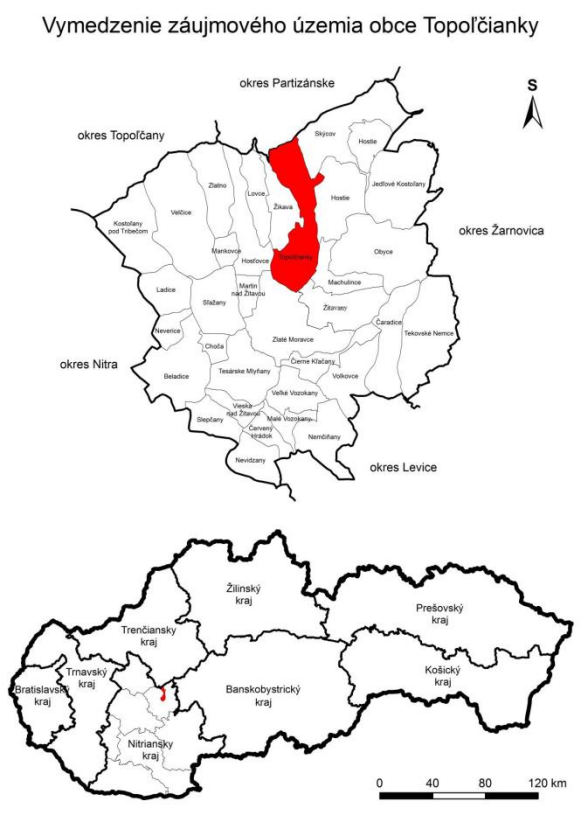
z publikácie od Krajčírovej a Horného [8] a oficiálnej webovej stránky žrebčína [7].

V kapitole ďalších zaujímavostí obce sme spracovali informácie z internetových zdrojov, a to webových stránok Regionálnej rozvojovej agentúry Horné Požitavie [9], vinotéky Najvíno [10], Vinárskych závodov Topoľčianky [11], Spoznaj Topoľčianky [12] a oficiálnej stránky obce [3].

2 Stručná charakteristika obce Topoľčianky

Topoľčianky sa nachádzajú na území západného Slovenska v Nitrianskom samosprávnom kraji v okrese Zlaté Moravce, cca 35 km severovýchodne od krajského mesta Nitra.

Na juhu hraničia s okresným mestom Zlaté Moravce a s obcou Žitavany. Na západe hraničia s obcami Hosťovce a Žikava, na severe s obcami Veľký Klíž a Skýcov a na východe s obcami Hostie a Machulince (mapa 1).



Mapa 1 Vymedzenie záujmového územia obce Topoľčianky
Zdroj: [1]

2.1 Z histórie obce

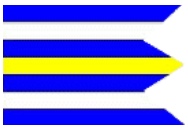
Prvá písomná zmienka pochádza z listiny majetkov Nitrianskej kapituly z roku 1293, kde bola obec uvedená pod názvom Topolchen parvum. Od roku 1318 ju už poznáme pod názvom Kywstopolchan. Ten pretrval až do roku 1773, kedy sa zmenil na Kistapolcsan. V roku 1808 poznáme už Malé Topolčany a od roku 1920 figuruje pod súčasným názvom Topoľčianky.

Obec bola pôvodne kráľovským majetkom. Medzi najvýznamnejšie osobnosti obce patrí Ján Topoľčiansky Turkobijec (1565-1598), ktorý sa výraznou mierou podieľal na obrane krajiny proti Turkom. V období 1561-1723 boli župným mestom a tiež sídlom Tekovskej župy. Za éry veľmožov z rodu Rákoczy v rokoch 1614-1708 mali štatút otvoreného mesta a boli oslobodené od daní. V období 1743-1890 patrila obec grófom Keglevichským. Dali postaviť nový barokový kostol na vŕšku, kam bol premiestnený sarkofág Jána Topoľčianskeho Turkobijcu. Taktiež prestavali kaštieľ do jeho súčasnej podoby. V roku 1890 sa obec dostala do rúk Habsburgovcov, ktorí upravili nádvorie kaštieľa [2].

V roku 1921 rozhodnutím Ministerstva poľnohospodárstva ČSR tu bol zriadený Štátny žrebčín Topoľčianky. V období rokov 1923 - 1951 bol Topoľčiansky kaštieľ letným sídlom prezidentov. Využívali ho T. G. Masaryk, E. Beneš, J. Tiso, či K. Gottwald. V období socializmu bola v obci vybudovaná nová infraštruktúra, ako cestné komunikácie, domový a bytový fond, kultúrny dom, štadión a iné.

Symboly obce tvorí erb (obr. 1), vlajka (obr. 2) a pečať (obr. 3). Na erbe je zobrazená koruna, z ktorej vyrastá strom so zlatými plodmi. Po jeho stranách sú zobrazené figúry barana a capa ako symboly dobra a zla. Vlajku tvorí sedem pruhov vo farebnom poradí: modrá, biela, modrá, žltá, modrá, biela, modrá. Pomer strán je 2:3 a je ukončená tromi cípmi. Pečať je okrúhla s erbom uprostred a kruhopisom „Obec Topoľčianky“ okolo [3].

Obr. 1 Erb obce Topoľčianky
Zdroj: [3]



Obr. 2 Vlajka obce Topoľčianky
Zdroj: [3]

Obr. 3 Pečať obce Topoľčianky
Zdroj: [3]

Pre obec bol prelomový rok 1989, kedy nastal prechod z centrálne riadeného hospodárstva na trhové hospodárstvo a vznikol súkromný sektor [1].

2.2 Z geografie obce

Obec Topoľčianky leží v údolí rieky Žitavy, obklopenom od severozápadu pohorím Tribeč a od východu Pohronským Inovcom. Jej rozloha je 2632,6 ha. Stred obce leží v nadmorskej výške 226 m n. m. Najvyšším bodom je Krásny vrch dosahujúci 566,3 m n. m., najnižším bodom s nadmorskou výškou 192,5 m n. m. je sútok Hostianskeho potoka a potoka Jarky. Územie Topoľčianok zaraďujeme do dvoch výškových stupňov, a to nižšie vysočiny na severe a nížinný reliéf na juhu.

V zmysle geologického členenia územie obce zaraďujeme do dvoch oblastí. Väčšia južná časť patrí do oblasti vnútrohorských panví a kotlín, podoblasti Podunajská panva, jednotky III. rádu Trnavsko-dubnickej panvy a jednotky IV. rádu Komjatickej priehlbiny. Prevažujú tu piesky, štrky a íly neogénneho volkovského súvrstvia. Vo vyšších polohách sú dominantné kvartérne eolické sedimenty (spraše, vápnité a sprašovité hliny). Severnú časť územia zaraďujeme do oblasti jadrových pohorí a podoblasti Tribeč. Tvoria ju najmä granitoidné horniny.

Podľa geomorfologického členenia patrí južná časť územia do provincie Západopanónska panva, subprovincie Malá Dunajská kotlina, oblasti Podunajská nížina, celku Podunajská pahorkatina a podcelkov Žitavská pahorkatina a Žitavská niva. Severná časť patrí do provincie Západné Karpaty, subprovincie Vnútorné Západné Karpaty, Fatransko-tatranskej oblasti, celku Tribeč a podcelku Veľký Tribeč a Rázdiel.

Územie zaraďujeme do dvoch klimatických oblastí, a to do teplej a mierne teplej. Priemerná ročná teplota v období rokov 1986 - 2013 bola 10,3°C s priemernými ročnými zrážkami 656,86 mm/m^2. Výskyt hmiel sa pohybuje v rozmedzí 20-50 dní do roka.

Vodné toky tohto územia majú dažďovo-snehový typ režimu odtoku. Pri severnej hranici pramení potok Topoľnica, ktorá je pravostranným prítokom potoka Leveš. Spolu odvodňujú 2/3 Topoľčianok. Následne sa potok Leveš v intraviláne obce vlieva z pravej strany do Hostianskeho potoka. V južnej časti územia sa z pravej strany do Hostianskeho potoka vlieva ešte potok Jarky s jeho ľavostranným prítokom Žikavkou. Väčšina územia patrí povodiu rieky Žitava, okrem menšej severnej časti, ktorá patrí do povodia rieky Nitra. V Topoľčianskom parku sa nachádza niekoľko menších vodných plôch.

Dominantným pôdnym typom sú hnedozeme. Pozdĺž vodných tokov sa vyskytujú fluvizeme. V severnej zalesnenej časti územia nájdeme kambizeme. Ojedinele sú na území zastúpené kultizeme, ktoré vznikli pretvorením, rigolovaním a terasovaním územia. Dominantným pôdnym druhom sú hlinité - stredne ťažké pôdy. Vyskytujú sa tu aj piesočnato-hlinité - stredne ťažké pôdy v severnej časti a ťažké pôdy v nivách vodných tokov.

Lesné plochy predstavujú až 58,38 % územia (1536,96 ha). Podľa Národného lesníckeho centra na území dominujú tri druhy drevín, a to duby, cery a buky. Južnú časť obce tvorí kultúrna step. Na poľnohospodárskej pôde sa pestujú obilniny, krmoviny a vinič. Topoľčianky sú známou vinohradníckou oblasťou.

Z hľadiska živočíšstva sa tu vyskytujú spoločenstvá listnatého lesa, záhrad, polí a lúk, vôd a ľudských obydlí.

V intraviláne obce nájdeme jedno maloplošné chránené územie a to Chránený areál Topoľčiansky park. V roku 1982 bol vyhlásený za chránenú prírodnú pamiatku a v roku 1996 za chránený areál. Rozprestiera sa na 10,33 ha a platí tu 4. stupeň ochrany z dôvodu zastúpenia veľkého množstva vzácnych drevín.

V štruktúre využitia pôdneho fondu za lesnými plochami nasleduje poľnohospodárska pôda (634,30 ha), z ktorej 654,73 ha tvorí orná pôda. Na trvalé trávne porasty pripadá 128,23 ha a na záhrady 73,12 ha. Pomerne rozsiahlu plochu zaberajú vinice (42,83 ha). Vodné plochy tvoria 18,50 ha a zastavaná plocha 114,94 ha. Ostatné plochy zaberajú 59,62 ha [1].

Vývoj počtu obyvateľov má prevažne klesajúcu tendenciu. V roku 2016 žilo v obci o 231 obyvateľov menej ako v roku 2007. Najväčší rozdiel sme zaznamenali medzi rokmi 2010 a 2011, kedy nastal pokles o 72 obyvateľov (tab. 1).

Rok	Počet obyvateľov
2007	2874
2008	2842
2009	2844
2010	2838
2011	2766
2012	2751
2013	2721
2014	2705
2015	2665
2016	2643

Tab. 1 Vývoj počtu obyvateľov obce Topoľčianky v rokoch 2007-2016
Zdroj: [4]

Domový a bytový fond podľa SOBD v roku 2011 tvorilo 965 domov. K dispozícii bolo 1043 bytov, pričom trvalo obývaných bolo 870.

V centre obce, okolo priestoru križovatky ulice Hlavnej a Machulinskej, nájdeme prevažnú časť občianskej vybavenosti. Nachádza sa tu obecný úrad spolu s kultúrnym domom, pošta, supermarket COOP Jednota, verejné toalety a iné. Mimo centra nájdeme napríklad Kostol sv. Kataríny s areálom cintorína a domom smútku a Vinárske závody.

Hospodárske aktivity v obci Topoľčianky sú podnietené existenciou viacerých činiteľov, najmä dopravnou polohou a dostupnosťou, existenciou odštepného Topoľčianky, historickým chovom koní a vinárskou oblasťou. Tieto faktory ovplyvnili vznik pracovných príležitostí v obci. K najvýznamnejším zamestnávateľom patria Lesy SR, š. p. - odštepný závod Topoľčianky. Ďalšími významnými sú Vinárske závody Topoľčianky, s.r.o., Národný žrebčín Topoľčianky a JMF Zámok Topoľčianky. Poľnohospodárska výroba je zastúpená poľnohospodárskym družstvom Agrok, s.r.o.

Z hľadiska environmentálneho obec poskytuje relatívne priaznivé životné prostredie. Ovzdušie Topoľčianok vykazuje mierne znečistenie dvomi základnými znečisťujúcimi látkami, a to SO_2 a PM_{10}. Pozdĺž Hlavnej ulice je zvýšená prašnosť ako aj hlučnosť. Podľa stupňa kontaminácie podzemných vôd patrí až 76% podzemných vodných zdrojov do 1. a 2. triedy s najnižšou kontamináciou. Z hľadiska kontaminácie pôd patrí približne tretina pôd do 1. triedy – relatívne čisté pôdy a zvyšok do 2. triedy – nekontaminované pôdy. Určitým environmentálnym rizikom je blízkosť Jadrovej elektrárne Mochovce [1].

3 Vybrané zaujímavosti obce Topoľčianky

3.1 Kaštieľ v Topoľčiankach

V rozsiahlom anglickom parku v centre obce je situovaný renesančno-klasicistický kaštieľ. Jeho južné krídlo je pokladané za jeden z najčistejších a najkrajších architektonických prejavov klasicizmu na Slovensku.

V klasicistickom krídle bolo zriadené múzeum historického nábytku a bytových doplnkov. Jeho súčasťou je zbierka zbraní zo 16. storočia až konca prvej svetovej vojny. Je vybavený dobovým interiérom a vzácnym nábytkom zo 16. až 19. storočia, napr. renesančným príborníkom zo 16. storočia a vyrezávanými stoličkami zo 17. storočia. Disponuje aj jednou z najväčších zbierok keramiky a porcelánu na Slovensku, keď výraznú časť tvorí porcelán Meissen a viedenský porcelán. Zastúpený je aj berlínsky, anglický, čínsky a v menšej miere aj taliansky, francúzsky, maďarský a nemecký porcelán. K vzácnym kúskom patrí porcelánový luster z Japonska visiaci v jednom zo salónikov. Zo Slovenska je tu zastúpená habánska a stupavská keramika.

Centrálnu časť kaštieľa tvorí kruhová kupolová sála. Jej priemer dosahuje 10 metrov a výška stropu je až 20 metrov. Vnútro kupoly je zdobené kazetovou maľbou.

Vedľajší salónik zdobí aj portrét cisárovnej Márie Terézie v korunovačnom odeve. Nad jej portrétom visí vzácny originál flámskeho krajinára Jana Weeninxa s jeho podpisom z roku 1674. V ďalšom zo salónov visí ďalšie významné dielo, a to originál olejomaľby od nórskeho maliara G. Rasmussena osadenej do masívneho pozláteného rámu. Nájdeme tu aj krajinomaľby od maliarov ako Stankovits a Brodszky.

Súčasť prehliadky tvorí tiež rohová pracovňa prezidenta T. G. Masaryka a jeho nástupcov. Je tu vystavený Masarykov telefón z roku 1925, či Benešov písací stôl a pražský telefónny zoznam z roku 1947.

Od roku 1825 kaštieľ disponuje vlastnou knižnicou. Bola založená grófom Jánom Nepomukom Keglevichom, ktorý sem dal preniesť približne 10 000 zväzkov z Viedne. Syn grófa Štefan a arcivojvoda Jozef August Habsburgský ju ďalej doplnili do jej súčasných rozmerov vyše 14-tisíc zväzkov. Takmer polovica kníh

knižnice je v nemčine, štvrtina vo francúzštine a pomenej je maďarských, latinských, gréckych, anglických a talianskych. Jej súčasťou sú spisy francúzskych, anglických a nemeckých osvietencov, encyklopédie, atlasy a iné. Nájdeme tu prvú slovenskú gramatiku od Antona Bernoláka (Gramatica Slavica), či pražské vydanie Kralickej biblie z roku 1613. Knižnica slúži dnes už len na vedecké a výskumné účely.

Tri renesančné krídla kaštieľa s manzardovou nadstavbou v súčasnosti slúžia na ubytovacie účely pre hostí tunajšieho Hotela Zámok Topoľčianky. Na prízemí sídli správa kaštieľa. Okrem nej je súčasťou prevádzky aj informačné stredisko.

V roku 1970 bol kaštieľ vyhlásený za národnú kultúrnu pamiatku. Usporadúvajú sa tu rôzne spoločensko-kultúrne podujatia, sympózia, tvorivé dielne umelcov a svadobné hostiny. Niekedy sa tu konajú aj samotné svadobné obrady priamo v zámockej kaplnke (obr. 4) [5].

Obr. 4 Kaplnka kaštieľa v Topoľčiankach
Zdroj: [6]

3.2 Národný žrebčín Topoľčianky

Národný žrebčín Topoľčianky bol zriadený 15.10.1921. Jeho úlohou pri založení bolo chovať a produkovať plemenné žrebce plemien Arab, Lipican, Nónius, Anglický polokrvník a Hucul. S výnimkou Anglického polokrvníka sa začali chovať ostatné plemená v rokoch 1921 a 1922. Okrem chovu koní sa mal žrebčín venovať aj chovu hovädzieho dobytka, ošípaných a oviec. Do súčasnosti pretrval už len chov hovädzieho dobytka [7].

Počas svojej dlhej histórie žrebčín prešiel aj ťažkými časmi. Koncom druhej svetovej vojny bol evakuovaný, pričom prišiel o 238 chovných a 49 ťažných koní. Najviac bolo postihnuté stádo plemena Nónius [8], ktoré sa v súčasnosti v žrebčíne už nevyskytuje. Chov je zameraný na plemená Arab, Hucul, Lipican (obr. 5) a Slovenský teplokrvník.

Obr. 5 Lipicanský kôň
Zdroj: [7]

Premenou prešlo aj samotné pomenovanie žrebčína. Od jeho založenia až po rok 1959 figuroval ako Štátny žrebčín Topoľčianky. Ďalej sme ho poznali pod názvami Štátny plemenársky ústav Topoľčianky (1960-1966), Plemenársky podnik Topoľčianky (1967-1988), Štátny plemenársky podnik Bratislava, k.p. Topoľčianky (1989-1991), Podnik pre chov koní, š.p. Bratislava, žrebčín Topoľčianky (1991-1993) a od roku 1993 až po súčasnosť ako Národný žrebčín Topoľčianky.

Počas svojho pôsobenia zažil žrebčín aj významné úspechy. V roku 1960 sa František Hrúzik s koňom Omen zúčastnil olympijských hier v Ríme. Väčšina pódiových umiestnení pochádza z majstrovstiev ČSSR a Slovenskej republiky. V samotných Topoľčiankach sa od roku 2003 každoročne konajú Medzinárodné záprahové preteky.

Národný žrebčín prevádzkuje aj Hipologické múzeum, ktoré sa začalo budovať v osemdesiatych rokoch minulého storočia. Hoci sa zameriava na tradičný chov koní, nachádza sa tu materiál jazdeckého, kočiarového, kováčskeho, sedlárskeho, kolárskeho, dokumentačného a fotografického charakteru.

Okrem Hipologického múzea žrebčín poskytuje prehliadky jazdiarní, chovateľských objektov a predstaviteľov plemien koní chovaných v žrebčíne, jazdy kočom, svadobné fotografie, jazdy na koni, jazdeckú školu a predaj koní.

Žrebčín prevádzkuje aj vlastnú produkciu objemných a jadrových krmív pre chov koní a chov hovädzieho dobytka. Najviac spotrebovávané sú ovos a seno. Celková plocha ornej pôdy predstavuje 950 ha. Trvalé trávne porasty tvoria 295 ha, vinice 21 ha, záhrady a sady 9 ha, a zastavané plochy a výbehy 8 ha. Žrebčín hospodári na štátnej, ale aj na súkromnej pôde v obciach Žikava, Skýcov, Topoľčianky a Hostie [7].

4 Ďalšie zaujímavosti obce Topoľčianky

Medzi ďalšie zaujímavosti obce patrí kostol barokového slohu, **Kostol svätej Kataríny**. Súčasný kostol dal postaviť gróf Karol Keglevich. Projekt vypracoval bratislavský architekt Melchior Hefele, ktorý projektoval aj Primaciálny palác v Bratislave. Stavba kostola sa začala v roku 1776 a ukončená bola v roku 1784. Zasvätený je sv. Kataríne Alexandrijskej. Jej obraz visí nad hlavným oltárom (obr. 6) a je prácou maliara Huberta Alexandra Mauera. Z predchádzajúceho gotického kostola, ktorý bol v roku 1784 zbúraný, boli do nového kostola prenesené niektoré časti. Predovšetkým to bol obraz sv. Františky z roku 1641, medená krstiteľnica na mramorovom podstavci, reliéf Jána Topoľčianskeho Turkobijcu a dva zvony. Pod kostolom sa nachádza rodinná hrobka Keglevichovcov [9]. Taktiež je zastávkou každoročnej Mariánskej púte, ktorá sa koná v nasledujúcu nedeľu po sviatku Škapuliarskej panny Márie 16. júla.

Obr. 6 Hlavný oltár Kostola sv. Kataríny
Zdroj: [9]

O histórii obce a jej okolia sa dozvieme v **Národopisnom múzeu**. Zbierka predmetov, ktoré nám hovoria o spôsobe života našich predkov, bola založená manželmi prom. ped. Annou Lukáčovou a Ing. Jozefom Lukáčom, CSc. Obsahuje historické predmety zo života vidieckych ľudí z prelomu 19. a 20. storočia. Národopisné múzeum má 452 exponátov a nachádzajú sa v ňom exponáty staršie aj ako 150 rokov (obr. 7). Ide hlavne o originály, pričom sú doplnené fotokópiami, napr. kópiou zrušenia poddanstva v Topoľčiankach z roku 1854. Vystavené sú kroje mužské a ženské, čepce, predmety každodennej potreby, či poľnohospodárske náradie a predmety [9].

Obr. 7 Predmety vystavené v Národopisnom múzeu
Zdroj: [9]

V minulom storočí v roku 1993 bola založená spoločnosť Vinárske závody Topoľčianky. Predávajú víno pod obnovenou pôvodnou ochrannou známkou - **Château Topoľčianky**, ktorá bola prvýkrát použitá už v roku 1933. V súčasnosti patria k popredným producentom vín v Nitrianskej vinohradníckej oblasti s dlhodobými skúsenosťami a tradíciou. Celkovo obhospodarujú 350 ha viníc v Nitrianskej a Južnoslovenskej vinohradníckej oblasti [10]. V portfóliu vín je zastúpené škála bielych, červených a ružových vín. Kombináciou jedinečnej severnejšej klímy a variability pôdnych podmienok vznikli vína, ktoré priniesli najvyššie úspechy zo súťaží z Čiech, Francúzska, Moldavska, Rakúska, Talianska, Španielska a iných krajín. Za rok 2018 získali všetky tri prihlásené vína tejto značky zlatú medailu v Japonsku, v čisto dámskej degustačnej súťaži „Sakura“ (obr. 8). Vinárske závody tiež ponúkajú možnosť ochutnávky vín spojené s odborným výkladom someliéra [11].

Obr. 8 Ocenené vína v čisto dámskej degustačnej súťaži „Sakura“
Zdroj: [11]

V obci sa každoročne koná na 1. mája **Deň otvorených dverí**, ktorý otvára turistickú sezónu. Pripravený je bohatý program a aktivity pre deti aj dospelých, nechýbajú ani jarmočné stánky a stánky remeselníkov. Do programu sa zapája Národopisné múzeum, Národný žrebčín Topoľčianky, Vinárske závody Topoľčianky, Zámok Topoľčianky a Lesy SR, š.p., odštepný závod Topoľčianky.

Na oficiálnej stránke obce sa nachádza **Kalendár plánovaných podujatí** v Topoľčiankach na obdobie január – apríl 2018 (obr. 9). Je len informatívny a v priebehu uvedeného obdobia môžu ešte pribudnúť ďalšie podujatia. K blížiacemu sa termínu každého podujatia sú informácie doplnené v samostatnej pozvánke, ktorá už bude obsahovať komplexné informácie o mieste konania, čase a programe. Občania sú informovaní prostredníctvom plagátov, rozhlasu a internetu [3].

20.1.2018 Ochutnávka zabíjačkových špecialít a fašiangový kultúrny program, centrum obce
25.1.2018 Detský karneval a súťaže pre deti MŠ SNP Topoľčianky, DKS
27.1.2018 Rodičovská zábava, hrá DJ Robo Ondrejka, DKS
2.2.2018 VČS Fotoklubu FoTOP Topoľčianky, DKS
3.2.2018 Vyhodnotenie poľovného roka 2017 s posedením pri hudbe, DKS
10.2.2018 Fašiangový sprievod obcou s FSk Topoľnica a DH Podhrušovan
10.2.2018 Fašiangová zábava, hrá DJ Robo Ondrejka, DKS
13.2.2018 Fašiangové posedenie členov Senior klubu Topoľčianky, DKS o 14:30 hod.
17.2.2018 VČS DHZ Topoľčianky, DKS
25.2.2018 Hodnotiaca členská schôdza MS SČK a divadelné predstavenie, DKS
4.3.2018 VČS, Urbársky spolok, DKS
10.3.2018 VČS ZO SZZ, DKS o 16:00 hod.
16.4.2018 Starostovská kvapka krvi, DKS
23. - 28.4.2018 Výstava a ochutnávka vín, ZO SZZ, DKS
Pripravujeme pre Vás...
18.5.2018 Kollárovci, koncert, DKS

Obr. 9 Kalendár plánovaných podujatí v Topoľčiankach na obdobie január - apríl 2018
Zdroj: [3]

Taktiež neďaleko od severovýchodnej hranice územia Topoľčianok v obci Hostie sa nachádza **hrad Hrušov**, pri ktorom je poskytovaná služba zapožičania horskej kolobežky. Krásnou prírodou vedie cesta od hradu do obce Topoľčianky, ktoré sú tak pre návštevníkov hradu prístupné tiež [12].

Záver

Obec Topoľčianky disponuje kultúrnym dedičstvom, ktoré ovplyvňuje rozvoj jej kultúrneho cestovného ruchu. Medzi najatraktívnejšie pamätihodnosti Topoľčianok určite patrí renesančno-klasicistický kaštieľ. Zbierka múzea, ktoré v ňom sídli, zahŕňa vzácne exponáty a jeho priestory lákajú návštevníkov z ďalekého okolia. Turistov taktiež zaujíma Národný žrebčín Topoľčianky a Hipologické múzeum s jeho jedinečnou zbierkou. Vinárske závody Topoľčianky lákajú svojím vínom pod obnovenou značkou Château Topoľčianky, ktoré vyhrávajú súťaže aj v zahraničí. Jedna z najvyšších návštevností obce je každoročne na Deň otvorených dverí, kedy sa otvára turistická sezóna.

Poďakovanie

Ďakujem mojej školiteľke RNDr. Hilde Kramárekovej, PhD. za aktívnu podporu pri vzniku tohto článku.

Použitá literatúra

[1] Dubcová A., Kramáreková H., Nemčíková M., Trembošová M. (2014) Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja obce Topoľčianky na roky 2014-2020. p.4
[2] Čepček Š. (1983) Topoľčianky. Tatran, Bratislava, p.27
[3] Oficiálna stránka obce Topoľčianky [Citované: 1. február 2018] http://www.topolcianky.sk/
[4] Štatistický úrad SR [Citované: 1. február 2018] http://datacube.statistics.sk/
[5] Katina P. (2017) Topoľčiansky kaštieľ. (Diplomová práca) Filozofická fakulta, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra
[6] Oficiálna stránka Zámku Topoľčianky [Citované: 1. február 2018] http://www.zamok-topolcianky.sk/main.php?lang=sk
[7] Oficiálna stránka Národného žrebčína Topoľčianky [Citované: 1. február 2018] http://sk.nztopolcianky.sk/
[8] Horný M., Krajčírová M. (2008) Národný žrebčín Topoľčianky II. Národný žrebčín Topoľčianky, Bratislava, p.32
[9] Oficiálna stránka Regionálnej rozvojovej agentúry Horné Požitavie [Citované: 1. február 2018] http://www.rrahornepozitavie.sk/
[10] Stránka vinotéky Najvíno [Citované: 1. február 2018] http://www.najvino.sk/default.aspx
[11] Oficiálna stránka Vinárskych závodov Topoľčianky [Citované: 1. február 2018] https://www.vinotop.sk/pages/sk/aktuality.php
[12] Spoznaj Topoľčianky [Citované: 1. február 2018] http://spoznajtopolcianky.sk/index.html

Dostupnosť obcí Trnavského samosprávneho kraja vlakom

Accessibility of municipalities of the Trnava Self-governing Region by train

Samuel Kohutiar[1]
Školiteľ: Miroslava Trembošová[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] samuel.kohutiar@student.ukf.sk, [2]mtrembosova@ukf.sk

Abstrakt
Železničná sieť, po ktorej prebieha hromadná preprava osôb, a to hlavne vo forme pravidelnej vlakovej dopravy, je nositeľkou vzájomných interakcií sídel.
Štátna podpora železničnej dopravy vychádza najmä z ekologických dôvodov. Naopak, komfort pri cestovaní železnicami SR nebol braný prioritne do úvahy.
Cieľom príspevku je analýza časovej, vzdialenostnej a komplexnej dostupnosti obcí Trnavského samosprávneho kraja v čase najväčšieho prepravného náporu do jednotlivých obcí ležiacich na železničných tratiach. Na vyjadrenie dostupnosti sme aplikovali binárnu (triviálnu) dostupnosť vyjadrujúcu údaj o vzdialenosti a časovej dosiahnuteľnosti tarifného bodu z hlavného uzla v sieti- mesta Trnava. Výsledkom je poznanie, že časová dostupnosť železničnými trasami je pre väčšinu obcí primeraná, ale situáciu najmä v okrese Dunajská Streda komplikuje nespoľahlivý prestup na bratislavskej hlavnej stanici a v okrese Skalica prestup v Kútoch.

Kľúčové slová: verejná doprava, dostupnosť, železničná sieť, železničné stanice, tarifný bod, Trnavský samosprávny kraj

Abstract
Railway net, at which is operated public transport of persons, especially regular train transport, is the object of interactions among the municipialities.

The state support of railway transport is motivated primarily by ecological arguments. Instead of this, the comfort by travelling was not the important argument by deciding about the art of transport to be supported.

The purpose of this article is to analyse time, distance and complete accessibility of Trnava region in the time of the biggest movement to the municipalities that are by the railways. To express accessibility we have used binar(trivial) accessibility that exposes the distance and time accessibility of the tarif point from the main point in the network- city Trnava. The result is that the time accessibility by railways is for the most of the municipalities adequate, but the situation in Dunajská Streda district is complicated by unreliable changing in Bratislava and in Skalica district by changing in Kúty.
Key Words: public transport, accessibility, railway network, railway stations, tariff point, Trnava self-governing region

Úvod

Cieľom tohoto príspevku je poukázať na reálnu dostupnosť železničnou verejnou dopravou z mesta Trnava do všetkých miest a obcí Trnavského samosprávneho kraja so železničnou stanicou v čase od 14:00.
Podiel verejnej dopravy na preprave osôb v prostredí Slovenskej republiky do roku 2014 klesal. Tieto úpadkové procesy príznačné v SR od roku 1989 sú výraznejšie vo vidieckom priestore, kde dochádza k redukcii až rušeniu celých liniek. Rušenie autobusových a železničných spojov a vytváranie „efektívnejšieho“ (avšak pre cestujúcich oveľa menej pohodlného)prepravného dopravného systému v obciach SR spôsobilo niekoľko faktorov: diskutabilné vymedzenie hraníc vyšších územných celkov riadené politickými (nie geografickými) kritériami, rastúci význam individuálnej automobilovej dopravy v komerčnej i súkromnej sfére, a zároveň štrukturálno-priestorové zmeny na trhu práce, ktoré priniesli značne vyšší počet ľudí pracujúcich z domu, alebo dochádzajúcich domov len na víkendy, ako aj množstvo ľudí, ktorí nepracujú na typické zmeny(6-14, 14-22, 22-6, alebo 8-16).

V 10-tych rokoch 21. storočia sa začali vo zvýšenej miere vyskytovať prejavy neriešiteľných situácií s rannými a poobednými zápchami na hlavných ťahoch najmä krajských miest, vstupov do nich a ich suburbánnych zón. Na základe týchto situácií a pod tlakom verejnosti od roku 2013 výrazne vzrástol význam BID (bratislavská integrovaná doprava) tzn. Integrovanej verejnej osobnej dopravy v Bratislave, čo Trnavskému kraju čiastočne zlepšilo cestovanie do hlavného mesta, aj keď jeho pozitívny účinok je diskutabilný. Zavedenie bezplatnej prepravy v dotovanej železničnej doprave určené pre deti do 15 rokov bez ohľadu na vzdelávanie, pre študentov stredných škôl a vysokých škôl I. a II. stupňa do 26 rokov po preukázaní patričných potvrdení a pre dôchodcov. Týmto rozhodnutím vlády SR, ktoré vstúpilo do platnosti 17. novembra 2014, verejná preprava začala narastať a spomalil sa pokles jej podielu na celkovej doprave osôb.

Objednávanie trás vlakov na území Slovenska podlieha schvaľovaniu - na úrovni Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR (prostredníctvom príslušných rezortných orgánov [1]). [2] konštatuje, že tento systém nie je z hľadiska koordinácie jednotlivých druhov dopravy optimálny.

Železničná doprava je znevýhodnená trasovaním viazaným na existujúcu železničnú infraštruktúru (trate a stanice), aj keď sa v súčasnosti niektoré obce snažia o vybudovanie nových vlakových zastávok.

Prehľad literatúry

Geografia dopravy sa pokúša o vysvetlenie priestorových vzťahov medzi sídlami v rámci dopravnej siete. Kľúčovým predpokladom pre realizáciu týchto interakcií je dopravná infraštruktúra [3]. Interakcie medzi sídlami vzrastajú priamo úmerne veľkosti sídel, medzi ktorými interakcie sledujeme, resp. čím menšia vzdialenosť je medzi nimi [4]. Vnímanie týchto väzieb sa najčastejšie realizuje skúmaním dostupnosti a jej zmien v čase. V slovenskej, ako aj českej geografii sú nachádzané súvislosti medzi osídlením, konfiguráciou dopravnej siete a územnosprávnym členením ([5], [6] [7], [8], [9], [10], [11], [12], [1]).

Nárast individuálnej mobility obyvateľstva na Slovensku potvrdili autori [13].

Verejná osobná doprava je podľa [1] dôležitá najmä z dvoch hľadísk: predovšetkým ako ekologicky výhodnejšia alternatíva k individuálnej automobilovej doprave, ako aj prostriedok prepravy pre občanov, ktorí nemajú možnosť používať osobný automobil [14]. Verejnou dopravou a jej priestorovými súvislosťami sa zaoberali napr. [15], [16], ktorí analyzovali vývoj intenzity prepojenia krajských miest ČR po roku 2000.

Inšpirujúca bola pre nás publikácia [17], ktorý na príklade zrušených železničných spojení osobnej dopravy v Poľsku zdôraznil význam verejnej dopravy v spojení miest a sídel v ich zázemí.

Dostupnosť je podľa [18] miera sily a rozsahu geografických vzťahov medzi obyvateľmi a ich socioekonomickými aktivitami. [19] vo svojej práci definuje priestorovú dostupnosť regiónov ako „ľahkosť dosiahnutia regiónu z iných miest alebo regiónov.

Metodika a dáta

Pri našej analýze sme vychádzali z databázy cestovných poriadkov [20]. Za účelom hodnotenia dostupnosti po železnici sme vybrali tie obce TTSK, ktoré majú podľa názvu aspoň jednu železničnú stanicu alebo zastávku, tzn. Napríklad aj keď železničná zastávka Buková je v katastri Trstína, počítali sme ju ako zastávku v Bukovej. Železničná stanica je podľa [21] dopravňa s koľajovým rozvetvením a stanoveným rozsahom poskytovaných prepravných služieb, zastávka je miesto na železničnej trati určené na nastupovanie a vystupovanie cestujúcich, ktoré ale nie je dopravňou, teda železničnou stanicou. Pre účely tohoto príspevku sme tieto dva pojmy nerozlišovali a nazvali sme ich spoločným pojmom tarifný bod.

Pod vzdialenosťou sme pre tento účel rozumeli celkovú precestovanú vzdialenosť v rámci prvého možného spojenia (viď text nižšie). Cestovným časom sme rozumeli celkový čas, ktorý uplynul od 14:00 v modelový pracovný deň utorok 5.2.2018, do času príchodu do prvého možného tarifného bodu na území konkrétnej obce TTSK. Komplexnou dostupnosťou sme nazvali podiel vzdialenosti Trnava verzus tarifný bod v km k cestovnému času do daného tarifného bodu, pričom cestovný čas je vynásobený počtom použitých spojov, to znamená spojenie bez prestupu menovateľ zlomku nemení, spojenie s jedným prestupom ho zdvojnásobuje atď..

Pri vyhľadávaní spojení sme brali do úvahy fakt, že väčšina žiakov trnavských škôl je schopná dostaviť sa na železničnú stanicu Trnava na čas 14:00 a hľadali sme najskorší možný spoj po tomto reálnom čase. V prípade, že bolo treba vybrať miesto prestupu (hlavne okres Dunajská Streda), brali sme do úvahy

prioritne najskorší príchod a sekundárne aj čo najnižší počet prestupov. Následne sme do tabuľky zaznamenali precestovanú vzdialenosť, čas príchodu, cestovný čas a počet prestupov. Na základe týchto dát sme vypočítali komplexnú dostupnosť. V prípade, že vyhľadané spojenie nebolo vzdialenostne najkratšie, uviedli sme pred lomítko (tab. 1) najkratšiu vzdialenosť, do výpočtu komplexnej dostupnosti sme však započítali reálnu precestovanú vzdialenosť za lomítkom. Na základe týchto údajov sme zhotovili mapu TTSK, kde sme kartografickou metódou farebných kartogramov znázornili cestovný čas a kartografickou metódou orientovaného šrafovania komplexnú dostupnosť. Za účelom prehľadnosti mapy sme zobrazili aj obce bez tarifného bodu a to priehľadnou farbou.

1 Trnavský samosprávny kraj

Trnavský samosprávny kraj (TTSK) sa nachádza na západe Slovenskej republiky. Skladá sa zo 7 okresov- Dunajská Streda, Galanta, Hlohovec, Piešťany, Senica, Skalica a Trnava. Na západe hraničí s Rakúskom, na severozápade s Českom, na severe s Trenčianskym krajom, na východe s Nitrianskym krajom, na juhu s Maďarskom a na západe s Bratislavským krajom. Prevažná väčšina územia kraja sa nachádza na nížinách a pahorkatinách- na západe v okresoch Senica a Skalica Borská nížina, a to hlavne jej podcelok Chvojnická pahorkatina, v strede na juhu kraja Podunajská nížina- Podunajská rovina a Podunajská pahorkatina. V kraji sú výrazné aj dve pohoria- Malé Karpaty na rozhraní okresov Trnava a Piešťany na jednej strane a Senica na druhej strane. Toto pohorie je prekonávané železnicou len na jednom mieste, a to tunelom cez priesmyk Biela Hora. Druhé pohorie je Považský Inovec, ktoré sa nachádza vo východnej časti okresov Hlohovec a Piešťany, toto pohorie však železnica na území kraja neprekonáva a prevažná väčšina obcí tohto kraja je od tohto pohoria na západ, výnimku tvorí len niekoľko obcí okresu Hlohovec, ktoré však nemajú železničné spojenie a obec Kľačany, ktorá síce leží juhovýchodne od tohto pohoria, ale vlak sa do nej dostáva cez Hlohovec popod úpätie tohto pohoria. Z hľadiska vodstva tu treba spomenúť tieto rieky: Váh, Dudváh, Dunaj spolu so svojím ramenom Malý Dunaj, Morava a Myjava. Z týchto riek Váh preteká na východnom okraji kraja a železnica ho v rámci sledovaného územia prekonáva len v Hlohovci na trati z Leopoldova do Nitry, Dudváh tečie západne od Váhu a netvorí výraznú prekážku pre železnicu, ktorá ho prekonáva mostom pri Brestovanoch na trati z Trnavy do Leopoldova, pri Križovanoch nad Dudváhom na trati z Trnavy do Serede, pri Siladiciach na trati zo Serede do Leopoldova a pri Sládkovičove na trati z Bratislavy do Galanty. Malý Dunaj síce výrazne oddeľuje Žitný ostrov od zvyšku Podunajskej nížiny, železnica ho však na sledovanom území vôbec neprekonáva, čo výrazne komplikuje cestovanie vlakom do okresu Dunajská Streda, keďže celá železničná trať pretínajúca Dunajskostredský okres od západu na východ, sa napája na zvyšok železničnej siete len v Bratislave na Novom Meste a v Komárne, čo výrazne zhoršuje vzdialenostnú a časovú dostupnosť týchto obcí železničnou dopravou a zároveň, ako spomenieme v analýze, komplikuje kapacitu železničnej prepravy v tomto okrese. Dunaj tečie len južným okrajom Dunajskostredského okresu, takže pre železničnú dopravu v rámci TTSK nepredstavuje bariéru. Morava tečie cez územie kraja len v pohraničnom úseku na západnej strane okresov Senica a Skalica, čím takisto nepredstavuje pre železnice v rámci TTSK bariéru. Rieka Myjava, pretekajúca okresom Senica, netvorí výraznú bariéru, skôr jej údolie poskytuje výhodné trasovanie pre železničnú trať Trnava-Kúty v úseku od Jablonice po Kúty. Táto trať ju prekonáva mostom pri Kuklove, medzi Šajdíkovými Humencami a Senicou, a naposledy medzi Hlbokým a Jablonicou [22]. Z hľadiska využitia pôdy je toto územie využívané vzhľadom na svoju nížinatosť najmä poľnohospodársky, čo na väčšine železničných úsekov kraja s výnimkou lesnatého úseku Cerová-Lieskové-Smolenice na trati Trnava-Kúty na jednej strane znižuje až takmer vylučuje riziko pádu stromov na trať a zrážky s divou zverou a umožňuje širšie možnosti zabrať priestor na stanice a výhybne (s koľajovým rozvetvením), na druhej strane však zvyšuje problémy v prípade silného vetra a závejov. Z hľadiska osídlenia je toto územie väčšinou osídlené vo veľkých kompaktných dedinách s prípadnými veľkými miestnymi časťami, čo zjednodušuje výber miesta tarifného bodu tak, aby sa dalo k nemu pohodlne dostať pre väčšinu obyvateľov obce, čo však o niektorých tarifných bodoch nemožno povedať, viď nižšie. Z hľadiska priemyslu je tento kraj dynamickým priemyselným centrom Slovenska, so zameraním najmä na výrobu, kde treba oveľa menej kvalifikovanej pracovnej sily. Tieto priemyselné podniky si vyžadovali v minulosti aj pomerne hustú sieť železničných tratí a vlečiek, z ktorých však viaceré už nefungujú a iné už iba dožívajú. Navyše, aj keď to nie je cieľom tohto príspevku, treba poukázať na to, že na takmer

všetkých tratiach s výnimkou trate Bratislava-Moravský Svätý Ján- Kúty, Bratislava- Trnava-Leopoldov-Piešťany, Trnava-Cífer-Bratislava, Trnava-Galanta, Bratislava-Kvetoslavov-Dunajská Streda-Veľký Meder a Galanta- Topoľnica- Šaľa len v týchto smeroch už neexistujú spoje, ktoré by odviezli pracovníkov končiacich poobednú zmenu v mestách vlakom do okolitých obcí. Z hľadiska dochádzky žiakov do škôl ako prioritne sledovanej skupiny, sa tu prejavuje veľká mobilita, ktorú podľa nášho názoru zvýšilo aj zavedenie bezplatnej prepravy, ktoré spôsobilo značné zníženie nákladov na cestovanie do školy pre žiakov aj zo vzdialenejších končín kraja, a preto sme si ich vybrali za skupinu, na ktorej overíme reálnu dostupnosť týchto obcí z Trnavy ako krajského mesta.

2 Železničná doprava v TTSK

Cez územie Trnavského kraja prebiehajú tieto trate:

-110 (Bratislava-)Sekule-Brodské(-Břeclav)- dvojkoľajná elektrifikovaná, stanice v Sekuliach a Kútoch, zastávky v Moravskom Svätom Jáne a Brodskom, väčšinou na okrajoch, Moravský Svätý Ján v centre.

-114-Kúty-Skalica na Slovensku(-Sudoměřice na Moravě)- jednokoľajná elektrifikovaná, stanice v Kútoch- na východnom okraji, Gbeloch- západne od mesta, Holíč- na západnom okraji mesta, Skalica na Slovensku- na západnom okraji mesta, zastávky Gbely zastávka- západne od mestskej časti Farské, -Kopčany- východne od dediny v poli, Kátov- na východnom okraji dediny. Osobná doprava zo Skalice do Sudoměříc zastavená.

-115- Holíč-(Hodonín)- pre dopravu v Trnavskom kraji prakticky nemá význam, keďže jediná stanica tejto trate na Slovensku je Holíč. Osobná doprava je tu takisto zastavená.

-116- Kúty- Jablonica- Trnava. Jednokoľajná elektrifikovaná, stanice v Kútoch- východný okraj, Šaštíne-Strážach- južný okraj, Senici- južný okraj, Jablonici-južný okraj, Smoleniciach- za obcou smerom na Trstín, Boleráz-východný okraj, Šelpice-východný okraj, Trnava-centrum, zastávky v Kuklove- severne od obce, Borský Mikuláš- severne od obce, Šajdíkove Humence- severne od obce, Hlboké- juhozápadne od obce, v súčasnosti tam vlaky nezastavujú, Cerová-Lieskové- na ceste do Jablonice, Buková- 7 km východne od obce cez les po lesnej ceste značenej turistickou značkou, Bíňovce- západný okraj obce, Klčovany- východný okraj, Trnava predmestie- severná časť mesta.

-117-Jablonica-Hradište pod Vrátnom-(Brezová pod Bradlom) jednokoľajná, neelektrifikovaná, stanica v Jablonici, zastávky v Jablonici obci- v centre, Osuskom- za hlavnou cestou a Hradišti pod Vrátnom- v centre, osobná doprava aktuálne zastavená.

-120- (Bratislava hlavná stanica/Bratislava Nové Mesto) Cífer-Piešťany-(Žilina-Košice)- dvojkoľajná elektrifikovaná, stanice v Cíferi- severovýchodný okraj, Trnave-centrum, Leopoldove-západný okraj, Veľkých Kostoľanoch- ďaleko za obcou na ceste do Maduníc a Piešťanoch- západne od centra, zastávky v Brestovanoch-východný okraj, Maduniciach- západne od obce a Drahovciach zastávke- západne od obce.

-130- (Bratislava hlavná stanica/Bratislava Nové Mesto-)Pusté Úľany-Topoľnica-(Štúrovo-Szob), dvojkoľajná elektrifikovaná, stanice v Sládkovičove- južný okraj a Galante- južne od centra, zastávky v Pustých Úľanoch- pri miestnej časti Lúčny dvor a Topoľnici- v centre.

131- (Bratislava Nové Mesto-)Kvetoslavov zastávka-Veľký Meder-(Komárno), jednokoľajná neelektrifikovaná trať, stanice v Kvetoslavove- miestna časť Fakov, Lehniciach- miestna časť Kolónia, Orechovej Potôni-južne od obce, Dunajskej Strede- južne od centra, Dolnom Štáli - ďaleko za dedinou smerom na Topoľníky a Veľkom Mederi- severovýchodný okraj, zastávky v Kvetoslavove zastávke- na ceste do Hviezdoslavova, Malej Pake- južný okraj, Veľkej Pake- južný okraj, Michale na Ostrove- južný okraj, Veľkom Blahove-južný okraj, Kútnikoch- severne od obce, Dolnom Bare- severný okraj obce, a Okoči-juhozápadný okraj obce.

-133- Galanta-Sereď-Trnava/Sereď- Leopoldov-Galanta- Leopoldov dvojkoľajná elektrifikovaná trať, Sereď- Trnava jednokoľajná elektrifikovaná trať, stanice v Galante-južne od centra, Gáni- východne od stredu obce, Seredi-západný okraj obce, Križovanoch nad Dudváhom- severný okraj obce, Trnave-centrum, Siladiciach- na južnom konci Dolných Zeleníc a Leopoldove- západný okraj, zastávka v Šúrovciach- východne od stredu obce, pričom osobná doprava na ramene Sereď-Leopoldov je zastavená s výnimkou zriedkavých odklonov.

-141-Leopoldov-Kľačany-(Lužianky-Nitra/Lužianky-Zlaté Moravce-Kozárovce)- jednokoľajná neelektrifikovaná, stanice v Leopoldove- západný okraj a Hlohovci- severne od obce, zastávky Leopoldov zastávka- severovýchodný okraj, Kľačany- výjazd z obce na hlavnú cestu.

3 Dostupnosť obcí TTSK

3.1 Časová a vzdialenostná dostupnosť obcí TTSK

Časovo najbližšie dostupné nám vyšli dve obce v Trnavskom okrese- Cífer a Šelpice. Sú to najbližšie obce k Trnave a zároveň taktový odchod ich spojov z Trnavy je krátko po celej hodine- do Cífera :04 a do Šelpíc :06, čo vyhovuje zadanému času spojenia- po 14:00. Oproti tomu boli znevýhodnené obce Križovany nad Dudváhom a Brestovany, ktoré síce majú stanice najbližšie k Trnave, ale taktový odchod smer Križovany nad Dudváhom je „:29“ a smer Brestovany „:58“, čím Brestovany doplatili na zvolený čas najskoršieho odchodu 14:00 a ako najkratšie spojenie im bolo nájdené spojenie cez Leopoldov, ktoré je však vzdialenostne dlhšie, treba prestupovať v Leopoldove a tým im vyšla komplexná aj časová dostupnosť veľmi slabá. Pritom Križovany nad Dudváhom aj Brestovany sú pomerne veľké obce, ktoré majú potenciál vzhľadom na relatívne dobrú polohu svojich staníc získať aj ďalších cestujúcich za predpokladu, že sa vlak bude viac vyplácať ako autobus, pričom vlak má pre žiakov a študentov aj konkurenčnú výhodu nulových nákladov na cestu. Na druhej strane, v Križovanoch nad Dudváhom je ešte jeden problém, a síce, že trať Trnava- Križovany nad Dudváhom- Sereď je jednokoľajná a v Križovanoch je aktuálne výluka dopravnej služby- to znamená nie je tam osoba poverená prestavovať výhybky, takže na tomto 15-kilometrovom úseku môže byť naraz len jeden vlak, čo značne komplikuje tvorbu grafikonov spolu s faktom, že táto trať má z pohľadu cestujúcich nadväzovať v Trnave na vlaky z Bratislavy do Leopoldova a ďalej a späť a zároveň v Galante nadväzovať na vlaky na trati Bratislava- Galanta- Šaľa- Nové Zámky- Štúrovo/Šurany- Zvolen- Banská Bystrica/Košice a späť, a záujmy obyvateľov medziľahlých obcí musia často ustúpiť spojovaciemu významu tejto trate. Ako absolútne najneskôr dostupné nám vyšli obce Dunajskostredského okresu s výnimkou Kvetoslavova, čo je spôsobené tým, že trať 131 na žitnom ostrove je preťažená, a v rámci čo najrýchlejšej prepravy osôb do obcí za Dunajskou Stredou vlaky REX vynechávajú tarifné body medzi Kvetoslavovom a Dunajskou Stredou, čím sú obyvatelia daných obcí odkázaní na vlaky jazdiace z Bratislavy Hlavnej stanice :35, čo znamená, že pri príchode osobného vlaku z Trnavy :51 tam cestujúci čaká 44 minút. Obce za Dunajskou Stredou sú zase z dôvodu vzdialenosti po železnici na príchod po 16:00, keďže ani pri pomerne krátkom prestupe na bratislavskej hlavnej stanici- 22 minút, nie je možné vzhľadom na infraštruktúru dôjsť do Dunajskej Stredy za týchto podmienok pred 16:00. Ako absolútne najhoršie časovo dostupná vyšla obec Dolný Štál, ktorá má železničnú stanicu veľmi vzdialenú od dediny, a preto ju viaceré vlaky, mimo iného aj REX, ktorý tvorí základné spojenie pre ostatné dediny za Dunajskou Stredou, neobsluhujú a je obslúžená až ďalším REXom s príchodom do Dolného Štálu 17:25. Zároveň je to aj jediná obec, do ktorej vychádza najskoršie spojenie z dvoch strán s rovnakým príchodom, ale vzhľadom na počet prestupov pri ceste cez Galantu, Nové Zámky a Komárno sme započítali alternatívu cez Bratislavu. Ako ďalšia skupina obcí s príchodom po 16:00 nám vyšla skupina obcí Madunice, Veľké Kostoľany a Drahovce(tarifný bod Drahovce zastávka). Je to spôsobené tým, že na tejto trati Bratislava- Žilina v úseku Leopoldov- Piešťany-(Nové Mesto nad Váhom) na zastávkach stojí len jeden vlak každým smerom- do Piešťan ráno okolo pol šiestej a do Leopoldova poobede okolo pol piatej. Na druhej strane, z vlastnej skúsenosti vieme, že obyvatelia týchto obcí svoje tarifné body takmer vôbec nepoužívajú vzhľadom na odľahlosť a dobré autobusové spojenie do Trnavy, Leopoldova aj Piešťan, kde sa dá na vlak prestúpiť. Okrem toho toto spojenie bolo nutné trasovať cez Piešťany.

Posledná takáto skupina je obec Kátov a mesto Skalica, kde tento príchod vyplynul takisto zo stavu infraštruktúry, kde ani pri takmer plnom využití času (odchod z Trnavy 14:06, ostré križovania a pomerne rýchly prestup len v Kútoch) sa nedá naplánovať za daných podmienok príchod výraznejšie pred 16:00.

3.2 Komplexná dostupnosť obcí TTSK

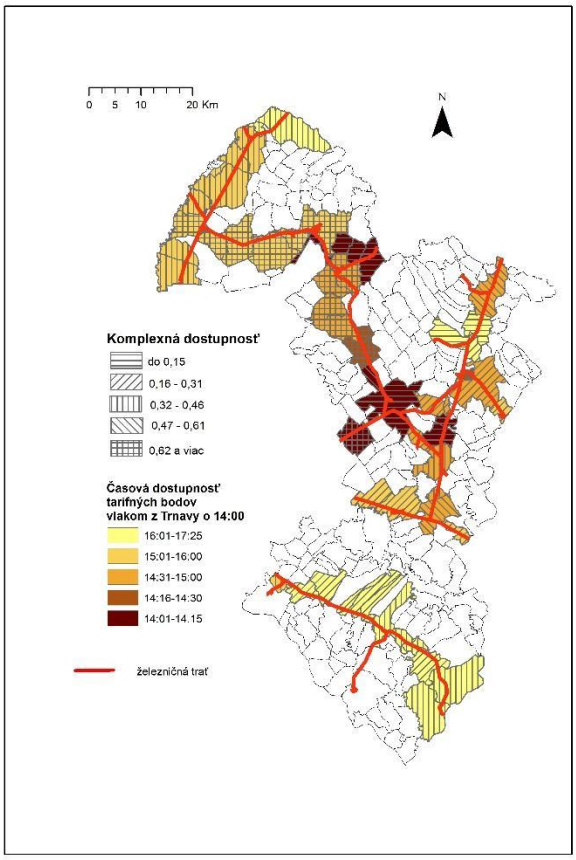
Ako najlepšie komplexne dostupné nám vyšli obce na trati do Kútov s výnimkou Hlbokého, kde už nezastavujú vlaky. Je to dané tým, že taktový odchod je tu :06, nie je potrebné prestupovať, je tu pomerne konštantná rýchlosť 60 km/h(resp. 1km/minútu) s krátkymi ostrými križovaniami v Smoleniciach a Senici. Vďaka tomu je tu pomerne konštantný záujem

ľudí o železnicu, ktorý je však rušený okrajovou polohou železničných staníc a zastávok bez

integrovaných prestupných uzlov s výnimkou Smoleníc a Kútov(dá sa pripustiť aj Cerová-Lieskové, Senica, Šajdíkove Humence a Borský Mikuláš, tie však nemajú podobu koncentrovaného obratiska prímestských liniek). Okrem toho tu s najlepšou komplexnou dostupnosťou v kraji vyčnieva Cífer, ktorý

má výraznú orientáciu na kombinovanú dopravu, pričom v smere do Trnavy a Bratislavy prevláda vlak a má hojne používané kvázi obratisko pri železničnej stanici, čím jej napriek jej okrajovej polohe zabezpečuje atraktivitu spoločne s atraktívnym cestovným časom, nezávislosťou od zápch a bezplatnou prepravou. Ako najhoršie komplexne dostupné nám vyšlo územie troch pri sebe ležiacich obcí Madunice, Veľké Kostoľany a Drahovce(tarifný bod Drahovce zastávka). Dôvody zlej časovej aj komplexnej dostupnosti tejto oblasti sme popísali vyššie.

Mapa1: Akcesibilita železničných tratí v TTSK



Záver

Zistili sme dostupnosť obcí Trnavského kraja vlakom v bežný pracovný deň o 14:00 hod. Vyšlo nám, že väčšina obcí kraja je pomerne dobre vlakom o tomto čase dostupná. Najlepšie výsledky bolo vidieť v obciach na trati do Kútov a v ostrovčekoch dobrej dostupnosti- Cífer a Leopoldov. S výnimkou trate Trnava- Piešťany možno o tomto kraji usúdiť, že vzdialenostná, časová a komplexná dostupnosť vlakmi priamo súvisia, pričom časová a vzdialenostná dostupnosť sú si priamo úmerné a komplexná dostupnosť závisí viac od stavu infraštruktúry a nastavenia cestovného poriadku.
Oproti iným krajom je na tom so železničnou dostupnosťou tento kraj z nášho pohľadu pomerne dobre a treba tento potenciál ďalej rozvíjať.

Použitá literatúra

[1] Horňák, M., Pšenka, T. (2013) Verejná doprava ako indikátor medzisídelných väzieb medzi mestami Slovenska. In Geografický časopis vol. 65, no. 2, s. 119-140

[2] Hejhalová, B. (2011) Kedy sa stanú integrované dopravné systémy osobnej dopravy na Slovensku realitou? In Doprava a spoje 8, s. 29-36

[3] Rodrigue, J.P., Comtois, C., Slack, B. (2009) The geography of transport systems. London, New York, (Routlege)

[4] Taaffe, E. J., Gauthier, H. L., O´Kelly, M. E. (1996) Geography of transportation. New Jersey (Prentice-Hall)

[5] Tolmáči, L. (2002) Dostupnosť miest Slovenska. Regionálnogeografické štúdie 1, s. 3-66

[6] Michniak, D. (2003) Dostupnosť okresných miest na Slovensku. In Geografický časopis, 55, s. 21-39

[7] Székely, V. (2004) Priame dopravné prepojenia okresných miest Slovenska. Prace Komisji Geographii Komunikacji Polskiego Towarzystwa Geograficznego, 10 s. 281-302

[8] Horňák, M. (2005) Priestorové rozdiely v dostupnosti siete pravidelnej diaľkovej osobnej dopravy na území Slovenska. In Svatoňová, H. ed. Geografické aspekty středoevropského prostoru. Geografie XVI. Brno, s. 211-221

[9] Kraft, S., Vančura, M. (2009) Dopravní systém České republiky: efektivita a prostorové dopady. Národospodářský obzor, 9, s. 21-33

[10] Seidenglanz, (2010) Transport relations among settlement centres in the eastern part of the Czech

Republic as a potential for polycentricity. In Acta Universitatis Carolinae Geographica, 45, s. 75-89
[11] Ivan, I. Boruta, T. (2010) Public transport in rural areas of the Czech Republic – case study of the Jeseník region. Moravian Geographical Reports 18(2), s. 9-22

[12] Horňák, M., Pšenka, T. (2010) Vzájomné dopravné prepojenie miest Slovenska verejnou dopravou IN Kvizda, M. Tomeš, Z. eds. Konkurence na evropských železnicích – ekonomické, právní a regionální faktory. Seminář Telč 2010 – recenzovaný sborník příspěvků, Brno (MU), s. 76-84

[13] Pucher, J., Buehler, R. (2005) Transport policy in post-communist Europe. In Hensher, D., Button, K. eds. Transport strategies, policies, and institutions. Oxford (Routlege), s. 725-743

[14] Murray, A. T. (2001) Strategic analysis of public transport coverage. In Socio-Economic Planning Sciences, 35, s. 175-188.

[15] Marada, M, Květoň, V., Vondráčková, P. (2010) Doprava a geografická organizace společnosti v česku, Praha (Česká geografická společnost)

[16] Chmelík, J. Květoň, V., Marada, M. (2010) Evaluation of competitiveness of rail transport on example of connection among regional capitals in Czechia. Národohospodářský obzor, 10, s. 5-20

[17] Taylor, Z. (2006) Railway closures to passenger traffic in Poland and their social consequences. Journal of Transport Geography, 14, s. 135-151

[18] Shen, Q. (1998) Location characteristics of inner-city neighbourhoods and employment accessibility of low-wage workers. *Environment and Planing B*, vol. 25. no. 3, s. 345-365.

[19] Michniak, D. (2010) Vplyv dostupnosti na rozvoj cestovného ruchu vo vybraných regiónoch na Slovensku. [online]. [cit. 2017-01-18]. Dostupné z : http://geografia.science.upjs.sk/images/geographia

[20] Stránka železničnej spoločnosti SR [Citované: 12. február 2018] http://www.slovakrail.sk./

[21] Stránka fanúšikov železníc SR [Citované: 21. február 2018] http://www.vlaky.net./

[22] Turistická mapa Slovenska dostupná na http://www.mapy.hiking.sk/

Tabuľka 1: Výpočty časovej a komplexnej dostupnosti obcí TTSK

čas najskoršieho príchodu pri vyrážaní z Trnavy o 14:00					
okres DS					
obec	čas	vzd	pres	čas (min)	kompl. dostup.
Kvetoslavov	15:37	71	1	97	0,366
Malá Paka	16:18	75	1	138	0,272
Veľká Paka	16:21	76	1	141	0,270
Lehnice	16:25	80	1	145	0,276
Michal na Ostrove	16:29	84	1	149	0,282
Orechová Potôň	16:32	87	1	152	0,286
Veľké Blahovo	16:36	90	1	156	0,288
Dunajská Streda	16.04	92	1	124	0,371
Kútniky	16:10	96	1	130	0,369
Dolný Bar	16:14	99	1	134	0,369
Dolný Štál	17:25	104	1	205	0,254
Okoč	16:26	111	1	146	0,380
Veľký Meder	16:31	115	1	151	0,381
okres GA					
Galanta	14:54	28	0	54	0,519
Gáň	14:49	22	0	49	0,449
Sereď	14:42	15	0	42	0,357
Topoľnica	15:01	34	1	61	0,279
Sládkovičovo	15:10	35	1	70	0,250
Pusté Úľany	15:15	41	1	75	0,273
Okres HC					
Hlohovec	14:35	22	1	35	0,314
Leopoldov	14:24	17	0	24	0,708
Madunice	16:37	49/21	1	157	0,156
Kľačany	15:03	29	1	63	0,230
okres PN					

obec					
Piešťany	14:37	22	0	37	0,595
Veľké Kostoľany	16:34	25/45	1	154	0,146
Drahovce	16:30	27/43	1	150	0,143
okres SE					
Senica	15:01	45	0	61	0,738
Cerová	14:45	34	0	45	0,756
Jablonica	14:48	36	0	48	0,750
Hlboké	-	-	-	-	-
Šajdíkove Humence	15:09	50	0	69	0,725
Borský Mikuláš	15:15	56	0	75	0,747
Šaštín-Stráže	15:20	60	0	80	0,750
Kuklov	15:25	66	0	85	0,776
Kúty	15:30	68	0	90	0,756
Osuské	-	-	-	-	-
Hradište pod Vrátnom	-	-	-	-	-
Sekule	15:45	75	1	105	0,357
Moravský Svätý Ján	15:48	77	1	108	0,356
okres SI					
Skalica	16:09	94	1	129	0,364
Brodské	15:40	72	1	100	0,360
Gbely	15:40	74	1	100	0,370
Kopčany	15:49	82	1	109	0,376
Holíč	15:54	87	1	114	0,382
Kátov	16:04	90	1	124	0,363
okres TT					
Šelpice	14:15	9	0	15	0,600
Boleráz	14:19	13	0	19	0,684
Bíňovce	14:27	19	0	27	0,704
Smolenice	14:31	22	0	31	0,710
Buková	14:35	25	0	35	0,714
Cífer	14:12	9	0	12	0,750
Brestovany	14:54	9/25	1	54	0,231
Križovany nad Dudváhom	14:	8	0	36	0,222

Zaujímavosti mestskej časti Nitra - Janíkovce

Attractions of the Nitra - Janíkovce town part

Jerguš Kováčik[1]
Školiteľ: Hilda Kramáreková[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]jergus.kovacik@student.ukf.sk; [2]hkramarekova@ukf.sk

Abstrakt
Jednou z trinástich mestských častí Nitry sú aj Janíkovce, ktoré sú najväčšou a najvýchodnejšou mestskou časťou. V súčasnosti sú aj jednou z najdynamickejšie sa rozvíjajúcich častí mesta z hľadiska počtu obyvateľov vďaka suburbanizačnému procesu.

Cieľom príspevku je zviditeľniť túto mestskú časť z hľadiska atraktivity pre cestovný ruch prostredníctvom jej zaujímavostí. Patrí k nim napr. miestny kostol, letisko, ranč či rôzne podujatia, ktoré sa každoročne organizujú. Zviditeľniť ich môže aj pripravovaná realizácia cyklotrás.

Metóda vysvetľujúceho opisu prepojená s terénnym výskumom a komunikáciou s predstaviteľmi výboru mestskej časti, resp. farnosti predstavuje pozoruhodnosti mestskej časti prostredníctvom mapy s priestorovým rozložením jednotlivých objektov či podujatí.
Kľúčové slová: kostol, letisko, ranč, podujatia, cykloturistika, cestovný ruch

Abstract
One of the thirteen town parts of Nitra is Janíkovce which is the largest and easternmost part of the town. At present, Janíkovce is also one of the most dynamic developing parts of the town in terms of population, thanks to suburbanization process.

The aim of the contribution is to make the town part of Janíkovce attractive for tourism by its tourist attractions. Here belongs, for instance, the local church, the airport, the ranch or several events that are organized annually. A preparing realization of cycle paths can be attractive, too.

A method of explanatory description linked together with field work and communication with the representatives of town part comittee, or the parish, present the attractions via a map along with the localization of particular objects or events.
Key Words: attractions, cycling, airport, tourism, Janikovce

Úvod

Mesto Nitra patrí k známym destináciám cestovného ruchu. Návštevníci navštevujú najmä mestské časti Staré mesto, Zobor, Dražovce a Chrenová (výstavný areál Agrokomplex). Ostatné mestské časti často zostávajú akoby bez povšimnutia, hoci majú čo ponúknuť. Takouto mestskou časťou sú aj Janíkovce, ktoré tradične priťahujú najmä nadšencov lietania vďaka miestnemu letisku. V súčasnosti však môžu byť zaujímavé aj pre záujemcov o jazdu na koni, či cykloturistov. Aj viaceré podujatia už presahujú rámec tejto mestskej časti. Cieľom príspevku je tak poskytnúť komplexné informácie o tejto mestskej časti vo vzťahu k zvýšeniu jej návštevnosti a k zlepšeniu propagácie jej atraktivít.

1 Prehľad literatúry a metodika práce

Pri tvorbe článku sme využívali viaceré printové a elektronické zdroje informácií o území.

Základné informácie o histórii a súčasnosti Janíkoviec sme čerpali z knižných publikácií Keresteša a kol. (2015)[1] a Tomastu (2012)[2]. Webové stránky Mestského úradu v Nitre [3, 7] nám poskytli údaje o jednak o mestskej časti ako takej ako aj členoch výboru tejto mestskej časti. Údaje o počte obyvateľov sme získali z Mestského úradu - z oddelenia evidencie obyvateľov a domov [8] prostredníctvom e-mailovej komunikácie.

Zo stránky Aeroklubu Nitra sme čerpali informácie týkajúce sa charakteristiky letiska a podujatí, ktoré sa na ňom organizujú, resp. sa budú organizovať [4,5]. Informácie o Ranči DD sme získali z ich oficiálnej stránky[6].

Niektoré obrázky sú čerpané z internetových zdrojov [9, 10].

Pri vypracovávaní témy bol dôležitý vlastný terénny výskum. Pomocou neho sme nielen overovali informácie z jednotlivých informačných zdrojov, ale získavali aj nové. Rozhovorom s regionálnym cyklokoordinátorom na Úrade Nitrianskeho samosprávneho kraja sme získali prehľad o plánovanom budovaní cyklotrás. Oslovili sme aj predsedu výboru mestskej časti (MČ) č. 7 – Chrenová,

Janíkovce a zistili sme od neho, aké udalosti sa budú v Janíkovciach počas roka organizovať.

Kartografická metóda patrí medzi tradičné metódy v geografických prácach. Pri tvorbe mapy sme využili geografický informačný systém ArcGIS 10.1. Uplatnenie systémovej metódy pozostávalo zo začlenenia informácií do kapitol a podkapitol v logickej štruktúre.

2 Výsledky a diskusia

2.1 Z historického vývoja MČ Janíkovce

Prvá písomná zmienka o obci je v „Zoborskej listine" z roku 1113, kde je zapísaná ako majetok benediktínskeho kláštora na Zobore pod názvom Emna. Táto listina bola potvrdená kráľom Kolomanom na základe „Zoborskej listiny" z roku 1111. Obec v ďalšej dobe poznáme cez listinu kráľa Bela IV., ktorý obec za zásluhy a pomoc daroval v roku 1248 nitrianskemu šľachticovi Jánovi. Neskôr sa majitelia menili, obec patrila nitrianskym a ostrihomským biskupom a ďalším majiteľom a nájomcom.

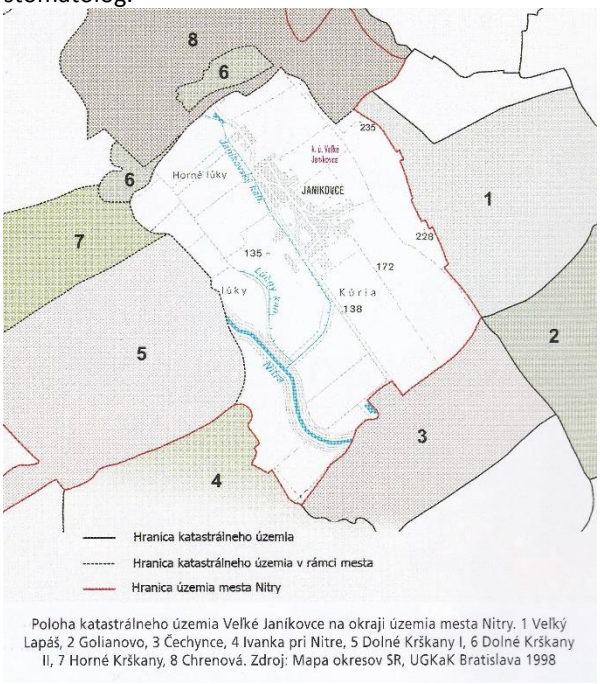
Dnešná MČ Janíkovce ako samotná obec Veľké Janíkovce existovala až do roku 1974, kedy bola administratívne začlenená do mesta Nitra ako jej mestská časť spolu s ďalšími obcami [1, 2].

2.2 Súčasnosť MČ Janíkovce

MČ Janíkovce ako jedna z trinástich mestských častí sa nachádza na juhovýchodnom okraji mesta Nitra, približne 4,8 km od historického centra mesta. Susedí s ďalšími 7 katastrálnymi územiami. Na severe hraničí s Chrenovou, na východe s Veľkým Lapášom, na juhovýchode s Čechyncami, na juhu s Ivankou pri Nitre, na juhozápade s územím Dolné Krškany I, na západe s Hornými Krškanmi a s katastrálnym územím Dolné Krškany II [1]. Užšie územné vzťahy Janíkoviec môžeme vidieť na obrázku 1.

Počet obyvateľov je 1899, z toho je 926 mužov a 973 žien (k 19.2.2018). Rozloha Janíkoviec je 18,52 km^2 (1852 ha), čím sú plošne najväčšou mestskou časťou.

Mestská časť Janíkovce patrí k VMČ č. 7 - Chrenová, Janíkovce. Výbor mestskej časti tvorí 7 poslancov mestského zastupiteľstva (tabuľka 1). Predsedom je Ing. Štefan Štefek, ktorý momentálne pracuje ako technicko-investičný riaditeľ v Západoslovenskej vodárenskej spoločnosti, a.s., podpredsedom je doc. Ing. Anton Kretter, PhD., ktorý pôsobí ako člen dozornej rady v Nitrianskej teplárenskej spoločnosti, a.s., tiež pracuje ako externý pracovník na Fakulte ekonomiky a manažmentu na SPU v Nitre a v Službyt-e Nitra, s.r.o. Podpredsedníčkou je aj PhDr. Anna Šmehilová, PhD., ktorá je živnostníčkou. MUDr. Daniel Hecht je stomatológ.



Poloha katastrálneho územia Veľké Janíkovce na okraji územia mesta Nitry. 1 Veľký Lapáš, 2 Golianovo, 3 Čechynce, 4 Ivanka pri Nitre, 5 Dolné Krškany I, 6 Dolné Krškany II, 7 Horné Krškany, 8 Chrenová. Zdroj: Mapa okresov SR, UGKaK Bratislava 1998

Obrázok 1 Poloha Janíkoviec
Zdroj: [1]

Ing. Peter Košťál, PhD. pracuje ako člen dozornej rady v Nitrianskej teplárenskej spoločnosti, a.s. a Ing. Ľubomír Moravčík je podnikateľ. Ing. Peter Oremus, PhD. je externým zamestnancom SPU v Nitre, bol konateľom a riaditeľom spoločnosti SAMSON COMPANY, s.r.o.. Z dôvodu svojej politickej aktivity je aktuálne projektovým manažérom. Okrem nich je vo VMČ ďalších 8 členov z radov občanov.

Predseda:	Ing. Štefan Štefek
Podpredseda:	Doc. Ing. Anton Kretter, PhD.
Podpredsedníčka:	PhDr. Anna Šmehilová, PhD.
Členovia:	MUDr. Daniel Hecht
	Ing. Peter Košťál, PhD.
	Ing. Ľubomír Moravčík
	Ing. Peter Oremus, PhD.

Tabuľka 1 – Personálne zloženie VMČ č. 7 - Chrenová, Janíkovce
Zdroj: [3]

Úlohou výboru mestskej časti je reprezentovanie záujmov obyvateľov mestskej časti a podieľanie sa na samospráve mesta. Hlavným poslaním výboru je

spoločné prerokovávanie dôležitých otázok a úloh a ich vzájomný styk s obyvateľmi príslušnej mestskej časti.

2.3 Zaujímavosti MČ Janíkovce

Medzi naj... zaujímavosti (obrázok 2) patrí Kostol sv. Petra a Pavla, Ranč DD, Letisko Nitra, podujatia a budovanie cyklotrás.

Kostol sv. Petra a Pavla

Tento celý neskoro renesančný objekt vznikol v r. 1715. Je to jednoloďový objekt s priečnou loďou a predstavanou vežou. Vďaka zachovalej kronike je zdokladovaný vývoj kostola od r.1700. V r.1714 bol obohnaný múrom a vo vnútornom priestore bola možnosť pochovávať mŕtvych, významnejší občania boli pochovaní do krypty pod kostolom. Okolo r.1744 bol kostol rozšírený a pristavená veža. Pochovávanie v rámci obvodového múru kostola bolo zrušené od r.1769. V r.1814 kostol zničil požiar, následne bol znovu postavený a z vďaky postavená aj socha sv. Floriána. V rokoch 1970-71 pristavená lurdská jaskyňa a kríž v areáli kostola. V interiéri kostola ja umiestnená vzácna strieborná monštrancia a pozlátený kalich, ako dar od panovníčky Márie Terézie. Celá farnosť v Janíkovciach bola zriadená pravdepodobne v r.1397 v zmysle štatútu Ostrihomskej kapituly [7] (obrázok 3).

Obrázok 3 Kostol sv. Petra a Pavla
Zdroj: [7]

V areáli kostola sa taktiež nachádza socha sv. Jána Nepomuckého (obrázok 4) a socha sv. Floriána (obrázok 5).

Dňa 30. 6. 1995 do Janíkoviec na letisko zavítal aj sv. Otec Ján Pavol II., ktorý navštívil aj kostol sv. Petra a Pavla. Na jeho počesť bola v kostole umiestnená pamätná tabuľa (obrázok 6) a na letisku sa nachádza pamätný kameň (obrázok 7). Konštrukcia časti tribúny z tohto obdobia sa nachádza v mestskej časti Diely.

Obrázok 4 Socha sv. Jána Nepomuckého (vľavo)
Obrázok 5 Socha sv. Floriána (vpravo)
Zdroj: [10]

Obrázok 6 Pamätná tabuľa návštevy pápeža Jána Pavla II. v roku 1995 v interiéri kostola
Zdroj: [9]

Obrázok 7 Pamätný kameň návštevy pápeža Jána Pavla II. v roku 1995 na letisku
Zdroj: [1]

Letisko Nitra - Janíkovce

Miestne letisko (obrázok 8) je medzinárodným letiskom, ktoré leží približne 3 km južne od mesta Nitra. Letisko má nadmorskú výšku 135 m n. m. a k dispozícii trávnatú vzletovú a pristávaciu dráhu orientovanú v smere 150/330 stupňov. Dráha je dlhá cca 1200 m a je uspôsobená pre prevádzku lietadiel do maximálnej vzletovej hmotnosti až 5 600 kg.

Letisko, ktoré poskytuje službu colnej a pasovej kontroly pre medzinárodné prílety po objednaní vopred, je prevádzkované Aeroklubom Nitra. Okrem klubu tu pôsobia dve spoločnosti: AeroSlovakia, a.s. (letecké práce) a Aeropro, s.r.o. (výrobca ultraľahkých lietadiel Eurofox).

Je veľkým lákadlom pre pilotov alebo aj bežných občanov aj vďaka jeho pestrej ponuke podujatí (obrázok 9) počas roka [4]. Tieto podujatia sa nachádzajú na aeroklubovej stránke [5] v sekcii Podujatia. K najväčším lákadlom patrí kurz pilota vetroňov, ktorý sa otvára každoročne v januári.

Veľké potešenie môžu zažiť nadšenci letectva počas Veľkej noci, kedy sa na letisku uskutočňuje PribinaCup, medzinárodná súťaž v bezmotorovom lietaní. V tom období navštívi Janíkovce i Nitru nielen mnoho pilotov s ich rodinami, ale aj bežní návštevníci, nielen z radov obyvateľov Nitry.

V AeroSlovakia, a.s. si príde na svoje každý fanúšik letectva, pretože sa tam nachádza aviatické múzeum prevažne ruskej výroby (prevažne stíhačky a vrtuľníky).

Obrázok 9 Podujatia letiska v MČ Janíkovce
Zdroj: [5]

Dňa 10.9.2016 sa na letisku konal letecký deň s medzinárodnou účasťou a počtom cca 5 000 domácich i zahraničných návštevníkov.

Obrázok 8 Letisko Nitra
Zdroj: [4]

Cykloturistika

V roku 2018 by mala byť vybudovaná Ponitrianska cyklomagistrála – I. etapa (úsek Dolné Krškany – Čechynce) na korune pravostrannej ochrannej hrádze rieky Nitra v úseku Dolné Krškany – Čechynce úpravou koruny ochrannej hrádze.

Ďalšou pripravovanou etapou budovania cyklotrás je projekt Cyklistický chodník Nitra – Vráble III. etapa. Východiskovou situáciou pre tento projekt je nedostatočná infraštruktúra pre cyklodopravu na území Nitrianskeho kraja, konkrétne dopravné prepojenie medzi mestami Nitra a Vráble. Úsek cesty Nitra - Janíkovce, Čechynce, Malý Cetín, Veľký Cetín, Paňa, Dyčka – Vráble je využívaný aj cyklistami, ktorí sú ohrozenými účastníkmi cestnej premávky vzhľadom na hustú automobilovú dopravu. Z hľadiska nosnej účelovej funkcie ide o cyklodopravnú regionálnu trasu, ktorá bude zabezpečovať dochádzkovú trasu za prácou, vyššou občianskou vybavenosťou a do školy. Táto trasa umožní cyklistické dopravné spojenie obcí Paňa, Golianovo, Čechynce, Malý Cetín, Veľký Cetín, Dyčka s priemyselnými parkami Vráble a priemyselnými parkami v Nitre. V budúcnosti je perspektíva pripojenia ďalších priľahlých obcí. Predpokladaný začiatok výstavby je máj/jún 2018 až koniec roka 2019.

Ranč DD

Tento najstarší westernový ranč na Slovensku je zameraný na westernové, dištančné, turistické jazdenie a western show (obrázok 10). Venuje sa tiež výchove mladých jazdcov a ich zdokonaľovaniu sa v menovaných športoch.

Obrázok 10 Ranč DD
Zdroj: [6]

Zárukou dobrých výsledkov ranču je tréner Ing. Viliam Dudáš, ktorý je jedným zo zakladateľov – priekopníkov – westernového a turistického jazdenia v ČSFR a SR na začiatku 80-tych rokov 20. storočia. Ing. Dudáš je majstrom vo westernovom jazdení, viacnásobným majstrom ČSFR a SR v dištančnom jazdení. V roku 2005 si zopakoval svoj „comeback“, keď z troch štartov v dištančnom jazdení trikrát zvíťazil, a tým potvrdil svoje nestarnúce kvality. Ranč DD taktiež ponúka prenájom plochy, ustajnenie koní, jazdecké výcviky a kurz učiteľa jazdy [6].

Organizované podujatia

Ponuku zaujímavostí MČ Janíkovce rozširujú aj organizované podujatia:

- Dňa 10.2. sa v Kultúrno-spoločenskom centre uskutočnila Fašiangová slávnosť v prítomnosti VMČ, Miestneho odboru Matice Slovenskej a Jednoty dôchodcov Slovenska.
- SHMÚ bude ako každý rok usporiadať Deň otvorených dverí. Organizuje sa z toho dôvodu, že sa na letisku nachádza klimatologická/meteorologická stanica. Toto podujatie sa bude konať v priestoroch AeroSlovakia a.s. a uskutoční sa 24. marca 2018 od 10:00 do 15:00.
- 12.5. sa uskutoční Púť k dubu - ku Kaplnke Fatimskej Panny Márie spolu so svätou omšou (obrázok 11, obrázok 12).
- 25.8. sa uskutoční Janíkovský Ohnivák, už tradičná súťaž vo varení gulášu, ktorý sa bude konať na Janíkovskom futbalovom štadióne.
- V decembri 2018 je plánovaná Janíkovská zabíjačka.

Obrázok 11 Púť k dubu - ku Kaplnke Fatimskej Panny Márie
Zdroj: archív Ing. Štefana Štefeka

Obrázok 12 Púť k dubu - ku Kaplnke Fatimskej Panny Márie
Zdroj: archív Ing. Štefana Štefeka

Záver

Cieľom tohto príspevku bolo viac zviditeľniť MČ Janíkovce, pretože ponúka mnoho zaujímavostí.

Podľa aktuálnych informácií týkajúcich sa budovania cyklotrás môžeme skonštatovať, že ich vybudovanie bude zrealizované počas najbližších dvoch rokov, čím sa predpokladá ďalšie zvýšenie záujmu aj o túto mestskú časť.

Najvýznamnejšou atraktivitou MČ Janíkovce je však bezosporu letisko, ktoré organizuje mnoho podujatí či už pre pilotov alebo leteckých nadšencov. Deň otvorených dverí na miestnej meteorologickej stanici tiež láka množstvo ľudí a žiakov zo škôl.

K populárnym podujatiam patria aj Púť k dubu - ku Kaplnke Fatimskej Panny Márie a Janíkovský ohnivák.

MČ Janíkovce ponúka veľa možností trávenia voľného času a tým môže prispieť aj ďalšiemu rozšíreniu ponuky cestovného ruchu v meste Nitra.

Poďakovanie

Poďakovanie za odbornú pomoc pri písaní práce, za rady, pripomienky a v neposlednom rade aj za trpezlivosť patrí RNDr. Hilde Kramárekovej, PhD.

Použitá literatúra

[1] KERESTEŠ, P. a kol. (2015). Dejiny Janíkoviec od najstarších čias až po súčasnosť. Nitra: EN ARS, s.r.o., 2015. 328 s. ISBN 978-80-970612-7-2

[2] TOMASTA, J. (2012). Janíkovce 900 rokov. Nitra: Garmond, 2012. ISBN 978-80-89148-87-5

[3] Mesto Nitra [Citované: 17.február 2018] https://www.nitra.sk/zobraz/obsah/13374

[4] Letisko Nitra [Citované: 18.február 2018] http://www.airportnitra.sk/web1/sk/content/charakteristika

[5] Podujatia letiska Nitra [Citované: 18.február 2018] http://www.airportnitra.sk/sk/index.html

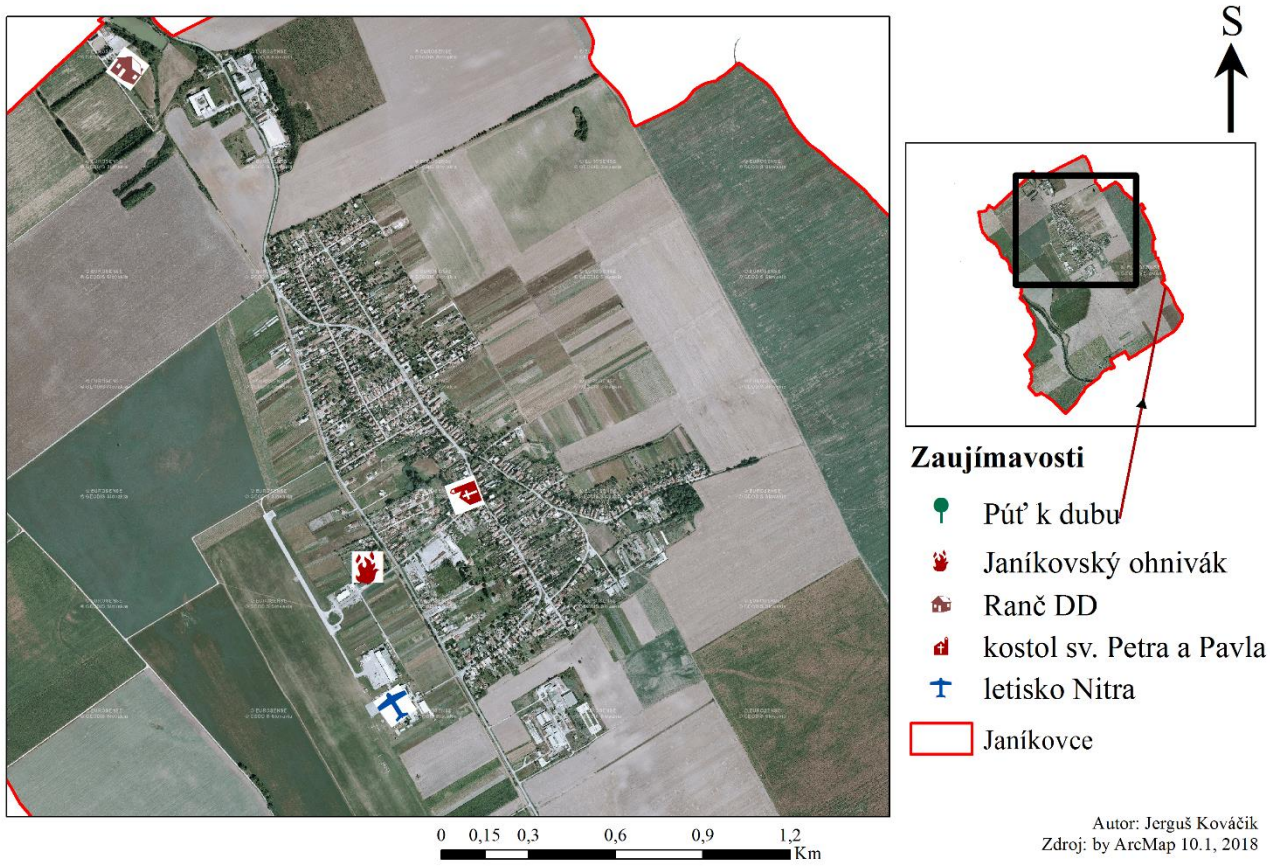
[6] Ranč DD – O nás [Citované: 17.február 2018] http://www.rancdd.com/

[7] Vitajte v Nitre [Citované: 20.február 2018] https://www.nitra.sk/zobraz/obsah/13537

[8] Referát evidencie obyvateľstva a domov [Emailová komunikácia: 18.február2018] kontakt: https://www.nitra.sk/zobraz/sekciu/odbor-sluzieb-uradu-10377#RefEvidObyvADomov

[9] Pamätná tabuľa [Citované: 16. marec 2018] https://goo.gl/maps/ksZPECNa2Cx

[10] Janíkovce [Citované: 17. marec 2018] http://www.mistopis.eu/evropa/slovensko/nitransko/janikovce.htm



Obrázok 2 Zaujímavosti MČ Janíkovce
Zdroj: ArcMap 10.1

Morfometrická analýza a morfodynamické procesy vo vybranej časti Malej Fatry

Morphometric Analysis and Morphodynamic Processes in the Selected Part of Malá Fatra Mts.

Veronika Máliková[1]
Školiteľ: Martin Boltižiar[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] veronika.malikova@student.ukf.sk, [2]mboltiziar@ukf.sk

Abstrakt
Georeliéf prostredníctvom svojich morfometrických charakteristík výrazne ovplyvňuje priestorovú diferenciáciu celej škály procesov, či už prírodného alebo antropogénneho charakteru. Fyzickogeografické a morfometrické danosti Malej Fatry predurčujú toto pohorie pre vznik a pôsobenie širokého spektra morfodynamických procesov. Prezentovaný príspevok sa zaoberá štatisticko-priestorovou analýzou reliéfu vybranej časti Malej Fatry s cieľom poskytnúť komplexné informácie o jeho vlastnostiach s dôrazom na vybrané morfometrické parametre, ako aj súčasné reliéfotvorné procesy, ktoré toto pohorie formujú. Príspevok podáva informácie o fyzickogeografických pomeroch a obsahuje komplexnú analýzu dynamiky a priestorovej diferenciácie morfodynamických procesov typických pre toto územie, v kontexte vplyvu morfometrických parametrov reliéfu na ich priestorové rozloženie. Príspevok vychádza z teoretických poznatkov, zo štatisticko-priestorovej analýzy a z výsledkov terénneho výskumu. Osobitný zreteľ je venovaný detailnejšej analýze časti Vrátnej doliny. Súčasťou príspevku sú mapové výstupy a fotodokumentácia.

Kľúčové slová: morfometrická analýza, morfodynamické procesy, Malá Fatra , Vrátna dolina

Abstract
Through its morphometric characteristics, the relief greatly affects the spatial differentiation of the full range of processes, either natural or anthropogenic. Physical and morphometric conditions of a mountain range Mala Fatra predetermine it for the establishment and support of a wide range of morphodynamic processes. The thesis deals with statistical and spatial relief analysis of a selected part of Mala Fatra in order to provide comprehensive information on its characteristics, focusing on selected morphometric parameters and current processes of relief formation that shape this mountain range. The article provides information on the physical and geographical measurements and contains a comprehensive analysis of the dynamics and spatial differentiation of typical for this area morphodynamic processes in the context of the impact of morphometric parameters of relief on their spatial distribution. The article is based on theoretical knowledge of statistical and spatial analysis and on the results of field research. Special consideration is given to the detailed analysis of parts of the Vrátna (valley). The parts of the article are mapping outlets and photo documentation.

Key Words: morphometric analysis, morphodynamic processes, Mountain range Malá Fatra , Vrátna (valley)

Úvod

Georieliéf je predmetom záujmu človeka z rôznych hľadísk a z mnohých oblastí jeho činnosti. Intenzívne sa skúma v mnohých geovedných disciplínach, avšak najširším hľadiskom, z ktorého sa reliéf študuje, je hľadisko geografické. V ňom sa georeliéf chápe ako súčasť geografickej krajinnej sféry, a preto sa skúma komplexne. Z geografického hľadiska je georeliéf nielen výslednicou endogénnych a exogénnych síl, ale zároveň sám tieto procesy ovplyvňuje spätne, a to prostredníctvom množiny jeho morfometrických parametrov definovaných v každom ľubovoľnom bode georeliéfu. Platí to najmä pre procesy spôsobené exogénnymi silami. Preto je georeliéf aj jedným zo základných diferenciačných faktorov v krajine, ktorý sa podieľa na jej priestorovej diferenciácii do jednotlivých celkov na rôznych hierarchických úrovniach [1] .

Malá Fatra ako zložitý krajinný systém, ktorý sa mení v priestore a čase vytvára najmä svojimi fyzickogeografickými danosťami podmienky pre rozsiahlu priestorovú diferenciáciu reliéfotvorných

procesov s rôznym stupňom intenzity a prejavu, ktoré sú determinované morfometrickými vlastnosťami georeliéfu. V dôsledku tejto súvislosti vznikajú na povrchu zemskej kôry tvary, ktoré sú odrazom vzťahu medzi geometrickými a genetickými formami georeliéfu.

Cieľom príspevku je poskytnúť komplexné informácie o reliéfe vybranej časti Malej Fatry s dôrazom na vybrané morfometrické parametre, ako aj súčasné reliéfotvorné procesy, ktoré toto pohorie formujú, v kontexte vplyvu morfometrických vlastností reliéfu na ich priestorovú diferenciáciu.

1 Metodika

Pre získanie a následne spracovanie údajov a vyhodnotenie výsledkov sme použili vybrané metódy a postupy, ktoré sa skladali zo štúdia informačných zdrojov, terénneho výskumu, metódy vysvetľujúceho opisu, štatisticko-matematickej metódy, kartografickej a systémovej metódy [2].

Základ tvorila metóda ***štúdia informačných zdrojov***, ktorá sa v prvom rade odrazí na kvalite, teda na obsahovej i štylistickej stránke. Pri zbere informácií sme čerpali z odbornej literatúry, ktorú sme vyhľadávali predovšetkým v knižniciach. Knižnú odbornú literatúru sme dopĺňali elektronicky dostupnou literatúrou ako aj mapovými interpretáciami v analógovej a elektronickej podobe.

Ťažiskom práce bol ***vlastný terénny výskum***, ktorý sme vykonávali systematicky v období od 6/2016 – 4/2017 na základe vhodných poveternostných podmienok. Interval pre vstup do územia tvoril mesiac. Rekognoskáciou terénu sme overovali informácie z nadobudnutej a preštudovanej literatúry, pričom sme sa zameriavali aj na získanie nových poznatkov o záujmovom území pre spracovanie predmetných analýz. Zachytené morfogenetické a morfoskulptúrne javy sme interpretovali do mapy lokalizácie záujmového územia v mierke 1:15 000. Prednosťou terénneho výskumu bolo aj vyhotovenie bohatej fotodokumentácie.

Pri spracovaní a interpretácii získaných informácií prostredníctvom predošlých metód sme použili ***metódu vysvetľujúceho opisu***. Umožnila nám spracovanie nadobudnutých poznatkov z literatúry a terénneho výskumu do jednotlivých kapitol a podkapitol, pričom sa zachovala vysvetľujúca podstata dôležitých skutočností z odbornej literatúry.

Kvantitatívnemu spracovaniu nadobudnutých poznatkov predchádzala ***štatisticko-matematická metóda***, ktorá nám umožnila efektívne vyhodnocovanie číselných údajov zo štatisticko-priestorovej analýzy vo forme tabuliek a grafov pre celkové sprehľadnenie.

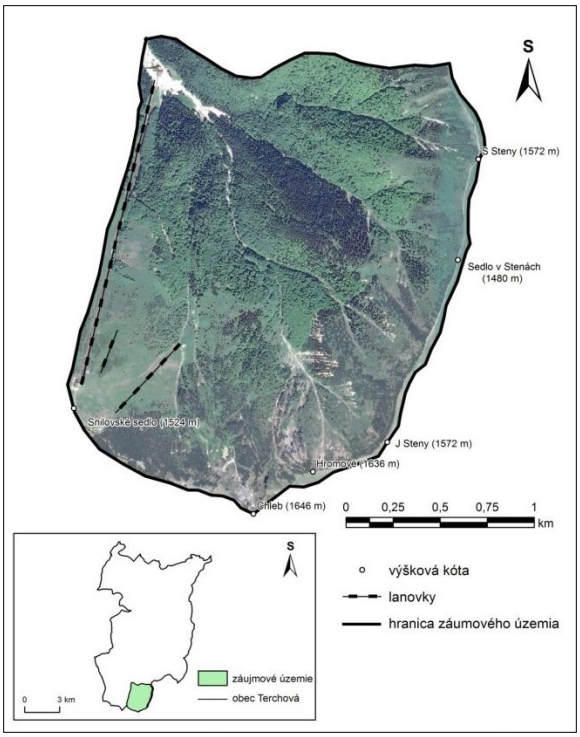
Prostredníctvom ***kartografickej metódy*** sme zhotovili mapy modelového územia v jednotnej mierke 1:15 000 v zmysle lokalizácie, morfometrických ukazovateľov reliéfu a priestorovej diferenciácie morfodynamických procesov. Adekvátnym bolo najmä využitie metódy bodových, líniových a areálových znakov, ktoré sme vytvárali v prostredí geografického informačného systému ArcGIS 10.2. Pre tvorbu mapy lokalizácie záujmového územia sme použili skladanú ortofotosnímku [6]. Mapy morfometrických ukazovateľov reliéfu nám umožnil spracovať digitálny model reliéfu (DMR) s rozlíšením 10 m a morfogenetické mapy vybraných procesov sme vypracovali prevažne na základe terénneho výskumu.

Celkový charakter a usporiadanie určovala ***systémová metóda***, pomocou ktorej sme logicky usporiadali zozbierané spracované poznatky.

2 Záujmové územie

Malá Fatra je jadrové pohorie situované na severe Slovenska medzi Žilinskou a Turčianskou kotlinou. Na juhozápade hraničí so Strážovskými vrchmi a na severovýchode v údolí Oravy s Chočskými vrchmi. Strečnianskou tiesňavou je rozdelená na južnú - lúčanskú časť, a severnú - krivánsku časť [3].

Záujmové územie je súčasťou Krivánskej časti Malej Fatry. Z hľadiska geomorfologického členenia patrí do Alpsko-himalájskej sústavy, podsústavy Karpaty, provincie Západné Karpaty, subprovincie Vnútorné Západné Karpaty. Je súčasťou Fatransko-tatranskej oblasti a geomorfologického celku Malá Fatra [4]. Z hľadiska územno-správneho členenia sa nachádza v Žilinskom kraji, okres Žilina, obec Terchová v závere doliny Vrátna (Mapa 1), ktorá v tejto oblasti vytvára široké, silne sklonené vejáre (30° – 40° a viac), často rozčlenené lavinóznymi ryhami zbiehajúcimi z ústredného hrebeňa [5]. Zo severu zasahuje do územia časť cestnej komunikácie a technickej infraštruktúry v podobe dolnej stanice kabínkovej lanovky (740 m n. m.). Z tejto časti smerom na juhozápad územie lemuje takmer identicky trať kabínkovej lanovky do sedla Snilov (1 524 m n. m.). Odtiaľ južnou až juhovýchodnou hranicou záujmového územia prechádza samotný ústredný hrebeň vrátane príslušných vrcholov (Chleb, Hromové, Steny) a sediel (Snilovské sedlo, Sedlo v Stenách). Rozloha záujmového územia je 402 ha.



Mapa 1 Lokalizácia záujmového územia
Zdroj: [6]

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú najmä granitoidy, ílovité a slienité bridlice, slieňovce, ale i vápence guttensteinského typu a rádiolarity. Reliéf sa vyznačuje veľkou pestrosťou povrchových tvarov, ktorú spôsobuje striedanie rozlične odolných hornín so svojráznym zvetrávaním. Z javov patriacich k ľadovcovej modelácii sa v literatúre uvádzajú malé kolty v severnej expozícii pod Chlebom. Prevažná časť územia patrí do miernej chladnej oblasti s priemernou ročnou teplotou 3° – 6°, pričom celkový vývoj klimatických podmienok určuje hlavný hrebeň. Nad celou oblasťou prevláda v priebehu roka cyklonálny charakter, kedy spadne 90 % všetkých zrážok v roku. Územie spadá do povodia Váhu a odvodňuje ho sústava horských riečok a potokov, ktoré majú bystrinný charakter. Hlavným zdrojom vodnosti sú dažďové a snehové zrážky, a z časti aj podzemná voda. Pôdne typy tvoria litozem, ranker, rendzina, podzol, kambizem a v okolí potokov i fluvizem. Medzi typicky sa vyskytujúcu vegetáciu patrí najmä kosodrevina, smrek obyčajný, buk lesný, javor horský, jarabina vtáčia, brusnica čučoriedková, ostrica biela, psica tuhá, papraď samčia a i. Zo živočíchov tu môžeme nájsť rôzne druhy hmyzu (jasoň červenooký, fuzáč smrekový, bežec snežný), cicavcov (hrabáč podzemný, medveď hnedý, jeleň obyčajný), vtákov (sokol myšiar, výr skalný) a pod.

Skúmané územie je súčasťou Národného parku Malá Fatra, ako aj sústavy chránených území európskeho významu NATURA 2000 (Chránené vtáčie územie Malá Fatra). Časť územia zasahuje aj do NPR Chleb, pričom v tejto oblasti platí 5. stupeň ochrany prírody.

Dôvod výberu záujmového územia bola skutočnosť, že ide o najatraktívnejšiu časť pohoria s rozmanitou fyzickogeografickou a morfometrickou charakteristikou, kde sa sústreďuje veľké množstvo reliéfotvorných procesov na relatívne malej ploche. Vedľajšiu úlohu zohrávala aj dobrá dopravná dostupnosť, vďaka čomu sme sa mohli častejšie venovať terénnemu výskumu. Zaujal nás taktiež rastúci vplyv antropogénneho faktora na priestorovú štruktúru, či náchylnosť územia na murové prúdy a lavínovú aktivitu.

3 Výsledky a diskusia

Vďaka metódam, ktoré sme použili pre získanie a spracovanie údajov sme nadobudli informácie o morfometrických parametroch reliéfu a prebiehajúcich morfodynamických procesoch v záujmovom území, čím sme získali komplexné poznatky o reliéfe v skúmanej oblasti.

3.1 Morfometrická analýza

Na charakteristiku zložitej plochy, akou je i georeliéf, sa popri kvalitatívnych (morfografických) termínoch používajú i kvantitatívne (morfometrické) parametre, ktorých hodnotu možno vyjadriť priestorovými mierami a z nich odvodenými parametrami (ako je výška, dĺžka, šírka, plocha, sklon, krivosť a pod.) [7].

V rámci morfometrických parametrov sme analyzovali nadmorskú výšku, sklonitosť, orientáciu, horizontálnu a vertikálnu krivosť reliéfu, z dôvodu úzkej nadväznosti na priebeh morfodynamických procesov.

Z hľadiska ***nadmorskej výšky*** (Mapa 2) je relatívny výškový rozdiel nášho záujmového územia ±1 000 m. Z výsledkov priestorovo-štatistickej analýzy v prostredí GIS vyplýva, že najviac sú zastúpené výškové stupne 1 400 – 1 500 m n. m. (16,7 %). Významné je ešte plošné zastúpenie výškového rozpätia 1 300 – 1 400 m n. m. (15,6 %) a 1 200 – 1 300 m n. m. (15,0 %). Naopak najmenšiu plochu zaberá výškový stupeň 1 600 – 1 700 m n. m. (2,0 %).

Priemerná hodnota ***sklonitosti*** (Mapa 3) vo zvolenom území je 29,9°, pričom najväčší sklon

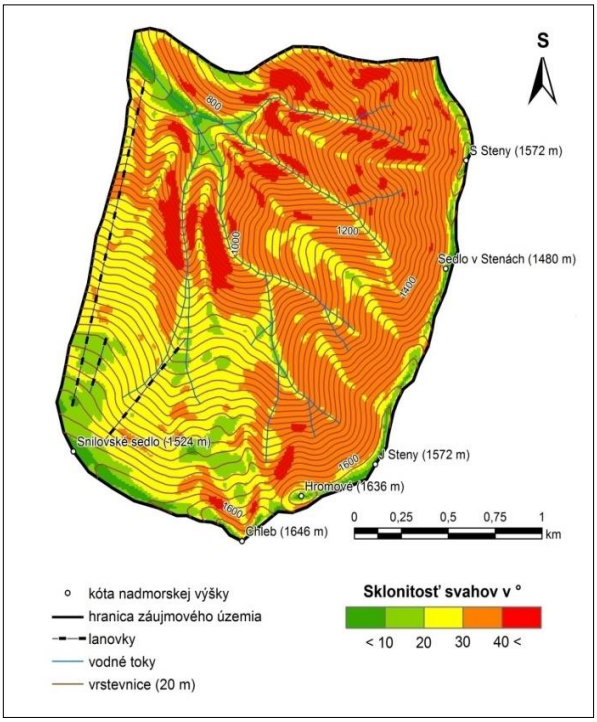
územia je 52,6° a najmenší 0,03°. Najväčšiu časť zaberajú svahy so sklonom 30° – 40° s plochou 1 978 m^2 (49,1 %). Tie reprezentujú skalné steny či niektoré prudšie spády. Napokon najmenšiu časť územia zaberajú svahy so sklonom menej ako 10° s výmerou 95,0 m^2 (2,4 %), ktoré tvoria sedlá, turistické chodníky a dolinovú časť.

V skúmanom území zaberajú najväčšiu plochu svahy s ***orientáciou*** (Mapa 4) na severozápad o výmere 1 315,5 m^2 (32,7 %), pričom značná je aj rozloha západne orientovaných svahov, ktorých výmera je 818,6 m^2 (20,3 %). Tretiu najväčšiu rozlohu majú severozápadné svahy s plochou 757,1 m^2 (18,8 %). Najmenšiu časť zaberajú juhovýchodné svahy s rozlohou len 14,0 m^2 (0,3 %).

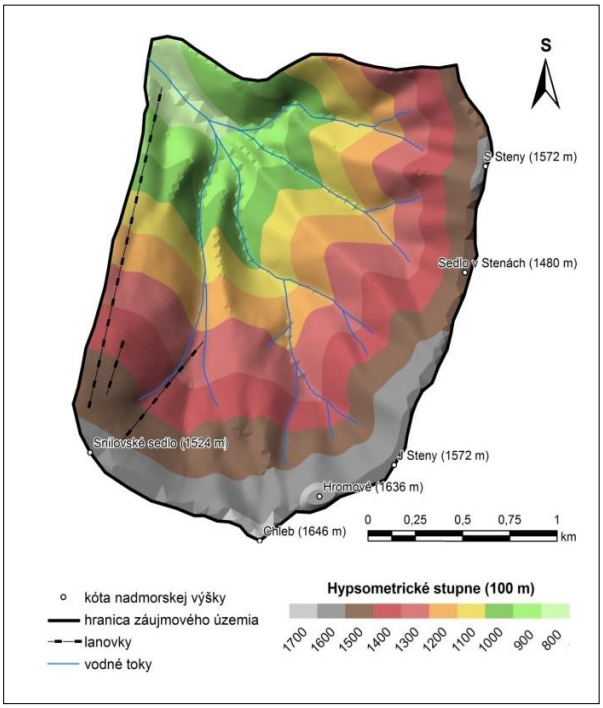
Horizontálnu krivosť (Mapa 5) reliéfu reprezentujú najviac lineárne tvary o výmere 2 581,0 m^2 (64,1 %). Konkávne tvary, ktorými sú najmä doliny, žľaby a depresné formy zaberajú plochu 447,4 m^2 (11,1 %). Konvexné tvary, pod ktorými rozumieme predovšetkým chrbáty, hrebene a elevačné formy tvoria 999,6 m^2 (24,8 %).

Najväčšiu časť v rámci ***vertikálnej krivosti*** reliéfu lineárne predstavujú tvary s plochou 3 109,6 m^2, čo je až 77,2 % z celkovej rozlohy územia. Konvexné tvary majú rozlohu 675,9 m^2 (16,8 %). Najmenej zastúpené sú konkávne tvary s plochou len 242,5 m^2 (6,0 %).

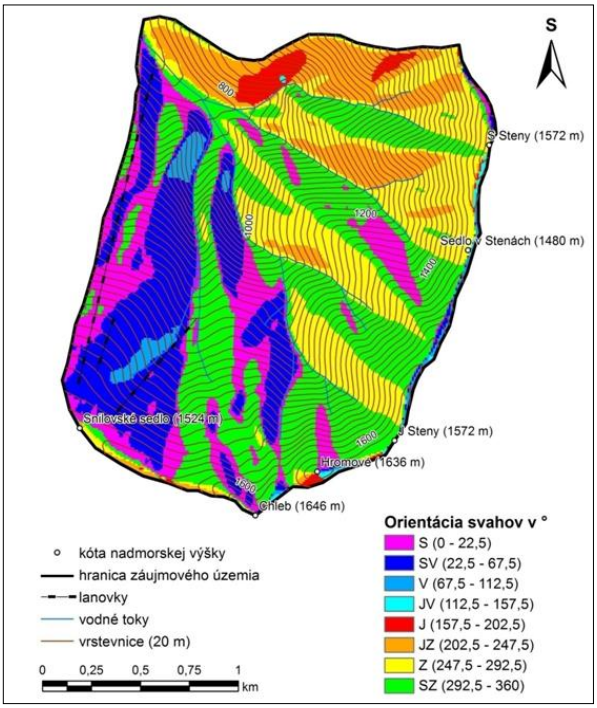
Morfometrické mapy sú zobrazované izohypsami a výškovými kótami, pričom ich radíme medzi tzv. „dielčie geomorfologické mapy“.



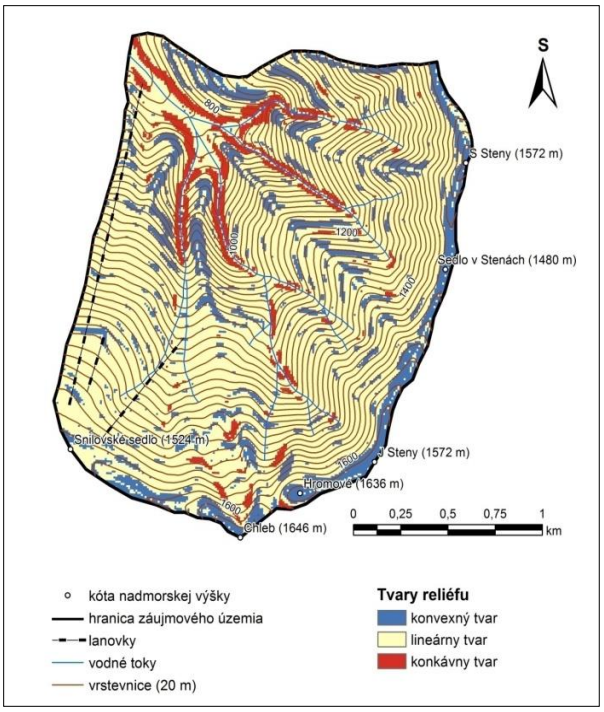
Mapa 3 Sklonitostné pomery záujmového územia



Mapa 2 Výškové pomery záujmového územia



Mapa 4 Orientačné pomery záujmového územia



Mapa 5 Horizontálna krivosť záujmového územia

3.2 Morfodynamické procesy

Geomorfologické, resp. morfodynamické procesy tvoria dynamickú kategóriu, ktorá sa v dôsledku pôsobenia zemskej gravitácie, vnútornej nestability litosféry a zmien odohrávajúcich v tzv. vonkajších geosférach (atmosfére, hydrosfére, biosfére atď.) podieľa na neustálych zmenách tvarov zemského povrchu [8].

Intenzita týchto procesov závisí od morfometrických parametrov reliéfu, pričom materiál pre jednotlivé geomorfologické procesy poskytuje zvetrávanie [9].

Medzi exogénne geomorfologické procesy odohrávajúce sa v skúmanom území patria vodné, gravitačné, eolické (veterné), nivačné, zoogénne a antropogénne procesy, pričom v rámci nich ešte klasifikujeme samostatné podkategórie procesov.

Pre ***vodné procesy*** je typická aktívna stružková a výmoľová erózia, ktorá sa vyskytuje v záujmovom území na exponovanom hlavnom hrebeni s mrazovým zvetrávaním skál, najmä však v depresných častiach svahov v zmysle žľabov, sediel (Snilovské sedlo, Sedlo za Hromovým, Sedlo v Stenách), rýh a úšustov, kde sa sústreďuje vo zvýšenej miere povrchový odtok. Povrch menovaných foriem je z veľkej časti bez akejkoľvek vegetácie. Priestor medzi hojným skeletom na povrchu vypĺňa prevažne ílovitá jemnozem.

Vlastnosťami ***gravitačných procesov*** v zmysle zliezania a plazenia sa vyznačuje najmä oblasť Chleba, ktorá je okrem pomalého zliezania, resp. plazenia drobnejších i masívnejších zvetraných sutín charakteristická aj zliezaním mačinového plášťa pôdno-zvetralinovej pokrývky v kombinácii s kĺzaním mačinových bochníkov po rozrušení celistvosti pôdnej pokrývky vplyvom kombinácie nivačných, ale najmä kryogénnych procesov (Obr. 1). Pre svahy postihnuté zliezaním je tu charakteristický lokálny sklon 30° – 50°, orientácia prevažne na sever a nadmorská výška 1 500 – 1 600 m n. m.

Obr. 1 Zliezanie mačinového plášťa v kombinácii s kĺzaním mačinových bochníkov
Zdroj: Máliková V., 22.07.2016

Rútenie menších kameňov sme identifikovali v oblastiach Chleba, resp. Chlebského kotla. Postihnuté svahy sa nachádzali vo výškovom rozpätí medzi 1 550 – 1 600 m n. m. Skalná strž (zlomisko) s deniveláciami do 30 metrov sa nachádzala na úpätí svahov.

Vodnogravitačná aktivita sa sústreďuje v severných podhrebeňových oblastiach. Najväčšie úšustové polia sú sústredené v oblasti Hromového a Stien na slienitých vápencoch a bridliciach so sklonom 30° – 50°. Majú asymetrický tvar, pričom charakteristická je pre ne široká základňa s obnaženým skalným podložím, ktorá sa postupne zmenšuje, resp. pretvára do lievikovitého útvaru smerom k dolinovým žľabom. Úšusty však postihujú i karbonátovú časť nášho záujmového územia, ktorú tvorí oblasť Chleba.

Dynamikou murových prúdov sa vyznačovali aj hlinito-kamenité prúdy (mury) vo Vrátnej doline, spolu so sprievodnými zosuvmi, resp. úšustami, ktoré vznikli 21.7.2014 v dôsledku zrážkových anomálií (Mapa 6). Na slienitých sedimentoch mráznického súvrstvia sú vyvinuté hlinito-kamenité až hlinité delúviá, kde práve v týchto deluviálnych sedimentoch sa pod hrebeňom

zhruba vo výške 1600 – 1500 m n. m. aktivovali hlinito-kamenité prúdy hrúbky 1 až 2 m. Svahové pohyby po planárnej šmykovej ploche tu boli podmienené priaznivým sklonom vrstevnatosti/bridličnatosti (15°/11° až 16°). V odlučných častiach týchto zosuvov neveľkej hrúbky sa odtrhli pomerne malé, ale početné „platne“ zosuvného materiálu, ktoré sa spravidla pohybovali preferenčne lavínovými žľabmi, často krát po vegetačnom pokryve. Väčšina prúdov erodovala dolinky až na skalný podklad [10].

Nivačnogravitačné procesy v zmysle lavínovej aktivity najčastejšie pôsobia na svahoch Chleba, Hromového a Stien, kde dochádza aj k najväčšiemu poškodzovaniu vegetačnej a pôdnej pokrývky v súčasnosti. Zriedkavo sa však lavíny vyskytujú aj v okolí Snilovského sedla, kde obrusujú hladké svahy lyžiarskeho vleku Oštiepková mulda. Transportnú zónu pre lavíny poskytujú dolinové žľaby. Akumulácia materiálu sa sústreďuje v samotných žľaboch, prípadne v ústiach (Mapa 7).

Kryogravitačné procesy, pre ktoré sú typické tvary amorfnej soliflukcie lemované vegetačnými obrubami v podobe soliflukčných prúdov, resp. nátekov, sa vyskytujú na severnom až severozápadnom svahu Chleba. Materiál prúdov tvorí ílovito-hlinitá jemnozem s primiešanými blokmi kameňov. Lokálny sklon sa tu pohybuje na úrovni medzi 30° – 40°. V dôsledku toho sa na týchto svahoch vytvárajú terasoidné polmesiacovité tvary zvané girlandy, ktoré sa nachádzajú vo výške nad 1 500 m n. m., pričom najtypickejšie vyvinuté sú na severozápadnom svahu Chleba.

Deštrukčným účinkom ***eolických procesov*** (Mapa 8) v dôsledku pôsobenia vetra sú najviac vystavené vrcholy (Chleb, Hromové, Steny - južný vrchol, Steny - severný vrchol, Poludňový Grúň), sedlá (Snilovské sedlo, Sedlo za Hromovým a Sedlo v Stenách) a hlavný hrebeň, pričom najmä v sedlách dochádza k dýzovému efektu a zvyšovaniu rýchlosti vetra [11]. Najnovšie sú eolickou eróziou postihnuté aj obnažené, mohutné úšustové polia, ktoré sú roztrúsené na svahoch pod severnou stranou hlavného hrebeňa.

Počas terénneho výskumu sme pozorovali ***nivačné procesy*** najmä v rámci konkávnych tvarov reliéfu. Išlo o žľaby vyhĺbené eróznou činnosťou lavín a vody, ktoré zbiehali z hlavného hrebeňa. Tienistá a chladná mikroklíma, ktorá sa v týchto žľaboch udržuje kvôli charakteristickému zakriveniu, ako aj prevažne severná až severozápadná expozícia svahov, poskytujú vhodné podmienky pre pretrvávanie snehových polí. Rovnako priaznivé sú aj sklonitostné pomery, kde lokálny sklon svahov nepresahuje 30° a umožňuje pomalé nivačné zahlbovanie. Niváciou sú postihnuté aj záveterné svahy ústredného hrebeňa. Pri pozorovaní sme si zároveň všimli, že snehové polia sa tu udržujú v nadmorskej výške 1 200 – 1 700 m (Obr. 2).

Obr. 2 Nivačná činnosť perénnych snehových polí na záveternej strane ústredného hrebeňa
Zdroj: Máliková V., 02.04.2017

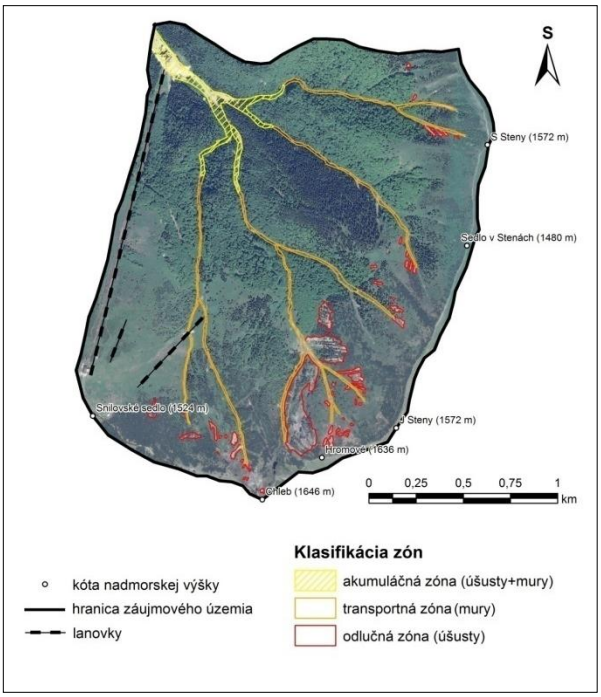
V rámci záujmového územia pôsobia ***kryogénne (regelačné) procesy*** (Mapa 9) v zmysle ihlicovitého ľadu na všetkých obnažených povrchoch v podobe hladkých povrchov turistických chodníkov (Obr. 3), ako aj na obnažených poliach vzniknutých po mohutných pôdno-zvetralinových stržiach situovaných najmä v severných podhrebeňových oblastiach, kde spôsobujú aj vydúvanie súvislej vrstvy jemnozeme (Obr. 3). Ihlicovitý ľad na týchto miestach svojou silou vyzdvihuje aj niektoré menšie skaly. Špecifickým bolo aj zistenie, že pipkrake svojou morfogenéznou činnosťou v tejto oblasti má za následok nielen oddelenie jemnozeme a menších skál od povrchu, ale aj vyzdvihnutie odumretých častí trávo-bylinnej vegetácie, machov a ihličia.

Obr. 3 Ihlicovitý pôdny ľad - pipkrake vyzdvihujúci jemnozem na povrchu hladkého turistického chodníka
Zdroj: Máliková V., 28.10.2016

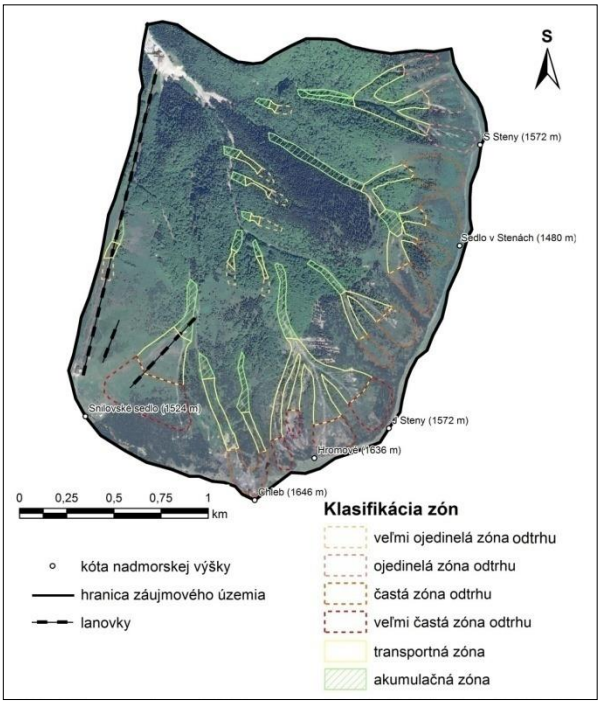
Z hľadiska **zoogénnych procesov** sa na prudších svahoch vytvorila vplyvom zdierania mačiny a mechanickej deštrukcie pôdy kopytami zvierat hustá sieť prtí so šírkou terasiek do 1 – 2 dm (Obr. 4). Tieto prte sú zväčša situované v smere vrstevníc, pričom obnažujú pôdu najprv vo forme malých jamiek alebo vyhĺbenín, neskôr však súvisle v pásoch i vo forme eróznych nátrží. Stávajú sa tak ohniskami ďalšej deštrukcie eróznymi, ale najmä kryogénnymi procesmi. Hustú sieť prtí spôsobenú najmä pastvou druhov *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, ale i *Sus scrofa* možno vo území pozorovať vo výške 1 200 – 1 400 m n. m. na severných až severozápadných svahoch pod Chlebom, Hromovým a Stenami, kde využívajú tieto živočíchy horské lúky pre svoju obživu. Podzemné dutiny v zmysle nôr a brlohov najmä drobných cicavcov sú zväčša roztrúsené v rámci celého záujmového územia nerovnomerne.

Obr. 4 Hustá sieť prtí so šírkou terasiek 1 – 2 dm vytvorená zdieraním mačiny kopytami zvierat
Zdroj: Máliková V., 24.09.2016

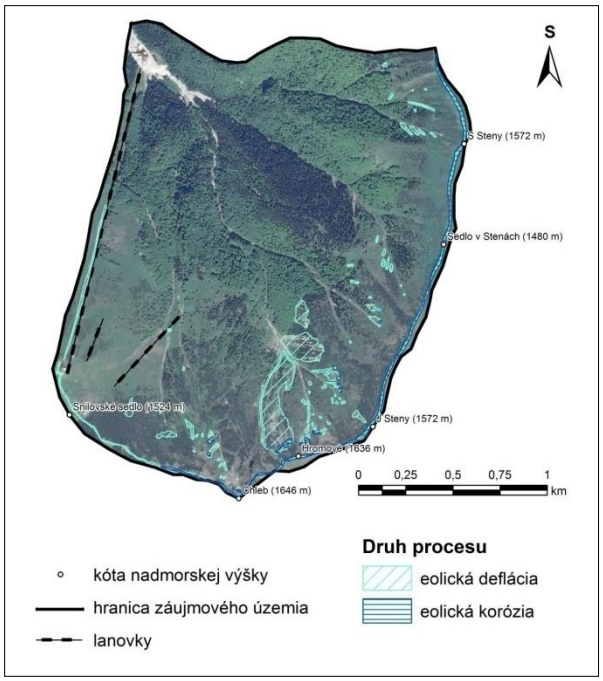
Deštrukcia pôdy podmienená ***antropogénnou aktivitou*** vzniká v našom záujmovom území najmä na strmších úsekoch, zákrutách, odbočkách a križovatkách chodníkov či na ich spádnicových skratkách. K tomu pristupuje na turistických chodníkoch a cestách ako významný faktor i zošľapávanie ich okrajov, ktoré je okrem strmých úsekov chodníkov zjavné prakticky v celej oblasti hlavného hrebeňa a chrbtov, kde sú umiestnené hlavné trasy značkovaných turistických ciest. Typickým následným javom je aj niekoľkonásobné prekladanie chodníka po jeho čiastočnej deformácii a najmä vyhĺbení vplyvom vertikálnej erózie, čo vedie bez použitia účinných technických pôdoochranných opatrení k ďalšej permanentnej deštrukcii chodníkov, resp. celého svahu či chrbta.



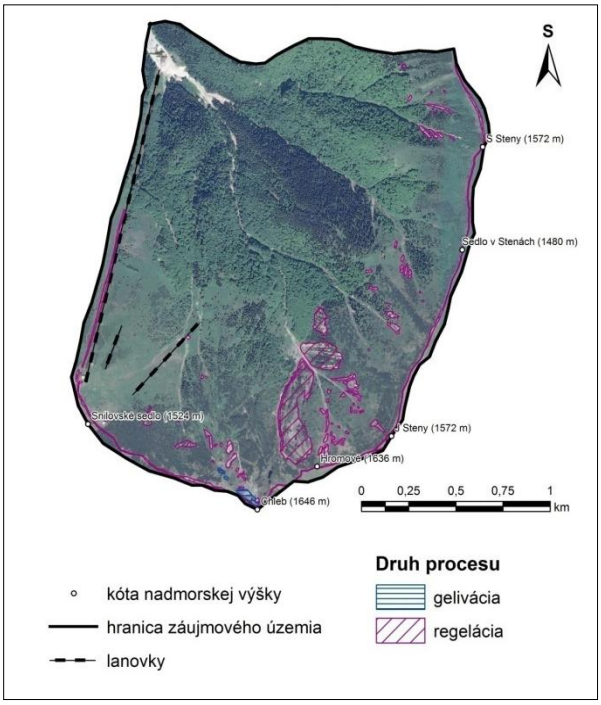
Mapa 6 Priestorová diferenciácia vodnogravitačných procesov



Mapa 7 Priestorová diferenciácia nivačnogravitačných procesov



Mapa 8 Priestorová diferenciácia eolických (veterných) procesov



Mapa 9 Priestorová diferenciácia kryogénnych (mrazových) procesov

Záver

Prostredníctvom vybraných metód a postupov sme sa dopracovali k nášmu cieľu, a to získaniu komplexných informácií o reliéfe skúmaného územia, o jeho vlastnostiach a reliéfotvorných procesoch typických pre toto územie. Dospeli sme k záveru, že fyzickogeografické pomery tvoria základ pre pôsobenie pôdnodeštrukčných javov a na vážnosti naberajú v súčinnosti s morfometrickými parametrami reliéfu. V dôsledku tohto vzťahu majú výrazne negatívny vplyv na povrch záujmového územia v podobe morfodynamických procesov formujúcich miestny povrch, pričom ovplyvňujú aj ich priestorovú diferenciáciu v krajine.

Výsledky práce možno využiť pre ďalšie praktické a poznávacie ciele ako aj vo vyučovacom procese. Nadobudnuté poznatky môžu taktiež poslúžiť ako kvalitný podklad pre zefektívnenie ochrany prírody nielen na území Národného parku Malá Fatra, ale i pre ďalšie ochranné pásma v rámci územia celej krajiny.

Použitá literatúra

[1] Krcho J. (1990) Morfometrická analýza a digitálne modely georeliéfu. Veda, Bratislava. 426 s.

[2] Dubcová A., Chrastina P., Kramáreková H. (2003) Vademecum literárnej a vedeckej činnosti geografa. FPV UKF, Nitra. 38 s.

[3] Lukniš M., a kol. (1972) Slovensko II. - Príroda. Obzor, Bratislava. 920 s.

[4] Mazúr E., Lukniš M. (1980) Regionálne geomorfologické členenie Slovenskej republiky. ŠGÚDŠ, Bratislava. [Citované: 20.2. 2017] http://mapserver.geology.sk/tmapy/

[5] Mazúr E. (1963). Žilinská kotlina a priľahlé pohoria. SAV, Bratislava. 188 s.

[6] Mapy google [Citované: 20.5. 2016] https://www.google.sk/maps

[7] Minár J., Machová Z. (2010) Učebné texty z geomrfológie. PriFUK, Bratislava [Citované: 15.2. 2017] https://fns.uniba.sk/geomorfoskripta/

[8] Lacika J. (1997) Geomorfológia. FEE TUZVO, Zvolen. 172 s.

[9] Horník S. (1986) Fyzická geografia II. Státni pedagogický nakladatelství, n. p., Praha. 320 s.

[10] Liščák P., a kol. (2014) Informatívna správa z geologického prieskumu - Hlinito-kamenité prúdy vo Vrátnej. ŠGÚDŠ, Bratislava. 7 s.

[11] Krusiec M. (1996) Wplyw ruchu turystycznego na przeksztacanie rzeby Tatr Zachodnich. Czasopismo geograficzne, 67, s. 3-4

Návrh svätojakubsko – mariánskej pútnicko – turistickej trasy na Žitnom ostrove

A proposal of pilgrim - tourist way of Saint James and Virgin Mary on Žitný ostrov

Leóna Merašická[1]
Školiteľ: Lucia Šolcová[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]leona.merasicka@student.ukf.sk, [2]lsolcova@ukf.sk

Abstrakt
V článku je spracovaný návrh pútnicko – turistickej trasy na Žitnom ostrove. V práci je vzhľadom na popularitu Svätojakubskej cesty a Stredoeurópskej mariánskej cesty spracovaný návrh svätojakubsko – mariánskej pútnicko – turistickej trasy vedúcej Žitným ostrovom. V článku je charakterizovaná nami navrhnutá trasa, ktorej zaujímavosti nie sú zakomponované do oficiálnych Svätojakubských a Mariánskych trás na Slovensku. Súčasťou práce je pútnicko - turistický sprievodca, mapová príloha a obrazové prílohy. Z techník vlastného terénneho výskumu sme v práci využili pozorovanie spojené s odberom fotodokumentačného materiálu. V práci sme využili metódu vysvetľujúceho opisu, kartografické metódy, štatistické a matematické metódy, historicko – geografickú metódu a systémovú metódu. Cieľom článku je navrhnúť pútnicko – turistickú trasu na Žitnom ostrove. Výsledky práce môžu mať využitie nielen v regionálnom rozvoji, ale aj v edukačnej a spoločenskej praxi.

Kľúčové slová: Svätojakubská cesta, Stredoeurópska mariánska cesta, Žitný ostrov, religiózny cestovný ruch, pútnictvo

Abstract
The proposal of pilgrim - tourist route on Žitný ostrov is elaborated in the article. Due to the popularity of The Way of Saint James and Central European way of Virgin Mary, the proposal of pilgrim - tourist way of Saint James and Virgin Mary running through Žitný ostrov is elaborated in the thesis. The way proposed by us is characterized in the article, containing interesting places which are not a part of official ways of Saint James and Virgin Mary in Slovakia. The thesis also contains pilgrim - tourist guide, map appendices as well as pictorial appendices. Out of techniques of own field research we applied observation together with the take of photo - documentary material. We applied method of explaining description, cartographic methods, statistic and mathematic methods, historical - geographical method and system method in our thesis. The aim of the article is to propose the pilgrim-tourist way on Žitný ostrov. Results of the thesis can be used not only in regional development but also in educational and social practice.

Key Words: The Way of Saint James, Central European way of Virgin Mary, Žitný ostrov, religious tourism, pilgrimage

Úvod

Svätojakubská cesta, ktorá smeruje do španielskeho mesta Santiago de Compostela, je v súčasnosti v rámci kresťanstva najuznávanejšou pútnickou cestou sveta [1]. Populárnou cestou strednej Európy je Stredoeurópska mariánska cesta spájajúca vyše 150 mariánskych pútnických miest v strednej Európe [2]. Niektoré úseky spomínaných pútnických ciest už vedú aj územím Slovenska, avšak viacero úsekov je v štádiu budovania. Hoci je Slovensko z hľadiska náboženského vierovyznania prevažne katolícka krajina, v porovnaní s Poľskom je situácia s pútnictvom na Slovensku odlišná [3]. Hlavným rozdielom je, že pútnické miesta Slovenska sú funkčné iba niekoľko dní v roku (počas dní, v ktorých sa konajú púte – hlavne v lete). Púte majú v rámci religiózneho cestovného ruchu (pútnického cestovného ruchu) pozitívny dopad na ekonomiku regiónov. Pútnická tradícia je v súčasnosti najviac rozšírená v rímskokatolíckej cirkvi [4, 5], pričom na Slovensku sa konajú najmä mariánske púte. Medzi kresťanské svetové pútnické miesta je zaradená Levoča a Nitra [6]. Levoča a Nitra sú so Šaštínom a Starými Horami najvýznamnejšími pútnickými miestami na území Slovenska. Medzinárodný význam má len Levoča, zvyšné 3 spomínané pútnické miesta majú celoštátny význam [7]. Najvýznamnejším pútnickým strediskom je Levoča [4]. Veľký význam má i Marianka [8, 9]. Ostatné pútnické miesta Slovenska majú iba

diecézny alebo lokálny význam [5]. Najnavštevovanejšími slovenskými mariánskymi strediskami sú Levoča, Šaštín, Staré Hory [7].

Najvýznamnejším pútnickým miestom Slovenska je Mariánska hora v Levoči [10]. Je jedným z najvýznamnejších pútnických miest Európy [11, 12]. Mariánska hora je vzhľadom na počet pútnikov najväčším pútnickým miestom Slovenska. Spadá medzi svetové pútnické miesta [10]. Pútnické miesta späté s kultom Panny Márie sú najpočetnejšou skupinou pútnických miest Slovenska [5].

V práci sme sa venovali pútnickým miestam na Žitnom ostrove s diecéznym resp. lokálnym významom a sakrálnym objektom, ktoré majú perspektívu byť zaradenými do oficiálnych pútnických trás na Slovensku.

1 Metodické východiská práce

Pri spracovávaní práce sme získavali informácie z literatúry (z printových, elektronických zdrojov) a terénneho výskumu. Po získaní a naštudovaní dostatočného množstva materiálu, ktorý sme roztriedili, usporiadali a začlenili do jednotlivých kapitol resp. podkapitol sme pristupovali k jeho spracovaniu [13]. Z techník vlastného terénneho výskumu sme využili pozorovanie spojené s odberom fotodokumentačného materiálu. Získané informácie sme spracovali a interpretovali. Pri spracovaní informácií sme používali viaceré metódy. Metóda vysvetľujúceho opisu bola vstupnou metódou, ktorú sme využili pri tvorbe práce. Použili sme pri nej porovnávanie [14]. Pomocou tejto metódy sme spracovávali opis, ktorý vysvetľuje dôležité skutočnosti. Kartografické metódy sme použili pri tvorbe mapy navrhnutej pútnicko – turistickej trasy. V práci sme uplatnili aj štatistické a matematické metódy, historicko – geografickú metódu a systémovú metódu. Záverečná fáza práce pozostávala z vyjadrenia jej obsahu do písomnej podoby podľa logickej štruktúry [13].

2 Charakteristika vybraných pútnických trás na Slovensku

2.1 Svätojakubská cesta

Vznik trás Svätojakubskej cesty na Slovensku bol iniciovaný zo strany združení OZ ,,Priatelia Svätojakubskej cesty na Slovensku – Camino de Santiago“ a ,,Priatelia sv. Jakuba a Jakubskej cesty“. Projekt Jakubská cesta na Slovensku začal v roku 2012 [15]. Počas XI. Medzinárodného kongresu svätojakubských asociácií v Antequera v Španielsku v roku 2017 boli slovenské trasy Svätojakubskej cesty zaradené do medzinárodnej siete [16].

Jakubská cesta Slovensko zahŕňa podľa združenia ,,Priatelia sv. Jakuba a Jakubskej cesty“ 3 trasy. Prvá trasa vedie z Košíc a prechádza cez Levoču a Červený Kláštor / Litmanovú (možno ňou smerovať do poľského mesta Stary Sacz). Druhá trasa smeruje z Košíc cez Zvolen do Bratislavy (odtiaľ je možné dostať sa do Viedne). Tretia trasa vedie z Banskej Bystrice cez Žilinu, Turzovku, Trojhraničie / Skalité (možno ňou putovať do poľskej obce Zwardon) [17].

Trasa Svätojakubskej cesty na Slovensku má v súlade s OZ ,,Priatelia Svätojakubskej cesty na Slovensku – Camino de Santiago“ 3 úseky. Východný úsek, ktorý je už vyznačený, začína v Košiciach a pokračuje v smere Gelnica – Spišský hrad – Levoča. Z Levoče by trasa mala pokračovať v smere Kežmarok – Vysoké Tatry – Liptovský Mikuláš – Donovaly. Stredoslovenský úsek začína v Donovaloch a vedie cez Banskú Bystricu, Zvolen, Banskú Štiavnicu do Hronského Beňadika. Aj tento úsek je vyznačený. Západný úsek, ktorý je vo fáze prípravy, smeruje z Hronského Beňadika cez Topoľčianky – Nitru – Sereď – Trnavu – Marianku do Bratislavy. Z Bratislavy je možné putovať do obce Wolfsthal v Rakúsku a tým sa napojiť na ,,Jakobsweg“. Okrem spomenutej trasy je možné do Bratislavy putovať aj z maďarskej obce Rajka [16]. V európskom kontexte je dôležité napojenie slovenských trás Svätojakubskej cesty na trasy Svätojakubskej cesty vedúce Rakúskom, Maďarskom, Poľskom a Českom. Juh územia Slovenska by v rámci Žitného ostrova mohol byť prepojený so Svätojakubskou cestou vedúcou Maďarskom: Vrakúň – Győr [1]. ,,Credential“ pútnika, do ktorého sa značia pečiatky z miest na Jakubskej ceste, je možné zakúpiť na vybraných miestach lokalizovaných na Jakubskej ceste alebo objednať a obdržať poštou [17].

Na Žitnom ostrove sa nachádzajú rímskokatolícke kostoly zasvätené sv. Jakubovi staršiemu v obciach Štvrtok na Ostrove a Vrakúň. Tie však zatiaľ nie sú súčasťou Svätojakubských trás na Slovensku [18, 19, 20, 21, 1].

2.2 Stredoeurópska mariánska cesta

Prvý impulz k vytvoreniu Stredoeurópskej mariánskej cesty bol v Maďarsku v roku 2006 zo strany organizácie ,,Mária Út Közhasznú Egyesület“ [22, 2]. V rámci Slovenska odštartoval aktivity Zväz skautov maďarskej národnosti v roku 2012. Zmapoval úsek Šahy – Staré Hory – Trstená nachádzajúci sa na hlavnej diagonále juh – sever [2]. Klub slovenských turistov, organizácia

,,Mária Út Közhasznú Egyesület“ a združenie Via Mariae sa dohodli na spolupráci, čím vznikli podmienky pre budovanie Stredoeurópskej mariánskej cesty na Slovensku. Budovanie cesty je podporované aj predstaviteľmi obcí [22, 23].

Na Slovensku nachádzame viac pútnických trás mariánskej cesty v porovnaní s trasami Svätojakubskej cesty. V rámci Stredoeurópskej mariánskej cesty existuje na Slovensku 7 trás - „Staré Hory“, ,,Šaštín“, ,,Marianka“, ,,Nitra“, ,,Levoča“, ,,Litmanová“ a ,,Turzovka“ [2]. Na Slovensku vznikol návrh Slovenskej mariánskej cesty, ktorá vedie cez miesta spojené s mariánskou úctou. Smeruje z Gaboltova do Šaštína. Je navrhnutá ako cyklotrasa a má 2 trasy [24].

3 Návrh pútnicko – turistickej trasy

Do nami navrhnutej trasy sme zakomponovali kostoly sv. Jakuba staršieho, sakrálne objekty zasvätené Panne Márii a pútnické miesta. Prepojili sme ich a tým vytvorili svätojakubsko – mariánsku pútnickú trasu. Trasu sme spestrili prírodnými a kultúrno – historickými zaujímavosťami. Trasa vedie územím Žitného ostrova. Prechádza cez Dunajskú Stredu, Vrakúň, Holice, Rohovce, Báč, Kvetoslavov, Štvrtok na Ostrove, Šamorín. Je ju možné rozčleniť na 2 etapy (2 dni), pričom každá etapa má dĺžku približne 30 km. Územím navrhnutej trasy nevedú turistické chodníky. Trasa vedie cestnými komunikáciami, pričom sme sa snažili vyhnúť najfrekventovanejším komunikáciám. Trasu je možné prejsť pešo alebo na bicykli.

3.1 Vymedzenie a geografická charakteristika záujmového územia

Predmetné územie, ktorým vedie navrhnutá trasa, sa nachádza v juhozápadnej časti Slovenska. Patrí do okresu Dunajská Streda, ktorý spadá do Trnavského kraja (mapa 1). Trasa vedie Žitným ostrovom, najväčším riečnym ostrovom v Európe. Je najväčšou zásobárňou pitnej vody v rámci strednej Európy [25, 26]. Územie je situované v blízkosti hraníc s Bratislavským krajom a štátnych hraníc s Maďarskom a Rakúskom [27]. Z hľadiska geomorfologického členenia patrí do alpsko – himalájskej sústavy, podsústavy Panónska panva, provincie Západopanónska panva, subprovincie Malá dunajská kotlina, oblasti Podunajská nížina. V rámci Podunajskej nížiny spadá do celku Podunajská rovina [28]. Študované územie má rovinný až nepatrne zvlnený reliéf. Je začlenené do štruktúrno – geologického pásma neogénne kotliny, ktoré tvoria neogénne sedimenty. Fluviálne sedimenty (štrky, piesky, íly) sú zastúpené pozdĺž Dunaja. Žitný ostrov je náplavovým kužeľom Dunaja budovaným štrkmi a pieskami. V Podunajskej rovine sa nachádzajú riečne nivy a agradačné valy Dunaja [26]. Žitný ostrov budujú štvrtohorné nánosy Dunaja [29]. V okolí Dunajskej Stredy sú lokalizované viate piesky (26]. Územie patrí do teplej klimatickej oblasti, v rámci ktorej je začlenené do suchej podoblasti a okrsku teplého, suchého s miernou zimou [30]. V okolí Dunajskej Stredy je ročný úhrn zrážok pod 550 mm [26]. Územie je situované na povodiach Váhu a Dunaja, pričom Dunaj tu tvorí štátnu hranicu s Maďarskom [31]. Dunaj je na Žitnom ostrove rozvetvený na sieť ramien. Na Dunaji je vybudované vodné dielo Gabčíkovo [26]. Z pôdnych typov sa v záujmovom území vyskytujú černozeme, čiernice a pozdĺž Dunaja fluvizeme [32]. Podľa fytogeograficko – vegetačného členenia je územie zaradené do dubovej zóny, nížinnej podzóny, rovinnej oblasti [33]. Väčšina skúmaného územia je bez lesnej vegetácie. Orná pôda zaberá 68 % rozlohy územia, lesná plocha 6,6 % [34]. Miestami sú lokalizované lužné dreviny - vŕby (*Salix)*, topole (*Populus)* a i. [32]. Do záujmového územia zasahuje CHKO Dunajské luhy [35]. Dunajské luhy patria medzi medzinárodne významné mokrade podľa Ramsarského dohovoru [36]. Žitný ostrov je chránenou vodohospodárskou oblasťou [37]. Na predmetnom území má dominantné zastúpenie obyvateľstvo s maďarskou národnosťou (75 % obyv.) a rímskokatolíckym vierovyznaním (72,5 % obyv.) [3]. Na ornej pôde sa pestujú najmä obilniny (pšenica, kukurica), repka olejná, slnečnica. V záujmovom území nachádzame miesta spadajúce do juhoslovenskej vinohradníckej oblasti. Významnými odvetviami priemyslu sú energetický priemysel (Gabčíkovo – vodná elektráreň), priemysel stavebných hmôt (Šamorín), potravinársky, chemický a strojársky priemysel (Dunajská Streda) [32]. Skúmané územie je súčasťou Podunajského regiónu cestovného ruchu s nadregionálnym významom [38]. Územím prechádza cesta I/63 (Šamorín – Dunajská Streda) a medzinárodný cestný ťah E575 (Bratislava – Dunajská Streda) [39]. Vedie ním železničná trať v smere Kvetoslavov – Veľká Paka – Dunajská Streda [40].

3.2 Charakteristika navrhnutej trasy

Deň 1. – Dunajská Streda – Vrakúň – Báč

Trasa začína v centre Žitného ostrova, v meste Dunajská Streda. V Dunajskej Strede je lokalizovaný Kostol Nanebovzatia Panny Márie a sv. Juraja, ktorý vznikol v 2. pol. 15. stor. Má prevládajúci gotický sloh [19]. Zvyšky stredovekých malieb zo 14. stor. sa zachovali v presbytériu a na južnej fasáde kostola [41].

V rokoch 1742 – 1743 bol kostol zrenovovaný v barokovom slohu. Na hlavnom oltári z 18. stor. je maľba Panny Márie a nad ňou socha sv. Juraja [42]. V Žltom kaštieli sídli Žitnoostrovské múzeum. Baroková stavba – budova múzea z roku 1770 bola zač. 19. stor. klasicisticky upravená. Stálu expozíciu múzea tvorí 11 tematických celkov, archeologická, paleontologická, historická a národopisná expozícia [43]. Vo Vermésovej vile sídli Galéria súčasných maďarských umelcov. Z Dunajskej Stredy trasa vedie po ul. Vajanského a následne po Gabčíkovskej ceste (II/507) do obce Vrakúň. Orientačný čas prejdenia trasy dlhej necelých 7 km je 1:25 hod. [21].

V obci Vrakúň stojí Kostol sv. Jakuba staršieho v gotickom slohu [19]. Ranogotický kostol bol postavený pred rokom 1308 [18]. Neskôr bol renesančne upravovaný (obr. 1). V rokoch 1760 – 1761 bol prestavaný. Má polygonálne uzavreté presbytérium. Jeho loď je zaklenutá pruskou klenbou. Kostol má gotickú vežu. Interiér svätyne je bohato zdobený. Na severnej strane lode je gotická freska. Interiér krášli hlavný barokový oltár z rokov 1750 – 1760 so stĺpovou architektúrou [44, 45]. Nachádza sa na ňom obraz Panny Márie. Bočný barokový oltár sv. Jakuba s obrazom sv. Jakuba pochádza z okolo roku 1740 [44, 46]. Na južnom priečelí stavby je umiestnená gotická krstiteľnica [44]. Hodnotný je i gotický svätostánok [18]. V kostole sa nachádzajú aj obrazy z 18. a 19. stor. – Czenstochowská Madona, Ružencová Panna Mária a i. [45]. Neďaleko kostola, v blízkosti kanálu Gabčíkovo – Topoľníky, je umiestnená informačná tabuľa o Žitnom ostrove. V obci sa nachádza ľudový obytný dom, ktorý reprezentuje ľudovú kultúru Žitného ostrova z 2. pol. 19. stor. Hodnotnou pamiatkou je aj novoklasicistický kaštieľ z roku 1904 [47, 24]. V súčasnosti je v kaštieli zriadený luxusný hotel. Do územia Vrakúňa zasahuje CHA Čilizské močiare a CHA Konopiská [48].

Z obce Vrakúň trasa vedie po ceste II/507 a následne po ceste III/1424. Smeruje pred Amadeho Kračany, miestnu časť obce Kostolné Kračany, kde je z Vrakúňa možné dostať sa zhruba za 0:40 hod. (3,4 km). Do územia Kostolných Kračian zasahuje CHA Konopiská a ÚEV Konopiská [48, 49]. Pred Amadeho Kračanmi je potrebné napojiť sa na miestnu komunikáciu a následne na cestu III/1386, po ktorej trasa smeruje do obce Holice. Spred Amadeho Kračian je do Holíc možné poputovať za približne 1:55 hod. po prejdení trasy dlhej 9,4 km [21]. V strede obce Holice je situovaný dvojvežový Kostol sv. Petra a Pavla. Románska stavba spred roka 1253 bola v rokoch 1380 – 1400 goticky prestavaná. V jej interiéri sa nachádzajú nástenné maľby zo stredoveku [41]. Prevládajúcim slohom kostola je romanika [19]. Za obcou Holice je potrebné napojiť sa na cestu I/63 (E575) a smerovať po nej do Rohoviec (6,3 km, 1:15 hod.).

V obci Rohovce je lokalizovaný CHA Rohovský park, historický park [48]. Do územia obce zasahuje CHKO Dunajské luhy [35]. V blízkosti parku stojí Kostol sv. Ondreja, apoštola z 1. pol. 13. stor. V 15. a 18. storočí bol pozmenený, prevláda na ňom barokový sloh [19]. Z 15. stor. sa zachovalo gotické pastofórium. Sakrálna pamiatka bola pôvodne románska. V interiéri je románska kamenná krstiteľnica [50]. Neďaleko kostola stojí renesančný kaštieľ z roku 1570 [41]. Bol barokovo prestavaný [19]. Z Rohoviec trasa smeruje po ceste 1381 a následne po ceste II/506 do obce Báč (4 km, 0:50 hod.). Celú trasu z Vrakúňa až do Báču dlhú približne 23 km je možné prejsť za asi 4:40 hod. [21].

V obci Báč sa nachádza pútnický areál s kostolom. Kostol sv. Antona Paduánskeho a bývalý františkánsky kláštor z roku 1674 boli postavení v ranobarokovom slohu. V 18. stor. bol kostol upravený. Sakrálna pamiatka je zaklenutá valenými klenbami a lunetami. Z obdobia okolo roku 1900 sa zachovala secesná maľba. Na hlavnom oltári je obraz Panny Márie pochádzajúci z konca 18. stor. a obraz sv. Antona Paduánskeho, ktorý vznikol v roku 1861 [11]. Obraz Panny Márie dal v roku 1704 namaľovať zranený sedliak z vďaky za uzdravenie [18]. Počas roku 1715 obraz viackrát slzil. Bol vystavený na verejnú úctu. Toto pútnické miesto navštevujú pútnici najmä 8. septembra na sviatok Narodenia Panny Márie a 13. júna na sviatok sv. Antona Paduánskeho [11]. Pri kostole je situovaný areál kalvárie [18]. V Báči je aj klasicistický kaštieľ zo začiatku 19. stor. [41] a ubytovacie zariadenie.

Deň 2. – Báč – Štvrtok na Ostrove – Šamorín

Z Báču trasa smeruje do obce Štvrtok na Ostrove. Je dlhá zhruba 13 km a orientačný čas jej prejdenia je 2:35 hod. [21]. Trasa vedie z Báču smerom na sever, miestnou komunikáciou cez Čukársku Paku – časť obce Veľká Paka. Trasa pokračuje obcami Kvetoslavov a Hviezdoslavov. V obci Kvetoslavov je lokalizovaná Kaplnka Nanebovzatia Panny Márie z roku 1883, ktorá bola postavená v neorománskom slohu. Má neogotické prvky [51]. Z Hviezdoslavova trasa vedie do obce Štvrtok na Ostrove, v uprostred ktorej stojí Kostol sv. Jakuba staršieho (obr. 1). Prvá zmienka o kostole je z roku 1333. Bol ako prvý z Kostolov sv. Jakuba staršieho na Slovensku zasvätený tomuto apoštolovi. Románsky kostol sa začal stavať v pol. 13. stor. Svojimi 2 vežami je na Žitnom ostrove unikátom [52]. Stavba prešla renesančnou prestavbou, v rámci ktorej vznikla

renesančná klenba dvojlodia [18]. Kostol má polygonálny uzáver presbytéria. Je zaklenutý krížovou hrebienkovou klenbou [45]. Najhodnotnejším architektonickým prvkom sakrálnej stavby je románsky portál, ktorý sa nachádza na západnom priečelí stavby medzi vežami. Jeho tympanón zdobí reliéf v tvare trojlístka, ktorý lemuje ozdobný ornament. Nad trojlístkom nachádzame rastlinné motívy [52]. V interiéri sú fragmenty gotických malieb [41]. Zachovali sa v interiéri presbytéria [45].

Zo Štvrtka na Ostrove trasa smeruje do mesta Šamorín. Smerom na juh vedie obcami Hviezdoslavov a Kvetoslavov. V Kvetoslavove je potrebné napojiť sa na cestu II/503 a putovať po nej do Šamorína. Trasa od Kostola sv. Jakuba staršieho vo Štvrtku na Ostrove ku Kostolu Nanebovzatia Panny Márie v Šamoríne je dlhá okolo 10 km, čas jej prejdenia je asi 2:05 hod. [21].

Mesto Šamorín je lokalizované na brehu Dunaja. V jeho centrálnej časti stojí neskorobarokový Kostol Nanebovzatia Panny Márie [53]. Pri ňom sa nachádza bývalý kláštor paulánov. Kláštor bol postavený po roku 1721, kostol k nemu pristavili v roku 1772. V klenbe kostola sa nachádza vzácna freska [18]. Kostol má barokový interiér [41]. V meste je lokalizovaný Kostol reformovanej cirkvi. Okolo roku 1220 ho vybudovali ako románsku baziliku. V roku 1789 ho nadobudla reformovaná cirkev. V interiéri kostola sú stredoveké maľby z 2. pol. 14. stor. V Šamoríne je situovaná synagóga z roku 1912. Pamiatka postavená v historizujúcom slohu slúži ako galéria moderného umenia – At Home Gallery [18]. V meste sídli Mestský vlastivedný dom, ktorý je súčasťou Žitnoostrovského múzea. Sú v ňom vystavené národopisné exponáty, rybárske siete a náčinia, výrobky ľudových umelcov a i. [54]. V Šámote, mestskej časti Šamorína, kam je možné spred Kostola Nanebovzatia Panny Márie dostať sa za približne 0:45 hod. (3,8 km), stojí románsky Kostol sv. Margity Antiochijskej. Postavený bol okolo roku 1260. Táto sakrálna stavba prestala plniť svoju funkciu v 19. stor. V rokoch 1983 – 1984 bola obnovená, avšak v súčasnosti sa nijak nevyužíva. Šámotský kostolík má vzácnu románsku sakristiu [52]. Na Dunaji sa na území mesta nachádza vodné dielo Gabčíkovo. V Šamoríne sú lokalizované jazerá. Zaujímavosťou mesta je aj lesopark Pomlé nachádzajúci sa v okolí bývalého ramena Dunaja, ktorým vedie náučný chodník prezentujúci prírodné bohatstvo lužných lesov [55]. Do územia Šamorína zasahuje CHVÚ Dunajské luhy a CHKO Dunajské luhy [49, 41]. Spomínaná CHKO vznikla za účelom ochrany vzácnych lužných lesov [29]. V Šamoríne sú lokalizované ubytovacie zariadenia.

Obr. 1 Kostoly sv. Jakuba vo Vrakúni (1) a Štvrtku na Ostrove (2)

4 Výsledky a diskusia

V práci sme navrhli a charakterizovali pútnicko – turistickú trasu vedúcu Žitným ostrovom. Na základe rekognoskácie terénu sme vytypovali miesta, ktoré sme zakomponovali do navrhnutej trasy. K prezentovanej trase sme vytvorili pútnicko – turistického sprievodcu, ktorý poskytuje informácie o trase. Zahŕňa charakteristiku kostolov sv. Jakuba, sakrálnych objektov zasvätených Panne Márii a iným svätcom, pútnické miesta, prírodné a kultúrno – historické zaujímavosti. Jeho súčasťou sú informácie o bohoslužbách, otváracie hodiny kultúrno – historických zaujímavostí, možnosti ubytovania a stravovania, fotografie, mapa trasy, zápisník (obr. 2). Trasu je možné prejsť pešo alebo na bicykli.

Obr. 2 Pútnicko - turistický sprievodca

Záver

Na základe výskumu sme zistili, že územím Žitného ostrova nevedú trasy Svätojakubskej a Stredoeurópskej mariánskej cesty a v blízkej dobe ani nie je v pláne ich vybudovanie. Nami navrhnutá trasa nie je spropagovaná, avšak je dôležité spropagovať i územia, ktoré nie sú významné v kontexte už existujúcich pútnických trás na Slovensku. Práca môže mať využitie nielen v regionálnom rozvoji, ale aj v spoločenskej a edukačnej praxi. Navrhnutá trasa môže byť atraktívna pre religiózne motivovaných pútnikov i pre turistov zaujímajúcich sa o prírodné a kultúrno – historické krásy Slovenska. Pútnicko – turistického sprievodcu možno v spoločenskej praxi využiť ako inšpiráciu pre výlety alebo exkurzie rôznych vekových kategórií a skupín (pre rodiny s deťmi, študentov, starších ľudí a pod.) a tým pozdvihnúť cestovný ruch v Podunajskom regióne cestovného ruchu. Práca môže slúžiť ako podklad pre učiteľov na základných školách, stredných školách a gymnáziách v rámci terénneho vyučovania geografie resp. miestnej krajiny, do ktorého spadá geografická exkurzia. Môže byť podkladom i pre pedagógov na vysokých školách a návrhom geografickej exkurzie po Slovensku.

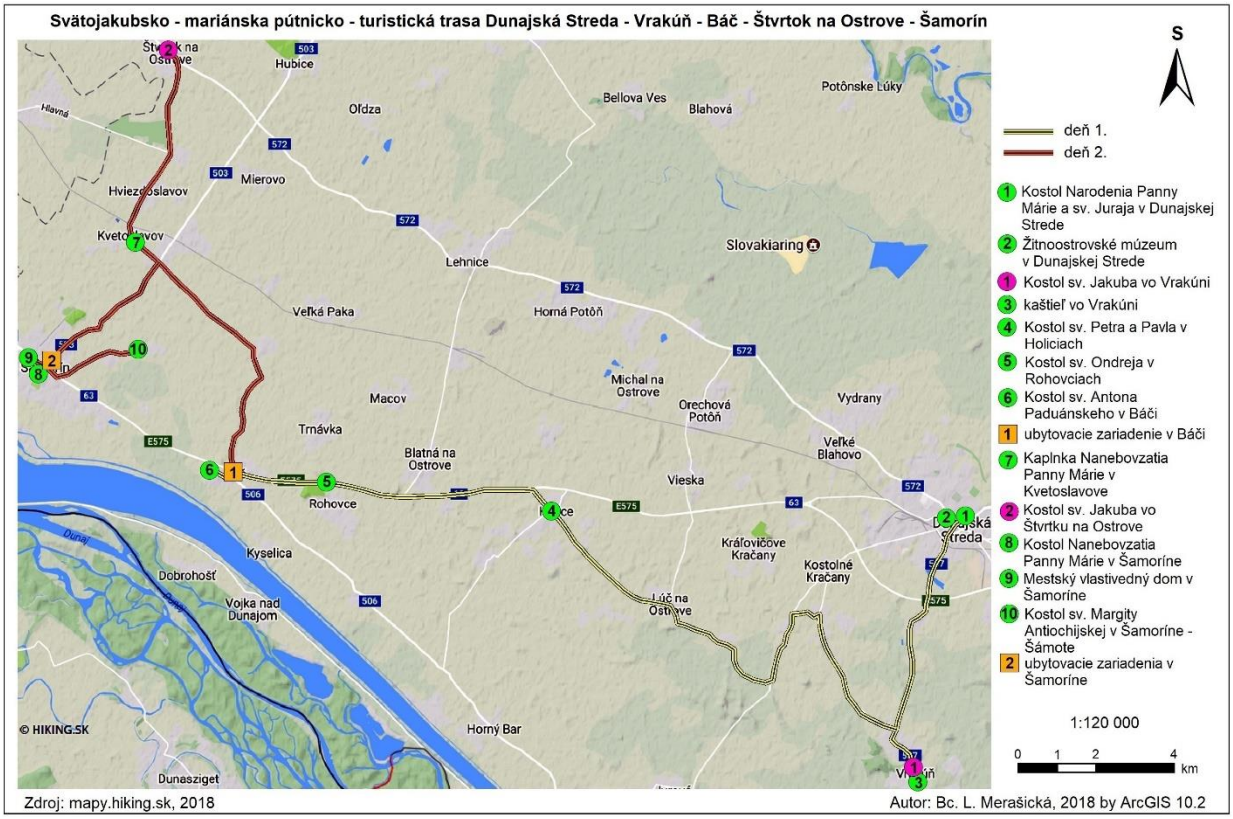
Poďakovanie

Veľké poďakovanie patrí školiteľke RNDr. Lucii Šolcovej, PhD. za cenné rady a podporu pri tvorbe článku.

Použitá literatúra

[1] Krogmann, A. et al. (2016) Geografické informácie. (2), p. 231
[2] Stredoeurópska mariánska cesta [Citované: 5. január 2018] http://marianskacesta.sk/sk
[3] Sčítanie obyvateľov, domov a bytov 2011. [Citované: 5. január 2018] http://census2011.statistics.sk/tabulky.html
[4] Krogmann A. (2007) Religiózny cestovný ruch vo svete. FPV UKF v Nitre, Nitra, p. 22
[5] Matlovič R. (2001) Geografia relígií náčrt problematiky. Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, Prešov, p. 109
[6] Bubelíny P. (2011) Folia geographica. (17), p. 33
[7] Otrubová E. (2003) Humánna geografia II (geografia zahraničného obchodu, geografia cestovného ruchu). Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Košice, p. 37
[8] Ondrejka K. (2002) Rekordy Slovenska – Človek a spoločnosť. Mapa Slovakia, s. r. o., Bratislava, p. 138
[9] Lacika I., Fiala A. (1991) Putovanie za Máriou (Európske pútnické miesta). Q 111, Bratislava, p. 57
[10] Ondrejka K. (2011) Rekordy Slovenska. Dajama, Bratislava, p.
[11] Turanský F., Kollár D., Mizla K. (2015) Najkrajšie pútnické trasy. Dajama, Bratislava, p. 156
[12] Judák V. (2009) Chrámy s titulom basilica minor na Slovensku. Spolok svätého Vojtecha, Trnava, p. 34
[13] Dubcová A., Chrastina P., Kramáreková H. (2003) Vademecum literárnej a vedeckej činnosti geografa. FPV UKF, Nitra, p. 11
[14] Netopil R. (1984) Fyzická geografie I. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, p.
[15] Jakubská cesta. [Citované: 5. január 2018] http://www.jakubskacesta.wbl.sk/
[16] Camino de Santiago na Slovensku. [Citované: 5. január 2018] http://www.caminodesantiago.sk/
[17] Jakubská cesta [Citované: 6. január 2018] http://jakubskacesta.eu/
[18] Lacika J. (2012) 1000 cirkevných pamiatok Slovenska. Ikar, a. s., Bratislava, p. 324
[19] Register národných kultúrnych pamiatok [Citované: 8. január 2018] https://www.pamiatky.sk/sk/page/register-nkp-tabulkove-zoznamy
[20] Denník N. Kostoly Slovenska. [Citované: 8. január 2018] https://dennikn.sk/160769/kostoly-slovenska-mapa-fotky/
[21] Mapy Google. [Citované: 8. január 2018] https://www.google.sk/maps
[22] Katolícke noviny. [Citované: 9. január 2018] http://www.katolickenoviny.sk/36-2015-stredoeuropska-marianska-cesta-spaja-hodnoty/
[23] Hlavné správy. [Citované: 9. január 2018] https://www.hlavnespravy.sk/nove-zamky-stredoeuropska-marianska-cesta-bude-viest-aj-cez-slovensko/104352
[24] Slovenská mariánska cesta. [Citované: 10. január 2018] http://slovenska-marianska-cesta.webnode.sk/
[25] Kukkónia. [Citované: 10. január 2018] http://kukkonia.sk/sk/vedeli-ste-ze
[26] Dubcová A. et al. (2008) Geografia Slovenska. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra, p. 46
[27] Katastrálny portál. [Citované: 18. január 2018] https://www.katasterportal.sk/kapor/
[28] Mazúr E., Lukniš M. (1980) Geomorfologické jednotky 1 : 1 000 000. Atlas Slovenskej socialistickej republiky. SAV SÚGaK, Bratislava, p. 54

[29] Lacika J., Ondrejka K. (2009) Prírodné krásy Slovenska - Chránené krajinné oblasti. Dajama, Bratislava, p. 28
[30] Lapin M. et al. (2002) Klimatické oblasti 1 : 1 000 000. Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR, Bratislava, SAŽP, Banská Bystrica, p. 95
[31] Majerčáková O. (2002) Povodia hlavných tokov s hydrologickou bilanciou 1 : 200 000. Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR, Bratislava, SAŽP, Banská Bystrica, p. 102.
[32] Čeman R. et al. (2016) Slovensko – pôdy 1 : 1 000 000. Slovenská republika školský geografický atlas. Mapa Slovakia Plus, s. r. o., Bratislava, p. 20
[33] Plesník P. (2002) Fytogeograficko - vegetačné členenie 1 : 1 000 000. Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR, Bratislava, SAŽP, Banská Bystrica, p. 113.
[34] ŠÚ SR. 2018 - databáza DATAcube. [Citované: 18. január 2018] http://datacube.statistics.sk/
[35] Zákony pre ľudí. [Citované: 18. január 2018] http://www.zakonypreludi.sk/zz/1998-81
[36] Ramsarské lokality na Slovensku. [Citované: 20. január 2018] http://www.sopsr.sk/publikacie/ramsar.pdf
[37] Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR. [Citované: 20. január 2018] www.mpsr.sk/download.php?pkfID=6736
[38] Regionalizácia cestovného ruchu v Slovenskej republike. [Citované: 20. január 2018] http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:OhtNOME68GIJ:www.telecom.gov.sk/index/open_file.php%3Ffile%3Dcestovnyruch/Legislativa/regionalizacia/str1az22.pdf+&cd=1&hl=sk&ct=clnk&gl=sk
[39] Slovenská správa ciest. [Citované: 20. január 2018] http://www.cdb.sk/files/img/zakladne-mapy-cs/500-000/mapa_sr_500-000_geograficka.jpg
[40] Železnice Slovenskej republiky. [Citované: 20. január 2018] http://mapa.zsr.sk/
[41] Ludvík P., David P. (2012) Slovensko krížom – krážom Západné Slovensko. Ikar, a. s., Bratislava, p. 100
[42] Mesto Dunajská Streda [Citované: 21. január 2018] http://dunstreda.sk/kulturne-pamiatky
[43] Žitnoostrovské múzeum v Dunajskej Strede. [Citované: 21. január 2018] http://www.muzeum.sk/?obj=muzeum&ix=zom
[44] Pamiatky na Slovensku [Citované: 21. január 2018] http://www.pamiatkynaslovensku.sk/vrakun-kostol-sv-jakuba-starsieho
[45] Güntherová A. et al. 1969. Súpis pamiatok na Slovensku III. zväzok (R – Ž). Obzor, vydavateľstvo kníh a časopisov, n. p., Bratislava, p. 418
[46] Slovakiana [Citované: 22. január 2018] https://www.slovakiana.sk/virtualne-vystavy/20304
[47] Obec Vrakúň [Citované: 22. január 2018] http://www.teraz.sk/regiony/vrakun-obec-vznikla-zlucenim-dvoch/167306-clanok.html
[48] Štátny zoznam osobitne chránených častí prírody SR [Citované: 22. január 2018] http://uzemia.enviroportal.sk/
[49] Štátna ochrana prírody SR [Citované: 22. január 2018] http://www.sopsr.sk/natura/index1.php?p=4&lang=sk&sec=4
[50] Apsida Rohovce [Citované: 23. január 2018] http://apsida.sk/c/1105/rohovce
[51] Obec Kvetoslavov [Citované: 23. január 2018] http://www.obeckvetoslavov.sk/obec/kulturne-pamiatky
[52] Podolinský Š. (2009) Kultúrne krásy Slovenska – Románske kostoly. Dajama, Bratislava, p. 16
[53] Šamorín fara [Citované: 23. január 2018] http://samorin.fara.sk/kostol/
[54] Mestský vlastivedný dom Šamorín [Citované: 24. január 2018] http://www.muzeum.sk/?obj=muzeum&ix=zom_mvd
[55] Šamorín [Citované: 24. január 2018] http://samorin.sk/
[56] Turistická mapa Slovenska [Citované: 26. január 2018] https://mapy.hiking.sk/



Mapa 1 Navrhnutá pútnicko – turistická trasa
Zdroj: [56]

Vybrané problémy geografie mesta Trstená

Selected problems of the Trstená town geography

Eva Smitková[1]
Školiteľ: Hilda Kramáreková[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]eva.smitkova@student.ukf.sk, [2]hkramarekova@ukf.sk

Abstrakt
Článok poskytuje stručný prehľad regionálnej geografie mesta Trstená a tiež vybrané problémy tohto mesta, ktoré sme rozdelili do dvoch častí. Prvá časť sa zaoberá jednotlivými problémami cestovného ruchu a propagácie, kde sme upozornili na rekreačný potenciál mesta, ktorý je doposiaľ len málo využívaný. Druhá časť sa týka cezhraničnej spolupráce mesta Trstená so susedným Poľskom, ktorá postupne napreduje. Tu poukážeme na ich spoločnú spoluprácu na konkrétnych príkladoch.

Cieľom tohto článku je poukázať na problémy v oblasti cestovného ruchu a cezhraničnej spolupráce a navrhnúť zlepšenia, ktoré by pomohli tieto problémy riešiť.

Pri vzniku článku sme využili štandardné metódy – zhromaždenie relevantných printových a elektronických informačných zdrojov, terénny výskum, komparatívnu analýzu a systémovú metódu.
Kľúčové slová: mesto, cestovný ruch, cezhraničná spolupráca

Abstract
The article presents short overview of regional geography of the Trstená town. It also shows the selected problems of Trstená town, which are divided into two parts. The first part introduces and explains the problems of tourism and advertising, it highlights the recreational potential of the town, which is little used by now. The second part focuses on cross – bordder cooperation of Trstená town with neighboring Poland, which progressively progress. It gives concrete examples of its cooperation.

The main aim of this article is to point on particular problems in tourism area and cross – border cooperation and to suggest improvements to solve the problems.

During the development of this article, we used standard methods – gathered relevant printed and electronic information sources, field research, comparative analysis and systemic method.
Key Words: town, tourism, cross-border cooperation

Úvod

Podľa Slavíka (2013) je mesto sídlo alebo zoskupenie sídiel, ktorého počet obyvateľov sa pohybuje v rozpätí prevažne od 2 000 do 100 000. Od vidieckych obcí sa líši koncentráciou výrobných a nevýrobných aktivít, výškovou zástavbou, hustotou obyvateľstva a komplexnou vybavenosťou sociálnymi vzťahmi. Vyznačuje sa diferencovaným využitím plôch, ktoré slúžia na bývanie, prácu, dopravu a uspokojovanie potrieb človeka [7].

Podpora rozvoja na úrovni miestnej samosprávy s dôrazom na sociálnu, ekonomickú, kultúrnu a cezhraničnú sféru sa v prípade mesta Trstená uskutočňuje prostredníctvom jeho programu hospodárskeho a sociálneho rozvoja [1].

1 Teoreticko-metodické východiská problematiky

Problematike geografie miest sa v odbornej literatúre venuje značné množstvo autorov. My sme pracovali s publikáciami - Matlovič, Slavík, Pouš (2013) [8], Buček, Korec (2013) [6] a Slavík (2013) [7]. Ďalšie informácie sme čerpali z Programu hospodárskeho a sociálneho rozvoja mesta Trstená za obdobie 2015 - 2022 [1], z Územného plánu mesta Trstená – návrh, apríl 2012 [4], Regionálneho územného systému ekologickej stability okresu Tvrdošín [2], Štatistického úradu SR [3], Komunitného plánu sociálnych služieb mesta Trstená na roky 2016-2023 [5], taktiež z internetovej stránky mesta Trstená [9], [11], ale aj od rôznych autorov a to napr. Dručo (2017) [12], Šimo, Zaťko (1980) [13], Lapin (2002) [14], Hraško (1980) [15], Fulajtár a Čurlík (1980) [16] a Gross (1993) [17].

Doplnkové aktuálne informácie sme získali zo zdrojov [10, 18].

Pri vzniku článku sme využili štandardné metódy – zhromaždenie relevantných printových a elektronických informačných zdrojov, terénny výskum, komparatívnu analýzu a systémovú metódu.

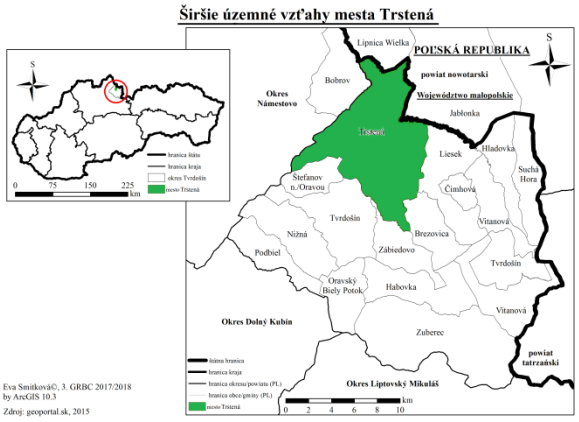
2 Vymedzenie územia a stručná charakteristika mesta Trstená

Mesto Trstená sa rozprestiera na severe Slovenska, v najsevernejšej časti Oravskej vrchoviny v údolí rieky Oravica, v nadmorskej výške stredu mesta 607 m n. m., neďaleko hraníc s Poľskou republikou. Nachádza sa na významnej medzinárodnej ceste Budapešť - Krakov. Územnosprávne je začlenené do vyššieho územného celku Žilinského samosprávneho kraja, do okresu Tvrdošín. Mesto Trstená je situované v severnej časti Slovenska, pri štátnej hranici s Poľskom [1].

Zemepisné súradnice stredu mesta sú 49°21´42´´ s.g.š. a 19°36´38´´ v.g.d. Mesto má rozlohu 82,59 km^2 a žije v ňom 7 396 obyvateľov (k 31. 12. 2016). Hustota zaľudnenia je 89,61 obyv./km^2 [3].

Okolité obce Liesek, Vitanová, Čimhová, Hladovka, Suchá Hora, Zábiedovo a Brezovica tvoria spádové územie mesta Trstená, pre ktoré má mesto zabezpečovať funkciu strediska so zariadeniami vyššej občianskej vybavenosti [1].

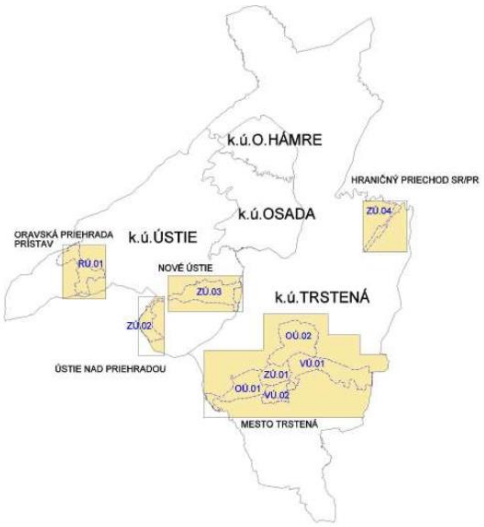
Širšie územné vzťahy mesta Trstená sú zobrazené na obrázku 1.



Obr. 1 Širšie územné vzťahy mesta Trstená
Zdroj: Eva Smitková by ArcGIS 10.3

Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja mesta Trstená za roky 2015 – 2022 uvádza, že mesto Trstená tvoria 4 katastrálne územia (obrázok 2):

1. Trstená,
2. Ústie nad Priehradou,
3. Osada - zatopená časť obce pod vodným dielom Oravská priehrada,
4. Oravské Hámre - zatopená časť obce pod vodným dielom Oravská priehrada.



Obr. 2 Členenie mesta Trstená na katastrálne územia
Zdroj: [1]

2.1 Z historického vývoja mesta

Mesto Trstená sa spomína v zakladajúcej listine z roku 1371. V minulosti prešla vo svojom oficiálnom pomenovaní určitým vývojom. V roku 1371 sa označovala ako Pringenstad(t), v roku 1398 ako Krisina, v roku 1424 ako Stadtsek, v roku 1437 ako Nadasd, v roku 1520 ako Trstena. V období maďarizácie sa písala Trsztena. Barokový vzdelanec Matej Bel poukazuje na skutočnosť, že Slováci volajú Trstenú podľa slova trstina (latinsky aerundo), čiže trstinové mesto (oppidum aerundineum) [12].

V 13. a 14. storočí územie dnešnej Trstenej patrilo pod administratívu Tvrdošína. Mestečko Pringenstadt, neskoršie Trstená, vzniklo vyklčovaním územia v extraviláne Tvrdošína. Bolo vybudované na obchodnej komunikácii, ktorá zabezpečovala rastúci dovoz tovarov medzi Poľskom a Uhorskom. Trstená sa konštituovala v konkrétnom geopolitickom priestore, v dobe, kedy sa začali rozvíjať vzťahy medzi uhorskou dynastiou Anjouovcov a Poľským kráľovstvom. Novozaložené mestečko Trstená bolo už koncom 14. storočia charakteristické svojím trhom [12].

Ekonomický rozvoj mestečka hneď od počiatku napredoval. Dôkazom toho je aj zmienka o jestvovaní trhových práv v meste. V listine z roku 1371 je doložená existencia mäsiarov, pekárov a obuvníkov, čo naznačuje ekonomický rozvoj mesta hneď od jeho založenia. Samotné mesto bolo od začiatku na 20 rokov oslobodené od platenia akýchkoľvek poplatkov a daní. Táto skutočnosť pomohla Trstenej v rokoch

1371 - 1391 hospodársky sa stabilizovať, rozrásť a vnútorne dotvoriť svoj stredoveký kolorit [12].

Trstená ako mnohé ďalšie mestá na Slovensku prešla v posledných desaťročiach búrlivým rozvojom. Bola sídlom okresu, no neskôr toto postavenie stratila, avšak aj naďalej plní funkciu kultúrneho a spoločenského centra severovýchodnej časti Oravy [5].

2.2 Stručná geografická charakteristika mesta

Z hľadiska geologickej stavby leží územie Trstenej na podloží mezozoika a paleogénu bradlového pásma, v ktorom sa uplatňujú prevažne flyšové vrstvy ílovcov, slieňovcov, pieskovcov, zlepencov a lokálne aj škvrnité vápence [17].

Mesto patrí do chladnej klimatickej oblasti mierne chladného okrsku, s júlovým priemerom teplôt 12 - 16 °C. Klímu charakterizuje priemerná ročná teplota vzduchu 2 až 4 °C a priemerná teplota vzduchu v januári -5 až -6 °C. Najchladnejším mesiacom roka je január, najteplejším júl. Ročné úhrny zrážok dosahujú priemerne 700 - 800 mm, v januári je priemerný úhrn zrážok 40 - 50 mm, v júli 80 - 100 mm. Počet dní so snehovou pokrývkou je 80 až 100. Z hľadiska zaťaženia prízemnými inverziami patrí územie k priemerne inverzným polohám. Územie charakterizuje priemerne 40 - 50 dní s hmlou do roka, ide o typ kotliny vysokého stupňa. V kotline prevláda západné prúdenie vetra [14].

Rieky mesta Trstená patria do úmoria Čierneho mora. Podľa režimu odtoku zaraďujeme rieky tohto územia do stredohorskej oblasti so snehovo – dažďovým režimom, kedy najvyššie prietoky Q (max) dosahujú rieky prevažne v apríli a najnižšie Q (min) v januári až vo februári. Najväčšie množstvo vody odvádza rieka Oravica so svojimi prítokmi. Pramení v Tichej doline v Západných Tatrách, v nadmorskej výške približne 950 m a do územia Trstenej vstupuje na dolnom úseku svojho toku, ako jeden z najväčších prítokov rieky Oravy [13].

Z pedogeografického hľadiska sú v meste Trstená najrozšírenejšími pôdnymi typmi pseudogleje a gleje a na silne zamokrených miestach sa tvoria rašelinné pôdy (oraganozeme). Na miestach, kde hladina podzemnej vody neovplyvňuje pôdotvorný proces, vznikajú ilimerizované pôdy (luvizeme). V nivách vodných tokoch Oravica vznikli fluvizeme. V oblasti flyšovými horninami majú prevahu hnedé pôdy (kambizeme) a v nadmorskej výške nad 900 m i pôdy podzolové [15].

Z pôdnych druhov majú prevahu bezskeletnaté až slabo skeletnaté piesočnato – hlinité, v lesných oblastiach miestami až hlinité pôdy [16].

Z hľadiska potenciálnej prirodzenej vegetácie sú pre mesto charakteristické jedľové a jedľovo-smrekové lesy (*Abieton a Vaccinio Abietenion)*, smrekové lesy zamokrené (*Vaccinio-Piceeion*), bukové kyslomilné lesy horské (*Luzulo-Fagion*), dubovo-hrabové lesy lipové (*Tilio-Carpinenion betuli*) jedľové lesy kvetnaté (*Eu-Fagenion*) a lužné lesy podhorské a horské (*Alnenion glutinoso-incanae*) [2].

Na území mesta dominujú spoločenstvá polí a lúk s typickými zástupcami živočíchov ako sú zajac poľný (*Lepus europaeus*), hraboš poľný (*Microtus arvalis*), škovránok poľný (*Alauda arvensis*). Prechodne sa tu však môžu vyskytovať najmä za účelom obživy a lovu aj druhy trvalo viazané na biotop lesa zastúpený v širšom okolí napríklad líška hrdzavá (*Vulpes vulpes*), jeleň lesný (*Cervus elaphus)* srnec lesný (*Capreolus capreolus)* a niektoré dravce ako orol krikľavý (*Aquila pomarina),* myšiak hôrny *(Buteo buteo)* a sokol myšiar (*Falco tinnunculus*).V blízkosti lokality sa nachádza vodný tok Oravica, ktorý je biotopom vydry riečnej (*Lutra lutra*) a viacerých druhov rýb: hlaváč pásoplutvý (*Gobio poecilopus*), pstruh potočný *(Salmo trutta morpha fario*), lipeň obyčajný (*Thymallus thymallus*) a čerebľa pestrá (*Phoxinus phoxinus*) [2].

V juhovýchodnej časti Oravskej kotliny sa nachádzajú viaceré chránené územia. Severozápadne a severne od Trstenej prebieha hranica územia chránenej krajinnej oblasti (CHKO) Horná Orava. V tejto časti CHKO je vyčlenená zóna B, C a D so 4., 3. a 2. stupňom ochrany. Z maloplošných chránených území sú v dotknutom priestore Oravskej kotliny vyhlásené chránený areál (CHA) Bratkovčík a chránený areál Rieka Orava. CHA Bratkovčík bol vyhlásený za účelom ochrany vzácnych a ohrozených druhov fauny a flóry a celkového zachovania biodiverzity mokraďných biotopov na severnom Slovensku [2].

Mesto Trstená s počtom obyvateľov 7 396 patrí medzi menšie sídla mestského typu na Slovensku. Za posledných 20 rokov má demografický vývoj kolísavý trend, ktorý sa odráža aj na vývoji počtu obyvateľov. Z dlhodobého hľadiska je ovplyvňovaný najmä migráciou – úbytkom obyvateľstva a to sťahovaním. Za posledné obdobia bol počet odsťahovaných väčší ako počet prisťahovaných, čo sa odrazilo aj na poklese obyvateľstva. Ďalším negatívnym trendom je klesajúci počet narodených detí a mierne kolísavý trend zomrelých. Klesajúci počet narodených detí a vysoká

miera negatívnej migrácie (spôsobenej nedostatkom pracovných príležitostí) sú hlavnými príčinami celkového poklesu počtu obyvateľov mesta Trstená. V meste je zatiaľ stabilizovaný typ populácie, avšak samospráva by mala vytvárať aktívnu politiku vo vzťahu k mladým ľuďom v oblasti tvorby pracovných miest a rozvoja bývania [1].

Slovenská národnosť tvorí až 95,43 % z celkového počtu obyvateľstva. Z ostatných národností je najviac zastúpená česká 0,17 %, avšak ani jedna národnosť nepresiahla 1 %. Čo sa týka náboženského vierovyznania, väčšina obyvateľstva je rímskokatolíckeho vyznania (88,87 %). Druhou najpočetnejšou cirkvou je obyvateľstvo evanjelického – augsburského vyznania 0,65 %. Bez vyznania je 3,7 % obyvateľstva, a do kategórie nezistené sa radí 6 % obyvateľstva [3].

Mesto Trstená patrí medzi najviac priemyselne rozvinuté územia regiónu Orava. Nachádza sa tu niekoľko väčších regionálnych zamestnávateľov. V súčasnosti je v obchodnom registri zaregistrovaných 60 obchodných spoločností s právnou formou s.r.o. so sídlom v Trstenej. Veľmi silnú základňu tvoria tiež živnostníci, ktorých je v súčasnosti registrovaných 500. Najväčšie zastúpenie priemyselnej výroby v meste Trstená má spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku. Okrem nábytku a výroby predmetov zo slamy a prúteného materiálu je výroba kovových konštrukcií, strojov a zariadení, oprava a inštalácia strojov, prístrojov a výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov. Väčšina výrobných a skladových plôch je vhodne umiestnená na východnom okraji mesta vo výrobnom okrsku. Problematické je umiestnenie najstaršej časti Závodov ťažkého strojárstva. Ďalším problémom je situovanie poľnohospodárskej výroby, ktoré predstavuje Poľnohospodárske družstvo Trsteník v Trstenej a v Ústí nad Priehradou – Nové Ústie. Výrobné areály vo východnej časti mesta sú extenzívne využité. Menšie prevádzky remeselného charakteru sú rozptýlené v plochách obytnej zóny [1].

Medzi najväčších zamestnávateľov v meste Trstená patria nasledovné spoločnosti:

- Panasonic Industrial Devices Slovakia s.r.o., Trstená (výroba spotrebnej elektroniky),
- Hornooravská nemocnica s poliklinikou, Trstená (zdravotníctvo),
- COOP Jednota Trstená, SD (obchodná činnosť),
- Poľnohospodárske družstvo Trsteník, Trstená (poľnohospodárstvo),
- LKT s.r.o., Trstená (výroba lesných kolesových traktorov),
- ELKOND HHK, a.s., Trstená (výroba elektronických a elektrických drôtov a káblov).

3 Vybrané problémy geografie mesta a návrhy na ich riešenie

Na základe zistených informácií z Programu hospodárskeho a sociálneho rozvoja mesta Trstená za obdobie 2015 – 2022 [1] sme identifikovali dva základné problémy mesta: cestovný ruch a cezhraničnú spoluprácu.

3.1 Cestovný ruch

Mesto Trstená a jej okolie je ideálnym priestorom cestovného ruchu, ktorý je rôznorodý, no zatiaľ len málo využitý. Je tu široká ponuka rekreačných činností a to od rekreácie pri vode až po horskú turistiku a zimné športy. K tomu všetkému prispievajú hlavne lokality Oravskej priehrady, Oravíc a Roháčov. Podmienky pre cestovný ruch sú tu počas všetkých ročných období. V zime si môžu návštevníci vyberať zo širokej ponuky lyžiarskych stredísk podľa svojich možností. Známe lyžiarske strediská sú najmä v obciach: Brezovica, Nižná, Podbiel, Vitanová, Oravice, Habovka a Zuberec.

Rekreáciu pri vode a s tým spojený turizmus sa rozvíja hlavne pri Oravskej priehrade. V lete je turistami najvyhľadávanejšia južná a západná časť priehrady. Na jej brehoch je viacero rekreačných oblastí s možnosťami kúpania, jachtingu, vodného bicyklovania, člnkovania, surfingu, iných vodných športov a atrakcií [2].

Z hľadiska využívania geotermálnej energie pre rekreačné účely sa v blízkosti Trstenej nachádza rekreačná oblasť Oravice s prevádzkou dvoch zariadení s termálnou vodou – Termálne kúpalisko (kapacita 700 osôb) a aquapark Meander park Oravice (kapacita 1400 osôb – obrázok 3). Z hĺbky 1611 m tu vyviera prírodná termálna voda s blahodárnym účinkom s teplotou 58°C, je vo všetkých bazénoch v areáli o ploche 1545 m^2. Termálna voda je vysoko mineralizovaná sodno-vápenato-horečnato-siričitá s vysokým obsahom železa. Priamy vstup z budovy a bazénov umožňuje kúpať sa v každom počasí a každom ročnom období [1], [10].

Okrem celoročného kúpania v termálnych bazénoch môžeme využiť pešiu turistiku po náučnom chodníku s prehliadkou prírodného kaňonu Juráňovej doliny (obrázok 4). Dolinou preteká Juráňov potok, ktorého činnosť sa významne podpísala pod jej osobitý

ráz. Najatraktívnejšia dolná časť doliny sa nazýva Tiesňavy a lemujú ju pôsobivé skalné steny a skalné útvary zvané ,,obrie hrnce“**.** Dolinou vedie značkovaný náučný turistický chodník z Oravíc, venovaný dejinám, rastlinstvu, živočíšstvu a ťažbe železnej rudy [18].

Poznávací, kultúrny a spoločenský turizmus má svoje ťažisko v Trstenej a v okolí. Pre poznávací turizmus je možné využiť kultúrnohistorický potenciál, napr. pamiatkovú rezerváciu ľudovej architektúry Bobrova raľa v Podbieli (obrázok 5) a múzeum oravskej dediny Zuberec – Brestová. Z vidieckych sídiel majú možnosti pre rozvoj rekreačnej funkcie aj sídla Vitanová a Brezovica [2].

Obr. 3 Aquapark Oravice - Meander Thermal Park
Zdroj: [10]

Obr. 4 Juráňova dolina
Zdroj: [18]

Obr. 5 Pamiatková rezervácia ľudovej architektúry Bobrova raľa v Podbieli
Zdroj: [18]

Napriek spomínaným kultúrnym pamiatkam územie nie je často pre turistov vyhľadávanou oblasťou. Hlavnými príčinami ich nezáujmu o túto časť sú nedostatočná propagácia zaujímavých prvkov a chýbajúci orientačno-informačný systém v meste (informačné a navádzacie tabule). Bolo by dobré vytvoriť informačný a propagačný materiál (tlačený, alebo elektronický – CD/DVD) o meste a jeho okolí, o možnostiach cestovného ruchu (čo navštíviť, kde navštíviť, kedy, za akú cenu, na koho sa treba obrátiť a pod.) a o konkrétnych službách cestovného ruchu. Taktiež využiť existenciu tradičných remesiel a salašníctva. Zachovávať tradičné remeslá (keramika) a salašníctvo ako osobitú formu hospodárenia, propagovať a dokumentovať – zriadiť múzeum remesiel a salašníctva [9].

3.2 Cezhraničná spolupráca

Mesto Trstená je zapojené do spolupráce so siedmimi partnerskými mestami: Žarnovica, Želiezovce (Slovenská republika), Hořice, Žirovnice (Česká republika), Isaszeg (Maďarská republika), Jablonka a najnovšie Ozorków (Poľská republika). Mesto patrí do Euroregiónu Tatry, Združenia miest a obcí Hornej Oravy (ZMO HO), Európskeho zoskupenia územnej spolupráce TATRY s. r. o., (EZÚS TATRY s.r.o.), do Klastra ORAVA a MAS Orava, o.z.

Pri cezhraničnej spolupráci je najväčším partnerom mesto Jablonka z Poľskej republiky. Spoluprácou pri organizovaní spoločných kultúrnych podujatí chce mesto Trstená rozvíjať a prehlbovať cezhraničnú spoluprácu a tým nadviazať a posilniť priame kontakty

medzi partnermi, súbormi a ľudovými umelcami, realizovať spoločné investičné zámery. Mesto Trstená je zapojené do programu cezhraničnej spolupráce Interreg V-A Poľsko-Slovensko 2014-2020, ktorý je spolufinancovaný Európskou úniou z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja**.** Názov projektu je ,,Multikultúrne dedičstvo Jablonky a Trstenej". Tento mikroprojekt je spoločne realizovaný poľskými a slovenskými partnermi. Jeho realizácia v cezhraničnom partnerstve prispeje k pozitívnej zmene súčasnej situácie na poľsko-slovenskom pohraničí zdôraznením spoločného multikultúrneho dedičstva Jablonky a Trstenej obyvateľom pohraničia. Vďaka pozornosti spoločným dejinám Poliakov a Slovákov na Orave, ktorí v ťažkej práci v náročných podmienkach osídľovania tohto územia, vojnových a živelných pohromách smerovali k súčasnosti. Vďaka účasti na cezhraničných konferenciách, dielňach, výstavách a propagovaniu poľsko-slovenských publikácií budú mať cieľové skupiny možnosť priameho kontaktu so spoločným kultúrnym dedičstvom oboch národov, budú sa môcť zapojiť do procesu rozvíjania národnej a kultúrnej identity pri zohľadnení spoločných dejín. Cieľom mikroprojektu je využitie multikultúrneho dedičstva Jablonky a Trstenej na propagáciu a rozvoj poľsko-slovenského pohraničia, vytvorenie spoločných, udržateľných produktov založených na kultúrnom a prírodnom dedičstve Jablonky a Trstenej [11].

Ďalším projektom je projekt s názvom „Na bicykli za kultúrnym a prírodným dedičstvom pohraničného regiónu", realizovaný v rokoch 2014-2020. Hlavným cieľom tohto cezhraničného projektu je vybudovanie nových úsekov cyklotrás. Na slovenskej strane sa vybuduje 1,541 km cyklotrasy s doplnkovou infraštruktúrou, značením, ktoré navedie turistov ku kultúrnemu a prírodnému dedičstvu mesta Dolný Kubín a jeho okolia. Na poľskej strane sa vyznačí 19,98 km cyklotrasy (z toho 8,52 km sa vybuduje), ktorá navedie turistov hlavne k prírodnému dedičstvu. Úseky nadväzujú na už vybudovanú cyklotrasu Trstená - Nowy Targ. Vybudovaná cyklotrasa Trstená – Suchá Hora bude vybavená doplnkovou infraštruktúrou - lavičkami, stojanmi na bicykle, odpadkovými košmi, informačnými tabuľami o historickej železnici, informačnými tabuľami zachytávajúcimi panorámu Tatier, vodorovným a zvislým značením [11].

Navrhnutá cyklotrasa v Dolnom Kubíne bude prepojená s cyklotrasou Trstená - Nowy Targ jednak Oravskou cyklomagistrálou a jednak Oravskou železnicou, v blízkosti ktorej na oboch stranách (Dolný Kubín, Trstená) budú umiestnené cykloboxy, ktoré umožnia uloženie bicyklov a pešiu turistiku [11].

Aj napriek týmto projektom, by bolo dobré zbližovať obyvateľov oboch prihraničných regiónov vo všetkých oblastiach hospodárskeho a sociálneho života. Bolo by dobré organizovať výmenné aktivity občanov z obidvoch regiónov vo všetkých oblastiach (podnikanie, kultúra, vzdelávanie, sociálna politika, deti a mládež) a podporovať regionálnu výmenu v oblasti sociálnych a zdravotníckych služieb a rozvíjať trojstrannú spoluprácu Poľsko-Slovensko-Česko na tomto poli. Taktiež by sa mohli realizovať spoločné aktivity (napr. spoločné festivaly, spoločné kandidatúry na usporadúvanie podujatí, športové turnaje, podujatia pre rodiny, konferencie a workshopy) [9]. Kalendárium akcií nemá zverejnené ani samotné mesto napriek tomu, že sa realizujú rôznorodé aktivity.

Záver

Záverom môžeme zhrnúť, že v rámci cestovného ruchu mesto disponuje značným rozvojovým potenciálom, no momentálne však nie je dostatočne využívaný. Odporúča sa využiť jeho silné stránky, najmä kultúrno-historický a prírodný potenciál pre získanie konkurenčnej výhody. Bolo by potrebné vložiť viacej úsilia a investícií na rozvoj turizmu a tiež pripraviť propagačné materiály, ktoré by prezentovali mesto Trstená a jeho okolie.

V cezhraničnej spolupráci by bolo potrebné organizovanie spoločných, kultúrnych a športových aktivít, výmenných pobytov a spoločných podujatí v rámci regionálnej, národnej a medzinárodnej spolupráce partnerských miest.

Poďakovanie

Poďakovanie patrí mojej školiteľke RNDr. Hilde Kramárekovej, PhD. za jej odbornú pomoc, cenné rady a aktívnu podporu pri tvorbe tohto článku.

Použitá literatúra

[1] Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja mesta Trstená za obdobie 2015 – 2022 [Citované: 18. február 2018] http://www.trstena.sk/download_file_f.php?id=738741

[2] Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky [Citované: 18. február 2018] http://www.minv.sk/swift_data/source/miestna_statna_sprava/okres_tvrdosin1/dokumenty/Regio

nalny%20uzemny%20system%20ekologickej%20stability%20okresu%20Tvrdosin.pdf
[3] Štatistický úrad Slovenskej republiky [Citované: 18. február 2018] https://slovak.statistics.sk
[4] Územný plán mesta Trstená za rok 2012 [Citované: 16. február 2018] http://www.uzemneplany.sk/files/ground_planes/trstena/parts/uzemny-plan-mesta/navrh/documents/sprievodna-sprava.pdf?f=b1fffa510dc9e5678ef368ae482b13a7
[5] Komunitný plán sociálnych služieb mesta Trstená na roky 2016-2023 [Citované: 16. február 2018] http://www.trstena.sk/download_file_f.php?id=743093
[6] Buček J., Korec P., (2013) Moderná humánna geografia mesta Bratislava: priestorové štruktúry, siete a procesy. Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra humánnej geografie a demografie, Bratislava, s. 195
[7] Slavík V., (2013) Geografia sídiel. Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra humánnej geografie a demografie, Bratislava s. 235
[8] Matlovič R., Slavík V., Pouš R., (2013) Základy geografie mesta. Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, s. 74
[9] Old Trstená – cestovný ruch, cezhraničná spolupráca a regionálny rozvoj [Citované: 16. február 2018] http://www.old.trstena.sk/files/pdf/phsr/cr.pdf
[10] MeanderOravice [Citované: 18. február 2018] https://meanderoravice.sk/o-aquaparku/atrakcie-a-relax/
[11] www. trstená.sk [Citované: 18. február 2018] http://www.trstena.sk/program-cezhranicnej-spoluprace-interreg-v-a-polsko-slovensko-2014-2020.html
[12] Durčo, M., 2017. Vývoj mesta Trstená od začiatku novoveku a jeho premeny na starých fotografiách. 1.vyd. Trstená : DOLIS, 2017, s. 92
[13] Šimo E., Zaťko M., (1980) Typy režimu odtoku 1: 1000 000. Atlas SSR. Veda, vyd. SAV Bratislava.
[14] Lapin, M. a kol., (2002) Klimatické oblasti 1 : 1 000 000. Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo životného prostredia SR, Banská Bystrica, Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, 2002, s. 95
[15] Hraško, J. a kol., (1980) Pôdne typy 1 : 500 000. Atlas SSR. Veda, vyd. SAV Bratislava
[16] Fulajtár E., Čurlík J., (1980) Pôdne druhy, skeletovitosť a zamokrenie 1 : 500 000. Atlas SSR. Veda, vyd. SAV Bratislava
[17] GROSS, P a kol., (1993) Geológia južnej a východnej Oravy. Geologický ústav D. Štúra, Bratislava, s. 319
[18] Kam na výlet na Slovensku [Citované: 18. marec 2017] https://www.kamnavylet.sk/atrakcia/juranova-dolina-vitanova

Rozvoj obce Zlatno

The development of the Zlatno municipality

Dávid Šorman[1]
Školiteľ: Hilda Kramáreková[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1]david.sorman@student.ukf.sk, [2]hkramarekova@ukf.sk

Abstrakt
Cieľom článku je poukázať na rozvoj obce Zlatno, predovšetkým na rozvoj cestovného ruchu, ktorý má v okolí obce veľkú perspektívu.

V článku sme použili niekoľko metód, napr. metódu vysvetľujúceho opisu, ktorým sme oboznámili čitateľov so základnými údajmi o obci, ďalej sme použili historicko-geografickú metódu, ktorou sme objasnili pôvod obce, pomohol nám aj rozhovor so starostom obce, ktorý nám načrtol možnosť vývoja obce - napr. vybudovať v obci pamätnú izbu prof. Zaťka. Nakoniec sme terénnym výskumom overili možnosť prepojenia Kostolianskeho náučného chodníka a Náučného partizánskeho chodníka Zlatno – Skýcov s pripravovaným Náučným chodníkom prof. Lukniša.
Kľúčové slová: Zlatno, regionálny rozvoj

Abstract
The aim of the article is to point out to development of the Zlatno municipality, firstly to development of tourism, which has a great perspective in the area of the municipality.

We used several methods in this article. The method of explanatory description informed readers about basic information about the municipality, historical and geographical method explained the origin of the municipality. An interview with the mayor outlined the possibility of the municipality development – e.g. to build a memorial room of the prof. Zaťko. Finally, by field work we investigated interconnection of the Kostoľany Educational Path and the Partisan Tourist Path of Zlatno-Skýcov with the prepared Prof. Lukniš Educational Path.
Key Words: the Zlatno municipality, regional development

Úvod

Od každého starostu sa očakáva záujem rozvíjať svoju obec a v tomto zmysle ani obec Zlatno nie je výnimka.

Obec Zlatno je pozoruhodná tým, že sa na jej území nachádzajú viaceré atraktívne lokality, napr. Čierny hrad, Múzeum prof. Lukniša s pamätnou izbou, či Náučným partizánskym chodníkom Zlatno – Skýcov.

Pripravuje sa aj nový Náučný chodník prof. M. Lukniša, ktorý by sa mal v budúcnosti prepojiť s Kostolianskym náučným chodníkom a s Náučným partizánskym chodníkom Zlatno-Skýcov. Tieto danosti ako aj ďalšie pripravované aktivity by mali prispieť k lepšiemu zviditeľneniu obce i k rozvoju lokálneho cestovného ruchu.

1 Teoreticko-metodické východiská problematiky

Informácie k článku sme získavali z printových a elektronických zdrojov. Medzi printové zdroje patrila publikácia o obci Zlatno [1], publikácia o Kostolianskom náučnom chodníku [2] a mapa geomorfologického členenia Slovenska [6]. Medzi elektronické zdroje patrila webová stránka obce Zlatno [3], Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja obce Zlatno na roky 2014-2020 [4] a webové stránky Čierneho hradu [5] a Štatistického úradu Slovenskej republiky [7].

Pri vzniku príspevku sme využili niekoľko metód. Metóda vysvetľujúceho opisu je najviac zreteľná pri charakteristike obce Zlatno. Historicko-geografická metóda bola použitá pri objasnení pôvodu obce. Systémovú metódou sme použili na rozčlenenie práce na kapitoly a v rámci nich na podkapitoly. Terénny výskum sme použili na zistenie možnosti prepojenia Kostolianskeho náučného chodníka a Náučného partizánskeho chodníka Zlatno-Skýcov s Náučným chodníkom prof. Lukniša. V rozhovore so starostom sme sa venovali možnosti vybudovania pamätnej izby prof. M. Zaťka.

2 Stručná geografická charakteristika obce Zlatno

Na Slovensku nájdeme tri obce s názvom Zlatno. Prvá sa nachádza v okrese Brezno, druhá v okrese Poltár a tretia v okrese Zlaté Moravce.

Okrem polohy sa rozlišujú aj veľkosťou a históriou. Zlatno, obec v okrese Zlaté Moravce, svoj prívlastok, partizánska obec, dostala vďaka aktívnej partizánskej činnosti v období SNP, ktorého bola významným strediskom. Dňa 22. 12. 1944 v blízkosti obce havarovali dve sovietske lietadlá. Na ich počesť bola osadená pamätná tabuľa pred obecným úradom.

Obec sa nachádza 14 km severozápadne od okresného mesta Zlaté Moravce [3]. Na západe hraničí s obcou Velčice, na juhu s obcou Mankovce, na východe s obcou Hosťovce, severozápadne s obcami Práznovce a Krnča a na severovýchode s obcou Klátova Nová Ves (mapa 1).

Podľa geomorfologického členenia Slovenska [6] patrí obec Zlatno do geomorfologického celku Tribeč. Obec sa nachádza pod Čiernym hradom a Javorovým vrchom v kotline obklopenej lesmi.

Územie Zlatna zaraďujeme k povodiu Žitavy. Väčšinu územia odvodňuje potok Stránka, prameniaci pod Javorovým vrchom, ktorý sa do Žitavy vlieva pri Zlatých Moravciach z pravej strany. Do Stránky sa vlieva ľavostranný Zorkov potok a pravostranný Hradský potok pretekajúci cez intravilán obce. Na vodnom toku Stránka sa nachádzajú tri menšie vodné plochy. Pre športový rybolov bola upravená južná vodná plocha, ktorá slúži aj ako oddychovo-relaxačná zóna.

Na území obce dominujú kambizeme s ojedinelým výskytom černozemí, pôdnym druhom sú stredne ťažké pôdy, hlinité. Skeletnatosť pôd sa pohybuje od slabých až po stredne skeletnaté pôdy s ojedinelým výskytom silne skeletnatých pôd a pôd bez skeletu.

Z hľadiska fytogeografického členenia patrí obec do západokarpatskej floristickej oblasti, obvodu predkarpatskej flóry a okresu Tribeč. Z drevín na území obce prevládajú duby.

V rámci zoogeografického členenia zaraďujeme územie do podkarpatského úseku provincie listnatých lesov. Vyskytuje sa tu živočíšstvo listnatého lesa, záhrad, polí a lúk, vôd, a ľudských obydlí.

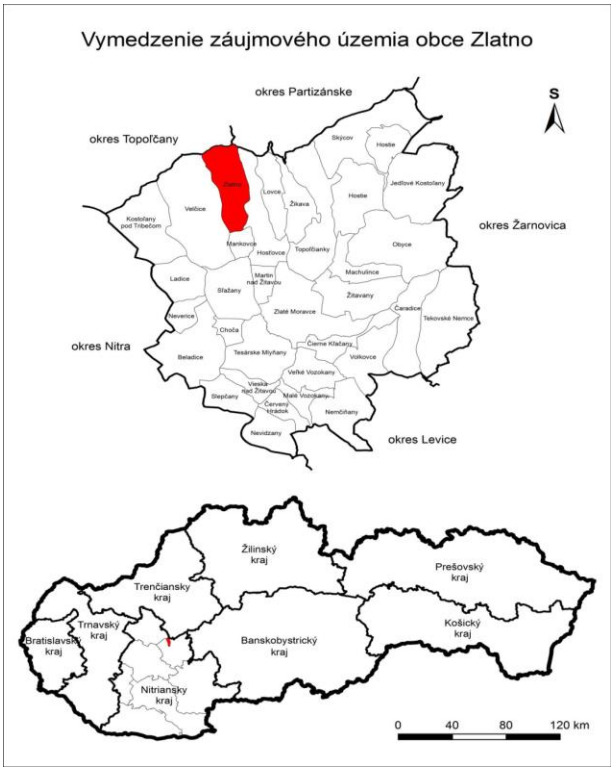
Z hľadiska ochrany prírody a krajiny patrí severná časť obce do Chránenej krajinnej oblasti Ponitrie (2. stupeň ochrany). Časť obci patrí k Chránenému vtáčiemu územiu Tribeč v rámci európskej sústavy chránených území NATURA 2000 [6].

Prvá písomná zmienka o obci sa nachádza v Zoborskej listine z roku 1156, kde bola uvedené pod názvom Zaltinc. Ide pravdepodobne o prešmyčku slova Zlatinc, odvodeného od slova zlato. Aj keď sa v súčasnosti zlato v obci neťaží, zrnká zlata možno na území obce ešte stále nájsť. V ďalších písomných záznamoch je uvedené aj pod menami Zalathna (1397), Zalakna (1424), či Szalathna (1424-1516).

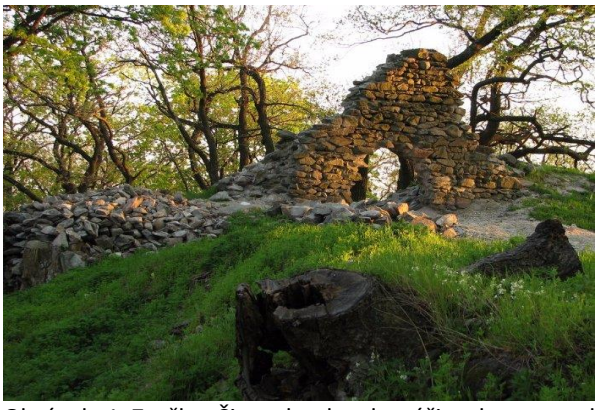
Od 14. storočia patrila obec rodu Forgáčovcov, ktorí tu vládli až do začiatku 18. storočia. Neskôr sa dostala pod panstvo z Topoľčianok a radu rehoľníkov Paulíniovcov z Lefantoviec.

Súčasné pomenovanie Zlatno sa začalo používať od roku 1808, no definitívne až od roku 1919. V období medzi 1808 až 1919 figurovali ešte názvy Zlatnó, Zlatnou, ba dokonca Kis Aranyos (1892-1913).

K histórii obce patrí aj zrúcanina Čierneho hradu, nachádzajúca sa nad obcou, pochádzajúca pravdepodobne z konca 12. storočia. Hrad v minulosti plnil úlohu strážneho hradu medzi hradmi Gýmeš (Jelenec) a Hrušov. Zničený bol počas tureckého nájazdu v 14. storočí. Zachovala sa iba malá časť klenby hradného múru (obr. 1) [5].



Mapa 1 Vymedzenie záujmového územia obce Zlatno
Zdroj: [2]



Obrázok 1 Zvyšky Čierneho hradu týčiaceho sa nad obcou Zlatno
Zdroj: [5]

V blízkom okolí obce juhovýchodným smerom sa nachádza aj pamätník padlých hrdinov s nápisom v lokalite Člnok a juhovýchodne od obce medzi obcami Zlatno a Mankovce sa nachádza lokalita Dvanásta tabla s prístreškom (obr. 2 a 3). Pamätník padlých hrdinov súvisí so spomienkou na druhú svetovú vojnu a lokalita Dvanásta tabla súvisí so spomienkou na pád dvoch sovietskych lietadiel 22. 12. 1944.

Obrázok 2 Pamätník padlých hrdinov v lokalite Člnok
Zdroj: [3]

Obec Zlatno patrí počtom obyvateľov k najmenším obciam v okrese Zlaté Moravce - k 1. 1. 2017 v obci žilo 217 obyvateľov, z toho 105 mužov a 112 žien. V mesiaci január sa z obce vysťahovali traja obyvatelia, takže k 31. 1. 2017 v obci žilo 214 obyvateľov. Za posledných desať rokov má počet obyvateľov prevažne klesajúcu tendenciu (tab. 1). Hustota obyvateľstva je iba 15 obyvateľov na km^2.

Pri sčítaní obyvateľstva z roku 2011 bolo v obci 180 bytov. Obývané byty tvoria 75,92 %, a neobývané tvoria 24,07 %.

Ekonomickú aktivitu, ktorá určuje postavenie obyvateľstva na trhu, tvoria dve základné skupiny – ekonomicky aktívne obyvateľstvo (EAO) a ekonomicky neaktívne obyvateľstvo (ENO).

Obrázok 3 Lokalita Dvanásta tabla s prístreškom
Zdroj: [3]

Rok	Počet obyvateľov
2007	246
2008	247
2009	235
2010	231
2011	224
2012	220
2013	220
2014	225
2015	228
2016	217

Tabuľka 1 Vývoj počtu obyvateľov obce v rokoch 2007-2016
Zdroj: [7]

Za ekonomicky aktívnych sa považujú obyvatelia 15-roční a starší, ktorí sú pracujúci (okrem dôchodcov), pracujúci dôchodcovia, nezamestnaní a osoby na materskej dovolenke.

Ekonomicky neaktívne obyvateľstvo tvoria dve základné zložky - nepracujúci dôchodcovia a osoby závislé, ku ktorým zahŕňame deti do 15 rokov, študentov stredných a vysokých škôl.

Podľa posledného sčítania obyvateľov, bytov a domov v r. 2011 bolo v Zlatne 113 ekonomicky aktívneho obyvateľstva, ktorých podiel na obyvateľstve produktívneho veku bol 74,3 %. Podiel mužov bol vyšší o 5, 4 – percentuálneho bodu ako podiel žien na produktívnom obyvateľstve, ktorý dosiahol 71,4 %.

Iným typom štruktúry je štruktúra EAO podľa sektorov, v ktorej takmer vyrovnané postavenie má sekundárny (39,82 %) a terciárny sektor (39,82 %), ktoré v roku 2011 viazali 79,64 % EAO obce. Na primárny sektor reprezentovaný lesníctvom a poľnohospodárstvom pripadlo 15,93 %. Pri sčítaní ľudu, domov a bytov 4,42 % ekonomicky aktívneho obyvateľstva neudalo príslušnosť k odvetviam hospodárstva.

Významný podiel na EAO má podskupina, ktorú tvoria nezamestnaní. V roku 2014 počet nezamestnaných dosiahol 20 osôb (17,70 % z ekonomicky aktívneho obyvateľstva obce). Z celkového počtu nezamestnaných je takmer polovica žien - 9. Dominantná časť nezamestnaných má dokončené nižšie stredné odborné vzdelanie - 10. V štruktúre podľa veku medzi nezamestnanými dominovali kategórie do 30 rokov, 35-40 a 55-60 roční. V obci prevláda dlhodobá nezamestnanosť, ktorá u nezamestnaných často spôsobuje stratu návyku pracovať ako i sociálne zmeny osobnosti. Dlhodobo nezamestnaných v obci je ako polovica z nezamestnaných - 11.

Dominantná časť obyvateľov odchádza za pracovnou príležitosťou hlavne do Zlatých Moraviec a krajského mesta Nitra.

Vo výrobných odvetviach hospodárstva má významné postavenie priemysel, zamestnaných v ňom je 21,24 %, z ktorých je 12,39 % viazaných na odvetvia strojárenstva a elektrotechnického priemyslu. Stavebníctvo viaže 18,58 % EAO obce. Podiel EAO v lesníctve a poľnohospodárstve je 15,93 % na celkovom počte EAO obce. V nevýrobných odvetviach podiel EAO je vyšší (5,31 - 3,54 %) najmä v maloobchode, činnosti reštaurácií a pohostinstiev, doprave, vzdelávaní a zdravotníctve, charakteristický je vysokou dochádzkou za prácou mimo obec Zlatno, podobne ako do odvetví priemyslu. Vysokou odchádzkou za prácou sú charakteristické i ďalšie odvetvia hospodárstva, čo je typické pre vidiecke obce, pokiaľ neplnia špeciálnu výrobnú alebo nevýrobnú funkciu.

Podnikatelia obce svoju činnosť orientujú na prepravu osôb, ťažbu dreva a lesnícke práce, do maloobchodných a drobných služieb ako je stolárstvo, klampiarstvo.

Sociálnu infraštruktúru tvorí predajňa so zmiešaným tovarom, pohostinstvo, kultúrny dom, obecné múzeum, knižnica, Kostol povýšenia Svätého kríža, tri kaplnky a dom smútku s cintorínom. Nedostatok detí spôsobil zatvorenie materskej a základnej školy v roku 2003. Vzdelávacie zariadenia, ale aj zdravotné, tak musia obyvatelia hľadať mimo obce. Pre športové aktivity je sprístupnené futbalové ihrisko, na ktorom sa každoročne odohráva turnaj o putovný pohár starostu obce. Obec poskytuje aj špecializované služby, stolárstvo a klampiarstvo. Obec má elektrické a plynovodné zabezpečenie a obecný vodovod. Kanalizácia sa v obci nenachádza. Odvoz komunálneho odpadu je raz za dva týždne [4].

3 Možnosti rozvoja obce

Rozvoju obce sa venuje Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja obce Zlatno na roky 2014-2020, v ktorom sa uvádzajú základné informácie o projektoch realizovaných v obci v minulosti a o realizovaní aktivít v budúcnosti.

Rozvoj cestovného ruchu prostredníctvom rozvoja športových aktivít je plánovaný v rokoch 2018-2020, v ktorých sa bude realizovať výstavba viacúčelového ihriska, dosiaľ v obci chýbajúceho. Výstavba viacúčelového ihriska bude stáť 100 000 €, z toho čiastka 95 000 € bude financovaná zo štátneho rozpočtu a zvyšných 5 000 € použije obec z vlastných zdrojov.

Ďalej je plánovaná rekonštrukcia múzea, ktorá skvalitní služby a môže znamenať zvýšenie počtu návštevníkov. Uvedená rekonštrukcia sa bude realizovať v rokoch 2017-2019. Rekonštrukcia múzea bude stáť 30 000 €, z toho 10 000 € bude príspevok zo štátneho rozpočtu, ďalších 10 000 bude použitých z prostriedkov európskych štrukturálnych a investičných fondov, čiastka 8 500 € bude pochádzať z prostriedkov vyššieho územného celku, v našom prípade Nitrianskeho samosprávneho kraja a zvyšných 1 500 € budú tvoriť vlastné zdroje. Realizácia bude prebiehať počas priaznivého počasia, preto sa možno dajú očakávať nejaké zmeny v harmonograme prác alebo zmeny v plánovaných zdrojoch. Aktualizácia harmonogramu prác bude prebiehať každý rok [2].

Rozvoj obce je možné zabezpečiť aj prepojením Náučného partizánskeho chodníka Zlatno-Skýcov s Kostolianskym náučným chodníkom, ktorý prechádza cez územia obcí Kostoľany pod Tribečom, Velčice, Ladice, Jelenec a Žirany. Jeho oficiálnym začiatkom či

pomyselným stredom je síce obec Kostoľany pod Tribečom, ale absolvovať ho je možné aj z obcí Žirany, Jelenec, Ladice a Velčice [9].

Realizáciu prepojenia Náučného chodníka prof. Lukniša s Náučným partizánskym chodníkom Zlatno-Skýcov a Kostolianskym náučným chodníkom je možné doplniť informačnými tabuľami v slovenskom, anglickom a nemeckom jazyku, ktoré budú umiestnené pri každom významnom bode v území a budú informovať návštevníkov o zaujímavostiach príslušnej lokality. V budúcnosti by bolo potrebné dobudovať ubytovacie zariadenia, ktoré v obci chýbajú.

Na porovnanie silných a slabých stránok, ktoré predstavujú vnútorné faktory rozvoja obce a príležitostí a ohrození, ktoré predstavujú vonkajšie faktory rozvoja obce, slúži tzv. SWOT analýza. SWOT analýza obce sa nachádza nižšie (tab. 2).

silné stránky	**slabé stránky**
existencia troch vodných plôch na území obce	nedostatočné dopravné spojenie
existencia miestneho múzea	nedostatočné využívanie prírodného potenciálu
udržiavanie tradícií	celkový úbytok obyvateľstva
nenarušené životné prostredie	nedostatok pracovných príležitostí v obci
vhodný reliéf na realizáciu aktivít cestovného ruchu	slabá kúpna sila obyvateľstva
existencia dvoch náučných chodníkov	zvýšená chudoba starších obyvateľov
príležitosti	**ohrozenia**
rozvoj cestovného ruchu (náučný chodník)	rušenie zveri nadmerným hlukom
výstavba ubytovacích a stravovacích zariadení	chátranie objektov vedúce k ohrozeniu života
výstavba multifunkčného ihriska	zníženie počtu návštevníkov cestovného ruchu z dôvodu nedostatočnej ponuky stravovacích a ubytovacích zariadení
rekonštrukcia staršej domovej zástavby	stagnácia rozvoja obce

Tabuľka 2 SWOT analýza obce
Zdroj: [4]

4 Realizácia rozvojových aktivít

V súčasnosti sa zároveň v obci realizuje rekonštrukcia multifunkčnej budovy - obecného úradu a kultúrneho domu, budova obecného úradu má novú vstupnú bránu a takisto má novú vstupnú bránu aj miestne múzeum.

V obci sa každoročne koná niekoľko spoločenských podujatí, napr. oslavy stavania mája, v auguste sa koná turistická akcia - pochod Náučným partizánskym chodníkom zo Zlatna do Skýcova a zároveň sa konajú aj oslavy výročia SNP. Obidve akcie organizujú obce Zlatno a Skýcov a Nitriansky samosprávny kraj. V septembri sa koná futbalový turnaj o pohár starostu obce, ktorý organizuje starosta obce. V októbri sa koná akcia - Mesiac úcty k starším.

Záver

Rozvoj obce je možné realizovať viacerými aktivitami, či už rekonštrukciou miestneho múzea, prepojením Kostolianskeho náučného chodníka a Náučného partizánskeho chodníka Zlatno-Skýcov s navrhovaným Náučným chodníkom prof. Lukniša. Takisto by obci pomohlo vybudovanie pamätnej izby prof. M. Zaťka.

Uvedené aktivity by mali viesť k zvýšeniu návštevnosti obce, ako aj priľahlých atraktívnych lokalít. Realizovať je to možné prostredníctvom aktualizácie webovej stránky obce a vytlačením propagačných materiálov (aj v cudzích jazykoch), ktoré dosiaľ absentujú.

Poďakovanie

Ďakujem mojej školiteľke pani RNDr. Hilde Kramárekovej, PhD. za jej rady a pripomienky pri vzniku tohto príspevku.

Použitá literatúra

[1] Benčík E. (2014) Zlatno v náručí hôr. Obecný úrad v Zlatne
[2] Baxa, P. a kol. (2016) Sprievodca po kostolianskom náučnom chodníku (Gýmeš-Kostolianske lúky). Obecný úrad Kostoľany pod Tribečom
[3] Obec Zlatno. [Citované: 18. február 2018] http://www.zlatno.estranky.sk
[4] Dubcová A., Kramáreková H., Nemčíková M. (2015) Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja obce Zlatno na roky 2014 - 2020. UKF Nitra
[5] Čierny hrad [Citované: 17. február 2018] https://www.ciernyhrad.sk/
[6] Mazúr E., Lukniš M. (1986) Geomorfologické členenie Slovenska 1 : 500 000. Bratislava : Ústav geodézie a kartografie

[7] Štatistický úrad Slovenskej republiky [Citované: 18. február 2018] https://slovak.statistics.sk

Geografické aspekty spoločenských vzťahov Ruska a Slovenska

Geographical Aspects of Social Relations of Russia and Slovakia

Martina Urbanová[1]
Školiteľ: Daša Oremusová[2]
[1,2] Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]martina.urbanova4@student.ukf.sk, [2] doremusova@ukf.sk

Abstrakt
Príspevok prináša pohľad na aktuálne formy spolupráce a spoločenských vzťahov medzi Ruskom a Slovenskom v oblasti kultúry, vzdelávania a vedy. Okrem kapitol venujúcich sa týmto sféram uvádzame, pre zrozumiteľnejší vstup do problematiky témy, aj kapitoly týkajúce sa geografickej charakteristiky a porovnania oboch štátov, ruskej menšine na Slovensku a slovenskej menšine v Rusku a ich činnosť v krajine a históriu rusko-slovenských vzťahov. V rámci metodiky práce sme používali viaceré metódy a zdroje uvedené v samostatnej kapitole. Naším cieľom bolo zistenie kde a v akej miere spolupracujú Rusko a Slovensko v spoločenskej oblasti v súčasnosti a vyhodnotiť vývoj tohto partnerstva.

Kľúčové slová: rusko-slovenské vzťahy, vzdelávanie, veda, kultúra, ruský jazyk

Abstract
The article provides an overview of the actual forms of cooperation and social relations between Russia and Slovakia in culture, education and science. Beside of these main topics, we also write about geographical characteristic and comparison of both states, about Russian minority in Slovakia and Slovak minority in Russia and their activity in country, moreover about history of Russian-Slovak relations. We use several methods and resources described in the separated section. Our aim was to find common social spheres of cooperation between Russia and Slovakia and evaluation progress of this partnership.
Key word: Russian-slovak relationships, education, science, culture, Russian language

Úvod

Partnerstvo medzi Ruskou federáciou (RF) a Slovenskou republikou (SR) bolo vždy diskutovanou témou či už v minulosti alebo v prítomnosti. Dôvera Slovákov v Rusko bola spomínaná už aj v rámci odkazu niektorých Štúrovcov, pokračovala po skúsenostiach po druhej svetovej vojne alebo je spájaná aj v časoch komunistického režimu pri zakladaní jednotných roľníckych družstiev. Mierne narušenie rusko-slovenskej kooperácie môžeme datovať na začiatok 21. storočia, keď Slovensko vstúpilo v roku 2004 do EÚ a NATO. Vzťahy s Ruskom stagnovali, no neboli úplne prerušené a dnes môžeme vidieť orientáciu Slovenska nielen na západ, ale znova smerom k Rusku. Rusko ostáva pre Slovensko dôležitým obchodným a investičným partnerom mimo EÚ a prioritná je snaha o rozvíjanie vzťahov s dôrazom na energetiku, obchod a investície, cestovný ruch a spoločné projekty, ako aj na užšiu priamu spoluprácu s regiónmi Ruskej federácie [1]. SR je pre RF hlavným spojencom strednej Európy.

Práve kvôli aktuálnosti tejto témy sme sa rozhodli danú problematiku analyzovať v tomto príspevku. V roku 2017 som absolvovala 2-mesačnú stáž priamo v Moskve, ktorá prehĺbila môj záujem o spoznávanie Ruska, takže okrem metód teoretického charakteru sa v práci vyskytujú aj vlastné postrehy nadobudnuté počas pôsobenia v Rusku.

1 Metodika

Prvým krokom pri spracovaní tohto príspevku bolo zhromaždenie všetkých dostupných zdrojov. Po tomto kroku mohla nasledovať metóda terénneho výskumu a následné spracovanie získaných informácií a údajov pomocou metódy vysvetľujúceho opisu. Terénny výskum pre napísanie tohto článku zahŕňal nielen návštevu knižnice Ekonomickej univerzity v Bratislave, ale aj spoznanie Ruského centra vedy a kultúry v Bratislave. Ďalším krokom bola metóda spracovania štatistických a matematických dát**,** ktoré boli podstatné pri charakteristike oboch štátov, takisto pri spracovaní kapitoly o vyučovaní ruského jazyka na slovenských školách. Okrem databázy Štatistického úradu SR sme využívali aj ruské a svetové štatistické internetové portály, ktoré nám poskytli aktuálne informácie o obyvateľstve. Pri základných údajoch o štátoch sme text doplnili kartografickým výstupom znázorňujúcim pozíciu RF a SR. Bola vyhotovená v programe ArcGIS 10.1.

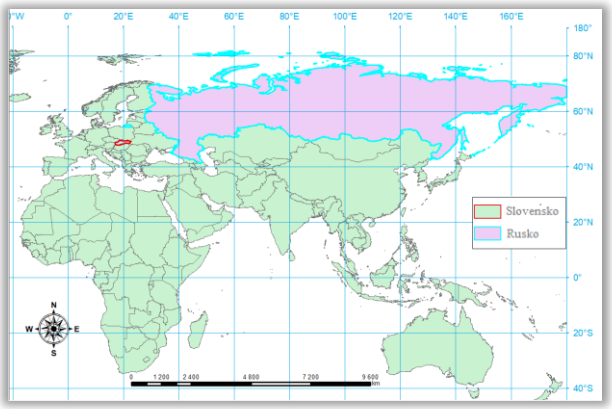
Historicko-geografickou metódou sme pripravili časť príspevku o histórii rusko-slovenských vzťahov. V závere sme použili systémovú metódu, pomocou ktorej sme prácu rozčlenili do viacerých kapitol a menších podkapitol. Jadro práce sa zameriava na súčasné spoločenské vzťahy RF a SR v oblasti kultúry, vzdelávania a vedy, ktoré obsahujú aj prílohy v podobe tabuliek, grafov a obrázkov.

2 Základné geografické údaje RF a SR

Ruská federácia (RF) je z hľadiska rozlohy (17 128 426 km^2) najväčším štátom sveta, pričom zaberá viac ako osminu zemskej súše. Rozprestiera sa na dvoch svetadieloch – Európe a Ázii. Zahŕňa značnú časť východnej Európy a takmer celú severnú Áziu. RF hraničí celkovo so 16 štátmi, z toho so 14 po súši. Územie štátu nie je kompaktné, vo Východnej Európe na hranici s Litvou a Poľskom sa nachádza ruská exkláva Kaliningradská oblasť (15 100 km^2), ktorá je administratívnou súčasťou RF na pobreží Baltského mora. RF susedí na severozápade s Nórskom a Fínskom; na západe s Estónskom, Lotyšskom, Litvou, Poľskom a Bieloruskom; na juhozápade s Ukrajinou; na juhu s Gruzínskom, Azerbajdžanom, Kazachstanom, Mongolskom, Čínou, Kórejskou ľudovodemokratickou republikou; na východe s Japonskom a Spojenými štátmi americkými. Územie krajiny je rozdelené do 9 časových pásiem. Počet obyvateľov za rok 2016 je 146,5 mil. obyv. [2], čo RF zaraďuje na 9. miesto v Zozname najväčších štátov podľa počtu obyvateľstva [3]. Hustota obyvateľstva predstavuje hodnotu 8,56 obyv./ km^2, čo predstavuje 181. miesto v Zozname štátov podľa hustoty obyvateľstva. RF je demokratická federálna republika s poloprezidentskou formou vlády. Hlavným a najväčším mestom je Moskva, ktorá k 1.1.2017 mala 12 380 664 obyvateľov [4]. Menou je ruský rubeľ. RF sa administratívne rozdeľuje do 85 subjektov, z toho je 46 oblastí, 22 republík, 9 krajov, 3 mestá federálneho významu, 4 autonómne okruhy a 1 autonómna oblasť. RF je hlavným nástupníckym štátom Sovietskeho zväzu, ktorý sa rozpadol v roku 1991.

Slovenská republika (SR) je z hľadiska rozlohy 127. štátom [5] a má rozlohu 49 036 km^2. SR ako vnútrozemský štát je situovaný v strednej Európe. Hraničí s 5 krajinami, na severozápade s Českom; na severovýchode s Poľskom; na východe s Ukrajinou, na juhu s Maďarskom a na západe s Rakúskom. Počet obyvateľov k 31.12.2016 dosiahol 5 435 343 [6], čo predstavuje 116. priečku v Zozname štátov podľa počtu obyvateľov [3]. Hustota obyvateľstva SR je 111,1 obyv./ km^2, takže Slovensku patrí 88. miesto v Zozname štátov podľa hustoty obyvateľstva. Štátne zriadenie Slovenska je parlamentná republika. Hlavným a najväčším mestom je Bratislava (425 923 obyvateľov) [6]. Menou je euro. SR sa administratívne člení na 8 vyšších územných celkov, do ktorých patrí 79 okresov. SR vznikla 1.1. 1993 rozdelením štátneho útvaru Československa.

Z geografickej charakteristiky oboch štátov môžeme dedukovať viacero odlišností. Rusko svojou rozlohou predstavuje 350-krát väčšie teritórium ako je územie Slovenska (mapa 1). Pri aspekte počtu obyvateľstva ide o 26-násobne väčší počet obyvateľov než na Slovensku. Zaujímavým javom pre porovnanie oboch krajín je hustota zaľudnenia, ktorá vyjadruje počet obyvateľov na 1 km^2. Pri obrovskej rozlohe ruského štátu, mnohých neobývaných územiach v severnej časti krajiny patriacich do arktickej klímy je hustota obyvateľstva podstatne menšia v Rusku ako na Slovensku. Oba štáty vznikli v 90-tych rokoch 20. storočia po rozpade predchádzajúcich štátnych útvarov. V súčasnosti pozorujeme aj odlišné politické systémy krajín. Zo zreteľa štátoprávneho usporiadania je Rusko federáciou, čo znamená, že je zložené z viacerých štátnych celkov. Slovensko je unitárny štát (jednotný), čo je koncepčný protiklad federácie. Takisto pozorujeme rozdiel aj vo forme vlády.



Mapa 1 Pozícia RF a SR
Zdroj: [7]

3 Ruská menšina na Slovensku

Na Slovensku žije 2977 obyvateľov ruskej národnosti [6], čo značí 0,05 % z celkového počtu obyvateľstva SR (r. 2016). Oproti stavu pred 10 rokmi nastal výrazný prírastok, v roku 2007 bolo na území SR 1884 obyvateľov ruskej národnosti, čo vyjadrovalo 0,03 % z celkového počtu obyvateľstva SR. V roku 2016 bolo najviac ľudí s ruskou národnosťou evidovaných v Bratislavskom kraji, hodnota dosiahla 952 z celkového počtu 641 892,

čo predstavuje 0,15%. Najmenej to bolo v Žilinskom kraji, a to 191 z celkového počtu 690 778, čiže 0,03%. Hodnoty vykazujúce za rok 2007 poukazujú tiež na najvyšší výskyt obyvateľov ruskej národnosti práve v Bratislavskom kraji, no s oveľa menšou hodnotou, 521 obyvateľov ruskej národnosti z 610 850 z celkového počtu, čo je len 0,09 %. V roku 2016 boli v každom okrese evidovaní občania s ruskou národnosťou, no v roku 2007 sme našli aj nulové hodnoty, napr. v okrese Myjava.

Niektorí obyvatelia ruského pôvodu sa združujú do Zväzu Rusov na Slovensku – spoločenskej organizácie s kultúrnym a vzdelávacím zameraním. *Zväz Rusov na Slovensku* je dobrovoľným, otvoreným, záujmovým občianskym združením neziskového a nepolitického charakteru. Vykonáva vzdelávacie, dramatickú, literárnu, hudobnú, záujmovú, turistickú, historicko-archívnu, vydavateľskú a športovú činnosť. Spolupracuje s rôznymi slovenskými a zahraničnými združeniami podobného charakteru. Pôsobí na verejnosti na zlepšenie postojov, vzťahov a názorov na ruskú národnostnú menšinu, rozvíja priateľské vzťahy s ostatnými národnostnými menšinami. Obhajuje záujmy svojich členov a zaisťuje ich reprezentáciu doma a v zahraničí. Od roku 1999 vydávajú časopis "SPOLU", ktorého cieľom je zachovať ruský jazyk, kultúru a tradície, napomôcť integrácii rusky hovoriacej komunity na Slovensku. Časopis ako periodická tlač vychádza s podporou vlády Moskvy a Úradu vlády SR. Okrem iného organizuje aj množstvo zaujímavých projektov nielen pre žiakov a študentov, na podporu ruského povedomia na Slovensku. Medzi najznámejšie patrí Ruské slovo - súťaž v prednese pôvodnej poézie a prózy, hraného slova a spevu v ruskom jazyku určená pre žiakov základných a stredných škôl. Ďalšie populárne podujatie je celoslovenský festival "Ruská pieseň nad Dunajom", ktorý sa koná každoročne s podporou Odboru zahraničných ekonomických a medzinárodných vzťahov Vlády Moskvy, Ruského centra vedy a kultúry na Slovensku a Veľvyslanectva RF v SR a je zameraný na zachovanie jazykového prostredia, pokračovanie národných tradícií a dedičstva žánru piesňovej národnej hudobnej kultúry, naplnenie kultúrnych potrieb ruských krajanov žijúcich v zahraničí, pritiahnutie pozornosti zahraničnej verejnosti ku sfére ruského speváckeho umenia. Obsahovo zaujímavé je aj podujatie „Zlaté storočie ruskej kultúry" predstavujúce každoročný hudobno-poeticko-kultúrny večer, venovaný umeniu a kultúre Ruska 18. – 19. storočia. Usporiadáva ho občianske združenie "Ruslana" a koná sa v Martine. V súčasnosti sú členmi organizácie nielen obyvatelia ruskej, ale aj ukrajinskej, tatárskej, kazašskej, arménskej, bieloruskej, slovenskej a iných národností [8].

4 Slovenská menšina v Rusku

V Rusku odhadom žije 2000 Slovákov (r. 2008) [9]. Od roku 2001 medzi Ruskom a Slovenskom pre obojstranné cestovanie občanov platí vízový poriadok, do ktorého sú od roku 2007 aplikované pravidlá Schengenskej dohody. V Sankt-Peterburgu je otvorený Generálny konzulát SR. V Astrachani, Krasnojarsku, Omsku, Rostove-na-Done a Chanty-Mansijsku je Slovensko zastúpene honorárnymi konzulmi. Od februára 2010 v Košiciach pôsobí prvý honorárny konzul Ruska na Slovensku. *Veľvyslanectvo SR v Moskve* sa podieľa na zabezpečovaní úloh v oblasti zahraničnej politiky a vzťahov SR k RF, Arménsku a Azerbajdžanu, pričom:

- zabezpečuje realizáciu zahraničnej politiky SR v oblasti dvojstranných vzťahov ako aj v oblasti zahraničnopolitických, bezpečnostných a ekonomických záujmov SR,
- chráni práva a pôsobí v prospech záujmov SR a jej občanov.

Generálny konzulát SR v Sankt Peterburgu sa v oblasti pôsobnosti úradu podieľa na:

- zabezpečovaní úloh v oblasti zahraničnej politiky a vzťahov SR k RF,
- zabezpečovaní realizácie zahraničnej politiky SR v oblasti dvojstranných vzťahov ako aj v oblasti zahraničnopolitických, bezpečnostných a ekonomických záujmov SR,
- návrhu, príprave a zabezpečenia vzájomných návštev predstaviteľov SR s predstaviteľmi vlád jednotlivých oblastí.

Slovenský inštitút v Moskve je súčasťou Ministerstva zahraničných vecí SR. Jeho poslaním je v zmysle Dohody medzi vládou SR a vládou RF o vytvorení a podmienkach pôsobenia kultúrnych stredísk poskytovať pomoc pri rozvoji vzájomnej spolupráce v oblasti kultúry, umenia, vzdelávania, vedy, techniky a na oboznamovanie širokej verejnosti s hodnotami a výdobytkami národov každej zo zúčastnených krajín. Formou výstav, literárnych a filmových večerov, ako aj ďalších prezentačných aktivít rozširuje znalosti o Slovensku, predovšetkým v oblasti literatúry, výtvarného umenia, filmu, hudby, histórie a kultúrneho dedičstva. Slovenský inštitút udržiava aktívne kontakty s priateľmi a milovníkmi Slovenska v RF s cieľom zachovania a rozvíjania kultúrnych väzieb. V priestoroch Slovenského inštitútu je pre záujemcov k dispozícii knižnica so slovenskou a zahraničnou literatúrou a filmotéka, reštaurácia a hotel [10].

4 História rusko-slovenských vzťahov

Myšlienky ruskej orientácie slovenskej štátnosti vždy zohrávali významnú úlohu v politických dejinách Slovenska. Najväčší slovenskí intelektuáli Pavel Jozef Šafárik, Ján Kollár, Ľudovít Štúr aktívne rozvíjali víziu Slovanov a ich svet v budúcnosti.

Najintenzívnejšie pôsobenie a vplyv ruského štátu na slovenské územie bolo obdobie Československa od roku 1948, počas ktorého tu vládla komunistická strana. Jej vládu začal Februárový prevrat, kedy krajina pomaly prechádzala od demokracie k totalite, krajina sa pripojila k sovietskemu mocenskému bloku a začal sa útlak obyvateľstva a ekonomický úpadok. Hospodárstvo, školstvo, náboženstvo a ekonomika boli pod prísnymi pravidlami komunistického režimu. Surovinovo bola krajina závislá na dodávkach zo Sovietskeho zväzu, ktorý bol jedným z jej najväčších obchodných partnerov. Mnoho tovaru bolo nedostatkového a stálo sa naň v dlhých radoch (banány, mäso), zo Západu sa často vôbec nepredával. Vyžadovala sa politická angažovanosť širokých más (prvomájové sprievody, spartakiády, príp. priamo členstvo v KSČ). Ruština sa stala prvým (a v dôsledku toho najrozšírenejším) cudzím jazykom. 21. augusta 1968 obsadili ruské vojská väčšinu strategických miest po celom území Československa. Štátna moc nazývala vojenskú okupáciu územia, nášho formálne suverénneho štátu, cudzím vojskom ako pobyt alebo prítomnosť vojsk. Práve vďaka tomuto pobytu mohla vládnuť (konzervatívna časť) KSČ bez výraznejšej opozície niekoľko ďalších desaťročí. Prítomnosť intervenčných vojsk na česko-slovenskom území vyvolávala veľkú vlnu nevôle v celej krajine a ich odsun sa stal jedným z hlavných bodov rokovaní vedení oboch krajín. Obe strany sa dohodli, že len čo pominie vzniknuté ohrozenie bezpečnosti štátov socialistického spoločenstva, sa po etapách uskutoční odchod spojeneckých vojsk z krajiny. Tento stav ukončila Nežná revolúcia v novembri 1989, po ktorej nastalo postupné uvoľňovanie.

Vo vzťahoch medzi RF a SR v deväťdesiatych rokoch možno rozlíšiť niekoľko etáp. V rokoch 1993 až 1995 Slovensko predstavovalo „most medzi Východom a Západom“. V tomto období, po rozpade Zväzu sovietskych socialistických republík, krajiny východnej Európy mali túžbu dištancovať sa nielen od krajín bývalého Sovietskeho zväzu, ale aj samotného Ruska a viac sa integrovať do Západnej Európy. Avšak medzi slovenskými politickými kruhmi, po odlúčení od Českej republiky, existovali veľmi hlboké snahy zachovať vyváženú pozíciu medzi Ruskom a Západom a silnou proruskou orientáciou. Berúc do úvahy, že už v roku 1989 bolo 70% slovenského exportu do ZSSR [11]. Slovensko nemohlo stratiť svoje trhy na východe bez toho, aby riskovalo, že by spôsobilo ekonomický kolaps v krajine. Na zachovanie dobrého vzťahu bol ešte jeden dôvod: takmer 100% závislosť slovenského priemyslu na ruských surovinách. Orientáciou Slovenska súčasne na východ a západ bolo tiež vytvorenie spoločnej rusko-slovenskej banky Eximbank, založenej v roku 1996, a spoločného podniku pre ťažbu a prevádzkovanie plynu. To zaručilo zachovanie monopolu Slovenska na dovoz energie z Ruska do západnej Európy [12]. Dňa 26. augusta 1993 medzi SR a RF podpísali dohodu o priateľstve a spolupráci, ktorá bola určená na otvorenie novej etapy po následkoch "studenej vojny". Celkovo v rokoch 1993 - 1996 bolo uzatvorených 70 bilaterálnych dohôd. Tento počet je v porovnaní s inými krajinami neobvykle vysoký [13]. V septembri 1998 sa zmenou premiéra SR prelomila zahraničnopolitická orientácia Slovenska, čo symbolizovalo zmenu smeru rusko-slovenských vzťahov. Na začiatku 21. storočia vstúpila SR do Európskej únie (EÚ), NATO (2004) a stala sa členom Schengenského priestoru (2007), čím s orientácia SR presunula smerom na Západ.

5 Súčasné spoločenské vzťahy RF a SR

Momentálne patrí Rusko medzi najvýznamnejších partnerov *zahraničného obchodu* Slovenska. Základnými komoditami ruského exportu na Slovensko sú: palivá a minerálne suroviny, najmä zemný plyn, ropa, jadrové palivo, kamenné uhlie, železná ruda. Slovensko vyváža do Ruska najmä autá, elektrické stroje, zariadenie, papiernické a polygrafické výrobky, lieky, slad, spotrebný tovar. Ropa sa považuje za jednu z najdôležitejších komodít slovensko-ruského obchodu. Rusko a Slovensko podpísali medzivládnu dohodu o dodávkach ropy. Na základe nej pretečie na územie SR 6 miliónov ton ropy ročne. Rovnaký objem sa má cez slovenské územie prepraviť do ďalších krajín, predovšetkým Česka. Dokument nadobudol účinnosť 1. januára 2015 a jeho platnosť vyprší 31. decembra 2029 [14]. V rámci príspevku sa však viac zameriame na slovensko-ruskú spoluprácu v oblastiach *veda, vzdelávanie a kultúra,* ktorá sa v týchto oblastiach úspešne rozvíja.

5.1 Spolupráca v oblasti kultúry

Od roku 2001 v Bratislave pôsobí Ruské centrum vedy a kultúry. Bol vytvorený program spolupráce medzi Ministerstvom kultúry SR a Ministerstvom kultúry RF na roky 2013 – 2017. Program vznikol na základe

predchádzajúcej zmluvy o priateľských vzťahoch a spolupráci medzi RF a SR z roku 1993 a Dohody medzi vládou SR a vládou RF o spolupráci v oblasti kultúry, vzdelávania a vedy z roku 1995 s cieľom vzájomne poznávať kultúru a umeleckú tvorbu národov obidvoch krajín. Program obsahuje 20 článkov, ktoré sa týkajú tanečného, divadelného, hudobného umenia, ale aj knižných a filmových archívov a zachovania kultúrneho dedičstva oboch krajín. Štáty sa podpísaním tohto programu zaviazali pozývať umelcov z druhej krajiny a organizovať podujatia. Posledné zaznamenané vystúpenie sa konalo 4.12. 2017 v Bratislave, kde vystúpil celosvetovo známy baletný súbor Royal Moscow a predstavil Labutie jazero (obr. 1). Taktiež počas trvania tohto programu budú podporovať „Dni ruského filmu“ v SR a „Dni slovenského filmu“ v RF.

Obr. 1 Pozvánka na vystúpenie ruského baletného súboru konajúceho sa na Slovensku
Zdroj: [15]

5.2 Spolupráca v oblasti vzdelávania

V súčasnej dobe sa prikladá veľký dôraz výučbe cudzích jazykov. Najpopulárnejším prvým cudzím jazykom u študentov slovenských škôl je dnes anglický jazyk, v minulosti to bol však práve ruský jazyk, ktorý dominoval u každého žiaka povinne. Na všetkých stredných školách a mnohých základných školách sa vyučuje už aj druhý cudzí jazyk, ktorý si žiaci môžu vybrať spomedzi škály ponúkaných jazykov, ako napr. nemecký, francúzsky, španielsky. V školách sa čoraz viac rozvíja nový fenomén výučby ruského jazyka. Svoju pozíciu si zlepšuje na základe toho, že je nielen úradným jazykom RF, ale aj jedným z najrozšírenejších jazykov sveta. V ruštine je možné komunikovať v Bielorusku, v Kazachstane, dokonca aj v USA, Nemecku, Kanade či Izraeli. Svoje miesto má aj medzi šiestimi jazykmi OSN. Vo svete sa nachádza približne 300 miliónov ľudí, ktorí vedia po rusky [16]. Predpokladá sa, že toto číslo bude naďalej rásť. Ruština sa stáva žiadanou a v školách si ju vyberá čoraz viac študentov, nielen preto, že patrí medzi jeden zo slovanských jazykov, podobný tomu nášmu, ale tento jazyk sa už nevníma tak negatívne ako v minulosti. Vedieť po rusky je na trhu práce v súčasnosti veľkou výhodou. Rusko zmenilo svoju zahraničnú politiku a rozvíja obchodné vzťahy po celej Európe. Vo svete mnohí zamestnávatelia žiadajú ovládanie ruského jazyka čoraz viac.

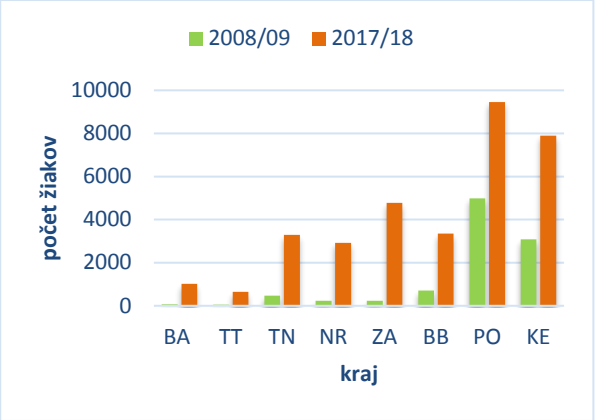
Zo štatistických ročeniek Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR pre základné a stredné školy môžeme vyvodiť záver, že počet žiakov študujúcich ruský jazyk (RJ) stúpa. Pre porovnanie sú nižšie uvedené tabuľky 1 a 2 za roky 2008 a 2017 (resp. školské roky 2008/2009 a 2017/2018), ktoré nám poukazujú na počet žiakov učiacich sa práve RJ (vyjadrené absolútnou hodnotou), rozdelené do 2 kategórií – štátne základné školy (2.stupeň – 5. až 9.ročník) a štátne gymnáziá vyčlenené v samosprávnych krajoch SR (tab. 1 a 2).

Druhý stupeň základných škôl vykazuje podstatne vyššie počty žiakov učiacich sa RJ. Ak vychádzame z tabuľky 1, tak najvyšší počet žiakov s RJ za rok 2008 bol v Prešovskom kraji a najmenší počet v Trnavskom kraji. Za rok 2017 je vyhodnotenie minima a maxima rovnaké (graf 1).

Z percentuálneho hľadiska podielu počtu žiakov RJ z celkového počtu žiakov učiacich sa cudzí jazyk takisto môžeme za oba roky (r. 2008 a 2017) charakterizovať rovnaký jav, a to minimálny počet žiakov s ruštinou za rok 2017 v Trnavskom kraji s počtom 651 z celkového počtu žiakov učiacich sa cudzí jazyk (21 252), čo predstavuje 3,06 %. Maximálny počet za rok 2017 bol dosiahnutý v Prešovskom kraji s počtom 9451 žiakov s ruštinou z celkového počtu žiakov 33 917, čo značí 27,87 %. Môžeme konštatovať, že počet žiakov učiacich sa RJ na základných školách z roku 2008 na rok 2017 sa znásobil priemerne 9,87 krát.

KRAJ SR	2008/09	2017/18
Bratislavský (BA)	65	1025
Trnavský (TT)	49	651
Trenčiansky (TN)	473	3298
Nitriansky (NR)	234	2924
Žilinský (ZA)	226	4780
Banskobystrický (BB)	699	3343
Prešovský (PO)	4991	9451
Košický (KE)	3082	7892
SPOLU	**9819**	**33 364**

Tabuľka 1 Počet žiakov učiacich sa ruský jazyk v štátnych základných školách (2.stupeň) krajov SR (v šk. r. 2008/09 a 2017/18)
Zdroj: [17]



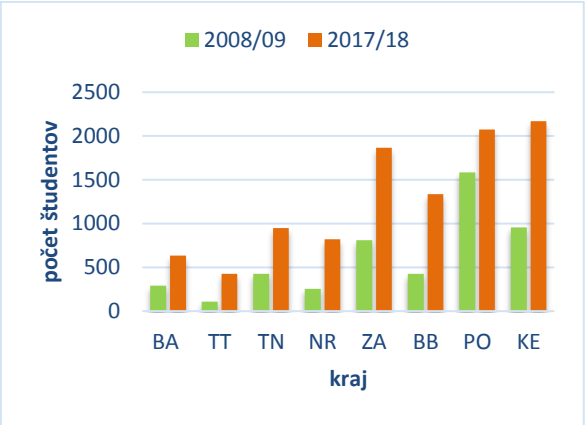
Graf 1 Počet žiakov učiacich sa ruský jazyk v štátnych základných školách krajov SR (v šk. r. 2008/09 a 2017/18)
Zdroj: [17]

V kategórii stredných škôl majú práve gymnáziá najvyššie percentuálne zastúpenie študentov s vyučovacím cudzím jazykom ruským. Štátne gymnáziá vykazovali za určené školské roky vysoký počet študentov s RJ (tabuľka 2) v Prešovskom kraji (2008/2009) a Košickom kraji (2017/2018) a na opačnej strane s nízkym počtom v Trnavskom kraji za oba roky (graf 2).

KRAJ SR	2008/09	2017/18
Bratislavský (BA)	290	634
Trnavský (TT)	107	427
Trenčiansky (TN)	424	947
Nitriansky (NR)	255	822
Žilinský (ZA)	809	1867
Banskobystrický (BB)	424	1334
Prešovský (PO)	1584	2072
Košický (KE)	955	2170
SPOLU	**4848**	**10 273**

Tabuľka 2 Počet študentov učiacich sa ruský jazyk v štátnych gymnáziách krajov SR (v šk. r. 2008/09 a 2017/18)
Zdroj: [17]

Z percentuálneho hľadiska podiel počtu žiakov RJ z celkového počtu žiakov učiacich sa cudzí jazyk mal v šk. roku 2008/2009 Prešovský kraj evidovaných 1584 žiakov (13,89 %) na RJ zo všetkých 11 402 žiakov. V šk. roku 2017/2018 vykazoval Prešovský kraj 2072 žiakov RJ z celkového počtu 8163, čo predstavuje 25,38 %. Oproti tomu hodnoty žiakov učiacich sa RJ na štátnych gymnáziách SR boli oveľa nižšie v Trnavskom kraji a Bratislavskom kraji. V šk. roku 2008/2009 minimálne zastúpenie (107 žiakov RJ) zo 7088 (1,51 %) bolo v Trnavskom kraji a v šk. roku 2017/2018 sa minimálny počet žiakov s RJ nachádzal v Bratislavskom kraji 634 z 10 095 (6,28 %).



Graf 2 Počet študentov učiacich sa ruský jazyk v štátnych gymnáziách krajov SR (v šk. r. 2008/09 a 2017/18)
Zdroj: [17]

Jediná svojho druhu v SR je slovensko-ruská základná škola v Bratislave, ktorá začala svoju činnosť v školskom roku 2017/2018 od 1. septembra 2017. Školu realizujú slovenské súkromné osoby v spolupráci s Ruským centrom vedy a kultúry v Bratislave a s podporou Veľvyslanectva RF v SR. Cieľom školy je dosiahnuť perfektnú slovensko-ruskú dvojjazyčnosť. Podstatná časť predmetov je vyučovaná priamo v RJ. Škola udržiava kontakt s bilingválnym slovensko-ruským gymnáziom v Bratislave, ktoré predstavuje jednu z možností pre pokračovanie v štúdiu podobného charakteru.

Na Slovensku sa nachádzajú aj bilingválne gymnáziá s ruskou sekciou:

1. Gymnázium Alberta Einsteina, Bratislava

V školskom roku 2004/2005 vznikol na gymnáziu nový študijný odbor – bilingválne štúdium (slovensko-ruská sekcia) s 5-ročnou dĺžkou štúdia. V priebehu tohto štúdia majú 35 hodín predmetov vyučovaných v RJ (jedná sa o predmety dejepis, geografia, umenie a kultúra, matematika, fyzika). Študenti od školského roku 2016/17 maturujú na úrovni C1.

2. Gymnázia Milana Rastislava Štefánika, Košice

Toto gymnázium bolo zriadené za aktívnej podpory Ruskej ambasády a Asociácie rusistov Slovenska. Vyučujú sa vybrané humanitné predmety v ruštine (geografia, dejepis, ruská literatúra, umenie a kultúra).

Päťročné štúdium je ukončené odbornou štátnicou z ruštiny ako súčasť maturitnej skúšky. Škola ponúka aj výmenné študijné pobyty žiakov v RF.

3. Gymnázium vo Vrábľoch

Slovensko–ruské bilingválne gymnázium otvorilo 1. ročník štúdia 1. septembra 2016. Maturitnú skúšku v 5. ročníku žiak vykoná zo štyroch predmetov, z toho povinná je aj skúška z RJ na úrovni C1. Vyučovacie hodiny sú zabezpečené ruskými lektormi a štúdium umožňuje študentom študijné poznávacie pobyty v rusky hovoriacej krajine.

4. Súkromné Slovanské gymnázium, Bratislava

V roku 1993 bolo zriadené 5-ročné Súkromné slovanské gymnázium s rozšíreným vyučovaním slovanských jazykov (ruský, poľský, chorvátsky, slovinský). Absolvent tohto gymnázia je pripravený na maturitnú skúšku z RJ a získanie certifikátu C1. Maturitnú skúšku vykonáva v RJ aj z predmetov: matematika, psychológia, ekonómia (vyučovaných v RJ).

5.2 Spolupráca v oblasti vedy

V oblasti vedy zaznamenávame medzi RF a SR úzku spoluprácu vysokých škôl a evidované sú aj viaceré vedecké kontakty. V novembri 2006 bola podpísaná medzirezortná dohoda medzi Ministerstvom školstva SR a Ministerstvom vzdelávania a vedy RF o spolupráci v oblasti vzdelávania. Zmluvné strany spolupracujú v oblastiach: a) výmena informácií o štátnej politike v oblasti vzdelávania b) podpora rozvoja priamych stykov medzi slovenskými a ruskými vzdelávacími inštitúciami; c) výmena vedeckých, učebných a metodických materiálov; d) výmena študentov, doktorandov/ašpirantov, stážistov, vedeckých a pedagogických pracovníkov; e) podpora výučby a štúdia slovenského jazyka a literatúry v RF a ruského jazyka a literatúry v SR; ako aj v iných oblastiach vzájomného záujmu. Vo februári 2012 bola upravená dodatkom, ktorý umožňuje učiteľom RJ a literatúry na slovenských základných a stredných všeobecných školách absolvovať dvojtýždňové školenie na ruských všeobecných školách, no znížil sa počet študentov RJ vysielajúcich zo Slovenska do Ruska na 2-mesačnú stáž. V apríli 2017 bol doplnený dodatok č. 2 o prijatí dvesto občanov SR do RF za účelom štúdia vo federálnych štátnych vysokoškolských inštitúciách s financovaním z rozpočtových dotácií RF. V priebehu 15 rokov od podpísania dohody by sa mali študenti SR vzdelávať v RF v študijných odboroch: 1) Jadrová energetika a technológie, 2) Fyzikálno-technické vedy a technológie, 3) Základné lekárstvo. Odborná trojročná príprava týchto študentov na špičkových ruských pracoviskách v oblasti jadrového výskumu je jedným z výsledkov rokovania vlády SR a RF v záujme vzájomného vysporiadania vzťahov projektu cyklotrónového centra. Cyklotrónové centrum nám malo dodať Rusko ako súčasť deblokácie jeho starého dlhu. Prvá zmluva o dodávke bola podpísaná v roku 1996. Projekt bol ale v minulosti kvôli nedostatku peňazí pozastavený. Roky rozpracovaný projekt výstavby centra pre odhaľovanie nádorových ochorení, výrobu špeciálnych liekov a výskum Slovensko definitívne nedokončí. Zakúpené technológie prenechá Rusku, ktoré výmenou za to poskytne slovenským študentom bezplatné pobyty na svojich vedeckých vysokých školách, čo je veľkým prínosom pre slovenskú vedu kvôli súčasnému kritickému nedostatku vysoko kvalifikovaných špecialistov v oblasti energetiky [18]. Terajšia spolupráca v sfére vedy a vzdelávania sa týka aj plánovaného vzájomného uznávania vysokoškolských diplomov, posilnenia výučby ruštiny na Slovensku a slovenčiny v Rusku a rozšírenia možností výmenných pobytov študentov. Slovenský parlament a ruská Štátna duma vytvoria spoločný výbor, ktorého hlavnou úlohou má byť prehlbovanie hospodárskych vzťahov medzi oboma krajinami.

Záver

I keď Slovensko svojou rozlohou oproti Rusku predstavuje na mape sveta len malú bodku, môžeme tvrdiť, že činnosť a spolupráca s ostatnými štátmi, najmä Ruskom nie je zanedbateľnou zložkou štátu. Množstvo Slovákov je aktívnych práve v zahraničí, čo dokazuje aj iniciatívu vzniku rôznych inštitútov a centier, konkrétne v Rusku ide o Slovenský inštitút v Moskve, zriadený Ministerstvom zahraničných vecí SR. Na opačnej strane vidíme aj priestor ponúkaný zahraničným obyvateľom Slovenska na zakladanie podobných zriadení, čo zastupuje napr. Zväz Rusov na Slovensku a Ruské centrum vedy a kultúry, ktoré spoločne aj s veľvyslanectvami a ministerstvami pravidelne organizujú podujatia nielen pre obyvateľov ruskej národnosti, ale aj pre širokú verejnosť so zámerom oboznámiť ich s ruskou kultúrou a umením. Posledné roky, podľa štatistických údajov, poukazujú na vzostup výučby ruského jazyka na slovenských školách a výrazným aspektom je vznikanie slovensko-ruských škôl. V oblasti vedy a vzdelávania sa najväčším pozitívom stáva plánované prijatie slovenských študentov do špičkových ruských vysokých škôl v odboroch fyziky, energetiky a medicíny. Po vstupe SR do EÚ, nastali síce obmedzenia týkajúce sa energetických zdrojov a niektorých ďalších otázok spolupráce s Ruskom, ale vo všeobecnosti sa rusko-

slovenské vzťahy vyvíjajú úspešne a naďalej pokračujú v hospodárskej kooperácii a obchodnej výmene, ktorým sa v tomto článku nevenujeme, ale spracovávame ich v obšírnejšej záverečnej práci, ktorá analyzuje nielen spoločenské vzťahy, ale aj hospodárske vzťahy v oblastiach obchodu, dopravy, cestovného ruchu a zahraničného kapitálu.

Poďakovanie

Touto cestou by som sa chcela úprimne poďakovať RNDr. Daši Oremusovej, PhD., mojej školiteľke práce, za jej cenné rady, odborné vedenie a trpezlivosť pri práci a motiváciu.

Použitá literatúra

[1] Internetové noviny [Citované: 20. február 2018] https://www.webnoviny.sk/rusko-je-podla-danka-dolezitym-obchodnych-a-investicnym-partnerom-slovenska/

[2] Federálna služba štátnej štatistiky [Citované:12. december 2017] http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#

[3] Svetová štatistika populácie [Citované: 12. december 2017] http://os-connect.com/pop/p2n.asp

[4] Štatistické informácie o krajinách a mestách [Citované: 12. december 2017] http://www.statdata.ru/russia

[5] Divízia štatistiky Spojených národov [Citované: 12. december 2017] https://unstats.un.org/unsd/demographic/products/dyb/DYB2003/Table03.pdf

[6] Databáza Štatistického úradu SR [Citované: 12. december 2017] http://datacube.statistics.sk/

[7] Urbanová, M., (2018) Pozícia RF a SR. ArcGIS 10.1.

[8] Zväz Rusov v SR [Citované: 16. február 2018] http://zvazrusov.sk/?m=201711#

[9] Úrad pre Slovákov žijúcich v zahraničí [Citované: 18. február 2018] http://www.uszz.sk/sk/pocty-a-odhady

[10] Slovenský inštitút v Moskve [Citované: 16. február 2018] https://www.mzv.sk/web/simoscow-ru

[11] Ministerstvo zahraničných vecí a európskych záležitostí SR [Citované: 16. február 2018] https://www.mzv.sk/documents/10182/620840/Rusko+ekonomick%C3%A9+inform%C3%A1cie+o+teerit%C3%B3riu+2017

[12] Veľvyslanectvo RF v SR [Citované: 16. február 2018] https://slovakia.mid.ru/ru_RU/o-rossijsko-slovackih-otnoseniah

[13] Molnár, J. (2011) Vplyv preferenčných zmlúv EÚ na formovanie zahraničného obchodu SR
(Diplomová práca) Fakulta ekonomiky a manažmentu, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra

[14] Portál o energii a energetike primárne v SR [Citované: 15. február 2018] http://energia.sk/dolezite/zemny-plyn-a-ropa/slovensko-podpisalo-s-ruskom-dohodu-o-dodavkach-ropy/15080/

[15] Portál o opernom umení v SR [Citované: 20. február 2018] http://operaslovakia.sk/royal-moscow-ballet-uvedie-v-bratislave-cajkovskeho-labutie-jazero/

[16] Portál o vzdelávaní [Citované: 15. február 2018] https://eduworld.sk/cd/katarina-jenisova/334/rustina-je- pre-studentov-stale-atraktivnejsia

[17] Centrum vedecko-technických informácií SR [Citované: 16. február 2018] http://www.cvtisr.sk/cvti-sr-vedecka-kniznica/informacie-o-skolstve/statistiky/statisticka-rocenka-publikacia/statisticka-rocenka-zakladne-skoly.html?page_id=9601

[18] Denník Pravda [Citované: 8. február 2018] https://skola.pravda.sk/vysoke-skoly/clanok/394812-dvesto-studentov-pojde-studovat-jadrovy-vyskum-do-ruska/

Vybrané aspekty maloobchodnej vybavenosti mesta Piešťany

Selected aspects of retail amenity in the Piešťany town

Sandra Wiecková[1]
Školiteľ: Miroslava Trembošová[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] sandra.wieckova@student.ukf.sk, [2]mtrembosova@ukf.sk

Abstrakt

Článok sa zaoberá priestorovou a funkčnou štruktúrou maloobchodnej siete na území mesta Piešťany. Na základe terénneho výskumu a pasportizácie sme vytvorili podrobnú databázu, za pomoci ktorej sme zmapovali stav maloobchodnej vybavenosti v roku 2017. Uvádzaný článok vytvárajú dve kapitoly, ktoré na seba v užšom zmysle nadväzujú. Prvá kapitola sa venuje mestu Piešťany a jeho podrobnej charakteristike (obyvateľstvu mesta sa venujeme podrobnejšie). Druhá kapitola je kapitolou kľúčovou a vytvára samotné jadro článku. Na základe porovnania s predchádzajúcimi výsledkami zhodnotíme vývojové etapy maloobchodnej siete mesta Piešťany v rokoch 2011 a 2017, z ktorých vyplynú rozvojové perspektívy do budúcna. V článku využívame metódu vysvetľujúceho opisu, kartografickú metódu, systémovú metódu, štatistické a matematické metódy a porovnávaciu (komparatívnu) metódu.

Cieľom článku je poukázať na súčasnú maloobchodnú sieť mesta Piešťany, prostredníctvom jej priestorovej a funkčnej štruktúry, a tiež porovnaniu s predchádzajúcimi pasportizáciami. Hlavným cieľom bolo potvrdenie hypotézy o pretrvávajúcej etape koncentrácie v maloobchodnom systéme mesta Piešťany. Tieto hypotézy vychádzali z teórie vývojových etáp v maloobchode (Tremboš, Trembošová, 2009) [1]. Zároveň sme predikovali perspektívy rozvoja maloobchodu v meste Piešťany.

Kľúčové slová: lokalizácia, obchodné centrá, priestorová a funkčná analýza, etapa koncentrácie, maloobchodná sieť

Abstract

The article deals with the spatial and functional structure of the retail network in the town of Piešťany. Based on field research and passportisation, we will create a detailed database which will help capture the state of retail facilities in 2017. The article consists of two chapters that are associated with each other. The first chapter deals with the city of Piešťany and its detailed characteristics (the city's population is more detailed). The second chapter is a key chapter which creates the very core of the article. Based on the previous results, we will evaluate the development stages of the retail network of the city of Piešťany in 2011 and 2017, which will show the development perspectives for the future. In the paper we use the explanatory description method, the cartographic method, the system method, the statistical and mathematical methods and the comparative method.

The aim of the article is to point to the current retail network of the town of Piešťany, through its spatial and functional structure, as well as comparison with previous passports. The main objective was to confirm the hypothesis of the ongoing stage of concentration in the retail system of the city of Piešťany. These hypotheses were based on the theory of developmental stages in retail trade (Tremboš, Trembošová, 2009) [1]. At the same time, we predicted the prospects for retail development in Piešťany.

Key Words: localization, business centres, spatial and functional analysis, stage of concentration, retail network

Úvod

Podľa Kotlera a Armstronga (1992) [2] maloobchod možno definovať ako súhrn všetkých činností, ktoré súvisia s priamym predajom výrobkov alebo služieb konečným spotrebiteľom na osobné použitie, nie podnikateľské. Jeho činnosť vykonávajú mnohé inštitúcie: výrobcovia, maloobchodníci, veľkoobchodníci, ktorých tržby pochádzajú z maloobchodnej činnosti prvotne. Na základe tohto tvrdenia nám je známe, že maloobchod je všade okolo nás, slúži nám na osobné ale aj priame použitie, aj na použitie v domácnosti, ale obdobne aj na aktivity,

ktoré nám prinášajú do každodenného života odpočinok, spestrenie a zábavu. Úlohou geografa je podľa Mitríkovej (2017) [3] analyzovať maloobchod nielen v zmysle predajnej jednotky alebo ich súboru, ale aj komplexné riešenie celého maloobchodného systému.

Práve pre nedostatok informovanosti obyvateľstva mesta Piešťany sme sa rozhodli venovať práve skúmaniu maloobchodnej siete. Mesto sa neustále vyvíja, vznikajú nákupné centrá, staré obchody zanikajú a na ich miestach sa vytvárajú nové, o ktorých obyvatelia mesta nemajú žiadne informácie - mesto žiaľ nevedie databázu o maloobchodných predajniach.

Dôležitosť skúmania tejto témy je vhodnosť použitia pre odbornú, ale aj širokú verejnosť, pričom sme sa snažili dané informácie prezentovať odborne, ale na druhej strane jasne a zrozumiteľne. Významným môže byť tento príspevok z hľadiska potenciálnych investorov - na prípadnú spoluprácu alebo projekty na výstavbu nákupných stredísk pre samosprávu mesta Piešťany, ktoré môžu prilákať nielen obyvateľov a občanov z okolitých miest a dedín ale z celého Slovenska, prípadne zo zahraničia.

1 Metodika

Prvým dôležitým krokom bolo **zhromažďovanie použitých literárnych zdrojov** (odborná literatúra, publikácie, monografie, časopisy, mapové podklady, štatistické údaje a pod). Pri spracovaní údajov nám bola nápomocná spolupráca s pracovníčkou MsÚ v Piešťanoch Ing. Darinou Vlhovou a s pracovníčkou ÚPSVARu pani Emíliou Roháčovou.

Aktuálne informácie o stave maloobchodnej siete mesta Piešťany boli získané podrobným **terénnym výskumom**, ktorý pozostával z pozorovania maloobchodných predajní urbanistických obvodov. Vo všetkých urbanistických obvodoch sme značili názov, ulicu a popisné číslo, zameranie predajne, počet zamestnancov a pokladní, plochu predajne a pri veľkoplošných predajniach aj počet parkovacích miest. Tieto vstupné dáta boli nevyhnutné pre výpočty daného ukazovateľa - obslužného parametra (OP) a popis sortimentnej štruktúry.

Na základe interferencie OP sme **interpretovali získané informácie a tvorili konkrétny text.** Na tvorbu textovej časti sme využili podľa Dubcovej a kol. (2003) [4] rôzne metódy:

- **metóda vysvetľujúceho opisu** zahŕňala výber a usporiadanie dôležitých údajov k skúmanej problematike, súviselo to s preštudovaním odbornej literatúry a vytvorením osnovy, ktorej sme sa počas celého písania pridŕžali.

- **kartografická metóda** je najčastejšou metódou, ktorá sa uplatňuje v geografických prácach – objasňuje danú tematiku, umožňuje zistiť priestorové rozloženie daných objektov alebo javov, ich dynamiku a vývoj. Pomocou tejto metódy sme aplikovali mapové podklady prostredníctvom servera ArcGis 10.1.

- **systémová metóda** bola využiteľná v každej kapitole; jej základom je chápanie študovaného problému ako celku a jeho nadväznosť. Ide o pretriedenie a zovšeobecnenie čiastkových informácií, ktoré je potrebné usporiadať do širších súvislostí.

- **štatistické a matematické metódy** slúžia na spracovanie tabuliek a grafov, metóda dôležitá aj z hľadiska výpočtu obslužného parametra (počet obyvateľov/MO predajňa) a priemerného tempa rastu. Ďalší spôsob, ktorým môžeme zistiť, resp. podchytiť prebiehajúce zmeny v priestorovej štruktúre obslužného parametra, vychádzajú z teórie geometrických priemerov. V zmysle Bartscha (1987) [5], pokiaľ nie je možné zistiť hodnoty pozorovania (hodnoty každý rok, mesiac alebo deň), ale len ich čiastkové súbory (v našom prípade hodnoty obslužného parametra iba v rokoch 2011 a 2017) vieme tieto údaje dynamickosti vyjadriť cez **priemerné tempo rastu**:

$$W = (\sqrt[n-1]{X_n / X_1} * 100\ \% \qquad [5]$$

n = počet rokov v sledovanom období, x_n = obslužný parameter za posledný rok merania, x_1 = obslužný parameter za predchádzajúci rok merania

Podľa Barstcha (1987) [5] platí, že ak je výsledok W väčší ako 100 ide o priemerné tempo rastu, ktoré rastie, naopak, ak je výsledok W menší, priemerné tempo rastu klesá. Sledované roky 2011 a 2017 sme odmocnili na 5 (obdobie 6 rokov) a po odmocnení sme výsledné číslo ešte podľa vzorca vynásobili 100, aby bol výsledok vyjadrený v percentách (tabuľka 2 v prílohe).

- **porovnávacia (komparatívna) metóda** pomáha pri analýzach mapových, tabuľkových a grafických výstupov.

2 Základná geografická charakteristika mesta Piešťany

Mesto Piešťany je významné kúpeľné mesto, ktoré malo k 31.12.2016 28 266 obyvateľov. Občania i návštevníci ho často nazývajú aj mestom bicyklov, najmä pre jeho niekoľko kilometrov dlhé cyklistické trasy, ktoré sú známe v celom okrese. Mesto sa nachádza v tesnej blízkosti rieky Váh, na úpätí Malých Karpát v Podunajskej nížine. V súčasnosti sú Piešťany sídlom okresu, niekoľkých vedeckých inštitúcií, vysokých škôl a dá sa povedať, že mesto patrí medzi jedno z najznámejších miest na Slovensku. Od krajského mesta Trnava je vzdialené asi 30 minút, do hlavného mesta Bratislavy sa dá po diaľnici dostať do 60 minút. Relatívna blízkosť týchto centrálnych miest Slovenska vytvára dobré predpoklady pre sociálny a ekonomický rozvoj územia.

2.1 Zonácia mesta ako prvok rozvoja maloobchodu

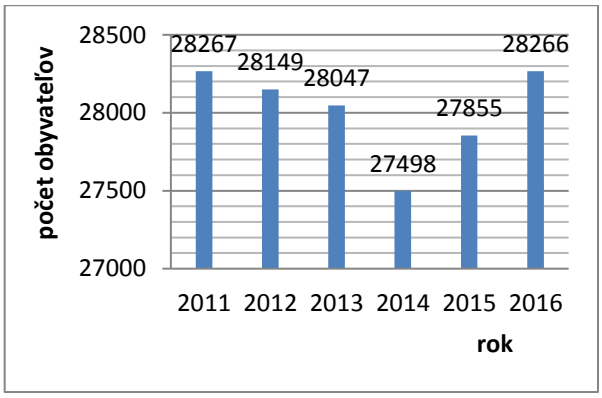
V súčasnosti je mesto Piešťany rozdelené do 17 urbanistických obvodov (UO), hlavné maloobchodné jadro je vytvárané 5-timi z nich (Kúpeľný areál, Stred I., Horné Piešťany, Za železnicou a Juh III.). Výstavba veľkoplošných maloobchodných predajní sa sústredila do **4 UO**. Prvým z nich je **UO Stred I.**, kde sa nachádza najmladšie nákupné centrum mesta OC Aupark, súčasťou UO je aj supermarket Lidl, OD Prior a Obchodný dom Kocka, pred ktorým sa nachádza tržnica. Druhým priestorovo-funkčným celkom je **UO Za železnicou** - súčasťou UO je Hypermarket Tesco a Family Center, postavené v rokoch 2006-2008, obe na ulici Nikola Teslu. **UO Juh III.**, situovaný v južnej časti mesta, je známy z hľadiska maloobchodu predajňou Kaufland. V blízkosti obchodného domu Kaufland sa nachádza sídlisko Adam Trajan, ktoré je považované za najväčšie a najľudnatejšie sídlisko v Piešťanoch s cca. 12 000 obyvateľmi. Štvrtou zónou rozšírenej maloobchodnej siete je **UO Horné Piešťany**. V UO je na pravej strane cesty lokalizovaná Billa Piešťany, otvorená v roku 2000. Dôležitou predajňou, ktorá rozvíja maloobchodnú sieť mesta Piešťany je Aquacentrum na Vŕšku. V tomto UO sa rozvíja predovšetkým maloobchodný predaj autosúčiastok alebo oprava automobilov.

2.2 Obyvateľstvo ako prvok rozvoja maloobchodu

Jedným z najdôležitejších faktorov súvisiacich s analýzou maloobchodnej siete je poznanie štruktúr obyvateľstva, či už so zameraním na štruktúry v zmysle biologických (podľa veku, pohlavia), kultúrnych (podľa dosiahnutého vzdelania, národnosti, religiózneho vyznania), alebo socioekonomických (ekonomická aktivita, zamestnanie) znakov. Podľa ŠÚSR k 31.12.2016 žilo v meste Piešťany 28 266 obyvateľov [6].

Vývoj počtu obyvateľov mesta mal za posledné 6-ročie stúpajúcu tendenciu (graf 1). Výnimkou je iba pokles obyvateľstva v roku 2014 o 549 obyvateľov. Príčin je niekoľko. Jednou z nich je odchod mladšieho obyvateľstva za prácou do neďaleko vzdialených miest Nitra, Nové Mesto nad Váhom, Trnava alebo Bratislava. Ďalším dôvodom je prevaha starších ročníkov tzv. starnutie zhora i rodenie menšieho počtu detí, tzv. aj starnutie zdola. Napriek tomu že vývoj počtu obyvateľov stagnuje, nemá to vplyv na vývoj maloobchodnej siete, vzhľadom na to, že neustále narastá predajná plocha aj počet maloobchodných predajní.

Graf 1 Vývoj počtu obyvateľov v meste Piešťany v rokoch 2011-2016

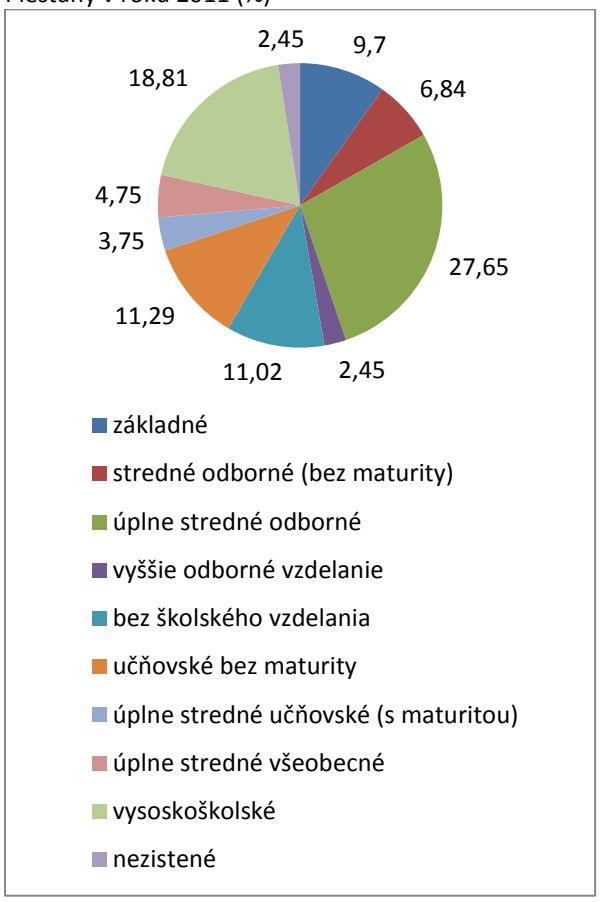


Zdroj: [6]

Piešťany ako jedno z najvýznamnejších miest na Slovensku, má podľa posledného sčítania obyvateľstva z roku 2011 nadpriemernú úroveň **vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov** (18,81%) (graf 2) – priemer Slovenskej republiky je 13,8%. Podľa Trembošovej a kol. (2012) [7] priaznivá vzdelanostná štruktúra je dôležitá nielen z hľadiska maloobchodnej siete, ktorá ovplyvňuje najmä kvôli dopytu výrobkov, ale aj

z hľadiska ekonomického a sociálneho rozvoja mesta a uplatnenia sa v zamestnaní a na trhu práce.

Graf 2 Dosiahnuté vzdelanie obyvateľov mesta Piešťany v roku 2011 (%)



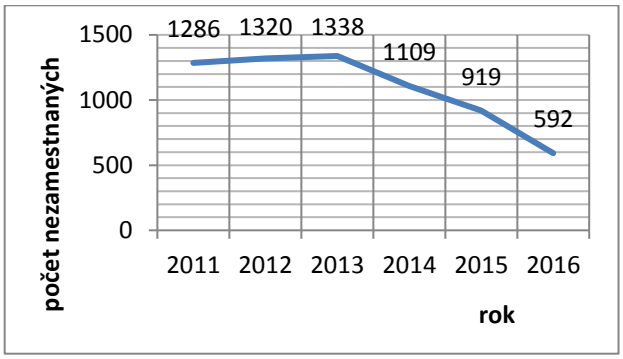
Zdroj: [6]

Piešťany majú ako mesto viacero možností ako poskytnúť obyvateľom **zamestnanie**, aj napriek tomu viacero obyvateľov odchádza za prácou do iných miest. Ekonomicky aktívnych v meste tvorili prevažne zamestnaní obyvatelia, spolu bolo zamestnaných 10 898 obyvateľov, z toho 5 714 mužov a 5 184 žien.

Nezamestnaných bolo z dôvodu pretrvávajúcej hospodárskej krízy 1 315 obyvateľov. Najviac EAO pracovalo v roku 2011 v odvetví priemyselná výroba (2 385 obyvateľov – 17,83%), na druhom mieste v odvetviach zdravotníctva a sociálnej pomoci (1 288 obyvateľov – 9,63%). V samotnom maloobchode pracovalo 945 obyvateľov (7,07%) z toho 370 mužov a 575 žien. Z týchto čísel vyplýva, že maloobchod spolu s predajom motorových vozidiel je jedným z najväčších zamestnávateľov v meste Piešťany.

K socioekonomickým javom, ktoré výrazne ovplyvňujú stav a štruktúru MO siete patrí aj nezamestnanosť obyvateľstva. Trembošová a kol. (2016) [8] chápe pod pojmom nezamestnanosť nedostatočné využitie práceschopného obyvateľstva, ktoré má záujem o prácu. Pri pohľade na graf 3 je evidentné, že počet nezamestnaných obyvateľov mesta každým rokom klesá. Je to zapríčinené rozvojom priemyselných firiem v TT kraji (Hella Slovakia, PSA Peugeot), ako aj v samotnom meste (Topaz LGP, MPL espace, EMPIRIA Piešťany).

Graf 3 Vývoj počtu evidovaných uchádzačov o zamestnanie v Piešťanoch v rokoch 2011-2016



Zdroj: [8]

3 Maloobchodná sieť mesta Piešťany

Križan a Lauko (2014) [9] chápu maloobchodnú sieť ako súhrn predajní a prevádzok, v ktorých sa vykonáva konkrétna maloobchodná činnosť Jednotkami maloobchodnej siete sú predajne, obchodné domy, benzínové čerpadlá, ale podľa klasifikácie SK NACE do maloobchodnej siete patria aj opravovne motorových vozidiel a takisto opravovne spotrebného tovaru. K postupnému rozvoju maloobchodnej siete prispieva výrazne aj **lokalita** umiestnenia predajne, tu Cimler (1997) [10] uvádza tri základné princípy formovania priestorového usporiadania: relatívna rovnomernosť vytvárania a koncentrácie maloobchodnej siete, hierarchia maloobchodnej siete (odstupňovanie) a komplexnosť maloobchodnej siete.

Priestorovú štruktúru je možno hodnotiť podľa rôznych ukazovateľov. Pre túto prácu sme vybrali obslužný parameter, ktorý určuje priamy vzťah maloobchodných predajní k obyvateľstvu (počet obyvateľov/ MO predajňa). Vývoj obslužného parametra bude porovnávaný s rokom 2011, kedy bol rovnakou metodikou spracovaný výskum, ktorý publikovala Ivana Gálisová v diplomovej práci (2012) [11].

3.1 Dynamika obslužného parametra

Obslužný parameter vyjadruje počet obyvateľov pripadajúcich na MO predajňu v danom UO. Pre vystihnutie všetkých skutočností a zmien, bolo pre nás najvhodnejšie využiť relatívne hodnoty obslužného parametra (tabuľka 1 v prílohe). Vypočítané hodnoty OP sme zaradili do 5-tich stupňov: extrémne nízkej (422% a viac), veľmi nízkej (315-421%), nízkej (208-314%), priemernej (101-207%) a vysokej obslužnosti (do 100%). Tu je treba upozorniť že obslužnosť UO s hodnotami do 100%, čo v skutočnosti znamená klesajúce tempo, je v konečnom dôsledku pozitívnym javom, pretože obslužný parameter je efektívnejší, ak počet obyvateľov obslúžených 1 predajňou je vyšší [7].

Počas roku 2011 si vysokú obslužnosť zachovali UO Priemyselný obvod (84%), Za železnicou (68%), PVÚ (49%), Stred I. (39%), Stred II. (32%) a Kúpeľný areál (14%). K zmene došlo v roku 2017 v UO PVÚ a Stred II., ktoré sa z vysokej úrovne obslužnosti presunuli na priemernú a naopak do vysokej úrovne obslužnosti sa z nízkej obslužnosti presunul UO Juh II.

K priemernej obslužnosti v roku 2011 patrili UO Sídlisko pred stanicou (119%) a Stred III. (104%). Postupne sa k nim v roku 2017 pridali UO už vyššie spomínané (PVÚ, Stred II. a Stred III.).

Nízku obslužnosť v roku 2011 vykazoval iba jediný UO, takisto už vyššie spomínaný Juh II. s hodnotou 314%.

UO ukazujúcim veľmi nízku obslužnosť bol v roku 2011 UO Pri Váhu, s hodnotou 318%, tento UO bol aj v roku 2017 obslužnosťou na tom istom mieste iba s inou hodnotou (356%). V roku 2017 k tomuto UO pribudol aj ďalší, konkrétne Juh I. (419%).

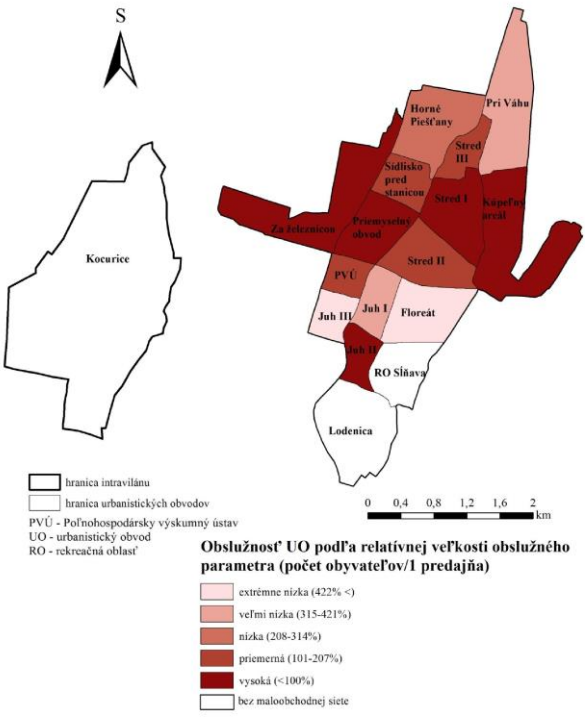
Extrémne nízku obslužnosť vykazovali v roku 2011 4 UO: Juh III. (905%), Floreát (702%), Juh I. (556%), Horné Piešťany (465%). Čo sa týka roku 2017, v tejto skupine sa nachádzali iba 2 UO Juh III. (863%) a Floreát (472%) (mapa 1)

Z hľadiska počtu obyvateľov na 1 predajňu, najviac obyvateľov pripadalo v roku 2011 v UO Juh III. (516 obyvateľov/1 predajňa) a UO Floreát (400 obyvateľov/1 predajňa). Naopak najmenej obyvateľov na predajňu bolo v UO Stred II. (18 obyvateľov/1 predajňa) a UO Kúpeľný areál (8 obyvateľov/1 predajňa).

V roku 2017 bolo najviac obyvateľov na 1 predajňu v UO Juh III. (433 obyvateľov/1 predajňa) a UO Floreát (255 obyvateľov//1predajňa). Naopak najmenej obyvateľov na 1 predajňu bolo v UO Stred I. (22 obyvateľov/1 predajňa) a UO Kúpeľný areál (5 obyvateľov/1 predajňa).

UO Lodenica, RO Sĺňava a Kocurice nevykazujú ani jednu maloobchodnú predajňu - sú bez maloobchodnej siete.

Mapa 1: Obslužnosť UO mesta Piešťany v roku 2017

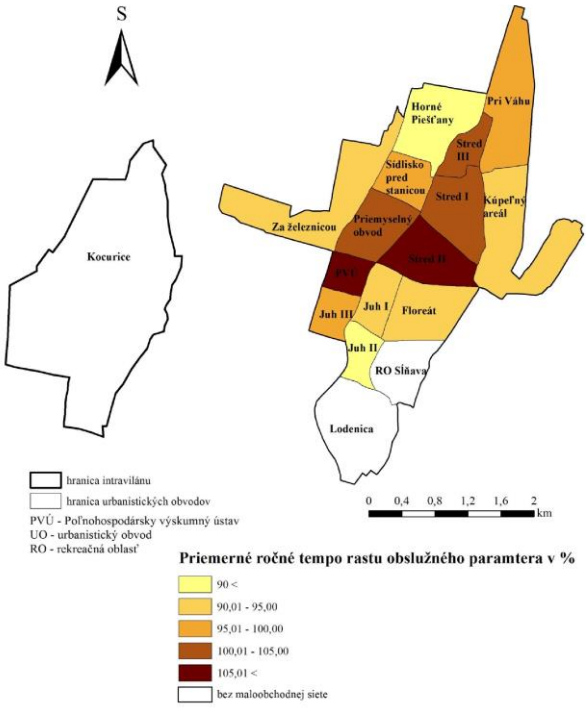


Z analýzy priemerného tempa rastu OP podľa metodiky Bartsch (1987) [5] obdobie rokov 2011-2017 môžeme charakterizovať ako viac-menej pohybujúce sa okolo hodnoty 100 (mapa 2). Rozpätie hodnôt sa pohybovalo od 129,27% až do 77,52%. Po prepočítaní všetkých hodnôt môžeme povedať, že najpomalšie tempo rastu (najnižšie hodnoty) vykazuje UO Juh II. (77,52%), Rastúce priemerné tempo rastu je tempo, pre ktoré charakteristickými hodnotami sú hodnoty vyššie ako 100. Najvyšším a zároveň najrýchlejším tempom rastu sa vyznačuje UO Stred II. (129,27%).

Opäť žiadne hodnoty nevykazujú UO Lodenica, Kocurice a RO SÍňava – sú bez maloobchodnej siete.

Priemer mesta Piešťany podľa priemerného tempa rastu obslužného parametra je 98,98%, čo znamená pokles v dynamike obslužného parametra.

Mapa 2: Priemerné tempo rastu obslužného parametra na úrovni urbanistických obvodov mesta Piešťany v rokoch 2011 a 2017



Zdroj: [12]

4 Funkčná štruktúra maloobchodnej siete mesta Piešťany

Pri geografickom výskume MO siete na konkrétnom území patrí významná úloha problematike koncentrácií MO zariadení na určitých miestach, konečným cieľom funkčnej analýzy je **zhodnotenie** sortimentnej špecializácie a podobne aj klasifikácia stredísk MO predajní v sledovanom roku [8].

Podľa Trembošovej a kol. [7] sortimentnú štruktúru maloobchodnej siete určujeme podľa charakteru tovaru, ktorý sa ponúka s prihliadnutím na označenie predajne jej majiteľom. Tvorba členenia sortimentnej štruktúry vyplýva z databázy SK NACE. Najvyššiu početnosť v roku 2017 dosiahli *predajne s odevmi v špecializovaných predajniach* (111 predajní), ktoré vytvárali 21% všetkých maloobchodných predajní a zariadení v meste Piešťany. Z hľadiska ich rozmiestnenia v jednotlivých UO mali najvyššiu koncentráciu v UO Kúpeľný areál (46 predajní).

V tomto UO sa nachádza 109 maloobchodných predajní s plošnou výmerou 5 510 m^2. Predajne sú rozdelené podľa SK NACE do 14 skupín. Najpočetnejšou skupinou sú už vyššie spomínané *predajne s odevmi v špecializovaných predajniach* (44 predajní), 15 predajní patrí do skupiny *Ostatný maloobchod s novým tovarom v špecializovaných predajniach.* Pomerne veľké zastúpenie majú aj *lekárne* (12 predajní).

UO Horné Piešťany disponuje 118 predajňami na ploche 4 315 m^2. Predajne sa radia do 10 skupín NACE. *Predajní so železiarskym tovarom, farbami a sklom v špecializovaných predajniach* je v urbanistickom obvode päť.

UO Stred III. je ako UO jeden z najmenších, plošná výmera UO je 316 m^2, vytvára ho 6 skupín NACE. Najpočetnejšou skupinou je *maloobchod mimo predajní, stánkov a trhov,* ktorú tvoria 2 maloobchodné predajne.

V UO Stred I. sa nachádza 196 predajní s predajnou plochou 15 104 m^2 v 26-tich skupinách NACE. Najviac predajní (44) sú *predajne s odevmi v špecializovaných predajniach,* ďalšou dôležitou skupinou sú *predajne s nábytkom, svietidlami a inými domácimi potrebami v špecializovaných predajniach* (15 predajní).

V UO Stred II. sa nachádza celkovo 22 predajní, ktoré sa vyskytujú na plošnej výmere 3 049 m^2. Väčšina predajní je rozšírená po jednom, výnimkou sú predajne *so zariadeniami pre informatiku a komunikácie – IKT v špecializovaných predajniach*, ktoré sú štyri a tri sú *predajne s nábytkom, svietidlami a inými domácimi potrebami v špecializovaných predajniach.*

UO Priemyselný obvod disponuje na svojom území 55-timi predajňami, ktoré sú rozšírené na ploche územia 9 716 m^2 a podľa NACE rozdelené do 16 skupín. *Predajní so železiarskym tovarom, farbami a sklom v špecializovaných predajniach* je v UO Priemyselný obvod 12.

Za železnicou je najväčší UO v meste Piešťany. Najväčšiu plochu zaberajú veľkoplošné predajne (Hypermarket Tesco, Family Center). Najviac predajní patrí do skupiny *predajní so železiarskym tovarom, farbami a sklom v špecializovaných predajniach* (5 predajní).

V UO Sídlisko pred stanicou sa nachádza 33 maloobchodných predajní s plošnou výmerou 3 576 m^2. Tieto predajne sú podľa NACE rozdelené do 16-

tich skupín. Najviac predajní patrí do skupiny *predajní v stánkoch a na trhoch* (5 predajní).

OU Floreát disponuje 11-timi predajňami na ploche 636 m^2, to znamená že sa radí medzi najmenšie urbanistické obvody mesta Piešťany. Predajne sú rozdelené podľa NACE do ôsmich skupín, tá najpočetnejšia je tvorená *predajňami s nápojmi v špecializovaných predajniach*.

Juh II. je UO, v ktorom sa nachádza osem predajní na ploche 974 m^2, zaradených podľa NACE do siedmich skupín. Tú najpočetnejšiu skupinu tvoria *ostatné predajne s potravinami v špecializovaných predajniach* (2 predajne).

UO Juh I. disponuje štyrmi predajňami na ploche 730 m^2, podľa NACE zaradených do štyroch skupín. Najväčšiu plochu zaberá Piešťanský pivovar, ktorý sa radí do *predajní s nápojmi v špecializovaných predajniach.*

V PVÚ ako UO sa nachádzajú štyri predajne s výmerou 2 054 m^2. Tieto predajne sú podľa NACE rozčlenené do štyroch skupín, najväčšou z nich je supermarket Lidl, ktorý zaberá väčšinu plochy celého UO (1 286 m^2).

V UO Juh III. sa nachádza 11 maloobchodných predajní, ktoré sú podľa NACE rozdelené do ôsmich skupín. Hospodária na ploche 3 189 m^2 a podobne ako pri UO PVÚ najväčšiu časť UO Juh III. zaberá Kaufland a PT Universal (spolu 2 670 m^2).

Záver

Celoslovenským trendom je klesanie počtu obyvateľov, ktoré je zapríčinené možnými negatívnymi faktormi, či už ide o nezamestnanosť, alebo nespokojnosť ľudí so smerovaním našej krajiny do budúcna. Proces úbytku obyvateľstva bol identifikovaný aj v meste Piešťany. Dopad na maloobchodnú sieť a jej vývoj to však rozhodne nemalo, rozvoj maloobchodnej siete nezaostáva, naopak stále sa rozvíja. Práve kúpeľníctvo, kultúra, bohatá história mesta a prechádzky na Kúpeľnom ostrove alebo v Mestskom parku lákajú ľudí opakovane prichádzať do Piešťan – to vedie majiteľov a potenciálnych investorov sa stále viac usilovať o rozvoj maloobchodnej siete a inováciu už pôsobiacich a fungujúcich maloobchodných predajní.

V meste Piešťany v roku 2017 fungovalo 523 maloobchodných predajní, ktoré svoju činnosť prevádzkovali na ploche 124 608 m^2. Takmer 21% prenajímateľnej plochy maloobchodných predajní bolo udelených predajniam s odevmi. Netreba zabúdať na veľkoplošné predajne (OC, OD, hypermarkety a supermarkety), ktorých počet v roku 2017 bol 9. Tieto veľkoplošné predajne podnikali na predajnej ploche 26 460 m^2, t.j. 21,24% z celkovej predajnej plochy.

Počet obyvateľov ako sme už vyššie spomínali, má na území mesta stúpajúcu tendenciu. Zvýšenie predajnej plochy (stále pribúdajúce MO predajne) sa odzrkadlilo na zmene sledovaného parametra (obslužného). Priemer mesta Piešťany podľa priemerného tempa rastu obslužného parametra je 98,98%, čo znamená pokles v dynamike obslužného parametra. K zmene čo sa týka obslužného parametra na jeho úrovniach došlo v roku 2017 v UO PVÚ a Stred II., ktoré sa z vysokej úrovne obslužnosti presunuli na priemernú a naopak do vysokej úrovne obslužnosti sa z nízkej obslužnosti presunul UO Juh II. I to vedie k faktu, že mesto Piešťany sa z hľadiska maloobchodu neustále vyvíja a do budúcna je možné očakávať silný pokrok a možno aj prísun obyvateľstva z okolitých obcí, resp. miest. To však súvisí s ďalšími faktormi.

Priestorovú štruktúru maloobchodnej siete, ktorú sme stanovili na základe obslužného parametra, môžeme označiť ako veľmi ovplyvnenú dopravnou polohou a počtom obyvateľov, t.j. lokalizačnými faktormi. Piešťany so statusom kúpeľného mesta ovplyvnili aj náš postup, keď sme do počtu obyvateľov s trvalým pobytom pripočítali alikvótne prepočty prenocovaných návštevníkov, ktorých v roku 2011 bolo 1 528 a v roku 2017 1697. Keďže nepoznáme presné lokalizácie hotelov a penziónov tieto počty sme pripočítali k priemeru mesta; a obslužný parameter v roku 2011 bol 59,9 a v roku 57,3 (pokles o 4,35%) (Trembošová a kol., 2017) [12].

Na záver možno povedať, že štruktúra maloobchodnej siete sa napriek viacerým faktorom nemení. Dôkazom tohto tvrdenia môžu byť nadpriemerné hodnoty sledovaného ukazovateľa, zistené podrobnou pasportizáciou a výpočtami. Podrobnými výpočtami sme zistili veľmi dôležitý faktor, ktorý výrazne ovplyvňuje maloobchodnú sieť a to, že hodnoty priemerného tempa rastu obslužného parametra sú negatívne, resp. v klesajúcich číslach (98,98%). Dospeli sme však aj k výsledkom, ktoré hovoria o pozitívnej situácii v meste Piešťany v súčasnosti (stúpanie počtu obyvateľov, stále viac klesajúca nezamestnanosť, ale aj veľmi dobrá vzdelanostná úroveň obyvateľstva). Do budúcna je možné predpokladať, ako bolo už vyššie spomínané, že maloobchodná sieť mesta sa bude neustále

perspektívne rozvíjať. Avšak jeden významný faktor bol už v roku 2011 zamietnutý a to stavba hobby marketu OBI, ktorý mal záujem v meste Piešťany stavať a samospráva neodsúhlasila jeho lokalitu.

Použitá literatúra

[1] Trembošová, M., Tremboš, P. (2009) Acta Facultatis Rerum Naturalium. 53, 123 s.

[2] Kotler P., Armstrong G. (1990) Marketing. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 444 s.

[3] Mitríková, J. (2017) Geografia maloobchodu (vybrané kapitoly). Bookman, s.r.o., Prešov, 89 s.

[4] Dubcová, A., Chrastina, P., Kramáreková, H. (2003) Vademecum literárnej a vedeckej činnosti geografa. Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra, 38 s.

[5] Bartsch, H.J. (1987) Matematické vzorce. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 746 s.

[6] Štatistický úrad Slovenskej republiky [Citované: 02. február 2017] http://datacube.statistics.sk/

[7] Trembošová, M. (2012) Geografické aspekty maloobchodnej siete mesta Nitra. Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra, 157 s.

[8] Trembošová, M., Dubcová, A., Civáň, M. (2016) Geografické aspekty maloobchodnej siete mesta Trnava a nákupné správanie jej obyvateľstva. Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra, 175 s.

[9] Križan, F., Lauko, V. (2014) Geografia maloobchodu. Úvod do problematiky. Univerzita Komenského, Bratislava, 196 s.

[10] Cimler, P. (1997). Retail management: lokalizace a provoz maloobchodu. Vysoká škola ekonomická, Praha, 15 s.

[11] Gálisová, I. (2012) Vybrané geografické aspekty maloobchodnej siete mesta Piešťany. (Diplomová práca) Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra

[12] Trembošová, M., Wiecková, S., Gálisová, I. (2017). Specifics of the Retail Network Spatial Structure in the Piešťany Town (v tlačí)

Tabuľka 1: Maloobchodná vybavenosť podľa obslužného parametra v rokoch 2011 a 2017

Urbanizačné obvody	Absolútna veľkosť OP (počet obyvateľov na 1 predajňu)		Vybavenosť MO siete podľa OP v %	
	2011	2017	2011	2017
Horné Piešťany	265	127	465	235
Stred III.	59	59	104	109
Pri Váhu	217	192	381	356
Kúpeľný areál	8	5	14	9
Stred I.	22	22	39	41
Stred II.	18	65	32	120
Priemyselný obvod	48	49	84	91
Za železnicou	39	26	68	48
Sídlisko pred stanicou	68	62	119	115
Floreat	400	255	702	472
Juh I.	317	226	556	419
Juh II.	179	50	314	93
PVÚ	28	62	49	115
Juh III.	516	466	905	863
RO Sĺňava	-	-	-	-
Lodenica	-	-	-	-
Kocurice	-	-	-	-
PIEŠŤANY	**57**	**54**	**100**	**100**

Zdroj: [11]

Tabuľka 2: Absolútne hodnoty a priemerné tempo rastu obslužného parametra na úrovni urbanistických obvodov mesta Piešťany v rokoch 2011 a 2017 (%)

Urbanistické obvody	2011	2017	$W = (\sqrt[n-1]{x_n/x_1}) * 100$ %
Horné Piešťany	265	127	86,35
Stred III.	59	59	100,00
Pri Váhu	217	192	97,70
Kúpeľný areál	8	5	91,17
Stred I.	22	22	100,00
Stred II.	18	65	129,27
Priemyselný obvod	48	49	100,40
Za železnicou	39	26	92,30
Sídlisko pred stanicou	68	62	98,13
Floreat	400	255	91,46
Juh I.	317	226	93,38
Juh II.	179	50	77,52
PVÚ	28	62	117,19
Juh III.	516	466	97,92
RO Sĺňava	-	-	-
Lodenica	-	-	-
Kocurice	-	-	-
PIEŠŤANY	**57**	**54**	**98,98**

Zdroj: [11]

Výskum a monitoring migračných biokoridorov za účelom vytvorenia bezpečnej dopravnej siete v okrese Lučenec

Research and monitoring of migratory bio-corridors for the purpose to create a safe transport network in Lučenec district

Lukáš Wittlinger[1]
Školiteľ: Lucia Šolcová[2]
[1,2] Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]lukas.wittlinger@student.ukf.sk, [2]lsolcova@ukf.sk

Abstrakt
Článok je zameraný na výskum a monitoring migračných biokoridorov v okrese Lučenec v rámci medzinárodného projektu Transgreen, ŠOP SR. Projekt prispieva k vytvoreniu bezpečnejšej cestnej a železničnej dopravnej siete v Karpatoch, ktorá by mala byť šetrná k biodiverzite územia na základe optimálneho plánovania, vytvorením konkrétnych dopravných riešení a zdieľaním skúseností a poznatkov[1]. V príspevku analyzujeme získané údaje priamym terénnym výskumom. Získané vstupné dáta sú vhodné pre návrh vytvorenia bezpečnej dopravnej siete v okrese Lučenec. Momentálne je plánovaná výstavba Rýchlostnej cesty R2 zo smeru Zvolen – Košice. Preto je potrebné myslieť aj na migrujúce živočíchy a zabezpečiť im voľný pohyb a predísť akejkoľvek fragmentácii biotopov.
Kľúčové slová: Transgreen, migrácia, biokoridor, ÚSES

Abstract
The paper is focused on there search and monitoring of migratory bio-corridors in the district of Lučenec as part of the international project Transgreen, ŠOP SR. The project contributes to creating a saferroad and rail transport network in the Carpathians mountains, whichshouldbe environmentally friendly based on optimal planning, creatings pecific transport solutions and sharing experience and knowledge. We analyze the data obtained through direct field research in thepaper. Theobtaine dinput data are appropriate for the security proposal transport network in Lučenec district. Currently, the construction of the Highway R2 is planned from direction of Zvolen - Košice. Therefore, it is also necessary to think about migrating animals and to provide them with free movement and avoidany fragmentation of habitats.
Key Words: Transgreen, migration, bio-corridor, ÚSES

Úvod

V súčasnej dobe sa stretávame s obrovským problémom v rámci Slovenskej republiky, ale aj okolitých štátov a to s rapídnym nárastom dopravných sietí, ktoré spájajú jednotlivé regióny. Na jednej strane ide o pozitívny dopad pre rozvoj regiónu, teda zlepšenie kvality života obyvateľov, vytvorenie podmienok, ktoré zabezpečia dlhodobý rozvoj podnikania, priemyslu v regiónoch ako aj zvyšovanie pracovných príležitostí. Práve pri tomto všetkom, zabúdame na ochranu prírody a jej diverzitu. Výstavba takýchto veľkých líniových stavieb v krajine sa častokrát dotýka významných území, ktoré slúžia ako migračné trasy pre voľne žijúce živočíchy. Dopravné siete, či už cestná, alebo železničná rozdeľujú krajinu na malé ostrovčeky (tzv. fragmentácia krajiny), čo má negatívny dopad na populáciu voľnej žijúcej zveri. Tým sa nemyslí len samotná výstavba ciest a železníc, ale aj opatrenia, ktoré majú predísť kontaktu živočícha s automobilom. Pri vysokej koncentrácii dopravy hrozí, že môže dôjsť k vyššej nehodovosti. Častokrát sa používa výstavba oplotkov pri diaľniciach a rýchlostných komunikáciách. Tento spôsob ochrany nemá pozitívny vplyv, ale negatívny. Týmto nedôjde k úhynu živočíšstva vplyvom automobilov, ale pre nedostatok priestoru, voľného pohybu - migrácie, možnosti reprodukcie (výmena kvalitnej genetickej informácie)má za následok, že populácia daného druhu degraduje. Preto pri výstavbe a plánovaní ciest treba myslieť aj na voľne žijúce živočíchy. V súčasnosti prebieha medzinárodný projekt TRANSGREEN, ktorého cieľom je zaviesť environmentálne šetrné plánovanie dopravných koridorov v rámci karpatských krajín. V rámci tohto projektu, ktorého partnerom je aj Štátna ochrana prírody SR, pracujeme aj my na výskume migračných biokoridorov cez ŠOP SR.

Slovensko leží v strednej Európe a je charakteristické hornatou krajinou. Všetky geomorfologické celky Slovenska patria do začlenenia. Panónskej panvy a Karpát[2].Karpaty sú jedno z najväčších pohorí v Európe. Ich oblúk s dĺžkou takmer 1 500 km prekračuje hranice

ôsmich štátov, t.j. približne plocha s rozlohou 210 000 km². Karpaty sú unikátny ekosystém a majú výnimočne vysokú biologickú diverzitu. Z hľadiska zoologického aspektu, je tu výskyt chránených alebo ohrozených druhov živočíchov európskeho významu, napr. medveďa hnedého *(Ursus arctos)*, vlka dravého *(Canis lupus)*, rysa ostrovida *(Lynx lynx)* a môžeme sem zaradiť aj mačku divú *(Felis silvestris),* ktorá je v súčasnosti obeťou práve cestných komunikácií [3]. Pre tieto živočíchy je dôležitá migrácia pre zachovanie zdravej populácie.

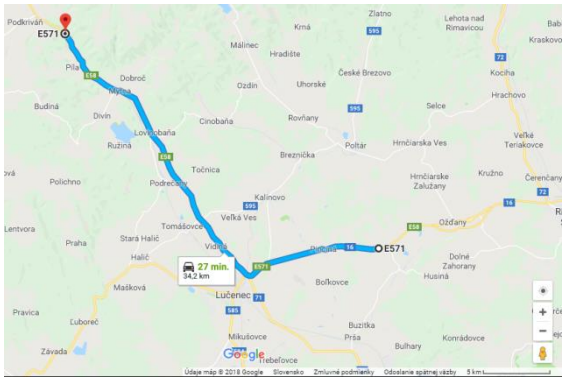
Preto je potrebné uvedomiť si, že **ochrana prírody a krajiny** je zložitý dlhotrvajúci proces, tzn. ak s ochranou migračných biokoridorov nezačneme už dnes, tak o pár rokov môže byť neskoro [4].

Táto téma je v spoločnosti málo diskutovaná a keďže ide o aktuálnu problematiku, je potrebné oboznámiť širokú, ale aj odbornú verejnosť. Zvýšiť tak záujem o ochranu prírody a jednotlivých biokoridorov, ktoré sa častokrát nezohľadňujú pri výstavbe dopravnej siete.

Cieľom príspevku je hodnotenie plánovanej výstavby cestnej komunikácie R2 na migráciu voľne žujúceho živočíšstva.

1 Vymedzenie územia

V príspevku sme sa zamerali na úsek v okrese Lučenec na ceste I. triedy č. 16 v úseku od križovatky na Dolnú Bzovú (k. ú. Mýtna) – po Ružovú osadu (k. ú. Nové Hony) t.j. 34 km (mapa 1.). Úsek bol vybraný z hľadiska plánovanej výstavby rýchlostnej cesty R2. Na tomto úseku sa nachádza viacero významných migračných biokoridorov, na ktorých dôležitosť a ohrozenie sme sa zamerali.



Mapa 1. Úsek, na ktorom prebiehal výskum a monitoring
(www.google.sk/maps, 2018)

2 Teoreticko-metodické východiská práce

2.1 Problematika výstavby ciest

Doprava mala v histórii dôležitú úlohu pri utváraní a osídľovaní územia Slovenska. Ešte zrejmejšie je to dnes, keď dopravný systém ovplyvňuje ekonomický, sociálny, výchovný a kultúrny vývoj. Regionálny rozvoj by mal zodpovedať týmto potrebám a zameriavať sa na budúci vývoj dopravy. Základom pre rozhodovanie o budúcom rozvoji sú finančné možnosti a technické podklady koncepcie rozvoja, bezpečnosti cestnej premávky, atď [5].

Pri výstavbe cestnej komunikácie sa predpokladajú priame a nepriame vplyvy na faunu a flóru a ich biotopy.

Medzi priame vplyvy možno zaradiť najmä: likvidáciu porastov na nových úsekoch komunikácie; stratu pôvodných biotopov; zánik existujúcich hniezdnych a reprodukčných možností pre živočíchy stromových dutín (vtáky, netopiere, blanokrídlovce a i.); vytvorenie čiastočnej bariéry pre migrujúce živočíchy; fragmentácia biotopov; zvýšenie hlučnosti; vyrušovanie z dôvodu zvýšenia pohybu dopravných prostriedkov; mechanizmov a ľudí, čo spôsobí zmeny v správaní sa živočíšnych druhov.

Medzi nepriame vplyvy možno zaradiť najmä: vznik nových, prechodných biotopov; šírenie nepôvodných (inváznych) druhov; zmeny vegetácie a živočíšnych biotopov v okolí dopravných komunikácií; riziko kontaminácie okolia ciest ropnými látkami pri haváriách; vyššia koncentrácia ťažkých kovov v rastlinách v okolí ciest [6].

2.2 Biokoridory (ochrana pomocou zelených mostov)

Systém ekologickej stability na území Slovenska

Územný systém ekologickej stability (ÚSES) predstavuje takú celoriestorovú štruktúru navzájom prepojených ekosystémov, ich zložiek a prvkov, ktorá zabezpečuje rozmanitosť podmienok a foriem života v krajine. Základ tohto systému predstavujú biocentrá, biokoridory a interakčné prvky nadregionálneho, regionálneho alebo miestneho významu [7].

Biokoridor predstavuje priestorovo prepojený súbor ekosystémov, ktorý spája biocentrá a umožňuje migráciu a výmenu genetických informácií živých organizmov na zachovanie ich spoločenstiev, na ktorý nadväzujú interakčné prvky.

Interakčný prvok predstavuje určitý ekosystém, jeho prvok alebo skupina ekosystémov, najmä trvalá trávna plocha, močiar, porast, jazero prepojený na biocentrá a biokoridory, ktorý zabezpečuje ich priaznivé pôsobenie na okolité časti krajiny poznamenanej alebo narušenej človekom [8].

Líniové stavby sú významnou prekážkou migrácie pre rad nelietajúcich živočíchov, vrátane veľkých šeliem, tzn. že jednotlivé populácie tak môžu zostať navzájom izolované. Neúspešné

prekonanie diaľnice zviera odradí od ďalších pokusov alebo môže skončiť aj priamou smrťou živočícha. Hoci prvý menovaný prípad je z hľadiska jedinca tou šťastnejšou variantov, pre demografickú a genetickú izolovanosť populácie majú obe situácie rovnako negatívny dopad. Príliš malé populácie majú pri náhodných fluktuáciách väčšiu pravdepodobnosť vymretia a rovnako sa znižuje ich genetická variabilita. Zhoršená priechodnosť krajiny ďalej rozbíja sociálnu štruktúru populácií, pravdepodobnosť nájdenia vhodného prostredia, jedincov rôznych pohlaví rovnakého druhu ai. [9].

Zelené mosty (ekodukty, nadchody pre zver) sú aspoň čiastočným riešením. Ekodukt s odpovedajúcou šírkou alebo podchody s dostatočnou podchodnou výškou sú vhodným riešením križovania migračnej cesty s cestnou komunikáciou. Tmavé, úzke a nízke podchody nelákajú kopytníky k priechodu popod cestu. Výskumné projekty pozorovania zveri pri využívaní ekoduktov v zahraničí poukazujú na to, že ekodukty na priechod nevyužívajú len jelene, srny, diviaky a iné cicavce, ale aj bezstavovce ako chrobáky, pavúky, plazy a na prelet ponad komunikáciu ich používajú aj netopiere, vtáky a motýle [10].

2.3 Metodika práce

Súčasťou práce bol fyzický zber dát a materiálu priamo terénnym výskumom uhynutých živočíchov (určenie taxonomickej jednotky, zápis geografických súradníc a tvorba fotodokumentačného materiálu) v období od 1.6.2017 do 30.11.2017. Ďalšou časťou terénneho výstupu bolo priame vyhľadávanie a zaznamenávanie migračných biokoridorov v blízkosti cestnej komunikácie, ich určenie na základe pobytových znakov zveri (napr. stopy, trus, srsť, ležoviská, otery na kmeňoch stromov), alebo priamym vizuálnym pozorovaním zveri (obr. 1).

V rámci príspevku boli použité aj metódy analýzy, syntézy a metóda opisu.

Obr. 1 Monitoring uhynutých taxónov (Wittlinger, 2017)

3 Výsledky výskumu

Negatívny dopad cestnej komunikácie na voľne žijúce živočíchy

Na základe použitej literatúry a bližšie získaných informácií, pozorovaním a zberom materiálov k problematike, môžeme zhrnúť negatívny dopad na voľne žijúce živočíchy v jednotlivých bodoch:

- znemožnená voľnosť pohybu v určitom čase a priestore (migrácia za potravou, vodou, vyhľadávanie sexuálnych partnerov, narušenie teritória),
- znemožnená reprodukcia a tým aj výmena genetickej informácie v zdravej populácii,
- možnosť rozšírenia ochorenia v danej lokalite (morbidita),
- možnosť gradácie určitého druhu organizmov a tým zvýšenie záťaže na daný ekosystém (premnoženie jedného druhu v danej lokalite, napr. predátora a úbytok koristí, bylinožravce - vegetácia)

Faktory ovplyvňujúce mortalitu živočíchov v oblasti cestných komunikácií

- pestovanie poľnohospodárskych plodín v blízkosti ciest (rastlinná produkcia: kukurica, ovos, pšenica apod.),
- typy porastov/vegetácie v okolí ciest (čím vyšší porast, resp. lesná plocha v okolí ciest, tým intenzívnejšia migrácia živočíchov),
- vodné plochy(bez vody nemôžu existovať ani suchozemské živočíchy),
- zastavané plochy (obce, mestá, priemyselný park),
- morfometrické vlastnosti reliéfu (napr. nadmorská výška, sklon apod.),
- hustota cestnej dopravy,
- fáza estrálneho (sexuálneho) cyklu cicavcov (vplyv hormónov, strata plachosti, vyhľadávanie sexuálnych partnerov),
- uhynutý jedinec, ktorý môže prilákať nekrofágov (krkavce, líšky apod.),
- technická posypová soľ (obr. 2)

Obr. 2 Uhynutý diviak lesný *(Sus scrofa)* (Wittlinger, 2017)

Cestná komunikácia v okrese Lučenec

Cesta č. 16 (I/16) je cesta I. triedy vedúca v trase Zvolen – Lučenec – Rožňava – Košice. Komunikácia vznikla rozdelením (dnes už zaniknutej) cesty I/50 na tri samostatné cesty. Cesta predstavuje významný spoj medzi jednotlivými krajmi a okresmi. V súčasnej dobe tadiaľto nevedie žiadna rýchlostná cesta ani diaľnica. Pre intenzívnu frekventovanosť cesty a dôležitý spoj Košice – Bratislava je v blízkej budúcnosti naplánovaná výstavba rýchlostnej cesty R2.

Rýchlostná cesta R2 je rýchlostná cesta na Slovensku, ktorá po svojom dokončení povedie v koridore cesty I/50 od štátnej hranice s Českom po diaľničnú križovatku Košice - juh. Podľa údajov z júna 2012 je ukončenie výstavby R2 naplánované na rok 2021 [11].

Vybrané úseky výstavby R2, ktoré sú monitorované:

- **Kriváň – Lovinobaňa**

Trasa úseku Kriváň – Lovinobaňa je momentálne vo fáze príprav. Dlhý bude vyše 23 km.

- **Lovinobaňa – Ožďany**

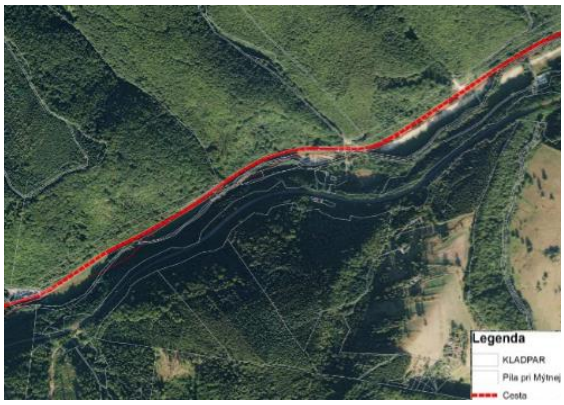
Úsek R2 Lovinobaňa – Ožďany, prepojí Lovinobaňu, Lučenec a Ožďany rýchlostnou cestou. Dĺžka úseku bude asi 25,5 km. Výstavba bola plánovaná na roky 2015 – 2020 [10].

Významné biokoridory v okrese Lučenec

Hlavným cieľom bol zber dát priamo terénnym výskumom uhynutých živočíchov. Priame vyhľadávanie migračných koridorov v blízkosti cestnej komunikácie a ich určenie.

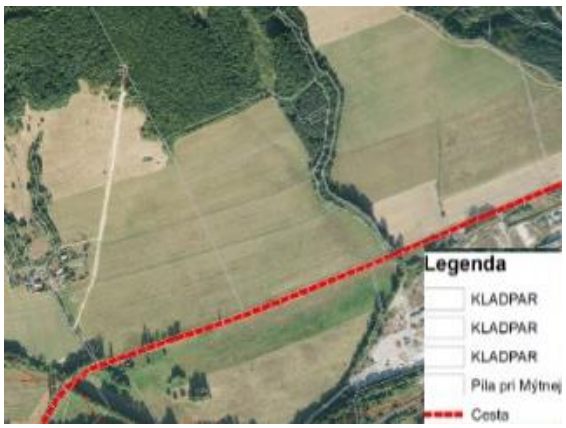
Na základe našich výskumných zistení sme približne určili významné biokoridory na monitorovanom a skúmanom úseku (obr. 3,4,5,6). Ide o štyri trasy, kde sme zaznamenali najintenzívnejšiu migráciu voľne žijúcej zveri. Predovšetkým ide o lesné plochy v okolí cestnej komunikácie, kadiaľ môže zver „bezpečne a nepozorovane“ prechádzať. Tieto biokoridory sme pomenovali podľa ich geografickej polohy a zamerali sme sa bližšie na ich výskum, so zreteľom na migráciu veľkých šeliem.

1. Bzová – Píla *(Predovšetkým ide o zalesnenú krajinu, ktorá je trvalo pokrytá vegetáciou (lesné plochy), v blízkosti sa nachádza biosférická rezervácia Poľana)*



Obr. 3 Navrhovaný biokoridor Bzová – Píla (Mapa záujmového územia projektu TRANSGREEN v územnej pôsobnosti CHKO Cerová vrchovina, 2007)

2. Fafáky – Ružinský háj *(Ide o zalesnenú krajinu, medzi ktorou sú dve rozsiahle lúky s trvalou vegetáciou, ktorá slúži ako prirodzená potrava pre bylinožravce)*



Obr. 4 Navrhovaný biokoridor Fafáky – Ružinský háj (Mapa záujmového územia projektu TRANSGREEN v územnej pôsobnosti CHKO Cerová vrchovina, 2007)

3. Halier – Tomášovce *(Ide o krajinu, ktorá je tvorená vrchovinou, nachádza sa tu lesná plocha, no prevažne ide o plochy s poľnohospodárskym významom)*

Obr. 5 Navrhovaný biokoridor Halier – Tomášovce (Mapa záujmového územia projektu TRANSGREEN v územnej pôsobnosti CHKO Cerová vrchovina, 2007)

4. Pinciná *(Krajina tvorená vrchovinou, lesné plochy, no predovšetkým ide o plochy s poľnohospodárskym významom)*

Obr. 6 Navrhovaný biokoridor Pinciná (Mapa záujmového územia projektu TRANSGREEN v územnej pôsobnosti CHKO Cerová vrchovina, 2007)

Monitoring uhynutých živočíchov

Mortalita jednotlivých taxónov na úseku dlhom 34 km (Dolná Bzová – Ružová osada) v období od 1.6.2017 do 30.11.2017 (tab. č. 1).

Tab. č. 1 Mortalita taxónov

Taxonomická jednotka	Počet uhynutých jedincov	%
líška hrdzavá *(Vulpes vulpes)*	29	42
kuna lesná *(Martes martes)*	9	13
diviak lesný *(Sus scrofa)*	6	9
jazvec lesný *(Meles meles)*	2	3
potkan hnedý *(Rattus norvegicus)*	1	1,5
jež západný *(Erinaceus europaeus)*	5	7,5
veverica obyčajná *(Scirius vulgaris)*	2	3
kačica divá *(Anas platyrhynchos)*	1	1,5
ropucha bradavičnatá *(Bufo bufo)*	1	1,5
jeleň lesný *(Cervus elaphus)*	1	1,5
sova lesná *(Strix aluco)*	3	4,5
sýkorka veľká *(Parus major)*	2	3
mačka divá *(Felis silvestris)*	3	4,5
brhlík lesný *(Sitta europaea)*	1	1,5
srnec lesný *(Capreolus capreolus)*	1	1,5
jastrab veľký *(Acipitter gentlis)*	1	1,5
SPOLU	**69**	**100%**

(ŠOP SR 2017, Wittlinger)

Záver

Počas nášho výskumu a monitoringu sme zistili, za aký čas na ceste v úseku v okrese Lučenec na ceste I. triedy č. 16 v úseku od križovatky na Dolnú Bzovú (k. ú. Mýtna) – po Ružovú osadu (k. ú. Nové Hony) t.j. 34 km zahynie 69 jedincov živočíchov. Ide hlavne o menšie cicavce, ako líška hrdzavá *(Vulpes vulpes),* kuna lesná *(Martes martes)* a jazvec lesný *(Meles meles).* Z väčších cicavcov bol monitoring uhynutých jedincov menší, pretože pri takýchto veľkých kolíziách resp. stretoch vozidla so živočíchom rieši tieto prípady kafiléria, alebo poľovné združenie, ktorému zver patrí. Pri zrážke so zverou (pri väčšej škodovej udalosti) je vždy privolaná polícia. Ak by vodič z miesta nehody odišiel, dopustil by sa trestného činu. Práve príslušníci policajného zboru privolajú zástupcu príslušného poľovného revíru, ktorý sa postará o uhynuté, alebo zranené zviera.

Nejde len o veľké cicavce, ale aj rôzne druhy vtákov, predovšetkým dravcov, ktoré sú celoročne zákonom chránené na území SR.

Výskyt mačky divej *(Felis silvestris)*, na území južného Slovenska bol považovaný za veľmi nízky, ale počas nášho monitoringu sa zistilo, že jej

početnosť je omnoho vyššia. Je veľmi dôležité, aby sa zachovala aj populácia tejto mačky, ktorá je tiež zákonom chránená a v súčasnosti ohrozená (druh európskeho významu).

Pokiaľ má začať výstavba rýchlostnej cesty R2, je dôležité, aby sa pri nej myslelo aj na migráciu voľne žijúcich živočíchov. Výsledky sú zatiaľ predbežné a ešte nemôžeme vyvodiť konečné opatrenia. No napriek tomu je zrejmé, že je potrebné migráciu živočíchov chrániť a zabezpečiť aj napriek akýmkoľvek antropogénnym vplyvom a zásahom v krajine. Výskum bude pokračovať do 01. 06. 2019, pričom ďalšia práca bude zameraná na výskum a monitoring veľkých šeliem.

Poďakovanie

Ďakujem mojej školiteľke Lucii Šolcovej za jej odborné konzultácie a cenné rady pri zhotovovaní tohto príspevku.

Použitá literatúra

[1] Štátna ochrana prírody SR [Citované: 20.12.2017] *TRANSGREEN.* <http://www.sopsr.sk/web/?cl=11229 >

[2] GEOMORFOLOGICKÉ JEDNOTKY SLOVENSKA Mazúr, E., Lukniš, M., (1980) (In: Atlas krajiny SR. Bratislava : MŽP SR, B. Bystrica : SAŽP, 2002, s. 88, resp. Atlas SSR. Bratislava : SAV; SÚGK, 1980, s. 54 – 55.)

[3] Zoznam chránených živočíchov, prioritných druhov živočíchov a ich spoločenská hodnota, a druhy európskeho významu. (2003) Zbierka zákonov č. 24/2003. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR, (2003) 254 – 274 s.

[4] Zbierka zákonov SR 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny [Citované: 20.12.2017] <http://www.zakonypreludi.sk/zz/2002-543>

[5] Slovenská správa ciest Rozvoj cestnej siete [Citované: 20.12.2017] <http://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete.ssc >

[6] MIGRAČNÉ OBJEKTY PRE VOĽNE ŽIJÚCE ŽIVOČÍCHY Projektovanie, výstavba, prevádzka a oprava (2012) TP 04/2013, Bratislava: Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR, Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií, 56 s.

[7] Diviaková, A. (2012) ÚSES v jednom z nástrojov integrovaného manažmentu krajiny – v pozemkových úpravách. In: Petrová, A., Machar, I., Sborník ze semináře ÚSES – zelená páteř krajiny a Ekologické sítě v krajině. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3214-4

[8] KLINDA, J. a kol. (1994) Životného prostredie Slovenskej republiky v roku 1992-1993. 1. vyd. Bratislava: MŽP SR, 520 s.

[9] ZELENÉ MOSTY [Citované: 20.12.2017] <http://www.selmy.cz/clanky/zelene-mosty>

[10] Nový projekt výstavby diaľnic a rýchlostných ciest (2011) Doplnok č. 3, Bratislava: Ministerstvo dopravy, vstavby a regionálneho rozvoja SR, 22 s.

[11] Do Detvy sa pôjde o tri roky po diaľnici [Citované: 20.12.2017] <https://www.pravda.sk/info/7434-info-uvod>

informatika

Monitorovanie trasy pohybu mobilného zariadenia

Monitoring the Travelling Path of Mobile Device

Marián Gemmel[1]
Školiteľ: Tomáš Tóth[2]
Katedra informatiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] marian.gemmel@student.ukf.sk, [2] tomas.toth@ukf.sk,

Abstrakt
Cieľom tohto článku je prezentovať možnosti monitorovania trasy pohybu mobilného zariadenia, ako aj vývoj takejto mobilnej aplikácie určenej pre monitorovanie a zaznamenávanie trasy pohybu. Na začiatku práce opisujeme možnosti určovania polohy s využitím niekoľkých prostriedkov ako sú satelity, Wi-Fi a mobilné siete, pričom vysvetľujeme aj ich základné princípy. Ďalšia časť je venovaná operačnému systému Android, pre ktorý je určená naša aplikácia. V etape návrhu aplikácie definujeme požiadavky, ktoré by mala naša aplikácia spĺňať a následne opisujeme samotný vývoj aplikácie rozdelený na viacero častí spolu s ukážkami zdrojového kódu. Na záver prezentujeme výsledky dosiahnuté počas testovania aplikácie a možné odporúčania do budúcnosti.
Kľúčové slová: GPS, poloha, mobilná aplikácia

Abstract
The aim of this article is to present the possibilities of monitoring the traveling path of mobile device as well as the development of a mobile application used for path monitoring and recording. In the first chapter basic principles of location searching using satellites, Wi-Fi and mobile networks are described and explained. In the next chapter we deal with Android operating system. Then the requirements for our application are defined. After that we describe development of our application which is divided into several parts. The examples of source code are presented there too. Results achieved during testing of application are stated in conclusion. We also present recommendations for future development.
Key Words: GPS, location, mobile application

Úvod

Sledovanie a zisťovanie polohy je veľmi dôležitou úlohou, ktorá sa za posledných pár rokov stala neodmysliteľnou súčasťou mnohých zariadení. V súčasnosti nachádzajú monitorovacie systémy široké uplatnenie v rozličných oblastiach. Sú využívané napríklad letectvom, námorníctvom, rôznymi záchrannými a bezpečnostnými zložkami, automobilovým a poľnohospodárskym priemyslom. Svoje uplatnenie našli aj v mobilných zariadeniach, ktoré sa veľmi rýchlo rozvíjajú a spolu s nimi aj monitorovacie systémy. Dôsledkom je, že dnes máme k dispozícii mobilné zariadenia s rôznymi operačnými systémami, ktoré disponujú pokročilými technológiami na monitorovanie a určovanie polohy zariadení.

1 Princípy zisťovania polohy

Zisťovanie polohy možno chápať ako jednoznačné umiestnenie určitého objektu vzhľadom na známy referenčný bod. Za tento bod sa často považuje stred súradníc zeme. V praxi môže byť referenčným bodom ktorýkoľvek bod na zemi, ktorého všetky súradnice sú známe. V našom prípade budeme určovať polohu mobilného zariadenia vzhľadom na rôzne body a to pomocou nasledujúcich metód.

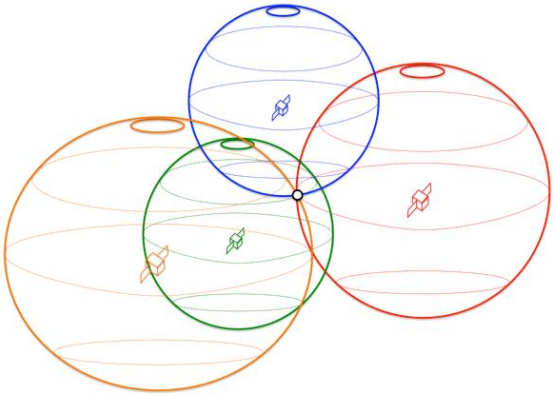
1.1 Satelitné sledovanie

Pri tejto metóde sú používané satelity globálneho navigačného systému GNSS, do ktorého patria všetky satelitné systémy, ktoré sú v súčasnosti používané alebo vyvíjané.

Pre určovanie polohy zariadení sa využívajú satelity, ktoré vysielajú svoju pozíciu a čas, aby bolo možné vypočítať ich polohu. Prijímač musí prijať signály z najmenej štyroch satelitov v tom istom čase a následne sa vypočíta čas letu signálu, podľa ktorého sa určí vzdialenosť od každého satelitu. Tieto údaje taktiež definujú priestor okolo satelitu a v prípade správnych meraní a výpočtov musí byť prijímač lokalizovaný na povrchu tohto priestoru. Merania signálu druhého satelitu definujú druhý priestor. Tieto dva priestory sa pretínajú v kruhu a zužujú tak priestor v ktorom môže byť prijímač lokalizovaný. Tretí priestor je vypočítaný z meraní signálu tretieho satelitu a pretína kruh v dvoch bodoch, jeden z nich je pozícia prijímača a druhý je neznámy bod vo vesmíre. Takéto

riešenie je postačujúce v prípade, že sa nachádza na zemi.

Avšak meranie času letu signálu vyžaduje aby satelity a prijímač používali veľmi presné synchronizované hodiny. Satelity preto používajú atómové hodiny, ale hodiny prijímača nemusia byť dostatočne synchronizované na to, aby umožňovali presné merania času letu signálu. Takýto neznámy časový rozdiel medzi satelitnými hodinami a hodinami prijímača predstavuje neznámu premennú, ktorá si vyžaduje použitie štvrtého satelitu. Pre lokalizáciu prijímača sú teda potrebné minimálne štyri satelity (obr. 1), ktorých pozície sú presne známe [1].



Obr. 1 Ukážka prieniku priestorov štyroch satelitov
Zdroj: [2]

1.2 Monitorovanie prostredníctvom Wi-Fi

V súčasnosti je možné nájsť bezdrôtovú lokálnu sieť skoro v každej budove. Táto rozšírená infraštruktúra umožňuje lokalizovať mobilné zariadenia s presnosťou aj na 1m , hlavne vo vnútorných priestoroch. Vnútorné a vonkajšie priestory majú rozdielne požiadavky na systém, ktorý zisťuje polohu pomocou Wi-Fi pripojenia.

Vnútorné priestory si vyžadujú väčšiu presnosť, pretože v niektorých prípadoch je potrebné lokalizovať používateľa v správnej miestnosti a rozdiel niekoľkých metrov môže znamenať určenie polohy na zlom poschodí. Nachádza sa tu množstvo rušivých faktorov, ako sú napríklad steny, okná a dvere, ktoré musí systém brať do úvahy, aby bol schopný zobrazovať správne výsledky.

Vonkajšie priestory neobsahujú toľko prekážok a často krát nevyžadujú až takú veľkú presnosť. Nevyhnutnosťou je ale dostatočne silné pripojenie, čo môže byť problém v menej osídlených častiach.

1.3 Monitorovanie prostredníctvom mobilných sietí

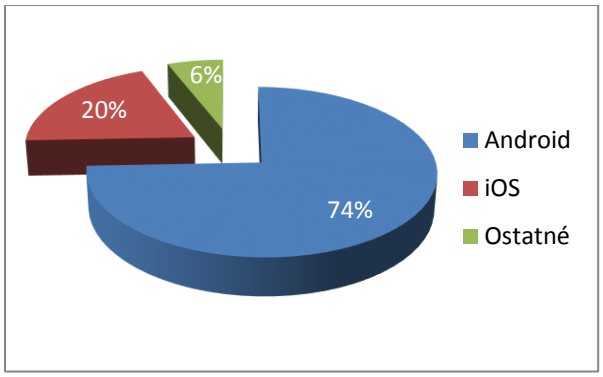
Pre efektívne pokrytie čo najväčšieho územia využívajú mobilné siete systém buniek. To znamená, že namiesto jednej vysoko výkonnej stanice sa používa viacero menej náročných základných vysielacích staníc, označovaných ako BTS (Base Transceiver Station), z ktorých každá tvorí bunku. Zisťovanie polohy v mobilných sieťach je viazané na komunikáciu medzi mobilnými zariadeniami, BTS stanicami a centrálou. Pri každom hovore alebo dátovom prenose sa posielajú taktiež dôležité informácie akými sú:

1. kód krajiny,
2. mobilný operátor,
3. identifikačné číslo mobilnej stanice,
4. jedinečné číslo mobilného zariadenia.

Na základe týchto údajov vie každá centrála, ktoré zariadenia sú napojené na danú BTS stanicu, ktorej poloha je presne určená a umožňuje operátorovi siete určiť oblasť pokrytia a teda aj približnú polohu zariadenia pripojeného do siete. Takéto určovanie polohy je však v praxi dosť nepresné, nakoľko hustota rozmiestnenia BTS staníc je rôzna. Napríklad v prípade riedko osídlených oblastí je použité menšie množstvo staníc a odchýlka pri určovaní polohy môže byť až 35km. Naproti tomu v husto osídlených oblastiach je množstvo staníc výrazne väčšie z dôvodu rozloženia záťaže siete a presnosť určenia polohy je v takomto prípade niekoľko stoviek metrov [3].

2 Výber platformy

Pri voľbe platformy máme na výber z viacerých možností. Medzi najznámejšie operačné systémy pre mobilné zariadenia patrí Android, iOS, Windows a BlackBerry. My sme sa rozhodli použiť systém Android, ktorý spadá pod spoločnosť Google. Táto platforma patrí medzi tzv. „otvorené platformy“ (open source), čo umožňuje tento softvér použiť na akékoľvek účely, vrátane distribúcie a upravovania. Otvorenosť tohto systému využíva viacero svetoznámych spoločností, ktoré upravujú systém podľa svojich vlastných zariadení. Dôsledkom je, že v posledných rokoch patrí systému Android prvenstvo v oblasti distribúcie zariadení s týmto systémom, ako je možné vidieť na Grafe 1 vychádzajúceho z údajov uvedených v[4].



Graf 1 Podiel operačných systémov v meradle ich používateľnosti

3 Vývoj aplikácie

V prvom rade si musíme špecifikovať požiadavky, ktoré budú kladené na našu aplikáciu. Následne popíšeme spôsob zaznamenávania trasy pohybu zariadenia v systéme Android. Navrhneme vhodné riešenie, ktoré následne implementujeme tak aby spĺňalo požiadavky a nakoniec aplikáciu otestujeme a vyhodnotíme dosiahnuté výsledky.

3.1 Špecifikácia požiadaviek

Primárnym cieľom je aby aplikácia umožňovala monitorovanie a zaznamenávanie trasy pohybu mobilného zariadenia. Z toho si môžeme odvodiť ďalšie požiadavky:

1. aplikácia bude zobrazovať aktuálnu polohu na mape,
2. aplikácia bude umožňovať sledovať prejdenú vzdialenosť, rýchlosť a čas trvania danej aktivity,
3. ukončené aktivity bude možné uložiť do pamäti telefónu,
4. aplikácia bude zobrazovať históriu a štatistiky uložených aktivít,
5. aplikácia bude schopná pracovať na pozadí v prípade dočasného pozastavenia,
6. aplikácia bude umožňovať nastaviť upozornenia vzhľadom na prejdenú vzdialenosť a čas,
7. aplikácia bude využívať GPS, Wi-Fi a mobilné siete pre určenie polohy zariadenia.

3.2 Určenie polohy zariadenia

Pre určenie polohy v systéme android máme na výber medzi rozhraním Android Location API a Google Location Services API.

Prvá zmienená možnosť využíva troch samostatných poskytovateľov pre určenie polohy zariadenia:

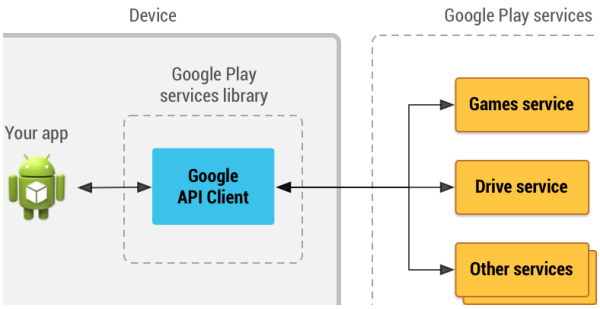
1. GPS,
2. sieťový poskytovateľ,
3. pasívny poskytovateľ.

Pre získanie údajov o polohe si potrebujeme v takomto prípade vytvoriť pre každého poskytovateľa listener, pomocou ktorého je možné zachytiť takéto údaje.

Druhá možnosť taktiež využíva vyššie spomenutých poskytovateľov ale s tým rozdielom, že si vytvoríme listener len na jedného poskytovateľa, označovaného ako Fused Location Provider. Tento poskytovateľ si sám určuje, ktoré údaje bude používať, čoho dôsledok je šetrenie batérie a rýchlejšie určenie polohy mobilného zariadenia.

Samotná oficiálna dokumentácia k Androidu [5] taktiež odporúča požívať Google Location Services API. Preto sme sa aj my na základe spomenutých výhod, rozhodli zvoliť práve tento spôsob určovania polohy v našej aplikácii, ktorý si následne popíšeme.

Aby sme ale mohli žiadať o údaje o polohe zariadenia, musíme najskôr vytvoriť spojenie s Google Play službami, ktorých súčasťou je práve Google Location Services API. Pre spojenie potrebujeme vytvoriť Google API Klienta, ktorý sa pripojí na Google Play služby (obr. 2).



Obr. 2 Prepojenie zariadenia s Google službami
Zdroj: [6]

Spolu s vytvorením klienta musíme implementovať aj nasledujúce metódy:

1. onConnected - úspešné pripojenie (obr. 3),
2. onConnectionSuspended - dočasné prerušenie spojenia,
3. onConnectionFailed - spojenie ukončené.

V prípade ak sa klient úspešne pripojil, nastavíme interval v ktorom nám budú prichádzať údaje spojené s polohou. Taktiež môžeme nastaviť prioritu, podľa ktorej budeme žiadať o údaje. Nevyhnutnosťou je však skontrolovať či má naša aplikácia pridelené práva pre získanie polohy. Bez tejto kontroly nie je možné spustiť Fused Location API rozhranie, slúžiace na

prijímanie údajov o polohe mobilného zariadenia v stanovených intervaloch.

```
@Override
public void onConnected(@Nullable Bundle bundle) {
    locationRequest = new LocationRequest();
    locationRequest.setInterval(4000);
    locationRequest.setFastestInterval(1000);
    locationRequest.setSmallestDisplacement(1);
    locationRequest.setPriority(LocationRequest.
            PRIORITY_HIGH_ACCURACY);
    if (ContextCompat.checkSelfPermission
            (this, Manifest.permission
            .ACCESS_FINE_LOCATION) == PackageManager.
            PERMISSION_GRANTED) {
            LocationServices.FusedLocationApi.
            requestLocationUpdates(googleApiClient,
            locationRequest, this);
    }
}
```

Obr. 3 Metóda onConnected

3.3 Stály príjem údajov

Aplikácie sú najčastejšie tvorené aktivitou ku ktorej je pripojený súbor s príponou xml. Tento súbor nám určuje vzhľad danej aktivity, ktorú máme práve spustenú. Mohli by sme implementovať metódy pre príjem údajov o polohe aj do takejto aktivity, avšak v prípade, ak používateľ minimalizuje takúto aplikáciu alebo je prerušená z iných dôvodov, napríklad prichádzajúci hovor, nie je možné naďalej prijímať údaje o polohe. Preto sme sa rozhodli vytvoriť službu Service, ktorá je schopná pracovať na pozadí. Výhodou takejto služby je, že nedochádza k prerušeniu jej činnosti pokiaľ ju neukončíme príkazom stopService() alebo sa sama neukončí pomocou príkazu stopSelf(). Ak je jedna z týchto metód zavolaná nastáva jej zničenie a uvoľnenie pamäte. Systém Android môže tiež ukončiť takúto službu ale len v prípade, ak by bolo nutné uvoľnenie pamäte, čo v dnešnej dobe už nie je veľkým problémom vzhľadom na čoraz výkonnejšie mobilné zariadenia.

3.4 Ukladanie údajov

Pre možnosť opätovného zobrazenia zozbieraných údajov sme sa rozhodli ich ukladať do pamäti mobilného zariadenia. Údaje v našej aplikácii môžeme rozdeliť na dve skupiny.

Prvú skupinu predstavujú takzvané jednoduché údaje, ktoré môžeme ukladať spôsobom kľúč a hodnota. Android nám poskytuje rozhranie SharedPreferences, ktoré slúži pre ukladanie takýchto jednoduchých údajov, ktoré môžu byť nasledujúceho typu:

1. boolean,
2. float,
3. int,
4. long.

Pre prácu s týmto rozhraním si musíme najskôr vytvoriť editor typu Sharedreferences.Editor, pomocou ktorého budeme ukladať a načítavať údaje (obr. 4). Pri jeho inicializácii definujeme názov našej Sharedpreferences a spôsob prístupu, ktorý je v našom prípade nastavený ako privátny s označením MODE_PRIVATE. To nám zabezpečí, aby k našim údajom mohla pristupovať len naša aplikácia. V opačnom prípade, ak by sme nastavili spôsob prístupu ako MODE_WORLD_READABLE alebo MODE_WORLD_WRITEABLE, boli by naše uložené údaje prístupné pre všetky ostatné aplikácie [7].

```
public void setLockMode(boolean value) {
    editor.putBoolean(LOCK_MODE, value);
    editor.apply();
}
public boolean getLockMode() {
    return preferences.getBoolean(LOCK_MODE, false);
}
```

Obr. 4 Uloženie a načítanie hodnoty typu boolean

Do druhej skupiny patria opakujúce sa údaje s určitou štruktúrou. V našom prípade to sú súradnice polohy zariadenia, ktoré pozostávajú zo zemepisnej šírky a výšky. Keďže počet takýchto súradníc nie je dopredu nikdy známi a predpokladá sa veľké množstvo takýchto údajov, použijeme pre ich uloženie SQLite databázu, ktorá nám umožňuje ukladať údaje do pamäti mobilného zariadenia. Naša databáza je tvorená tabuľkou so súradnicami (obr. 5) a tabuľkou so základnými informáciami o ukladanej aktivite akými sú:

1. prejdená vzdialenosť,
2. trvanie aktivity,
3. maximálna rýchlosť,
4. priemerná rýchlosť,
5. začiatok aktivity,
6. koniec aktivity,
7. dátum spustenia aktivity.

Nakoľko používame dve tabuľky, potrebujeme, aby boli vzájomne prepojené tak aby sme vedeli určiť aké súradnice patria danej aktivite. To zabezpečíme tak, že spolu so súradnicami si uložíme identifikačné číslo riadku prislúchajúce základným informáciám o aktivite, ktoré sú vložené do databázy ako prvé.

```
String SQL_CREATE_TABLE_LOCATION = "CREATE TABLE "
        + SQL.Location.TABLE_NAME + "("
        + SQL.Location.COLUMN_LTD + " REAL, "
        + SQL.Location.COLUMN_LNG + " REAL, "
        + SQL.Location.COLUMN_GROUP + " INTEGER )";
sql.execSQL(SQL_CREATE_TABLE_LOCATION);
```

Obr. 5 Vytvorenie tabuľky pre súradnice

3.5 Meranie vzdialenosti

Na to, aby sme mohli odmerať prejdenú vzdialenosť potrebujeme minimálne dva body. Preto implementujeme rozhranie LocationListener, obsahujúce metódu onLocationChanged, ktorá je zavolaná vždy, keď nastane zmena polohy zariadenia. Pri zavolaní tejto metódy súčasne získame súradnice aktuálnej polohy, ktoré následne uložíme do údajovej štruktúry List, ktorá je typu LatLng, čo predstavuje dve premenné typu double. Následne môžeme vypočítať vzdialenosť pomocou metódy distanceBetween, ktorá má päť parametrov (obr. 6). Prvé dva parametre predstavujú zemepisnú dĺžku a šírku predchádzajúcej polohy, tretí a štvrtý parameter sú súradnice aktuálnej polohy a posledným parametrom je jednorozmerné pole typu float, do ktorého nám daná metóda uloží vypočítanú vzdialenosť v metroch.

```
Location.distanceBetween(lastLatLng.latitude,
        lastLatLng.longitude, location.getLatitude(),
        location.getLongitude(), tmp_distance);
```

Obr. 6 Metóda distanceBetween

3.6 Zobrazenie informácií

Všetky dôležité informácie, ktoré zozbierame je potrebné taktiež zobrazovať, aby bol používateľ priebežne informovaný o aktuálnej polohe, rýchlosti a čase.

Ako prvé je potrebné zobraziť mapu, ktorej načítanie je zabezpečené pomocou internetového pripojenia. Pre zobrazenie polohy na mape si vytvoríme triedu, ktorá zdedí vlastnosti fragmentu a má implementované rozhranie OnMapReadyCallback. Fragment predstavuje súbor s príponou xml, ktorý nám bude tvoriť akési plátno pre zobrazenie mapy. Nakoľko vytvorenie mapy si vyžaduje určitý čas, vytvoríme ju preto asynchrónne. A vďaka metóde onMapReady, ktorá je súčasťou implementovaného rozhrania, budeme informovaný okamžite po pripravení mapy na použitie (obr. 7).

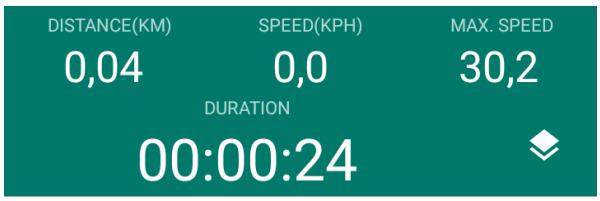
```
@Override
public void onMapReady(GoogleMap Map) {
    googleMap = Map;
    if (ContextCompat.checkSelfPermission(getActivity(),
            Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION)
            == PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
        googleMap.setMyLocationEnabled(true);
        googleMap.getUiSettings().
                setMyLocationButtonEnabled(true);

    }
}
```

Obr. 7 Metóda onMapReady

Počas merania prejdenej vzdialenosti sú používateľovi zobrazované nasledujúce informácie (obr. 8):

1. prejdená vzdialenosť,
2. aktuálna rýchlosť,
3. maximálna dosiahnutá rýchlosť,
4. čas trvania merania.



Obr. 8 Ukážka zobrazovaných údajov vo vyvíjanej aplikácii

Každá z týchto informácií je zobrazená pomocou elementu TextView, ktorý slúži na zobrazenie informácií používateľovi v textovej podobe.

3.7 Prehľad histórie

Ako už bolo spomenuté, údaje, ktoré je potrebné zobraziť používateľovi v súvislosti s prejdenou vzdialenosťou sú uložené v databáze. Pre tento účel zobrazenia údajov použijeme ListView, ktorý je vhodný pre zobrazenie väčšieho množstva položiek. Na to, aby bolo zrejmé, ktoré údaje má zobraziť, použijeme SimpleCursorAdapter, ktorého jeden z parametrov je ukazovateľ na tabuľku s údajmi v databáze (obr. 9).

```
myAdapter = new
        SimpleCursorAdapter(
        getContext(),
        R.layout.list_rule,
        dbHelper.getCursor(),
        string,
        new int[]
                {R.id.list_distance,
                 R.id.list_duration,
                 R.id.list_date
                }, 0);
```

Obr. 9 Inicializácia adaptéra

Počas inicializácie adaptéra si taktiež definujeme, ktoré údaje chceme zobraziť. V našom prípade to sú: prejdená vzdialenosť, čas trvania merania a dátum uloženia. Týmto spôsobom by sme mohli zobraziť aj všetky uložené údaje, ale zoznam by následne pôsobil neprehľadne. Pre zobrazenie detailu nastavíme nášmu zoznamu OnItemClickListener, ktorý zachytáva kliknutie na jednotlivé položky. Následne po kliknutí vyberieme všetky údaje z databázy, prislúchajúce danej položke a zobrazíme ich používateľovi v prehľadnej forme.

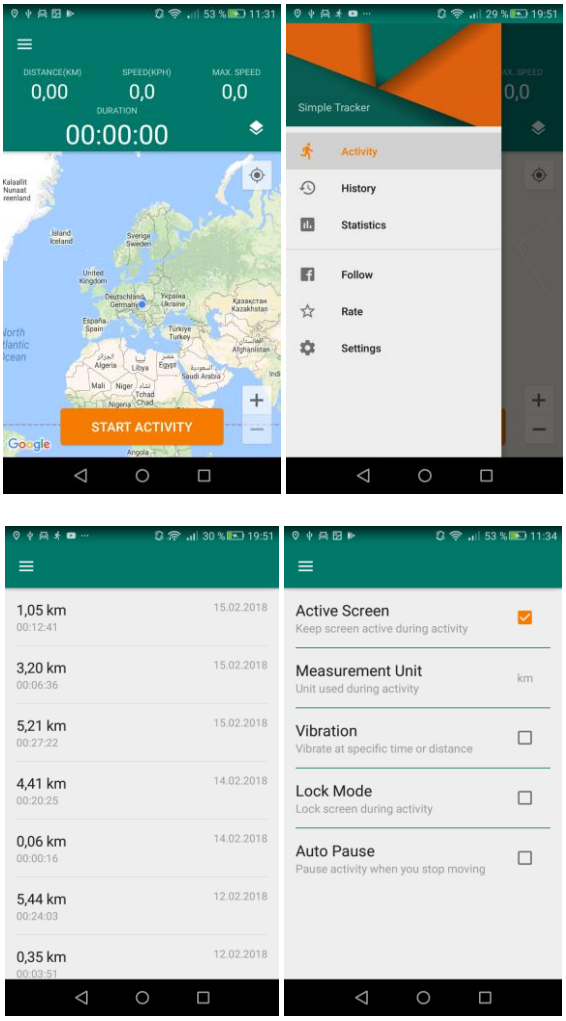
3.8 Špecifické funkcie vyvíjanej aplikácie

Aby sme vyhoveli požiadavkám používateľov, aplikácia poskytuje niekoľko zaujímavých funkcií a nastavení:

1. *Aktívna obrazovka* - zabezpečuje, aby obrazovka ostala stále zapnutá počas celej doby merania vzdialenosti, pokiaľ ju používateľ sám nevypne.
2. *Jednotky vzdialenosti* - dávame na výber používateľovi zvoliť si v akých jednotkách budú zobrazované údaje v celej aplikácii.
3. *Vibrovanie zariadenia* - slúži na upozornenie používateľa, ak dosiahne určitú vzdialenosť alebo čas, ktorý si nastaví.
4. *Uzamknutie obrazovky* - zabezpečuje aby používateľ nechcene neprerušil prebiehajúce meranie.
5. *Automatické pozastavenie* - v prípade, ak sa zariadenie prestane pohybovať, nastane pozastavenie prebiehajúceho merania.

3.9 Dizajn aplikácie

Pre lepšiu predstavu o našej aplikácií a orientovaní sa v nej si uvedieme niekoľko základných obrazoviek – základná obrazovka, navigačný panel, prehľad histórie a obrazovka obsahujúca nastavenia (obr. 10).

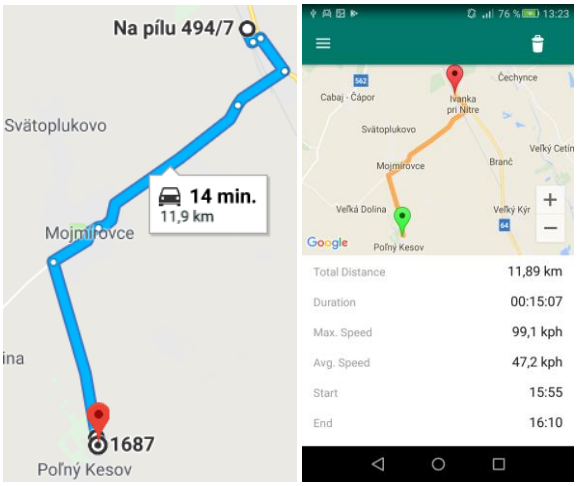


Obr. 10 Ukážka obrazoviek z vyvíjanej aplikácie

4 Výsledky

S aplikáciou sme uskutočnili zatiaľ približne 50 meraní, po ktorých môžeme povedať, že dosahujeme celkom dobré výsledky. Ako príklad si môžeme uviesť meranie z Ivanky pri Nitre do Poľného Kesova na konkrétnu adresu. Oficiálna stránka www.google.sk/maps uvádza vzdialenosť 11,9 km s časom 14 minút pri ideálnej premávke. S našou aplikáciou sme namerali vzdialenosť 11,89 km s časom 15 minút (obr. 11). Všetky ostatné výsledky dosahujú podobnú presnosť.

Čo sa týka nameranej rýchlosti, dosahujeme tiež celkom zaujímavé výsledky. Napríklad pri testovaní aplikácie v automobile nám tachometer ukazoval rýchlosť 50 km/hod a aplikácia 46 km/hod. Aj v ďalších meraniach sme zaznamenali približnú odchýlku 5 km/hod. Tu je ale nutné podotknúť, že ani tachometer nemusí ukazovať úplne presne aktuálnu rýchlosť, ako uvádza aj zdroj [8].



Obr. 11 Porovnanie Google Maps s našou aplikáciou

Pre získanie čo najväčšej odozvy od používateľov sme taktiež pripravili prepojenie s Google play, kde bude možné udeliť hodnotenie aplikácii a zároveň sme aplikáciu prepojili s facebook stránkou, na ktorej je možné sledovať novinky ohľadom aplikácie.

Záver

Cieľom tejto práce bolo oboznámiť čitateľa s možnosťami monitorovania pohybu mobilných zariadení, ako aj s vývojom aplikácie pre zaznamenávanie trasy pohybu mobilného zariadenia. V úvode sme si predstavili metódy pre zisťovanie polohy, ktoré sme následne počas vývoja aj implementovali. Uviedli sme niektoré dôležité časti aplikácie spolu s ukážkami zdrojového kódu a v závere práce sme si ukázali dosiahnuté výsledky. S určitosťou vieme povedať, že vývoj aplikácie ešte bude napredovať, nakoľko sa chystáme pridať ďalšie funkcie ako napríklad hlasový sprievodca a možnosť merať vzdialenosť aj v metroch. Ďalšie úpravy sa budú týkať dizajnu, aby bol viac používateľsky prívetivejší a nakoniec plánujeme aplikáciu zverejniť na oficiálnej stránke play.google.com, kde bude dostupná na stiahnutie pre všetkých používateľov Android zariadení.

Poďakovanie

Ďakujem školiteľovi Mgr. Tomášovi Tóthovi za cenné rady, ochotu a spoluprácu pri tvorbe tejto práce.

Použitá literatúra

[1] About satelite navigation [Citované: 13. február 2018] http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/About_satellite_navigation2

[2] Global Navigation Satellite System (GNSS) [Citované: 20. Február 2018] http://www.aviationchief.com/gps-system.html

[3] NNENNA E. J., ONYEKACHI O. H. , 2012. Mobile Positioning Techniques in GSM Cellular Networks: A Comparative Performance Analysis. [online] IJCTEE 2012. ISSN 2249-6343 [cit. 2017-01 06]. Dostupné na :http://www.ijctee.org/files/VOLUME2ISSUE6/IJCTEE_1212_05.pdf/

[4] Mobile Operating System Market Share Worldwide Jan 2017 - Jan 2018 [Citované: 13. február 2018] http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide

[5] Making Your App Location-Aware [Citované: 14. Február 2018] https://developer.android.com/training/location/index.html

[6] Accessing Google APIs with GoogleApiClient [Citované: 14. Február 2018] https://developers.google.com/android/guides/google-api-client

[7] Saving Key-Value Sets [Citované: 15. Február 2018] https://developer.android.com/training/data-storage/shared-preferences.html#java

[8] How accurate is your car speedometer? [Citované: 16. Február 2018] https://www.thecarexpert.co.uk/how-accurate-is-a-car-speedometer/

Monitorovanie obsahu a funkcionality webov

Monitoring the Content and Functionality of Websites

Branislav Kysucký [1]
Školiteľ: Peter Švec [2]
[1,3]Katedra informatiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] branislav.kysucky@student.ukf.sk, [2]psvec@ukf.sk

Abstrakt
V práci sa venujeme problematike prístupnosti webových sídiel tak ako je definované medzinárodnými štandardmi. Prístupné webové sídla by mali vytvárať všetci tvorcovia webu, no univerzity majú túto povinnosť zo zákona. Pre hodnotenie sme použili metodiku definovanú Ministerstvom financií SR. V práci popisujeme spôsob hodnotenia úvodnej stránky Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre, úvodných stránok jej fakúlt, ako aj všetkých katedier a ústavov univerzity. Prezentujeme výsledky hodnotenia, kde ani jedna z 58 testovaných stránok nezískala dostatočnú úroveň prístupnosti. Výsledky poukázali na veľké medzery v oblasti prístupnosti, ktoré môžu obmedziť alebo dokonca zamietnuť prístup k niektorým prvkom, a to zvlášť používateľom, ktorí majú určité zdravotné znevýhodnenie, či už zrakové, sluchové, motorické alebo kognitívne.
Kľúčové slová: prístupnosť webových stránok, WCAG, sekcia 508, Metodika Ministerstva financií Slovenskej republiky, štandardy.

Abstract
This bachelor thesis is dedicated to the accessibility of web sites, defined by international standards. Accessible web sites should be created by all web designers. Universities have this duty given by the law. For the correct assessment, we used the method defined by the Ministry of Finance of the Slovak Republic. This bachelor thesis describes the method of assessment of the website of Constantine the Philosopher University in Nitra, homepages of faculties, all departments and institutes of the university. We present the results of the evaluation, where one of the 58 tested web sites did not obtain a sufficient level of accessibility. As results show, there are large deficiencies in site accessibility, which may refuse or make access to some sections denied to the person with visual, auditory, motoric or cognitive disabilities.
Key Words: web Accessibility, WCAG, section 508, Methodology of the Ministry of Finance of the Slovak Republic, standards.

Úvod

Pod prístupnosťou webových sídiel rozumieme taký stav webového sídla, kedy nie je prístup k jeho obsahu výrazne zhoršený, či dokonca obmedzený určitej skupine používateľov [1], napríklad osobám so zdravotným znevýhodnením. Na vytvorenie prístupného webového sídla existuje niekoľko štandardov, ktorých sa majú tvorcovia webu ale aj jeho obsahu držať. V praxi sa však stretávame s tým, že web nie je vytvorený ako prístupný, alebo aj keď bol tak vytvorený, tak tvorcovia obsahu štandardy prístupnosti nedodržiavajú. V komerčnej sfére je tvorba prístupného webu dobrovoľná, vo verejnej správe sú prístupné weby zo zákona povinné. V tejto práci sa venujeme zákonnej povinnosti tvoriť prístupný web aj pre univerzity, pravidlám tvorby prístupného webu, spôsobom a metodikám hodnotenia úrovne prístupnosti. Popisujeme metodiku, ktorú sme zvolili na zhodnotenie webových sídiel Univerzít Konštantína Filozofa v Nitre, jej fakúlt a všetkých katedier. V závere prezentujeme výsledky hodnotenia a odporúčania na dosiahnutie vyššej úrovne prístupnosti.

1 Webová prístupnosť

Štandardy prístupnosti sú pravidlá, ktoré musia zo zákona spĺňať všetky informačné systémy verejnej správy. Európska komisia sa zaviazala, aby sa webové sídla sprístupnili čo najväčšiemu počtu používateľov, vrátane tých, so zrakovým, sluchovým, kognitívnym, alebo telesným znevýhodneným, a tým, ktorí nemajú najnovšie technológie. Európska Komisia prevzala vedúcu úlohu pri zabezpečovaní a plnení svojich zákonných povinnosti [2]. Na Slovensku sú štandardy prístupnosti dané výnosom Ministerstva financií SR zo 4. marca 2014 č. 55/2014 Z.z. o štandardoch pre informačné systémy verejnej správy. Weby univerzity spadajú pod informačné systémy verejnej správy

a musia tak dodržiavať všetky podmienky dané týmto výnosom.

1.2 Metódy pre tvorbu prístupného webu

Používa sa niekoľko štandardov, ktoré by mali prevádzkovatelia webových stránok spĺňať, ak chcú mať svoje stránky označené ako bezbariérovo prístupne. Z globálneho hľadiska poznáme dve najznámejšie: WCAG a SEKCIA 508.

WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) sú pravidlá pre tvorenie webu tak, aby bol prístupný používateľom so špecifickými potrebami. Spravuje ho WCAG WG (WCAG Working Group), ktorá je súčasťou World Wide Web Consortium (W3C) [3]. WCAG sú vôbec prvé pravidla, zaoberajúce sa prístupnosťou webu, ktoré vytvorila skupina WAI (Web Accessibility Initiative). Prvá verzia bola vydaná 5. mája 1999. Vzhľadom na technologický pokrok je už zastarala. Stala sa inšpiráciou pre ďalšie novovzniknuté metodiky [4].

S odstupom času prestala byť metodika WCAG 1.0 vyhovujúca aktuálnym webovým požiadavkám a potrebám používateľov. Jedným z dôvodov boli aj problémy s niektorými kontrolnými bodmi a nastaveniami ich priorít, ako aj postupný vývoj webu a potreby používateľov, preto sa začalo pracovať na verzii 2.0. V súčasnosti je platná verzia WCAG 2.0, ktorá bola vydaná v 11. decembra 2008 [5].

Sekcia 508 Je zákon, ktorý americký kongres prijal v roku 1998 . Účelom tohto zákona je zabezpečiť, aby všetci mali prístup k informačným technológiám [6]. Odkazuje sa na časť rehabilitačného zákona (29 U.S.C. 794d), ktorý vyžaduje, aby federálne agentúry splnili špecifické normy prístupnosti. Tento zákon bol prijatý na odstránenie prekážok v poskytovaní elektronických informácii pre osoby so zdravotným znevýhodnením a na podporu a rozvoj technológií, ktoré prispejú k dosiahnutiu týchto cieľov [7]. Rozsah § 508 je obmedzený na federálny sektor. Sekcia 508 sa nevzťahuje na súkromný sektor [8]. Zákon tejto sekcie sa skladá zo 16 pravidiel, ktoré vychádzajú z metodiky WCAG [9].

1.3 Metodika ministerstva financií Slovenskej republiky

Za štandardnú metodiku je považovaná metodika WCAG. Členské štáty Európskej únie musia vytvárať verejné webové stránky, ktoré sú v súlade s ňou. Neznamená to teda, že by všetky členské štáty museli ako metodiku prístupnosti používať WCAG. Môžu mať vytvorenú aj vlastnú metodiku, ktorá však musí po obsahovej stránke vychádzať z WCAG. Takisto aj americká Sekcia 508 vychádza z tejto metodiky [10].

Na Slovensku sú štandardy prístupnosti dané výnosom Ministerstva financií SR zo 4. marca 2014 č. 55/2014 Z.z. o štandardoch pre informačné systémy verejnej správy, ktorá sa odvoláva na metodiku WCAG. Celkový počet pravidiel je 35 [11]. Počas hodnotenia je pre každé webové sídlo vypracovaný protokol o ratingu, ako aj úrovni prístupnosti a jednotlivé zistenia (nedostatky) sú uvedené v kontrolnej tabuľke. Kontrolná tabuľka obsahuje informácie o prehľade dodržiavania povinných štandardov prístupnosti webových stránok na základe manuálnej formy testovania [12]. Metodika obsahuje nasledovne typy záverov hodnotenia pre jednotlivé body [11]:

Výrazné porušenie je porušenie, ktoré znemožňuje prístup k informáciám pre znevýhodnených používateľov.

Mierne porušenie je taký typ porušenia, ktorý nemá zásadný vplyv na praktickú a používateľskú prístupnosť.

Vyhovuje, alebo nevyskytuje sa predstavuje splnenie monitorovaného bodu a nezistenie rozporu s jeho dikciou. V druhom prípade sa daný prvok nevyskytuje na webe.

Schválením dokumentu WCAG 2.0 si Slovenská republika v súlade so smerovaním politiky Európskej únie vymedzila úlohu harmonizovať povinné štandardy tak, aby zahrňovali minimálne celú oblasť základnej úrovne prístupnosti – tzv. level A. Vzhľadom k tomu, že povinné štandardy prístupnosti boli v minulosti vytvárané podľa dokumentu WCAG 1.0 (s výberom všetkých bodov z priority 1 a tiež niektorých bodov z priorít 2 a 3) a metodiky zásad tvorby prístupných webových stránok s označením „Blind Friendly Web“ verzia 2.3, nepredstavujú schválením dokumentu WCAG 2.0 zásadnú zmenu a výrazný zásah pre súčasne platné body [13].

2 Postup testovania

Testovanie prístupnosti webových stránok realizujeme pomocou metodiky ministerstva financií Slovenskej republiky, ktorá vychádza z WCAG 1.0, ale pravidlá sú revidovane, aby vyhovovali požiadavkám WCAG 2.0. Stránky testujeme manuálne s pomocou automatických nástrojov ako Wave Validátor (www.wave.webaim.org), Hexa (www.sidar.org/hera/), pomocným nástrojom Analýzer kontrastu farieb (www.developer.paciellogroup.com/resources/contrastanalyser/) a Web Developer toolbarom

(www.addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/web-developer/) na uľahčenie manuálne kontroly. Metodika je k dispozícii na stránke informatizácii (www.informatizacia.sk/2964-ext_dok/22622c).
Skladá sa z 35 pravidiel, ktoré webové sídla musia dodržiavať. Na základe naštudovaných informácii, ktoré sme získali štúdiom tejto metodiky, si v tejto kapitole bližšie vysvetlíme ako to celé funguje. Pravidlá ktoré táto metodika obsahuje, môžeme označiť ako súbor povinných bodov. Ako hodnotiteľ máme k dispozícii hodnotiacu tabuľku jednotlivých bodov, ktorá obsahuje všetky pravidla. Tabuľku môžeme takisto nájsť na ich oficiálnych stránkach, alebo si ju môžeme navrhnúť sami, ako to bolo v našom prípade. Testovanú stránku budeme prechádzať bod po bode a pri každom pravidle môžeme udeliť nasledovné hodnotenia: Mierne porušenie (MP), výrazne porušenie (VP), vyhovuje (V) a nevyskytuje sa (N). Význam jednotlivých bodov sme si už uviedli v teoretickej časti práce. Pri MP a VP sa vždy udeľujú trestné body. Základná stupnica pri výraznom porušení je 2 a pri miernom polovica z neho, teda 1. Ale máme aj výnimky. Nie všetky pravidla sú rovnocenné. Pravidlá s najvyššou prioritou musia byť dodržané. V takomto prípade sa udeľuje väčší počet trestných bodov. Takisto aj pri strednej priorite sa udeľuje väčší počet trestných bodov, ale zároveň nižší ako to je pri najvyššej priorite. Najnižšia priorita obsahuje základnú stupnicu pri udeľovaní trestných bodov. Povinné body s najvyššou prioritou sú napríklad 1.1, 8.2 a 12.4. Pri nich udeľujeme 12 trestných bodov za výrazne porušenie a 6 trestných bodov za mierne porušenie. Body so strednou prioritou 3.5, 3.6 a 13.15 dostávajú 6 trestných bodov za výrazne porušenie a 3 za mierne porušenie. Význam jednotlivých bodov si uvedieme v ďalšej časti pri hodnotení hlavnej stránky Univerzity Konštantína Filozofa.

Po vyplnení tabuľky zrátame celkový súčet trestných bodov, ktoré daná webová stránka získala. Na základe vzorca, ktorý zverejnilo ministerstvo financií Slovenskej republiky na svojich stránkach, môžeme vypočítať rating prístupnosti-,t.j nakoľko percent je dané webové sídlo prístupné pre zdravotne znevýhodnených ľudí. Vzorec vyzerá nasledovne [11]:

$$1-\left(\frac{Súčet\ zistených\ trestných\ bodov}{Súčet\ všetkých\ trestných\ bodov}\right) * 100 \quad (1)$$

Súčet zistených trestných bodov znamená, koľko nám pri hodnotení našej stránky vyšlo po sčítaní trestných bodov. Maximálny možný počet trestných bodov predstavuje číslo 112. Výsledná hodnota prístupnosti zaraďuje webovú stránku do jedného zo šiestich stupňov prístupnosti:

- 100 % - 97 % - najvyššia úroveň prístupnosti
- 96, 5% - 94 % - vysoká úroveň prístupnosti
- 93,5 % - 90 % - stredná úroveň prístupnosti
- 89,5 % - 84 % - znížená úroveň prístupnosti
- 83,5 % - 80 % - nízka úroveň prístupnosti
- 79,5 % a menej – veľmi nízka úroveň prístupnosti

Ministerstvo za posledné roky dosť sprísnilo svoje kritéria ohľadom úrovne prístupnosti. Niekedy 80% bolo považovaných za strednú úroveň prístupnosti, dnes je to označované ako nízka úroveň prístupnosti. To len dokazuje to, že vládnym orgánom nie je otázka prístupnosti ľahostajná, pretože miera tolerancie je skutočne nízka.

V našej práci sme otestovali 58 webových sídiel Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre. Celkovo to bol hlavný web univerzity, weby jednotlivých fakúlt a weby všetkých katedier. Príklad testovania prístupnosti ukážeme na webovom sídle **www.ukf.sk**.

Pravidlo 1.1 Všetky netextové prvky obsahujú textový ekvivalent. Toto pravidlo bolo ohodnotené ako **výrazne porušenie**. Skript, ktorý zobrazuje informácie o univerzite, nachádzajúci sa pod hlavným menu, neobsahuje žiadny textový popis. To znamená pre zrakovo znevýhodnené osoby veľký problém, pretože čítačka ak nenájde žiaden textový popis, tak to neprečíta a informácie ktoré poskytuje tento skript nebudú danému používateľovi zobrazené.

Pravidlá 1.3 a 1.4 hovoria o tom, že ak webová stránka poskytuje informácie prostredníctvom multimediálneho prvku, musia byť doplnené titulkami, alebo v inej textovej forme dostupné. Vzhľadom k tomu, že na úvodnej hlavnej stránke sa nevyskytujú žiadne videá, ani zvukové záznamy, majú tieto dve pravidlá hodnotenie **nevyskytuje sa**.

Pravidlo 1.6. Webové stránky by mali obsahovať generický font písma. Hodnotené ako **výrazne porušenie**. Stránka obsahovala pri hlavných častiach, ako napríklad pri nadpisoch, iba jeden font s názvom „AndulkaText“, ktorý nepatrí medzi generické.

Pravidlo 2.1 Všetky informácie prezentované pomocou farieb by mali byť prístupné aj pri použitý inej farebnej schémy. Stránka tento bod na hlavnej stránke dodržuje. Aj pri inej farebnej schéme, ktorú sme použili pomocou nástroja Analýzer kontrastu farieb, boli všetky informácie prístupne. Hodnotené ako **vyhovuje**.

Pravidlo 2.2. Farebné kombinácie popredia a pozadia musia poskytovať dostatočný kontrast.

Hodnotené ako **výrazne porušenie**. Najnižšia hodnota rozdielu svetlosti bola 2:35:1. Podľa jasne definovaných pravidiel by mala byť hodnota rozdielu vyššia ako 5:1.

Pravidlo 3.1. Na formátovanie a rozloženie textu sa využívajú kaskádové štýly. To znamená že máme oddelený obsah stránky HTML a vzhľad CSS. Matematické funkcie musia používať MathML, aby to čítačka dokázala prečítať. Pravidlo bolo dodržané a ohodnotené ako **vyhovuje**. Matematické funkcie sa na hlavnej stránke nevyskytovali.

Pravidlo 3.4. Webové stránky musia dodržiavať určité predpisy aj pri definovaný veľkosti písma, aby boli ľahko čitateľné pre zrakovo znevýhodnené osoby. Musia sa používať relatívne jednotky, namiesto absolútnych. Je to z dôvodu takého, aby si používatelia mohli text priblížiť pomocou funkcií prehliadača. Veľkosť písma nesmie byť pri absolútnych jednotkách nižšia ako 10px, alebo 10pt, alebo iný príbuzný ekvivalent. Toto pravidlo bolo **mierne porušené**. Stránka okrem relatívnych jednotiek používala aj absolútne (px). Veľkosť písma bola na úvodnej stránke v poriadku. Najnižšia zistená veľkosť bola 11px.

Pravidlo 3.5. Musia byť definované nadpisy <h1>,<h2>…<h6>. Takisto musí byť dodržaná určitá hierarchia. Stránka obsahuje nadpisy úrovne <h1>, <h2>,<h3>, ktoré dodržujú hierarchiu. Hodnotené ako **vyhovuje**.

Pravidlo 3.6. Jednotlivé zoznamy musia byť označené správne. Pri nečíslovanom zozname <li> sa používa značka <ul>, pri číslovanom <ol>. Zoznamy boli označené správne a preto sa hodnotí ako **vyhovuje**.

Pravidlo 4.3. Webové stránky musia mať definovaný primárny jazyk. V jazyku HTML sa používa v prvku <html> atribút "lang", v XML "xml:lang". Hlavná univerzitná stránka používa HTML 5. V zdrojom kóde bolo správne deklarované "xml:lang="sk-sk" lang="sk-sk". Hodnotené **vyhovuje**.

Pravidlá 5.1, 5.2 a 5.4 sa vzťahujú na tabuľky. Tabuľky sa musia dať čítať zľava doprava. Na identifikovanie dátových buniek sa používa prvok <td> a na identifikovanie hlavičiek prvok <th>. Zoskupenie hlavičky a päty sa označuje pomocou prvkov <thead>, <tfoot> a <caption>. Prvok <th> sa nesmie použiť u takých informácii, ktoré netvoria hlavičku bunky dátovej tabuľky. Úvodná stránka neobsahovala žiadne tabuľky, ani dátové, ani vizuálne. Hodnotené ako **nevyskytuje sa**.

Pravidlo 6.1. Webová stránka by mala byť čitateľná aj bez použitého štýlu. Po vypnutí štýlu si stránka zachovala priehľadnosť a štruktúru. Jednotlivé položky boli hierarchický usporiadané a čitateľné správne. Hodnotené ako **vyhovuje**.

Pravidlo 6.2. Webová stránka musí byť prístupná aj bez prítomnosti používaných skriptov, apletov a podobne. Je možné že niektorí používatelia majú vypnuté skripty, preto v takomto prípade by sa u niektorých položiek mala objaviť správa s hlásením „Pre správne fungovanie povoľte Javascript vo vašom prehliadači". Ak nie je možné vytvoriť stránku použiteľnú bez takýchto skriptov, napr. google mapy a podobne, používa sa prvok <noscript>. Úvodná stránka obsahuje len jeden JavaScript, ktorý prezentuje informácie. Ak je skript vypnutý, tak toto okno nie je zobraziteľné. Absentuje upozornenie aby sme si v takomto prípade zapli náš skript. Hodnotené ako **mierne porušenie**. Vzhľadom na obsah a kontext stránky to nemá zásadný vplyv na prístupnosť k dôležitým informáciám.

Pravidlo 7.1. Prvky <blink> a <marquee> sa nepoužívajú. Obsah obrazovky nesmie pôsobiť rušivo, blikať a podobné. Animácie a podobné prvky sa môžu meniť s frekvenciou vyššou ako 1 Hz. Pravidlo porušené nebolo. Dané prvky sa v zdrojovom kóde nenachádzajú. Hodnotené ako **vyhovuje**.

Pravidlo 7.4. Webové stránky sa nesmú samé obnovovať. Webová stránka sa sama neobnovuje. V HTML kóde sa nenachádza prvok „HTTP-EQUIV=refresh" Hodnotené ako **vyhovuje**.

Pravidlo 8.1. Webová stránka nesmie vyžadovať od používateľa konkrétny spôsob použitia, alebo konkrétne vstupné a výstupne zariadenie. Stránka nevyžadovala konkrétny spôsob použitia. Veľmi často sa toto pravidlo porušuje pri vyhľadávacom paneli, kedy systém vyžaduje aby sme naň klikli, teda bez použitia myši, tabulátorom sa na to miesto nedostaneme. V tomto prípade hodnotené ako **vyhovuje**.

Pravidlá 8.2 a 8.3 sú príbuzné. Hovoria o tom, že všetky funkcie webu môžeme ovládať pomocou klávesnice a zároveň ak sa preklikneme kurzorom na niektorú položku napríklad v menu, musí byť táto položka zreteľne označená. Prvé pravidlo bolo v poriadku. Všetky položky na webe sa dali ovládať pomocou klávesnice. S druhým pravidlom bol už menší problém. Ak sa dostaneme klávesnicou pomocou tabulátora na horné menu, kurzor nie je označený. Pri ostatných častiach s tým už problém nebol. Hodnotené ako **výrazne porušenie**.

Pravidlo 9.4. Logické zoradenie pomocou atribútu „tabindex". Hodnotené ako **nevyskytuje sa**. Tento atribút sa nevyskytuje.

Pravidlo 10.1. Textový popis odkazu musí používateľa informovať o tom, že sa otvára nové okno. Takisto nesmú byť problémy s vypnutím rôznych okien ako napríklad „pop-up". Hodnotené ako **výrazne porušenie**. Používateľ nie je vopred informovaný o presmerovaní na inú webovú lokalitu. Stránky sa otvárajú v novom okne.

Pravidlo 11.4. Poskytnutie alternatívnej webovej stránky v textovej podobe. Webová stránka neobsahuje textovú verziu. Hodnotené ako **výrazne porušenie**.

Pravidlo 12.1. Každý rám musí mať definovaný názov pomocou atribútu „name" a popis pomocou „title". Neobsahuje žiadne rámce. Hodnotené ako **nevyskytuje sa**.

Pravidlá 12.4 a 12.5 sú o formulároch. Prvé hovorí o tom, že formuláre musia mať priradený názov pomocou prvku <label> a atribútov „for" a „id". Druhé pravidlo hovorí o tom, že pri manuálnom vyplňovaní takéhoto formulára sa musí overovať jeho správnosť. Pri vyhľadávacom formulári je síce popis „Hľadať" ale problém je ten, že nie je priradený prvkom „label" a tiež mu chýba požadovaný atribút „for" a atribút „id". Pri formulároch menších ako 4 položky (napr. prihlasovacie a vyhľadávacie okno) sa to hodnotí ako **mierne porušenie**. Druhé pravidlo **vyhovuje**.

Pravidlo 13.1. Každý odkaz musí mať jedinečný názov. Stránka by nemala obsahovať názvy typu „čítajte ďalej" a pod. Hodnotené ako **Vyhovuje**.

Pravidlo 13.3. Ak obsahuje stránka uverejnených viac ako 50 webových stránok, musí byť poskytnutá mapa stránky. **Vyhovuje**. Mapa stránky sa nachádza v pätičke.

Pravidlo 13.6. Príbuzné odkazy sa spájajú do skupín. V prípade veľmi rozsiahlej webovej prezentácii musí stránka obsahovať odkazy na preskočenie obsahu. Úvodná stránka neobsahuje veľký počet odkazov, takže navigácia na preskočenie obsahu nebude nutná. Príbuzné odkazy sú spájane do skupín. Hodnotené ako **vyhovuje**.

Pravidlo 13.11. Používateľ je vopred upozornený v prípade presmerovania na odkaz iného typu ako je webová stránka. Príkladom je formát PDF. Pomocou atribútu „title" by sa malo uviesť že sa jedná o takýto formát, prípadne uviesť veľkosť súboru. Na stránke sa nevyskytovali takéto odkazy. Hodnotené ako **nevyskytuje sa**.

Pravidlo 13.14. Stránka nesmie manipulovať používateľským prostredím. **Vyhovuje**. Stránka nijakým spôsobom nemanipulujem používateľským prostredím.

Pravidlo 13.15. Webová stránka musí mať zmysluplný názov a takisto sa musí zobrazovať práve otvorené okno. **Vyhovuje**. V zdrojovom kóde v HTML obsahuje „title" Domov - Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. Výstižný názov a práve otvorené okno.

Pravidlo 14.1. Odkazy, nadpisy musia dávať zmysel a nesmú byť vytrhnuté z kontextu. Vyhovuje.

Pravidlo 14.4. Z úvodnej webovej stránky musí byť zrejmé čo je účelom stránky, kto je jeho správca a technický prevádzkovateľ. Z úvodnej stránky je zrejmé čo je účelom stránky. Takisto v pätičke sa nachádza kto je jej správcom. Je tam aj pridaný kontakt na webmastera v podobe emailu. Ale chýba tam kto je jej technický prevádzkovateľ. V príručke hodnotiteľa je toto považované za **výrazne porušenie** a trestá sa plným počtom trestných bodov.

Táto stránka získala celkovo 32 trestných bodov, po dosadení do rovnice nám vyjde percentuálne vyjadrenie, nakoľko je webová stránka prístupná.

$$1\text{-}\left(\frac{32}{112}\right) * 100 = 71{,}43\ \%\ (2)$$

Výsledok hodnotenia je, že stránka je na 71,43 % prístupná, čo je hodnotené ako **veľmi nízka úroveň prístupnosti**

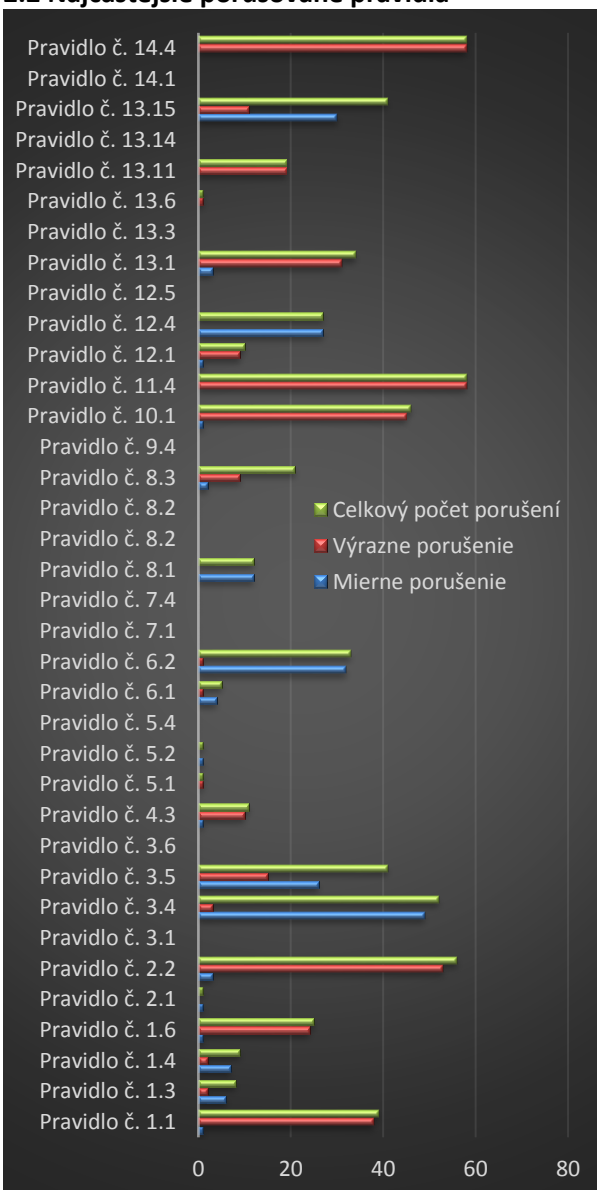
2.1 Výsledky z testovania

Testovanie prístupnosti 58 univerzitných stránok ukázalo, že všetky webové stránky majú veľké nedostatky s prístupnosťou. Dokonca mnoho z nich si uvádza v pätičke stránky vyhlásenie o prístupnosti, že vytvorené sídlo je vytvorené s ohľadom na maximálnu prístupnosť a spĺňa všetky štandardy Blind Friendly – WCAG 2.0 úrovne AA čo nie je pravda, pretože žiadna stránka nie je úplne prístupná. Na každej stránke sa našiel menší, čí väčší priestupok. Ako sme si ukázali pri vzorovom príklade, hlavná stránka **Univerzity Konštantína Filozofa** získala len 71,43 %. Poukázalo to na veľké nedostatky v oblasti prístupnosti. Rovnakým spôsobom sme hodnotili aj ďalšie webové stránky. V testovaní sa na popredných miestach umiestnili webové stránky, ktoré porušovali dané pravidla čo najmenej. **Katedra pedagogickej a školskej psychológie** a **Katedra výtvarnej tvorby a výchovy** zaznamenali najmenej porušení zo všetkých stránok, ich rating bol 89,29 %, ale je to podmienené aj tým, že práve tieto stránky sú po obsahovej stránke skoro prázdne a teda nie je tu veľa faktorov, ktoré by mohli vážne ohrozovať prístupnosť znevýhodneným osobám. Na rozdiel od iných webových stránok, ktoré obsahujú množstvo odkazov, rôzne formuláre, rámce a pluginy

majú väčšiu šancu porušovať dané pravidla prístupnosti. Naopak najhoršie v rebríčku skončila **Katedra botaniky a genetiky,** ktorá zaznamenala rating 59,83 %.

Je evidentné, že mnoho tvorcov týchto stránok, medzi ktorými sa často nachádzajú pedagógovia, ktorí v oblasti prístupnosti nemajú žiadne znalosti, nebudú veľmi riešiť webovú prístupnosť. Takéto stránky nebudú aj z finančných dôvodov overované nejakým odborným auditom.

2.2 Najčastejšie porušované pravidla



Graf 1 Grafické zobrazenie najčastejšie porušovaných pravidiel

Medzi najčastejšie porušujúce pravidla s hodnotením výrazne porušované sú pravidla č. 1.1, 2.2, 10.1, 11.4, 13.1 a 14.4. Z miernych porušení si spomenieme akurát pravidlo č. 3.4, pretože na testovaných webových stránkach bolo porušené až 52 krát. Ostatné mierne porušenia neboli porušované až v takejto veľkej miere.

Záver

Výsledky poukázali na veľké medzery v oblasti prístupnosti, ktoré môžu obmedziť, alebo dokonca znemožniť prístup k niektorým prvkom a to zvlášť používateľom, ktorí majú určité zdravotné znevýhodnenie, či už zrakové, sluchové, motorické, alebo kognitívne. Ani jedna webová stránka nezískala postačujúci rating, aby sme mohli hovoriť o tom, že stránka je úplne prístupná. Výsledky môžu mať drobné percentuálne výchylky, pretože pri odbornom audite sa na testovaní väčšinou podieľa skupina osôb, často aj zdravotne znevýhodnených, kedy sa prípadným chybám zamedzí neskorším porovnaním výsledkov medzi jednotlivými testujúcimi používateľmi.

Kvôli veľkému rozsahu a počtu hodnotených stránok sa hodnotili len úvodné stránky. V prípade, že by sme hodnotili len jedno webové sídlo, bolo by potrebné vyhodnotiť všetky webové stránky, ktoré obsahuje a zároveň do hodnotenia zapojiť aj skupinu znevýhodnených používateľov.

Poďakovanie

Veľmi rád by som sa chcel poďakovať svojmu školiteľovi, pánovi PaedDr. Petrovi Švecovi, Ph.D, za jeho pomoc, odborné rady, veľkú ochotu ale hlavne čas, ktorý mi venoval počas písania mojej práce.

Použitá literatúra

[1] Pazderský, M., Vaishar, A. (2005) Přístupnost webových stránek pro handicapované uživatele. Kabinet knihovnictví ÚČL FF MU

[2] Web Accessibility – European Commision [Citované 20. február 2018] http://ec.europa.eu/ipg/standards/accessibility/index_en.htm

[3] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview [Citované 20. február 2018] https://www.w3.org/WAI/intro/wcag

[4] Muñoz, O., (2010) WCAG 2.0 made easy. Itákora Press

[5] To Hell with WCAG 2 An A List Apart Article [Citované 20. február 2018] http://alistapart.com/article/tohellwithwcag2

[6] Mueller, J., (2002) Understanding the Section 508

Requirements. Apress
[7] 508 compliance [Citované 20. február 2018] http://www.informationbuilders.com/508compliance
[8] Section 508 [Citované 20. február 2018] http://searchcio.techtarget.com/definition/Section-508
[9] Špinár, D., (2004) Tvoříme přístupné webové stránky. Zoner Press
[10] Srovnání verzí pravidel přístupnosti [Citované 20. február 2018] http://www.pristupnost.cz/jak-tvorit-pristupny-web/pravidla-pristupnosti/srovnani-verzi-pravidel-pristupnosti/
[11] Príručka hodnotiteľa [Citované 20. február 2018] http://www.informatizacia.sk/2964-ext_dok/22622c
[12] Metodika hodnotenia testovania [Citované 20. február 2018] http://www.informatizacia.sk/ext_dok-metodika_hodnotenia_testovania/6612c
[13] Harmonizácia štandardov a WCAG 2.0 [Citované 20. február 2018] https://www.google.sk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjY7M6q3KjZAhWMZlAKHaC0D7MQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.informatizacia.sk%2Fext_dok-harmonizacia_wcag_2-0%2F6611c&usg=AOvVaw24QSCYkxwvarZ65pEM275A

Návrh a konštrukcia bezpilotného lietajúceho zariadenia

Design and construction of an unmanned aerial vehicle

Martin Schmidt[1]
Školiteľ: Michal Vagač[2]
[1,2]Katedra informatiky, FPV UMB, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica
[1] mschmidt2@studenti.umb.sk, [2] michal.vagac@umb.sk

Abstrakt

Hlavným cieľom tejto práce bolo detailné preskúmanie a opis základných znalostí potrebných pre tvorbu jednoduchého drona. Zameraná je na hardvér a softvér na úrovni potrebných algoritmov. Praktická časť sa venuje konštrukcii drona, opisu základných funkcií a kalibrácie, tvorbe používateľského rozhrania, pomocou ktorého je možné dron ovládať.

Prvá kapitola práce sa venuje hardvérovej konštrukcii, výberu správnych dielov a ich všeobecnému opisu. Opisuje aj problémy spojené s nesprávnym výberom komponentov na konštrukciu drona.

Druhá kapitola práce je zameraná na softvérový vývoj riadiacich algoritmov drona a používateľského rozhrania. Podrobne opisuje použitý PID algoritmus a jeho ladenie a predstavuje platformu Node-RED, ktorá je použitá pre používateľské rozhranie.

Kľúčové slová: dron, PID, Arduino, NodeMCU, Node-RED

Abstract

The thesis is detailed examination and description of the basic knowledge needed to create a simple drone. It focuses on hardware and sofware at the level of the necessary algorithms. The practical part deals with dron construction, description of basic functions and calibration, creating a user interface for remote control of the drone.

First chapter is focused on hardware construction, correct selection of components and their general description.

The second chapter is focused on the software development of drone controlling algorithms and user interface. Describes in detail the PID algorithm and its tuning and presents Node-RED platformu used for user interface.

Key Words: drone, PID, Arduino, NodeMCU, Node-RED

Úvod

Drony si v súčasnosti získavajú pozornosť verejnosti a sú používané stále väčším množstvom ľudí. Hoci ich cesta sa začala písať už na konci prvej svetovej vojny, ich komerčné využívanie sa začalo až v posledných rokoch.

Keďže drony ponúkajú široké spektrum užitočných vlastností, sú využívané v obrovskom množstve vedných odborov, ale aj umení a svoje neodmysliteľné miesto majú predovšetkým v armádnom sektore.

Za zmienku stoja bezpilotné letúny, ktoré boli spočiatku využívané armádou ako testovacie terče protilietadlových striel, neskôr ako prieskumné letúny až sa nakoniec použili ich ozbrojené verzie na diaľkové ostreľovanie a bombardovanie.

Vedecká obec pozná drony, ktoré umožňujú upevnenie rôznych nástrojov, akými sú zväčša skenery, rôzne typy radarov či kamier. Výstupy z týchto nástrojov sú používané napríklad v kartografii, lesníctve, ekológii, stavebníctve a pod.

Každý dron však predstavuje zložitý mechanizmus, pri ktorého zostrojovaní sú nutné vedomosti z viacerých vedných odborov, predovšetkým elektroniky, mechaniky, fyziky, informatiky a matematiky.

1 Výber správnych dielov pre konštrukciu drona a jeho konštrukcia

Pri výbere dielov je dôležité stanoviť si vlastnosti, ktoré od nášho dronu požadujeme, napríklad rýchlosť, nosnosť, výška doletu, dĺžka letu a podobne.

1.1 Konštrukcia

Absolvoval som viaceré konzultácie s viacerými odborníkmi zaoberajúcimi sa stavbami modelov a všetci mi jednoznačne odporučili konštrukciu drona zakúpiť, nakoľko stavba takejto konštrukcie je náročná cenovo, technologicky a predovšetkým časovo. Preto som zakúpil štvorramennú konštrukciu (Obrázok 1), ktorá okrem trupu a ramien s možnosťou pripevnenia bezuhlíkových motorov disponovala integrovaným

distribútorom elektrickej energie k ramenám, čo nám ušetrilo niekoľko káblov a zjednodušilo celkovú prácu.

Obrázok 1 Štvorramenná konštrukcia drona
Zdroj: [1]

1.2 Motory

Ako som už naznačil, na stavbu drona som použil bezhulíkové motory. Tieto motory sa od klasických elektromotorov líšia svojou konštrukciou. Najväčšou výhodou je absencia uhlíkov, ktoré sa rýchlo opotrebúvajú a vďaka tomu je životnosť bezuhlíkových motorov niekoľkonásobne vyššia. Okrem toho je ich chod oproti uhlíkovým motorom tichší a výkon vyšší.

Kľúčový parameter takýchto motorov sa označuje KV a predstavuje počet otáčok na 1 volt, avšak bez akéhokoľvek zaťaženia (bez vrtule). Ku každému motoru je možné získať tabuľku, ktorá obsahuje všetky potrebné parametre (Tabuľka 1).

Tabuľka 1 Parametre motoru MT2204-2300KV
Zdroj: [2]

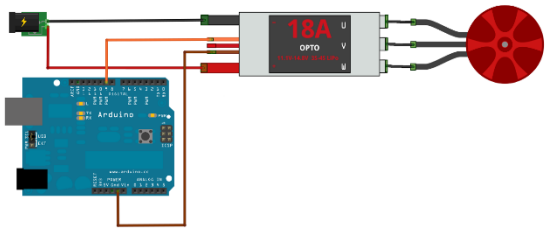
MT2204 2300KV							
Typ motora	Napätie [V]	Typ vrtúľ	Prúd [A]	Vztlaková sila [g]	Výkon [W]	Efektivita [g/W]	Rýchlosť [ot./min.]
MT2204 2300KV	8	6030	6.4	240	51.2	4.7	11910
	12	5030	7.5	310	90.0	3.4	20100
		6030	11.5	440	138.0	3.2	16900

Ja som použil motory 2300KV. Ako je vidieť z tabuľky 1, pri použití trojčlánkovej batérie s napätím 12V (3 x 3.7V = 11.1V => 12V) a vrtuľami s veľkosťou 6030, jeden motor konzumuje 11.5A a dokáže zdvihnúť 440g vrátane vlastnej váhy.

1.3 ESC

Každý motor potrebuje ovládač, ktorý prekladá signál z letového kontroléra a upravuje jeho výkon. Takýto ovládač sa nazýva ESC, z anglického Electric Speed Control. Ten dokáže preložiť PWM signál z letového kontroléru a upravovať výkon každého motora. PWM, z anglického Pulse Width Modulation, používame v oblasti mikrokontrolérov ako digitálnu interpretáciu analógového signálu.

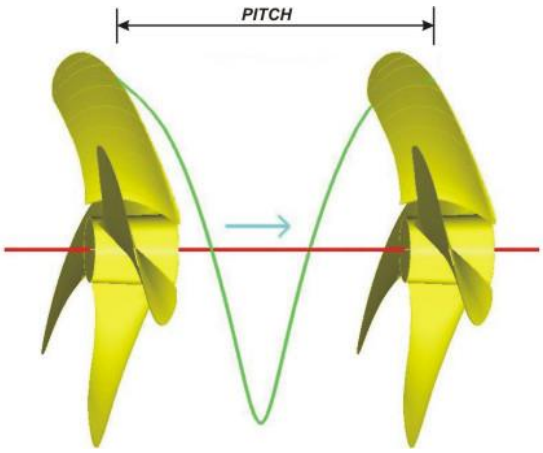
Pri výbere ESC je dôležité poznať prúd, ktorý motor skonzumuje. Ja som použil vyššie spomínanú kombináciu, čiže motor 2300KV a vrtule 6030. Z tabuľky vyplýva, že prúd by mal byť približne 11.5A. Keďže tieto hodnoty sú len orientačné a viaceré zdroje odporúčajú pridať si rezervu, tak som tento prúd zdvojnásobil a dostal hodnotu 23A. Preto som zakúpil ESC s maximálnym prúdovým zaťažením 30A. ESC sa na jednej strane pripája k batérii (+ a -) a k letovému kontroléru pomocou trojpinového konektora, kde sú piny GND (zem), PWR (výstupné napätie, to závisí od typu ESC) a SIGNAL (pin na prenos PWM signálu). Druhá strana ESC disponuje troma výstupmi označovanými ako A,B,C alebo 1,2,3. Tie sa pripájajú priamo k motoru (Obrázok 2).



Obrázok 2 Schéma zapojenia ESC
Zdroj: [3]

1.4 Vrtule

Označenie vrtúľ je celkom jednoduché. Vrtule 6030 je možné nájsť aj pod označením 6x3. Prvé číslo 60 alebo 6 označuje dĺžku celej vrtule v palcoch. Moje vrtule majú podľa označenia po 6.0 palcov, čo predstavuje 15.24 centimetrov. Druhé číslo, pitch, môžeme označiť ako zdvih vrtule (Obrázok 3). Keby sme si predstavili vrtuľu ako skrutku, tak toto číslo predstavuje vzdialenosť, ktorú prejde závit skrutky pri otočení o 360°. Princíp spočíva v tom, že čím väčší je zdvih vrtule, tým väčšie je prúdové zaťaženie, ale i výkon takejto sústavy.



Obrázok 3 Ilustrácia zdvihu vrtule
Zdroj: [4]

1.5 Batéria

Môj dron pozostáva zo štvorramennej konštrukcie s použitím 6 palcových vrtúľ a štyroch bezuhlikových motorov, pričom jeden má zdvih 440 gramov. To znamená, že môj dron nemôže vážiť viac ako 1.76kg. Tomuto treba prispôsobiť aj výber batérie, kde prihliadame na maximálne prúdové zaťaženie a kapacitu danej batérie.

Batérie sú štandardne označené troma podstatnými parametrami, a to počtom článkov (od ktorých závisí aj napätie), kapacitou batérie a veľkosťou vybíjacieho prúdu. Môj dron podľa tabuľky motora bude mať pri maximálnom výkone odber približne 46A, pričom nezapočítavame spotrebu letového kontroléru, gyroskopu a ESC.

Odber týchto komponentov je však v porovnaní s motormi zanedbateľný, pretože sa pohybuje v stovkách miliampérov. Nakoľko cena aj váha batérii je relatívne vysoká, rozhodol som sa pre batériu, ktorá neumožňuje takýto vysoký odber. Moja batéria je trojčlánková, má napätie 11.1V, kapacitu 1300mAh a hodnotu vybíjacieho prúdu 30C. Vybíjací prúd sa označuje ako xC, kde x je hodnota, ktorá keď sa vynásobí s kapacitou, dá nám veľkosť vybíjacieho prúdu. Moja batéria má podľa výpočtov vybíjací prúd 39A.

1.6 Letový kontrolér

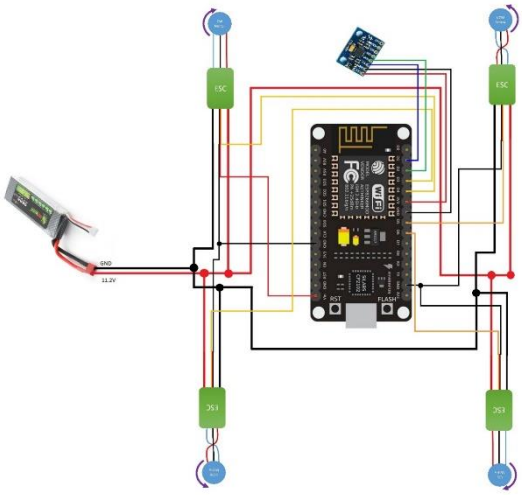
Letový kontrolér je určený na riadenie motorov, stabilizáciu drona, príjem signálov z ovládača, prípadne zasielanie dát užívateľovi. Na internete sú bežne dostupné sety ovládača s letovým kontrolérom, ktoré stačí zapojiť a môžete ich používať. Letový kontrolér musí disponovať vlastným čipom na vytváranie pulzov (CLK ako clocking), gyroskopom, akcelerometrom, bezdrôtovým komunikátorom a samozrejme procesorom a pamäťou. Ja som si vybral platformu s názvom NodeMCU, ktorá patrí medzi mikrokontroléry určené pre internet vecí. Disponuje WiFi čipom ESP8266, ktorý má integrovaný 32 bitový procesor Xtensa LX 106 s taktom 80MHz (možnosť pretaktovať na 160MHz), umožňuje nahrať do svojej pamäte program s veľkosťou až do 1MB a umožňuje použitie 4MB flash pamäte. Táto platforma ponúka 11GPIO pinov, 1 analógový pin a možnosť použitia WiFi štandardu 802.11 pre 2.4GHz v pásmach bgn. [5]

1.7 Zhrnutie

Po zložení mojej konštrukcie som pripevnil na drona motory. Následne som k nim prispájkoval ESC. Tie som prispájkoval taktiež ku konštrukcii, pretože, ako som spomínal, konštrukcia disponuje distribútorom elektrickej energie v podobe jednoduchého PCB, z anglického Printed Circuit Board (doska plošných spojov). ESC som prispájkoval k NodeMCU (Obrázok 4).

Tomuto finálnemu zapojeniu predchádzali neúspešné pokusy s uhlíkovými motormi, pričom ich použitie je jednoduchšie, nakoľko nie je potrebné použitie ESC, ale stačí malý a jednoduchý ovládač motorov, ktorý dokáže obslúžiť všetky motory súčasne. Tieto motory však boli príliš slabé na to, aby udvihli váhu celého drona. Preto som bol nútený zakúpiť bezuhlíkové motory a ESC, pričom jeden motor stál 3.53€ a jedno ESC 3.32€. Dokopy bola investícia do motorov a ESC 27.40€. Batéria bola zakúpená za 9.80€, vrtule za 1.69€, konštrukcia 8.27€ a NodeMCU 3.76€.

Celková investícia do konštrukcie a elektroniky drona bola vo výške 50.92€, nepočítajúc použité káble, cín, sťahovacie pásky, zmršťovacie bužírky či nabíjačku batérie.



Obrázok 4 Schéma zapojenia elektronických častí drona
Zdroj: [autor]

2 Programovanie drona a používateľského rozhrania

2.1 Programovanie drona

Použitá platforma NodeMCU natívne podporuje skriptovací jazyk LUA. Viaceré moje predchádzajúce projekty som však budoval na populárnej platforme Arduino, a tak som mal bližšie k programovaniu v jazyku C. Výhodou NodeMCU je masová dostupnosť a veľká komunita. Platforma Arduino poskytuje aj bezplatný softvér Arduino IDE, v ktorom je možné importovať a používať veľké množstvo knižníc, importovať a menežovať dosky, čo umožnilo importovať aj dosky obsahujúce čip ESP8266, medzi nimi aj NodeMCU.

V prvej fáze som sa venoval predovšetkým pochopeniu, akým spôsobom fungujú ESC, ktoré som zakúpil. Väčšina známejších značiek používa vlastné programy a ESC sa nastavujú pomocou rôznych tónov a zvukov. Moje ESC síce vydávali zvuky, ale nastavenie pomocou nich nebolo možné. Rovnako modelové príklady s príkazmi `motor.writeMicroseconds(1000)` nefungovali. Preto som skúšal rôzne metódy, ktoré som objavil vo videách, fórach, článkoch a podobne.

Nakoniec som zistil, že ESC, ktoré som zakúpil, musia urobiť pred svojím spustením diagnostiku. Tá sa vykonáva zápisom PWM signálov od 0 do 38 pomocou príkazu `motor.write(0)`. Následne je možné hodnotami vyššími ako 38 motory spúšťať a udávať ich výkon.

Aby mohol byť dron testovaný, implementoval som do kódu UDP klienta, ktorý prijímal hodnoty a zapisoval ich vo forme PWM na piny pripojené k ESC. Dron rovnako ako počítač, ktorý ho ovládal boli pripojený k jednému WiFi routeru (Algoritmus 1).

```
motor[0].attach(0)
motor[1].attach(2)
motor[2].attach(14)
motor[3].attach(12)
while(true)
{
 if(udp.message)
 {
   motor[0].setSpeed(udp.message.value)
   motor[1].setSpeed(udp.message.value)
   motor[2].setSpeed(udp.message.value)
   motor[3].setSpeed(udp.message.value)
   udp.send("received")
 }
}
```

Algoritmus 1 Prijímanie hodnoty výkonu pomocou UDP klienta a jeho zápis na piny pripojené k ESC
Zdroj: [Autor]

Takéto testovanie mi umožnilo zistiť, či vypočítané hodnoty, teda výkon a vztlak sú dostatočné na vzlet drona. Dlhodobo sa mi nedarilo dostať drona do vzduchu, čo viedlo ku konzultácii s mojím otcom. Ten ma upozornil na chybne založené vrtule, pričom motory sa točili správnym smerom, no orientácia sklonu vrtúľ bola chybná. Po zmene orientácie týchto vrtúľ som testovanie zopakoval na 1/5 výkone pomerne úspešne, nakoľko dron vzlietol. Dron však nebol správne vyvážený a algoritmus vyrovnávania nebol implementovaný. To malo za následok narazenie drona do prekážky a zlomenie jednej z vrtúľ. Testovanie bolo preto odložené o dobu dodania ďalších vrtúľ.

Ďalšie testy prebiehali výlučne na špeciálne upravenej konštrukcii, kde som sa snažil skalibrovať PID algoritmus. Tento algoritmus využíva regulačnú odchýlku, ktorá na základe rozdielu súčasného stavu a požadovaného stavu dokáže vypočítať ideálnu hodnotu, ktorá nás priblíži k požadovanému stavu. Keby sme tento algoritmus nepoužili a riadili by sme motory výlučne odchýlkou akcelerometra, naša sústava by začala nekontrolovateľne oscilovať. Tento algoritmus využíva tri bloky, pre ktoré sa počíta chyba. Tieto bloky sú proporcionálny (P), integračný (I) a derivačný (D). Častokrát sa využíva iba PD algoritmus, ktorý pokrýva väčšinu žiadaných použití.

Podľa návodu, ktorý mi odporučil môj školiteľ som zostavil algoritmus, pričom som sa pokúsil o rozloženie, kde každý z motorov leží v rôznom kvadrante mimo osí x a y. Následne sa počítal PID pre os x a osobitne pre os y, pričom sa následne pre motory tieto regulačné odchýlky sčítali. Kalibrácia takéhoto systému bola však príliš komplikovaná a neefektívna.

Preto sme spolu s mojím školiteľom zvážili otočenie akcelerometra o 45°, čo malo za následok to, že motory ležia na osiach x a y a PID pre os x sa vzťahuje len na motory, ktoré ležia na osi x (dva motory). Takto je možné vypočítať regulačnú odchýlku pre os x a samostatne pre os y. Za týmto účelom som zostrojil konštrukciu, ktorá fungovala na princípe hojdačky (Obrázok 5) a snažil som sa nájsť požadované konštanty pre výpočet regulačnej odchýlky.

Obrázok 5 Zostavená konštrukcia hojdačky na testovanie PID
Zdroj: [Autor]

Program pre takéto testovanie som prispôsobil tak, aby fungovali len dva motory a prepisoval som len PID konštanty kp, ki a kd (Algoritmus 2).

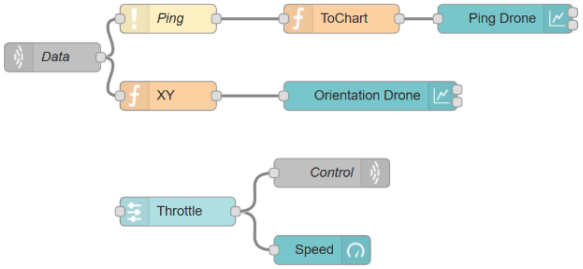
```
motor[0].attach(0)
motor[1].attach(2)
desiredAngle = 0
while(true)
{
 if(udp.message)
 {
  throttle = udp.message.value
 }
 timePrev = timer
 time = getTime()
 elapsedTime = time - timePrev
 x = gyro.getValue(x)
 error = x - desiredAngle
 P = kp * error
 if(-3 < error < 3)
  I = I + (ki * error)
 D = kd * ((error - previous_error) / elapsedTime)
 PID = P + I + D
 motor[0].setSpeed(throttle + PID)
 motor[1].setSpeed(throttle - PID)
 previous_error = error
}
```

Algoritmus 2 Prijímanie hodnoty výkonu pomocou UDP klienta, výpočet PID a zápis na piny pripojené k ESC
Zdroj: [6]

2.2 Programovanie používateľského rozhrania

Pre tvorbu používateľského rozhrania som si vybral platformu s názvom Node-RED. Je to platforma so špeciálnou programovacou paradigmou, tzv. paradigma toku dát. Vytvorili ju Nick O'Leary a Dave Conway-Jones v roku 2013 za účelom prepájania MQTT tém. V súčasnosti sa táto platforma teší úspechu a mnohým prispievateľom. Pracuje nad platformou Node.js. [7]

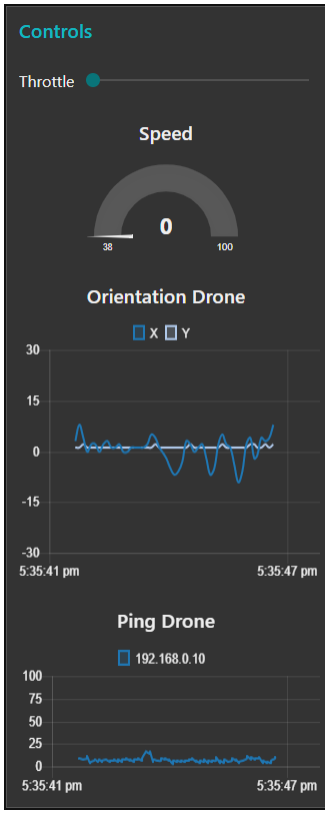
Takáto aplikácia sa programuje spôsobom spájania tzv. uzlo, ktoré obsahujú funkčné časti (častokrát programovateľné). Môj program pozostáva z 9 funkčných uzlov (Obrázok 6).



Obrázok 6 Program používateľského rozhrania
Zdroj: [Autor]

Vidíme tu UDP server s názvom Data, ktorý prijíma dáta z drona, pomocou uzlu s názvom XY ho prekladá na zobrazenie do grafu, ktorý nás informuje o stupňoch výchylky z osí x a y a pri každom prijatí správy testuje konektivitu drona pomocou funkcie ping s názvom Ping, ktorý je v používateľskom rozhraní tiež zobrazený pomocou grafu.

Ďalej tu mám posuvník s názvom Throttle, ktorý posiela dáta dronovi, a tým nastavuje výkon motorov a tiež posiela dáta do tachometra, ktorý zobrazuje výkon motorov. Všetky tieto komponenty sú zobrazené v používateľskom rozhraní (Obrázok 7).



Obrázok 7 Používateľské rozhranie
Zdroj: [Autor]

Záver

Návrh a konštrukcia drona je časovo, finančne a najmä technologicky náročná záležitosť. Po viac ako troch mesiacoch práce môj dron nie je schopný bezpečného letu. Naďalej však verím, že po správnej kalibrácii parametrov regulačnej odchýlky, bude dron schopný bezpečného a udržateľného letu. Testovanie je však náročné aj z dôvodu rýchleho vybíjania batérie.

Ďalším problémom pri kalibrácii parametrov regulačnej odchýlky je skutočnosť, že celá sústava sa správa rozdielne pri nižšom výkone než pri vysokom. V praxi to znamená, že keď som našiel parametre, ktoré fungovali pomerne spoľahlivo pri 9% výkone motorov, pri 13% výkone dron nefungoval korektne a vychyľoval sa zo svojej osi.

Mojimi ďalšími úlohami bude nájdenie funkčných parametrov pre regulačnú odchýlku osi x ako aj osi y a následné testovanie vzletu a pristátia. Pokiaľ budú tieto kroky úspešné, rád by som sa začal venovať autonómnosti drona a učiacim algoritmom, ktoré by umožnili dronovi samostatnú prevádzku bez nutnosti pilotovania.

Použitá literatúra

[1] Aliexpress: Štvorramenná konštrukcia drona [Citované: 18. februára 2018] https://www.aliexpress.com/item/Q250-250mm-4-Axis-Mini-Quadcopter-Frame-Kit-for-FPV-Aerial-Photography-Full-Black/32771862987.html?spm=2114.search0104.3.94.f0ff2d73ERHQY4&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_1_10152_10151_10065_10344_10068_10342_10343_10340_10341_10084_10083_10618_10630_10307_10303_10313_10059_10534_100031_10629_10103_10626_10625_10624_10623_10622_10621_10620_10142,searchweb201603_38,ppcSwitch_5&algo_expid=eedb6af8-92b8-442c-b87d-57929605c5f2-14&algo_pvid=eedb6af8-92b8-442c-b87d-57929605c5f2&transAbTest=ae803_5&priceBeautifyAB=0

[2] OscarLiang: Porovnanie motorov [Citované: 18. februára 2018] https://oscarliang.com/emax-mt2204-t1806-motor-quadcopter-1804/

[3] Arduino Forum: Popis zapojenia trojfázového motoru [Citované: 18. februára 2018] https://forum.arduino.cc/index.php?topic=419643.0

[4] Propellerpages: Popis zdvihu vrtule [Citované: 18. februára 2018] http://www.propellerpages.com/?c=articles&f=2006-03-08_what_is_propeller_pitch

[5] Root.cz: NodeMCU a jeho verzie [Citované: 18. februára 2018] https://www.root.cz/clanky/nodemcu-a-jeho-verzie-doska-s-wi-fi-cipom-esp8266/

[6] ELECTRONOOBS: Použitie PID v platforme Arduino [Citované: 18. februára 2018] http://www.electronoobs.com/eng_robotica_tut6_2.php

[7] Node-RED: O platforme Node-RED [Citované: 18. februára 2018] https://nodered.org/about/

Analýza a vyhodnotenie výsledkov detektorov hrán použitím tabuľky klasifikácií

Analysis and evaluation of results given by line detectors with confusion matrix

Miroslav Snopko[1]
Školiteľ: Michal Vagač[2]
[1,2]Katedra informatiky, FPV UMB, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica
[1]miroslav.snopko@gmail.com, [2]michal.vagac@umb.sk

Abstrakt
Táto práca je venovaná detektorom hrán a vyhodnocovaniu výsledkov pomocou tabuľky klasifikácii (confusion matrix) s použitím jazyku Python a knižnice OpenCV. Hlavným cieľom práce je názorná ukážka celého procesu od získavania ground truth dát až po vykreslenie precision recall krivky a objasnenie použitých termínov. Ako vstupné dáta budú použité výstupy vybraných detektorov hrán.

Teoretická časť práce je venovaná detektorom hrán a objasneniu niektorých základných pojmov z danej problematiky. Ďalej sa venuje tabuľke klasifikácií a popisuje jednotlivé parametre, potrebné pre jej výpočet a vysvetľuje pojem ground truth.

V praktickej časti práce je opísaný postup riešenia daného problému od tvorby ground truth až po analýzu a vyhodnotenie výstupu.

Kľúčové slová: precision, recall, detektor čiar, python, opencv

Abstract
This thesis is dedicated to line detectors and evaluating results with confusion matrix while using Python and OpenCV library. The main object of the thesis is to demonstrate whole process from data collecting to result in form of precision recall curve and explaining basic principles which were used in this thesis. Output from selected edge detectors were used as input.

Theoretical part of the thesis is devoted to line detectors and clarification some basic terms from the given issue. It deals with the confusion matrix and describes individual parameters necessary for its calculation and explains the concept of ground truth.

In the practical part of the thesis is described how to solve the given problem from creation of ground truth to analysis and evaluation of the output.

Key Words: precision, recall, detektor čiar, python, opencv

Úvod

Používanie počítačového videnia v bežnom živote sa stáva stále viac a viac jeho bežnou súčasťou. Počítačové videnie ako odbor vzniklo v 60tych rokoch minulého storočia so snahou automatizovať úlohy, ktoré dokáže vykonávať ľudské oko. K širšej verejnosti sa táto disciplína dostala až po roku 2000, v ktorom vznikla knižnica OpenCV. [1] Od vtedy záujem o tento vedný odbor narastal rapídnou rýchlosťou. Jedným z odvetví počítačového videnia sú aj detektory hrán. Tie používame na zachytenie dôležitých vlastností z obrazu za účelom ich ďalšieho spracovania. Každý má svoje výhody a nevýhody použitia a niekedy môže byť náročné vybrať vhodný detektor. Na výber najvhodnejšieho detektora nám poslúžia miery odvodené z tabuľky klasifikácií, vďaka ktorým získame prehľad o tom, ktorý detektor je najvhodnejší pre naše použitie v APVV projekte „Automatizované spracovávanie trasologických objektov“.

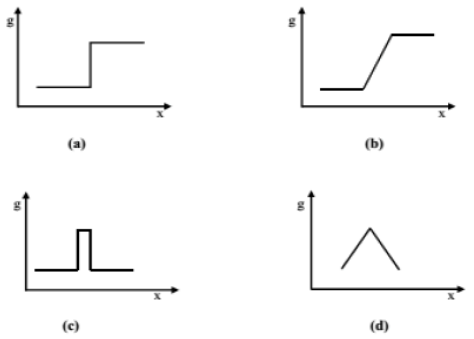
1 Detektory hrán

Dôvodom vzniku detektorov hrán bola hlavne snaha o zachytenie dôležitých vlastností z obrazu a následnom použití len týchto vlastností, čo obzvlášť redukovalo množstvo dát, s ktorými sme potom mohli ďalej pracovať.

Automatizácia ľudskej činnosti by nebola možná, keby stroj „nevidel“. Musel sa naučiť fungovať ako ľudské oko, ktoré dokáže vidieť v získanom obraze rozdiely medzi jednotlivými objektami na základe rozdielov vo farbe, lome svetla alebo štruktúre povrchu daného predmetu. Detektory hrán fungujú práve na princípe vyhľadávania hraníc medzi jednotlivými farbami alebo intenzitami pixelov. Hrana je teda miesto v zhluku pixelov, v ktorom sa prudko mení ich intenzita. Pod prudkou zmenou v intenzite pixelov môžeme rozumieť prahovú hodnotu nastavenú užívateľom.

Keď si hranu predstavíme ako funkciu, môžeme hovoriť o štyroch typoch prechodov (obr. 1).

1. čiara – veľká zmena intenzity na malom priestore, ohraničená pixelmi s rozdielnou intenzitou z obidvoch strán
2. postupný prechod – často sa vyskytujúci typ hrany, závislý od rýchlosti prechodu medzi oblasťami
3. náhly prechod – najideálnejšia hrana, v praxi sa vyskytuje málokedy
4. strecha – pozvoľná zmena intenzity na oboch stranách



Obr. 1 Hranové prechody
Zdroj: [2]

Výsledok detekcie môže byť ovplyvnený šumom. Ten vzniká väčšinou počas procesu získavania obrazu z dôvodu nedokonalostí snímača alebo obvodov v aparatúre. Šum je najlepšie odstrániť pred celým procesom hľadania hrán z dôvodu dosiahnutia lepších výsledkov. Najčastejšou metódou je Gaussov filter, ktorý vykonáva vážený priemer hodnoty pixelov v blízkom okolí. [3]

2 Tabuľka klasifikácií

Ako vo všetkých oblastiach aj pri problematike detektorov hrán je dôležitá výkonnosť. Najdôležitejším parametrom nie je však rýchlosť, ale úspešnosť detekcie. Tá je veľmi jednoducho merateľná a výsledok vieme zobraziť pomocou precision recall krivky.

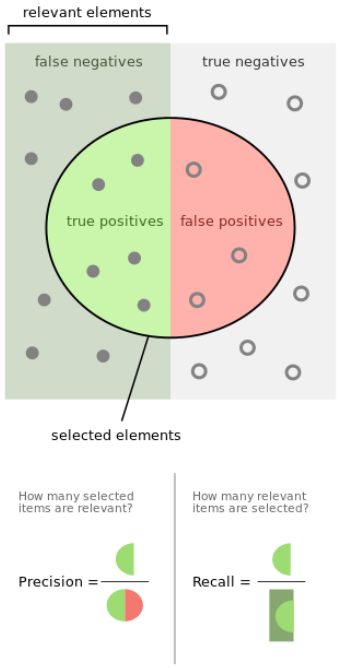
Na detekciu hrán sa môžeme pozrieť ako na binárny klasifikačný problém, kde každý jeden pixel klasifikujeme, či je hranou alebo nie je. Preto je možné použiť tabuľku klasifikácií, ktorá sa používa na vyhodnocovanie výkonu binárnych klasifikátorov.

Výpočet tabuľky klasifikácií (confusion matrix) je založený na porovnávaní ground truth obrazu a výsledného obrazu po použití daného algoritmu.

Ground truth je obraz, ktorý slúži ako základný vzor, o ktorom vieme, že je správny a porovnávame s ním všetky naše získané výsledky.

Keď sa na túto metódu pozrieme binárne, zistíme, že je celá založená len na štyroch podmienkach (obr. 2).

1. True negatives - správne vylúčené výsledky, teda výsledok sa nenachádza ani v ground truth obraze ani v našom výsledku
2. False negatives – výsledky, ktoré našej metóde unikli, teda výsledok sa u nás nenachádza ale nachádza sa v ground truth
3. True positives – správne detekované výsledky, teda výsledok sa nachádza aj u nás aj v ground truth
4. False positives – nesprávna detekcia, kde sa výsledok nachádza u nás ale nie pri ground truth obraze.[4]



Obr. 2 Precision Recall
Zdroj: [6]

Výsledné hodnoty pre precision, recall a ostatné požadované miery získame dosadením výsledkov z týchto štyroch podmienok do jednoduchých vzťahov. Vieme dosiahnuť nasledovné miery, pričom my sme v praktickej časti sledovali prvé štyri:

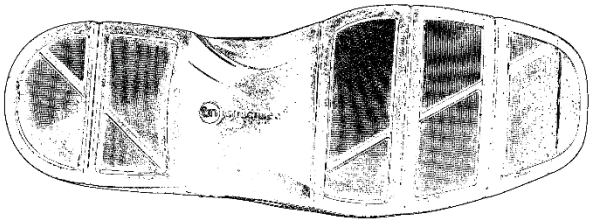
- *Precision* je definovaná ako pomer relevantných výsledkov analýzy ku všetkým získaným výsledkom.
- *Recall* je pomer relevantných výsledkov analýzy ku všetkým relevantným výskytom skúmaného vzorku bez ohľadu na to, či boli analýzou identifikované.
- *Error rate* je počítaný ako pomer všetkých nesprávnych výsledkov voči celému modelu.
- *Accurancy* je počítaná ako pomer všetkých správnych výsledkov voči celému modelu.
- *Sensitivity* je pomer správnych pozitívnych detekcií ku všetkým pozitívnym predikciám.
- *Specificity* je pomer správnych negatívnych detekcií ku všetkým negatívnym predikciám.
- *False positive rate* je definovaný ako pomer nesprávnych pozitívnych detekcií voči všetkým negatívnym. [4]

Vo veľa prípadoch detektor hrán určí pravdepodobnosť výskytu hrany na danom mieste. V takýchto prípadoch je potrebné určiť prah pravdepodobnosti, kedy výsledok akceptujeme ako hranu a kedy nie. Prah sa dá lepšie určiť pomocou precision recall krivky. Na získanie krivky je potrebné vykonať viacnásobné merania pričom každé ďalšie porovnávanie vykonávame s inou prahovou hodnotou.

3 Ground truth

Ground truth nie je termín používaný len v počítačovom videní, ale aj v iných odvetviach. Vo všeobecnom merítku tento pojem predstavuje dáta zachytené pri sledovaní skutočného objektu. V počítačovom videní ide o vzor, ktorý je správny, napríklad trénovacie dáta pre neurónovú sieť. [5] V našom prípade ide o výsledok, ku ktorému sa budeme snažiť čo najviac priblížiť. Pri detektoroch hrán je však problematické zadefinovať, čo by mohlo byť ground truth modelom. Je viacero možností ako tento model vytvoriť. Jednou z možností, ktorá je pravdepodobne najpresnejšia, je vytvoriť tento model ručne. Nevýhodou tohto prístupu je veľká pracovná a časová náročnosť. Ďalšou možnosťou je použiť detektor hrán, o ktorom vieme, že dokáže vydať dostatočne kvalitný výstup pre naše účely. Preto je v tomto prípade použitie pojmu ground truth mierne zavádzajúce. Ideálnou cestou by preto mohlo byť použitie výstupu z detektoru hrán a jeho následná ručná editácia. To by malo zabezpečiť dostatočnú kvalitu modelu pri menšom vynaloženom úsilí.

Obr. 1 Vzorová podrážka
Zdroj: Autor



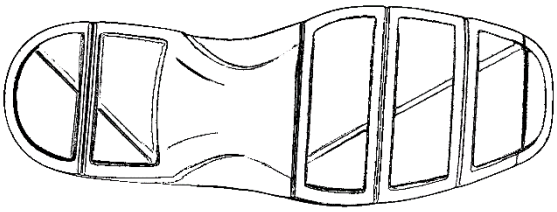
Obr. 2 Výstup po použití Sobelovho algoritmu
Zdroj: Autor

4 Tvorba ground truth dát

V našom prípade sme sa rozhodli modifikovať poslednú spomínanú metódu. Táto práca je súčasťou väčšieho projektu, v ktorom ide o rozpoznávanie odtlačkov topánok. Preto pre naše účely použijeme fotografiu podrážky. Na fotografiu podrážky (obr. 3) na topánke sme použili viacero detektorov hrán (Canny, Sobel (obr. 4), Prewitt, Roberts, Haralick, mh, mhl a našu konvolučnú neurónovú sieť). Výsledkom bolo získanie niekoľkých kvalitných modelov, s ktorými sme mohli ďalej pracovať. Na to, aby sme mohli všetky tieto výstupy skombinovať bolo nutné, aby boli v rovnakom formáte. Požadovaný formát bola binárna matica, ktorá umožní rýchle sčítanie všetkých modelov do jedného výsledného. Výsledný model však obsahoval veľa šumu a veľa nevhodných detekcií. Pred tým ako sme mohli ďalej pokračovať bolo treba odstrániť šum

z nášho modelu. Na to sme použili metódu `cv2.erode()` z knižnice OpenCV.

Na to, aby bol tento model použiteľný bolo nutné ručne vyčistiť všetky miesta, ktoré by sa nemali nachádzať vo výslednom modeli. V našom prípade sme odstránili miesta, ktoré sa pri chôdzi nedotýkajú zeme (logo v strede topánky), plochy s drobnými vrúbkami a miesta kde detektor našiel hranu ale v skutočnosti tam nebola. Na miestach kde bola hrana na pôvodnom obraze jasne viditeľná a nenachádzala sa v našom modeli sme ju museli ručne dokresliť v grafickom editore. Po tejto úprave je už možné ground truth použiť (obr. 5).



Obr. 5 Použitý ground truth
Zdroj: Autor

5 Implementácia

Pre jazyk Python sme sa rozhodli z dôvodu jeho jednoduchosti pri vytváraní prototypu a vďaka jeho schopnosti pracovať s knižnicou OpenCV. Implementácia v C++ by pravdepodobne priniesla mierne zrýchlenie chodu programu, ale pri našom použití by to nebolo nutné, keďže sa nejedná o aplikáciu fungujúcu v reálnom čase.

Program na začiatku načíta obraz ground truth a obraz, ktorý sme dostali po použití nami vybraného detektora hrán. Obidva obrazy sme načítavali ako čiernobiele, preto bolo nutné ich previesť z trojkanálového formátu na jednokanálový. Na to sme použili metódu `cv2.threshold()`. S takto upravenými obrazmi sme mohli ďalej pracovať a pripraviť si dáta na spustenie analýzy.

Pri metódach, ktorých výstupom je pravdepodobnosť hrany na danom mieste, je potrebné určiť ešte prah rozlišujúci hranu od zhluku pixelov. Toto vieme zistiť pomocou už opísanej precision recall krivky, ktorá bola generovaná pre prahy v rozsahu 0..260 s krokom 10. [4]

Nakoľko sa jednalo o výpočtovo a časovo zložité operácie, rozhodli sme sa použiť modul multiprocessing, aby sme zrýchlili celkový chod programu. Pri sekvenčnom vykonávaní na procesore i5 6500 trvalo vykonanie programu vyše 3 minúty a pri použití paralelizmu sa čas potrebný na vykonanie zredukoval o vyše polovicu.

Na výpočet hodnôt precision a recall sme si zadefinovali 4 premenné, ktoré slúžili ako počítadlá. Následne sme prechádzali cez maticu pixel po pixeli a kontrolovali sme či sa nachádza aj v matici ground truth. Podľa toho, ktorá podmienka bola splnená sa inkrementovalo dané počítadlo (obr. 6). Potom už nasledovalo len dosadiť tieto dáta do vzorca.

```
tp = 0  # true positives
fp = 0  # false positives
fn = 0  # false negatives
tn = 0  # true negatives

print('porovnavam pre', thresh)

for i in range(0, height):
    for j in range(0, width):
        if img[i][j] > thresh:
            # P
            if gt[i][j] == 255:
                tp += 1
            else:
                fp += 1
        else:
            # N
            if gt[i][j] == 0:
                tn += 1
            else:
                fn += 1

if tp+fp == 0:
    precision = 1
else:
    precision = tp / (tp + fp)
recall = tp / (tp + fn)
```

Obr. 6 Výpočet hodnôt
Zdroj: Autor

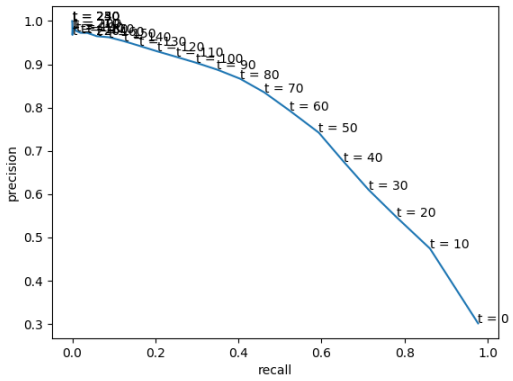
Na vykreslenie krivky sme použili modul matplotlib.pyplot, ktorý je jednoduchý na použitie a obsahuje všetku nám potrebnú funkcionalitu

6 Vyhodnotenie

Pre vyhodnotenie sme si vybrali výstup algoritmu implementovaného ako konvolučnú neurónovú sieť (ďalej cnn), ktorého výsledkom sú práve

pravdepodobnosti. Pre tento prípad sme teda spravili graf precision recall pre rôzne prahy.

Na zobrazenom grafe (obr. 7) môžeme vidieť, ako hodnota precision klesá pri zmenšovaní prahovej hodnoty. Pri najideálnejšom detektore by sa graf nachádzal v pravom hornom rohu, preto hľadáme na grafe prah, pre ktorý majú precision a recall najväčšiu hodnotu. Tieto konkrétne hodnoty môžeme následne vložiť ku dátam získaným po analýze ostatných detektorov.



Obr. 7 Precision Recall pre rôzne prahové hodnoty pravdepodobnosti výskytu hrany
Zdroj: Autor

Takto získaná tabuľka klasifikácií (obr. 8) nám teda umožňuje porovnať navzájom všetky skúmané detektory. Po bližšej analýze týchto dát môžeme vidieť, že detektor cnn dosiahol najlepšie výsledky spomedzi skúmaných algoritmov (má najvyššiu accurancy).

algoritmus	precision	recall	error	accurancy
canny	0.191978	0.068211	0.064838	0.935162
haralick	0.302347	0.840766	0.11167	0.888330
mh	0.623457	0.341341	0.046004	0.953996
mhl	0.730337	0.205068	0.046314	0.953686
prewitt	0.195049	0.301898	0.103411	0.896589
roberts	0.159286	0.185819	0.095481	0.904519
sobel	0.193371	0.299158	0.103664	0.896336
cnn	0.742175	0.593304	0.032598	0.967402

Obr. 8 Tabuľka klasifikácií
Zdroj: Autor

Záver

Cieľom práce bolo objasniť niektoré pojmy v problematike vyhodnocovania detektorov hrán. V praktickej časti sme vytvorili ground truth obraz, voči ktorému sme porovnávali výsledky získané po aplikovaní vybraného detektoru. Nami navrhnutý softvér je možné použiť v budúcnosti na vyhodnotenie ďalších detektorov a tak umožniť ich vzájomné vyhodnotenie. Táto práca dá čitateľovi prehľad, ako funguje proces vyhodnocovania od počiatočného získavania dát až po samotné vyhodnotenie.

Použitá literatúra

[1] **OpenCV.** Oficiálna dokumentácia. [Online] 21.. 2. 2018. https://opencv.org/.

[2] **[Online]** https://www.omicsonline.org/open-access/methods-of-image-edge-detection-a-review-2332-0796-1000150.php?aid=57249.

[3] **Mlynarčík, V.** *Rozpoznávanie hrán a kontúr v obraze.* Banská Bystrica : s.n., 2014.

[4] **Saito, M.R. Takaya.** *Classeval.* [Online] 2.. 21. 2018. https://classeval.wordpress.com/.

[5] **Techopedia. [Online] 21. 2. 2018.** https://www.techopedia.com/definition/32514/ground-truth.

[6] **[Online]** https://en.wikipedia.org/wiki/Precision_and_recall

Aplikácia s prvkami rozšírenej reality s využitím senzora Kinect

Application Based on the Augmented Reality Principle Using Kinect Sensor

Viktória Ševčíková[1]
Školiteľ: Martin Cápay[2]
[1,2]Katedra informatiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] viktoria.sevcikova@student.ukf.sk [2] mcapay@ukf.sk

Abstrakt

Hranica medzi virtuálnym a reálnym svetom sa neustále rozpadáva a poskytuje úžasné zážitky, ktoré pred niekoľkými rokmi bolo možné nájsť len v predstavivosti spisovateľov sci-fi. Aplikácie založené na princípe rozšírenej reality sú rozmachom hier založených na senzoroch čoraz viac dostupné širokému obyvateľstvu. Článok sa venuje problematike rozšírenej reality a tvorbe aplikácií pre túto technológiu. Úvod je venovaný vlastnostiam a rozdielom medzi virtuálnou a rozšírenou realitou. V teoretickej časti sú popísané kritéria pre vhodný výber vývojového prostredia pre rozšírenú realitu. V praktickej časti sú popísané metódy a postup riešenia aplikácie a vysvetlenie jednotlivých funkcií Kinectu. V závere článku sme zhodnotili aplikáciu a popísali jej využitie ako aj možné rozšírenia.

Kľúčové slová: Rozšírená realita, Kinect, Unity

Abstract

The boundary between the virtual world and the real world is constantly disintegrating and providing amazing experiences that could be found only in the imagination of sci-fi writers. Applications based on the augmented reality principle are a growing range of sensor-based games increasingly available to the general public.

The topic of the paper is the augmented reality and the development of applications for this technology. The introduction of the paper focuses on the features and differences between virtual and augmented reality. The theoretical part is devoted to the criteria for a suitable selection of the development kit for the augmented reality. In the practical part are described the methods and the procedure for the creation of an application and explanation of individual functions of the Kinect sensor. At the end of the paper, we reviewed the application and described its use as well as possible extensions.

Key Words: augmented reality, kinect, unity

Úvod

V súčasnosti sa technológie vyvíjajú veľmi rýchlo a ľudia z rôznych odvetví ich zdokonaľujú. Nie je možné ignorovať vplyv technológie na náš každodenný život. Technológia môže mať definíciu ako implementácia vedeckých poznatkov pri riešení našich každodenných životných problémov. Technologický pokrok hrá veľmi dôležitú úlohu v našom živote a na technológiách sa stávame závislými [1].

Náš svet sa postupne vývojom nových technológií pretvára do virtuálnej podoby. Tieto technológie sa zásadne nelíšia od ostatných, ale marketingové oddelenia spoločností pracujú na tom, aby sa odlíšili názvom. Táto skutočnosť niekedy spôsobuje zmätok pri pomenovaní technológií používateľmi. Napriek tomu, že môžeme počuť o mixovanej, zmiešanej či inej realite, môžeme tvrdiť, že sú iba dve základné technológie, a tým myslíme virtuálnu realitu a rozšírenú realitu [2].

Rozšírená realita a virtuálna realita sú inverzné odrazy, každá technológia sa snaží iným spôsobom dosiahnuť požiadavky používateľa. Virtuálna realita ponúka digitálnu rekreáciu prostredia skutočného života zatiaľ, čo rozšírená realita prináša virtuálne prvky ako prekrytie skutočného sveta [3].

Technológie virtuálnej reality a rozšírenej reality majú obrovský potenciál na zmenu budúcnosti v mnohých oblastiach od medicíny, obchodu, architektúry až po výrobu. Výrobcovia automobilov vytvárajú bezpečnejšie vozidlá, architekti budujú silnejšie budovy a dokonca aj cestovné kancelárie ju používajú na zjednodušenie plánovania dovolenky. Lekári využívajú tieto technológie na školenie študentov medicíny v chirurgii, na liečbu bolesti pacientov a dokonca aj na pomoc paraplegikom pri získavaní funkcií tela [4].

Virtuálna realita znie ako futuristická technológia, ale počiatky tejto technológie siahajú až do 19. storočia. Virtuálna realita je definovaná ako použitie počítačovej technológie na vytvorenie simulovaného prostredia. Pri prezeraní virtuálnej reality prehliadame úplne inú realitu ako tú, ktorá je pred nami. Môže byť umelá, napríklad animovaná scéna alebo skutočné miesto, ktoré bolo fotografované a zahrnuté do aplikácie virtuálnej reality. Potrebujeme vnímať kompletnú informáciu a ako používatelia musíme byť čo najviac oddelení od reality. Súčasná virtuálna realita je prakticky nevyužiteľná inak ako s použitím zariadenia umiestneným na hlave. O obraz sa starajú dva displeje a o zvuk slúchadlá, ktoré nemusia byť konštrukčnou súčasťou zariadenia umiestneným na hlave [2].

Vďaka virtuálnej realite sa môžeme pohybovať a pozerať sa v každom smere – hore, dole, po boku a za sebou, ako keby sme boli fyzicky ma danom mieste. Virtuálnu realitu si môžeme prezrieť prostredníctvom špeciálneho prehliadača, ako napríklad Oculus Rift. Takisto si virtuálnu realitu môžeme prezerať pomocou aplikácie virtuálnej reality a telefónu, napríklad Google Cardboard alebo Daydream View alebo od firmy HTC Vive Focus [5]. S aplikáciami virtuálnej reality môžeme preskúmať miesta, na ktorých sme nikdy neboli, napríklad povrch Marsu [6], vrchol Mt. Everest [7] alebo zoskok z lietadla. The New York Times má aplikáciu virtuálnej reality, ktorá umožňuje zažiť virtuálne prostredie na Zemi a iných planétach [8].

Rozšírená realita je výrazne novšia technológia. Táto realita je definovaná ako vylepšená verzia reality vytvorená použitím technológie na pridanie digitálnych informácií. Často má podobu kombinácie obrazu z fotoaparátu mobilného telefónu a umelých objektov, ktoré do prostredia zariadenie vkladá. Najskôr sa používalo ich ukotvenie v priestore pomocou značiek na fyzických kartičkách či obrázkoch. Dnes sa viac využíva detekcia okrajov reálnych objektov, prípadne detekcia geografickej polohy. V podstate ide teda o 3D obraz na 2D displeji [2].

Existujú okuliare poskytujúce plnofarebné aplikácie, ktoré je možné skontrolovať pomocou pohľadu a prilby, ktoré dodávajú pokyny v reálnom čase pri jazde na bicykli alebo na motocykli. Takisto sa používajú zariadenia umiestnené na hlave na rozšírenú realitu, ktoré vytvárajú hologramy s úrovňou interaktivity, ktoré sa javia ako priamo z sci-fi [9].

1 Metódy a postup riešenia aplikácie

Cieľom článku bolo popísať návrh a implementáciu aplikácie na princípe rozšírenej reality. Táto téma je čoraz známejšia a využiteľná vo viacerých oblastiach. Keďže sme na Katedre informatiky na Univerzite Konštantína Filozofa v Nitre absolvovali predmet Rozšírená realita, kde sme využívali senzor Xbox One Kinect rozhodli sme sa, že pri tvorbe našej aplikácie využijeme práve toto zariadenie. Na aplikácii sme chceli ukázať rôzne funkcie Kinectu, tak sme sa rozhodli pre aplikáciu typu fotobúdka s témou „Hrdinovia z Marvel a DC komiksov“ na princípe rozšírenej reality. V aplikácii si používateľ bude môcť vybrať pozadie, kostým pomocou gest a ak sa rozhodne pre vytvorenie fotografie, tak jednoducho naznačí uchopenie.

1.1 Vývojové prostredie

Vývojové prostredie pre rozšírenú realitu poskytuje vývojárom nástroje a knižnice, aby ľahšie vyvinuli aplikácie. Na výber máme z viacerých vývojových prostredí.

Vzhľadom na to, že je k dispozícii mnoho vývojových prostredí pre rozšírenú realitu, tak nie je ľahké vybrať si. Pre správnu voľbu je potrebné vybrať si nástroj v súlade s funkciami a kritériami, ktoré sú potrebné pre aplikáciu. Hlavné kritériá, na ktoré by sme si mali dať pozor pri výbere prostredia:

Typ licencie – je potrebné si skontrolovať, aké typy licencií ponúka vývojové prostredie so zoskupením pre vývojové prostredie rozšírenej reality. Všeobecne platí, že bezplatné vývojové prostredia majú skôr obmedzené funkcie, takže je lepšie si vybrať komerčnú licenciu na vytvorenie aplikácie rozšírenej reality.

Typ platformy – väčšina vývojových prostredí podporuje Android a iOS, ale ak by sme potrebovali iný typ operačných systémov, mali by sme si tiež skontrolovať, či ich podporuje.

Podpora Unity – Unity je v podstate viacplatformový nástroj na vytváranie hier pre konzoly i počítače. Takisto je v súčasnosti známy ako najpokročilejší herný nástroj dostupný na trhu. Hlavnou výhodou Unity je užitočnosť pri vytváraní aplikácií rozšírenej reality [10].

Cloud rozpoznávanie – ak aplikácia vyžaduje rozpoznanie rôznych značiek, tak by sme sa mali rozhodnúť pre vývojové prostredie, ktoré podporuje funkciu Cloud rozpoznávania. Pri tejto funkcii budú značky umiestnené priamo v Cloude, čo znamená, že aplikácia nebude vyžadovať veľký priestor na zariadení [10].

Podpora inteligentných okuliarov – na rozdiel od inteligentných telefónov, inteligentné okuliare umožňujú skúsenosti s hand-free rozšírenou realitou. A keďže tieto inteligentné okuliare sa už stali obľúbenými, aplikácia na princípe rozšírenej reality

kompatibilná s týmito pomôckami je určite výhodou [10].

3D sledovanie – mnoho vývojových prostredí podporuje sledovanie 3D obrazu, čo znamená, že dokáže rozoznať 3D objekty, ako sú guľa, hračky, poháre a ďalšie. 3D sledovanie môže byť použité na vytváranie hier pre inteligentné telefóny, ako napríklad Pokémon Go a aplikácie rozšírenej reality pre elektronický obchod a vzdelávanie [10].

Geolokácia – ak aplikácia rozšírenej reality má byť založená na umiestnení je potrebné vybrať si vývojové prostredie s podporou geolokácie. Geolokácia môže byť užitočná v hrách na princípe rozšírenej reality, napríklad v hre Pokémon Go [10].

SLAM – simultánna lokalizácia a mapovanie, je jednoduchá technológia, ktorá umožňuje aplikáciám mapovať prostredie a sledovať pohyby. Hoci táto technológia nie je obmedzená len na pripojenie objektov do prostredia v reálnom svete. A pretože SLAM podporuje navigáciu v interiéroch, čo GPS nedokáže, je SLAM taká fenomenálna technológia [10].

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené najznámejšie vývojové prostredia na tvorbu rozšírenej reality, ktoré sú dostupné na trhu s kritériami pre vývoj aplikácií rozšírenej reality.

	Vuforia	Wikitude	Kudan	AR ToolKit	Apple ARKit
Typ licencie	bezplatná, komerčná	komerčná	bezplatná, komerčná	bezplatná, Open Source	bezplatná
Podporované platformy	Android, iOS, UWP	Android, iOS	Android, iOS	Android, iOS, Linux, Windows, macOS	iOS
Inteligentné okuliare	✓	✓	-	✓	✓
Unity	✓	✓	✓	✓	✓
Cloud rozpoznávanie	✓	✓	-	-	✓
3D rozpoznávanie	✓	✓	✓	-	✓
Geolokácia	✓	✓	-	✓	✓
SLAM	-	✓	✓	-	✓

Tabuľka 1 : Vývojové prostredia
Zdroj [11]

Keďže Katedra informatiky na Univerzite Konštantína Filozofa v Nitre vlastní senzor Kinect, rozhodli sme sa, že vytvoríme aplikáciu s využitím tohto zariadenia. V prvom rade bolo potrebné nainštalovať vývojové prostredie Kinect pre Windows verziu 2. Toto vývojové prostredie má viacero užitočných funkcií:

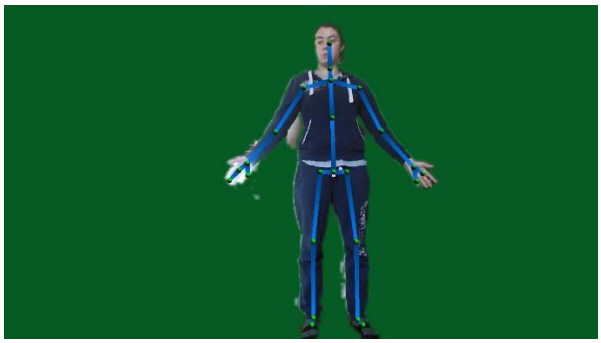
- schopnosť používať senzor Xbox One Kinect,
- širšie horizontálne a zvislé zorné pole pre hĺbku a farbu,
- full HD farba
- nezávislé infračervené osvetlenie,
- hĺbková presnosť,
- vylepšený mikrofón,
- rozpozná celkovo 6 osôb,
- 25 bodový skelet pre dve osoby,
- sledovanie palcov, sledovanie konca ruky,
- otvorené a zatvorené ručné gestá,
- vylepšený rozsah vysokokvalitného ovládania (minimálna vzdialenosť 0,5 metrov, maximálna vzdialenosť 4,5 metrov)
- viaceré aplikácie môžu súčasne využívať snímač [12].

Táto verzia vývojového prostredia podporuje nástroj Unity prostredníctvom Unity balíka. Po importovaní Unity balíkov základná funkčnosť, vizuálny nástroj na vytváranie gest a mimiky rozhrania vývojového prostredia Kinect pre Windows boli k dispozícii priamo z nástroja Unity.

Pre pripojenie senzoru Kinect k Windows bolo potrebné sa uistiť, či máme správny adaptér pre Windows. Firma Microsoft sa rozhodol ukončiť výrobu adaptérov k Xbox One Kinect, ktorý umožňoval pripojiť senzor k Windows bez prítomnosti originálneho Xbox One portu. Adaptér bude možné nájsť už iba u re-predajcu alebo na aukčných stránkach. Ak však nevyjde ani jedna z týchto možností, adaptér nebude možné získať [13].

1.2 Pozadie

Sledovanie skeletu je optimalizované tak, aby bolo možné rozpoznať používateľov stojacich alebo sediacich čelom ku Kinectu. Bočný postoj predstavuje určité problémy týkajúce sa častí používateľa, ktoré nie sú viditeľné pre snímač. Pre rozpoznanie musia používatelia jednoducho byť pred senzorom a ubezpečiť sa, že snímač vidí hlavu a hornú časť tela. Nie je potrebné vykonať žiadnu konkrétnu činnosť, pózu alebo kalibrácie pre sledovanie používateľa [14].



Obr. 1: Skelet pred zeleným pozadím

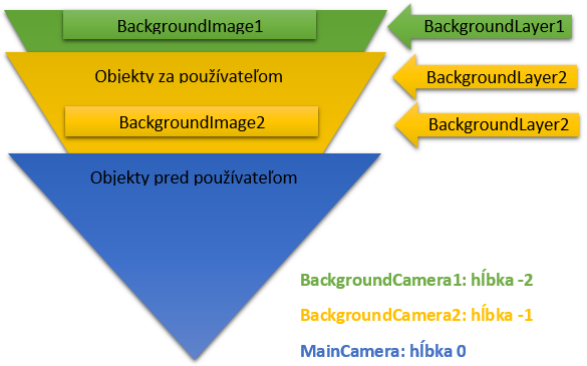
Rozhranie na odstránenie pozadia poskytuje možnosti zelenej obrazovky pre jedného používateľa. Sledovaný používateľ je zadaný a rozpoznaný pomocou ID skeletu. Toto rozhranie používa rôzne techniky

spracovania obrazu na zlepšenie stability a presnosti masky používateľa v každom hĺbkovom rámci. Snímanie môže byť nakonfigurované tak, aby vybral ľubovoľného používateľa alebo viacerých používateľov ako popredie a odstránil ostatné farebné pixely zo scény [15]. Na obrázku 2 vidno, že Kinect senzor rozpoznal dvoch používateľov a aj psa, pretože sa pohyboval pred používateľmi a Kinect senzor rozpoznal obrysy psa.

Obr. 2: Rozpoznanie viacerých používateľov

Postup podľa, ktorého sme postupovali pri odstraňovaní pozadia v Unity bol pomerne zložitý. V prvom rade bolo potrebné vytvoriť 2 objekty s komponentom `GUI Texture`. Jeden z objektov `BackgroundImage1` poslúžil na vykreslenie pozadia scény, takže tomuto objektu sme mohli vybrať vhodný obrázok pre nastavenie textúry. Druhý objekt `BackgroundImage2` sa použil na vykreslenie detegovaných používateľov, textúru jeho komponentu `GUI-Texture` nie je potrebné nastavovať. V Unity sa textúry vykresľujú zdola nahor, zatiaľ čo obraz Kinectu sa vykresľujú zhora nadol. Preto bolo potrebné nastaviť Y mierku objektu na hodnotu -1. Pre poskytnutie funkcií na odstránenie pozadia sa do objektu `KinectController` pridal skript `BackgroundRemovalManager`. Objektu `BackgroundImage2`, ktorá poslúžila na vykreslenie používateľov sa pripojil skript `ForegroundToImage`, tento skript nastavil poprednú textúru vytvorenú pri spustení skriptu `BackgroundRemovalManager` ako textúru komponentu `GUI-Texture`.

Na zobrazenie používateľa na pozadí aplikácie boli potrebné v nástroji Unity vytvoriť tri kamery. Kamery získavali dáta z Kinect senzora, ale každá kamera mala inú funkciu. `BackgroundCamera1` bola určená na vykreslenie pozadia a `BackgroundCamera2` na vykreslenie používateľa a nakoniec hlavná kamera na vykreslenie objektov na pozadí. Pre správne vykresľovanie pozadia kamier bolo potrebné pre kamery pozadia pridať 2 vrstvy. Objektu `BackgroundImage1` sa nastavila vrstva `BackgroundLayer1` a `BackgroundImage2` vrstva `BackgroundLayer2`. Zároveň sa kamere `BackgroundCamera1` nastaví vrstva `BackgroundLayer1`, bolo potrebné nastaviť hĺbku na -2 a parameter `Clear flags` na `Solid color`. Výsledkom bolo, že najskôr sa vykreslila táto kamera, vymazal sa výstup a potom sa vytvorila textúra `BackgroundImage1`. Druhej kamere `BackgroundCamera2` sa nastavila vrstva `BackgroundLayer2`, hĺbka sa nastavila na -1 a parameter `Clear flags` sa nastavila na `Depth only`. Znamenalo to, že táto kamera sa vykreslila ako druhá, nevymazali sa predchádzajúce vykresľovania, ale vykreslila sa textúra `BackgroundImage2`. Nakoniec sa nastavila hĺbka hlavnej kamery na 0, a parameter `Clear flags` na `Depth only`. Vrstvy sa označili všetky okrem `BackgroundLayer1` a `BackgroundLayer2`, pretože tie už boli vykreslené kamerami na pozadí. Týmto spôsobom hlavná kamera vykreslila všetky ostatné vrstvy na scéne. Na obrázku 3 možno vidieť grafické znázornenie snímania kamier. Pre pripomenutie `BackgroundImage1` je textúra pozadia, a `BackgroundImage2` je textúra používateľa.



Obr. 3: Grafické znázornenie hĺbky kamier

1.3 Príprava objektov a pripojenie objektov na kĺby

Nasledujúcim krokom pri riešení problému bola príprava objektov, ktoré sa pripnú na jednotlivé kĺby používateľa. Rozhodli sme sa pre 2D objekty. Pri tvorbe objektov sme sa inšpirovali postavami z Marvel a DC komiksov. V príprave objektov s nami spolupracovala Miriam Tábiová, navrhnuté objekty si môžete prezrieť na obrázku 4.

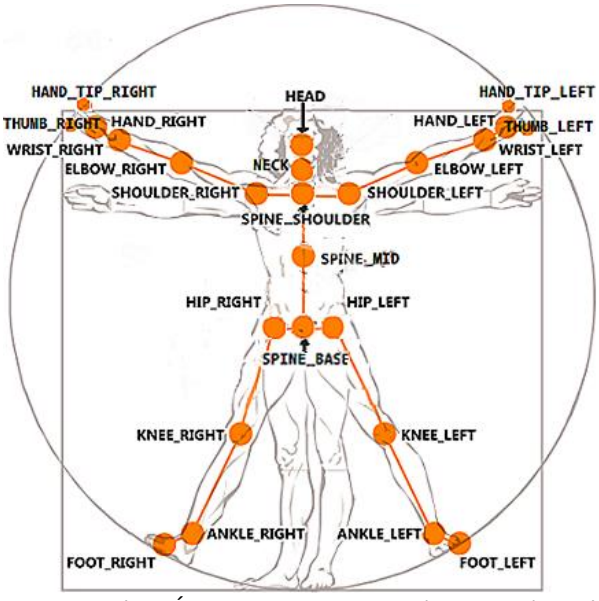
Obr. 4: Návrh objektov pre aplikáciu

Tieto obrázky bolo potrebné ešte v editore obrázkov v Unity poupravovať. Konkrétne bolo potrebné zmeniť ústredný bod obrázka. Východiskové nastavenie tohto bodu je v strede obrázka, ale keďže sme chceli vrchnú časť oblečenia pripnúť na začiatok hrudnej kosti, museli sme zmeniť ústredný bod na obrázku.

Aplikácia bola inšpirovaná demo verziami z balíka MS-SDK, ktoré sú dostupné v Asset Store v Unity. Je to súbor príkladov, ktoré využívajú niekoľko hlavných skriptov. Ukazuje, ako sa dajú použiť avatary pomocou Kinectu, detegovanie gest alebo iné veci súvisiace s Kinectom.

V našej aplikácii bolo potrebné využiť skript `KinectManager` z balíka MS-SDK pre správne manažovanie dát a snímača. Hlavnú funkciu prekrytia kĺbu používateľa daným objektom nám poskytoval skript `JointOverlayer`. Tento skript bol tiež pridaný objektu `KinectController`. Princíp prekrytia spočíva v zavolaní metódy `GetJointPosColorOverlay (userId, iJointIndex, foregroundCamera, backgroundRect)` z triedy `KinectManager` a umiestnenie objektu na túto získanú pozíciu.

Kinect nám poskytuje vybrať si až 25 kĺbov, tieto kĺby sú vyznačené na obrázku 5.



Obr. 5: Pozície kĺbov Kinect skeletu vzhľadom na ľudské telo. Zdroj: [16]

1.4 Gestá a pózy

Kinect sleduje naše pozície kĺbov užívateľa 30 snímok za sekundu. Ak sa niektoré konkrétne body presunú do konkrétnych relatívnych pozícií za dané časové obdobie, potom Kinect deteguje gesto. Takže pokiaľ Kinect sníma, gesto je relatívna poloha niektorých kĺbov za daný počet snímok [17].

Kinect poskytuje Visual Gesture Builder pomocou, ktorého si môžeme vytvoriť svoje vlastné gestá. Keďže Kinect dokáže rozoznať niekoľko z nich ako je napríklad zdvihnutie pravej ruky, zdvihnutie ľavej ruky, výskok, mávnutie, rozpaženie, švihnutie rukou doľava/doprava a viacero iných, rozhodli sme sa, že nie je potrebné vytvárať nové gestá.

Pre zmenu pozadia sme sa použili gesto zdvihnutie ľavej ruky, pre zmenu kategórie kostýmov sme použili gesto zdvihnutie pravej ruky a pre zmenu kostýmov v danej kategórie sme zvolili gesto švihnutia ruky doľava/doprava.

V prvom rade bolo potrebné implementovať rozhranie `GestureListenerInterface` do hlavnej triedy a v metóde `UserDetected ()` pomocou triedy `KinectManager` zavolať metódu `DetectGestures (userId, KinectGestures.Gestures.xxxxx)`. Následne v metóde `GesturesCompleted()` pridať časť kódu, ktorý sa po ukončení gesta má vykonať. Ak by sme chceli, aby sa niečo vykonalo po zrušení gesta, tak tú časť kódu vložíme do metódy `GestureCanceled()`.

Keďže sme sa rozhodli pre aplikáciu typu fotobúdky, bolo potrebné vyriešiť spôsob akým zavoláme metódu na vytvorenie fotografie. Ručné ovládanie kurzora môže byť niekedy zložité. Preto sme sa rozhodli, že metódu zavoláme interakciou ruky, konkrétne uchopením. Do metódy `HandGripDetected (long userId, int userIndex, bool isRightHand, bool isHandInteracting, Vector3 handScreenPos)` z rozhrania `InteractionListenerInterface` sme vložili kód, ktorý sa má vykonať po uskutočnení gesta. V našom prípade je to vytvorenie objektu triedy `PhotoShooter` a zavolanie metódy na vytvorenie a uloženie fotografie.

1.5 Zmena mierky

Pri testovaní objektov, ktoré prekrývajú kĺby používateľa sme zistili, že objekty majú rovnakú mierku napriek tomu, že používateľ odďaľuje alebo približuje k snímaču. Riešením tohto problému bolo v metóde `Start()` v triede `JointOverlayer` získanie počiatočnej vzdialenosti objektu od kamery, pomocou metódy `Vector3.Distance(foregroundCamera.transform.position, overlayObject.transform.position)`, a počiatočné mierky objektu. Potom sme v metóde `Update()` zistili aktuálnu vzdialenosť nájdením rozdielu od počiatočnej vzdialenosti a nakoniec sme zmenili mierku objektu v závislosti od aktuálnej vzdialenosti od počiatočnej vzdialenosti.

Ak sme hodnoty mierky a rozdiel vzdialeností násobili a v prípade, že rozdiel bol menší ako 0, tak sa nám objekt preklopil, pretože mierka Y bola menšia ako 0 a objekt sa zobrazil preklopene na osi Y. Na nasledujúcom obrázku možno vidieť ako by sa preklopené 2D objekty zobrazil.

Obr. 6: Preklopenie na osi Y a nesprávne vypočítanie mierky 2D objektov

Bolo potrebné si uvedomiť, že keď sa rozdiel počiatočnej vzdialenosti a aktuálnej vzdialenosti zmenšuje, tak sa mierka objektu má zväčšovať a naopak, ak sa rozdiel zväčšuje, tak sa mierka objektu má zmenšovať. Preto sme od počiatočnej mierky objektu odpočítali rozdiel vzdialeností a získali sme požadovanú zmenu mierky objektu.

2 Možné vylepšenie aplikácie

Pôvodným zámerom našej aplikácie bolo použitie 2D objektov. Zhodnotili sme, že tieto objekty sú na ukázanie možnosti snímania kamery a vysvetlenie vrstvenia je postačujúce. Ukázalo sa však, že pre realistické zobrazenie kostýmov by bolo najvhodnejšie použiť 3D modely.

Tieto 3D modely musia byť formátu fbx. Vhodným nástroj pre vytvorenie 3D modelov by bol Blender. Podporuje modelovanie a vykresľovanie 3D počítačovej grafiky, animácií a filmov s využitím rôznych techník [18].

Blender prichádza s bezplatným doplnkom s názvom Rigify, generuje plnú súpravu modelu a pomocou šablóny pomocou armatúry je možné zhotoviť pekný jednoduchý takzvaný rig pre humanoidné postavy. Ak máme 3D model postavy je potrebné vytvoriť modelu kosti. Najzložitejšou časťou je spojiť 3D model s kosťami a až po uistení sa, že 3D model spolu s kostrou funguje správne je možné importovať 3D model do Unity. Správne vytvorenie kostí a prepojenie s 3D modelom je dôležité z dôvodu, že v Unity je potrebné nastaviť typ animácie tohto modelu na humanoidné. V konfigurácii sa znovu treba uistiť či sú jednotlivé kĺby správne priradené [19].

Aplikácia by sa mohla následne pomeniť podľa dostupnej demo verzie šatne. Tá poukazuje na využitie kalibrácie pomocou pózy, prekrytie kĺbov modelmi a zjednotenie s farebným zdrojom dát z kamery ako aj interakcie s používateľským rozhraním Unity a vytváraním fotografií. V tomto prípade by sa o zmenu mierky postarala trieda `AvatarScaler` a o prekrytie používateľa modelom by sa postarala trieda `AvatarController`. Táto trieda prenáša pohyb používateľa zachytených pomocou Kinectu na humanoidný model [20].

Záver

Rozšírená realita je už takmer všade, preto si myslíme, že aplikácia má veľké využitie. V prípade, ak by sa doriešili grafické požiadavky. Aplikácia môže byť prezentovaná ako súčasť popularizačných aktivít, a tak motivovať študentov pre štúdium informatiky. Aplikácie s charakteristikami podobnej našej sú využiteľné pre marketingové spoločnosti. Reklamy

jednotlivých produktov sa môžu prezentovať zákazníkom zaujímavejšou formou. Zároveň má skvelé využitie na rôznych podujatiach v podobe modernej fotobúdky.

Rozšírená realita je technológia, ktorá zmenila tvár aplikácií a hier nielen pre inteligentné telefóny. Táto technológia pridáva informácie a objekty pre zlepšenie pohľadu na skutočný svet a poskytuje používateľom viac informácií o ich prostredí, na rozdiel od virtuálnej reality, ktorá sa pokúša simulovať realitu. Aplikácie rozšírenej reality rastú obrovskou rýchlosťou, pretože poskytujú podnikom iné príležitosti, ktoré sú lákavé pre zákazníkov.

Poďakovanie

Chcela by som sa poďakovať môjmu školiteľovi Mgr. Martinovi Cápayovi, PhD. za cenné rady, pripomienky a odbornú pomoc pri vypracovaní práce, takisto aj za povzbudenie a motivovanie. Zároveň by som sa chcela veľmi poďakovať Katedre informatiky za poskytnutie zariadenia. Nakoniec veľmi pekne ďakujem Miriam Tábiovej za navrhnutie 2D objektov.

Použitá literatúra

[1] The Impact Of Technology On Our Lives [Citované: 18. február 2018] http://mydailyalerts.com/impact-technology-lives

[2] Peter Vnuk (2018) PC Revue 1-2/2018, p. 30

[3] Virtual Reality vs. Augmented Reality [Citované: 18. február 2018] http://www.augment.com/blog/virtual-reality-vs-augmented-reality/

[4] 12 Amazing Uses of Virtual Reality [Citované: 18. február 2018] https://www.entrepreneur.com/slideshow/281073

[5] Augmented Reality vs. Virtual Reality – What's the Difference? [Citované: 19. február 2018] https://learningenglish.voanews.com/a/augmented-reality-versus-virtual-reality/3844772.html

[6] Take a Walk on Mars in Your Own Living Room [Citované: 22. február 2018] https://www.nasa.gov/feature/jpl/take-a-walk-on-mars-in-your-own-living-room

[7] Now you can climb Mount Everest in VR [Citované: 22. február 2018] https://mashable.com/2017/02/14/mount-everest-virtual-reality/#JgbzycwKqqL

[8] Discover stories without limits [Citované: 22. február 2018] http://www.nytimes.com/marketing/nytvr/

[9] Augmented Reality Glasses: What You Can Buy Now (or Soon) [Citované: 19. február 2018] https://www.tomsguide.com/us/best-ar-glasses,review-2804.html

[10] Best way to choose the right augmented reality SDK from top augmented reality tools [Citované: 19. február 2018] https://yourstory.com/mystory/9b743286ec-best-way-to-choose-the-right-augmented-reality-sdk-from-top-augmented-reality-tools

[11] 8 Best augmented reality SDK for AR development for iOS and Android in 2017 [Citované: 20. február 2018] https://www.linkedin.com/pulse/8-best-augmented-reality-sdk-ar-development-ios-android-schmidt

[12] Features [Citované: 20. február 2018] https://msdn.microsoft.com/en-/library/dn782025.aspx

[13] Microsoft už naďalej nebude predávať adaptér k Xbox One Kinect [Citované: 22. február 2018] https://www.techbyte.sk/2018/01/microsoft-koniec-adapter-xbox-one-kinect/

[14] Skeletal Tracking [Citované: 20. február 2018] https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973074.aspx

[15] Background Removal [Citované: 20. február 2018] https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn435663.aspx

[16] JointType Enumeration [Citované: 20. február 2018] https://msdn.microsoft.com/en-us/library/microsoft.kinect.jointtype.aspx

[17] Implementing Kinect Gestures [Citované: 21. február 2018] https://pterneas.com/2014/01/27/implementing-kinect-gestures/

[18] Blender [Citované: 21. február 2018] https://www.blender.org/

[19] Unity Documentation [Citované: 21. február 2018] https://docs.unity3d.com/Manual/BlenderAndRigify.html

[20] Short Descriptions of the Demo Scenes [Citované: 21. február 2018] https://ratemt.com/k2docs/DemoScenes.html

Model optimalizácie rozvrhu úloh klastra pre HPCC s ohľadom na spotrebu elektrickej energie

Optimization Model of Job Scheduling in HPCC with Regard to Power Consumption

Martin Trnik[1]
Školiteľ: Jarmila Škrinárová[2]
[1,2]Katedra informatiky, FPV UMB, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica,
[1] mtrnik@studenti.umb.sk, [2] jarmila.skrinarova@umb.sk

Abstrakt
Článok sa zaoberá optimalizáciou rozvrhu úloh klastra pre vysokovýkonné výpočty. Optimalizačným kritériom je množstvo spotrebovanej elektrickej energie na úlohu. V teoretickej časti práce sa nachádza analýza údajov potrebných k riešeniu úlohy a metodika riešenia úlohy. Praktická časť obsahuje optimalizáciu reálnych údajov z vysokovýkonného výpočtového klastra na Univerzite Mateja Bela.

V práci boli použité aktuálne metódy pre riešenie problémov tohto typu - distribuovaná služba BigQuery dostupná v rámci služieb pre cloudové výpočty ponúkaných spoločnosťou Google, určená na interaktívne dátové analýzy nad veľkými údajmi, softvérová knižnica OR Tools (známa tiež aj ako Google Optimization Tools) určená na optimalizáciu zložitých problémov a nástroj Business Intelligence Tableau.

Kľúčovým prínosom práce je zistenie, aké množstvo elektrickej energie by sa dalo ušetriť upravením plánovacích algoritmov podľa princípov zeleného počítania.

Kľúčové slová: HPCC, spotreba energie, analýza záznamov, BigQuery, OR Tools

Abstract
The paper deals with the optimization of job schedule in high-performance computing cluster. An objective function is the amount of electricity consumed per job. In the theoretical part of the paper there is analysis of data needed to solve the task and methodology of solving the task. The practical part contains the optimization of real data from a high-performance computing cluster at Matej Bel University.

Current methods for solving issues of this type were used - distributed BigQuery service available in Google's cloud computing services, which is intended for interactive data analysis over large data, the OR Tools software (also known as Google Optimization Tools) designed for optimization of complex issues and Business Intelligence Tool Tableau.

The key benefit of the work is to find out how much electrical energy could be saved by modifying planning algorithms according to green computing principles.

Key Words: HPCC, power consumption, log analysis, BigQuery, OR Tools

Úvod

Vysokovýkonné výpočtové klastre (ďalej „HPC klastre“, Clusters for High-Performance Computing, často aj ako HPCC) sú dnes jednou z dôležitých súčastí mnohých vedeckých a komerčných pracovísk. Slúžia na vykonávanie masívnych a dlhotrvajúcich výpočtov, ktoré nie je možné vykonávať na obyčajných personálnych počítačoch, buď z nepostačujúcich pamäťových alebo výpočtových dôvodov. Tieto rozsiahle výpočtové centrá, náročné na chladenie, patria medzi významných odberateľov elektrickej energie, čo zvyšuje prevádzkové náklady ich prevádzkovateľom a sekundárne spôsobuje zhoršovanie životného prostredia. Preto sa začala rozvíjať iniciatíva environmentálne udržateľných výpočtov „Zelené počítanie“ (angl. *Green Computing*). Cieľom tejto iniciatívy je presadzovať znižovanie spotreby elektrickej energie IT sektora. [1] V súlade s iniciatívou zeleného počítania skúmame spotrebu elektrickej energie HPC klastra na Univerzite Mateja Bela v Banskej Bystrici [2] a hľadáme možnosti zníženia spotreby elektrickej energie zmenou rozvrhovania úloh na jeho výpočtové uzly. Cieľom práce je zistiť, aké množstvo elektrickej energie je možné ušetriť upravením plánovacích algoritmov s ohľadom na spotrebu elektrickej energie.

V záujme dosiahnutia cieľu sme navrhli a implementovali Google BigQuery skript na zistenie záťaže úlohy, vykonali polynomiálnu regresiu na zistenie vzťahu medzi záťažou a spotrebou elektrickej energie a implementovali program na základe

algoritmu na riešenie dopravnej úlohy, ktorý sme modifikovali tak, aby bol použiteľný pre riešenie nášho problému.

Relevantným výskumom sa zaoberá aj práca „*Energy Efficiency for Large-Scale MapReduce Workloads with Significant Interactive Analysis*“, [3] v ktorej pracovníci univerzity Berkeley, California v spolupráci s pracovníkmi spoločnosti Facebook opisujú, ako optimalizovaním rozvrhovania úloh s ohľadom na spotrebu elektrickej energie pri zachovaní dostupnosti a kvality služieb znížili energetickú náročnosť pri niektorých typoch úloh o 40 až 50 %. Optimalizáciou, vytváraním modelov a simuláciami sa zaoberajú aj práce „*Implementation and evaluation of scheduling algorithm based on PSO HC for elastic cluster criteria*“ [4] a „*GPGPU based job scheduling simulator for hybrid high-performance computing systems*“. [5]

Táto práca je voľným pokračovaním našich predchádzajúcich prác „*Programovacia paradigma MapReduce pre prácu s Big Data*“, [6] „*Mnohorozmerná analýza rozvrhovania vo vysokovýkonných počítačových systémoch*“ [7] a „*Analýza činiteľov ovplyvňujúcich spotrebu elektrickej energie klastra pre vysokovýkonné výpočty*“. [8]

Práca pozostáva zo štyroch kapitol. V prvej kapitole sa nachádza analýza riešeného problému, použitých údajov a všeobecný náčrt riešenia. V kapitole číslo 2 sme náčrt riešenia podrobnejšie rozpracovali a navrhli konkrétne riešenie, ktorého implementáciu sme detailne opísali v kapitole 3. V kapitole 3 sme kvôli väčšej zrozumiteľnosti uviedli aj niekoľko ilustračných príkladov. Kapitola 4 obsahuje zhodnotenie dosiahnutých výsledkov.

1 Analýza riešeného problému a náčrt riešenia

Nájdenie optimálneho rozvrhu patrí medzi NP - ťažké problémy. Rozvrhovanie úloh je špecifikované množinou zdrojov výpočtového systému, množinou úloh, ktoré musí systém vykonať a optimalizačným kritériom. Medzi štandardne používané optimalizačné kritériá patria: [9]

- čas dokončenia poslednej úlohy (angl. *makespan*),
- celkový čas dokončenia všetkých úloh,
- oneskorenie oproti plánovanému času dokončenia úlohy,
- maximálna doba obehu úloh v systéme (angl. *flowtime*).

Prístup zeleného počítania, ktorý sa s ohľadom na vysokú energetickú náročnosť IT sektora v súčasnom období snažia aplikovať významné spoločnosti a inštitúcie definuje ďalšie kritériá, ako napríklad energetická efektívnosť výpočtového systému. [10] Energetickú efektívnosť výpočtového systému je možné definovať:

- množstvom vykonaných výpočtov s plávajúcou desatinnou čiarkou na jednotku spotrebovanej elektrickej energie [flops/w], [11]
- množstvom elektrickej energie, spotrebovaným na vykonanie úlohy.

V tejto práci ako kritérium používame množstvo elektrickej energie, spotrebované na vykonanie úlohy. Na dosiahnutie optimalizácie (minimalizácie) spotreby elektrickej energie výpočtového systému, na základe tohto kritéria, sme zostavili nasledujúci náčrt riešenia:

1. z údajov o vykonávaných úlohách spätne zložiť rozvrh vykonávaných úloh (bližšie informácie v kapitole 3.1),
2. z údajov o záťaži na uzloch výpočtového systému pre každú vykonávanú úlohu spätne určiť záťaž, ktorú úloha na výpočtovom systéme spôsobila (bližšie informácie v kapitole 3.2),
3. určiť účelovú funkciu ako vzťah medzi záťažou a spotrebou elektrickej energie (bližšie informácie v kapitole 3.3),
4. vykonať optimalizáciu pomocou vhodného optimalizačného algoritmu (bližšie informácie v kapitole 3.4),
5. porovnať a zhodnotiť výsledky (bližšie informácie v kapitole 4).

Aby sme mohli riešiť našu úlohu, potrebujeme detailné údaje o:

- výpočtových prostriedkoch klastra,
- úlohách, ktoré sú (boli) na klastri vykonávané.

Analyzovali sme údaje, týkajúce sa výpočtových prostriedkov a úloh, ktoré sme zbierali v druhej polovici novembra 2017. Tieto údaje sme rozdelili do časových okien po dňoch.

1.1 Údaje o úlohách

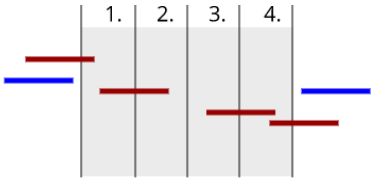
Údaje o vykonávaných úlohách pochádzajú z plánovacieho systému TORQUE [12], ktorý zabezpečuje plánovanie, spúšťanie a manažovanie úloh na skúmanom HPC klastri a ukladá všetky údaje o svojej činnosti do logov priamo na klastri. Z dostupných údajov sme sa zamerali hlavne na údaje:

- identifikačné číslo úlohy,
- čas začiatku vykonávania úlohy,
- čas ukončenia vykonávania úlohy,

- výpočtové uzly, na ktorých bola úloha vykonávaná,
- počet výpočtových jadier, ktoré úloha na svoje vykonávanie požadovala.

Za skúmané časové obdobie sú k dispozícii údaje o 389 výpočtových úlohách, ktoré boli v systéme vykonávané. Brali sme do úvahy úlohy, ktorých vykonávanie začalo pred prvým časovým oknom a zasiahlo aspoň do prvého časového okna alebo ich vykonávanie začalo počas určitého časového okna. Pre lepšie pochopenie uvádzame obrázok 1. Hranice časových okien sú znázornené vertikálnymi čiarami, vykonávané úlohy horizontálnymi. Úloha, ktorú sme brali do úvahy je znázornená hnedou farbou a úloha, ktorú sme nebrali do úvahy je znázornená modrou farbou.

Obrázok 1 Ilustrácia úloh v oknách



1.2 Údaje o výpočtových prostriedkoch klastra

Údaje o jednotlivých uzloch HPC klastra pochádzajú z monitorovacieho systému Zabbix [13], ktorý monitoruje skúmaný HPC klaster v pravidelných intervaloch a namerané údaje ukladá do relačnej databázy. Z údajov uložených v databáze sme sa zamerali na údaje o:

- spotrebe elektrickej energie uzla [w],
- záťaži na uzle (z prostredia operačného systému Linux známe ako parameter *cpu.load*). Ide o reálne číslo <0, n>. Čím je číslo väčšie, tým viac je systém zaťažený.

Extrahovali sme uvedené údaje do tzv. časových okien. Časové okná budú potrebné pri optimalizovaní dlhšieho časového obdobia. Export každého parametra pre každý výpočtový uzol v časovom okne sa nachádza v samostatnom súbore, čo pre 34 výpočtových uzlov za skúmané časové obdobie (cca 2 týždne) znamená 884 súborov s celkovou veľkosťou 1,5 GB.

2 Návrh riešenia problému

V kapitole 2 podrobnejšie rozpracovávame náčrt riešenia z predchádzajúcej kapitoly. Z analýzy údajov v predchádzajúcej kapitole môžeme vidieť, že použité údaje spĺňajú charakteristiky mnohorozmerných údajov. Mnohorozmerné údaje (angl. *Big Data*) sú údaje, o ktorých vieme vo všeobecnosti povedať, že sú rôznorodé, že je ich veľké množstvo a že správnym interpretovaním vieme získať hodnotné informácie. [14] Existujú rôzne prístupy k analyzovaniu takéhoto druhu údajov: [15]

- dávkový (pomocou programovacej paradigmy MapReduce),
- interaktívny (pomocou distribuovaného analytického systému Dremel).

V našej práci sme v záujme zistenia toho, aké množstvo elektrickej energie je možné ušetriť potrebovali prepojiť údaje z monitorovacích nástrojov. Na základe analýzy úlohy sme zvolili interaktívny prístup spracovania historických údajov zo sledovaného obdobia pomocou systému Dremel, ktorý je v rámci Google Cloud Platform (ďalej "GCP") dostupný cez službu Google BigQuery.

Údaje o úlohách a výpočtových prostriedkoch klastra sme analyzovali pomocou dopytov v Google BigQuery. Analyzované údaje sme použili ako vstup do optimalizačného programu.

Na optimalizáciu rozvrhu úloh s cieľom zníženia spotreby elektrickej energie je možné využiť modifikovaný algoritmus dopravnej úlohy. Cieľom je nájsť minimálnu hodnotu účelovej funkcie, ktorá na základe údajov o zaťažení úlohy modeluje spotrebu elektrickej energie.

Na vytvorenie modelu spotreby elektrickej energie klastra sme využili polynomiálnu regresiu so vstupným parametrom záťaž úlohy a výstupným parametrom spotrebou elektrickej energie uzla.

Výstupom algoritmu je optimalizovaný rozvrh spolu s odhadovanou spotrebou elektrickej energie pre každú úlohu.

Odhadovanú spotrebu elektrickej energie pre každú úlohu porovnávame s odhadom skutočnej spotreby elektrickej energie, ktorý sme získali so spätného zloženia rozvrhu.

Samotné riešenie problému opisujeme v kapitole 3.

3 Spracovanie údajov

V tejto kapitole je podrobne rozpracované riešenie problému v krokoch navrhnutých v kapitole 1. Spracovanie údajov prebiehalo v štyroch etapách.

3.1 Spätné skladanie rozvrhu

V prvej etape bolo potrebné z údajov o úlohách spätne zložiť pôvodný rozvrh, ktorý v podobe Ganttovho diagramu môžeme vidieť na obrázku 2. Na y-ovej osi sa

nachádza zoznam uzlov HPC klastra, ktoré boli v skúmanom časovom období v prevádzke. Na x-ovej osi sa nachádzajú časové okná. Rôzne úlohy sú označené rôznymi farbami. Na diagrame nie je viditeľných všetkých 389 úloh, pretože niektoré úlohy sú vykonávané súbežne na 1 uzle alebo sú príliš krátke na to, aby boli na diagrame viditeľné.

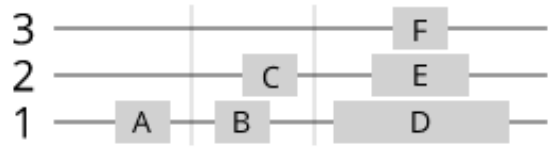
3.2 Záťaž úlohy

Z údajov o uzloch (bližšie informácie v kapitole 1.1) poznáme údaje o zaťažení uzla. Ako vstup do optimalizačného algoritmu potrebujeme informáciu o tom, ktorá úloha akou mierou záťaž uzla spôsobuje. Vzhľadom na skutočnosť, že jednotlivé úlohy sa na uzloch prelínajú, bolo potrebné záťaž pre konkrétnu úlohu zo záťaže systému zisťovať v algoritme po krokoch:

1. V prvom kroku bolo potrebné nájsť úlohy, ktoré aspoň istú časť svojho vykonávania v časovom okne boli na uzle vykonávané samostatne. V rámci časového intervalu, počas ktorého boli vykonávané samostatne sme vypočítali priemer záťaže z údajov o uzle. Priemer predstavuje záťaž, ktorú sme úlohe priradili.
2. V druhom kroku sme určili záťaž úloh, ktoré počas svojho vykonávania v časovom okne nikdy neboli na uzle vykonávané samé, ale aspoň istú časť svojho vykonávania boli vykonávané spolu s úlohou, ktorej záťaž sa podarilo určiť v prvom kroku. Záťaž sme rovnako ako v prvom kroku vypočítali ako priemer záťaže z údajov o uzle, ale navyše sme odpočítali záťaž súbežne vykonávanej úlohy z kroku 1.
3. V každom ďalšom kroku sme postupovali iteratívne presne tak isto, až kým sme neurčili záťaž všetkých úloh.

Pre lepšie pochopenie uvádzame obrázok 3, ktorý ilustruje vykonávanie úloh na jednom z uzlov.

Obrázok 3 Výpočet záťaže pre úlohu



Na uzle, ktorý obsahuje 3 procesory sú vykonávané úlohy A až F. Úloha A je vykonávaná samostatne, takže celú záťaž uzla v danej chvíli spôsobuje jedine táto úloha. Preto môžeme ako záťaž úlohy A určiť priemernú hodnotu záťaže uzla počas vykonávania tejto úlohy.

Úlohy B a C sa čiastočne prekrývajú, ale obe sa na nejaký čas v systéme ocitnú samostatne. Záťaž úlohy B je možné určiť ako priemer záťaží uzla pred začatím vykonávania úlohy C. Záťaž úlohy C je možné určiť ako priemer záťaží uzla po ukončení vykonávania úlohy B.

Pre úlohy A až C stačilo použiť krok 1) z vyššie uvedeného algoritmu. Takisto záťaž úlohy D je možné vypočítať ako priemer záťaží uzla pred začatím úlohy E a po skončení jej vykonávania.

Úlohy E a F sa v systéme nikdy samostatne neocitnú, ich záťaž sa dá ale určiť podľa algoritmu v krokoch 2 a 3. Počas vykonávania úlohy E je záťaž na uzle spôsobená súbežne vykonávanými úlohami D a E. Záťaž, ktorú spôsobuje úloha D sme už zistili. Záťaž úlohy E teda vieme určiť ako priemer záťaží uzla počas vykonávania úlohy E mínus záťaž úlohy D. Rovnako záťaž úlohy F vieme určiť ako priemer záťaží uzla počas jej vykonávania mínus záťaže úloh D a E.

3.3 Model spotreby elektrickej energie klastra

Na základe času merania a uzla sme prepojili údaje o nameraných spotrebách elektrickej energie a záťažiach na uzloch. Na prepojených údajoch sme hľadali vzťah medzi záťažou na uzle a spotrebou elektrickej energie. Tento vzťah sme získali polynomiálnou regresiou údajov (pozri Obrázok 4). Na x-ovej osi sa nachádza nameraná záťaž uzla, na y-ovej osi nameraná spotreba elektrickej energie vo wattoch (bližšie informácie o údajoch sa nachádzajú v kapitole 1.2) Na obrázku môžeme vidieť aj trendovú krivku, na základe ktorej sme odhadovali vzťah medzi záťažou a spotrebou elektrickej energie, ktorý môžeme vyjadriť rovnicou 1:

$$\begin{aligned} spotreba = \\ &+ 0.0037 * zataz\_ulohy^3 \\ &- 0.4019 * zataz\_ulohy^2 \\ &+ 13.7085 * zataz\_ulohy \\ &+ 93.2752 \end{aligned} \quad (1)$$

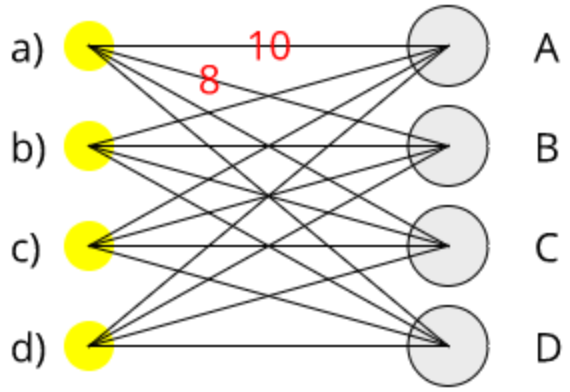
Polynomiálnu regresiu nám pomohol vykonať nástroj Tableau.

3.4 Optimalizácia spotreby klastra pomocou modifikovanej metódy dopravnej úlohy

Úloha rozvrhovania úloh na výpočtové uzly je v princípe dopravná úloha, pri ktorej treba tovar (v našom prípade úlohy) rozdistribuovať do prevádzok (v našom prípade

výpočtové uzly) za čo najnižšiu cenu (v našom prípade spotrebu elektrickej energie) (pozri Obrázok 5).

Obrázok 5 Ilustrácia dopravnej úlohy



Na ľavej strane grafu sa nachádzajú úlohy a) až d), na pravej strane grafu sa nachádzajú uzly A až D. Na hranách medzi úlohami a uzlami sú červenou farbou naznačené ceny vykonávania úlohy a) na uzle A a úlohy a) na uzle B. Úlohou programu, ktorý vykonáva optimalizáciu je nájsť také priradenie úloh na uzly, ktoré spotrebuje najmenej elektrickej energie podľa vzťahu určeného rovnicou 1. Na ilustračnom obrázku je počet úloh a počet uzlov rovnaký, čo spravidla v realite väčšinu času nebýva.

Na optimalizáciu sme využili algoritmus na výpočet dopravnej úlohy. Navrhli sme jeho modifikáciu tak, aby bol použiteľný na dynamicky meniaci sa systém. Modifikácia štandardného algoritmu bolo nutné vykonať, pretože matica cien nie je staticky vopred daná, ale sa dynamicky mení podľa aktuálneho rozvrhu úloh v systému. Takisto aj úlohy dynamicky prichádzajú a odchádzajú, takže sa plánovanie musí vykonávať postupne a nie naraz.

Pri vykonávaní optimalizácie sme v našom programe použili knižnicu OR Tools, ktorú na svoje výpočty vyvinula spoločnosť Google a sprístupnila ju verejnosti pod licenciou Apache 2.0.

4 Dosiahnuté výsledky

Výsledok priebehu spotreby elektrickej energie podľa toho, ako úlohy prichádzali do systému je možné vidieť na obrázku 6. Graf obsahuje dve krivky - oranžová krivka predstavuje spotrebu systému na základe pôvodne reálne vykonaného rozvrhu, modrá krivka predstavuje spotrebu dosiahnutú vďaka rozvrhovaniu úloh na uzly s cieľom dosiahnutia najnižšej možnej spotreby. Každý záznam na X-ovej osi predstavuje vstup novej úlohy do systému, Y-ová os predstavuje okamžitú spotrebu systému vo wattoch v čase začiatku vykonávania novej úlohy.

Na grafe môžeme vidieť, že pri vstupe prvých 40 úloh do systému sa krivky prekrývajú. Algoritmus ešte nemá dostatok údajov na to, aby našiel optimálne (pseudooptimálne) riešenie. Krivky sa začínajú od seba vzďaľovať postupne s narastajúcim množstvom úloh v systéme.

Vypočítaním priemernej hodnoty spotreby elektrickej energie pre každú z kriviek sme zistili, že priemerná okamžitá spotreba elektrickej energie pri oranžovej krivke je 4005,35 w. Pri modrej krivke je priemerná hodnota okamžitej spotreby elektrickej energie 3485,18 w. Takto upraveným rozvrhovaním by bolo možné ušetriť zhruba 13% spotreby elektrickej energie.

Záver

V práci sme naplnili ciele, ktoré sme si zadefinovali. Pomocou BigQuery skriptu, polynomiálnej regresie a algoritmu na riešenie dopravnej úlohy, ktorý sme modifikovali tak, aby bol použiteľný pre dynamicky meniace sa systémy a implementovali do optimalizačného programu sme vykonali analýzu a následnú optimalizáciu rozvrhovania úloh vykonávaných v druhej polovici novembra 2017 na HPCC Univerzity Mateja Bela. Zistili sme, že priemerná spotreba elektrickej energie pred optimalizáciou rozvrhu bola 4005,35 w. Priemerná odhadovaná spotreba elektrickej energie v optimalizovanom rozvrhu predstavovala 3485,18 w. Úpravou rozvrhovania je možné docieliť ideálnu úsporu zhruba 13% elektrickej energie. Uvedomujeme si ale, že rozvrhovanie je zložitý problém. Do procesu rozvrhovania vstupujú aj ďalšie faktory, nie len množstvo vyžadovaných procesorov pre úlohu. Medzi tieto faktory patria požiadavky na hardvér či softvér, ktorý nie je rovnako dostupný na každom uzle a vzájomné závislosti medzi úlohami. Tieto faktory sme pri našej optimalizácii nebrali do úvahy. Problematické je aj to, že je veľmi náročné dopredu odhadnúť záťaž úlohy. Zrejme by sa na to dali použiť neurónové siete, ktoré by sa učili typy úloh v dlhšom časovom intervale.

Použitá literatúra

[1] MITTAL, S., *„Power Management Techniques for Data Centers: A Survey,"* Oak Ridge National Laboratory, 2014. [Online]. Dostupné na: https://www.academia.edu/6982393/Power

_Management_Techniques_for_Data_Centers_A_Survey. [Cit. 22.2.2018].

[2] *„High Performance Computing Center Univerzita Mateja Bela,"* [Online]. Dostupné na: http://hpcc.umb.sk. [Cit. 22.2.2018].

[3] CHEN, Y [a kol.], *„Energy Efficiency for Large-Scale MapReduce Worklads with Significant Interactive Analysis*," in *EuroSys´12*, Bern, 2012.

[4] ŠKRINÁROVÁ, J., *„Implementation and evaluation of scheduling algorithm based on PSO HC for elastic cluster criteria," Central European journal of Computer Science,* vol. 4, no. 3, pp. 191-201, 2014.

[5] ŠKRINÁROVÁ, J. - POVINSKÝ, M., *„GPGPU based job scheduling simulator for hybrid high-performance computing systems,"* in *IEEE 13th International Scientific Conference on Informatics*, Poprad, SLOVAKIA, 2015.

[6] TRNIK, M., *„Programovacia paradigma MapReduce pre prácu s BigData,"* in *Prírodovedec 2015*, Banská Bystrica, 2015.

[7] TRNIK, M., *„Mnohorozmerná analýza rozvrhovania vo vysokovýkonných počítačových systémoch,"* in *Prírodovedec 2016*, Banská Bystrica, 2016.

[8] TRNIK, M., *„Analýza činiteľov ovplyvňujúcich spotrebu elektrickej energie klastra pre vysokovýkonné výpočty,"* in *Zborník recenzovaných príspevkov*, Banská Bystrica, Nitra, 2017.

[9] ŠKRINÁROVÁ, J., Elastický klaster, Banská Bystrica: Belianum, 2017, 108 s.

[10] BRUSCHI, J [a kol.], *„Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design,"* FEDERAL ENERGY MANAGEMENT PROGRAM, 2011.

[11] *„Green 500*," December 2017. [Online]. Dostupné na: https://www.top500.org/green500/. [Cit. 22.2.2018].

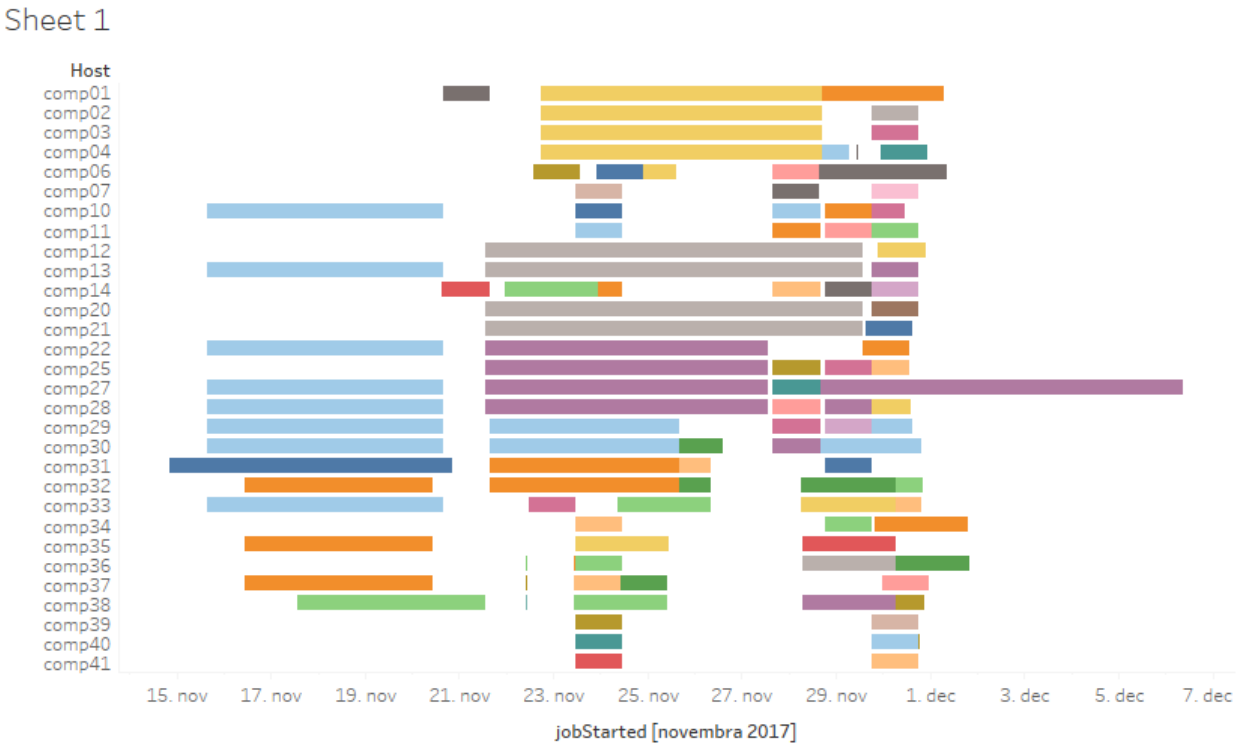
[12] *„TORQUE Resource Manager*," [Online]. Available: http://www.adaptivecomputing.com/products/open-source/torque/. [Cit. 22.2.2018].

[13] *„Zabbix: The Ultimate Enterprise-class Monitoring Platform,"* [Online]. Available: http://www.zabbix.com/. [Accessed 22.2. 2018].

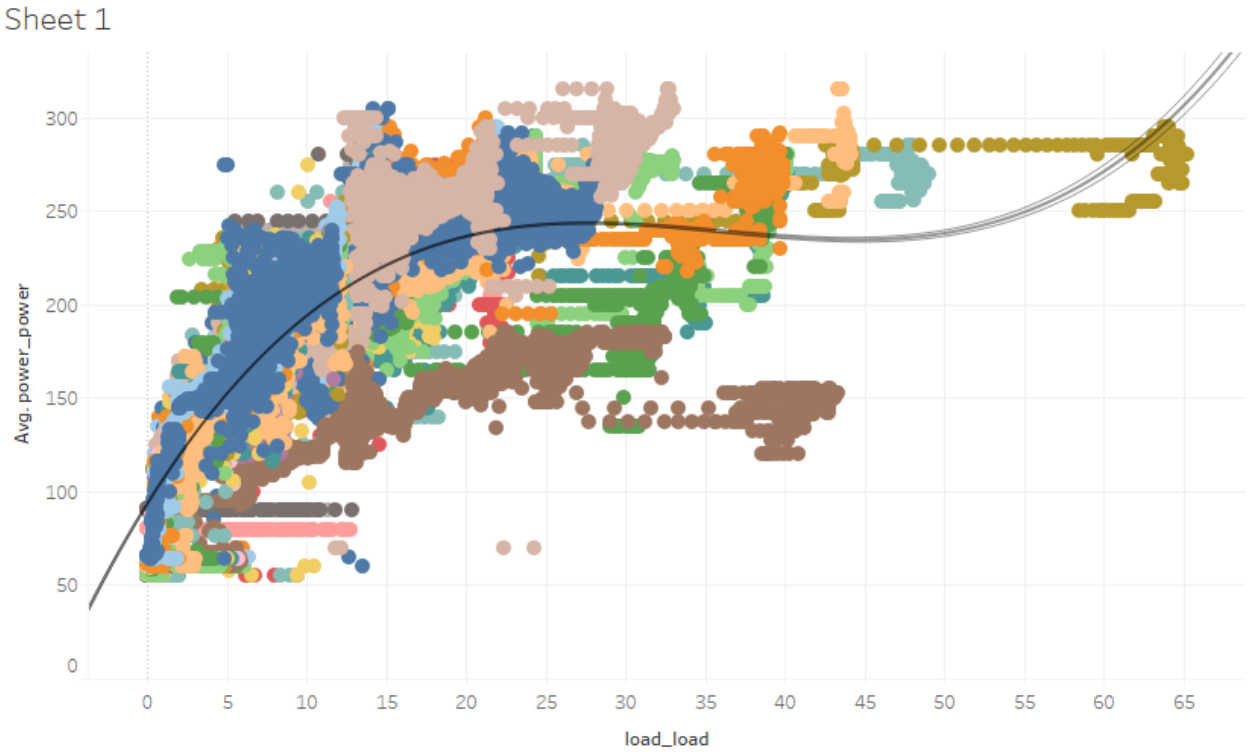
[14] MAYER-SCHÖNBERGER, V. - CUKIER, K., Big Data - Revoluce, která změní způsob, jak žijeme, pracujeme a myslíme, Brno: Computer Press, 2014, p. 256.

[15] SATO, K., *„An Inside Look at Google BigQuery,"* 2012. [Online]. Dostupné na: https://cloud.google.com/files/BigQueryTechnicalWP.pdf. [Cit. 22.2.2018].

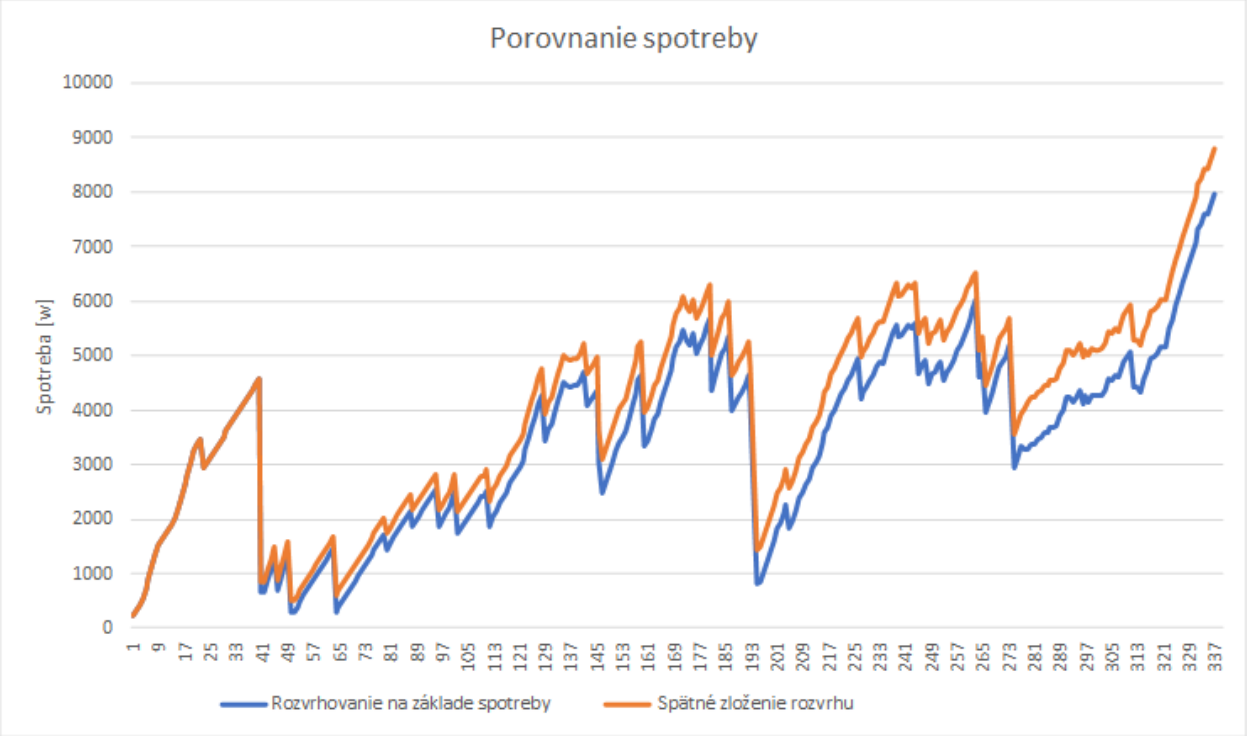
Obrázok 2 Spätne zložený rozvrh



Obrázok 4 Vzťah medzi záťažou uzla a spotrebou elektrickej energie



Obrázok 6 Porovnanie pôvodnej a optimalizovanej spotreby elektrickej energie



Kódovacia hra pre mobilné zariadenie

Coding game for mobile device

Miroslav Virág[1]
Školiteľ: Martin Cápay [2]
[1,2]Katedra informatiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1]miroslav.virag@student.ukf.sk, [2]mcapay@ukf.sk

Abstrakt

Článok sa zaoberá vývojom Kódovacej hry pre mobilné zariadenia s operačným systémom Android, ktorej cieľom je v jednotlivých úrovniach využívať základné algoritmické konštrukcie, a tým rozvíjať logické myslenie a zručnosť programovania. Článok obsahuje popis softvéru použitého na vývoj tejto mobilnej aplikácie a postupy na prácu s ním.

Pri tvorbe hry sme použili rôzny softvér určený hlavne k vývoju hier, medzi ktorý patrí napríklad Unity, v ktorom sme pracovali v programovacom jazyku C#. Pre tvorbu máp bol použitý softvér Tiled a následný export vytvorených máp do Unity zabezpečil jednoduchý program Tiled2Unity.

Hlavným cieľom práce bolo vytvoriť graficky príťažlivú intuitívnu hru pre mobilné zariadenia, ktorá môže byť v praxi použitá na rozvíjanie logického myslenia a výuku základných princípov programovania.

Kľúčové slová: hra, Android, Unity, C#, Tiled

Abstract

The article deals with development of Coding game for mobile devices with Android operation system, which main purpose is to use of basic algorithm constructions and by that to develop logical thinking and skill in programming. The article contains description of software used for development of this mobile game and techniques for working with them.

We have used different kinds of software dedicated mostly to game development for example Unity, in which we worked with C# programming language. Maps were created in software called Tiled and follow-up export of created maps to unity was made by simple program Tiled2Unity.

The main purpose of our work was to develop visually attractive and intuitive game for improvement of logical thinking and for teaching of basic principles of programming.

Key Words: game, Android, Unity, C#, Tiled

Úvod

V dnešnej dobe nie sú tradičné spôsoby výuky programovania pre študentov príťažlivé. Väčšina študentov dnes preferuje viac voľnosti a samoštúdium. Počítačové hry sú jedným z vhodných nástrojov pre vzdelávanie študentov, pretože neslúžia len pre zábavu, ale sú schopné poskytnúť študentovi významné samovzdelávacie prostredie [1].

Medzi najznámejšie kódovacie hry pre mobilné zariadenia patria napríklad LightBot, Kodable a Bee-Bot.

LightBot je hra vytvorená študentom kanadskej univerzity voľne dostupná na webových prehliadačoch. A taktiež je možné ju stiahnuť na mobilné zariadenia s operačným systémom IOS a Android. Hra má dve verzie:

1. LightBot
2. LightBot jr. – jednoduchšia verzia [2].

Cieľom hry je naprogramovať cestu robotovi po bludisku zloženom zo štvorčekov tak, aby prešiel cez všetky modré políčka a rozsvietil ich, pričom jeden krok predstavuje jeden blok. Táto úloha značne komplikuje aj jednoduché mapy a tvorí z nich komplexné problémy.

Kodable je mobilná hra určená iba pre platformy so systémom IOS. Tvorcovia sa vyhli používaniu textu nahrávaním hlasových tutoriálov, takže hru môžu využívať ako vstupnú bránu do sveta programovania aj mladšie deti, ktoré hra zaujme milou grafikou.

Cieľom hry je naprogramovať cestu hlavnej postave – chlpatému mimozemšťanovi, ktorý vykonáva príkaz dovtedy, kým nenarazí na koniec uličky v bludisku a pozbierať pritom mince, ktoré sa tam nachádzajú. Hra obsahuje celkom 105 úrovní, pričom vo voľne dostupnej verzii sa ich nachádza 45. Verzia „Pro“ obsahuje taktiež hodiny slovnej zásoby [2].

Hra Bee-Bot bola vyvinutá na základe Bee-bot robota. Je určený pre deti v predškolskom veku a deti prvého stupňa základných škôl. Využíva sa ako jednoduchý prostriedok pre hravé učenie sa rôznych oblastí ako sú: spoznávanie písmen, spoznávanie čísiel

a orientácia v priestore.[3] Vytvorená mobilná hra je určená len pre platformy s operačným systémom IOS [2]. Na Android je dostupná jej veľmi podobná hra s rovnakým spôsobom ovládania Blue-Bot. Pre splnenie každej úrovne je potrebné určiť (naprogramovať) cestu včele (Bee-Botovi)/Blue-botovi , tak, aby sa dostala na určenú pozíciu, ktorej animácia závisí od herného módu [4]. Bee-Bot/Blue-Bot sa pohybuje po jasne definovaných blokoch, jeden krok predstavuje jeden blok. Dieťa zadáva cestu na paneli vpravo dole, ktorý je v oboch prípadoch identický s ovládaním na reálnom Bee-Botovi.

1 Unity

Unity je mocný integrovaný herný engine a editor, umožňujúci rýchle a efektívne tvorenie objektov, importovanie nových prvkov a ich spájanie prostredníctvom kódu. Editor je postavený na jednoduchom princípe „drag and drop“. Takže je možné v ňom robiť všetko jednoduchým ťahaním myšou napríklad: spájať skripty, priraďovať premenné, alebo tvoriť komplikované prvky zložené z viacerých častí. Unity má tiež integrované skriptovacie prostredie a jeho hlavnou výhodou je možnosť exportovania vytvorenej aplikácie na množstvo rozdielnych platforiem [5].

Pre export projektu vytvoreného v unity je nutné mať nainštalované:

1. Java Development Kit (známy ako JDK),
2. Android SDK tools (sada nástrojov automaticky inštalovaná so softvérom Android studio – softvér pre vývoj mobilných aplikácií pre operačný systém android, je možné ju stiahnuť aj samostatne)

Po inštalácií potrebných prvkov už len stačí do Unity zadať cestu k nim a následne môžeme vytvoriť súbor formátu Apk, ktorý je možný nainštalovať na zariadenie s operačným systémom Android [6].

1.1 Objekty

Unity využíva výraz `gameObject` na reprezentáciu objektov, lebo vnútorne patria pod triedu nazvanú `GameObject`.

Samotný `gameObject` môže byť použitý ako rodič na spravovanie viacerých objektov typu `gameObject` alebo môže obsahovať komponenty, ktoré popisujú zobrazenie a funkcionalitu. Unity poskytuje množstvo prednastavených objektov typu `gameObject`, niektoré sú jednoduché a ideálne pre rýchle vytvorenie prototypu hry. Iné sú plne vyvinuté systémy pre komplexné a sofistikované objekty a špeciálne efekty.

1.2 Komponenty

Komponenty sú stavebné bloky, ktoré špecifikujú `gameObject`.

Každý `gameObject` má svoj `transform`. `Transform` je súbor informácií o pozícii, rotácii a veľkosti objektu [7]. Každý `Transform` môže mať rodiča čo umožňuje hierarchické používanie príkazov týkajúcich sa pozície, rotácie a veľkosti [8].

`Mesh renderer` je komponent zabezpečujúci vykreslenie objektu [7].

`Colider` je nutné použiť, pokiaľ chceme, aby náš `gameObject` bol schopný interakcie s prostredím. Komponent `Colider` má dve hlavné funkcie. Defaultná je zabránenie prechádzania objektov cez definovanú hranicu. V prípade, že je povolená jeho funkcia nazývaná `IsTrigger`, objekt má možnosť prejsť cez definovanú hranicu avšak sa vytvorí udalosť, ktorú je možné zachytiť [7].

Na privedenie hry tvorenej v Unity k životu je nutné naprogramovať skripty, ktoré zabezpečujú funkcionalitu hry a pripínajú sa na `gameObject` rovnako ako ostatné komponenty [7]. Unity priamo podporuje tri skriptovacie jazyky:

1. C#,
2. UnityScript (verzia JavaScriptu),
3. Boo [9].

2 Tiled

Tiled je 2D editor levelov, ktorý pomáha vyvíjať obsah hier. Jeho hlavnou vlastnosťou je upravovať „tile mapy“ rôznych foriem, ale taktiež podporuje vkladanie obrázkov a mnoho spôsobov ako obohatiť tvorenú úroveň extra informáciami, ktoré sú následne v hre využité. V tejto hre je to hlavne `Colider`. Tiled sa zameriava na všeobecnú flexibilitu, pričom sa stále snaží ostať intuitívny [10].

2.1 Tileset

Je súbor malých obrázkov (dlaždičiek), z ktorého je možné tvoriť mapy jednoduchým kopírovaním vo forme kreslenia. Bežná veľkosť jednej dlaždičky je 16X16 bitov alebo 32X32 bitov.

Tileset sa väčšinou šíri vo forme jedného alebo viacerých obrázkov formátu PNG, ktorý sa potom následne rozloží v Tiled podľa zadanej veľkosti na mnoho menších. Pre našu prácu sme využívali 32 bitové tilesety (viď. Obr. 1).

Obr. 1 LPC tileset atlas
Zdroj: [11]

Naimportovaný tileset je možné upravovať. Najvýznamnejšia úprava tilesetu pri tvorbe našej hry bola pridanie `Colideru`. Pridaním `colideru` na jednu dlaždičku zabezpečíme, že celá plocha, ktorá bola pokrytá konkrétnymi dlaždičkami bude obsahovať `colider`.

2.2 Tiled2Unity

Je jednoduchý voľne šíriteľný program s jediným cieľom, a tým je exportovanie máp vytvorených v Tiled do Unity.

Pre export je potrebné zvoliť vytvorený súbor v tiled formátu tmx a zložku, ktorá sa nachádza v súbore hry vytvorenom v unity, do ktorej bude súbor vyexportovaný [12].

3 Princíp hry

Po spustení hry sa hráč dostane do úvodného menu, kde môže spustiť hru, prečítať si návod, otvoriť nastavenia alebo vypnúť hru.

3.1 Menu

V prípade, že je hra spustená prvýkrát alebo boli v nastaveniach vymazané údaje, sa automaticky po ťuknutí na štart spustí prvá úroveň. Pokiaľ už hráč prešiel aspoň prvú úroveň, má možnosť zvoliť si jednu z už prejdených úrovní (viď. Obr. 2), ostatné úrovne sú čiernej farby a nie je možné ich spustiť.

Obr. 2 Výber úrovní

V nastaveniach je možné okrem vymazania údajov, kedy sa hra vráti do stavu prvého spustenia, regulovať zvlášť úroveň hlasitosti hudby a zvukov. Všetky nastavenia a postup v hre samozrejme ostávajú uložené.

3.2 Hra

Každá úroveň sa delí na mapu, po ktorej sa pohybuje hrdina a spodný panel obsahujúci:

1. panel príkazov, z ktorého hráč môže príkazy ukladať ťahaním prsta alebo ťuknutím na príkaz, pričom pri viacerých paneloch sa príkaz po ťuknutí uloží do aktívneho panelu (defaultne nastavený hlavný panel), aktívny panel má bordovú ikonu, prepína sa ťuknutím na ikonu alebo potiahnutím príkazu do jedného z jeho slotov,
2. hlavný panel, do ktorého ukladá príkazy a tvorí tak sekvenciu, ktorá sa vykoná.

V ďalších úrovniach pribudnú postupne ďalšie dva panely reprezentujúce podprogramy, ktoré je možno kombinovať a opakovane využívať.

Po vytvorení algoritmu ho hráč spustí. Hrdina vykonáva jeden príkaz, kým nenarazí na koniec uličky bludiska. V prípade, že sa hrdina dostane po ceste až na koniec úrovne, zobrazí sa tabuľa s hodnotením, v ktorej je možné zvoliť či chce hráč prejsť do ďalšej úrovne, opakovať aktuálnu alebo prejsť do menu.

Hráč má tak isto možnosť vypnúť počas hry hudbu ťuknutím na ikonu v ľavom hornom rohu alebo prejsť do menu ťuknutím na ikonu v pravom hornom rohu.

Animácia hrdinu bola vytvorená zo série obrázkov pre hru Sokoban [13]. Rovnako boli prevzaté aj herné ikony [14], zvuky [15], hudba [16] a font písma [17].

4 Aplikované algoritmické konštrukcie a prvky programovania

Algoritmus je postup alebo návod, ako riešiť zadanú úlohu. Ide o presne stanovený postup ktorý niekomu adresujeme (vykonávateľovi). V informatickej terminológii je adresátom procesor. Algoritmus je postup, ktorého realizáciou získame zo zadaných vstupných údajov po konečnom počte činností v konečnom čase správne výsledky [18].

V našom prípade je algoritmus postupnosť príkazov, ktoré hráč ukladá do vyznačených políčok panelov tak, aby po spustení doviedli hrdinu na druhý koniec vytvorenej úrovne. Pre vytvorenie funkčného algoritmu je hráč nútený využiť základné algoritmické konštrukcie, ktorými sú: sekvencia, vetvenie a cyklus. Vo vyšších úrovniach má k dispozícií aj priestor na vytvorenie podprogramov.

4.1 Sekvencia

Je to najjednoduchšia riadiaca štruktúra. Všeobecne sa dá povedať, že ide o postupnosť príkazov. Je tvorená jedným alebo niekoľkými krokmi, ktoré sa vykonajú pravé raz v danom poradí [19].

V našej hre sekvenciu reprezentuje prvý panel umiestnený pod panelom s príkazmi, z ktorých môže hráč vyberať (viď. Obr. 3). Po spustení príkazov sa vykonajú iba príkazy uložené v tomto paneli.

4.2 Vetvenie

Vetvenie použijeme, ak vykonanie príkazu (alebo skupiny) príkazov je podmienené splnením určitej podmienky. Nesplnenie danej podmienky môže viesť k vykonaniu inej skupiny príkazov. Vetvenie poznáme binárne (dve možnosti) a n-árne (n možností). Binárne vetvenie sa ďalej delí na:

1. úplné binárne vetvenie, kedy má algoritmus dané dve možnosti, medzi ktorými sa jednoznačne rozhodne (buď-alebo) na základe podmienky,
2. neúplné binárne vetvenie, kedy algoritmus vykoná príkaz v prípade, že je podmienka splnená [18].

Pokiaľ sa v úrovni na ceste nachádza graficky rozlíšiteľný objekt a tento istý objekt je aj v paneli príkazov, môže hráč do algoritmu zakomponovať neúplné vetvenie potiahnutím tohto objektu na príkaz, ktorý chce aby sa vykonal v prípade, že sa hrdina dostane do pozície, v ktorej sa nachádza na tomto objekte (viď. Obr. 3).

Obr. 3 Úroveň 2

4.3 Cyklus

Táto riadiaca štruktúra nám poskytuje možnosť opakovať činnosť alebo činnosti. Musíme vedieť, čo sa má opakovať a dokedy sa to má opakovať. Činnosť, ktorá sa opakuje sa nazýva telo cyklu a podmienka cyklu nám určuje dokedy sa bude telo cyklu opakovať.

Cykly možno rozdeliť podľa vzťahu medzi telom a podmienkou cyklu na tri rôzne cykly:

1. cyklus so známym (explicitným) počtom opakovaní: for,
2. cyklus s podmienkou na začiatku: while,
3. cyklus s podmienkou na konci: do-while [19].

V hre je možné vytvoriť nekonečný cyklus tým, že podprogram bude opakovane volať sám seba, a tak nikdy neskončí (viď. Obr. 4) alebo cyklus s podmienkou na začiatku, kedy podprogram zavolá sám seba iba v prípade že je splnená podmienka (hráč sa nachádza na graficky rozdielnom objekte).

Obr. 4 Úroveň 4

4.4 Podprogram

Jedným z kľúčových problémov tvorby programov je ich zložitosť a s ňou spojená zvládnuteľnosť. Programovacie jazyky zvyčajne umožňujú pomenovať určitú postupnosť príkazov, a potom toto meno používať ako príkaz, ktorým sa aktivuje vykonanie pomenovanej postupnosti príkazov na rôznych

miestach programu. Takúto postupnosť príkazov nazývame podprogram [20].

Hráč môže v ôsmej úrovni vytvoriť až 2 podprogramy, ktoré môže použiť v hlavnej sekvencii príkazov (viď. Obr. 5).

Obr. 5 Úroveň 8

Záver

V článku sme popísali niektoré známe kódovacie hry a ich dostupnosť na mobilných zariadeniach. Predpokladáme, že vyučovanie programovania formovou hry môže tento úkon značne zjednodušiť a celkovo zvýšiť popularitu programovania ako takého.

Poukázali sme na fakt, že princípy programovania je možné učiť už od útleho veku zábavným spôsobom a hrou rozvíjať analytické myslenie a zručnosti riešenia problémov.

Popísali sme tie najzákladnejšie prvky jedného z najznámejších herných enginov a editorov. A taktiež ostatné programy, ktoré zjednodušujú a urýchľujú tvorbu hier.

Nakoniec sme predstavili nami vytvorenú kódovaciu hru určenú pre mobilné zariadenie s operačným systémom Android a opísali čo všetko zo sveta programovania môže hráčovi nepriamo priblížiť.

Poďakovanie

Ďakujem môjmu školiteľovi Mgr. Martinovi Cápayovi, PhD. za cenné rady pri písaní tohto článku.

Použitá literatúra

[1] Seng, Y.,W., Yatim, M.,H.,M. (2014) Procedia – Social and behavioral sciences 123, p. 215

[2] 12 games that teach kids to code – and are even fun too [Citované: 27.apríl 2017] https://venturebeat.com/2014/06/03/12-games-that-teach-kids-to-code/

[3] Zoznámme sa s Bee-Botom [Citované: 27.apríl 2017] http://edi.fmph.uniba.sk/~pekarova/digi_hracky_12.pdf

[4] Bee-Bot [Citované: 26.apríl 2017] https://www.educationalappstore.com/app/bee-bot/

[5] Menard M., Wagstaff B. (2015) Game Development with Unity second edition. Cengage Learning PTR, 20 Channel Center Street, Boston, USA, p. 3

[6] Building your Unity game to an Android device for testing [Citované: 22.február 2018] https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/mobile-touch/building-your-unity-game-android-device-testing

[7] Blackman S., Wang J.(2014) Unity for Absolute Beginners. Apress, p. 39

[8] Transform [Citované: 23.február 2018] https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Transform.html

[9] Top Game Development Tools: Pros and Cons [Citované: 7.máj 2017] https://www.developereconomics.com/top-game-development-tools-pros-cons

[10] Introduction about Tiled [Citované: 22.február 2018] http://doc.mapeditor.org/en/latest/manual/introduction/

[11] LPC tileset atlas [Citované: 22.február 2018] https://opengameart.org/content/lpc-tile-atlas

[12] Tiled2Unity: Tiled Support for Unity [Citované: 22.február 2018] http://www.seanba.com/tiled2unity

[13] Sokoban [Citované: 23.február 2018] https://kenney.nl/assets/sokoban

[14] Game icons [Citované: 23.február 2018] http://kenney.nl/assets/game-icons

[15] GUI sound effects [Citované: 18.marec 2018] https://opengameart.org/content/gui-sound-effects

[16] Sneaky [Citované: 18.marec 2018] http://www.purpleplanet.com/sneaky/4593380202

[17] Retro video games fonts [Citované: 18.marec 2018] http://www.1001fonts.com/retro+video-game-fonts.html?page=2&items=10

[18] Postupy, riešenia, programovanie, algoritmické myslenie [Citované: 23.február 2018] https://mkocis.files.wordpress.com/2010/10/algoritmus.pdf

[19] Základy programovania – riadiaca zložka [Citované: 23.február 2018]

http://cec.truni.sk/zajacova/2010_ZP_Java/31.html

[20] Podprogramy [Citované: 23.február 2018] http://cec.truni.sk/stoffov/programovanie/TPvDelphi/Sites/101.html

matematika, fyzika, chémia

Domáca výroba výbušnín a jej problematika v súčasnosti

Home-made explosives and related issues

Matej Bošeľa[1] – Ján Kurucz[2]
Školiteľ: Ján Kurucz [2]
[1,2]Katedra chémie, FPV UMB, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica,
[1] matej.bosela@studenti.umb.sk, [2] jan.kurucz@umb.sk

Abstrakt

Podľa legislatívy SR sa výbušninou rozumie „pevná alebo kvapalná látka alebo ich zmes, ktorá je schopná exotermickej výbušnej premeny aj bez prístupu atmosférického kyslíka a vytvára plyny takej teploty, tlaku a rýchlosti, že pôsobia deštrukčne na okolie; za výbušninu sa nepovažuje látka, ktorá sama nie je výbušná, ale môže vytvárať výbušnú zmes plynu, pary alebo prachu“. [1]

Práca ponúka prehľad základných fyzikálno-chemických a pyrotechnických vlastností štyroch základných výbušnín najbežnejšie vyrábaných v domácom prostredí. Pre každú zlúčeninu sme popísali jej štruktúrne vlastnosti a uviedli jej štruktúrne vzorce. Osobitnú časť sme venovali problematike domácej výroby uvedených výbušnín s ohľadom na (ne)obtiažnosť získania potrebných materiálov na túto výrobu.

Kľúčové slová: výbušniny, podomácky vyrobené výbušniny, chémia výbušnín

Abstract

Due to the legislation of Slovak Republic, explosive is characterised as „ solid or liquid substance or their mixture capable of exotermic explosive metamorphosis without access of atmospheric oxygen and which produces gases of such temperature , pressure and velocity that they have destructive effects in their surroundings; as explosive is not considered substance which is not explosive by itself ,even though it can make explosive mixture of gas,steam or dust“.[1]

In the main part we offer an overview of the basic physical,chemical and pyrotechnical characteristics of four most commonly home-made explosives. Structure and structural properties for each explosive are described. There is also a special part where where problematics of production in domestic enviroment with (nearly-to-no) difficulty of preparation is discussed.

Key words: explosives, chemistry of explosives, home-made explosives

Úvod

Španielskou políciou bolo pri vyšetrovaní relatívne nedávnych bombových útokov v Katalánsku (Barcelona, Cambrils) dokázané použitie výbušniny TATP vyrábanej teroristickou bunkou v improvizovaných domácich podmienkach.[2]

O sile podomácky vyrábaných výbušnín netreba pochybovať. Pomerne často sa stávajú či už nešťastia pri výrobe pyrotechnikmi – amatérmi alebo pri spomenutých teroristických útokoch. O nebezpečnosti týchto látok, bežne dostupných v drogériách a záhradných potrebách, hovoria aj priemyselné havárie. Príkladom môže byť výbuch v chemickej továrni AZF vo Francúzsku.[3,10]

Vzhľadom na uvedené skutočnosti a ľahkosť výroby a dostupnosť materiálov môžeme predpokladať, že teroristické skupiny budú v tomto trende pokračovať. Pokladáme za maximálne dôležité venovať sa výskumu v tejto oblasti, hlavne chemickej štruktúre a reaktivite týchto zlúčenín, z ktorej vyplývajú dôležité poznatky o možnostiach minimalizovania škôd a strát na životoch.

V práci sme sa zamerali na charakteristiky podomácky vyrábaných výbušnín, ich detonačné reakcie .

1 Použité metódy

Hlavnou metódou práce je vzhľadom na zvolenú problematiku literárna rešerš - štúdiom literatúry a zbieraním informácií z kníh, článkov a internetových zdrojov sme sa dopracovali k relevantným informáciám o danej téme.

Na kreslenie štruktúrnych vzorcov sme použili freeware programy Avogadro a Chemsketch v2.0.

2. Výbušniny

2.1 Zaradenie do systému

Podomácky vyrobené výbušniny môžeme charakterizovať a deliť z rôznych hľadísk. Vlastné označenie *podomácky vyrobené výbušniny* sa používa na triedenie výbušnín podľa účelu (odlišujeme ešte priemyselné a vojenské výbušniny).

Podľa pyrotechnických vlastností podomácky vyrobené výbušniny delíme do 4 kategórií:

- traskaviny
- trhaviny
- pyrotechnické zlože
- streliviny

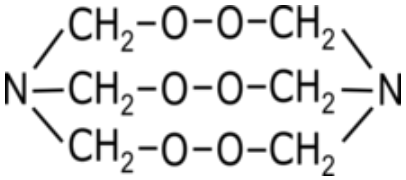
V práci podrobnejšie preskúmavame z pomedzi traskavín látku hexametylén triperoxido diamín (HMTD), z trhavín dusičnan amónny NH_4NO_3 a chloristany. Práca špecificky vyčleňuje peroxidy acetónu , ktoré sa používajú aj ako trhaviny , aj ako traskaviny. Taktiež sa venujeme problematike čierneho pušného prachu , ktorý je významný pri domácej výrobe ako aj z historického hľadiska.

2.2 Hexametylén triperoxid diamín (HMTD)

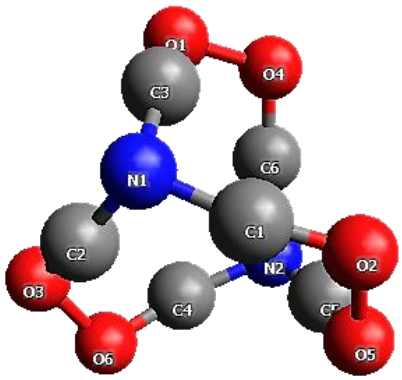
Názov (IUPAC) : 3,4,8,9,12,13-hexaoxa-1,6-diazabicyclo[4.4.4]tetradecane [13]

HMTD je jednou z najbežnejšie používaných podomácky vyrábaných traskavín. Z chemického hľadiska ide o organický peroxid. HMTD je biela kryštalická látka.Kvôli výbušným vlastnostiam sa zaraďuje medzi iniciačné traskaviny. Na otvorenom priestranstve v množstve do 5 g prudko horí, inak detonuje. HMTD je výbušnina citlivá na elektrický výboj a trenie (môže explodovať už pri presypávaní).[4]

Z chemicko-pyrotechnického hľadiska je významná peroxidická skupina -O-O- , ktorá sa exotermicky rozkladá za vzniku oxo- a hydroperoxoradikálov. Tento stav zapríčiňuje zápalnosť až výbušnosť organických peroxidov. Plyny uvoľnené pri termickej dekompozícii sú taktiež horľavé (uhlík slúži ako palivo).



Obrázok 1: Štruktúra HMTD



Obrázok 2 : 3D model molekuly HMTD

Zloženie:
hexametyléntetramín
peroxid vodíka 30%
kyselina citrónová

Príprava je veľmi jednoduchá a pomerne nebezpečná. V domácich podmienkach môže pri nedostatočnom chladení dôjsť k vyvretiu zmesi a jej spontánnemu výbuchu. Taktiež z technických surovín sa môžu vytvárať katalyticky pôsobiace látky.

Pri detonácií sa HMTD tepelne rozkladá pri bežných podmienkach 2-stupňovo podľa rovníc :

$$C_6H_{12}N_2O_6 \rightarrow 3\ CO_2 + N(CH_3)_3 + NH_3 \quad (1)$$
$$N(CH_3)_3 + O_2 \rightarrow HCN + 2\ CH_3OH \quad (2)$$

2.3 Dusičnan amónny

Dusičnan amónny je jednou z najbežnejšie priemyselne vyrábaných chemikálií. Je jedným z najlacnejších, najdostupnejších a najviac používaných priemyselných trhavín. Je tiež základným predstaviteľom detonátorov kyslíka. Po prídavku iných organických látok (nitromočovina, dusičnan močoviny) sa rapídne zvyšujú jeho detonačné vlastnosti, čo sa využíva v trhavinách typu DAP. [4]

Dusičnan amónny je kryštalická látka s teplotou topenia 169,6 °C, vytvára šesť kryštalických modifikácií. Dusičnan amónny je vo vode veľmi dobre rozpustný, rozpúšťa sa aj v metanole a etanole. Dusičnan amónny je silne hygroskopický a vo vlhkej atmosfére sa rozplýva. [5]

Z chemického hľadiska sa dusičnan amónny pripravuje z amoniaku a kys. dusičnej alebo rozpúšťaním močoviny vo vode:

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$$
$$3CO(NH_2)_2 + 2\,H_2O \rightarrow NH_4NO_3 + 3\,CH_4 + 2\,N_2$$

Z rozkladných reakcií dusičnanu amónneho sú najvýznamnejšie (z pyrotechnického hľadiska) tieto:

$NH_4NO_3 \rightarrow N_2 + 2\,H_2O + ½\,O_2$ +346,3kcal/kg (1)

$4\,NH_4NO_3 \rightarrow 3\,N_2 + 2\,NO_2 + 8\,H_2O$ + 140 kcal/kg (2)

$NH_4NO_3 \rightarrow ½\,N_2 + NO + 2\,H_2O$ + 113,6 kcal/kg (3)

$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2\,H_2O$ + 133,6 kcal/kg (4)

$8\,NH_4NO_3 \rightarrow 5\,N_2 + 4\,NO + 2\,NO_2 + 16\,H_2O$ + 132,6 kcal/kg (5)

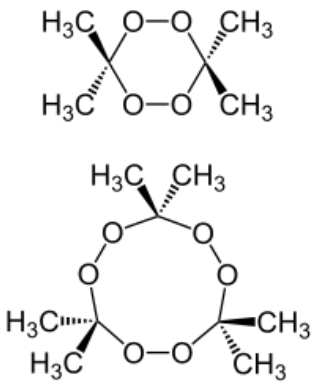
Reakcia (1) vyjadruje úplnú detonáciu . Táto je však ojedinelá kvôli vysokej stabilite dusičnanu amónneho voči teplotnej a tlakovej iniciácii – je možné ju však vyvolať napr. detonačnou vlnou pri výbuchu inej látky. Zvyšné štyri reakcie poukazujú na rôzne možnosti nedokonalej detonácie pri rôznych vonkajších, ako aj štruktúrnych podmienkach (t.j. percentuálne zastúpenie dusičnanu vo výbušnine, objem vody naviazanej v dusičnane). [4,11]

Výhodami pri výrobe a uskladňovaní dusičnanu amónneho (vrátane domácich podmienok) je jeho vysoká termická a tlaková stabilita. Naopak nevýhodou je jeho hygroskopickosť vzhľadom na vzdušnú vlhkosť (aj z tohto dôvodu je iniciácia pomerne komplikovaná). Túto vlastnosť môžeme vysvetliť na základe polarity väzby v štruktúre NH_4NO_3.Molekula je polárna kvôli efektu H^+ a O^{2-} iónov pôsobiacich na jednotlivé atómy dusíka v molekule. Voda ako polárne rozpúšťadlo následne dokáže takéto molekuly hydratovať, čo IUPAC definuje ako „adíciu vody do molekulovej entity“. [8] Takto naviazaná voda sa musí najskôr pri zahriatí odpariť, nakoľko teplota detonácie je vyššia ako teplota varu vody, čím sa zvyšuje teplo potrebné na vyvolanie vzbuchu a následnej detonácie.

Z hľadiska možnosti domácej výroby ide o jednu z najľahšie získateľných trhavín , čo využívajú teroristické organizácie ako aj „osamelí vlci“ pri plánovaných útokoch.

2.4 Peroxidy acetónu

Pomerne frekventovanou voľbou pre teroristické útoky sú taktiež peroxidy acetónu. Existuje niekoľko druhov týchto výbušnín , napr. triacetón triperoxid (TATP), diacetón diperoxid (DADP) a ich rôzne zmesi.Taktiež sa môžeme stretnúť s ich chlórovanými verziami.



Obrázok 3: diacetón diperoxid (DADP, hore) a triacetón triperoxid (TATP, dole)

Názov (IUPAC):
a) 3,3,6,6-tetramethyl-1,2,4,5-tetroxane (DADP) [14]
b) 3,3,6,6,9,9-hexamethyl-1,2,4,5,7,8-hexoxonane (TATP) [15]

Acetón peroxid bol objavený v roku 1895 nemeckým chemikom Richardom Wolffensteinom , ktorý ako prvý chemik použil anorganické kyseliny ako katalyzátory. Ako prvý tiež získal výskumný patent pre využitie peroxidu ako výbušnej zmesi. Bayer a Villiger publikovali v roku 1900 prvý postup syntézy diméru a popis použitia kyselín pre syntézu oboch peroxidov.[6]

Diperoxid acetónu ($C_6H_{12}O_4$) a triperoxid acetónu ($C_6H_{12}O_6$) sú najvýznamnejšie látky zo skupiny peroxidov acetónu. Sú to traskavé látky, ktoré vznikajú reakciou peroxidu vodíka s acetónom:

$$2\,H_2O_2 + 2\,CH_3COCH_3 \rightarrow C_6H_{12}O_4 + 2\,H_2O$$

kde ako katalyzátor sa používajú silné oxidujúce kyseliny a chlorovodík. Z hľadiska pH je výhodnejšie použiť čo najmenšie množstvá kyseliny, nakoľko čím je pH počas reakcie vyššie, tým viac TATP vzhľadom na DADP vzniká. TATP je stabilnejší ako DADP a tým pádom aj bezpečnejší.[4]

Triacetón triperoxid je snehovo biela kryštalická látka s charakteristickým príjemným zápachom. Kryštálová hustota je 1,272 g/ cm^3, sypná hustota je relatívne malá, zodpovedá približne 0,4 g/ cm^3. Teplota topenia je udávaná v rozmedzí 95 až 98,5 °C. TATP za bežných podmienok ľahko sublimuje a spontánne

rekryštalizuje. TATP je rozpustný vo väčšine organických rozpúšťadiel.[4]

Triacetón triperoxid patrí medzi vysoko citlivé výbušniny. Citlivosť je v odbornej literatúre udávaná v pomerne širokom rozmedzí. Triacetón triperoxid vyniká vysokou citlivosťou k plameňu. Deflagračná TATP, prejavujúca sa tvorbou veľkej ohnivej gule (Fireball), bola predtým odporúčaná ako efektný chemický pokus. Iniciačná mohutnosť TATP je vysoká, predbehne traskavú ortuť (fulminát ortuťnatý) a je na úrovni dnes používaného azidu olovnatého.

2.5 Chlorečnany a chloristany

Okrem chlorečnanu draselného a sodného, ktoré boli dôležitými súčasťami kedysi veľmi rozšírených trhavín, ale sami výbušninami nie sú, nemajú iné chlorečnany praktické použitie. Priemyselné trhaviny na báze chlorečnanov sa súhrnne nazývali cheddity podľa mesta Cheddi, kde boli prvýkrát použité. [12]

Z chemického hľadiska ide o soli kyseliny chlorečnej (cheddity) a chloristej (perchloráty). Sú pomerne nestabilné a to najmä kvôli nestabilite základných zložiek – ClO^{3-} a ClO^{4-} ióny sú silné oxidovadlá a ľahko sa iniciujú horľavými látkami (t.j majú nízku termickú stabilitu). Taktiež majú nízku stabilitu z hľadiska mechanických podnetov a trenia. V rámci vzájomného porovnania , chloristany ($ClO^{4\ -}$) sú stabilnejšie pri príprave ako chlorečnany (ClO^{3-}). [4]

Z pyrotechnických vlastností chlorečnanové výbušniny sú charakteristické malým objemom plynov a pri rozklade vzniká veľké množstvo pevných splodín. a v porovnaní s priemyselnými amoniakoliadkovými trhavinami mierne vyššou brizanciou (dané vyššou náplňovou hustotou a výbušnou teplotou).[4]

Najjednoduchšie kompozície (pyrotechnické) sú v binárnej podobe, obsahujúce najčastejšie chlorečnan s organickou látkou, sírou, hliníkom. Takéto jednoduché zmesi sú napríklad:

- 70% $KClO_3$/30% práškového hliníku (pyrotechnická zložka do petárd),
- 80% $KClO_3$/20% červeného fosforu (napalmové rozbušky, búchacie guličky),

Z vlastných chlorečnanov je významný chlorečnan amónny NH4Cl. Chlorečnan amónny je nehydroskopický, ale pomerne ľahko sa rozpúšťa vo vode. Za normálnej teploty sa ľahko rozkladá a rozklad s teplotou stúpa . Chlorečnan amónny sa rozkladá explozívne podľa rovnice:

$$2\ NH_4ClO_3 \rightarrow N_2 + 3\ H_2O + 2\ HCl + 3/2\ O_2$$

Chloristany výbušného charakteru majú omnoho väčší význam než chlorečnany, pretože sú stálejšie a bezpečnejšie pri manipulácii. Niektoré z nich ,ako napríklad chloristan amónny , majú určitý význam ako zložky zmesových trhavín. Iný zasa, napríklad chloristan pyridínu, je veľmi silnou výbušninou. Chloristan draselný – nevýbušný – je naproti tomu dôležitou súčasťou zmesových trhavín. [4,5]

Chloristan amónny je anorganická zlúčenina vzorca NH_4C10_4. Je to bezfarebná alebo biela pevná látka, ktorá je rozpustná vo vode. Chloristan je silný oxidačný prostriedok a amónium je dobré palivo. Táto kombinácia vysvetľuje užitočnosť tohto materiálu, ako raketového hnacieho plynu . Jeho nestabilita sa však stala súčasťou mnohých nehôd.

Chloristan amónny má omnoho zreteľnejšie explozívne vlastnosti ako dusičnan amónny. Jeho výbuchová teplota je 1 200 °C.

Explozívny rozklad sa uskutočňuje podľa reakcie:

$$3\quad NH_4ClO_4 \rightarrow 4\ HCl + 2\ N_2 + 5\ O_2 + 6\ H_2O$$

2.6 Čierny strelný prach

Čierny strelný prach je najstaršou známou explozívnou látkou. Objavený bol za vlády čínskej dynastie Song , v rozmedzí 6.-9. storočia. Ide o najlepšie preskúmanú výbušninu.[16]

Čierny strelný prach sa zaraďuje medzi tzv. nízke trhaviny (low explosives). Má najnižšiu rýchlosť detonačnej vlny zo všetkých trhavín.

Čierny strelný prach je zmesová výbušnina (viaczložková – viď. chemické vlastnosti uvedené nižšie) tmavo šedej farby . Získava sa vo forme rôzne veľkých zŕn (podľa toho aj kvalitatívne triedenie). Od veľkosti zŕn sa odvíjajú aj jeho výbušninárske vlastnosti a použitie, a to aj napriek tomu, že sa ako strelivinové plnivo už bežne nepoužíva. Využitie nachádza najmä ako lacná vyvrhovacia zmes pri domácej výrobe pyrotechniky (najmä I. a II. kategórie – petardy a stredne silné ohňostrojové zostavy a svetlice). V priemysle sa používa na jemné trhacie práce akou je napríklad ťažba mramoru.

Z chemického hľadiska je strelný čierny prach zmesou dusičnanov (najčastejšie draselného – v minulosti známy ako saltpeter) , uhlíka (forma drveného dreveného uhlia) a síry. Kvôli vysokému obsahu dusičnanu draselného má vzhľadom na okolie podobné vlastnosti ako dusičnan amónny (amónny liadok) – je silne hygroskopický, čím sa sťažuje iniciácia plameňom. Zároveň je však veľmi reaktívny pri prechode elektrického prúdu (iniciácia výbojom),

a preto sa pokrýva vrstvou grafitu (zrná sú morené grafitovým roztokom). Chemická reakcia sa dá zhrnúť nasledovne :

$$2\ KNO_3 + S + 3\ C \rightarrow K_2S + N_2 + 3\ CO_2.$$

za predpokladu, že uhlie je čistý uhlík (nie je).[17]

Z výbušninárskych vlastností je podstatná jeho nízka detonačná velocita . Táto spôsobuje trieštenie obalových materiálov na šrapnely , čo sa využíva pri použití rúrkových nástražných systémov. Malý priestor rúrky tiež umožňuje niekoľkonásobné zväčšenie pretlaku pri detonácií. Na voľnom priestranstve však dymný strelný prach nedetonuje – dochádza k rýchlemu horeniu materiálu (tzv. deflagrácia). To je nebezpečné pri malovýrobe, nakoľko nielen okolie môže rýchlo vzbĺknuť, ale vzniká aj veľké množstvo dymu znemožňujúce videnie a dýchanie výrobcu.

S hygroskopickosťou dusičnanov obsiahnutých v strelnom prachu zdanlivé „zlyhanie“ zmesi. Takáto zmes spočiatku nemusí horieť, nakoľko dôjde k odparovaniu vody – po jej odparení dôjde k výbuch/deflagrácii . Každoročne sa stáva, že takéto zdanlivé zlyhanie spôsobí v lepšom prípade ťažké popáleniny zasiahnutého, v horšom smrť. Príkladom môže byť nehoda v Českej republike, kedy dvom mužom spôsobil pušný prach výbuch podomácky vyrobenej pyrotechniky obdobným spôsobom kvôli nesprávnemu uskladneniu.[18]

Ako sme už spomenuli , čierny pušný prach je výhodný pri použití v obale rôzneho formátu. Najčastejšie sa používa rúrkový nástražný systém v spojení s väčším množstvom klincov , úlomkov skla a kovových úlomkov a častí vo forme klincovej bomby.

2.7 Prípady priemyselných havárií a zneužitia výbušnín

Ako sme pri uvedených látkach mnohokrát uviedli, väčšina z nich je relatívne nestabilná a častokrát vedie k samovoľnej explózii. Takéto nehody často končia trvalými následkami až smrťou „pyrotechnika“-amatéra.

Taktiež sú známe prípady teroristických útokov, pri ktorých boli tieto látky použité. Príkladom môže byť výbuch v barcelonskej časti Alcano, kde nastal výbuch v teroristami zriadenom provizórnom laboratóriu. Vplyvom výbuchu zomreli dvaja ľudia, pravdepodobne členovia teroristickej bunky. Na mieste výbuchu sa podľa polície našlo približne 120 kanistrov s TATP .[2] Útok dusičnanom amónnym bol spáchaný napr. 22.júla 2011 Andersom Behringom Breivikom v Osle.

Príkladom priemyselnej havárie môže byť výbuch v továrni AZF , Toulouse , Franczúsko.Výbuch zanechal po továrni kráter s hĺbkou 10m a radius kráteru bol 50m. [3,10]

3 Výsledky a diskusia

Na základe získaných informácií by sme radi vyjadrili stanovisko k danej problematike, a preto by sme chceli položiť rečnícku otázku: „Prečo sa vlastne bombové útoky vyskytujú v takom počte aj napriek rôznym opatreniam ?Je nebezpečné až použitie výbušniny alebo aj jej výroba?“

Látky potrebné pre domácu výrobu výbušnín sú aj napriek rôznym úpravám zákonov jednoducho získateľné. Problémom však môže byť znečistenie týchto látok či naopak nízka kvalita výrobkov z týchto látok získaných. Ide totižto o technické látky s množstvom prímesí , ktoré môžu katalyticky pôsobiť na získané výbušniny ,prípadne môžu také látky v priebehu výroby vytvárať.[4]

Ak k tejto skutočnosti prihliadneme na fakt, že častokrát sa nedodrží správny postup, chybne sa nakladá s chemikáliami , provizórne laboratórium nemá dostatočné vybavenie alebo sa produkty výroby nesprávne uskladnia, osoba pripravujúca tieto látky sa stáva nebezpečnou pre seba a svoje okolie ešte skôr, ako zamýšľanú výbušninu vyrobí.

Opomenúť iste nemožno ani negatívne vplyvy domácej výroby výbušnín na životné prostredie. Súčasťou výrobných procesov je takmer vždy práca s roztokmi. Tie sú vylievané do kanalizácie, nakoľko je takýto spôsob likvidácie nenápadný a jednoduchý. V tomto smere možno považovať za nebezpečné najmä aromatické organické zlúčeniny, mnohé s preukázanou karcinogenitou, alebo zlúčeniny ortuti (napr. pri výrobe traskavej ortuti).

Nezanedbateľné riziko môžu vyvolať tiež zvyšky explozívnych látok, ktoré sa do odpadu dostanú. Boli už zaznamenané prípady, kedy tieto látky zahoreli či až explodovali. Taktiež nastali prípady, kedy sa redoxným rozkladom týchto látok uvoľnili toxické plyny ako oxidy dusíka, čpavok ,sulfán a iné.[4]

V nadväznosti na uvedené skutočnosti považujeme za potrebné nahliadnuť aj na dostupnosť surovín.Na výrobu výbušniny je potrebné palivo a čo najsilnejšie oxidačné činidlo. Hoci to nie je na prvý pohľad zrejmé, rad chemikálií vhodných na výrobu výbušnín sa dá kúpiť napríklad v technicky orientovaných drogériách, lekárňach či predajniach poľnohospodárskych potrieb.

Oxidačné činidla zo skupiny anorganických solí sú v menších objemoch k dispozícii čisté alebo sú súčasťou anorganických priemyselných hnojív (dusičnan sodný, draselný, amónny alebo vápenatý) z ktorých je možné tieto látky získať jednoduchými chemickými postupmi (pozn.: vzhľadom na problematiku neuvádzame ani príklady dostupných anorganických solí okrem dusičnanov , ani konkrétne chemické postupy).

Ak sa vrátime k voľne predajným látkam, potom treba podotknúť, že veľmi ľahko možno získať aj látky žieravé, napr. hydroxidy, koncentrované kyseliny či peroxid vodíka , ktoré sa hojne využívajú pri domácej výrobe. Technické drogérie pritom ponúkajú aj na prvý pohľad zle dostupné chemikálie. Ešte širší sortiment potenciálne zneužiteľných chemikálií ponúkajú internetové obchody, mnohé dokonca špecializované práve na predaj materiálov potrebných na výrobu výbušnín a pyrotechnických zloží.

4 Záver

V práci sme venovali pozornosť výbušninám ľahko vyrobiteľným v domácom prostredí či v provizórnom laboratóriu. Taktiež sme nastavili otázku, ako je možné dostať sa k surovinám potrebným na výrobu týchto látok aj napriek úpornej snahe zodpovedných úradných orgánov zabrániť zneužitiu týchto látok. Na poukázanie v akom stave je riešenie tejto problematiky sme použili príklady teroristických činov, ktoré len potvrdzujú mnohé nedostatky súčasných opatrení.

Poďakovanie

Na tomto mieste by som chcel poďakovať prof.Ing. Jánovi Kuruczovi, PhD. za odbornú pomoc, vedenie,rady a trpezlivosť.

Použitá literatúra

[1] Zákon 58/2014 Z.z. o výbušninách, výbušných predmetoch a munícií a o zmene a doplnení v znení neskorších predpisov, E-zbierka SLOV-LEX, https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2014/58/20151202 ; 14.02.2018 , 20:03

[2] Chloe Kerr, Sam Webb, Nick Parker and Ellie Cambridge, The Sun [Citované : 14.2.2018] https://www.thesun.co.uk/news/4267575/barcelona-terror-attack-gas-canisters-terror-cell-house-dead/

[3] Institut de veille sanitaire (INVS). « Conséquences sanitaires de l'explosion survenue à l'usine AZF de Toulouse, le 21 septembre 2001 ». 112 p., Septembre 2006. Téléchargeable sur http://www.invs.sante.fr/publications/2003/azf/index.html

[4] Kurucz,Ján (2018) : Chémia výbušnín, VŠ skriptá , FPV UMB Banská Bystrica, p.94

[5] Urbański,Tadeusz, preklad: Ing. Doležal, Ing.Jakeš (1958): Chémie a technologie výbušin , 2.diel,Státní nakladatelství technické literatury, Praha , Československo, p.250

[6] Wolffenstein R (1895). "Über die Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd auf Aceton und Mesityloxyd" , p.2265 http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cber.189502802208/abstract;jsessionid=ED41285317FE307B4D91826C4E575BE3.f04t02

[7] Isabelle Sochet (2010): Blast effects of external explosions. Eighth International Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions, Sep 2010, Yokohama, Japan. HAL Id: hal-00629253 https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00629253 , Submitted on 5 Oct 2011

[8] IUPAC Gold book (Citované : 20.02.2018): https://goldbook.iupac.org/html/H/H02876.html

[9] Pavol Ulbrich, Adrián Švancár (Citované : 20.02.2018):Skúmania výbušnín, http://82.119.102.197:8080/webisnt/fulltext/clanky/PTaP20144/Met%C3%B3dy%20sk%C3%BAmania%20v%C3%BDbu%C5%A1n%C3%ADn_ULBRICHP_SVANCAR,J.pdf

[10] French Ministry of Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI (Citované : 20.02.2018): Explosion in the AZF fertilizer plant , September 21st, 2001 Toulouse France https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/FD_21329_TOULOUSE_DP_JLC_GB_29072013.pdf

[11] R. W. Van Dolah, C. M. Mason, F. J. P. Perzak, J. E. Hay, and D. R. Forshey (Citované : 20.02.2018): Explosion hazards of ammonium nitrate under fire exposure,https://www.osmre.gov/resources/blasting/docs/USBM/RI6773ExplosionHazardsAmmoniumNitrateUnderFireExposure.pdf

[12] Marshall, Arthur (1915). Explosives:Their Manufacture, Properties, Tests and History. Philadelphia: P. Blakiston's Son & Co. p. 297

[13]Pubchem, Open Chemistry Database (cit. 12.03.2018; 20:36), https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/61101#section=Top

[14] Pubchem, Open Chemistry Database (cit. 12.03.2018; 20:36),

https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/536100
[15] The Merck Index, Royal Society of Chemistry 2018, https://www.rsc.org/Merck-Index/monograph/m11022?q=unauthorize
[16] *Andrade, Tonio (2016), The Gunpowder Age: China, Military Innovation, and the Rise of the West in World History, Princeton University Press,* ISBN 978-0-691-13597-7.
[17] White K., Sasse R.: Memorandum report ARBLR-MR-03219, 1982, p.8 (.pdf version - http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a122264.pdf - retrieved 16.03.2018; 8:00)
[18] Autor: red,ČTK – (31. 12. 2012; 17:01) http://www.blesk.cz/clanek/zpravy-udalosti/188095/muzi-doma-vyrabeli-ohnostroj-jednomu-z-nich-exploze-utrhla-ruku.html

Počet triangulárnych noriem na špeciálnych typoch zväzov

The number of triangular norms on a special type of lattices

Michaela Bruteničová [1]
školiteľ: Vladimír Janiš [2]
[1,2]Katedra matematiky, FPV UMB, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica
[1]michaela.brutenicova@gmail.com, [2]vladimir.janis@umb.sk

Abstrakt

Triangulárne normy ako modely pre konjunkciu sa obvykle uvažujú na jednotkovom intervale, kde ich existuje nekonečný počet. Ak ale skúmame logické modely s konečným počtom pravdivostných hodnôt, ide vlastne o triangulárne normy na konečných zväzoch, ktorých počet je tiež konečný.

V prvej časti práce sú vysvetlené základné pojmy a predstavené súčasné poznatky o počte t-noriem na najjednoduhšom type zväzu, nazývanom reťazec. V súčasnosti sú známe ich počty pre reťazce do dĺžky 14. V ďalšej časti práce je podrobne odvodený vzťah pre horné ohraničenie počtu t-noriem na konkrétnom type zväzu, ktorý nie je reťazec. Vzťahy opisujúce počet t-noriem na skúmaných typoch zväzov sú predvedené v niekoľkých názorných príkladoch.

Kľúčové slová: triangulárna norma, reťazec, zväz, počet t-noriem

Abstract

Triangular norms as models for conjunction are usually considered on the unit interval, where their set is infinite. However, if we deal with logical models admitting only a finite set of truth values, we work with triangular norms on finite lattices and their number is also finite.

In the first part of the paper we explain the basic terms and remind the current results on the number of t-norms on the simplest type of a lattice, which is a chain. So far this number is known for chains up to the length of 14. In the following part we derive a formula for the upper bound of the number of triangular norms on a particular lattices that are not chains. These bounds are presented in a few examples.

Key words: triangular norm, chain, lattice, number of t-norms

Úvod

Triangulárne normy (t-normy) patria medzi zobrazenia, ktoré sa využívajú v aplikáciách viacerých vedných oblastí. Jednou z nich je model konjunkcie v logike, špeciálne vo fuzzy logike, ktorá je nepostrádateľná v informatike a technike, napríklad v súvislosti s fuzzy rozhodovaním.

V práci postupne vysvetlíme pojem triangulárnej normy na zväze, predstavíme už známe výsledky o počtoch t-noriem na reťazcoch a rozšírime tieto poznatky na ďalší špeciálny typ zväzu. Na niekoľkých príkladoch si predvedieme, aké hodnoty môžu nadobúdať tieto počty t-noriem.

1 Základné pojmy

Triangulárne normy sú definované nasledujúcim spôsobom.

Definícia 1 *Triangulárna norma (t-norma), je zobrazenie* $T : [0;1] \times [0;1] \to [0;1]$*, ktoré spĺňa podmienky:*

- *existuje jednotkový prvok:* $T(a,1) = a$*,*
- *monotónnosť: ak* $a \leq b$*, tak* $T(a,c) \leq T(b,c)$*,*
- *komutatívnosť:* $T(a,b) = T(b,a)$*,*
- *asociatívnosť:* $T(a,T(b,c)) = T(T(a,b),c)$*,*

kde a,b,c *sú ľubovoľné hodnoty intervalu* $[0;1]$*.*

Podrobnejšie informácie o t-normách a ich vlastnostiach je možné nájsť v monografii [1].

Definícia t-normy sa dá bez problémov rozšíriť aj na ohraničené zväzy, ktoré budeme označovať L. Zväz je čiastočne usporiadaná množina, na ktorej sú definované relácie priesek a spojenie, teda existuje infimum a supremum pre ľubovoľnú dvojicu prvkov. Najmenší a najväčší prvok L budeme označovať 0 a 1 v uvednom poradí.

Významnou t-normou pre túto prácu bude minimová t-norma, ktorá je definovaná nasledujúcim spôsobom:

$$T_{min}(a,b) = min\{a,b\}.$$

Pre všetky ostatné t-normy platí

$$T(a,b) \leq T_{min}(a,b)$$

pre ľubovoľné $a,b \in L$. Minimová t-norma je teda horným ohraničením množiny všetkých t-noriem na L. Uvedená nerovnosť vyplýva z vlastností

$$T(a,b) \leq T(a,1) = a, T(a,b) \leq T(1,b) = b.$$

V súvislosti so zväzmi to znamená, že $T(a,b) \leq a \wedge b$ pre ľubovoľné $a,b \in L$.

2 Počet t-noriem na reťazcoch

Najjednoduchším typom zväzu je reťazec, t.j. zväz, na ktorom neexistujú neporovnateľné prvky. Počtu t-noriem na konečných reťazcoch až po dĺžku 14 sa venovali autori v práci [2]. Vďaka týmto výsledkom vieme určiť počet t-noriem aj na konkrétnom type zväzu, ktorý zostrojíme horizontálnym súčtom viacerých reťazcov. Dĺžku vybraného reťazca, teda počet prvkov, budeme uvažovať z praktických dôvodov bez prvkov 0 a 1 a označovať ju budeme p. Počet t-noriem na reťazci dĺžky p budeme označovať P_p. Pre tento konkrétny typ zväzu platí nasledujúca veta.

Veta 1 *Počet t-noriem na zväze* L*, ktorý obsahuje* n *reťazcov, je*

$$P_{p_1} * P_{p_2} * \ldots * P_{p_n}.$$

Dôkaz. Dôkaz je zrejmý z konštrukcie zväzu. Uvažujme zväz L, ktorý je zostrojený z dvoch reťazcov. Nech jeden má dĺžku p a prvky označené $0, \beta_1, \ldots, \beta_p, 1$, druhý má dĺžku q a prvky označené $0, \gamma_1, \ldots, \gamma_q, 1$. Ďalej uvažujme t-normu T na celom zväze L. Je zrejmé, že zúženia T na $T/_{\{0,\beta_1,\ldots,\beta_p,1\}}$ a $T/_{\{0,\gamma_1,\ldots,\gamma_q,1\}}$ budú tiež t-normy. Pri inom zobrazení T' už zúženia $T/_{\{0,\beta_1,\ldots,\beta_p,1\}}$ a $T/_{\{0,\gamma_1,\ldots,\gamma_q,1\}}$ nezískame, teda ide o bijekciu medzi T a dvojicou zúžení. Teda počet t-noriem na celom zväze je daný počtom t-noriem na jednotlivých zúženiach, čo nám dáva celkový počet $P_p * P_q$. Analogicky sa to dá odvodiť aj pre n reťazcov. □

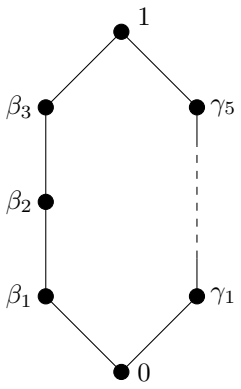
Ilustrovať práve dokázaný vzťah budeme na Príklade 1.

Príklad 1 *Majme zväz* L *ako na Obrázku 1.*

V práci [2] je uvedené, že $P_3 = 22$ *a* $P_5 = 451$*. Teda počet všetkých t-noriem bude*

$$P_3 * P_5 = 22 * 451 = 9922.$$

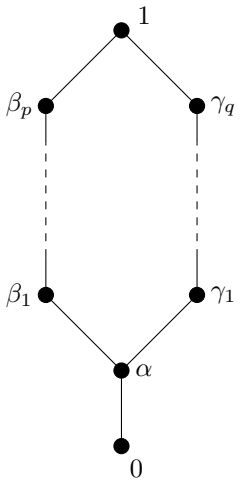
Obr. 1: Zväz L



3 Ohraničenia počtu t-noriem na zväze

V prípade zväzu, ktorý nie je reťazec, je náročnejšie určiť počet t-noriem. Budeme pracovať so zväzom, ktorý je znázornený na Obrázku 2. Definujeme množiny $L_1 = \{0, \alpha, \beta_i, 1\}, i = 1, \ldots, p$ a $L_2 = \{0, \alpha, \gamma_j, 1\}, j = 1, \ldots, q$, ktoré zachovávajú usporiadanie zväzu L. Pre ďalšie úvahy je dôležité dokázať nasledujúcu vetu.

Obr. 2: Zväz L



Veta 2 *Nech T je t-norma na zväze L. Potom platí, že aj zúženia $T/_{L_1}$ a $T/_{L_2}$ sú t-normy.*

Dôkaz. Uvažujme $T/_{L_1}$. Overíme asociatívnosť. Nech $a, b, c \in L_1$. Potom

$$T/_{L_1}(a, T/_{L_1}(b, c)) = T(a, T(b, c)) =$$

$$= T(T(a, b), c) = T/_{L_1}(T/_{L_1}(a, b), c).$$

Je zrejmé, že monotónnosť, komutatívnosť a existencia jednotkového prvku je zachovaná. Teda $T/_{L_1}$ je t-norma. Analogicky sa to dá ukázať aj pre $T/_{L_2}$. □

Pri zisťovaní počtu t-noriem na danom zväze L rozlíšime nasledujúce prípady:

- $T(\alpha, \alpha) = \alpha$,
- $T(\alpha, \alpha) = 0$.

$\underline{T(\alpha, \alpha) = \alpha :}$

Z monotónnosti vyplýva, že

$$\alpha = T(\alpha, \alpha) \leq T(\beta_i, \gamma_j).$$

Zároveň platí

$$T(\beta_i, \gamma_j) \leq \beta_i \wedge \gamma_j = \alpha.$$

Teda v tomto prípade

$$T(\beta_i, \gamma_j) = \alpha.$$

S využitím práve ukázaného vzťahu sa dá sformulovať nasledujúce tvrdenie.

Tvrdenie 1 *Zobrazenia $T/_{\{\alpha, \beta_1, \ldots, \beta_p, 1\}}$ a $T/_{\{\alpha, \gamma_1, \ldots, \gamma_q, 1\}}$ sú t-normy.*

Teda α spĺňa úlohu 0 vo zväze L a počet t-noriem za daných podmienok bude

$$P_p * P_q.$$

$\underline{T(\alpha, \alpha) = 0 :}$

Uvažujme len L_1. Potom počet t-noriem, kde $T(\alpha, \alpha) = 0$, bude $P_{p+1} - P_p$. Analogicky pre L_2

určíme počet t-noriem $P_{q+1} - P_q$. Avšak celkový počet nebude $(P_{p+1} - P_p) * (P_{q+1} - P_q)$, ako by sme očakávali podľa predošlého.

Je potrebné rozlíšiť, kedy nastáva $T(\beta_i, \gamma_j) = 0$ a $T(\beta_i, \gamma_j) = \alpha$. Vďaka monotónnosti platí nasledujúce tvrdenie

Tvrdenie 2 *Nech T je t-norma na zväze L. Potom*

$$T(\beta_i, \gamma_j) = \alpha, k \geq i, l \geq j \Rightarrow T(\beta_k, \gamma_l) = \alpha.$$

S využitím práve uvedeného tvrdenia vieme znázorniť situáciu, ktorá nastane, keď $T(\beta_i, \gamma_j) = \alpha$. V Tabuľke 1 je matica, v ktorej sú vypísané všetky dvojice (β_i, γ_j).

Tabuľka 1: Matica dvojíc

$\beta_1\gamma_1$	$\beta_1\gamma_2$	$\cdots$	$\beta_1\gamma_{q-2}$	$\beta_1\gamma_{q-1}$	$\beta_1\gamma_q$
$\beta_2\gamma_1$	$\beta_2\gamma_2$	$\cdots$	$\beta_2\gamma_{q-2}$	$\beta_2\gamma_{q-1}$	$\beta_2\gamma_q$
$\beta_3\gamma_1$	$\beta_3\gamma_2$	$\cdots$	$\beta_3\gamma_{q-2}$	$\beta_3\gamma_{q-1}$	$\beta_3\gamma_q$
$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$
$\beta_p\gamma_1$	$\beta_p\gamma_2$	$\cdots$	$\beta_p\gamma_{q-2}$	$\beta_p\gamma_{q-1}$	$\beta_p\gamma_q$

Ak pre nejakú konkrétnu dvojicu nastane $T(\beta_i, \gamma_j) = \alpha$, tak aj pre všetky dvojice, ktoré sa nachádzajú vpravo v tom istom riadku alebo dole v tom istom stĺpci alebo len vpravo dole, tak bude platiť $T(\beta, \gamma) = \alpha$. Množina tých (β_i, γ_j), pre ktoré $T(\beta_i, \gamma_j) = \alpha$, má také prvky, ktoré vedia jednoznačne určiť takú množinu. V Tabuľke 2 sú tieto prvky zvýraznené červeným písmom. Nech sa nazývajú vedúcimi dvojicami. Určujú modrú a zelenú množinu, ktoré sa samozrejme prekrývajú.

K danej dvojici t-noriem T_1, T_2 na reťazcoch L_1, L_2 a k danej množine vedúcich dvojíc zostrojíme T tak, že $T/_{L_1} = T_1, T/_{L_2} = T_2$ a $T(\beta_k, \gamma_l) = \alpha$ práve vtedy, ak existuje vedúca dvojica (β_i, γ_j), pre ktorú $i \leq k, j \leq l$, inak $T(\beta_k, \gamma_l) = 0$. Takáto funkcia T bude komutatívna, monotónna a bude mať neutrálny prvok 1. Nemusí však byť asociatívna, preto počet takýchto funkcií bude iba horným ohraničením počtu všetkých t-noriem na L.

Počet takýchto funkcií na L pre danú dvojicu t-noriem bude rovný počtu všetkých kombinácií vedúcich dvojíc, pričom prázdna množina je taktiež vyhovujúca, teda môže nastať, že $T(\beta_i, \gamma_j) \neq \alpha$.

Tabuľka 2: Vedúce dvojice

$\beta_1\gamma_1$	$\beta_1\gamma_2$	$\cdots$	$\beta_1\gamma_{q-2}$	$\beta_1\gamma_{q-1}$	$\beta_1\gamma_q$
$\beta_2\gamma_1$	$\beta_2\gamma_2$	$\cdots$	$\beta_2\gamma_{q-2}$	$\beta_2\gamma_{q-1}$	$\beta_2\gamma_q$
$\beta_3\gamma_1$	$\beta_3\gamma_2$	$\cdots$	$\beta_3\gamma_{q-2}$	$\beta_3\gamma_{q-1}$	$\beta_3\gamma_q$
$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$
$\beta_p\gamma_1$	$\beta_p\gamma_2$	$\cdots$	$\beta_p\gamma_{q-2}$	$\beta_p\gamma_{q-1}$	$\beta_p\gamma_q$

$$\sum_{i=0}^{min\{p,q\}} \binom{p}{i}\binom{q}{i} =$$

$$= \binom{p}{0}\binom{q}{0} + \binom{p}{1}\binom{q}{1} + \ldots + \binom{p}{min\{p,q\}}\binom{q}{min\{p,q\}}$$

Vhodnejšie vyjadrenie tohto súčtu sa odvodí z nasledujúcich aritmetických operácií.

$$(x+1)^p(1+x)^q =$$

$$= \left[\binom{p}{0}x^p + \binom{p}{1}x^{p-1} + \binom{p}{2}x^{p-2} + \ldots + \binom{p}{p}\right] *$$

$$* \left[\binom{q}{0} + \binom{q}{1}x + \binom{q}{2}x^2 + \ldots + \binom{q}{q}x^q\right]$$

Všimneme si koeficient pri x^p. Nech $m = min\{p, q\}$.

$$\left(\binom{p}{0}\binom{q}{0} + \binom{p}{1}\binom{q}{1} + \ldots + \binom{p}{m}\binom{q}{m}\right)x^p$$

Ďalej

$$(x+1)^p(1+x)^q = (x+1)^{p+q}.$$

V binomickom rozvoji $(x+1)^{p+q}$ pri x^p bude koeficient

$$\binom{p+q}{p}.$$

Teda

$$\binom{p}{0}\binom{q}{0} + \binom{p}{1}\binom{q}{1} + \ldots + \binom{p}{m}\binom{q}{m} = \binom{p+q}{p}.$$

Počet funkcií T za podmienky $T(\beta_i, \gamma_j) = \alpha$ bude

$$\binom{p+q}{p}[(P_{p+1} - P_p)(P_{q+1} - P_q)].$$

Zhrnutie:

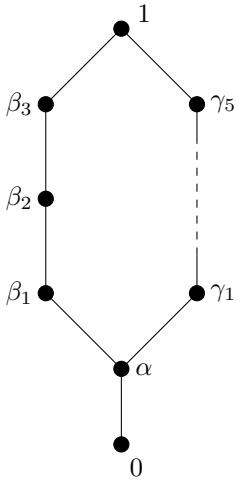
Počet všetkých t-noriem na zväze L je zhora ohraničený hodnotou

$$P_pP_q + \binom{p+q}{p}[(P_{p+1} - P_p)(P_{q+1} - P_q)].$$

Zistené vzťahy ilustrujeme v nasledujúcich príkladoch.

Príklad 2 *Nech L je ako na Obrázku 3.*

Obr. 3: Zväz L



Dosadením do príslušného vzťahu dostaneme

$$P_3P_5 + \binom{3+5}{3}[(P_{3+1} - P_3)(P_{5+1} - P_5)] =$$

$$= 22 * 451 + 56 * [(94 - 22) * (2386 - 451)] =$$

$$= 7811842,$$

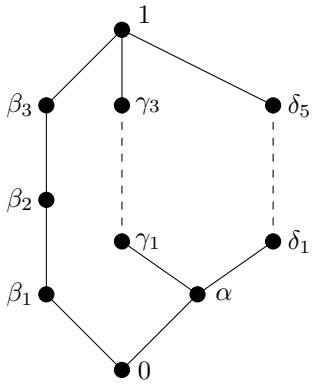
pričom hodnoty P_4 a P_6 sú získané z práce [2].

Príklad 3 *Nech L je ako na Obrázku 4.*

S využitím toho, čo poznáme z Príkladu 2, horné ohraničenie pre počet všetkých t-noriem na tomto zväze vieme určiť ako

$$22 * 7811842 = 171860524.$$

Obr. 4: Zväz L



4 Záver

Prostredníctvom zväzu sa dajú prezentovať informácie, ktoré sú medzi sebou neporovnateľné. Preto nám t-normy na zväzoch poskytujú iné možnosti využitia než zobrazenia na lineárne usporiadaných množinách.

V práci sme opísali špeciálny typ zväzu a v priebehu odvodzovania počtu všetkých t-noriem sme naznačili, ako môže t-norma na takomto zväze vyzerať.

Poďakovanie

V závere by som rada poďakovala Dr. Štefanovi Gyürkimu za inšpiratívne rady týkajúce sa kombinatorických identít použitých v tretej časti práce.

Literatúra

[1] Klement E.P., Mesiar R., Pap E. (2000) Triangular norms. Kluwer Academic Publishers, Boston/London/Dordrecht, pp. 406

[2] de Baets B., Mesiar R. (1999) Triangular norms on product lattices. Fuzzy Sets and Systems 104, 61-75.

Analýza a porovnanie možností výroby elektrickej energie a tepla pre proces spaľovania a splyňovania čierneho lúhu

Analysis and Comparison of electric energy and heat production in the combustion and gasification of black liquor

Michal Hruška[1] – Miroslav Variny[2]
Školiteľ: Miroslav Variny[2]
[1,2]Oddelenie chemického a biochemického inžinierstva, FCHPT STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava
[1] xhruska@stuba.sk, [2] miroslav.variny@stuba.sk

Abstrakt
Čierny lúh predstavuje jeden z obnoviteľných zdrojov energie. Typická väčšia papiereň vyprodukuje približne 1500 až 2000 ton čierneho lúhu za deň (s obsahom sušiny 65 – 85 % hm.), čo predstavuje približne 6 až 10 PJ energie ročne (v prepočte na hornú výhrevnosť) použitej na výrobu elektrickej energie a pary. Čierny lúh sa tradične spaľuje v regeneračných kotloch, v ktorých dochádza k regenerácii chemikálií aj energie. Vysokotlaková para odchádzajúca z kotla sa vedie do parnej turbíny, kde sa jej expanziou na rôzne tlakové úrovne vyrába elektrická energia. Splyňovanie čierneho lúhu spolu s kombinovaným cyklom výroby elektrickej energie a tepla by potenciálne mohlo nahradiť technológiu spaľovania, z dôvodu vyšších účinností výroby elektrickej energie a tepla. V našej práci sa zaoberáme porovnaním spaľovania čierneho lúhu s jeho splyňovaním s rôznymi variantami nakladania so vzniknutým syntéznym plynom. Zároveň bude tiež vypočítaná aj jednoduchá návratnosť kúpy splyňovača.

Kľúčové slová: čierny lúh, kogenerácia, spaľovanie, splyňovanie

Abstract
Black liquor represents one of the renewable sources of energy. In a typical large paper mill is produced about 1500 to 2500 tons of black liquor per day (with 65 to 85 % wt. dry solids), which represents 6 to 10 PJ of energy annually (based on higher heating value). Black liquor is traditionally combusted in recovery boilers, which represents chemical and energy recovery. High-pressure steam from recover boiler enters the steam turbine, where the electric energy is produced by expansion of the steam at different pressure levels. Black liquor gasification with integrated combined cycle can potentially replace the recovery boilers as it represents higher energy and heat production efficiencies. In our contribution, we compare the combustion of black liquor with its gasification with different variant of synthesis gas uses. In the end of the work the simple payback period will be calculated and discussed.

Key Words: black liquor, cogeneration, combustion, gasification

Úvod

Viac než 70 % papiera v Európe sa vyrába chemickým (sulfátovým) spôsobom [1]. Dôležitou súčasťou chemickej výroby papiera je regeneračný cyklus, ktorý predstavuje ekonomické aj environmentálne výhody – regenerácia použitých chemikálií, menšie množstvo odpadov vypúšťaných do životného prostredia, úspora financií z hľadiska regenerácie chemikálií a výroby elektrickej energie [2].

Hlavným procesom výroby papiera chemickým spôsobom je varenie drevných štiepok spolu s varným lúhom (zmes varných chemikálií nazývaná tiež biely lúh) pri zvýšenej teplote a tlaku. Biely lúh rozpúšťa lignín, ktorý spája celulózové vlákna. Tie sa potom oddelia od lignínu a varných chemikálií a vedú sa ďalej na výrobu papiera. Zmes obsahujúca použité varné chemikálie, vodu a lignín sa nazýva slabý čierny lúh. Tento lúh sa ďalej zahusťuje v sérii odparie k za cieľom zvýšenia obsahu sušiny v čiernom lúhu z 15 % na 65 až 85 % [3].

V súčasnosti sa čierny lúh spaľuje v regeneračných kotloch, ktoré predstavujú regeneráciu energie aj varných chemikálií [4]. Energia zo spaľovania čierneho lúhu sa využíva na výrobu vysokotlakovej pary (tlak 4 až 10 MPa), ktorá sa vedie do kondenzačno-odberovej parnej turbíny. Expanziou pary na rôzne tlakové úrovne (10 – 12 bar pre strednotlakovú paru a 4 – 5 bar pre nízkotlakovú paru) sa v turbíne vyrába elektrická energia.

Splyňovanie čierneho lúhu je vhodnou alternatívou k jeho spaľovaniu v regeneračných kotloch, pretože

predstavuje výhody vo využití energetického potenciálu čierneho lúhu. Splyňovanie je proces, pri ktorom z čierneho lúhu premenou biomasy pri vysokých tlakoch a redukčných podmienkach vzniká syntézny plyn. Existujú dva základné typy splyňovania – nízkoteplotné splyňovanie pri teplote nižšej ako je teplota tavenia anorganických solí (700 – 750 °C) a vysokoteplotné splyňovanie, ktoré prebieha pri teplotách vyšších ako je teplota tavenia anorganických solí (nad 950 °C) [5, 6]. Výhodou nízkoteplotného splyňovania je lepšia separácia anorganických látok v tuhom skupenstve, no nevýhodou je nižší stupeň premeny látok, čo má za následok zväčšenie veľkosti zariadenia, nedokonalú premenu uhlíka a redukciu síranov. Pri vysokoteplotnom splyňovaní je výhodou množstvo splynenej síry menšie a stupeň konverzie látok je vyšší, čiže stačí menší reaktor s menším zdržným časom. Naopak nevýhodou je, že roztavené anorganické látky v reaktore môžu spôsobovať jeho rýchlejšiu koróziu.

Syntézny plyn obsahuje látky: H_2, H_2O, CH_4, CO, CO_2 a H_2S. Zmenou podmienok procesu splyňovania, ako napríklad tlak v splyňovači, pomer množstva kyslíka ku množstvu čierneho lúhu, zdržný čas v reaktore alebo teplota čierneho lúhu, sa obsah jednotlivých zložiek syntézneho plynu môže meniť [3, 7].

Keďže syntézny plyn obsahuje spáliteľné látky, tak sa môže využiť ako palivo v spaľovacej turbíne (dolná výhrevnosť syntézneho plynu je 4,9 – 13,8 MJ/Nm^3 v závislosti od toho, či splyňovanie prebieha so vzduchom alebo s čistým kyslíkom), kde sa vyrába elektrická energia. Spaliny z turbíny sa potom vedú do spalinového kotla, kde sa ich ochladením vyrába vodná para [5]. Ďalšou možnosťou je využiť tento plyn v peci na vápno, čím by sa ušetrila spotreba zemného plynu. Pre zvýšenie výroby elektrickej energie je tu možnosť spaľovania zmesi zemného plynu a syntézneho plynu v spaľovacej turbíne [8, 9]. zároveň je tu aj možnosť zachytávania CO2, čím by sa znížilo množstvo emisií vyprodukovaných daným procesom [8].

Cieľom tejto práce je porovnať proces spaľovania čierneho lúhu v regeneračnom kotle s procesom splyňovania čierneho lúhu na základe množstva vyrobenej elektrickej energie a tepla po odčítaní vlastnej spotreby energie daných procesov. Pri procese splyňovania si zvolíme viacero variantov nakladania so vzniknutým syntéznym plynom, pre ktoré namodelujeme daný proces. V závere bude vyčíslená jednoduchá návratnosť kúpy splyňovača spolu so zariadeniami na spracovanie syntézneho plynu oproti regeneračnému kotlu.

1 Špecifikácie a parametre modelového procesu

V prvej časti sa zaoberáme spaľovaním čierneho lúhu v regeneračnom kotle. Pre daný proces budú zostavené materiálové a energetické bilancie kotla, bilancie parnej turbíny a návrh odplyňovača napájacej vody. Do kotla s tepelnou účinnosťou 75 % sa privádza 1600 t/deň sušiny čierneho lúhu so zložením v Tab. 1. Parametre pary vyrábanej v kotle sú 490 °C a 9,5 MPa, čo korešponduje s parametrami dosahovanými v moderných regeneračných kotloch. Táto para vstupuje do kondenzačno-odberovej turbíny s izoentropickou účinnosťou 85 %, kde je potrebné vyrobiť paru o tlaku 2 MPa (na prefukovanie rúrok od nánosov) a strednotlaková (12 bar) a nízkotlaková (5,5 bar) para v pomere 1:3. Na kondenzačnú výrobu elektrickej energie sa použije zvyšná približne tretina pary vstupujúcej do turbíny. Účinnosť výroby elektrickej energie v turbíne je 95 %. Tlak na výstupe z kondenzačnej časti turbíny je 8 kPa. Schéma procesu spaľovania je zobrazená na Obr. 1.

V odplyňovači, ktorý pracuje pri teplote 120 °C, sa na odplynenie napájacej vody o teplote 20 °C používa časť nízkotlakovej pary vyrobenej v turbíne, pričom straty odfukom predstavujú 1,5 5% z množstva privedenej pary. Vrat kondenzátu z podniku je stanovený na 70 % z celkového množstva pary odvedenej do podniku a jeho teplota je 90 °C.

Druhá časť práce sa zaoberá splyňovaním čierneho lúhu a následným spracovaním vzniknutého syntézneho plynu. Schéma tohto procesu sa nachádza na Obr. 2. Na základe údajov z literatúry [5] sme sa rozhodli použiť splyňovanie s kyslíkom pri teplote 950 °C a tlaku 3 MPa. Vzniknutý plyn odchádzajúci zo splyňovača sa zaháša slabým lúhom a kondenzátmi z procesu čistenia syntézneho plynu na teplotu približne 200 °C. Zo spodku zariadenia sa odvádza zelený lúh, pričom syntézny plyn nasýtený vodnou parou sa odvádza z bočnej steny zariadenia. Presný model splyňovača v práci nie je modelovaný, na výpočet materiálových bilancií sa použili údaje z literatúry pre rovnaké procesné podmienky. Zloženie syntézneho plynu použité pri výpočtoch je zobrazené v Tab. 1.

Horúci syntézny plyn odchádzajúci zo splyňovača sa pred procesom čistenia (odstraňovania sírnych zlúčenín) musí ochladiť na teplotu približne 30 °C. Pri jeho chladení sa v sérií výmenníkov tepla vyrobí nízkotlaková para a para o tlaku 2 bar použitá na úpravu napájacej vody v odplyňovači. Absorpčná kolóna na odstránenie sírnych zlúčenín v našom modely nie je zahrnutá, uvažujeme 100% účinnosť

čistenia plynu. Čistý syntézny plyn sa potom môže spaľovať v spaľovacej turbíne pri teplote 1300 °C. Parametre vzduchu použité pri modelovaní procesu sú 98 kPa, 15 °C a vlhkosť 85 %. Spaliny zo spaľovacej komory pri tlaku 101 kPa sa vedú do spalinového kotla, kde sa ich ochladením vyrába vysokotlaková a nízkotlaková para. Vysokotlaková para sa vedie do parnej turbíny, kde sa jej expanziou na strednotlakovú a nízkotlakovú paru vyrába elektrická energia. Odplyňovač pracuje v tomto prípade pri teplote 104 °C, pričom na odplyňovanie sa používa 2bar para. Parametre pre vrat kondenzátu sú rovnaké ako pri spaľovaní.

Ďalším variantom využitia syntézneho plynu je jeho spaľovanie v rotačnej peci na vápno. Parametre zemného plynu použité pri výpočtoch boli prebraté zo stránok Slovenského plynárenského priemyslu [10] a nachádzajú sa v Tab. 1.

Oba varianty sú prepočítané aj pre možnosť predohrevu syntézneho plynu za výstupom z absorpčnej kolóny.

Tab. 1. Zloženie čierneho lúhu, syntézneho plynu a zemného plynu použité na výpočtu.

Čierny lúh		Syntézny plyn		Zemný plyn	
zložka	hm. %	zložka	mol. %	zložka	mol. %
C	33,8	CO_2	31,1	CH_4	95,582
H	3,6	H_2	35,5	C_2H_6	2,5026
O	35,1	CO	30,6	C_3H_8	0,6221
N	< 0,1	CH_4	1,6	C_4H_{10}	0,1993
S	5,1	H_2S	1,15	C_5H_{12}	0,0361
Na	20,1			C_6H_{14}	0,0186
K	2,2			CO_2	0,3275
sušina	75			N_2	0,7107

2 Výsledky a diskusia

2.1 Spaľovanie čierneho lúhu

Spaľovaním 1600 t/deň sušiny čierneho lúhu v regeneračnom kotle s účinnosťou 75 % sa vyrobí 5169 t/deň prehriatej vysokotlakovej pary (490 °C, 9,5 MPa). Hlavné výsledky jednotlivých výpočtov sa nachádzajú v Tab. 2. Množstvo pary, ktoré musí byť vyrobené a exportované do papierne je 813 t/deň strednotlakovej a 1896 t/deň nízkotlakovej pary. Tieto množstvá sa musia dosiahnuť aj pri procese splyňovania pre splnenie požiadaviek podniku.

Pre výpočet vlastnej spotreby elektrickej energie čerpadiel napájacej vody a ventilátorov chladiacich veží bol použitý vzťah [11]:

$$N = \frac{\Delta P.\dot{V}}{\eta} \quad (1)$$

Kde N je príkon čerpadla, ΔP je zmena tlaku pred a za čerpadlom/ventilátorom, V je objemový prietok čerpanej látky a η je účinnosť čerpadla/ventilátora.

Parametre pre výpočet spotreby elektrickej energie sú nasledovné. Čerpadlo napájacej vody má účinnosť 81 % pri rozdiele tlakov 1,5 MPa. Účinnosť čerpadla na transport kondenzátu z parnej turbíny je 80 % pri zmene tlaku 0,5 MPa. Pri výpočte spotreby energie čerpadla chladiacej vody a ventilátora chladiacej veže si potrebujeme stanoviť niektoré parametre charakteristické pre letnú prevádzku. Chladiaca voda má v letnom období teplotu 27 °C a v kondenzátore sa ohreje na 34 °C. Pri týchto teplotách bude (pre daný prietok pary z kondenzačnej časti turbíny) prietok chladiacej vody 4634 t/deň. Čerpadlo chladiacej vody má účinnosť 83 % a pracuje s rozdielom tlakov 0,3 MPa. Chladiaca veža je modelovaná pre letné podmienky a teda vstupujúci vzduch má teplotu 30 °C, tlak 100 kPa a vlhkosť 50 %. Pre vystupujúci vzduch sme si určili parametre 32 °C a vlhkosť 98 %. Účinnosť ventilátora je 75 % s rozdielom tlakov 0,2 kPa. Celková spotreba elektrickej energie pri spaľovaní, ako aj množstvo čistej vyrobenej elektrickej energie je znázornené v Tab. 3.

Tab. 2. Porovnanie výsledkov výpočtov pre spaľovanie a splyňovanie čierneho lúhu (bez predohrevu syntézneho plynu a bez jeho použitia v peci na vápno).

Proces		Spaľovanie	IGCC
Výroba pary [t/deň]	HP (9,5 MPa)	5169	-
	HP (6 MPa)	-	1493
	2 MPa	192	-
	strednotlaková	813	813
	nízkotlaková (LP)	2440	1896
	2 bar (VLP)	-	288
Odplyňovač [t/deň]	Napájacia voda	1013	816
	Spotreba pary	544 (LP)	197 (VLP)
	Odfuk	8	3
Výroba el. e. [MW]	Parná turbína	38,9	7,3
	Plynová turbína	-	58,9

2.2 Splyňovanie čierneho lúhu

Pri procese splyňovania musíme najprv prepočítať bilanciu samotného splyňovača. Keďže modelovanie procesov prebiehajúcich počas samotného splyňovania čierneho lúhu nie je súčasťou tejto práce, tak bilancie boli prepočítané pre naše množstvo čierneho lúhu (1600 t/deň sušiny) podľa hodnôt v použitej literatúre [5]. Na základe toho, množstvo kyslíka potrebného pri

splyňovaní je 658 t/deň, pričom množstvo vzniknutého suchého syntézneho plynu je 1550 t/deň. Na základe prepočtov sa zistil aj obsah vody v syntéznom plyne opúšťajúcom splyňovací systém, ktorý je 45,1 % hm.

Po ochladení syntézneho plynu v sérii výmenníkov tepla a po jeho očistení v absorpčnej kolóne je prietok čistého suchého syntézneho plynu 1532 t/deň. Hlavné výsledky výroby pary a elektrickej energie pre variant bez predohrevu syntézneho plynu na výstupe z absorbéra sú zobrazené v Tab. 2.

Pri bilancovaní spaľovacej turbíny a teda výpočte množstva vyrobenej elektrickej energie bolo potrebné zistiť najprv teplotu spalín po expanzii. To sa dá vypočítať spojením energetickej bilancie a rovnice na výpočet izoentropickej práce plynu pri expanzii:

$$\Delta h = RT_1 \frac{n}{n-1}\left[1-\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}\right] \qquad (2), [12]$$

pričom

$$\Delta h = c_p(1300).1300 - c_p(T_2).T_2 \qquad (3)$$

kde Δh je rozdiel entalpií spalín pri teplote 1300 °C a neznámej teplote T_2 °C, c_p je tepelná kapacita spalín pri danej teplote, n je polytropický koeficient, T_1 a P_1 sú parametre spalín na vstupe do turbíny a P_2 je tlak spalín opúšťajúcich turbínu. Zároveň druhou rovnicou je rovnica na výpočet teploty po adiabatickej expanzii:

$$T_2 = T_1\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} \qquad (4), [12]$$

pričom T_2 z danej rovnice bude v Kelvinoch. Spoločným riešením týchto rovníc získame polytropický koeficient daných spalín (priemerne 1,3) a po započítaní izoentropickej účinnosti turbíny (88 %) je teplota spalín na výstupe z turbíny približne 560 °C.

Na základe výpočtov sa zistilo, že množstvo vyrobenej 2bar pary je väčšie ako je množstvo potrebné na odplynenie čerstvej napájacej vody. Preto je tu možnosť predohrevu syntézneho plynu na výstupe z absorbéra. Prepočítaním materiálovej a energetickej bilancie daného výmenníka tepla sa zistilo, že množstvo 2bar pary je dostatočné na ohrev syntézneho plynu na 110 °C (potrebujeme na to 82 t/deň pary).

Pri použití syntézneho plynu v peci na vápno je potrebné najprv porovnať teplotu horenia zemného plynu a syntézneho plynu pri stanovenom nadbytku vzduchu v rotačnej peci (15 % nadbytok). Zistilo sa, že adiabatická teplota horenia syntézneho plynu (1900 °C) je takmer rovnaká, ako je teplota horenia zemného plynu (1830 °C). Syntézny plyn teda môže byť využitý ako náhrada zemného plynu. Pri výpočte množstva syntézneho plynu, ktoré môžeme použiť v peci na vápno, sme obmedzení tým, že v spalinovom kotle potrebujeme vyrobiť dostatočné množstvo pary pre podnik. Zároveň je tu aj obmedzenie zo strany maximálneho množstva zemného plynu, ktoré môžeme v peci na vápno nahradiť. Šetrenie zemného plynu teda bude na úkor kondenzačnej výroby elektrickej energie v parnej turbíne. Prepočítaním materiálových a energetických bilancií procesu sa teda určilo, že množstvo syntézneho plynu odvádzaného do pece na vápno je 134 t/deň bez predohrevu a 158 t/deň s jeho predohrevom, pričom v oboch prípadoch sa eliminuje kondenzačná výroba elektrickej energie a parná turbína sa modifikuje na protitlakovú odberovú turbínu. Ušetrí sa tým teda 22 až 26 t/deň zemného plynu.

Pre výpočet spotreby elektrickej energie v procese splyňovania čierneho lúhu sa pre čerpadlá a ventilátory použili rovnaké parametre ako pri spaľovaní a spotreba elektrickej energie na výrobu kyslíka bola počítaná na základe údajov z literatúry (0,5 kW/Nm^3 kyslíka) [13]. Výsledné hodnoty vyrobenej elektrickej energie pre jednotlivé varianty aj s porovnaním so spaľovaním sú zobrazené v Tab. 3.

2.3 Návratnosť kúpy splyňovača

Na základe vypočítaných hodnôt navyše vyrobenej elektrickej energie pri splyňovaní oproti spaľovaniu, prípadne množstve ušetreného zemného plynu, vieme určiť pre rôzne modelové ceny (cena elektrickej energie 40 – 100 € a cena zemného plynu 200 – 400 €) zisk zo splyňovania.

Pre výpočet návratnosti potrebujeme vedieť cenu regeneračného kotla a cenu splyňovača spolu s ostatnými zariadeniami potrebnými na chod procesu (turbíny, kompresory, spalinový kotol a i.). Celkové investičné náklady pre Tomlinsonov regeneračný kotol aj pre splyňovač udáva vo svojej publikácii Larson [14] aj spolu s ostatnými zariadeniami. Keďže ceny v danej publikácii sú uvádzané v dolároch (USD) a pre rok 2002, tak pomocou indexačnej metódy podľa Marshalla-Swifta [15] a s konverzným kurzom 1 USD = 0,9253 EUR

môžeme vypočítať cenu zariadení v eurách pre súčasnosť.

Tomlinsonov regeneračný kotol pre naše množstvo 1600 t/deň sušiny čierneho lúhu má cenu 112,7 mil. €. Náklady na kúpu splyňovača predstavujú 191,3 mil. €. Rozdiel medzi kúpou regeneračného kotla a splyňovača teda činí približne 78,6 mil. €. Závislosť návratnosti kúpy splyňovača od cien elektrickej energie a zemného plynu je zobrazená na Obr. 3.

Ako je vidieť z grafu na Obr. 3., tak najmenej výhodné sú varianty s náhradou zemného plynu pre nízke ceny za jednotku plynu. Pochopiteľne predohrev syntézneho plynu skracuje dobu návratnosti. Z grafu je tiež vidieť, že návratnosť sa pre rôzne ceny elektrickej energie a zemného plynu pohybuje v rozmedzí 5 až 14 rokov.

Záver

Cieľom práce bolo porovnať účinnosť splyňovania čierneho lúhu voči jeho spaľovaniu na základe účinnosti výroby elektrickej energie a tepla. Vypočítaním materiálových a energetických bilancií procesu spaľovania čierneho lúhu spolu s kogeneračnou výrobou elektrickej energie a tepla sme vypočítali množstvá nízkotlakovej a strednotlakovej pary, ktoré predstavujú potreby podniku (tieto množstvá teda musia byť dosiahnuté aj pri procese splyňovania čierneho lúhu).

Porovnaním údajov z Tab. 3. je zrejmé, že pri splyňovaní čierneho lúhu je množstvo vyrobenej elektrickej energie väčšie ako pri spaľovaní. Zároveň je vidieť, že pri použití syntézneho plynu v peci na vápno je množstvo vyrobenej elektrickej energie približne o 8 MW menšie na úkor ušetreného zemného plynu. Vypočítaná jednoduchá návratnosť kúpy splyňovača oproti regeneračnému kotlu sa pre modelové ceny elektrickej energie a zemného plynu pohybuje v rozmedzí 5 až 14 rokov. Takto dlhá návratnosť je pre investorov väčšinou neatraktívna a preto by sa v papierni rozhodli pravdepodobne pre kúpu regeneračného kotla.

Syntézny plyn môže byť využitý aj iným spôsobom, ako len na výrobu elektrickej energie a tepla. Môže byť použitý na vydelenie a výrobu čistého vodíka alebo biopalív, ako napríklad metanol alebo dimetyléter. Tieto metódy nakladania so syntéznym plynom môžu zvýšiť zisky, čo sa odrazí na kratšej dobe návratnosti a teda sa celý projekt stane pre investorov atraktívnejší. Zároveň pre zníženie množstva emisií je tu možnosť zachytávania a uskladňovania oxidu uhličitého, čím sa zníži environmentálny dopad daného procesu.

Použitá literatúra

[1] Naqvi M., Yan P., Dahlquist E. (2010) Bioresour. Technol. 101(21), p. 8001

[2] Bajpai P. (2016) Pulp and Paper Industry: Chemical Recovery, Elsevier, Amsterdam, p. 11

[3] Carlsson P., Wiinikka H., Marklund M. (2010) Fuel 89(12), p. 4025

[4] Gullicksen J., Paulapuro H. (1999) Papermaking Science and Technology Book 6B, Fapet Oy, Helsinki, p. 15

[5] Berglin N., Berntsson T. (1999) Appl. Therm. Eng. 18(11), p. 947

[6] Black liquor gasification [11. 9. 2017] http://ietd.iipnetwork.org/content/black-liquor-gasification

[7] Carlsson P., Wiinikka H., Marklund M. (2012) Fuel 93, p. 117

[8] Fiaschi D., Carta R. (2007) Energy 32, p. 549

[9] Näsholm A., Westermark M. (1997) Energy Convers. Manage. 38(15-17), p. 1655

[10] SPP – Distribúcia. Zloženie zemného plynu a emisný faktor [28. 1. 2017] http://www.spp-distribucia.sk/sk_distribucna-siet/sk_zlozenie-zemneho-plynu-a-emisny-faktor

[11] Towler G., Sinnot R. (2013) Chemical Engineering Design. Principles, Practise and Economics of Plant and Process Design, Elsevier, Oxford, p. 103

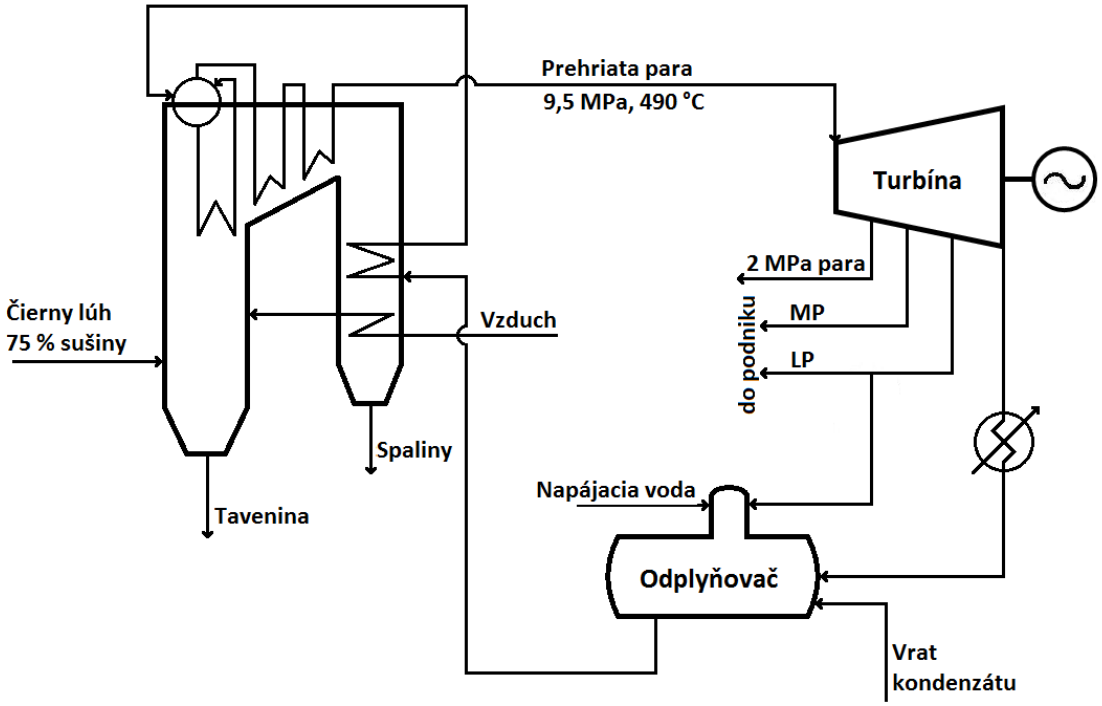
[12] Langfelder I. (1992) Energetika chemického a potravinárskeho priemyslu, Alfa, Bratislava, p. 149

[13] Alsultanny Y., Alshammari N. (2014) Eng. J. 18(2), p. 67

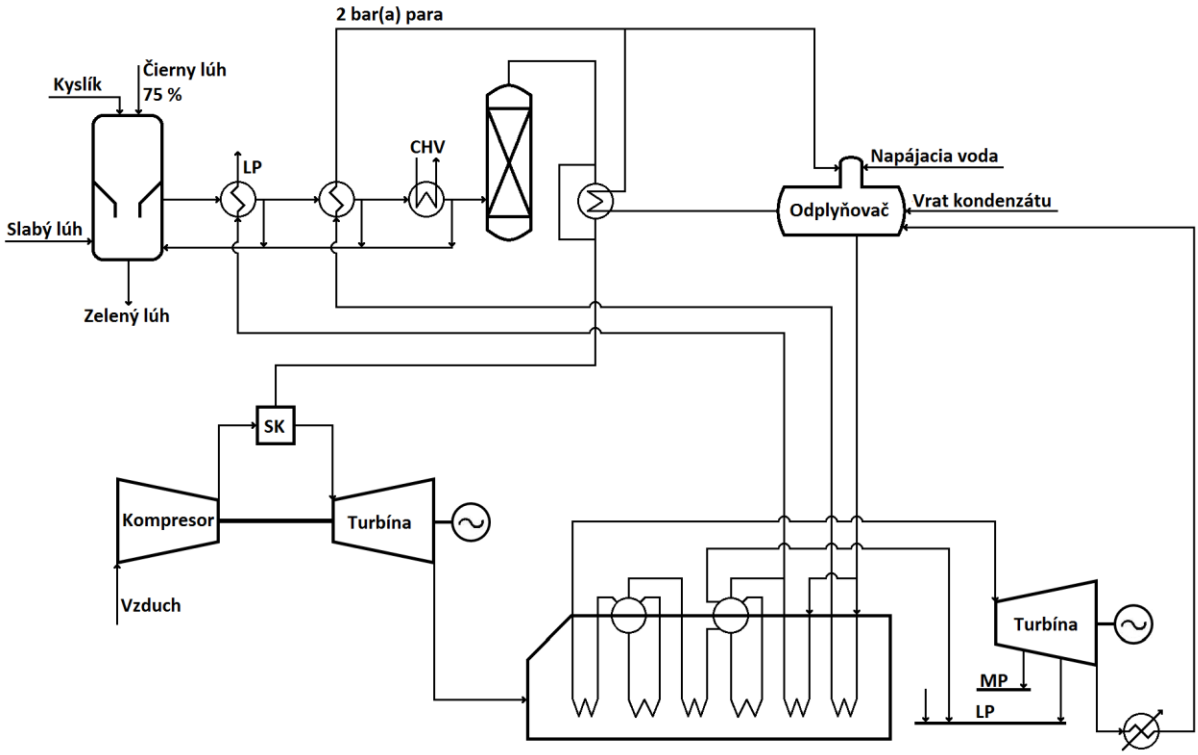
[14] Larson E. (2003) A Cost-Benefit Assessment of Biomass Gasification Power Generation in the Pulp and Paper Industry, Final Report, Princeton University

[15] Perry R. H., Green D. W. (1999) Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition, McGraw-Hill, New York, p. 860

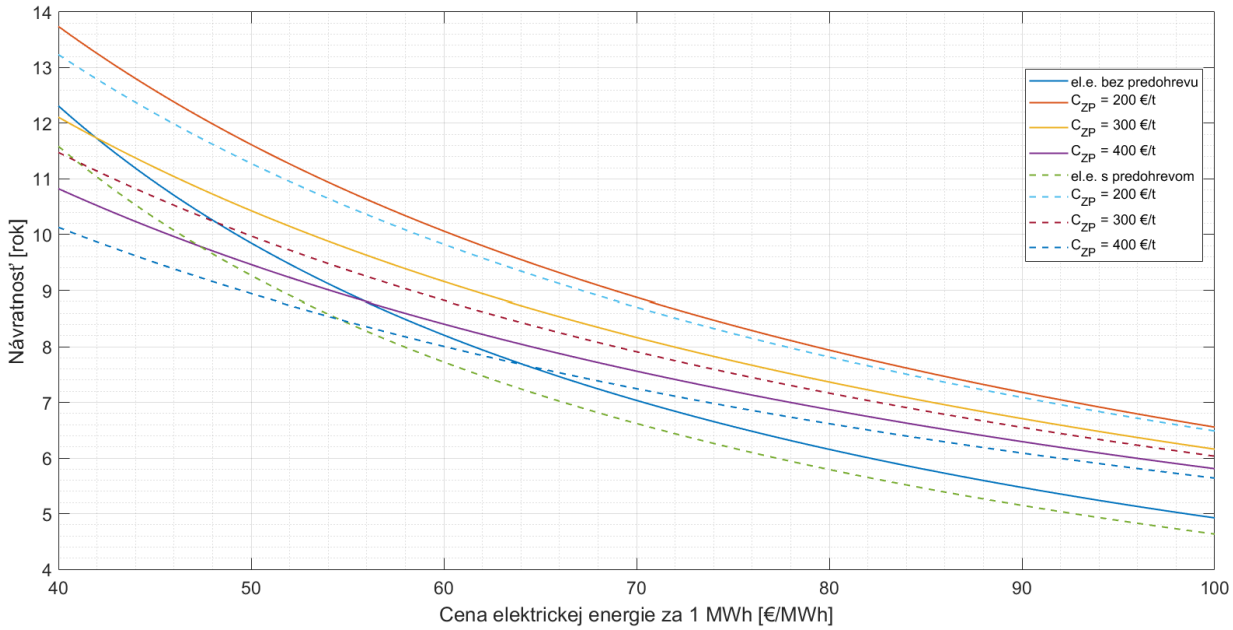
Obr. 1. Schéma spaľovania čierneho lúhu v regeneračnom kotle a parného hospodárstva



Obr. 2. Schéma splyňovania čierneho lúhu a využitia vzniknutého plynu



Obr. 3. Jednoduchá návratnosť investície do splyňovača (plnou čiarou sú varianty bez predohrevu a prerušovanou čiarou varianty s predohrevom syntézneho plynu).



Tab. 3. Porovnanie výroby elektrickej energie jednotlivých variantov splyňovania čierneho lúhu so spaľovaním v MW - výroba elektrickej energie a tepla bez predohrevu syntézneho plynu (variant 1a) a s predohrevom syntézneho plynu (variant 1b), výroba el. e. a tepla spolu s nahradením zemného plynu v peci na vápno bez predohrevu syntézneho plynu (variant 2a) a s predohrevom syntézneho plynu (variant 2b).

Typ regenerácie		Celková vyrobená el. e.	Spotreba el. e.	Čistá vyrobená el. e.	Porovnanie so spaľovaním
Spaľovanie		38,88	1,54	37,34	-
Splyňovanie	variant 1a	66,19	9,85	56,34	19
	variant 1b	67,40	9,87	57,53	20,19
	variant 2a	59,54	9,76	49,78	12,44
	variant 2b	59,36	9,76	49,6	12,26

Jednosmerná vodivosť zmesí illitu a zeolitu

DC conductivity of illite and zeolite mixtures

Marek Mánik[1],
Školiteľ: Ján Ondruška[2]
[1,2]Katedra fyziky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]marek.manik@student.ukf.sk, [2]jondruska@ukf.sk

Abstrakt

Napriek tomu, že keramické materiály sú všeobecne považované za dobré izolátory, majú nenulovú konduktivitu. Tento parameter je možné merať nepriamo, pomocou merania elektrického prúdu prechádzajúceho vzorkou pri konštantnom napätí. Následne je možné určiť aktivačné energie skúmaného materiálu pre určité teplotné intervaly.

Pomocou merania konduktivity počas výpalu keramických vzoriek je tiež možné sledovať procesy prebiehajúce v danej vzorke. V tejto práci sú pozorované zmesi illitu a zeolitu v teplotnom intervale od 120 °C do 600 °C. Pomocou diferenčnej termickej analýzy sú určené procesy a teploty pri ktorých prebiehajú. Následne je meraný elektrický prúd pri konštantnom napätí, z toho vypočítaná konduktivita a aktivačné energie. Tieto údaje sú ďalej použité na určenie dominantných nosičov náboja.

Kľúčové slová: Konduktivita, DTA, Illit, Zeolit

Abstract

Despite of ceramic materials being generally considered as good insulators, they have got nonzero conductivity. It is possible to measure this parameter indirectly, by measuring electric current passing within a sample when voltage is constant. Consequently, it is possible to determine activation energies of the given material for certain thermal intervals.

With the help of conductivity measurement during burning period of ceramic samples we are enabled to observe the processes taking place in the given sample. In this work compound of illite and zeolite are studied in thermal interval from 120 °C to 600 °C. By differential thermal analysis processes and temperatures by which they take place are described and revealed. After that, electric current is measured under the constant voltage, and from these results conductivity and activation energies are calculated. These data serve to determine dominant electric charge carriers in the given samples.

Key words: Conductivity, DTA, Illite, Zeolite

Úvod

Keramický materiál alebo keramika je anorganický tuhý materiál, vyrobený vysokoteplotnými chemickými reakciami z kremičitanov, hlinitokremičitanov, oxidov, nitridov, karbidov a boridov [1]. Z chemického hľadiska je ich hlavnou vlastnosťou nereaktivita, z fyzikálneho hľadiska sú to tvrdosť, krehkosť a tepelná stabilita [2]. Ich elektrická vodivosť je tiež veľmi nízka, preto sa keramické materiály používajú aj na výrobu elektrických izolátorov. Na Slovensku sú vyrabáné napr. v závode PPC Čab, a.s.. Táto práca sa venuje skúmaniu jednosmernej elektrickej vodivosti keramických zmesí illitu a zeolitu.

Elektrická vodivosť G je fyzikálna veličina, ktorá vyjadruje schopnosť vodiča viesť elektrický prúd. Je to prevrátená hodnota elektrického odporu R [3]

$$G = \frac{1}{R}. \tag{1}$$

Ohmov zákon vyjadruje známy vzťah medzi

napätím U, elektrickým prúdom I a elektrickým odporom R. Tiež je známy vzťah pre výpočet elektrického odporu na základe rozmerov vzorky, priložených elektród a rezistivity ρ.

$$R = \rho \frac{l}{S} \tag{2}$$

Rezistivita je materiálová konštanta, tj. nezávisí na parametroch použitej vzorky, ale charakterizuje samotný materiál. Táto veličina vyjadruje elektrický odpor vodiča s dĺžkou 1 m a prierezom 1 m^2. Z vyššie uvedeného je možné odvodiť vzťah pre jeho výpočet ako

$$\rho = \frac{U}{I}\frac{S}{l}. \tag{3}$$

Podobne ako rezistivita vyjadruje elektrický odpor určitého materiálu, je možné rovnakým spôsobom definovať aj konduktivitu. Jej označenie je σ a charakterizuje elektrickú vodivosť vodiča dĺžky 1 m s prierezom 1 m^2. Aj pre tieto veličiny platí vzťah (1), tj.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{I}{U}\frac{l}{S}, \tag{4}$$

takže konduktivita konkrétneho materiálu je daná elektrickým prúdom a napätím meranými na vzorke a jej rozmermi.

Pre konduktivitu platí Arrheniov vzťah

$$\sigma = \sigma_0 . exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right), \tag{5}$$

kde E_a je aktivačná energia jedného nosiča náboja, k Boltzmannova konštanta a T termodynamická teplota. Po zlogaritmovaní rovnice (5) je možné ju prepísať na tvar

$$log(\sigma) = log(\sigma_0) - \frac{E_a}{1000k}\frac{1000}{T}log(e), \tag{6}$$

kde $\frac{1000}{T}$ je recipročná teplota. Po dosadení $e = 2{,}718$ a $k = 8{,}617\times10^{-5}$ eV·K^{-1} a vyčíslení sa rovnica zjednoduší na tvar

$$log(\sigma) \approx log(\sigma_0) - 5E_a\frac{1000}{T}. \tag{7}$$

Odtiaľ je vidieť, že lineárne časti kriviek zobrazujúcich zavislosť $log(\sigma)$ na recipročnej teplote dávajú informáciu o aktivačnej energii.

1 Vzorky a metódy merania

1.1 Stručný popis použitých surovín

Illit je hlavná zložka surovín na výrobu illitovej keramiky. V surovom stave sa vyskytuje najčastejšie spolu s kaolínom, kremeňom, živcom a organickými nečistotami. Illit sa vyskytuje s opakujúcou sa T-O-T štruktúrou v každej vrstve. Priestor medzi vrstvami je vyplnený molekulami vody a iónmi K^+. Počas ohrevu prechádza viacerými zmenami v štrukture. Pri teplotách nižších ako 300 °C stráca fyzikálne viazanú vodu z povrchu a pórov. Dehydroxylácia začína pri 400 °C. Zmes tým stráca chemicky viazanú vodu a tvorí sa metaillit. Okolo 900 °C začína proces spekania a metaillit sa premieňa sa na spinel a mullit [4].

Zeolit je prírodný alebo synteticky hydratovaný hlinitokremičitan, ktorý obsahuje alkalické kovy alebo kovy alkalických zemín. Kryštalizuje v monoklinickej mriežke. Štruktúra pozostáva z vrstiev silikátových štvrostenov, ktoré sú navzájom spojené atómami kyslíka. Štruktúra je veľmi pórovitá, preto ľahko a dobre viaže vodu. Počas ohrevu sa dejú 2 najzásadnejšie zmeny. Pri teplote vyššej ako 100 °C zeolit stráca fyzikálne viazanú vodu. Pri teplote nad 800 °C sa celá štruktúra naruší a vzniká amorfná fáza [5].

1.2 Použité vzorky

V tejto práci sú pozorované zmesy illitu s prímesami zeolitu s hmotnostným podielom 10%, 20%, 30%, 40% a 50%, ako aj samotný illit a zeolit.

Pri meraní termických (DTA) vlastností boli použité vzorky tvaru hranola s rozmermi 10 × 10 × 16 mm. Bol použitý teplotný režim ohrevu z laboratórnej teploty na teplotu 1100 °C s rýchlosťou ohrevu 5 °C/min. Meranie bolo uskutočnené vo vzduchu.

Vzorky použité na meranie elektrických veličín majú tvar disku s priemerom približne 22 mm a hrúbkou približne 2 mm. Na obe podstavy vzoriek je nanesená vrstva uhlíka, na ktoré sú priložené platinové elektródy. Teplotný program pozostáva z 2 fáz:

- zahriatie z laboratórnej teploty na 120 °C

rýchlosťou ohrevu 10 °C/min a výdržou 60 minút - stabilizácia teploty v celom objeme vzorky a prístroja a vysušenie.

- ohrev z teploty 120 °C na 600 °C rýchlosťou ohrevu 5 °C/min a výdržou 5 minút s meraním prúdu a napätia na vzorke v 30-sekundových intervaloch.

V sledovanom teplotnom intervale zmesi strácajú fyzikálne viazanú vodu a illit prechádza dehydroxyláciou. Vzorky sú vypálené dvakrát za rovnakých podmienok a výsledky oboch meraní sú porovnané. Sledovaný je aj vplyv percentuálneho podielu zeolitu v zmesi na prúd prechádzajúci vzorkou a na konduktivitu.

1.3 Príprava a postup merania

Požadované suroviny boli rozomleté na prach s veľkosťou častíc menšou ako 100 μm. Suchá surová zmes bola pripravená pridaním potrebného množstva zeolitu do nádoby s illitom a homogenizáciou v laboratórnej miešačke. Následne bola pridaná deionizovaná voda v pomere ku zmesi 1:2 až 1:3, aby sa dosiahla rovnaká plasticita mokrej zmesi. Zmes bola premiešaná a vzniklo plastické cesto. To sa natlačilo do foriem a nechalo sa prirodzene vysušiť podľa potreby. Vzniknuté vzorky boli upravené brúsnym papierom na požadovaný tvar a rozmer, podstavy boli vybrúsené tak, aby boli planparalelné. Na podstavy bola sprejom nanesená uhlíková vrstva. Takéto vzorky boli umiestnené do meracieho prístroja.

Diferenčná termická analýza (DTA) zaznamenáva rozdiel teplôt vo vzorke oproti referenčnému materiálu - v tomto prípade korundu. Pomocou toho je možné určiť, kedy vzorka spotrebúva, resp. vydáva teplo. Takto je možné určiť endotermické (exotermické) reakcie.

Prístroj na sledovanie elektrického prúdu prechádzajúceho vzorkou pozostával z regulátora ohrevu, stabilizovaného zdroja jednosmerného napätia, termočlánku, ampérmetra, pece a stolového počítača. Pec bola od okolia tepelne izolovaná korundovými tehlami. Vzorka bola umiestnená do pece pri laboratórnej teplote a spustená bola prvá fáza teplotného programu. Po ukončení tejto fázy bolo na zdroji nastavené napätie $U = 10$ V a spustila sa druhá fáza programu. Sledovaný bol prúd prechádzajúci vzorkou.

Zo známych rozmerov každej vzorky, konštantného napätia zo zdroja a zaznamenaného prúdu bola vypočítaná konduktivita daných zmesí podľa vzťahu (4). Pre úplnú presnosť výpočtu by bolo vhodné započítať zmenu rozmerov vplyvom ohrevu. Tento údaj je možné získať pomocou dilatometrických kriviek daných materiálov. Nakoľko je v tejto práci sledovaný teplotný rozsah od 120 °C do 600 °C, zmeny v rozmeroch sú zanedbateľné, v ráde stotín až desatín percenta. Danú korekciu preto nie je nutné použiť.

2 Výsledky a diskusia

2.1 Diferenčná termická analýza

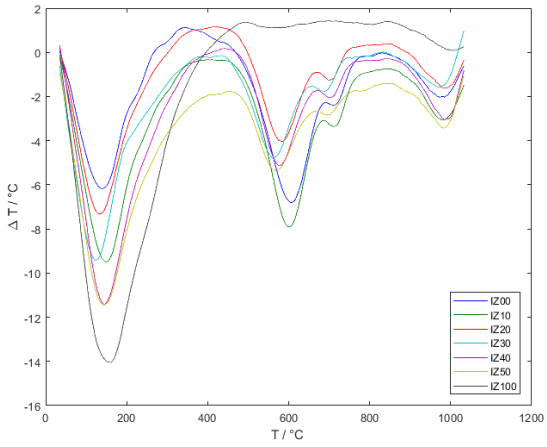
Na DTA krivkách na Obr. 1 je vidieť, že v zeolite pozorujeme jednu endotermickú reakciu v teplotnom intervale 25 °C - 400 °C. Jedná sa o dehydratáciu. Výchylka je výrazná - rozdiel teploty oproti referenčnej vzorke je ≈14 °C. Zeolit na seba dobre viaže atmosférickú vlhkosť z okolia. To spôsobuje, že v danom teplotnom intervale sa odparuje vysoký podiel vody aj pozorovanú vysokú teplotu dehydratácie. Z toho dôvodu je výchylka v porovnaní s illitom vyššia a tiež je pozorovaná do vyšších teplôt.

V illite v teplotnom rozmedzí od 30 °C do 1100 °C nastávajú tri výrazné endotermické reakcie.

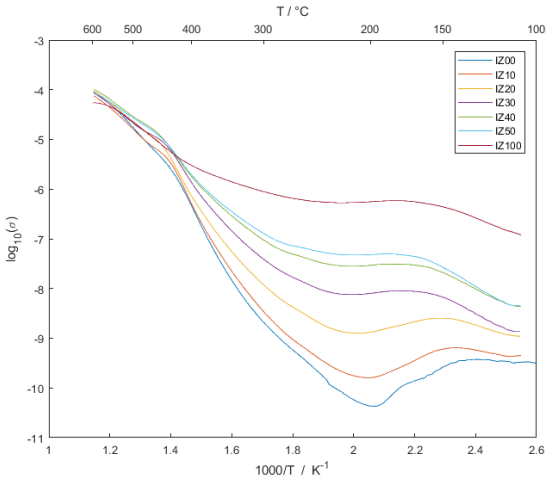
- Prvá je dehydratácia a je viditeľná v teplotnom intervale 25 °C - 350 °C. V tomto intervale sa stráca fyzikálne viazaná voda. Proces prebieha postupne, pri nižších teplotách sa stráca voda z väčších pórov vzorky. Neskôr pri teplote cca 200 °C sa stráca voda z menších pórov a voda viazaná na povrch kryštálov. Výchylka je menšia ako v prípade zeolitu. Súvisí to s tým, že zeolit viaže vodu ľahšie ako illit[5].

- Druhá je dehydroxylácia, v intervale od 450 °C až do 750 °C. Je vidieť, že prebieha v dvoch stupňoch. Prvé minimum je viditeľné pri teplote ≈ 600 °C a druhé, menej výrazné, pri teplote ≈ 700 °C. V tomto teplotnom intervale sa

Obr. 1: DTA krivky zmesí illitu a zeolitu kalibrované pomocou teplotnej krivky pece.



Obr. 2: Konduktivita sledovaných zmesí počas prvého ohrevu.



narušuje štruktúra materiálu a illit sa premieňa na metaillit[4].

- Posledné minimum sa vyskytuje pri teplote okolo 1000 °C. Toto súvisí s tým, že určitá časť illitu sa premieňa na sklovinu.

2.2 Konduktivita

Krivky zobrazujúce závislosť konduktivity na recipročnej teplote sú zobrazené v grafe na Obr. 2. V danom intervale sú hodnoty konduktivity rozptýlené rádovo od 10^{-10} S·m^{-1} do 10^{-4} S·m^{-1}. Najnižšie hodnoty dosahuje pri teplote ≈ 200 °C, čo korešponduje s maximom dehydratácie (Obr. 1). V recipročnej škále teplota 200 °C odpovedá hodnote 2 K^{-1}. Pri teplotách nižších ako táto hodnota je konduktivita spôsobená najmä molekulami fyzikálne viazanej vody, preto nemá význam uvažovať o nej ako o vlastnosti skúmaného materiálu.

Pre teploty vyššie ako 200 °C, tj. v recipročnej mriežke nižšie ako 2 K^{-1}, sú viditeľné tri približne lineárne oblasti v illite a konduktivita zeolitu je približne lineárna v celej oblasti. Pre každú z týchto oblastí je možné spočítať aktivačnú energiu a z nej potom súdiť, aké nosiče náboja v ktorej oblasti dominujú. Jednotlivé aktivačné energie sú získané lineárnou regresiou a sú zapísané v Tab. 1. Lineárne oblasti sú:

1. 220 °C - 350 °C, tj. v recipročnej škále 2 K^{-1} - 1,6 K^{-1}.
2. 350 °C - 450 °C, tj. v recipročnej škále 1,6 K^{-1} - 1,38 K^{-1}.
3. 450 °C - 600 °C, tj. v recipročnej škále 1,38 K^{-1} - 1,15 K^{-1}.

Tab. 1: Aktivačné energie meraných zmesí počas prvého ohrevu v eV.

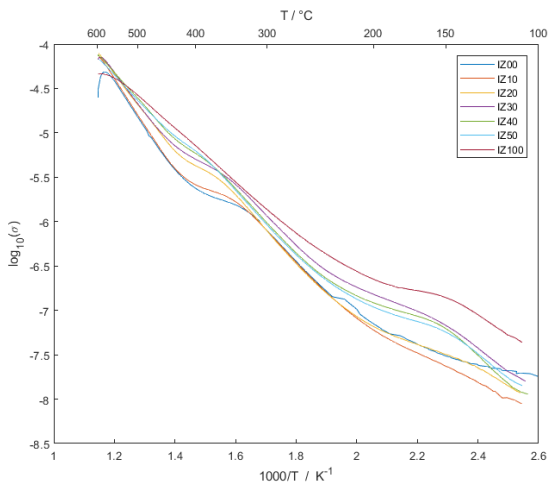
Zmes	Oblasť 1	Oblasť 2	Oblasť 3
IZ00	1,10	2,30	1,26
IZ10	1,05	2,22	1,08
IZ20	0,86	1,92	0,98
IZ30	0,74	1,68	0,90
IZ40	0,46	1,40	0,86
IZ50	0,30	1,30	0,82
IZ100	0,22	0,58	0,80

V illite sú hlavné nosiče náboja ióny H^+, OH^-, K^+ a Na^+. Ióny H^+ a OH^- majú nižšiu aktivačnú

energiu v porovnaní s K^+ a Na^+[4]. Názorne to vidieť na oblastiach 1 a 3. V prvej oblasti ešte prebieha dehydratácia, majoritné nosiče náboja sú teda práve tieto ióny a aktivačná energia je 1,10 eV. V tretej oblasti prebieha dehydroxylácia a zo štruktúry sa uvoľnujú OH-skupiny. Aktivačná energia sa ukazuje mierne vyššia, s hodnotou 1,26 eV. Štruktúra illitu sa v priebehu dehydroxylácie mení a je poruchovejšia, preto je pozorovaný mierny nárast konduktivity. Pri teplotách 350 °C - 450 °C, sú majoritnými nosičmi náboja ióny K^+ a Na^+. Z toho dôvodu pozorujeme vyššiu aktivačnú energiu. Jej hodnota je 2,30 eV [4].

V zeolite prebieha počas ohrevu dehydratácia v celom sledovanom teplotnom intervale, hlavné nosiče náboja sú preto ióny H^+ a OH^-. Počas ohrevu sa fyzikálne viazaná voda z pórov postupne vytráca a štruktúra zeolitu sa stáva poruchovejšou. To spôsobuje nárast aktivačnej energie. Ako prímes illitu zeolit spôsobuje, že celá zmes obsahuje viac fyzikálne viazanej vody, teda vyššie percento iónov H^+ a OH^-. Preto táto prímes znižuje aktivačné energie zmesí v celom sledovanom teplotnom intervale.

Obr. 3: Konduktivita sledovaných zmesí počas druhého ohrevu.



Použité vzorky boli po vychladení znovu ohriate na 600 °C a zmerané ešte raz, za rovnakých podmienok. Na Obr. 1 je vidieť, že pri danej teplote dehydroxylácia neprebehla úplne a štruktúra je preto poruchová. Z toho dôvodu sú pozorované nižšie aktivačné energie v celom teplotnom rozsahu.

Na Obr. 3 je zobrazená závislosť konduktivity sledovaných zmesí počas druhého ohrevu. V porovnaní s Obr. 2 je pozorovaný menší rozptyl konduktivity pri nižších teplotách. Takisto rozptyl hodnôt aktivačnej energie spôsobený vyšším podielom zeolitu sa čiastočne stráca. Meraný interval je rozdelený rovnako ako pri prvom ohreve a hodnoty aktivačných energií vzoriek v jednotlivých oblastiach sú znovu zapísané v Tab. 2.

Tab. 2: Aktivačné energie meraných zmesí počas druhého ohrevu v eV.

Zmes	Oblasť 1	Oblasť 2	Oblasť 3
IZ00	0,70	0,25	1,01
IZ10	0,69	0,26	1,04
IZ20	0,70	0,44	0,89
IZ30	0,67	0,40	0,86
IZ40	0,65	0,54	0,76
IZ50	0,64	0,60	0,66
IZ100	0,58	0,58	0,58

V grafe na Obr. 3 aj v Tab. 2 je vidieť, že v teplotnom intervale 220 °C - 600 °C rastie logaritmus vodivosti zeolitu lineárne a aktivačná energia sa nemení. Vodivosť je spôsobená difúziou OH-skupín.

V illite sú počas tohto ohrevu majoritné ióny vody (H^+ a OH^-) s aktivačnou energiu menšou ako 0,7 eV. Pozorujeme vyššie aktivačné energie ($\approx$ 1 eV) pre oblasť dehydroxylácie, spojené s premenou illitu, ktorý sa nestihol premeniť počas prvého ohrevu, na metaillit. Štruktúra sa tým ešte viac narušuje z medzivrstvového priestoru počas toho unikajú ďalšie K^+ a Na^+ ióny.

3 Záver

V tejto práci boli sledované niektoré termické a elektrické vlastnosti zmesí illitu a zeolitu. Pomocou DTA kriviek bolo ukázané aké reakcie a pri akých teplotách prebiehajú.

Ďalej bol meraný jednosmerný elektrický prúd, ktorý prechádzal rôznymi zmesami illitu a zeolitu

počas dvoch ohrevov. Meraný bol v teplotnom intervale od 120 °C do 600 °C, kde materiály strácajú fyzikálne aj chemicky viazanú vodu, avšak nepodstupujú štrukturálne premeny na amorfnú fázu (zeolit), resp. spinel a mullit (illit). Z meraného prúdu a ďalších konštantných parametrov bola vypočítaná konduktivita pre všetky sledované vzorky podľa vzťahu (4) z úvodnej časti.

Počas prvého ohrevu sa ukázalo, že fyzikálne viazaná voda má pomerne výrazný vplyv na konduktivitu materiálu. Zeolit, ktorý jej obsahuje viac ako illit má pri teplotách nižších ako 400 °C o 3 - 4 rády vyššiu elektrickú vodivosť. Pri teplote vyššej ako 450 °C začína v illite prebiehať dehydroxylácia a jeho vodivosť rastie rýchlejšie ako v prípade zeolitu. Elektrická vodivosť pri teplote 600 °C sa výrazne neodlišuje a pri všetkých skúmaných vzorkách sa jej hodnoty pohybujú okolo $\sigma \approx 10^{-4}$ S·m^{-1}. Počas druhého ohrevu bol nameraný menší rozptyl konduktivity u vzoriek aj pri nízkych teplotách.

Pre oba ohrevy boli v lineárnych oblastiach kriviek spočítané aktivačné energie. Tie sú vyššie pre vzorky s vyšším podielom illitu v dôsledku obsahu iónov K^+ a Na^+. V zeolite sú nosičmi elektrického prúdu len katióny vodíka H^+, resp. hydroxylové skupiny OH^-.

Literatúra

[1] Tilley, R. J. D. (2004) Metals, Ceramics, Polymers and Composites. In Understanding Solids: The Science of Materials. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, p. 159.

[2] Black, J. T., Kohser, R. A. (2012) DeGarmo's materials and processes in manufacturing. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, p. 226

[3] Narinder, K. (2003) Comprehensive Physics XII. Laxmi Publications, Ltd, New Delhi, India, p. 28

[4] Kubliha, M., Trnovcová, V., Ondruška, J., Štubňa, I. (2016) J Therm Anal Calorim. 124, p. 81-86

[5] Sunitrová, I., Trník, A. (2017) Thermal expansion of ceramic samples containing natural zeolite. AIP Conference Proceeding 1866, 040039

Využitie Friedmanovej metódy v oblasti spekania keramiky prostredníctvom termodilatometrie

The use of Friedman method in the sintering region of ceramics by thermodilatometry

Filip Obert[1]
Školiteľ: Anton Trník[2]
[1,2]Katedra fyziky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] filip.obert@ukf.sk, [2] atrnik@ukf.sk

Abstrakt

Chemickú kinetiku je možné využiť na štúdium tepelne aktivovaných procesov. Znalosť kinetiky vysokoteplotných reakcií má ekonomický a praktický význam pre hospodárstvo a priemysel menovite.

Pre výskum spekania je použitý izokonverzný princíp diferenciálnej Friedmanovej metódy. Spekanie keramických vzoriek na báze illitu je zaznamenané pomocou termodilatometrie rôznymi rýchlosťami ohrevu – 2, 5, 7, 10 a 15 °C min^{-1}. Spekanie je skúmané v teplotnom intervale od 800 až 1200 °C, v atmosfére plynného dusíka. Využitím Friedmanovej metódy sa určila zdanlivá aktivačná energia spekania illitu E_a = 655±100 kJ mol^{-1}. Výsledky indikujú, že reakcia spekania sa neriadi jediným dominantným krokom. V prípade presnosti metódy sme zaznamenali 30 % rozptyl hodnôt zdanlivej aktivačnej energie.

Kľúčové slová: termodilatometria, chemická kinetika, spekanie, illit, Friedmanova metóda

Abstract

Chemical kinetics can be used for the study of thermally activated processes. Understanding the kinetics of high temperature reactions has economical and practical importance for economy and industry specifically.

For the study of sintering an isoconversional principle of Friedman differential method was used. Sintering of ceramic samples on illite basis is measured by thermodilatometry with various heating rates – 2, 5, 7, 10 and 15 °C min^{-1}. Sintering is studied in temperature region of 800 to 1200 °C, in nitrogen gas atmosphere. Using the Friedmman method an apparent activation energy E_a = 655±100 kJ mol^{-1} was determined. Results indicate, that reaction does not obey dominant single step. In case of method precision, we have observe 30 % variance values of the apparent activation energy.

Key Words: thermodilatometry, chemical kinetics, sintering, illite, Friedman method

Úvod

Posledné desaťročia sú nároky na tepelné spracovanie rôzličných materiálov zvýšené kvôli ekonomickému hospodáreniu. Štúdium procedúr, ktoré zahŕňajú tepelné spracovanie sa odráža v šetrení energie, výdavkov a tým aj prírodných zdrojov. Vo všeobecnosti pri tepelnom spracovaní materiálov spekanie prebieha rýchlejšie pri vyšších teplotách. Dosiahnutie vyšších teplôt je však energeticky náročnejšie. Pri spracovaní musíme dosiahnuť takej teploty, kedy spekanie nastáva. Problémom je však, či je výhodnejšie použiť nižšie teploty a dlhšiu teplotnú výdrž alebo vyššie teploty pri nižšej výdrži. Túto otázku riešia niektoré z metód termickej analýzy.

Termická analýza prezentuje súbor metód v ktorých sa študujú vybrané zmeny materiálov meraním jednej z ich fyzikálnych vlastností ako funkcia teploty. Súčasne existuje niekoľko desiatok termoanalytických metód, ktoré sa líšia vybranými fyzikálnymi vlastnosťami použitými pri opisovaní stavu materiálov (dĺžka, hmotnosť, magnetická susceptibilita, teplotný rozdiel medzi vzorkou a referenčným materiálom, atď.) V posledných časoch však použitie termoanalytických metód vzrastá a ich oblasť aplikácie je široká.

1 Spekanie a termodilatometria

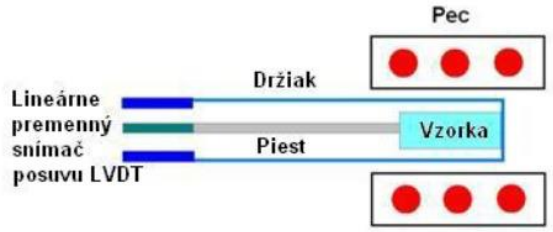
Podľa definície Herringa sa spekaním rozumejú zmeny tvaru, ktorými prejdú malé čiastočky alebo zhluky častíc udržiavané počas vysokých teplôt [1]. Vysoké teploty sa myslia také, ktoré neprekročia teplotu tavenia daného materiálu. Názorným príkladom spekania je formovanie snehu do hustej snehovej gule, kedy má sneh iné vlastnosti ako na začiatku napr. zvyšuje sa hustota, pevnosť a tepelná kapacita.

Téme spekania sa venuje značné množstvo autorov [2, 3].

Proces spekania môžeme sledovať napr. pomocou termodilatometrie. Vo všeobecnosti je dilatometer zariadenie, ktoré meria rozmerové zmeny spôsobené fyzikálnym alebo chemickým javom. Dilatometria je metódou pre meranie zmien rozmerov pevných látok pre kontrolované teplotné a časové programy. Základnym vzťahom pre termodilatometriu je rovnica

$$\alpha = \frac{1}{L}\frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}T}, \qquad (1)$$

kde α je koeficient lineárnej teplotnej rozťažnosti, L je pôvodný rozmer telesa a podiel dl/dT je diferenciálna zmena dĺžky telesa o teplotu dT.



Obr. 1 Schématický nákres dilatometra

Pri meraní sme využili dilatometer DIL-402C, ktorý má možnosť prietoku očistného plynu – plynného dusíka, počas merania. Ako je možné pozorovať na obr.1, vzorka sa uloží medzi piest a držiak dilatometra. Na zaznamenávanie relatívnych zmien dĺžky vzorky slúži snímač LVDT. Prostredníctvom softvéru si môže užívateľ zvoliť príslušný teplotný program.

2 Chemická kinetika a Friedmanova metóda

Cieľom určenia kinetických parametrov teplotne aktivovaných reakcií je odvodenie kompletného opisu priebehov týchto reakcií. Z pravidla je pre chemické reakcie daný cieľ veľmi zložitý. Reakcie môžu prejsť cez súbor mechanizmov a rôznych medzistupňov, ktoré majú rozdielnu teplotnú a časovú závislosť. Základná myšlienka metód popisujúcich kinetiku teplotne aktivovaných procesov vychádza z nasledovných predpokladov. Rýchlosť priebehu reakcie je vo všeobecnosti funkciou teploty a stupňa konverzie, čo môžeme zapísať ako

$$\frac{\mathrm{d}\alpha}{\mathrm{d}t} = \Psi(T,\alpha). \qquad (2)$$

Funkciu v rovnici (2) je možné vyjadriť ako súčin dvoch funkcií nezávislých na sebe. Jedna z nich je závislá výhradne od teploty a druhá od stupňa konverzie (t.j. rozsahu reakcie).

$$\Psi(T,\alpha) = k(T)f(\alpha). \qquad (3)$$

Kombináciou rovníc (2) a (3) môžeme formálne vyjadriť vzťah pre rýchlosť priebehu reakcie, ktorý je zároveň aj východiskovou rovnicou pre metódy jednokrokových procesov.

$$\frac{\mathrm{d}\alpha}{\mathrm{d}t} = k(T)f(\alpha). \qquad (4)$$

Funkcia $k(T)$ je najčastejšie považovaná za rýchlostnú konštantu, ktorá charakterizuje vplyv teploty na rýchlosť chemickej reakcie a $f(\alpha)$ je modelom reakcie, ktorý odráža mechanizmus reakcie. Takmer výlučne sa ako funkcia $k(T)$ uvažuje Arrheniova rovnica

$$k(T) = A\exp(-E_a/RT), \qquad (5)$$

kde A je predexponenciálny faktor, E_a je zdanlivá aktivačná energia skúmaného procesu, R je univerzálna plynová konštanta a T je termodynamická teplota. Spojením rovníc (4) a (5) dostaneme

$$\frac{\mathrm{d}\alpha}{\mathrm{d}t} = A\exp(-E_a/RT)f(\alpha). \qquad (6)$$

Celková premena reaktantov na produkty z pravidla nezahŕňa len jeden teplotný proces, ale väčšinou ide o súhrn viacerých súčasne prebiehajúcich reakcií. Experimentálne je možné kinetické parametre získať zo sady termických meraní pri rôznych rýchlostiach ohrevu alebo rôznych izotermických teplotách. Na tento účel sa dajú použiť viaceré termické analýzy. V závislosti od spôsobu určenia kinetických parametrov môžeme kinetické metódy rozdeliť na izokonverzné metódy, metódy maximálnej rýchlosti reakcie a metódy, pri ktorých sa porovnávajú zhody medzi konkrétnymi reakčnými modelmi a experimentálnymi dátami [4].

Izokonverzné metódy sa opierajú o izokonverzný princíp ktorý hovorí, že rýchlosť reakcie na danom

stupni konverzie je závislá iba od teploty. Podľa rovnice (3) môžeme písať

$$\left[\frac{\Psi(T,\alpha)}{\partial T^{-1}}\right]_\alpha = \left[\frac{k(T)}{\partial T^{-1}}\right]_\alpha + \left[\frac{\partial \ln f(\alpha)}{\partial T^{-1}}\right]_\alpha , \quad (7)$$

kde dolný index α označuje hodnoty vzťahujúce sa na daný stupeň konverzie. Základný princíp hovorí, že funkcia nezávisí na teplote, a teda ak je konštantná platí

$$\left[\frac{\partial \ln(\mathrm{d}\alpha/\mathrm{d}t)}{\partial T^{-1}}\right]_\alpha = -\frac{E_\alpha}{R} . \quad (8)$$

Experimentálne dáta pre izokonverzné metódy môžeme získať buď pomocou izotermických meraní pri rôznych teplotách alebo pomocou neizotermických režimoch ohrevu alebo chladenia a to buď lineárnych alebo ľubovoľných. Výhoda izotermických meraní je, že funkcia *k*(*T)* je konštantná.

Podľa spôsobu určenia kinetických parametrov rozdeľujeme izokonverzné kinetické metódy na diferenciálne, integrálne a kompromis medzi nimi – inkrementálne. Najznámejším zástupcom diferenciálnych metód je Friedmanova metóda, ktorej výhoda je, že nie je citlivá na zmenu hodnoty aktivačnej energie v závislosti od stupňa konverzie. Nevýhodou Friedmanovej metódy a ostatných diferenciálnych metód je ich citlivosť na šum v experimentálnych dátach kvôli potrebe numerického derivovania [5].

V roku 1964 Henry L. Friedman ako prvý uverejnil metódu, ktorá je schopná určiť kinetické parametre tepelne aktivovaných procesov. Friedman uvádza, že touto metódou je možné stanoviť aktivačnú energiu určitých reakcií bez znalosti tvaru kinetickej rovnice [6]. Využitím vzťahu (6) v súlade s izokonverzným princípom sa môžeme dopracovať k rovnici

$$\ln\left(\frac{\mathrm{d}\alpha}{\mathrm{d}t}\right)_{\alpha,i} = \ln\left[f(\alpha)A\alpha\right] - \frac{E_a}{RT_{\alpha,i}} , \quad (9)$$

ktorá vyjadruje podstatu Friedmanovej metódy. Rovnica (9) je aplikovateľná na ľubovoľný teplotný program. Na danom stupni premeny α je hodnota aktivačnej energie E_a stanovená zo sklonu na grafe $\ln(\mathrm{d}\alpha/\mathrm{d}t)$ voči $1/T_{\alpha,i}$. Dolný index *i* popisuje rozličné teplotné programy. $T_{\alpha,i}$ je teplota u ktorej je dosiahnutý rozsah konverzie α pri *i*-tom teplotnom programe. Pre izotermické teplotné progamy *i* indikuje jedinú teplotu. Pre lineárne neizotermické programy zas *i* indikuje jedinú rýchlosť ohrevu. Lineárnu rýchlosť ohrevu β môžeme charakterizovať ako zmenu teploty d*T* za čas d*t*. Ak uvážime, že podiel

$$\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}t} = \beta = konšt., \quad (10)$$

Na základe uvedeného môžeme rovnicu (10) prepísať do tvaru

$$\ln\left[\beta_i\left(\frac{\mathrm{d}\alpha}{\mathrm{d}t}\right)_{\alpha,i}\right] = \ln\left[f(\alpha)A\alpha\right] - \frac{E_a}{RT_{\alpha,i}} . \quad (11)$$

Z rovnice (11) je zrejmé, že teplota $T_{\alpha,i}$ sa mení lineárne s časom v súlade s rýchlosťou ohrevu β_i. Kedže Friedmanova metóda využíva hodnoty okamžitých rýchlostí, je veľmi citlivá na experimentálny šum.

3 Illit

Illit je ílový minerál zo skupiny fylosilikátov. Charakterizuje ho doštičkovitá štruktúra zŕn a biela až sivá farba, pokiaľ neobsahuje žiadne iné prímesy, ktoré môžu prispieť k inému odtieňu alebo zmene farby. Pomenovanie nesie podľa štátu Illinois, kde bol prvýkrát popísaný v roku 1937. Jeho výskyt je pomerne v hojnom zastúpený v ílových bridliciach, íloch, pôdach kde sa vyskytuje spolu s kaolínom a montmorillonitom. Je to vrstvevnatý aluminosilikát. Jeho štruktúra predstavuje striedajúce sa tetraédricko-oktaédrické- tetraédrické vrstvy [7]. So stúpajúcou teplotou sa predpokladá, že illit prechádza transformáciou a mení sa na muskovit [8]. V tab. 1 môžeme pozorovať chemické zloženie illitu s obsahom Al_2O_3 a SiO_2 vo vzájomnom pomere 3:5.

Tab. 1 Chemické zloženie illitu (LOI – ozn. stratu žíhaním; hodnoty sú udávané v hmotnostných percentách)

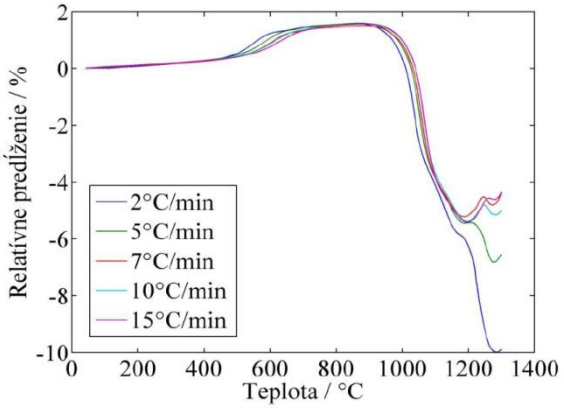
SiO_2	Al_2O_3	MgO	K_2O	Fe_2O_3	LOI
50,2	30,4	3,5	7,0	0,7	8,0

4 Výsledky a diskusia

Pre účely merania bolo potrebné vyrobiť vzorky. Illit sme mechanicky rozdrvili v guľovom mlyne a pomocou

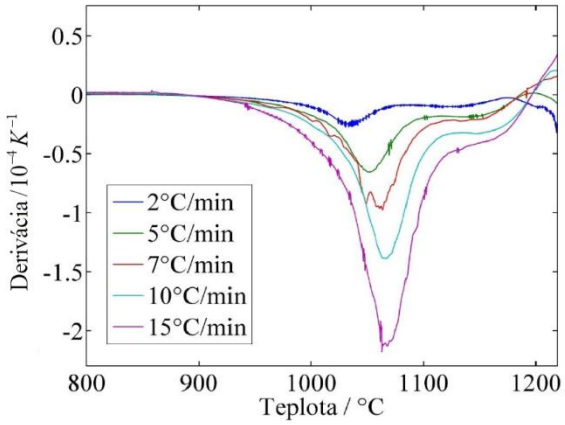
vibračného sita použili frakcie <100 µm. Sitovaný materiál sme spojili s destilovanou vodou v pomere 2:1 pre illit za vzniku plastickej hmoty. Extrudérom sme vytvorili vzorky tvaru valca s priemerom podstavy 10 mm a výškou 100 mm. Po dvojtýždňovom sušení pri laboratórnej teplote boli vzorky opracované na požadované rozmery s priemerom podstavy 6 mm a výškou 30 mm. Na opracovanie sme použili sústruh. Na finálne dokončenie jemný brúsny papier.

Namerané dáta sme vyhodnocovali prostredníctvom počítačového softvéru Matlab. Na obr. 2 sa nachádzajú termodilatometrické krivky pri rýchlostiach ohrevu 2, 5, 7, 10 a 15° C/min.



Obr. 2 Termodilatometrické krivky illitických vzoriek

Namerané hodnoty z termodilatometrických kriviek sme neskôr numericky derivovali. Derivácia je rozdielom relatívneho predĺženia podľa teploty vo vybranom intervale, ako môžeme pozorovať na obr. 3. Dáta z derivácie sme vyhladili pomocou počítačových algoritmov.

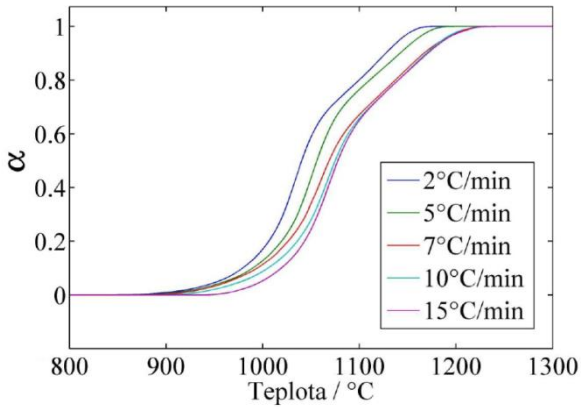


Obr. 3 Numerická derivácia termodilatometrických kriviek podľa teploty

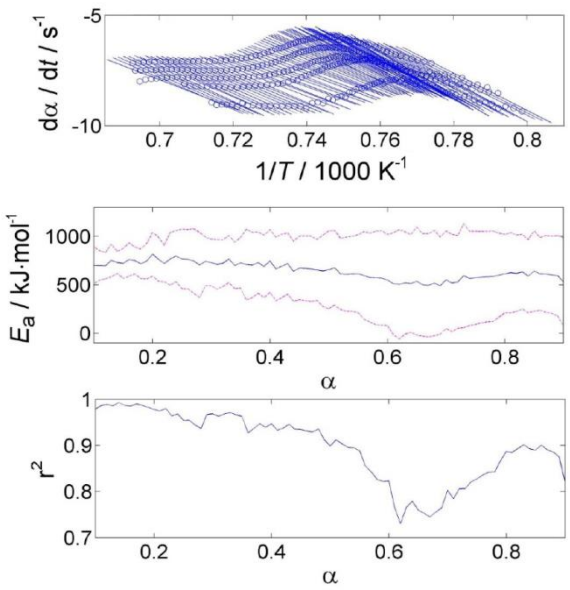
Vyhladené dáta slúžili na zostrojenie konverzných kriviek. Pred zostrojením kriviek sme odpočítali základnú čiaru tzv. baseline od pôvodných dát. Výsledok je, že pred a za hranicou píku neprebieha žiadna chemická reakcia. V opačnom prípade by plocha maxima bola skreslená.

Na zostrojenie konverzných kriviek môžeme využiť plochy jednotlivých maxím. Ako pozorujeme na obr. 4, asi pri teplote 1050 °C dochádza na konverzných krivkách k zlomu, čo možno pozorovať aj priamo na nespracovaných dátach.

Zdanlivú aktivačnú energiu E_a stanovujeme zo závislosti dα/dt voči 1/T ako vidíme na obr.5.



Obr. 4 Konverzné krivky pre jednotlivé rýchlosti tepelného spracovania



Obr. 5 Výpočet zdanlivej aktivačnej energie pri procese spekania illitických vzoriek

Tab. 2 Vybrané hodnoty zdanlivej aktivačnej energie E_a pri danom stupni konverzie α

α	E_a / kJ mol^{-1}	r^2
0,2	816	0,98
0,3	730	0,97
0,4	747	0,95
0,5	656	0,90
0,6	550	0,82
0,7	553	0,80
0,8	616	0,89

Záver

Využitím termodilatometrie sme na illitických vzorkách určili teplotu spekania v intervale od 800 do 1200 °C. Previedli sme analýzu prostredníctvom izokonverznej metódy chemickej kinetiky. Určili sme zdanlivú aktivačnú energiu E_a = 655±100 kJ mol^{-1} pri procese spekania použitím diferenciálnej Friedmanovej metódy.

V prípade určenia presnosti metódy sme zaznamenali vo výsledkoch 30% rozptyl hodnôt zdanlivej aktivačnej energie. Konštatujeme že, reakcia spekania sa neriadi jediným dominantným krokom a aktivačná energia je závislá od stupňa konverzie .

Poďakovanie

Touto cestou by som sa chcel poďakovať svojmu školiteľovi doc. Antonovi Trníkovi, PhD., za cenné rady a usmernenie pri tvorbe tejto práce.

Použitá literatúra

[1] C. Herring, “Effect of Change of Scale on Sintering Phenomena,” *J. Appl. Phys.*, vol. 21, no. 4, pp. 301–303, 1950.

[2] M. M. Ristic, S. Dj. Milosevic. Frenkel’s theory of sintering. Sci Sintering, 38(1) pp. 7-11. 2006.

[3] Kang, Suk-Joong L. Sintering: Densification, Grain Growth, and Microstructure. Elsevier. pp. 9–18. ISBN 978-0-7506-6385-4. 2005.

[4] S. Vyazovkin, A. K. Burnham, J. M. Criado, L. A. Pérez-Maqueda, C. Popescu, and N. Sbirrazzuoli, “ICTAC Kinetics Committee recommendations for performing kinetic computations on thermal analysis data,” *Thermochim. Acta*, vol. 520, no. 1, pp. 1–19, 2011.

[5] N. Sbirrazzuoli, Y. Girault, L. Elégant, Simulations for evaluation of kinetic methods in differential scanning calorimetry. Part 3-Peak maximum evolution methods and isoconversional methods, Thermochim. Acta 293, pp. 25 – 37. 1997.

[6] H. L. Friedman, Kinetics of thermal degradation of char-forming platics from thermogravimetry. Journal of Polymer Science Part C, Volume 6, Issue 1, pp. 183–195, 1964.

[7] K. Melka, Illit — In: J. H. Bernard, R. Rost a kol. Encyklopedický přehled minerálů. 1. vyd. Praha Academia, ISBN 80-200-0360-6, s. 261. 1992

[8] M. Gharrabi, B. Velde, J.P. Sagon. The transformation of illite to muscovite in pelitic rocks: Constraints from X-ray diffraction, Clays and clay minerals, 46, pp. 79 – 88 . 1998.

Štúdium purifikácie rekombinantného erytropoetínu na adsorbente Capto MMC Impres

Study of recombinant erythropoietin purification on the adsorbent Capto MMC ImpRes

Marta Ostrihoňová[1]
Školiteľ: Monika Antošová[2]
Oddelenie chemického a biochemického inžinierstva, FCHPT STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava
[1]marta.ostrihonova@gmail.com, [2] monika.antosova@stuba.sk

Abstrakt
Cieľom tejto práce bola separácia ľudského rekombinantného erytropoetínu (EPO) zo zmesi proteínov v zakoncentrovanom postkultivačnom médiu. Navrhovaným separačným krokom bola kvapalinová chromatografia na multimodálnom adsorbente Capto MMC ImpRes. Skúmali sme vplyv pH v rozsahu 5,5 – 7,5 a koncentrácie soli v rozsahu 0 – 300 mM na adsorpciu EPO a celkových proteínov. Na základe výsledkov týchto experimentov sme určili optimálne podmienky na adsorpciu EPO v chromatografickej kolóne. V ďalšej časti práce sme sledovali vplyv elučných podmienok na separáciu erytropoetínu. Realizovali sme päť nezávislých experimentov v chromatografickej kolóne, pri ktorých sme skúmali vplyv pH, koncentrácie soli a elučného gradientu na výťažok EPO a selektivitu separácie.
Kľúčové slová: erytropoetín, chromatografia, multimodálny adsorbent

Abstract
The goal of this paper was a separation of a human recombinant erytropoietin (EPO) from a mixture of proteins in a concentrated postcultivation medium. Proposed separation step was liquid chromatography on a multimodal adsorbent Capto MMC ImpRes. The effect of pH in the range of 5,5 - 7,5 and concentration of salt in the range of 0 - 300 mM on adsorbtion of EPO and proteins was examined. Based on results of the experiments optimal conditions for adsorption of EPO in chromatographic column were defined. In next part of the paper the impact of elution conditions on separation of erytropoietin was studied. Five independent experiments in chromatographic column were carried out where the effect of pH, salt concentration and elution gradient on EPO extraction and selectivity of separation was investigated.
Key words: erytropoietin, chromatography, multimodal adsorbent

Úvod

Erytropoetín (EPO) je ľudský hormón vznikajúci v obličkách. Podieľa sa na regulácii tvorby červených krviniek, a teda reguluje aj zásobovanie tkanív kyslíkom. [1] Rekombinantný EPO je komerčne dostupný liek, ktorý sa používa najmä na liečbu anémie, ale aj ďalších ochorení. Rekombinantný EPO vyprodukovaný cicavčími bunkami sa vylučuje do rastového média, z ktorého sa musí izolovať a vyčistiť do požadovanej čistoty. Počas purifikácie sa musia odstrániť všetky cudzie proteíny, ktoré by mohli vyvolať imunitnú odozvu u pacientov, vírusy a endotoxíny. [2] Najčastejšie využívanou metódou pri purifikácii EPO je chromatografia.

Existujú rôzne typy chromatografie založené na rôznych typoch interakcie medzi proteínom a chromatografickým adsorbentom: veľkostne vylučovacia, iónovo-výmenná, chromatografia na obrátených fázach, hydrofóbna, afinitná a podobne. V súčasnosti nachádza čoraz širšie uplatnenie multimodálna chromatografia, ktorej sme sa rozhodli bližšie venovať v tejto práci. Pri multimodálnej chromatografii sa využívajú multimodálne adsorbenty, ktoré obsahujú viac funkčných skupín. Tieto skupiny umožňujú, aby sa proteín viazal súčasne prostredníctvom rôznych interakcií. Multimodálne adsorbenty poskytujú rozdielnu selektivitu v porovnaní s klasickými iónomeničmi. Sú efektívne aj pri vyššej koncentrácii soli, preto majú väčší prevádzkový rozsah, čo sa týka vodivosti materiálu. [3] Multimodálna chromatografia je pomerne nová a málo preskúmaná metóda, ktorá bola pôvodne vyvinutá na purifikáciu

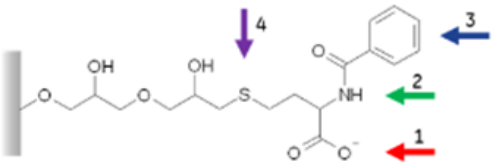
monoklonálnych protilátok. Informácie o jej uplatnení pri purifikácii iných terapeutických proteínov sú zriedkavé. Jedným z často používaných multimodálnych adsorbentov je Capto MMC. Väčšina vedeckých publikácií o tomto adsorbente sa týka prác s modelovými proteínmi alebo monoklonálnymi protilátkami. Informácie o separácii terapeutických proteínov z reálnych zmesí na Capto MMC sú pomerne zriedkavé, napr. v patentoch WO2009007451A1(5) a WO2009156430A1(6) je opísaná separácia krvných faktorov.

Podľa našich vedomostí, nie je publikovaná aplikácia multimodálnych adsorbentov na purifikáciu rekombinantného EPO. Preto sme sa rozhodli v našej práci venovať tejto problematike. Cieľom bolo zistiť optimálne podmienky viazania EPO z reálnej zmesi na adsorbent Capto MMC ImpRes a nájsť vhodný postup elúcie naviazaných proteínov.

1 Materiály a metódy

1.1 Adsorbent Capto MMC ImpRes

Multimodálny adsorbent Capto MMC ImpRes (GE Healthcare, Uppsala) má matricu tvorenú reťazcami agarózy [4]. Ligand Capto MMC ImpRes zobrazený na Obr.1. poskytuje viacero interakcií s cieľovými molekulami, konkrétne sú to iónové interakcie (1), vodíkové väzby (2), hydrofóbne interakcie (3) a tiofilické interakcie (4).



Obr.1: Štruktúrny vzorec Capto MMC ImpRes [7]

1.2 Vsádzková adsorpcia

Na určenie optimálnych podmienok adsorpcie erytropoetínu sme vykonali viacero experimentov, pri ktorých sme sledovali vplyv pH v rozmedzí 5,5 až 7,5 a koncentrácie NaCl od 0 do 300 mM na naadsorbované množstvo celkových proteínov a EPO. Používali sme postkultivačné médium s obsahom ľudského rekombinantného EPO, ktoré nám poskytla Slovenská akadémia vied (SAV). Toto médium bolo pred separáciou upravené viacerými membránovými procesmi a obsahovalo 0,8 g/l bielkovín a 0,05 g/l EPO. Na ekvilibráciu adsorbenta bol použitý citrát-fosfátový pufor.

Pred vykonaním každého experimentu bolo potrebné vykonať nasledujúce kroky:

1. Úprava suroviny
- Na úpravu suroviny na požadované pH a koncentráciu soli sme použili: 1M roztok NaOH, 50 mM kyselina citrónová, chlorid sodný (NaCl)

2. Ekvilibrácia adsorbenta
- Do filtračných striekačiek sme navážili 25 mg adsorbenta, ktorý sme najskôr trikrát premyli destilovanou vodou s objemom 1ml, pričom interval medzi premývaniami bol 3 minúty, následne sme adsorbent premyli päťkrát adsorpčným pufrom s objemom 1ml, pričom interval medzi premývaniami bol 15 minút.

3. Adsorpcia
- Ekvilibrované adsorbenty sme zaliali 1,5 ml upravenej suroviny, umiestnili do rotačnej trepačky na 20 hodín pri frekvencii 80 min^{-1}.
- Roztok zo striekačiek sme po adsorpcii a usadení adsorbenta pipetou premiestnili do mikroskúmaviek a stanovili sme obsah bielkovín a EPO.

Adsorbované množstvo proteínu/EPO, a, sme vypočítali na základe materiálovej bilancie podľa rovnice (1).

$$a = \frac{(c_0 - c) \cdot V}{m_{ad}} \qquad (1)$$

kde c_0 je koncentrácia bielkovín/EPO v surovine, c je koncentrácia bielkovín/EPO vo vzorke po adsorpcii, V je objem vzorky v skúmavke a m_{ad} je hmotnosť adsorbenta použitého na adsorpciu.

1.3 Separácia v chromatografickej kolóne

Separácie EPO z postkultivačného média sme uskutočňovali na systéme ÄKTA FPLC™ (GE Healthcare) znázornenom na Obr. 4, na ktorom bola inštalovaná chromatografická kolóna Tricorn (GE Healthcare) naplnenú adsorbentom Capto MMC ImpRes (Obr. 5). Objem adsorbenta v kolóne bol 1,198 ml, výška vrstvy 6,1 cm a priemer 0,5 cm. Sledovali sme signál UV detektora pri vlnovej dĺžke 280 nm, vodivostného detektora a pH sondy.

Pracovný postup bol nasledovný:
Ekvilibrácia: adsorpčný pufor bol citrát-fosfátový pufor, pH 5,5 + 300 mM NaCl, objem pufra 30 ml, objemový prietok: 2ml/min
Adsorpcia: nastrekovalo sa 9 ml suroviny upravenej na pH 5,5 a 300 mM NaCl, pri objemovom prietoku 0,5 ml/min
Premytie: kolóna sa premyla 3,6 ml adsorpčného pufra
Elúcia: pri elúcii bol objemový prietok 0,5 ml/min, používali sme elučné pufre B1 až B8 (Tabuľka 1.) a rôzne spôsoby tvorby gradientu. Počas elúcie sme zberali frakcie zodpovedajúce jednotlivým píkom, v ktorých sme neskôr stanovili koncentráciu celkových bielkovín a EPO.
Sanitácia systému: premývanie destilovanou vodou a 1M NaOH, objemový prietok 5ml/ min

Obr. 2: ÄKTA FPLC (GE Healthcare)

Obr. 3: Kolóna Tricorn

Prehľad elučných podmienok v jednotlivých chromatografických separáciách

S1 - 3 kroky, skokový gradient, elučné pufre: B1, B2, B3
S2 - 3 kroky, skokový gradient elučné pufre: B3, B4, B5
S3 - 2 kroky, skokový gradient, elučné pufre:B3, B6
S4 - 2 kroky
1.krok: lineárny gradient, 15 kolónových objemov, elučné pufre: B1, B6
2.krok: skokový gradient, elučný pufor: B3
S5 - 3 kroky, skokový gradient, elučné pufre: B3, B7, B8

Výťažok bielkovín/EPO v jednotlivých frakciách sme vypočítali podľa rovnice 2.

$$výťažok = \frac{V_{frac} \cdot c_{frac}}{m_a} \cdot 100\% \qquad (2)$$

kde V_{frac} je objem analyzovanej frakcie, c_{frac} je koncentrácia bielkovín/EPO v analyzovanej frakcii, m_a je množstvo bielkovín/EPO naviazané v kolóne vypočítané a materiálovej bilancie adsorpčnej fázy podľa rovnice (3)

$$m_a = V_{inj} c_0 - V_{FT} c_{FT} \qquad (3)$$

kde V_{inj} je objem nástreku, V_{FT} je objem frakcie nenaviazaných proteínov, c_{FT} koncentrácia proteínov/EPO vo frakcii.

Tabuľka 1: Použité tlmivé roztoky

Označenie pufra	Typ pufra
B1	TRIS pH 7
B2	TRIS pH 7+ 1 M NaCl
B3	TRIS pH 9 + 1 M NaCl
B4	TRIS pH 8
B5	TRIS pH 8
B6	TRIS pH 8 + 1 M NaCl
B7	CF pH 5,5 + 2 M NaCl
B8	CF pH 5,5 + 2M NaCl + 2 M moč.

*TRIS- pufor TRIS HCl 50mM,
CF-citrát fosfátový pufor 50mM

1.4 Analytické metódy

Stanovenie celkovej koncentrácie bielkovín metódou BCA

Metódou BCA sme stanovovali obsah bielkovín vo vzorkách pri vsádzkovej adsorpcii.

1. Pracovný roztok: kyselina bicionochoniovej, BCA (Serva, Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) + 4% síran meďnatý v pomere 50:1.
2. Do jamiek mikroplatničky sme napipetovali po 25 µl vzorky.

3. Pomocou multikanálovej pipety sme do jamiek pridali 200µl pracovného roztoku.
4. Mikroplatničku sme inkubovali 30 minút pri teplote 37°C a následne zmerali absorbancie všetkých vzoriek pri vlnovej dĺžke 562 nm.
5. Na kalibráciu sme použili hovädzí sérový albumín (BSA) v koncentračnom rozsahu 0,05 až1 g/l.

Stanovenie koncentrácie bielkovín Bradfordovou metódou

Bradfordovou metódou sme stanovovali obsah bielkovín vo vzorkách po elúcii z chromatografickej kolóny.

1. Bradfordove činidlo: 0,01% Coomassie Brilliant Blue G-250, 4,7% etanol, 8,5% kyselina fosforečná v deionizovanej vode, prefiltrované pred použitím
2. Do skúmaviek sme odpipetovali 20 µl analyzovanej vzorky a 1500 µl Bradfordovho činidla.
3. Roztoky v skúmavkách sme nechali 10-15 minút odležať, aby mohlo dôjsť k vzniku farebného komplexu.
4. Meranie bolo uskutočňované pri dvoch vlnových dĺžkach, 590 a 450 nm.
5. Na kalibráciu sme použili BSA v koncentračnom rozsahu 0,05 g/l až 2 g/l.

Stanovenie koncentrácie EPO metódou ELISA

Množstvo EPO vo vzorkách sme stanovili sendvičovou ELISA metódou s komerčnou sadou na stanovenie ľudského erytropoetínu (Sigma-Aldrich). Postupovali sme podľa priloženého návodu. Stručný postup:

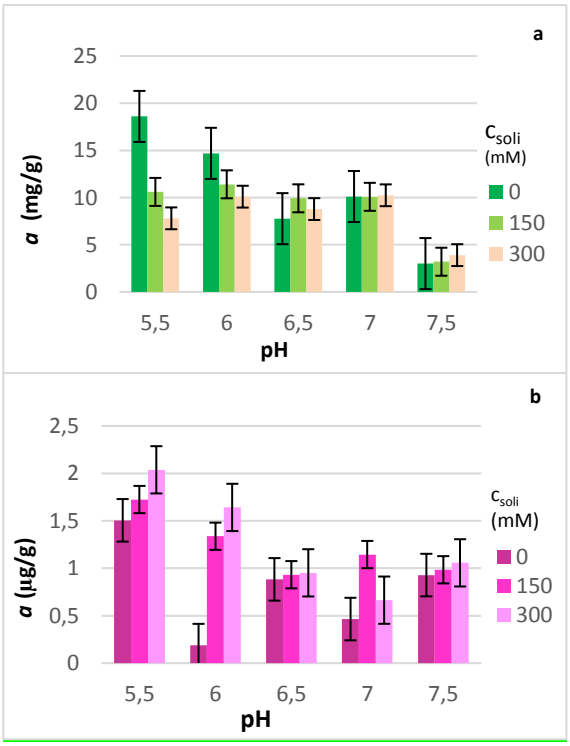
1. Do jamiek mikroplatničky sme napipetovali 100 µl vzoriek alebo štandardov a nechali sme inkubovať 2,5 hodiny pri laboratórnej teplote.
2. Jamky sme 4-krát premyli premývacím roztokom s objemom 300 µl, po poslednom premytí sme zostávajúci roztok odstránili.
3. Do každej jamky sme pridali 100 µl biotinylovanej detekčnej protilátky a inkubovali 1 hodinu pri laboratórnej teplote.
4. Znovu sme mikroplatničku premyli ako v bode 2.
5. Do každej jamky sme pridali 100 µl roztoku streptavidínu-HRP a nechali inkubovať 45 minút za mierneho trepania.
6. Mikroplatničku sme premyli ako v bode 2.
7. Do každej jamky sme pridali 100 µl ELISA kolorimetrického reagentu- TMB a nechali sme inkubovať 30 minút v tme za mierneho trepania.
8. Nakoniec sme na zastavenie reakcie pridali 50 µl 0,2 M kyseliny sírovej a zmerali absorbancie vzoriek pri 450 nm.

2 Výsledky a diskusia

V tejto práci sme sa zaoberali návrhom jedného separačného kroku pri purifikácii erytropoetínu zo zakoncentrovaného média. Navrhovaným separačným krokom bola kvapalinová chromatografia. Pri experimentoch sme použili multimodálny adsorbent Capto MMC Impres.

Pri stanovení koncentrácii celkových bielkovín sme pri vyhodnocovaní vsádzkových adsorpčných experimentov využívali BCA metódu. Túto metódu sme nemohli využiť pri analýze elučných frakcií, pretože TRIS v elučných pufroch interferoval s testom BCA. Preto sme sa rozhodli použiť linearizovanú Bradfordovu metódu, ktorá je oveľa menej citlivá na prítomnosť rušivých látok vo vzorkách.

V prvej časti experimentov sme skúmali podmienky pri adsorpcii bielkovín a EPO na multimodálny adsorbent. Na základe predbežných experimentov sme sa rozhodli skúmať vplyv pH v citrátovo-fosfátovom pufri s pH 5,5 – 7,5 a koncentrácie NaCl v rozsahu 0 – 300 mM. Sledovali sme množstvo naadsorbovaného EPO, a_{EPO}, a celkových proteínov, a_{Prot}. Výsledky sú zobrazené na Obr. 4a a 4b.

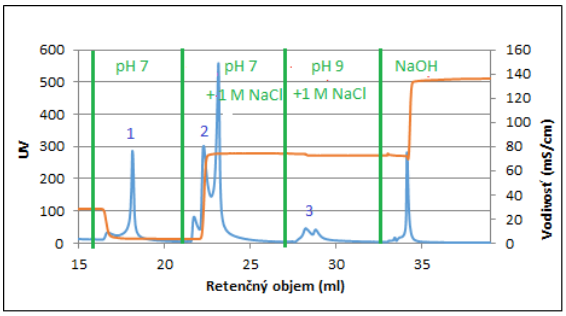


Obr. 4 Vplyv pH a koncentrácie NaCl na adsorbované množstvo a) bielkovín, b)EPO

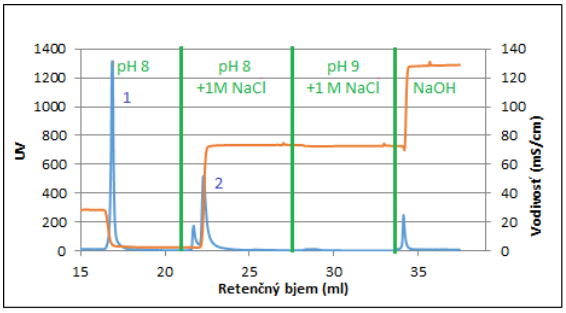
Na Obr. 4 a,b si môžeme všimnúť, že zvyšujúca sa hodnota pH má negatívny vplyv na adsorpciu celkových bielkovín aj EPO. Pri posúdení vplyvu koncentrácie soli na adsorpciu sme zistili, že s rastúcou koncentráciou soli rastie naadsorbované množstvo EPO, zatiaľ čo pri celkových proteínoch sme pozorovali presne opačný trend, t.j. pokles naadsorbovaného množstva so zvyšujúcou sa koncentráciou soli. Tento jav je pri separácii výhodný, pretože je možné dosiahnuť čiastočnú selektivitu už pri adsorpcii. Z Obr.4b vyplýva, že najviac EPO sa adsorbovalo pri pH 5,5 a 300 mM NaCl. Preto sme zvolili ako adsorpčný pufor citrát-fosfátový pufor pH 5,5 a 300 mM NaCl.

Uvedené poznatky zo vsádzkových experimentov sme využili pri nastavení podmienok adsorpčnej fázy počas separácie EPO z postkultivačného média v chromatografickej kolóne. Po vymytí nezachytených látok z kolóny sme skúmali vplyv pH a koncentrácie NaCl v elučnom pufri na výťažok celkových bielkovín aj EPO. V prvých troch experimentoch S1, S2 a S3 znázornených na Obr. 5 – 7 sme elúciu uskutočnili postupnou skokovou zmenou elučného pufra pri konštantnom pH (pH 7, 8 a 9), pričom prvý pufor neobsahoval prídavok NaCl (pík 1) a druhý obsahoval 1 M NaCl (pík 2). Potom nasledovala elúcia s pufrom s pH 9 a 1 M NaCl (pík 3). Nakoniec sa kolóna regenerovala 1 M NaOH (neoznačený pík v chromatogramoch).

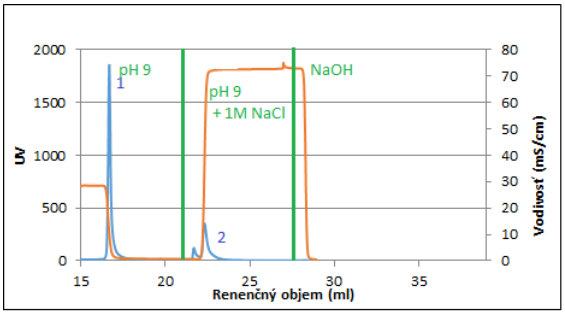
Z výsledkov stanovení koncentrácie celkových bielkovín vo frakciách sme vypočítali výťažky proteínov vo frakciách, ktoré sú uvedené v Tabuľke 2. Z Obr. 5 – 7 je zjavné, že v separáciách S1 až S3 sa so zvyšujúcim pH elučných pufrov zvyšoval pomer veľkosti píkov 1 a 2, čomu sa úmerne zvyšoval aj výťažok proteínov v píku 1 na úkor píku 2 (Tabuľka 1.). Počas tretieho elučného kroku pri pH 9 a 1M NaCl sa z kolóny desorbovala časť proteínov len v prvej separácii S1. Môžeme si všimnúť, že pri použití pufra s pridanou soľou pri nezmenenom pH sa na chromatograme objavil násobný pík, väčšinou dvojpík alebo trojpík (Obr. 5 – 7). Z porovnaní jednotlivých separácií je vidno, že pri zvyšovaní pH elučného pufra sa zvyšuje množstvo desorbovaných proteínov aj bez prídavku soli. Dodatočné zvýšenie iónovej sily podporilo elúciu zvyšných naviazaných proteínov. Elúcia pri pH 7 nie je dostatočne účinná, pretože zvýšením pH na 9 pri nezmenenej koncentrácii soli sa dosiahla dodatočná desorpcia 6% naviazaných proteínov.



Obr.5: Chromatogram separácie S1. UV - modrá čiara, vodivosť – oranžová čiara, píky: (1) skoková elúcia pufrom TRIS pH 7 , (2) skoková elúcia pufrom TRIS pH 7 + 1 M NaCl, (3) skoková elúcia pufrom TRIS pH 9 + 1 M NaCl.

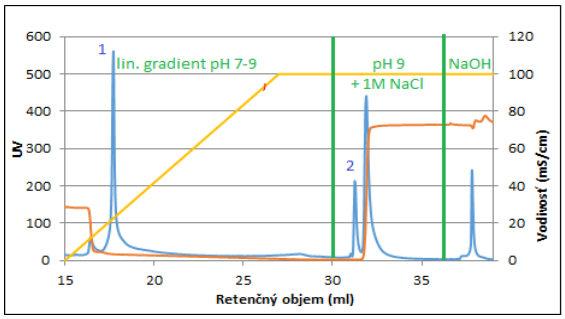


Obr.6: Chromatogram separácie S2 UV – modrá čiara, vodivosť – oranžová čiara, píky: (1) skoková elúcia pufrom TRIS pH 8, (2) skoková elúcia pufrom TRIS pH 8 + 1 M NaCl, (3) skoková elúcia pufrom TRIS pH 9 + 1 M NaCl.

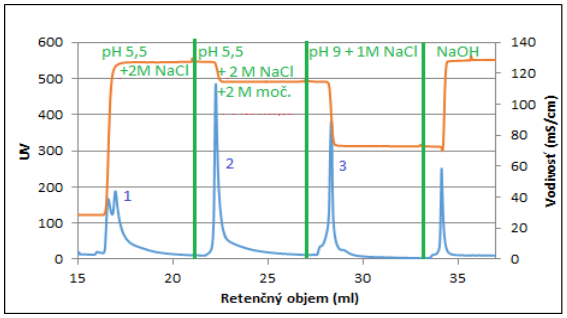


Obr.7: Chromatogram separácie S3. UV - modrá čiara, vodivosť – oranžová čiara, píky: (1) skoková elúcia pufrom TRIS pH 9 , (2) skoková elúcia pufrom TRIS pH 9 + 1 M NaCl.

Na základe výsledkov elúcie pri konštantnom pH sme sa rozhodli uskutočniť separáciu (S4) s elúciou lineárnou zmenou pH elučného pufra z pH 7 na 9 bez prídavku soli. Aby sme dosiahli úplnú desorpciu proteínov, zaradili sme v druhom kroku skokovú elúciu pufrom s pH 9 a 1M NaCl. Na chromatograme na Obr. 8 je vidno, že elúcia v lineárnom gradiente nebola veľmi úspešná, pretože vznikol len jeden pík hneď na začiatku. Ako aj v predchádzajúcich separáciách, po desorpcii s pufrom s obsahom soli vznikol dvojpík obsahujúci prevažné množstvo proteínov (Tabuľka 2).



Obr.8: Chromatogram separácie S4. UV - modrá čiara, vodivosť – oranžová čiara, píky: (1) lineárna elúcia (15CV) pufrom TRIS pH 7-9 , (2) skoková elúcia pufrom TRIS pH 9 + 1 M NaCl.



Obr.9: Chromatogram separácie S5. UV - modrá čiara, vodivosť – oranžová čiara, píky: (1) skoková elúcia pufrom CF pH 5,5 + 2 M NaCl, (2) skoková elúcia pufrom CF pH 5,5 + 2 M NaCl+ 2 M močovina, (3) skoková elúcia pufrom TRIS pH 9 + 1 M NaCl.

V doterajších separáciách sme ako eluenty používali pufre na báze TRIS. Je známe, že základné zložky pufra výrazne ovplyvňujú adsorpčné správanie proteínov na multimodálne adsorbenty. Preto sme v piatom pokuse S5 (Obr. 9) použili na elúciu adsorpčný citrát-fosfátový pufor s prídavkom 2M NaCl v prvom kroku, ku ktorému sa v druhom elučnom kroku pridalo ešte 2M močoviny. Posledným elučným krokom bola desorpcia TRIS pufrom s pH 9 a 1M NaCl. Ako je zrejmé z chromatogramu, aj po elúcii s močovinou stále ešte ostalo na adsorbente naviazané významné množstvo proteínov, ktoré sa desorbovalo až v treťom kroku.

Tabuľka 2: Výťažky proteínov a EPO v jednotlivých experimentoch. Výťažok EPO: + nízky, ++ stredný, +++ vysoký, ND nedetekovaný

pík	Separácia S1		Separácia S2		Separácia S3	
	prot.	EPO	prot.	EPO	proteíny	EPO
1	23 %	+	50 %	+	74 %	++
2	56 %	+++	49 %	+++	34 %	++
3	6 %	ND	ND	ND		
pík	Separácia S4		Separácia S5			
	prot.	EPO	prot.	EPO		
1	30 %	+	42 %	++		
2	45 %	+++	29 %	+		
3			6 %	ND		

Stanovenie množstva EPO metódou ELISA poskytuje výsledky zaťažené pomerne veľkou chybou pri nevhodnom riedení vzoriek. Pretože sme vopred nevedeli koľko EPO bude daná frakcia obsahovať, nie vždy sa podarilo nastaviť optimálne riedenie vzoriek jednotlivých frakcií. Z toho dôvodu sú niektoré výsledky stanovenia zaťaženú veľkou chybou a nebolo možné vypočítať výťažky EPO. Výsledky ELISA metódy sme vnímali ako semikvantitatívne, čo sme zohľadnili v Tabuľke 2 tak, že sme označili vysoký alebo nízky výťažok počtom znamienok +. Napriek tomu je možné si utvoriť predstavu o selektivite elúcie porovnaním výťažku EPO a celkových proteínov vo frakciách. Najvyššie výťažky EPO sa získali v druhom píku separácie pri pH 7 (S1), pH 8 (S2) a pri použití lineárneho gradientu z pH 7 na 9 (S4). Pri elúcii s pH 9 (S3) sa EPO rozdelil približne rovnako do 1. a 2. píku. Selektivitu separácie môžeme odhadnúť na základe porovnania výťažku bielkovín a EPO v jednotlivých frakciách. Čím je vo frakcii viac EPO a menej proteínov, tým je selektivita vyššia. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že najlepšie selektivity sa dosiahli v druhom píku v separáciách S2 pri pH 8 a S4 s použitím lineárneho gradientu pH.

Záver

Z výsledkov našej práce jasne vyplýva, že adsorbent Capto MMC ImpRes má dobrú perspektívu použitia pri purifikácii ľudského erytropoetínu. Pri elúciách s použitím pufra s pridanou soľou sme zaznamenali na chromatogramoch násobné píky, ktorých rozdelenie by mohlo pomôcť k zlepšeniu separácie. Je však potrebné vhodne nastaviť podmienky elúcie, zdržný čas, záťaž kolóny a optimalizovať tvar elučného gradientu. Tiež je nevyhnutné viac sa zaoberať problematikou stanovenia koncentrácie EPO vo vzorkách a nájsť vhodný kvantitatívny spôsob stanovenia.

Poďakovanie

Práca vznikla s finančnou podporou Agentúry na podporu výskumu a vývoja (projekt APVV-14-0474).

Použitá literatúra

[1] Lai P., Everet R., Wang F. (1986) Journal Biological Chemistry 261, p. 3116
[2] Goldwasser E., Simoni R., Hill R. (2012) Journal Biological Chemistry 286, p.5558
[3] Holstein M., Nikfetrat A., Gage M. (2012) Journal Chromatography A, p.152
[4] Multimodal Chromatography Handbook [Citované: 22. február 2018] https://cdn.gelifesciences.com/dmm3bwsv3/AssetStream.aspx?mediaformatid=10061&destinationid=10016&assetid=16870
[5] WO2009007451A1 (2007) Purification of factor viii using a mixed-mode or multimodal resin
[6] WO2009156430A1 (2008) A Process of purifying coagulation factor VIII.
[7] 29-0356-74AA (2013) Capto™ MMC ImpRes

Modelovanie parlamentných volieb

Modeling of parliamentary elections

Dominika Zorvanová[1]
Školiteľ: Štefan Gyürki[2]
[1,2]Katedra matematiky, FPV UMB, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica
[1]dominika.zorvanova@gmail.com, [2]stefan.gyurki@umb.sk

Abstrakt

Voľby do Národnej rady Slovenskej republiky možno označiť za kľúčový element slovenského politického systému. Tieto voľby už od roku 1998 využívajú pomerný volebný systém s jedným volebným obvodom, ktorý so sebou prináša ako pozitíva tak aj negatíva. Výhodou celoštátneho obvodu je jeho miera proporcionality, na druhej strane jeho deficitom je neadekvátne zastúpenie regiónov a neúčinné využitie prednostných hlasov. Tieto nedostatky môžme potlačiť zvýšením počtu volebných obvodov. V článku sa preto zaoberáme modelovaním zmeny počtu volebných obvodov z pôvodného celoštátneho na obvody kopírujúce regionálne a župné členenie Slovenska. Na modelovanie využívame výsledky volieb do Národnej rady Slovenskej republiky z roku 2016. Článok je koncipovaný do troch základných kapitol s príslušnými podkapitolami. Podstata modelovania údajov spočíva najmä v možnostiach ich praktického uplatnenia. V praxi to znamená, že pri identickom hlasovaní mohlo byť odlišné obsadenie parlamentu iba vďaka zmene vymedzenia volebných obvodov.

Kľúčové slová: volebná metematika, pomerný volebný systém, volebný obvod, parlamentné voľby.

Abstract

Elections to the National Council of the Slovak Republic can be described as a key element of the Slovak political system. Since 1998, these elections have been using a proportional representation system with a single constituency, which brings both positive and negative aspects. The advantage of the nationwide constituency is its degree of proportionality, on the other hand its deficit is the inadequate representation of the regions and the ineffective use of the preferential votes. We can suppress these shortcomings by increasing the number of constituencies. The article therefore deals with modeling of changes in the number of constituencies from the original nationwide to constituencies which copy the regional and counties of Slovakia. For modeling we use the results of elections to the National Council of the Slovak Republic from 2016. The article is conceived in three basic chapters with the relevant subchapters. The main idea of data modeling lies especially in the possibilities of their practical application. In practice, this means that with the identical vote there could have been different for the parliamentary composition only because of the change of the constituencies.

Keywords: voting mathematics, proportional representation system, constituencies, parliamentary election.

Úvod

> "Len ten môže byť ideálnym vládcom, kto vie v sebe zjednotiť moc a múdrosť. A preto je ideálnou demokraciou vždy vláda len tých najlepších z národa". (Platón)

Symbolom modernej spoločnosti je možnosť ľudu vyberať si svojich panovníkov, resp. správcov krajiny. V súčasnosti je známych niekoľko politických

systémov a zriadení. Demokracia je jednou z najčastejšie využívaných možností politického spravovania štátu vo svete, Slovenskú republiku nevynímajúc.

Voľby do Národnej rady Slovenskej republiky (ďalej už len NR SR) možno označiť za kľúčový element slovenského politického systému, ktorému pripisujú váhu i samotní občania, o čom svedčí ich účasť, pohybujúca sa dlhodobo nad hodnotami ostatných volebných súťaží. Základný charakter volebného systému do NR SR bol vytvorený už v roku 1990 volebným zákonom, ktorý zakotvil pomerný volebný systém so štyrmi volebnými obvodmi. K najvýznamnejšej reforme došlo v roku 1998 v rámci tzv. Mečiarovej novely, ktorá nahradila pôvodné rozdelenie štyroch volebných obvodov na jeden s cieľom oslabiť vtedajšiu opozíciu. Podstatou článku je namodelovať zmenu z pevne nastaveného jedného volebného obvodu na väčší počet obvodov.

Úvod článku je venovaný vymedzeniu základných pojmov teórie volieb a vstupu do problematiky. Hlavnou myšlienkou je poukázať na odlišné výsledky parlamentných volieb z roku 2016 za predpokladu, že by sme mali nastavené iné vymedzenie volebných obvodov. V článku sa tiež venujeme porovnaniu výsledkov a zovšeobecneniu získaných údajov. Dané zistenia sme aplikovali do praxe a snažili sa o reálne využitie nadobudnutých poznatkov. Motiváciou pre túto prácu je kniha Wallisa [6], v ktorej je podrobne rozpísaná matematická teória volieb.

1 Základné pojmy

V tejto časti priblížime súčastnú parlamentnú volebnú metódu a pojmy z oblasti teórie volieb, ktoré sú potrebné pre správne pochopenie tohto článku. Nasledujúce definície sú koncipované na základe teoretických východísk autorov Dančišina a Pukelsheima [1, 2].

Definícia 1 *Voľby* sú formálnym rozhodovacím procesom, podľa ktorého skupina voličov vyberá jednotlivca (resp. skupinu osôb) z množiny kandidátov, ktorý má zastávať danú funkciu.

Definícia 2 *Volebný systém* je súbor pravidiel, ktoré upravujú všetky aspekty volebného procesu t.j. určujú ako sa voľby uskutočňujú a ako sa vyhodnocujú ich výsledky.

Definícia 3 Za základnú jednotku vo volebnom procese je považovaný *volebný obvod*. Je to vymedzená oblasť volebného územia so skupinou voličov. Neexistujú žiadne presné pravidlá pre vymedzenie volebných obvodov, čo má za dôsledok fakt, že vlády niektorých krajín úmyselne menia hranice volebných obvodov, aby zabezpečili viac mandátov pre ich stranu. Tento proces vymedzovania volebných obvodov s cieľom dosiahnuť politickú výhodu sa nazýva *gerrymandering*. Názov sa spája s menom Elbridga Gerryho, guvernéra štátu Massachusetts, ktorý roku 1812 podpísal zákon týkajúci sa strategického vymedzenia volebných obvodov v jeho prospech.

Definícia 4 Pri použití *pomerného volebného systému* kandidujú politické strany, ktoré získavajú parlamentné miesta v pomere k počtu získaných hlasov. Daný systém zabezpečuje menšinovým skupinám mieru zastúpenia primeranú volebnej podpore, čo vedie k viacstrannej vláde. Uvedený volebný systém sa používa v mnohých krajinách vrátane Fínska, Švédska, Holandska, Ruska a taktiež vo voľbách do Európskeho parlamentu.

Pomerný volebný systém s jedným volebným obvodom je definovaný v Ústave Slovenskej republiky ako systém pre voľby do NR SR, pričom priebeh volieb je nasledovný [5]:

- Volič si vyberie jeden hlasovací lístok odpovedajúci strane, ktorú chce podporiť.
- Na hlasovacom lístku môže zakrúžkovaním poradového čísla vybrať najviac štyroch kandidátov, ktorým udelí prednostné hlasy.
- Súčet platných hlasov odovzdaných pre postupujúce politické strany[1] (resp. koalície) sa vydelí číslom 151, výsledok zaokrúhlený na celé čísla

[1] Politická strana postupuje vtedy, ak splnila podmienky pre pridelenie mandátov do NR SR, t.j. získanie najmenej 5% platných hlasov, pre koalíciu zloženú z 2 alebo 3 politických strán získanie najmenej 7% platných hlasov a pre koalíciu zloženú zo 4 a viac politických strán získanie najmenej 10% platných hlasov.

sa nazýva republikové volebné číslo (všimnime si, že republikové volebné číslo odpovedá podielu $\frac{V}{N+1}$, kde V je počet platných hlasov a N počet kresiel, ktoré potrebujeme obsadiť). Celkový počet platných hlasov, ktorý dostala politická strana, sa delí republikovým volebným číslom a politickej strane sa pridelí toľko mandátov, koľkokrát je republikové volebné číslo obsiahnuté v súčte ich platných hlasov. Mandáty príslušnej strany obsadzujú kandidáti na základ získaných prednostných hlasov. Tento spôsob prerozdelovania mandátov je známy pod názvom *Hagenbach-Bischoffov systém*, ktorý je variáciou *D'Hondtovej metódy*.

Hlavnou výhodou uvedenej podoby volieb do NR SR je jeho vysoká miera proporcionality. Inak povedané, slovenský volebný model zabezpečuje, že pri procese prerozdelovania mandátov nie je žiadna politická strana oproti svojim konkurentom zvýhodnená či naopak penalizovaná. Tento efekt je spôsobený prítomnosťou celoštátneho obvodu. Na druhej strane negatívom jedného volebného obvodu je neschopnosť adekvátne zaistiť zastúpenie regiónov v parlamente ako aj neefektívne prednostné hlasovanie. Mechanizmus by mal zaistiť, aby voliči mohli zasiahnúť do poradia kandidátov na listinách, stanovených politickými stranami. V praxi tento priestor zlyháva z dôvodu, že listiny zahŕňajú spravidla 150 kandidátov, čo výrazne ovplyvňuje možnosť voliča ľahko sa v nich orientovať. Taktiež strany do čela svojej listiny nominujú ich kompletné vedenie. Súhrnne to vedie k tomu, že voliči svoje prednostné hlasy adresujú popredným nominantom čo dokazuje Tabuľka 1. Ako vidíme kandidáti zoradení na prvých desiatich miestach získavajú viac než polovicu všetkých odovzdaných preferencií.

Tabuľka 1: Podiel prednostných hlasov udelený prvým desiatim kandidátom vo voľbách do NR SR z roku 2016.

Strana	**Hlasy (v %)**
SMER - SD	84,72
SaS	73,20
OĽANO	28,59
SNS	57,98
ĽS NS	66,33
Sme Rodina	69,61
MOST - HÍD	66,43
Sieť	61,50

Zdroj:[4]
Poznámka: Jedinou výnimkou z načrtnutého trendu bola strana OĽANO, kde podiel hlasov pripadajúcich na popredných kandidátov bol výrazne nižší, čo bolo spôsobené kandidatúrou jej lídrov na konci listiny.

2 Modelovanie parlamentných volieb

Ako najjednoduchšie riešenie deficitov celoštátneho obvodu, ktoré sme priblížili v predchádzajúcej kapitole sa ponúka prechod k väčšiemu počtu volebných obvodov. V prípade tejto zmeny by politické strany už do volieb nezostavovali jednu spoločnú listinu, ale by museli vytvoriť toľko menných zoznamov, koľko obvodov by sa utvorilo. Predmetom nášho výskumu je modelovanie zmeny počtu volebných obvodov na výsledkoch volieb do NR SR z roku 2016. Ako vstupné dáta sme použili reálne výsledky volieb, ktoré sú dostupné na stránke Štatistického úradu Slovenskej republiky [4], pričom dáta sme spracovávali pomocou programu MS Excel. Výstupom výskumu by malo byť zodpovedanie otázky: *Ako by sa zmenil výsledok parlamentných volieb keby sa zmenil počet volebných obvodov?*

2.1 Skutočné výsledky

Voľby do NR SR sa konali 5. marca 2016 s použitím pomerného volebného systému s jedným volebným obvodom. Počet platných hlasov bol 2 607 750 a volebná účasť činila 59,82%. Percentuálne zisky hlasov pre jednotlivé strany a prerozdelenie mandátov uvádzame v Tabuľkách 2, 3.

Tabuľka 2: Podiel platných hlasov odovzdaných pre politické strany.

Strana	**Podiel platných hlasov v %**
SMER - SD	28,28
SaS	12,10
OĽANO - NOVA	11,02
SNS	8,64
ĽS NS	8,04
Sme Rodina	6,62
MOST - HÍD	6,50
Sieť	5,60
KDH	4,94
SMK - MKP	4,04
Skok	0,83
TIP	0,72
SZS	0,67
KSS	0,62
SDKÚ - DS	0,26
Šanca	0,25
SMS	0,17
PD	0,13
Odvaha	0,13
Vzdor	0,12
MKDA - MKDSZ	0,09
DS - Ľudo Kaník	0,07
Koalícia spoločne za Slovensko	0,06

Zdroj:[4]

2.2 Pomerný volebný systém s ôsmimi volebnými obvodmi

V nasledujúcej kapitole budeme modelovať voľby do NR SR s použitím pomerného volebného systému, pričom si krajinu rozdelíme na osem volebných obvodov. Ako volebné obvody si zoberieme kraje, ktoré sú územnosprávnou jednotkou Slovenskej republiky. Voľby prebiehajú na podobnom princípe ako sme uviedli v prvej kapitole, čo znamená, že priebeh samotných volieb sa nemení, zmena nastáva pri spracovávaní výsledkov.

Najprv 150 parlamentných kresiel, ktoré chceme

Tabuľka 3: Prerozdelenie mandátov.

Strana	**Počet pridelených mandátov**
SMER - SD	49
SaS	21
OĽANO - NOVA	19
SNS	15
ĽS NS	14
Sme Rodina	11
MOST - HÍD	11
Sieť	10

Zdroj:[4]

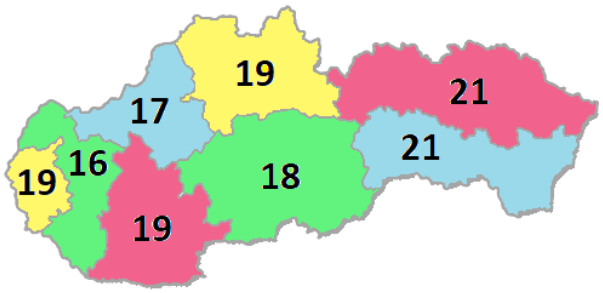
obsadiť kandidátmi jednotlivých politických strán rozdelíme medzi osem volebných obvodov[2]. Je zrejmé, že by nebolo spravodlivé prideliť každému kraju rovnaký počet mandátov vzhľadom na ich rozdielne počty obyvateľov. Z tohto dôvodu budeme mandáty rozdelovať v pomere počtu registrovaných voličov[3] jednotlivých krajov ku dňu konania volieb (5. marec 2016). Počty registrovaných voličov v príslušných krajoch vynásobíme zlomkom $\frac{150}{4425560}$, kde v čitateli zlomku sa nachádza počet mandátov, ktoré chceme obsadiť a v menovateli zlomku sa nachádza súčet registrovaných voličov všetkých krajov (t.j. súčet registrovaných voličov na Slovensku). Dané výsledky zaokrúhlujeme na celé čísla. Rozdelenie 150 členného mandátu medzi osem volebných obvodov vidíme na Obrázku 1.

Môžeme si predstaviť, že voľby sa konajú pre každý volebný obvod osobitne. Volič si vyberie hlasovací lístok preferovanej politickej strany, na ktorom vyberie maximálne štyroch ich kandidátov. Pre každý obvod budeme mať iné *republikové volebné číslo* (RVČ), ktoré dostaneme podľa vzorca RVČ $= \frac{V'}{N'+1}$, kde V' je súčet platných hlasov odovzdaných pre postupujúce politické strany v rámci daného ob-

[2]Keďže podiel registrovaných voličov žijúcich v zahraničí je 2,71% budeme ich pri rozdelovaní volebných obvodov zanedbávať.

[3]Občania Slovenskej republiky, ktorí najneskôr v deň konania volieb dovŕšili vek 18 rokov.

Obr. 1: Prerozdelenie mandátov medzi osem volebných obvodov v pomere registrovaných voličov jednotlivých krajov.



vodu a N' je tomuto obvodu odpovedajúci pridelený počet mandátov uvedený na Obrázku 1. Výsledok zaokrúhlime na celé čísla. Následne politickej strane sa pridelí toľko mandátov, koľkokrát sa republikové číslo RVČ nachádza v súčte platných hlasov. Ukážeme si ako spracujeme dáta pre Banskobystrický kraj, pre ostatné volebné obvody bude postup analogický. Nakoniec počty pridelených mandátov jednotlivým politickým stranám sčítame cez všetky volebné obvody a porovnáme s reálnym výsledkom volieb do NR SR.

Pre Banskobystrický kraj si označíme súčet platných hlasov odovzdaných pre postupujúce politické strany, počet mandátov, ktoré chceme obsadiť a na základe týchto údajov vypočítame republikové volebné číslo.

$$V' = 295558$$
$$N' = 18$$
$$\text{RVČ} = \frac{V'}{N'+1} = \frac{295558}{19} \approx 15\ 555{,}68 \doteq 15\ 556$$

Počty a postup pridelenia mandátov jednotlivým politickým stranám môžeme vidieť v Tabuľke 6, ktorá je uvedená v prílohách tohto článku. Počet platných hlasov pre každú politickú stranu sme vydelili republikovým volebným číslom a výsledok zaokrúhlili nadol. Zvyšné neobsadené mandáty sme po jednom pridelili stranám, ktorých zostatok platných hlasov po delení republikovým číslom bol najväčší. Pre stranu SMER - SD sme mandáty pridelili nasledovne:

$$\frac{86467}{15556} \approx 5{,}55 \doteq 5$$

to znamená, že SMER obsadil 5 mandátov a zostatok platných hlasov je

$$86467 - (15556 \times 5) = 8687$$

Keďže takýmto spôsobom sme prerozdelili medzi politické strany iba 12 mandátov z celkového počtu 18, zvyšných šesť mandátov pojednom pridáme šiestim stranám s najvyšším zostatkom platných hlasov. V Tabuľke 4 uvádzame súhrnné počty mandátov sčítané cez všetky volebné obvody.

Tabuľka 4: Prerozdelenie mandátov.

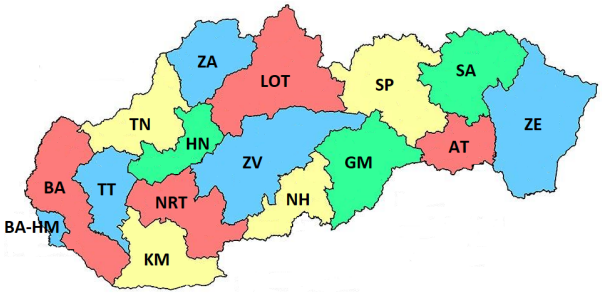
	Počet pridelených mandátov	
Strana	8 obvodov	1 obvod
SMER - SD	46	49
SaS	19	21
OĽANO - NOVA	18	19
SNS	15	15
ĽSNS	13	14
Sme Rodina	12	11
MOST - HÍD	11	11
SIEŤ	6	10
SMK - MKP	6	0
KDH	4	0

Vidíme, že na rozdiel od skutočného výsledku volieb do NR SR sa do parlamentu dostali ďalšie dve strany Strana maďarskej komunity a Kresťanskodemokratické hnutie, ktoré spolu získali desať mandátov na úkor ostatných politických strán. Dôvodom, že sa Strana maďarskej komunity dostala do parlamentu sú najmä úspešné výsledky volieb v Trnavskom a Nitrianskom kraji ako je zrejmé z Tabuľky 7. Ich úspech môže byť zakotvení v silnej voličskej základni v regiónoch južného Slovenska. Strana SMER - sociálna demokracia zvíťazila v každom volebnom obvode okrem Bratislavského kraja, kde najvyšší počet hlasov a mandátov dosiahla strana Sloboda a Solidarita.

2.3 Pomerný volebný systém so šestnástimi volebnými obvodmi

Pri nasledujúcom modelovaní budú volebné obvody kopírovať hranice Slovenských žúp[4] z čias Česko - Slovenska (1918 - 1922) tak ako uvádzame na Obrázku 2.

Obr. 2: Župné členenie Slovenska.



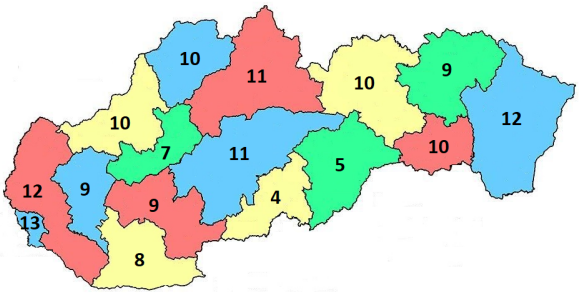
Použité skratky: Bratislava - hlavné mesto (BA - HM), Bratislavská župa (BA), Trnavská (TT), Trenčianska (TN), Žilinská (ZA), Liptovsko - oravsko - turčianska (LOT), Hornonitrianska (HN), Nitriansko - tekovská (NRT), Komárňanská (KM), Zvolenská (ZV), Novohradská (NH), Gemersko - malohontská (GM), Spišská (SP), Šarišská (SA), Abovsko - turnianska (AT), Zemplínska (ZE)

Opäť 150 poslaneckých mandátov rozdelíme v pomere registrovaných voličov medzi 16 zavedených volebných obvodov (žúp). Tak ako v predchádzajúcom modelovaní počty registrovaných voličov pre každú župu vynásobíme zlomkom $\frac{150}{4425560}$ a zaokrúhlime na celé čísla. Rozdelenie mandátov medzi šesťnásť volebných obvodov vidíme na Obrázku 3.

Pre každý volebný obvod určíme vlastné republikové volebné číslo, ktoré dostaneme z už známeho

[4] Administratívno-územná jednotka štátnej správy v Uhorsku v rokoch 1849 - 1918. Išlo o štátne jednotky, ktoré nahradili dovtedajšie šľachtické stolice. Po vzniku Česko - Slovenska plnili na krátky čas funkciu súčasných krajov.

Obr. 3: Prerozdelenie mandátov medzi šesťnásť volebných obvodov v pomere registrovaných voličov jednotlivých žúp.



vzorca RVČ $= \frac{V'}{N'+1}$. Následne politické strany obdržia v daných župách toľko mandátov, koľkokrát sa RVČ nachádza v súčte ich platných hlasov.

Na ilustráciu bude prevedené prerozdelenie mandátov v Liptovsko - oravsko - turčianskej župe (LOT). Zo súčtu platných hlasov odovzdaných pre postupujúce politické strany a počtu mandátov, ktoré v danej župe chceme obsadiť dostávame nasledovným postupom republikové volebné číslo:

$V' = 198544$

$N' = 11$

RVČ $= \frac{V'}{N'+1} = \frac{198544}{12} \approx 16\ 545{,}33 \doteq 16\ 545$

Podrobný postup prerozdelenia mandátov pre vybranú župu a kompletný súhrn výsledkov je uvedení v Tabuľkách 8, 9.

Ako z Tabuľky 5 vidieť, s nárastom počtu volebných obvodov na šesťnásť stúpa aj zisk kresiel pre prvé tri najsilnejšie strany, a to na úkor ostatných menších subjektov. Dôvodom prečo sa strany KDH, Sieť a Sme Rodina do parlamentu nedostali je veľká roztrúsenosť ich podporovateľov.

3 Záver

Voľby do NR SR už dvadsať rokov využívajú pomerný volebný systém s jedným volebným obvo-

Tabuľka 5: Prerozdelenie mandátov.

	Volebné obvody		
Strana	**1**	**8**	**16**
SMER - SD	49	46	68
SaS	21	19	27
OĽANO NOVA	19	18	26
SNS	15	15	9
ĽS NS	14	13	8
Sme Rodina	11	12	0
MOST - HÍD	11	11	7
SIEŤ	10	6	0
SMK - MKP	0	6	5
KDH	0	4	0

dom na celoštátnej úrovni. Hlavnými nedostatkami tohto systému je neadekvátne zastúpenie regiónov v parlamente a neefektívne prednostné hlasovanie. Obe tieto negatíva vieme potlačiť zavedením väčšieho počtu volebných obvodov. V práci sme modelovali zmenu počtu volebných obvodov na dvoch úrovniach. Najprv sme zaviedli osem volebných obvodov, ktoré kopírujú regionálne členenie Slovenska a následne sme Slovensko rozdelili do šesťnástich obvodov podľa župného členenia z roku 1918. Za pozitívny prínos možno považovať adresnejšie rozdelenie mandátov do regiónov, čím by došlo k odstráneniu dnešného silného zastúpenia hlavného mesta. Pozitívny dopad by malo tiež odstránenie celoštátnej listiny, keďže strany by boli nútené zostaviť menné zoznamy pre každý obvod osobitne, čím by sa zvýšil účinok prednostného hlasovania. Ako problematický bod prechodu k viacerým obvodov by sa mohla ukázať otázka proporcionality. Za predpokladu zachovania 150 členného mandátu by každý nárast počtu obvodov logicky viedol k znižovaniu možného zisku mandátov v jednotlivých obvodoch. Pritom platí, že čím menšia je veľkosť obvodu, tým menej proporčné výsledky systém produkuje, pretože výhodu získajú väčšie strany na úkor menších. Faktom ale ostáva, že ak by došlo k zmene vymedzenia volebných obvodov politické strany a aj voliči by týmto podmienkam prispôsobili svoju volebnú stratégiu.

Poďakovanie

V závere by som sa rada poďakovala RNDr. Tiborovi Madleňákovi, PhD. a Mgr. Štefanovi Gyürkimu, PhD. za cenné rady a pripomienky.

Literatúra

[1] Dančišin V. (2014) Voľby a volebné systémy Terminologické penzum. Prešovská univerzita v Prešove, 92 s. ISBN 978-80-555-1197-9.

[2] Pukelsheim F. (2014) Proportional Representation Apportionment Methods and Their Applications. Springer, Germany, p. 350. ISBN 978-3-319-03855-1.

[3] Spáč P., Sloboda D. (2014) Municipalizácia, volebný systém a možnosti participácie v miestnej samospráve na Slovensku. Komunálne výskumné a poradenské centrum, n. o., Piešťany, 69 s.

[4] Údaje z volieb do Národnej rady Slovenskej republiky [Citované: 28. február 2018] `http://volby.statistics.sk/nrsr/nrsr2016/sk/data01.html`

[5] Voľby do Národnej rady Slovenskej republiky [Citované: 1. marec 2018] `https://www.slovensko.sk/sk/agendy/agenda/_volby-do-narodnej-rady-slovens`

[6] Wallis W. D. (2014) The Mathematics of Elections and Voting. Springer, USA, p. 96. ISBN 978-3-319-09809-8.

4 Prílohy

Tabuľka 6: Prerozdelenie osemnástich mandátov pre Banskobystrický kraj.

Strana	**Počet platných hlasov**	**Počet mandátov vzhľadom na RVČ**	**Zostatok platných hlasov po delení RVČ**	**Mandáty pridelené na základe zostatku platných hlasov**	**Pridelené mandáty spolu**
SMER - SD	86 467	5	8 687	1	6
SaS	31 292	2	180	0	2
OĽANO - NOVA	28 010	1	12 454	1	2
SNS	28 382	1	12 826	1	2
ĽS NS	30 902	1	15 346	1	2
SME RODINA	17 586	1	2 030	1	2
MOST - HÍD	19 716	1	4 160	1	2

Tabuľka 7: Rozdelenie mandátov politickým stranám v rámci ôsmich volebných obvodov.

Volebné obvody (kraje)	**SMER**	**SaS**	**OĽANO**	**SNS**	**ĽS NS**	**Sme Rodina**	**MOST HÍD**	**Sieť**	**SMK**	**KDH**
Bratislavský	4	5	3	1	0	2	2	2	0	0
Trnavský	4	2	2	1	2	1	2	0	2	0
Trenčiansky	7	2	2	2	2	1	0	1	0	0
Nitriansky	5	2	2	2	1	1	3	0	3	0
Žilinský	7	2	2	3	2	1	0	1	0	1
Banskobystrický	6	2	2	2	2	2	2	0	0	0
Prešovský	7	2	3	2	2	2	0	1	0	2
Košický	6	2	2	2	2	2	2	1	1	1
Spolu	46	19	18	15	13	12	11	6	6	4

Tabuľka 8: Prerozdelenie jedenástich mandátov pre Liptovsko - oravsko - turčianskú župu.

Strana	**Počet platných hlasov**	**Počet mandátov vzhľadom na RVČ**	**Zostatok platných hlasov po delení RVČ**	**Mandáty pridelené na základe zostatku platných hlasov**	**Pridelené mandáty spolu**
SMER - SD	55 626	3	5 991	1	4
SaS	22 470	1	5 925	1	2
OĽANO	24 207	1	7 662	1	2
SNS	23 977	1	7 432	1	2
ĽS NS	19 480	1	2 935	0	1

Tabuľka 9: Rozdelenie mandátov politickým stranám pre šesťnásť volebných obvodov.

Volebné obvody (župy)	**SMER - SD**	**SaS**	**OĽANO NOVA**	**SNS**	**ĽS NS**	**MOST - HÍD**	**SMK - MKP**
BA - HM	3	5	3	0	0	2	0
BA	3	3	2	0	0	2	2
TT	4	2	3	0	0	0	0
TN	4	2	2	2	0	0	0
ZA	4	2	1	2	1	0	0
LOT	4	2	2	2	1	0	0
HN	7	0	0	0	0	0	0
NRT	5	4	0	0	0	0	0
KM	2	0	0	0	0	3	3
ZV	4	2	2	1	2	0	0
NH	4	0	0	0	0	0	0
GM	5	0	0	0	0	0	0
SP	4	2	2	0	2	0	0
SA	5	0	4	0	0	0	0
AT	4	3	3	0	0	0	0
ZE	6	0	2	2	2	0	0

didaktika biologie, geografie

Tvorivé aktivity v príprave budúcich učiteľov

Creative activities in the preparation of future teachers

[1]Soňa Adamkovičová – [2]Miriam Smolinská
[3]Školiteľ: Zuzana Rampašeková
[1, 2, 3]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]sona.adamkovicova@student.ukf.sk; [2]miriam.smolinska@student.ukf.sk; [3]zrampasekova@ukf.sk

Abstrakt

V dnešnom modernom školstve sú didaktické aktivity a hry neodmysliteľnou súčasťou vyučovacieho procesu. Učiteľ by sa mal vo svojej profesií neustále zdokonaľovať, zaujímať sa o nové trendy, podávať študentom aktuálne informácie, sústrediť svoju pozornosť na výber vyučovacích metód aby tým vedel skvalitniť priebeh vyučovania a taktiež by mal vyučovací proces obohatiť tvorivou resp. kreatívnou aktivitou.

Článok sa zameriava na rozvíjanie tvorivosti na vyučovaní geografie u žiakov (vyššieho) sekundárneho vzdelávania. Úlohou jednotlivých aktivít je zatraktívniť priebeh klasického vyučovania, vzbudiť tvorivosť u učiteľov i študentov, rozvíjať ich komunikačné schopnosti a kritické myslenie, motivovať študentov pri spoločnej práci, vzbudiť ich záujem o predmet (geografia) a predovšetkým formulovať ich osobnosť, pretože v súčasnosti práve tvorivosť a kreativita patria medzi silné ľudské stránky.

Kľúčové slová: tvorivosť, aktivita, učiteľ, žiak, učebné štýl

Abstract

Didactical games happen to be an important part in present modern educational system and educational process. A teacher should keep getting better and take into account new trends, new information that he passes to students. He should pay attention to what methods he chooses to improve teaching time and also bring more creativity into educational process.

The article speaks about developing more creativity while teaching Geography to students of secondary schools. Main aims are to make activities more attractive as well as basic lessons themselves, find creativity in teachers and students, to develop their communication and critical skills, to motivate students to cooperate and deepen their interest into subject (Geography). Moreover, it aims to form their personalities because in recent times creativity is one of the key characteristic of a person.

Key words: creativity, activity, teacher, students, teaching style

Úvod

Dnes, sa väčšina učiteľov stretáva s problémom nezáujmu žiakov o vyučovanie, vyučovací predmet či stratu vnútornej motivácie. Na to, aby učiteľ udržal primeranú disciplínu žiakov na hodine, musí vynaložiť veľké množstvo energie.

Tvorivú aktivitu či didaktickú hru si musí dostatočne premyslieť, aby ju vedel zapracovať do vyučovacej hodiny s určitým cieľom a taktiež si musí vopred stanoviť podmienky, ktoré bude na vyučovacej hodine od žiakov vyžadovať.

Obsah tohto článku vznikol za spolupráce viacerých študentov 1. ročníka magisterského stupňa (UAP) počas vyučovacích hodín didaktiky geografie. Na základe jednotlivých učebných štýlov, sme my, budúci učitelia, samostatne vytvorili aktivity pre obohatenie a spestrenie vyučovacieho procesu. Našou úlohou bolo čo najlepšie vytvoriť konkrétnu aktivitu, ktorá bude najviac pripomínať daný vybraný učebný štýl.

Cieľom vytvorených aktivít bolo vzbudiť u žiakov kreativitu a u „budúcich učiteľov“ tvorivosť a kritické myslenie. Keďže geografia ako vyučovací predmet integruje poznanie žiakov z rôznych oblastí života, je potrebné venovať rozvoju tvorivého a kritického myslenia aj v geografii, zvlášť v dnešnej informačnej dobe viac ako kedykoľvek predtým.

1 Teoreticko-metodické východiská problematiky

Pri písaní článku sme vychádzali predovšetkým z monografie od Čeretkovej a kol. [1]. Metódou analýzy a syntézy sme spracovali informácie získané z printových a elektronických zdrojov.

Definície a hlavné informácie o kľúčových kompetenciách sme spracovali podľa Odporúčania európskeho parlamentu a rady z 18. decembra 2003 o kľúčových kompetenciách pre celoživotné vzdelávanie

[2]. V podkapitole o učebných štýloch sme informácie čerpali z publikácie Gardnera [3], diplomovej práce Kračmera [4] a z elektornickej verzie práce Kvalita v systéme modernej výučby od Blaška [5]. Poznatky o tvorivosti vo vyučovaní sme získali z publikácií od Lokšovej a Lokšu [6] a od Baranovej [7].

Pri tvorivých aktivitách sme z printových zdrojov použili publikáciu Nápady pro rozvoj hodnocení klíčových kompetencí žáků od Čechovej [8] a z elektornických zdrojov sme čerpali doplňujúce obrázky, fotografie a linky na videonahrávky. Použité tvorivé aktivity boli vybrané z odprezentovaných aktivít z hodiny didaktiky geografie.

1.1 Učiteľ

Učiteľ plní hlavnú úlohu vo vyučovacom procese. Jeho zanietenie, odborná spôsobilosť a profesionálny prístup sú zárukou úspešného geografického vzdelávania.

Ak chceme, aby bol žiak tvorivý, musí mu byť príkladom samostatný učiteľ. Aby učiteľ podnietil a rozvíjal tvorivé a kritické myslenie žiaka, musí disponovať vlastnosťami, ktoré by mal neustále rozvíjať a pri ich kultivovaní by nemal stagnovať. Vďaka vlastnostiam ako je tolerantnosť, otvorenosť, úprimnosť, komunikatívnosť, cieľavedomosť, zdravé sebavedomie, schopnosť prijímať kritiku a vnímať svet realisticky, pravdivo a bez predsudkov si učiteľ vybuduje u žiakov dôveru. Učiteľ dokáže žiakov viesť k tvorivému mysleniu a rozvíja ich túžbu po poznatkoch. Takýmto prístupom pomáha učiteľ spoznať žiakovi jeho prednosti, nedostatky a ich príčiny, ako aj jeho možnosti v sebazdokonaľovaní, pričom sa vytvárajú podmienky pre úspech každého žiaka.

Učiteľ v procese edukácie musí prispôsobiť svoj vlastný postoj k vyučovaciemu procesu a rozvíjať správny vyučovací štýl, ktorý vedie k tvorivosti a kritickému mysleniu žiakov a zároveň musí vnímať učebný štýl jednotlivcov ako aj prevažujúci štýl triedy ako skupiny žiakov [1].

1.2 Žiak

Učiteľ dlhodobým, premysleným a cieľavedome riadeným procesom dokáže ovplyvňovať žiaka a tak rozvíjať jeho kompetencie, ktoré sú výsledkom dosiahnutých výchovných a vzdelávacích cieľov. Podľa Odporúčania európskeho parlamentu a rady z 18. decembra 2003 o kľúčových kompetenciách pre celoživotné vzdelávanie sú kompetencie definované ako kombinácia vedomostí, zručností a postojov k danému kontextu [2]. Vymedzených je niekoľko kľúčových kompetencii, potrebných na osobné uspokojenie a rozvoj, spoločenské začlenenie, zamestnanosť a aktívne občianstvo.

Predmet geografia sa zameriava predovšetkým na rozvoj kompetencii v oblasti vedy a techniky, digitálnych kompetencii a kompetencii kultúrneho povedomia a vyjadrovania.

Pre správne formovanie tvorivého a kritického myslenia žiakov je potrebné poznať sociálne a ekonomické podmienky, v ktorých žiak a celá generácia žiakov vyrastala, a učebný štýl, ktorý žiak uprednostňuje [1].

1.3 Učebné štýly

Každý človek má v sebe všetky druhy inteligencie, ale niektoré z nich, vo väčšine prípadov sú to 2 alebo 3, sú viac rozvinuté ako tie ostatné. Tento jav môže byť zapríčinený napríklad prostredím, v ktorom jednotlivec vyrastá, alebo aj dedičnosťou. Všetky druhy inteligencie môže jednotlivec rozvíjať a zlepšovať. Dvaja ľudia, ktorý by mali zhodnú inteligenčnú štruktúru však neexistujú. Tento fakt je aj dokázaný.

Každý žiak je svojím spôsobom inteligentní, len treba jeho typ inteligencie nájsť. Gardner, americký psychológ uvádza 9 typov inteligencií – jazyková, matematicko-logická, vizuálno-priestorová, telesno-pohybová, existenciálna, hudobná, prírodopisná, interpersonálna a intrapersonálna inteligencia [3]. Z 9 typov inteligencií sme si vybrali 5 učebných štýlov, pričom sme telesno-kinestetický a muzikálny učebný štýl spojili do jednej skupiny žiakov. Jednotlivé učebné štýly stručne charakterizujeme.

Žiaci s **muzikálnym učebným štýlom** majú rozvinutý rytmické cítenie a často aj hudobné nadanie pre hru na hudobný nástroj, alebo na koordináciu svojich pohybov. Môžu mať záľubu v piesňach, básňach a hudobných i hudobno-pohybových aktivitách [4].

Telesno-kinestetický učebný štýl predstavuje jedincov, ktorí neustále potrebujú pohyb, nejakú činnosť či aktivitu. Takíto žiaci sú dobrí zvyčajne v tanci, v rôznych športoch, alebo aj v manuálnych činnostiach. Častokrát svoje myšlienky vyjadrujú za pomoci gestikulácie a mimiky. Majú veľmi dobre rozvinutú telesnú kontrolu a koordináciu. Prevažná väčšina žiakov, u ktorých je dominantný telesno-kinestetický intelekt, je pohybovo nadaná. Títo žiaci však menej chápu poznatkom, ktoré si osvojujú len za pomoci čítania alebo počúvania. Tento typ intelektu s

žiaci najlepšie precvičujú pomocou nejakej aktivity, športu, tanca, či manuálnej práce.

Jedinci, ktorí radi čítajú, píšu rôzne články, komunikujú s inými, majú veľmi dobre rozvinutú znalosť a význam slov predstavujú **lingvistický učebný štýl.** Sú výrazní najmä v aktivitách, kde je potrebné využívať verbálny prejav. Ľahko si pamätajú mená, dátumy, či rôzne názvy z bežného života. Najlepšie si žiak precvičuje tento druh inteligencie pomocou počúvania, písania rôznych článkov, alebo pri čítaní.

Prírodný učebný štýl, charakterizuje jedincov, ktorí disponujú predovšetkým prírodným typom inteligencie. Majú radi zvieratá, prírodu a životné prostredie. Sú zainteresovaní do ekologickej problematiky, do problematiky ohľadne ochrany zvierat a rastlín, snažia sa čo najviac angažovať v týchto smeroch. Tento typ intelektu sa rozvíja počas pobytu v prírode, na čerstvom vzduchu, ale aj pri riešení problémov týkajúcich sa ekologickej situácie či ochrany prírody.

U jedincov, ktorí oveľa viac vnímajú hodnoty ako napríklad dobro, krásu, alebo pravdu, v porovnaní so žiakmi, ktorí disponujú iným typom inteligencie, prevláda **existenciálny učebný štýl**. Vedia usporiadať detaily do vyššej miery pochopenia, intenzívne vnímajú ľudské hodnoty. Sú úzko spätí s rodinou, priateľmi a s prostredím, v ktorom vyrastali a v ktorom žijú. Zaujímajú sa o kultúru, etiku a spoločnosť. V školskom prostredí sa tento typ intelektu rozvíja najmä pomocou rozhovorov o vážnych a dôležitých témach, ktoré sa týkajú buď záležitostí v triede, v škole, alebo aj problematiky svetového charakteru [5].

1. 4 Tvorivosť

Tvorivosť v procese edukácie ako prostriedok humanizácie tvorí základný činnostný princíp socializácie, sebautvárania a formovania osobnosti študenta. Podieľa sa významnou mierou na rozvíjaní kognitívnych, ale i emocionálnych a estetico-mravných stránok osobnosti študentov [6].

Od roku 1950 sa vo svete začala pomerne intenzívne rozvíjať teória kreatívneho myslenia, ktorá ide ruka v ruke aj s kritickým myslením. Prvý podnet na skúmanie tvorivého myslenia položil americký psychológ Guilford (1950). Pričinil sa o to, aby sa zvýšená pozornosť venovala dovtedy neskúmanému divergentnému mysleniu, ktoré na rozdiel od konvergentného myslenia produkuje na jeden podnet viacero možných odpovedí [1].

Tvorivosť a kritické myslenie podľa Bloomovej taxonómie vyjadrujú najvyššiu úroveň myslenia, vlastností a schopností žiaka interpretovať vedomosti do reálneho sveta.

V priebehu realizácie tvorivosti sa človek mení, pričom prehlbuje svoje tvorivé postoje, rozširuje si tvorivé skúsenosti a tvorivý potenciál. Význam tvorivých vyučovacích metód spočíva v podnietení žiakov k samostatnému mysleniu a konaniu. Kreatívna činnosť sa v pedagogickom procese prejavuje v odhaľovaní problémov a hľadaní nových originálnych postupov riešení, vytváraní, konfrontáciách, overovaní a dokazovaní hypotéz, schopnosti modifikácie, riešení a využívaní získaných poznatkov [7]. Aby sa mohlo u žiakov rozvíjať tvorivé myslenie je potrebné, aby bol tvorivý ich učiteľ. Podobne je to aj s kritickým myslením. Ak chceme na školách dosiahnuť, aby žiaci dokázali viac tvorivo i kriticky myslieť, je dôležité podporovať k tvorivosti a ku kritickému mysleniu učiteľov.

Na hodinách geografie sa dá tvorivosť rozvíjať v podobe viacerých metód, medzi ktoré patria napríklad didaktické hry, problémové a skupinové vyučovanie, zemepisné vychádzky a exkurzie, zemepisné krúžky a olympiády [1].

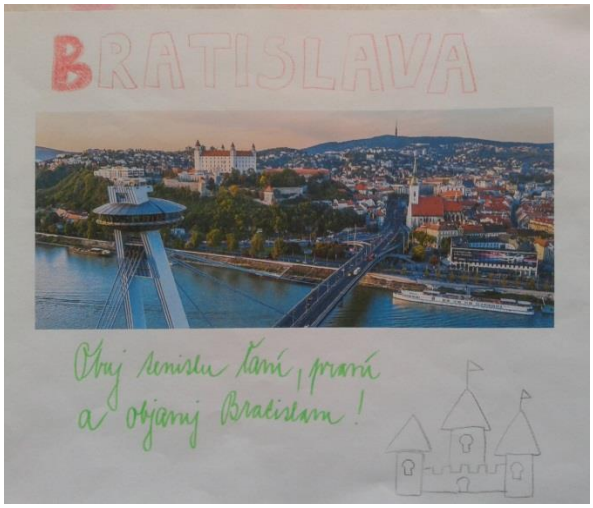
Hra je prirodzená činnosť dieťaťa, ktorá upokojuje jeho túžby a potreby a v značnej miere ovplyvňuje jeho psychický a fyzický vývin i hudobný rozvoj. Hra má veľký význam pri rozvoji osobnosti dieťaťa, nakoľko dieťa prostredníctvom hry môže rozvíjať svoje charakterové rysy, fantáziu, vôľu, myslenie, vnímanie, pamäť, predstavivosť a obohacuje si zmysly a vedomosti. Zaradenie hry do výchovno-vzdelávacieho procesu (ako cieľavedomej premyslenej didaktickej metódy vyučovania) je vždy iba prínosom. Úlohy a inštrukcie spojené s hrou dieťa príma a vykonáva oveľa radšej ako autoritatívne požiadavky a príkazy, ktoré kvalitu tvorivej činnosti úplne degradujú [7]. Ako príklad uvádzame 5 aktivít rozdelených podľa učebných štýlov žiakov, ktoré za správnych podmienok (priateľská atmosféra v triede, otvorenosť a nekritickosť učiteľa a pod.) žiakov podnecujú k tvorivému mysleniu.

2 Tvorivé aktivity

Uvedené tvorivé aktivity sú výsledkom vybraných prác študentov 1. ročníka magisterského stupňa (UAP) z vyučovacích hodín didaktiky geografie (prílohy). Na hodinách bolo odprezentovaných 23 aktivít, pričom každá aktivita mala mať časové rozmedzie 8-10 min. Objektom pre realizáciu aktivít bola Regionálna

geografia Slovenska. V Školskom vzdelávacom programe sa Slovensko vyučuje v 9. ročníku na ZŠ, pričom v Inovovanom školskom vzdelávacom programe sa tento predmet vyučuje už v 8. ročníku. V zmysle Čechovej [8] boli študenti rozdelení do 4 skupín, podľa učebných štýlov [4]. Celkový počet študentov bol 23. Každá skupina si vybrala jednu tému z regionálnej geografie Slovenska, ktorú následne každý člen sám spracoval a pripravil aktivitu. Skupina s telesno-kinestetickým a muzikálnym štýlom, ktoré boli spojené do jednej skupiny, si vybrala tému Poloha, rozloha a hranice SR. Prírodným učebným štýlom bola spracovaná téma Podnebie a počasie. K lingvistickému štýlu bola priradená téma Cestovný ruch a téma Doprava bola zaradená k existencionálnemu učebnému štýlu.

Aktivita 1: Plagáty miest
Učebný štýl: lingvistický
Téma: Cestovný ruch SR
Autor: Marek Švajlen – upravila Miriam Smolinská
Trvanie: 15 minút
Cieľ: žiak vie využiť základné vedomosti o oblastiach a strediskách cestovného ruchu na Slovensku pri tvorbe plagátov
Pomôcky: papiere s vytlačenými obrázkami miest, farbičky
Realizácia aktivity: Žiaci vytvoria skupiny so štyrmi členmi. Každá skupina dostane papier, na ktorom je menší obrázok alebo fotografia a voľný priestor. Na každom obrázku alebo fotografii je znázornená významná oblasť alebo stredisko cestovného ruchu na Slovensku. Napríklad mesto Bratislava, Štrbské pleso, Slovenský raj, či Spišský hrad. Úlohou žiakov je za 10 minút vytvoriť jednoduchý reklamný plagát na podporu cestovného ruchu miesta, ktoré majú na obrázku, či fotografii a vymyslieť krátky text (slogan), ktorý by mal podnietiť potenciálnych návštevníkov k návšteve vybraného miesta (obr. 1). Po príprave žiakov každá skupinka pred celou triedou ukáže a odprezentuje svoj vytvorený plagát. Na záver žiaci zhodnotia, ktorý plagát sa im najviac páčil.
Realizácia aktivity na hodine didaktiky geografie: Vybraná aktivita študentov zaujala, nakoľko poskytla možnosť pre tvorivosť jednotlivých skupín. Hoci nie všetci študenti sa do aktivity zapojili so záujmom a čas aktivity bol skrátený na 9 minút, vzniklo pár pekných a originálnych plagátov so sloganmi.



Obr. 1 Plagát Bratislavy vytvorený na hodine didaktiky geografie
Zdroj:[9] – upravila M. Smolinská

Aktivita 2: Hudba národov
Učebný štýl: muzikálny a telesno-kinestetický
Téma: Poloha, rozloha a hranice SR
Autor: Miriam Smolinská
Trvanie: 15 min.
Cieľ: žiak vie rozoznať hymny a ľudové piesne okolitých štátov Slovenska a zhodnotiť prepojenie hudby a geografickej polohy štátov
Pomôcky: počítač, reproduktory, pero, papier
Realizácia aktivity: Učiteľ žiakom postupne pustí hymny okolitých krajín. Žiaci budú počuť 6 hymien, ktoré majú priradiť k jednotlivým okolitým štátom (súčasťou je aj Slovenská hymna). Po hymnách učiteľ rovnakým spôsobom pustí ľubovoľné ľudové piesne okolitých krajín. Dôležitou úlohou učiteľa je pri výbere piesní vybrať také piesne, ktoré v sebe nesú typické hudobné prvky jednotlivých národov, aby boli pustené piesne jednoznačné. Po prehraní všetkých piesní si učiteľ so žiakmi skontroluje správne odpovede a ak sa v niektorej skladbe žiaci pomýlili, učiteľ sa pokúsi nájsť príčinu prečo (napr. zlým výberom skladby, žiaci nepoznajú typické hudobné prvky jednotlivých národov a pod.)
Realizácia aktivity na hodine didaktiky geografie: Na realizáciu aktivity nebolo k dispozícii dostatočné ozvučenie, takže hlasitosť pustených skladieb bola nižšia ako by bolo ideálne, avšak dostatočná, aby študenti skladby dokázali počuť. Väčšinu skladieb a piesní študenti dokázali správne priradiť ku krajinám. Viacerí si však pomýlili ľudovú pieseň z Ukrajiny a z Poľska.

Príklady výberu skladieb:
Česko: štátna hymna: pieseň Kde domov můj (text – J. K. Tyl, hudba – F. Škroup) [10]; ľudová pieseň: napr. polka Škoda lásky [11]
Rakúsko: štátna hymna: pieseň Land der Berge, Lamd am Strome (text – P.von Preradovic, hudba – W. A. Mozart) [12]; ľudová pieseň: napr. pieseň Mei Muata und mei Vota [13]
Maďarsko: štátna hymna: Himnusz (Isten, áldd meg a magyart, text – F. Kölcsey, hudba F. Erkel) [14]; ľudová pieseň: napr. maďarský čardáš [15]
Ukrajina: štátna hymna: Šče ne vmerla Ukrajina (Ще не вмерла Україна, hudba – Pavlo Čubynskyj, text – Mychajlo Verbytskyj) [16]; ľudová pieseň: napr. Mladá Halya [17]
Poľsko: štátna hymna: Mazurek Dąbrowskiego (Jeszcze Polska nie zginęła, text – J. Wybicki , hudba – neznámy autor) [18]; ľudová pieseň: napr. Czerwone jagody (Červené jahody) [19]
Slovensko: štátna hymna: Nad tatrou sa blýska (text – Janko Matuška, hudba – nápev ľudovej piesne Kopala studienku) [20]; ľudová pieseň: napr. Tota Heľpa [21]

Aktivita 3: Folklórne tance susedných krajín Slovenska
Učebný štýl: muzikálny a telesno-kinestetický
Téma: Poloha, rozloha a hranice SR
Autor: Soňa Adamkovičová
Trvanie: 15 minút
Cieľ: žiak vie rozpoznať národné kroje k susedným štátom SR
Pomôcky: obrázky národných krojov susedných krajín SR, počítač, reproduktory, dataprojektor alebo interaktívna tabuľa
Realizácia aktivity: Žiaci majú na základe vytlačených obrázkov národných krojov jednotlivých krajín, priradiť obrázok/kroj k jednej susedskej krajine Slovenska (obr. 2 a 3). Po správnom priradení kroju učiteľ vyzve dobrovoľnú dvojicu žiačka + žiak, aby zopakovali tanec príslušnej krajiny, ktorý im prehrá.
Realizácia aktivity na hodine didaktiky geografie: Aktivita sa študentom veľmi páčila a napriek pôvodnej ostýchavosti sa študenti zapojili aj do tancov.

Obr. 2 Český kroj
Zdroj: [22]

Obr. 3 Rakúsky kroj
Zdroj: [23]

Aktivita 4: GeoPUZZLE
Učebný štýl: prírodný
Téma: Počasie a podnebie
Autor: Alexandra Bulejová – upravila M. Smolinská
Trvanie: 10 - 15 min.
Cieľ: žiak vie zostrojiť a popísať model cyklóny a anticyklóny a mapu klimatických oblastí Slovenska
Pomôcky: obrázky, nožnice, výkres, farbičky
Postup prípravy aktivity:
1. Pripravíme si obrázky, buď vytlačené alebo nakreslené na hrubšom papieri.
2. Nakreslíme si obrysy na daný obrázok, podľa ktorých budeme obrázok strihať.
3. Z rubovej strany obrázka tieto tvary očíslujeme, čo by mala byť pomôcka pri skladaní obrázka.

4. Obrázok podľa obrysov rozstriháme.

Realizácia aktivity: Študenti vytvoria 3 skupiny. Každá skupina dostane jeden rozstrihaný obrázok vo forme puzzle. Úlohou študentov je tento obrázok poskladať a následne opísať daný jav na obrázku (obr. 4).

Realizácie aktivity na hodine didaktiky geografie: aktivita bola zrozumiteľná a keďže bola vo forme hry, aj pre starších študentov bola zábavná, atraktívna a zároveň splnila požadovaný cieľ.

Obr. 4 Fotografia zobrazujúca skladanie puzzle anticyklóny z hodiny didaktiky geografie
Autor: Z. Rampašeková

Aktivita 5: Trasy
Učebný štýl: existenciálny
Téma: Doprava
Autor: Ivana Heglasová – upravila Miriam Smolinská
Trvanie: 15 - 20 minút
Cieľ: žiak vie zhodnotiť výhodnosť jednotlivých dopravných prostriedkov a ciest
Pomôcky: pohľadnice/obrázky z rôznych miest Slovenska, dopravné mapy Slovenska, resp. atlasy, pero, papier
Realizácia aktivity: Žiaci si prinesú na hodinu pohľadnice/obrázky z rôznych miest Slovenska. Môže ísť o mesto, obec, kultúrnu alebo prírodnú pamiatku. Žiaci vytvoria dvojice a zoznámia sa so spolužiakovou pohľadnicou (obr. 5 a 6). Obidve miesta, ktoré majú pred sebou na obrázkoch, nájdu na mape v atlase. Následne vytvoria trasu, ktorou by z jedného miesta išli na druhé. Určia, ktorým dopravným prostriedkom by cestovali a pokúsia sa zdôvodniť, prečo je to práve vďaka vybranému dopravnému prostriedku výhodnejšie (rýchlejšie, lacnejšie, pohodlnejšie, a pod.). Zistenia si v krátkosti zapíšu a neskôr prezentujú spolužiakom, ktorý kriticky zhodnotia správnosť výberu trasy aj dopravného prostriedku. V druhom kole si pohľadnice celá trieda premieša a náhodne si opäť dvojica vyberie dve a postup opakujú. Nasleduje spoločná diskusia v triede, ktoré mestá a miesta sú lepšie dopravne prepojené a prečo, ktoré sú naopak menej prepojené a mohli by byť lepšie.

Realizácie aktivity na hodine didaktiky geografie: nakoľko na cvičnej hodine nemali študenti k dispozícii atlasy, aktivita prebehla viac v teoretickej rovine ako v praktickej.

Obr. 5 Košice
Zdroj: [24]

Obr. 6 Spišský hrad a Spišská Kapitula
Zdroj: [24]

3 Záver

Výsledkom aktivity z hodín didaktiky geografie je 23 tvorivých aktivít, ktoré sú spracované piatimi učebnými štýlmi, pričom dva z nich (telesno-kinestetický a muzikálny) boli spojené do jednej skupiny. Pri realizácií aktivít boli viaceré nezrovnalosti, ktoré sa nezhodovali so zadaním aktivít. Najčastejším problémom bolo dodržať časové rozpätie 8 – 10 min, nakoľko veľa prezentovaných aktivít malo ideálne časové rozpätie okolo 15 minút. Z hľadiska dodržania učebného štýlu, v ktorom mala skupina danú tému spracovať 90 % študentov zadaný učebný štýl dodržalo. Zvyšných 10 % študentov vytvorilo aktivitu, ktorá by bola vhodnejšia pre iný učebný štýl. Dvaja študenti sa odklonili od zadania, keď spracovali zadanú tému príliš obšírne a v aktivitách použili viaceré učebné štýly. Napriek tomu, že ich aktivity boli veľmi zaujímavé a skutočne tvorivé, nedali by sa zrealizovať v čase jednej vyučovacej hodiny.

Tvorba aktivít rozvíjala u študentov geografie kritické i tvorivé myslenie. Zároveň prezentované aktivity slúžili študentom ako inšpirácia do budúcej učiteľskej praxe. Jednoduchú ukážku ako viesť žiakov k tvorivému a ku kritickému mysleniu študenti dostali. Je už iba na nich či sa v budúcej praxi učiteľov budú pokúšať tento vyšší cieľ dosiahnuť.

Poďakovanie

Touto cestou by sme sa chceli poďakovať pani RNDr. Zuzane Rampašekovej, PhD., za jej pomoc, cenné rady, pripomienky a fotografie pri písaní tohto článku. Ďakujeme aj študentom 1. magisterského ročníka za ich kreatívne aktivity, ktoré boli odprezentované na hodinách didaktiky geografie.

Príspevok bol spracovaný v rámci projektu APVV-15-0368 „Prax v centre odborovej didaktiky, odborová didaktika v Centre praktickej prípravy" podporovaný Agentúrou na podporu výskumu a vývoja (APVV).

Použitá literatúra

[1] Čeretková S. a kol. (2017) Stratégie tvorivého a kritického myslenia v príprave učiteľov prírodovedných predmetov, matematiky a informatiky. PF UKF v Nitre, Nitra, p. 58

[2] Úradný vestník EÚ [Citované: 15. február 2018] http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?qid=1518656841618&uri=CELEX:32006H0962

[3] Gardner H. (1999) Dimenze myšlení : teorie rozmanitých inteligencií. In: Čeretková S. a kol. (ed.) Stratégie tvorivého a kritického myslenia v príprave učiteľov prírodovedných predmetov, matematiky a informatiky. PF UKF v Nitre, Nitra, p. 58

[4] Kračmer M. (2017) Aplikácia učebných štýlov vo vyučovaní geografe. (Diplomová práca) Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra

[5] Blaško M. Kvalita v systéme modernej výučby. [Citované: 16. február 2018] http://web.tuke.sk/kip/download/vuc07.pdf

[6] Lokšová I., Lokša J. (2001) Teória a prax tvorivého vyučovania. In: Čeretková S. a kol. (ed.) Stratégie tvorivého a kritického myslenia v príprave učiteľov prírodovedných predmetov, matematiky a informatiky. PF UKF v Nitre, Nitra, p. 58

[7] Baranová E. (1997) Hra a tvorivosť v hudobnovýchovnom procese (hudobno – tvorivé hry). Univerzita Mateja Belu v Banskej Bystrici, Banská Bystrica, p. 9

[8] Čechová B. H. (2009) Nápady pro rozvoj hodnocení klíčových kompetencí žáků. Portál, Praha, p. 4

[9] Bratislava [Citované: 20. október 2017] http://www.ewallpapers.eu/69905-bratislava.html

[10] Česká hymna [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=vTlvogPLLwc

[11] Škoda lásky [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=nu8Ysdbr7Yo

[12] Rakúska hymna [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=_qyTnc8ZxU8

[13] Mei Muata and mei Vota [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=tIZHcN5V7Js

[14] Maďarská hymna [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=oj7qsk4QtgA

[15] Maďarský čardáš [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=OcOwl6M8ngA&list=RDQMbNGukHbO-70

[16] Ukrajinská hymna [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=z1JUdnC5dT8

[17] Mladá Halya [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=caf32C6Vg5w

[18] Poľská hymna [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=U3ObamBkrCc

[19] Czerwone jagody [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=OZDJHrWVC60

[20] Slovenská hymna [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=u_Cl5fRPIJc

[21] Tota Heľpa [Citované: 12. október 2017] https://www.youtube.com/watch?v=O_9pCxJi7cU

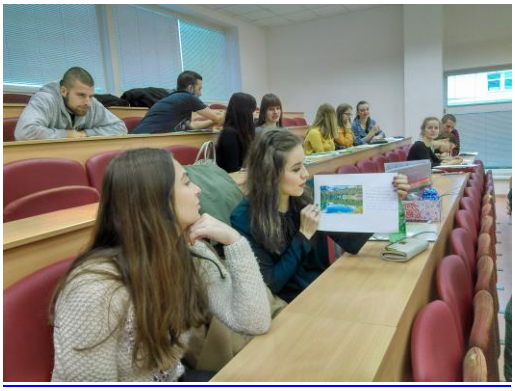
[22] Táborský (kozácký) kroj [Citované: 16. február 2018] http://ceskytanec.cz/taborskykroj/

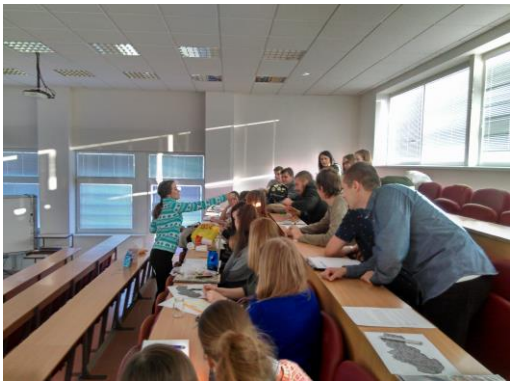
[23] Tracht [Citované: 16.február 2018] https://www.pinterest.co.uk/nhiggins/tracht-men/

[24] Pohľadnice [Citované: 16. február 2018] http://www.tvorme.sk/pohladnice.

Prílohy:
Fotografie práce študentov na hodinách didaktiky geografie pri realizácií tvorivých aktivít

Príloha 1: Aktivita na lingvistický učebný štýl


Príloha 2: Aktivita na lingvistický učebný štýl


Príloha 3: Aktivita na prírodný učebný štýl

Príloha 4: Aktivita na prírodný učebný štýl

Príloha 5: Aktivita na prírodný učebný štýl

Príloha 6: Aktivita na prírodný učebný štýl

Príloha 7: Aktivita na prírodný učebný štýl

Príloha 8: Aktivita na existenciálny učebný štýl

Využitie informačných komunikačných technológií ako súčasť motivácie v geografii

Exploitation of informative and communicative technologies as a part of motivation in geography

Barbora Balková – Veronika Kabátová
Školiteľ: Zuzana Rampašeková
Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
barbora.balkova@student.ukf.sk, veronika.kabatova@student.ukf.sk, zrampasekova@ukf.sk

Abstrakt

Príspevok je zameraný na aktuálny rozvoj moderných technológií vo vzdelávaní a využívanie IKT vo vyučovacom procese geografie. Je orientovaný na prácu s interaktívnym programom Alf, ktorého súčasťou je aj interaktívna tabuľa. Obsahuje úlohy rôzneho typu vhodné pre žiakov vyššieho stupňa vzdelávania ISCED 3, a to konkrétne z tematického celku fyzická geografia Slovenska. Úlohy sú vytvorené tak, aby slúžili na precvičovanie a hodnotenie vedomostí z tém daného tematického celku v motivačnej alebo fixačnej fáze vyučovacieho procesu. Zároveň je kladený dôraz na primerané a správne formulované zadania. Snahou bolo čo najefektívnejšie využiť prácu s týmto druhom IKT, aby bol vyučovací proces atraktívnejší a zaujímavejší.

Kľúčové slová: IKT, informatizácia, digitalizácia, program Alf, interaktívna tabuľa, geografia

Abstract

Contribution is focused on the actual development of modern technologies in education and the using of ICT in the teaching process of geography. It is oriented on work with the interactive Alf program, which part is an interactive board, too. It contains the tasks of various types appropriate for students of higher level of education ISCED 3, specifically from the thematic unit physical geography of Slovakia. The tasks are created in a way to help to practice and evaluate the knowledge from the themes of given thematic unit in motivated or fixed part of the teaching process. Simultaneously, it emphasis the appropriate and correctly formulated assignments. The effort was the most effective use of this kind of ICT in order to make the teaching process more attractive and more interesting.

Key words: ICT, informatization, digitalization program Alf, interactive board, geography

Úvod

V dnešnej rýchlej a modernej dobe sa s využívaním internetu a moderných technológií stretávame v každodennom živote. Sú súčasťou nášho pôsobenia v práci, v škole, ale i v pohodlí domova. Súčasná spoločnosť sa nachádza na vysokom stupni rozvoja vedy a techniky. Takmer každý už má svoju e-mailovú schránku či profil na sociálnych sieťach.

Najviac späté s modernými technológiami sú práve najmladšie generácie. Preto je vhodné, ak informačno-komunikačné technológie prenikajú aj do oblasti vzdelávania na školách. Zatiaľ čo mladé generácie žiakov vnímajú internet a moderné technológie ako bežnú súčasť života, pre učiteľov je využívanie technológií vo vyučovacom procese výzvou. S používaním moderných prostriedkov vo vzdelávaní sa nám súčasne otvárajú aj nové možnosti v oblasti využívania moderných vyučovacích metód. IKT v mnohých smeroch zjednodušujú prácu učiteľa, výrazne zvyšujú názornosť, skracujú dobu na výklad, osvojovanie, precvičovanie a hodnotenie vedomostí žiakov [1].

Jedným z prostriedkov na precvičovanie a hodnotenie vedomostí žiakov je interaktívny program Alf pre tvorbu testových úloh. Cieľom príspevku bolo vytvoriť didaktické testy v rámci tematického celku fyzická geografia Slovenska v programe Alf a ich aplikácia v motivačnej fáze na seminároch z fyzickej geografie Slovenska.

1 IKT vo vyučovacom procese

Súčasným trendom v spoločnosti je postupný prechod k maximálnemu využívaniu informačných a komunikačných technológií. Tieto moderné technológie prenikajú nielen do všetkých štruktúr spoločnosti, ale aj do života jednotlivcov. Využívanie IKT na vyučovaní je v súčasnosti bežné najmä v škandinávskych krajinách, Veľkej Británii, či v nemecky

hovoriacich krajinách. Slovensko zatiaľ v tomto trende zaostáva. Ak chceme na Slovensku udržať kvalitné školstvo, ktoré bude schopné intenzívne pripravovať mladých ľudí pre požiadavky trhu práce, je potrebné klásť vysoké nároky na digitálnu gramotnosť študentov a budúcich učiteľov. Predpokladom rozvoja digitálnej gramotnosti je modernizácia vzdelávania s využitím IKT [2].

Dňa 24. 9. 2014 schválila vláda SR Koncepciu informatizácie a digitalizácie rezortu školstva s výhľadom do roku 2020. Tento dokument prináša základnú predstavu ďalšieho rozvoja vzdelávania, vedy, výskumu a športu z pohľadu celosvetových trendov digitalizácie a rozvojových potrieb Slovenska. Hlavným cieľom Koncepcie je zadefinovať potreby a aktivity v oblasti informatizácie a digitalizácie rezortu školstva v nasledujúcich rokoch tak, aby inštitúcie spadajúce pod rezort školstva mohli zvyšovať svoju kvalitu a aby im rezort poskytol adekvátnu podporu**.** Prostredníctvom informatizácie a digitalizácie chce ministerstvo primerane reagovať na potreby praxe a trhu [3].

Z pedagogického hľadiska sa dá využitie IKT vo vyučovacom procese geografie chápať ako prostriedok na zlepšenie kvality vzdelávania. Na vyučovacích hodinách geografie je množstvo priestoru, kde môžeme využívať IKT. Čoraz viac učiteľov sa spolieha na výklad učiva cez powerpointovú prezentáciu alebo iný prezenčný program. Pomocou nej sa dajú prezentovať aj obrázky, videá či krátke filmy. I keď množstvo prezentácií je voľne dostupných na internete, veľká časť učiteľov dá radšej prednosť tvorbe vlastných, pretože poznajú schopnosti svojich žiakov a úroveň rozvoja ich vedomostí. Pokiaľ učiteľ uzná za vhodné prezentovať určité miesto na Zemi prostredníctvom reálnej skutočnosti, môže na to využiť virtuálny glóbus Google Earth alebo režim Street View [1].

Vhodným prostriedkom IKT pre výklad učiva je interaktívna tabuľa. Je to dotykovo senzitívna plocha, prostredníctvom ktorej prebieha komunikácia medzi učiteľom/žiakom a počítačovým programom. Ovláda sa špeciálnym perom alebo prstom, ktorý plní funkciu počítačovej myši. Interaktívna tabuľa je vizuálny prostriedok, ktorý pomáha učiteľovi prezentovať poznatky dynamickým a pútavým spôsobom. Priamo na tabuli sa dajú prezentovať informácie z rôznych zdrojov - z internetu, z vlastných pripravených zdrojov, z prezentácie, z DVD, multimediálnych CD, a i., ktoré významne prispievajú k pochopeniu a porozumeniu učiva. Interaktívna tabuľa dovoľuje kreatívne a plynulé využívanie materiálov a interaktívnych zdrojov [4].

Na prácu s interaktívnou tabuľou sa môžu využívať aj pracovné listy, cvičenia, hry, krížovky, pexesá, puzzle. Tieto materiály môžu poslúžiť na skúšanie a preverovanie žiakov. Jedným z programov, ktoré učitelia môžu využívať na prípravu testov a úloh a ich následné prezentovanie na interaktívnej tabuli je program Alf.

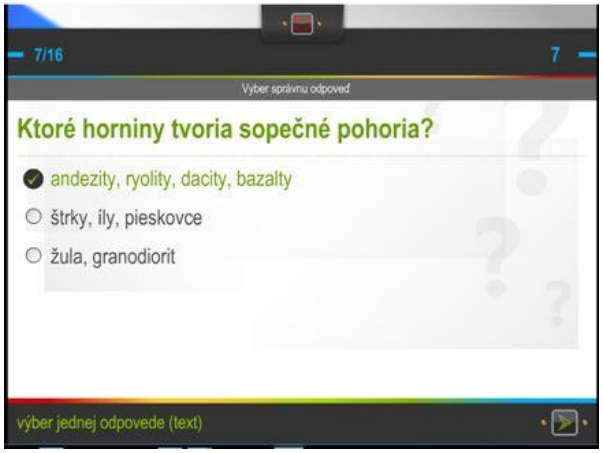
1.1 Práca s programom Alf

Alf je programový softvér na tvorbu interaktívnych úloh alebo celých testov, ktoré sú riešené prostredníctvom interaktívnej tabule. Pomocou tohto programu si učitelia dokážu vytvoriť testy, ktoré sú veľmi užitočnou a efektívnou pomôckou na precvičovanie a fixáciu učiva. Program Alf taktiež prispieva k obohateniu vyučovacieho procesu. Hlavnou výhodou softvéru Alf je, že dokáže žiakov motivovať, zaujať a prebúdza v nich aktivitu. Na vyučovaní dokáže učiteľ veľmi ľahko rýchlo prideľovať testy a dokumenty žiakom a získať okamžite spätnú väzbu o ich riešení. Učiteľ môže priradiť žiakom už hotové testy z databázy, ktorú program ponúka online alebo vložiť svoje vlastné. Ovládanie systému je vytvorené zjednodušene, takže testovanie zvládne naozaj každý. Tvorba samotného testu, je taktiež nenáročná a pomerne rýchla.

Program Alf je vyvíjaný od roku 2010. Následne bol v krátkom čase vylepšený. Zásadným zlomom bolo použite nadstavby mProjektor, čo prinieslo hlavne podporu vkladania multimediálneho obsahu (obrázky, zvuky). Okrem toho sa postupne pridávali aj nové typy úloh. Ďalšia verzia priniesla export výsledkov testu a učitelia si tak mohli pozrieť výsledky žiakov v jednotlivých úlohách. Aktuálne posledná verzia priniesla podporu vkladania špeciálnych symbolov ako sú napríklad matematické symboly, grécka abeceda alebo azbuka. Program Alf sa spočiatku orientoval len na slovenský a český trh a oproti riešeniam v tom čase dostupným na trhu ponúkol oveľa viac funkcionality [5].

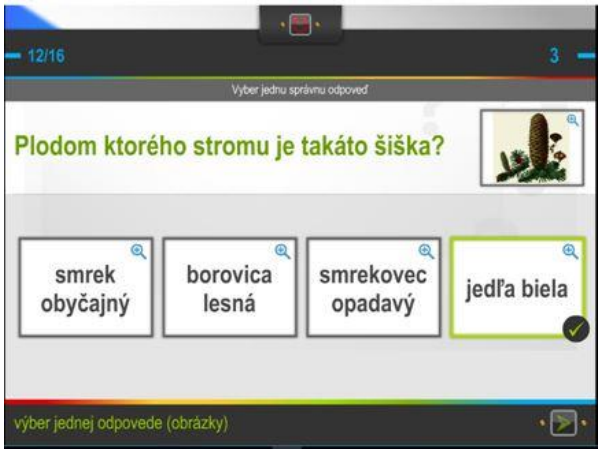
Cieľom programu ALF je umožniť vytvárať jednoduchým a rýchlym spôsobom interaktívne úlohy nasledujúcich druhov:

1. *Otázka s výberom jednej odpovede (text)*- jedná sa o výber jednej správnej odpovede z maximálne šiestich možností. Otázka môže byť doplnená o obrázok, zvuk alebo iný priložený súbor. Odpovede môžu byť v tomto type úlohy len textové.



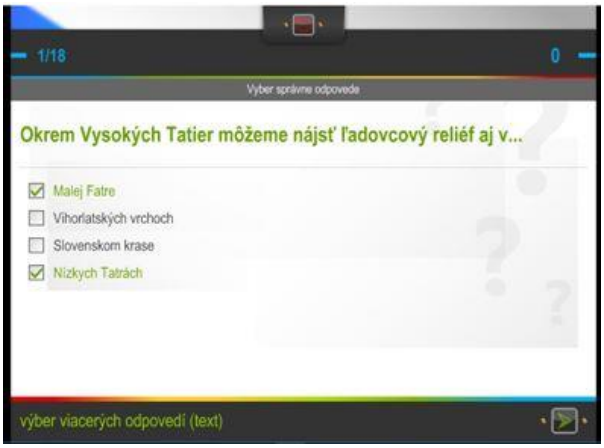
Obr.1: Výber jednej odpovede (text)
Zdroj: [6]

2. *Výber jednej odpovede (obrázky)*- je to obdoba predchádzajúceho typu s možnosťou pridať obrázok alebo zvuk aj k odpovediam. Jednotlivých možností môže byť až 8.



Obr.2: Výber jednej odpovede (obrázky)
Zdroj: [6]

3. *Výber viacerých odpovedí (text)*- tento typ je rozšírením typu výber jednej odpovede s možnosťou definovania viacerých správnych odpovedí.



Obr.3: Výber viacerých odpovedí (text)
Zdroj: [6]

4. *Výber viacerých odpovedí (obrázky)*- je to rozšírenie typu o možnosť definovania viacerých správnych odpovedí.

Obr.4: Výber viacerých odpovedí (obrázky)
Zdroj: [6]

5. *Pexeso*- tento typ predstavuje klasickú hru pexeso. Je možné definovať 8 dvojíc kartičiek. Každá z nich môže obsahovať text, obrázok alebo zvuk.

Obr.5: Pexeso
Zdroj: [6]

6. *Skupiny*- umožňuje definovať 4 skupiny pojmov. Pri riešení tejto úlohy je potrebné zaradiť ponúkané pojmy do jednotlivých skupín. Každá skupina môže obsahovať 5 pojmov.

Obr.6: Skupiny
Zdroj: [6]

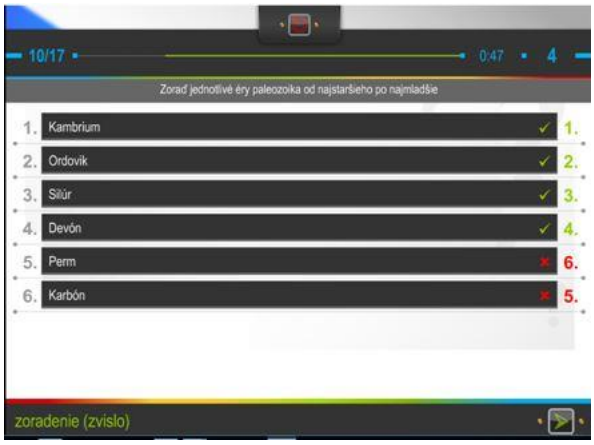
7. *Priradenie (text)*- jedná sa o priradenie dvojíc pojmov ku sebe.

Obr.7: Priradenie (text)
Zdroj: [6]

8. *Priradenie (obrázky)*- obdoba predchádzajúceho typu s možnosťou k jednotlivým pojmom pridať obrázok alebo zvuk.

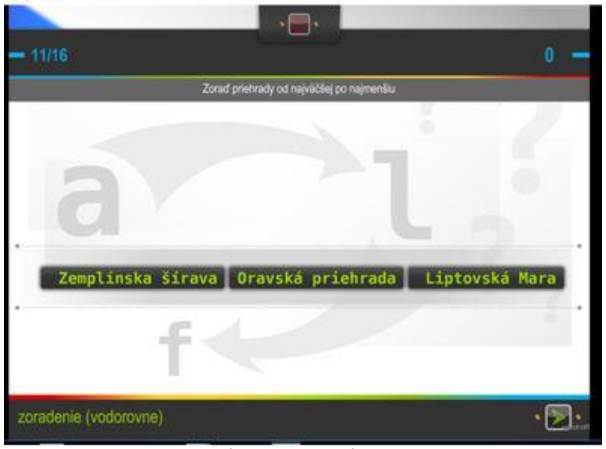
Obr.8: Priradenie (obrázky)
Zdroj: [6]

9. *Zoradenie (zvislo)*- v tomto type úlohy je potrebné zoradiť pojmy do správneho poradia.



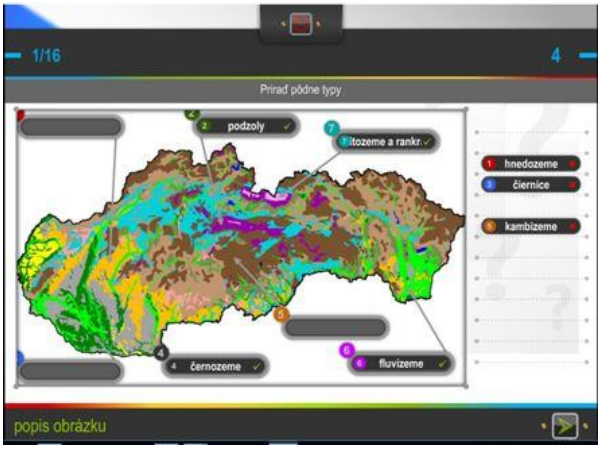
Obr.9: Zoradenie (zvislo)
Zdroj: [6]

10. *Zoradenie (vodorovne)*- v tomto type ide o zoradenie položiek, môže sa však jednať o zoradenie na úrovni jednotlivých písmen v slove, prípadne slabík.



Obr.10: Zoradenie (vodorovne)
Zdroj: [6]

11. *Popis obrázku*- umožňuje označiť pozície s popisom.

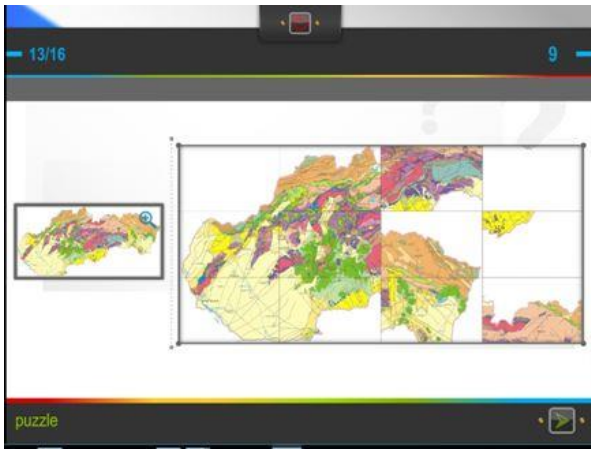


Obr.11: Popis obrázku
Zdroj: [7]

12. *Dvojice*- v tomto type sa postupne znázorňujú náhodné dvojice pojmov a žiak musí určiť, či k sebe patria alebo nie. Táto úloha sa dá spustiť v dvoch režimoch, a to pre jedného alebo dvoch hráčov.

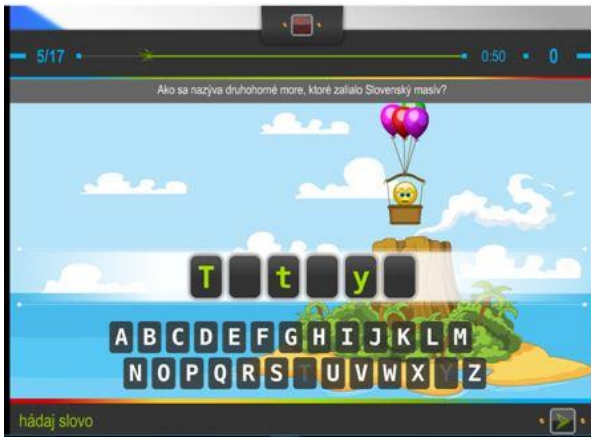
Obr.12: Dvojice
Zdroj: [6]

13. *Puzzle*- úlohou riešiteľa je správne poskladať obrázok rozdelený na časti. Pri tvorbe úlohy je potrebné iba vybrať obrázok a určiť na koľko častí sa má rozdeliť v rozmedzí 3x3 až 9x9.



Obr.13: Puzzle
Zdroj: [7]

14. *Hádaj slovo*- tu je potrebné vybrať správne písmeno, ktoré sa zobrazí v políčkach a tým utvrdí riešiteľa o správnosti jeho postupu. Na vyriešenie tejto úlohy je možné nastaviť časomieru ale i počet nesprávnych pokusov k uhádnutiu písmena.

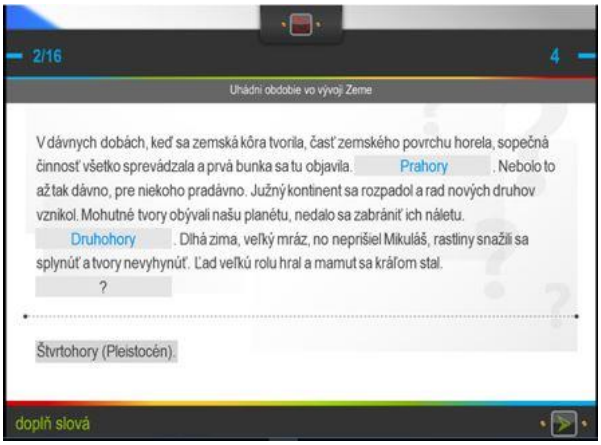


Obr. 14: Hádaj slovo
Zdroj: [6]

15. *Tajnička*- v tomto type úlohy je potrebné vpísať správnu odpoveď do políčok. Otázka sa riešiteľovi zobrazí pri kliknutí na jednotlivý otáznik.

Obr.15: Tajnička
Zdroj: [6]

16. *Doplň slová*- úlohou bolo správne priradiť pojmy ponúkané pod textovou časťou k textu na správne miesto.



Obr. 16: Doplň slová
Zdroj: [6]

1.2 Aplikovanie úloh v programe Alf v praxi

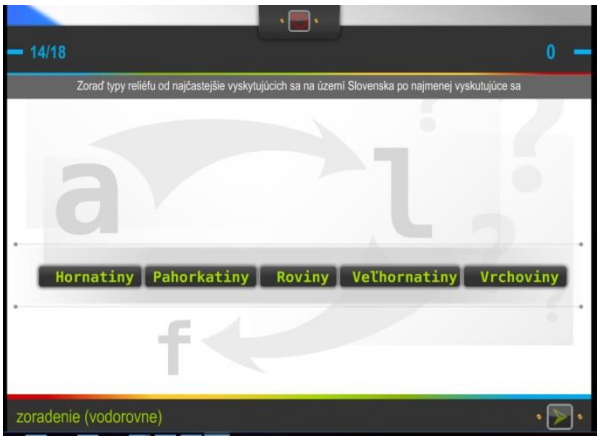
V školskom roku 2017/2018 využilo päť študentov študijného programu učiteľstvo v kombinácií možnosť naučiť sa pracovať s interaktívnym programom Alf na výberovom seminári z didaktiky geografie. Na tomto predmete boli oboznámení s jeho podstatou vo vyučovaní geografie a mohli si vyskúšať tvorbu vlastných testov. Študenti na ňom tvorili hlavne testy, ktoré boli zamerané pre vyšší stupeň sekundárneho vzdelávania, teda pre oblasť ISCED3. Využívali pri tom textové a obrazové materiály z aktuálnych geografických učebníc, skrípt, atlasu SR a z webu. Niektorí používali aj vlastné obrázky a zvukové

nahrávky. Témy testov boli orientované na fyzickú geografiu Slovenska. Členili sa na testy z geológie, reliéfu, klímy a hydrogeografie, pedo a biogeografie. Spolu vytvorili približne dvadsať testov, pričom každý obsahoval šestnásť úloh tak, že boli využité všetky typy zadaní.

Prácu s týmto interaktívnym programom sa rýchlo naučili a výsledkom boli veľmi zaujímavé a kreatívne testy. Najväčšie problémy však mali pri tvorbe testov z geológie a reliéfu. Pojmy z týchto sfér si často mýlili a vytvárali tak úlohy, ktoré sa do nich nehodili. Mnohokrát si museli po sebe skontrolovať aj to, či otázku alebo úlohu zadali tak, aby jej žiaci porozumeli. Naopak ľahšie sa im pracovalo na tvorbe z testov z klíma a hydrogeografie a z pedo a biogeografie. Tu už boli zručnejší v práci s programom a mali aj mnoho nápadov na zadanie úloh. Na obrázku č. 17 je príklad zadania úlohy z geológie, v ktorom žiaci mali priradiť názvy pohorí do správnych skupín.

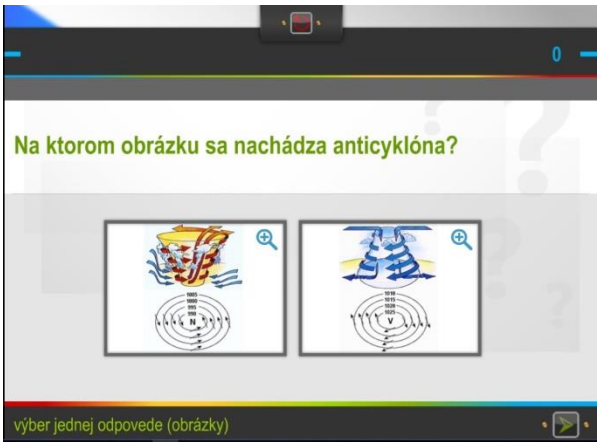
Obr. 17: Geológia
Zdroj: [8]

Na obrázku č. 18 je úloha s názvom zoradenie (vodorovne), v ktorej mali žiaci správne zoradiť typy reliéfu od najviac po najmenej sa vyskytujúcich na Slovensku.



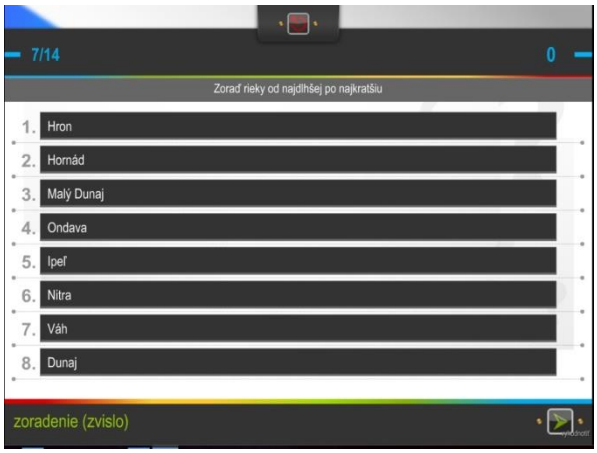
Obr. 18: Reliéf
Zdroj: [8]

Na obrázku č. 19 môžeme vidieť zadanie na klímageografiu, v ktorom je možná jedna správna odpoveď z dvoch obrázkov.



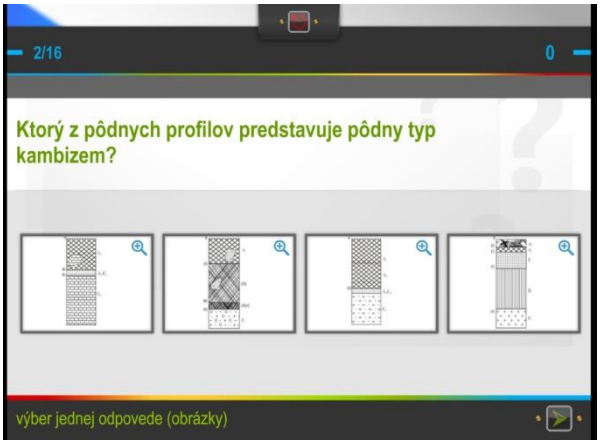
Obr. 19: Klíma
Zdroj: [9]

Jednou z najzaujímavejších úloh z hydrogeografie bolo zoradenie slovenských riek podľa ich dĺžky (obr. 20). Rieky mali byť zoradené zvislo od najdlhšej po najkratšiu.



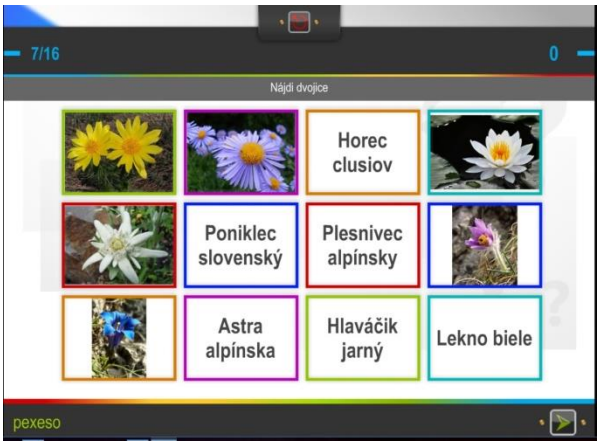
Obr. 20: Vodstvo
Zdroj: [7]

Príkladom úlohy z pedogeografie bol výber jednej správnej odpovede (obrázky), pričom žiaci museli nájsť správny pôdny profil pre kambizem (obr. 21).



Obr. 21: Pôdy
Zdroj: [10]

Z biogeografie si pripravili pexeso, v ktorom museli hľadať správne páry – obrázok a názov chráneného rastlinného druhu na Slovensku (obr. 22).



Obr. 22: Biosféra
Zdroj: [11] Chránené rastliny

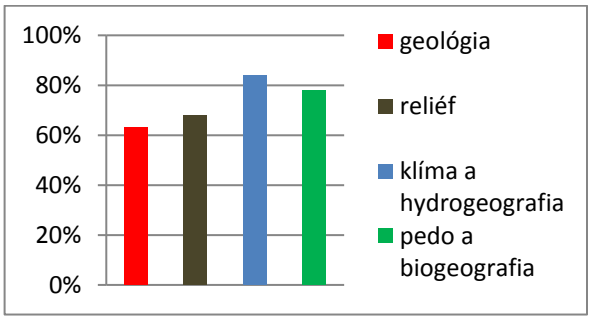
Aby si študenti vyskúšali použitie interaktívneho programu Alf aj v praxi, rozhodli sa tieto pripravené testy predložiť svojim spolužiakom vždy na začiatku semináru fyzickogeografickej časti predmetu Regionálna geografia Slovenska. Súčasťou každého semináru bola prezentácia prác žiakov v rámci jednotlivých sfér vybraného geomorfologického celku Slovenska, preto bolo najvhodnejšie umiestniť prácu s programom Alf do motivačnej fázy vyučovacieho procesu.

2 Výsledky a diskusia

Prezentácia testov v interaktívnom programe Alf vo vyučovacom procese odhalila silné aj slabé stránky vedomostí žiakov. Testy boli dobrým prostriedkom pre vytvorenie vhodnej klímy v kolektíve. Pred začatím semináru bola atmosféra medzi žiakmi napätá, pretože každý sa sústredil na prezentáciu svojej práce o geomorfologickom celku. Po zistení, že najskôr sa bude prezentovať jeden test, napätie sa uvoľnilo a so záujmom sa čakalo na spustenie testu. Žiaci ochotne pristupovali k interaktívnej tabuli. Chceli si vyskúšať manipuláciu s obrázkami a textovou prílohou pomocou interaktívneho pera.

Ako pozitívny výsledok bol vnímaný aj fakt, že žiaci dosiahli v každom teste úspešnosť viac ako 60% (graf 1). Najlepší výsledok dosiahli v teste z klímy a hydrogeografie, čo predstavuje až 84 %. Žiaci vedeli priradiť názvy riek, zoradiť rieky podľa ich dĺžky, pomenovať tvary oblakov a iné úlohy. Z nimi v úspešnosti nasledujú testy z pedo a biogeografie, kde ich najviac upútalo pexeso o chránených rastlinách alebo určenie pôdneho typu podľa obrázka . O niečo menej boli úspešní v riešení úloh

z geomorfológie, kde museli pomenovať geomorfologické útvary v prírode, určiť vlastnosti jednotlivých foriem reliéfu, alebo pomenovať najvyššie vrchy našich pohorí. Najhorší výsledok, len 63 %, dosiahli v testoch z geológie. Keďže tento tematický celok je pre nich vo všeobecnosti najmenej obľúbený, tu si najlepšie vedeli poradiť s tými najjednoduchšími úlohami, ku ktorým radíme napr. riešenie puzzle podľa zadaného obrázka. Najväčšie problémy im robilo priradenie hornín k jednotlivým geologickým celkom a zoradenie historických endogénnych a exogénnych procesov podieľajúcich sa na formovaní našej planéty.



Graf 1 Úspešnosť v riešení testov z fyzickej geografie Slovenska v programe Alf

Okrem testovania v motivačnej fáze bol program Alf využitý aj v expozičnej fáze vyučovacieho procesu geografie. Slúžil ako prostriedok zobrazovania rôznych máp pre potreby vyučovania, ktoré sa jednoduchým spôsobom dali nahrať z CD do programu a žiaci tak s nimi mohli pracovať na interaktívnej tabuli, čo tiež vzbudilo záujem a všetci sa aktívne zapájali do vyučovacieho procesu [12].

Záver

Interaktívny program Alf je veľmi dobrý spôsob sprostredkovávania aktivít vo fázach vyučovacieho procesu. Ponúka rôzne možnosti zadávania úloh, čím podporuje pestrosť a kreatívnosť vyučovania. Vo všeobecnosti z hľadiska záujmu o prácu i z hľadiska výsledkov testovania dosiahol veľký úspech. Žiaci mali záujem o riešenie úloh na interaktívnej tabuli, čím získavali nové vedomosti a zručnosti. Ich reakcie na prácu s interaktívnou tabuľou boli pozitívne, vďaka čomu sa v triede vytvorila vhodná klíma. Testy by mohli byť po menších úpravách použiteľné aj vo vyučovaní geografie Slovenska v rámci vyššieho sekundárneho vzdelávania ISCED 3.

Poďakovanie

Úprimné poďakovanie patrí našej školiteľke RNDr. Zuzane Rampašekovej, PhD. za jej cenné rady a odbornú pomoc.

Príspevok bol spracovaný v rámci projektu APVV-15-0368 „Prax v centre odborovej didaktiky, odborová didaktika v Centre praktickej prípravy“ podporovaný Agentúrou na podporu výskumu a vývoja (APVV).

Použitá literatúra

[1] Farárik, P. (2013) Geografia moderne a zábavne. Metodicko-pedagogické centrum, Bratislava, s. 7
[2] Bocan B. (2012) Informačno-komunikačné technológie vo vyučovaní geografie. Metodicko-pedagogické centrum, Bratislava, s. 6
[3] Informatizácia a digitalizácia školstva [Citované: 15. február 2018] https://www.minedu.sk/informatizacia-a-digitalizacia-skolstva/
[4] Využitie IKT na vyučovaní geografie [Citované: 15. február 2018] http://zsmosbb.eu/Okienko/Projekty/Metodicka_prirucka_Geo.pdf
[5] Program Alf [Citované: 15. február 2018] https://programalf.com/alf/sk/
[6] Balková, Kabátová, Kocianová, Ihracký, Adamicová, vlastné fotografie
[7] ČEMAN, R. a i. (2005) Zemepisný atlas Slovenska. Mapa Slovakia Peus, Bratislava, s. 95 s.
[8] TOLMÁČI, L. (2011) Geografia pre 3. ročník gymnázií. VKÚ, Harmanec, s. 10-27
[9] Atmosféra v pohybu [Citované: 17. február 2018] http://slideplayer.cz/slide/1894161/
[10] Pedosféra [Citované: 17. február 2018] https://www.slideserve.com/rocco/pedosf-ra
[11] Chránené rastliny [Citované: 17. február 2018] http://prirodoveda34.szm.com/chr_rastliny.html
[12] Barabaš, R. (2011) Interaktívny zemepisný atlas pre základné a stredné školy. (CD Room) Cartographia, Košice

Vplyv bádateľsky orientovaného vyučovania biológie na porozumenie učiva

The impact of inquiry based science education in Biology on understanding subject

Martina Bažaličková[1]
Školiteľ: Anna Sandanusová[2]
[1, 2] Katedra zoológie a antropológie, FPV UKF, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
[1] martina.bazalickova@student.ukf.sk [2] asandanusova@ukf.sk

Abstrakt
Príspevok sa zameriava na bádateľsky orientované vyučovanie biológie (BOV) určené najmä žiakom gymnázií. Výhodou BOV je spôsob akým sa žiaci učia. Nové informácie nie sú sprostredkované učiteľom, ale sú žiakom objavované aktívnou činnosťou a uvedomelým zmýšľaním. V súčasnosti sa kladie dôraz na vyučovanie bádateľským spôsobom najmä pre prírodné vedy. Napriek tomu je len málo publikácií, ktoré uverejňujú námety na aktivity a praktické riešenia prírodovedných úloh. Každý učiteľ určite ocení navrhnuté spôsoby bádania, nakoľko nie je ľahké vymyslieť bádateľskú otázku, ktorá by žiaka motivovala a zaujímala. Okrem toho je potrebné vymyslieť spôsob a doplňujúce otázky ako žiak príde k danej súvislosti.

Príspevok obsahuje vypracovanie metodík dvoch vyučovacích hodín biológie s bádateľskými aktivitami a experimentom. Naše metodiky sme overili v praxi, pričom sme sa zamerali na zistenie vplyvu BOV na porozumenie učiva. Dôvodom zvolenia témy bolo overenie navrhnutých bádateľských aktivít, ďalej to je záujem o danú oblasť a aktuálnosť témy.
Kľúčové slová: bádateľsky orientované vyučovanie, biológia, experiment, oko

Abstract
This work is focused on exploring oriented inquiry-based science education (IBSE) that is addressed especially for gymnasium students. The advantage of IBSE is the way how the students are learning. New knowledge is not mediated by teachers but explored by students on their own activities and conscious thinking. Nowadays is IBSE is especially applied for science. Although only few publications are giving ideas for activities and practical solutions for scientific works. Each teachers will appreciate proposed exploring methods, while it is not easy to create exploring-based questions that will motivate the student. It is also needed to create additional questions how the student will get the point. Work includes methology of two biology lessons with the exploring activities and a experiment. We have tested our methologies in practice while we focused on how IBSE influenced understanding of studies. The reason of choosing this topic was to approve proposed exploring activities. It is also the interest of the specific area and whether the activity is up to date.
Key Words: inquiry-based science education, biology, experiment, eye

Úvod

Otázka *„prečo?“* ako aj mnohé iné otázky nás sprevádzajú počas celého života. K hľadaniu odpovedí a spoznávaniu nás vedie prirodzená ľudská zvedavosť. U človeka sa už v rannom veku objavuje pozorovanie a skúmanie predmetov a javov, ktoré sú v jeho okolí. Aj v neskoršom a dospelom veku pátrame po odpovediach, bez toho, aby sme si uvedomili že to robíme – bez toho aby sme sa nazývali bádateľmi, či vedcami.

Bádateľsky orientované vyučovanie (BOV) je novodobý trend vyučovania, v ktorom žiak aktívne spoznáva svet okolo seba. V súčasnosti nie je tento spôsob vyučovania na Slovensku neznámy.

BOV stavia žiaka do role „malého vedca“. Úlohou BOV nie je urobiť zo všetkých žiakov vedcov, ale podporiť v nich vedecké zmýšľanie, rozvíjať ich kognitívne schopnosti, vytvárať pozitívny vzťah k predmetu, rozvíjať kritické myslenie a tvorivosť.

1 Charakteristika bádateľsky orientovaného vyučovania

V širšom slova zmysle pod pojmom BOV rozumieme proces hľadania odpovedí na otázky spojený s aktívnym skúmaním, pri ktorom sa využíva kritické, logické a tvorivé myslenie [1].

V užšom slova zmysle môžeme BOV charakterizovať ako *„cieľavedomý proces spojený s*

rozpoznaním problému, návrhom vhodných experimentov a posúdením alternatívnych možností, plánovaním postupu skúmania, tvorbou a overovaním hypotéz, vyhľadávaním informácií, vytváraním modelov študovaných dejov, diskusiou s ostatnými a formulovaním logických argumentov" [2].

V zahraničnej literatúre je bádanie označované pojmom *inquiry*, čo sa prekladá ako skúmanie, bádanie, pátranie, vyšetrovanie. Na Slovensku sa s pojmom bádateľské vyučovanie stretáme až od školskej reformy v roku 2008. Počiatok bádateľského vyučovania nachádzame v USA v druhej polovici 20. st. [3], [4]. Na Slovensku sa stretneme aj s označením „výskumne ladená koncepcia vzdelávania". Učiteľ má možnosť čerpať od slovenských a českých autorov ako sú Kireš, Ješková, Held, Žoldošová, Lapitková a i.

Dôvodom prečo sa aj na Slovensku rozšírilo BOV je, že zmeny v prístupe prírodovedného vzdelávania prispievajú k zvýšeniu úrovne prírodovednej gramotnosti. Bádateľský orientované vyučovanie vytvára priestor sebarealizáciu žiaka, sebahodnotenie žiaka, formatívne hodnotenie žiaka, hodnotenie porozumenia, zručností a skupinovej práce [3].

Bádanie predstavuje škálu činností, ktoré začleňujeme do 6 stupňov. Pri tvorení stupňov badateľského vyučovania vychádzame z modelu bádania podľa Llewellyna [1]:

- formulácia problému = problém,
- brainstorming možných riešení = plán experimentovania,
- formulácia hypotézy vhodnej k formulovaniu = tvorba teórie,
- návrh a realizácia postupu skúmania = experiment,
- zber dát a vyvodenie záverov = spracovanie,
- zdielanie a prezentovanie výsledkov = závery práce.

Významným prvkom bádateľského vyučovania je prvotná otázka (úloha, problém), ktorú budú žiaci riešiť. Podľa toho na koľko je otázka zaujímavá, atraktívna a súvisí so žiakom, na toľko sa žiak bude zaujímať o nájdenie odpovede na otázku, resp. vyriešenie problému. Otázka je kladená tak, aby vyvolala zvedavosť. Práve prirodzená ľudská túžba poznať a odhaľovať nepoznané vedia človeka dopredu k získavaniu odpovedí o svete okolo neho. Učiteľ volí otázky, ktoré žiaka podnecujú, motivujú, týkajú sa oblasti záujmu žiaka, vedú k vytvoreniu pozitívneho vzťahu žiaka k biológii alebo také, ktorých odpovede využije v praktickom živote [3]. Petlák označuje zvedavosť za najlepší predpokladom zapamätávania si učiva, vytvára kladné postoje k učeniu čo je základom efektívneho učenia [5].

V popredí bádateľskej činnosti je žiak, ktorý je aktívny, skúma svet okolo nás, premýšľa, prezentuje výsledky a podáva vysvetlenia na základe dôkazov. Týmto krokom sa žiak učí postupne a časom naberá zručnosti a v bádaní je skúsenejší [6].

Celý proces bádania môže trvať len pár minút, vyučovaciu hodinu, či viac. Závisí to aj od toho ako náročná otázka a aký možných riešení máme vo svojom okolí.

Autori R. J. Rezba, T. Auldridge a L. Rhea [7] členia bádanie na 4 typy podľa toho, či je alebo nie je zadaný problém, metóda riešenia a výsledok:

- **Potvrdzujúce bádanie** – žiak má k dispozícií metódy riešenia a aj výsledok. Jeho úlohou je potvrdiť platnosť zákona (poznatku).
- **Štrukturované bádanie** – žiak dostane spôsob ako postupovať pri hľadaní riešenia problému.
- **Riadené bádanie** – žiak dostane zadanie problému a sám navrhne spôsob ako ho vyrieši.
- **Otvorené bádanie** – žiak rieši problém, ktorý sám sformuluje a sám navrhne spôsob riešenia.

Učiteľ počas bádateľskej výučby plní úlohu sprievodcu pri riešení problému. Učiteľ kladie pomocné otázky: Ako to funguje? Akú má úlohu? Ako to zistíme? Čo sme odmerali? Čo sme pozorovali? Na čo nám poslúži zistený fakt? Pomýlili sme sa niekde? Ako overíme naše výsledky? Vysvetli, prečo je to takto? Porozumenie bádateľský orientovanému vyučovaniu si vyžaduje od učiteľa teoretické štúdium, oboznámenie sa so zásadami realizácie a získanie skúseností. Učiteľ, ktorý začína vyučovať prostredníctvom bádania sa musí naučiť žiakov motivovať, vyhľadávať aktuálne vedecké poznatky, využívať digitálne technológie, byť v stálej interakcii so žiakom (spätná väzba), hodnotiť bádateľskú činnosť [3], [6]. Ak je učiteľ schopný využiť svoje vedomosti a schopnosti za účelom zvýšenia vedomostí žiaka a ich aplikovania do jeho praktických zručností prostredníctvom vhodných vyučovacích metód, vtedy ho môžeme nazvať kompetentným [8].

Bádanie je súčasťou prírodovedného vzdelávania (biológia, chémia, fyzika). Bádať je možné rôznymi spôsobmi ako napr. prostredníctvom práce s knihou, práce v skupine, ale azda najprirodzenejšie bádanie je využitím pokusu. Experimentálna činnosť zahŕňa hneď viaceré body bádateľsky objavného vyučovania - aktivitu žiaka, meranie, zisťovanie, overovanie, rozvíjanie myšlienkových operácií, získavanie praktických zručností [3], [9]. Podľa neuropedagogiky

sa informácie ukladajú do mozgu ak je „zapnuté“ centrum učenia – mozgová kôra. Na činnosť mozgovej kôry a teda aj ukladanie informácií do mozgu pozitívne vplýva zmysluplný obsah informácie, zapájanie viacerých zmyslov, zámerný pohyb (aktívna činnosť), prežívanie pozitívnych emócií a iné faktory [5].

2 Materiál a metodika

Pri navrhovaní a overovaní metodík bádateľsky orientovaných vyučovacích hodín biológie sme postupovali nasledujúcim spôsobom. Najskôr sme sa oboznámili s odbornou literatúrou v tlačenej a elektronickej podobe. Naším cieľom bolo vypracovanie bádateľsky orientovaných metodík, ktoré by boli prínosom pre učiteľov biológie. Za tému sme si zvolili Zmyslovú sústavu – oko a zrak. Následne sme vypracovali metodiky, ktoré sú určené pre žiakov gymnázií a sú v súlade so štátnym vzdelávacím programom ISCED 3A. Navrhnuté bádateľské metodiky sú zaujímavé, jednoducho realizovateľné, dajú sa uskutočniť v krátkom čase.

Ďalej sme nami navrhnuté metodiky využili pri vyučovaní Zmyslovej sústavy na Piaristickom gymnáziu v Nitre. Za vzorku sme si vybrali 35 študentov 3. ročníka. Všetci žiaci absolvovali pred-test na zistenie vedomostí, ktoré majú o problematike z predchádzajúcich ročníkov. V triede 3.A, kde bolo 20 žiakov, sme vysvetľovali Zmyslovú sústavu bádateľským spôsobom. V 3.C, kde bolo 15 žiakov, sme Zmyslovú sústavu vysvetľovali klasickými pedagogickými metódami. Po 2-mesačnom odstupe od realizácie sme od žiakov požadovali vyplnenie post-testu. Testové položky obsahovali 20 otázok zo Zmyslovej sústavy (ucho, oko, jazyk). Informácie získané z testov v oboch triedach sme porovnali, pričom sme pozorovali rozdiely o koľko sa žiaci zlepšili alebo zhoršili v testových položkách. Finálnou časťou predkladaného príspevku bolo spracovanie a vyhodnotenie výsledkov.

3 Výsledky práce

Výsledkom našej práce sú 2 modely bádateľsky orientovanej vyučovacej hodiny, ktoré sú určené pre učiteľa. Bádateľské vyučovacie hodiny majú vytvorenú štruktúru: motivačný názov, vzťah k iným témam, teóriu-bádatelia sa oboznamujú s témou, bádateľskú otázku, cieľ práce, typ experimentu, pomôcky na experimentovanie, postup experimentu, obrázok, postup bádania zhrnutie. Experimenty v oboch navrhnutých metodikách sú jednoducho zrealizovateľné, finančne nenáročné, nevyžadujú si prácu s chemikáliami a využívajú látky dostupné bežne v domácnostiach.

Druhou časťou našej práce je vytvorený test zo zmyslovej sústavy a overenie metodických listov (vplyv BOV na porozumenie učiva žiakmi).

3.1 Pokusy pre oči

Motivačný názov bádateľskej vyučovacej hodiny: Pokusy pre oči

Vzťah k iným témam:

Bádateľskú metodiku zaraďujeme do učiva Zmyslová sústava v 3. ročníku gymnázií, a zároveň ho premosťujeme s poznatkami Nervovej sústavy – receptory a vedenie nervového vzruchu [10]. V rámci biológie téma nadväzuje aj na učivá o živočíchoch. Žiakom pripomenieme základné typy očí živočíchov, ako sú oči škvrnové/ploché (niektoré medúzy), miskovité (niektoré obrúčkavce), pohárikovité (nepárové oči hmyzu, oči ulitníkov), komorové (hlavonožce a stavovce), zložené (typické pre hmyz) [11].

Na pochopenie fyziológie oka je potrebné oboznámiť sa so základmi optiky (fyzika). Na spestrenie hodiny je možné prepojiť poznatky o zrakovom orgáne s frázami zo slovenského jazyka ako uvádzame v teoretickej časti.

Bádatelia sa oboznamujú s témou:

Zmyslová sústava ponúka bohatú škálu možností reakcií organizmu na vnútorné a vonkajšie podnety. Usporiadať zmysly od najpotrebnejšieho po najmenej potrebný nie je možné, pretože všetky zmysly (*zrak*, *sluch*, *chuť*, *čuch* a *hmat*) dotvárajú ľudskú osobnosť a sú veľmi potrebné.

Oči sú zmyslový orgán, ktorý reaguje na svetlo. Zrak umožňuje vnímanie svetla a orientáciu v priestore. Ani si to neuvedomujeme, ale slovo oči sa dostalo do piesní, prirovnaní, či ustálených slovných spojení, pritom so zrakom nemusia mať nič spoločné. Niektoré frázy sú bežne používané iné sú zas menej známe – ako napr. tvoje očko nemá páru, oko za oko, najať si súkromné očko, mať oči (zrak) ako jastrab, opatrovať niečo ako oko v hlave, prižmúriť oko, smiať sa druhému do očí, nespúšťať z očí, mať oči na stopkách, povedať medzi štyrmi očami, vyhadzovať výčitky pred oči, zaslepiť oči mamonou, a dokonca niektorí ľudia pomáhajú len tak pre pekné oči. Oči sú prostriedkom čítania v duši – napr. v jeho očiach blčal oheň, živé oči prezrádzajú temperament, poznáme oči uplakané, hlboké, jasné alebo aj čierne ako noc. Očko sa zvykne urobiť na pančuche, alebo je súčasťou siete,

v polievke sa tvoria mastné oká, gurmán vie oceniť dobre pripravené volské oko, ale kurie oko určite nie je lahodné jedlo. Ďalej poznáme oko ihly, pirátske oko je nefunkčné, pávie oká tvoria chvost a bábôčka pávooká má oko vo svojom názve [12].

Fotoaparát má optické oko no napriek najmodernejším technológiám sa kvalite ľudského oka stále nevyrovná. Oko má schopnosti ako fotoaparát s rozlíšením 137 megapixelov, čo je asi 20 krát menej ako majú súčasné snímacie prístroje. Zdravé ľudské oko je schopné za normálnych podmienok odlíšiť 10 miliónov rôznych farebných odtieňov. Aj keď technika vyhráva v snímaní predmetov aj mimo oblasti viditeľného svetla (napr. ultrafotografie, infrafotografie, RTG snímky) a v mnohonásobnom priblížení predmetov, stále nemá takú schopnosť zaostrenia, rozsahu videnia, vyváženia bielej, či rozlíšenia farieb ako oko [13].

Z anatomického hľadiska je ľudské oko párový orgán. Obe očné bulvy *(bulbus oculi)* sú umiestnené v hornej tvárovej časti, v kostenej dutine - očnici. Zrakový orgán sa skladá z vlastného oka a vedľajších očných orgánov (očné viečko, spojivka, slzná žľaza, slzný kanálik). Vonkajšiu vrstvu oka tvorí bielko (predstavuje 4/5 celého povrchu) a rohovka umiestnená v prednej časti oka. V strednej vrstve sa nachádza dúhovka, zrenica, šošovka, vráskovec a cievovka. Farba oka, presnejšie dúhovky, závisí od množstva pigmentu melanínu. Vnútornú vrstvu tvorí sietnica, na ktorej sú uložené svetlocitlivé bunky – *tyčinky* (zabezpečujúce čiernobiele videnie) a *čapíky* (zabezpečujúce farebné videnie). Miesto, kde sa nachádza najviac čapíkov sa nazýva žltá škvrna a predstavuje miesto najostrejšieho videnia. Slepá škvrna je miestom bez svetlocitlivých buniek (tyčiniek a čapíkov) a zároveň miestom, z ktorého vychádza zrakový nerv. Obsah očnej gule vypĺňa rôsolovitá hmota *sklovec*. Svojím napätím vytvára sklovec vnútroočný tlak, ktorý podmieňuje guľatý tvar bulvy [14] [15]. Na sietnici vzniká obraz, ktorý je skutočný, zmenšený a prevrátený. Pomocou očného nervu sa informácie prenášajú do mozgu, kde vnímame obrazy ako priame a v reálnej veľkosti [16].

Podnetom pre videnie je svetelné - elektromagnetické vlnenie vlnových dĺžok 400-700 nm. Svetelné fotoreceptory premieňajú svetlo na elektrické impulzy, ktoré sú presúvané a spracovávané v mozgu. Na sietnici vzniká obraz, ktorý je skutočný, zmenšený a prevrátený. Konečný obraz je výsledkom porovnávania dát a kombinácie s očakávaným obrazom [13].

Časť priestoru, ktoré oko zachytáva bez toho, aby sa pohla hlava alebo oko sa nazýva *zorné pole*. Zorné pole je ohraničené stropom očníc a nosom. Napriek tomu, že sa pozeráme dvoma očami súčasne, vnímame iba jeden obraz a to preto, že zorné polia oboch očí sa spájajú v jednom bode (binokulárne videnie). Spolupráca oboch očí je základom priestorového videnia. V prípade, že sa pozeráme iba jedným okom sa znižuje schopnosť orientácie v priestore, správneho odhadu veľkosti alebo vzdialenosti predmetu [17].

V porovnaní s fotoaparátom, ktorý sníma obraz dvojrozmerne vie oko vnímať obraz trojrozmerne. Hovoríme tomu priestorové videnie. Dôvodom je fakt, že na zakrivené miesta predmetov dopadajú lúče z rôznych častí priestoru a toto spracováva mozgová kôra. Okrem toho oko dokáže prepojiť fyzikálne videnie aj s emóciami a skúsenosťami nahromadenými počas života. Zakrytie očí narúša istotu pohybu, rovnováhu, koordináciu pohybov a zložité pohyby sú neuskutočniteľné. Pri priestorovom videní zohrávajú úlohu aj okohybné svaly (napr. pri akomodácii šošovky) [13].

Bádateľská otázka č. 1: Vidím celý svet hore nohami?
Cieľ: Porovnať vzniknutý obraz na sietnici s vnímaným obrazom v mozgu.
Bádame prostredníctvom experimentu.
Typ experimentu: demonštračný alebo frontálny.
Budeme potrebovať: zaváraninový pohár alebo fľašu, vodu, olej, potravinárske farbivo, šumivá tableta (napr. celaskon)
Postup:

1. Pohár naplníme vodou (približne do výšky 1/3), do ktorej pridáme potravinárske farbivo.
2. Zvyšné 2/3 naplníme olejom.
3. Pridáme šumivú tabletu.
4. Pozorujeme vznik farebného lávového pohára.

Obr. 1 Lávový pohár v pokoji (vľavo), lávový pohár po pridaní šumivej tablety (foto : Bažaličková, 2018)

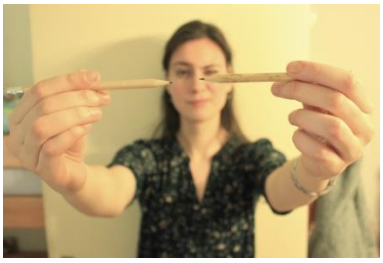
Poznámka: Podstatou tablety je jej šumenie. Nezáleží na účinku tablety. Ak nemáte šumivú tabletu, ponorte

na dno pohára slamku a začnite fúkať. Pokus sa podarí rovnako.

Postup bádania a zhrnutie: Učiteľ zaujme žiakov vytvorením lávového pohára počas pokusu. Lávový pohár obsahuje zafarbenú vodu a olej, čo sú dve navzájom nemiešateľné látky. Pridaním šumivej tablety, ktorá sa rozpúšťa vo vode sa začne uvoľňovať plynný oxid uhličitý. Tým sa kvapaliny rozvíria a vzniká zaujímavý efekt. Na základe pokusu žiaci vyvodzujú záver, odpovedajú na učiteľove otázky, čo si myslia ako sa zobrazuje lávový pohár na sietnici. Učiteľ nakreslí obraz a zobrazenie sietnice na tabuľu. Na základe už známych vedomostí a pokusu si žiak uvedomuje, že obraz na sietnici je zmenšený, skutočný a prevrátený, avšak mozog je schopný transformácie obrazu a preto ho vnímame v reálnej veľkosti, skutočnej vzdialenosti a priamy [16].

Bádateľská otázka č. 2: Prečo nemáme iba jedno oko?
Cieľ: Poukázať na význam priestorového videnia zapojením oboch očí.
Bádame prostredníctvom experimentu.
Typ experimentu: frontálny.
Budeme potrebovať: 2 ceruzky (perá alebo špajdle)
Postup:

1. Postavíme sa a obe ruky upažíme. Dávame pozor, aby sme sa nikoho nedotýkali.
2. V každej ruke držíme jednu ceruzku.
3. Prižmúrime ľavé oko.
4. Ruky približujeme k sebe.
5. Snažíme sa, aby sa hroty ceruziek spojili.
6. Pokus zopakujeme, ale prižmúrime pravé oko.
7. Pokus zopakujeme s otvorenými očami.



Obr. 3 Spájanie hrotov ceruziek s prižmúreným okom (foto Bažaličková, 2018)

Postup bádania a zhrnutie: Žiaci počas experimentu zisťujú, že pomocou jedného oka je náročné spojiť hroty ceruziek. Uvedomujú si, že na priestorové videnie sú potrebné obe oči.
Doplňujúca otázka: Dá sa vidieť hmatom?
Vidieť len hmatom je nemožné. Ak však máme zakryté oči, prípadne sa nachádzame v tme úlohu vnímania preberajú kožné receptory. Podľa skúsenosti sa hmatom dokážeme orientovať, vieme určiť tvar a veľkosť, povrch a materiál predmetov. Človeku, ktorý stratil zrak pomáha hmat čítať. Vďačíme za to Louisovi Braillovi, ktorý prišiel s nápadom vytvoriť sústavu bodov vystupujúcich z papiera. Nevidiaci komunikujú so svetom aj prostredníctvom Braillovho písma [18].
Doplňujúca úloha: Vyhľadajte si na internete zápis Braillovho písma. Napíšte svoje meno iba pomocou bodiek.

3.2 Rovnaké a predsa rozdielne

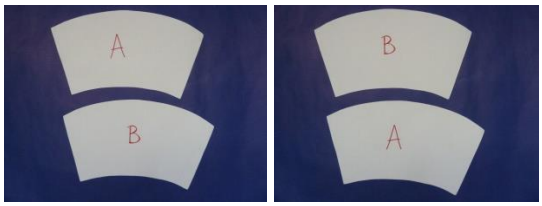
Motivačný názov bádateľskej vyučovacej hodiny: Rovnaké a predsa nie rovnaké
Vzťah k iným témam:
Bádateľská aktivita je veľmi jednoduchá. Metodiku zaraďujeme do učiva Zmyslová sústava v 3. ročníku gymnázií [19].

Experiment je zameraný na optické triky a ilúzie, ktoré sa využívajú aj v praktickom živote, napr. v móde, pri líčení, v umení, v architektúre, v psychológii a i. Triky sú založené na výbere farieb a tvarov, na ich usporiadaní a skombinovaní. Pri vysvetľovaní optických klamov vychádzame zo základov fyziky, psychológie a neurológie.
Bádatelia sa oboznamujú s témou:
Optický klam je úkaz kedy vnímaný obraz nezodpovedá objektívnej skutočnosti. Obraz je do zrakového centra privedený už pozmenený a mozog tento fakt nedokáže napraviť. Očný klam vzniká v dôsledku nesprávneho spracovania informácií mozgom. Podieľajú sa na tom funkčné a anatomické usporiadanie zrakového analyzátora a psychologické procesy v mozgovej kôre. Napriek racionálnemu vysvetleniu optickej ilúzie mozog nie je schopný vnímať obraz iným spôsobom, je vnímaný stále bez zmeny a teda ako klam. Výsledný obraz je spojením zrakového vnemu ale aj psychologických procesov, skúseností a očakávania [19].

Zrakové klamy sa vo veľkej miere využívajú pri zaujatí, urobení dobrého dojmu alebo pri upútaní diváka v reklamách (postupnosťou a rýchlosťou obrazov). Ilúziou spôsobenou kontrastom farieb alebo tvarov sa inšpirovali aj mnohý maliari, sochári, architekti, módni návrhári, či filmový tvorcovia. V psychológii sa optickými klamami zaoberá smer *gestaltizmus* (tzv. tvarová psychológia [20].
Bádateľská otázka č. 1: Vedeli ste, že vás oči klamú?

Cieľ: Vysvetliť prečo niektoré predmety (obrazy) nevidíme také, aké v skutočnosti sú. Uvedomiť si ako na nás vplývajú optické klamy v bežnom živote.
Bádame prostredníctvom experimentu.
Typ experimentu: demonštračný.
Budeme potrebovať: predpripravené papierové útvary označené písmenami A a B (oba útvary sú rovnaké)
Postup:

1. Učiteľ na tabuľu pripevní útvar A a tesne pod neho útvar B (obr. 4a).
2. Pozorujeme, ktorý útvar je väčší.
3. Učiteľ vymení útvary tak, že teraz je prvý útvar B a pod ním A (obr. 4b).
4. Pozorujeme, ktorý útvar je väčší.
5. Učiteľ prekryje oba útvary, čím dokáže, že sú rovnaké.



Obr. 4a Usporiadanie útvarov (vľavo),
Obr. 4b Usporiadanie útvarov (vpravo) (foto 4a, 4b: Bažaličková, 2018)

Poznámka: Aby usporiadanie vytváralo optickú ilúziu je potrebné umiestniť útvary podľa obr. 4. Tam kde končí dolný roh A začína horný roh B.
Postup bádania a zhrnutie: Učiteľ najskôr ukáže pred žiakmi prvý krok (obr. 4a). Žiaci určujú, ktorý útvar je väčší. Jednoznačná odpoveď je útvar B. Učiteľ útvary vymení (obr. 4b) a nastáva trik. Zrazu je väčší útvar A. Žiaci zisťujú ako odhalia toto „tajomstvo". Spôsobom pokus-omyl prídu na to, že oba útvary sú rovnaké a optický klam (zmenu veľkosti útvarov) spôsobovalo usporiadanie útvarov.

Napriek racionálnemu vysvetleniu vnímame usporiadanie na obr. 4 stále ako optickú ilúziu. Úloha má skôr motivačný charakter. Riešenie úlohy trvá krátko.
Doplňujúca úloha: Občas sa stane, že pri dlhom namáhaní očí dobre nevidíme. Označujeme to ľudovým pomenovaním „krížia sa ti oči". Rozhodnite ako vplýva mrkva na správny a zdravý vývin oka.

Bádateľským spôsobom, využívaním kritického myslenia, medzipredmetových a vnútropredmetových vzťahov, by mali žiaci dospieť k záveru, že je to preto, že v mrkve sa nachádza oranžové farbivo beta karotén. Molekula farbiva beta karoténu sa štiepi z vzniku dvoch molekúl provitamínu A, čo je neaktívna forma vitamínu A. Provitamín sa premieňa na aktívny vitamín A *(retinol)*, ktorý je súčasťou retinálnych pigmentov (rodopsinu v tyčinkách a jodopsinu v čapíkoch). Pri zníženej spotrebe vitamínu A sa neprodukuje rodospín a vzniká šerospelota. Aj preto je dobré jesť mrkvu [14].
„Krížením očí" sa niekedy označuje aj porucha koordinácie pohybov očí, nazývaná škúlenie *(strabizmus)*. Za škúlenie sa považuje akákoľvek odchýlka od paralelného postavenia očí, ktoré je sprevádzané aj poruchou videnia [21].

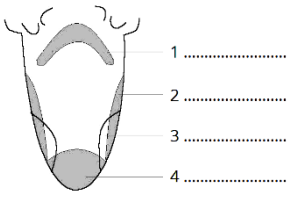
3.3 Písomný test – Zmyslová sústava

1. Spojte pojmy s definíciami:

a) slzy	1 statokinetický receptor
b) zrenica	2 jazyk
c) vnútorné ucho	3 citlivá nervová bunka
d) zmyslový orgán	4 ochrana pred vysychaním
e) receptor	5 otvor v dúhovke

2. Zakrúžkuj správnu odpoveď:
A: Človek vníma zvuk s frekvenciou:
a) 16-20 000 Hz
b) 18 000-40 000 Hz
c) do 10 000 Hz
d) nad 40 000 Hz
B: O strednom uchu platí:
a) tvorí ušnica a zvukovod
b) obsahuje najmenšiu kosť v ľudskom tele – nákovku
c) je spojené s nosohltanom Eustachovou trubicou
d) je vyplnené tekutinou
C: Na šošovke sa sú umiestnené
a) tyčinky a čapíky
b) iba tyčinky
c) iba čapíky
d) ani jedna možnosť nie je správna

3. Do obrázka napíš umiestnenie 4 základných chutí:



4. Rozhodni a napíš:
a) Ako sa nazýva miesto najostrejšieho videnia?
b) Ako sa nazýva choroba, pri ktorej obraz vzniká pred sietnicou?

5. Rozhodnite, či je tvrdenie pravdivé:

a) Lúč vstupujúci do oka prechádza cez rohovku, komorový mok, zrenicu, šošovku, sklovec až na sietnicu. ÁNO – NIE

b) Ľudské oko vníma svetelné vlny s vlnovou dĺžkou v rozpätí 10-50 nm. ÁNO – NIE

c) Tyčinky sú svetlocitlivé bunky určené na farebné videnie. ÁNO – NIE

d) Obraz na sietnici oka je skutočný, zmenšený a prevrátený. ÁNO – NIE

e) Zrenicový reflex nastáva po udretí oblasti obočia neurologickým kladivkom. ÁNO – NIE

f) Klamanie zmyslov zapríčiňuje mozog, ktorý vyhodnocuje inú odpoveď v porovnaní so skutočnosťou. Dôvodom je domýšľanie si. ÁNO – NIE

3.4 Vyhodnotenie výsledkov

Na základe uvádzaných skutočností sme vytvorili predpoklad, že na porozumenie a zapamätanie vplýva aktivita žiaka, zmysluplný obsah učiva a zapájanie viacerých zmyslov. Preto sme očakávali, že bádateľsky experiment bude pozitívnym faktorom, žiaci učivo porozumejú a aj si ho trvalejšie zapamätajú. Taktiež sme predpokladali, že činnosť pri riešení bádateľských úloh bude stimulovať žiacku pozornosť počas celej hodiny, čo pozitívne ovplyvní porozumenie nie len skúmanej skutočnosti, ale aj ostatných častí Zmyslovej sústavy.

Výskum sme robili na základe didaktického testu z celku Zmyslová sústava. Testové položky boli zostavené tak, aby riešenie jednej úlohy neumožnilo riešenie nasledujúcej úlohy. Test obsahoval 20 testových položiek. Maximum možných bodov, ktoré mohli žiaci dosiahnuť bolo 20. Testu sa zúčastnili sledované triedy 3.A (20 žiakov), v ktorej sme vyučovali s prvkami BOV a trieda 3.C (15 žiakov), v ktorej sme učili klasickým spôsobom. Na test bol vyhradený čas 10 minút.

Test obsahoval otázky z časti sluch (1c, 2a, 2b), zrak (1a, 1b, 2c, 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f) a chuť (1d, 1e, 3a, 3b, 3c, 3d), pričom z časti zrak s metodikou BOV priamo súviseli odpovede na otázky 4a, 5d, 5f. Do didaktického testu boli vybraté úlohy dichotomickej voľby (5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f), úlohy s výberom odpovede (2a, 2b, 2c), priraďovacie úlohy (1a, 1b, 1c, 1d, 1e), otvorené úlohy s krátkou odpoveďou (4a, 4b) a otvorená grafická úloha (3a, 3b, 3c, 3d).

V nasledujúcej tabuľke uvádzame prehľad výsledkov tried 3.A a 3.C v časti zrak. Trieda, ktorá dosiala lepší výsledok je označená hviezdičkou a má pripísané o koľko percent bol výsledok lepší.

Tabuľka 1 Porovnanie rozdielov didaktických testov

	1a	**1b**	**2c**	**4a**	**4b**
3.A (%)	* 8	* 5	* 7	* 7	* 33
3.C (%)	-	-	-	-	-
	5b	**5c**	**5d**	**5e**	**5f**
3.A (%)	-	-	0	* 3	0
3.C (%)	* 8	* 7	0	-	0

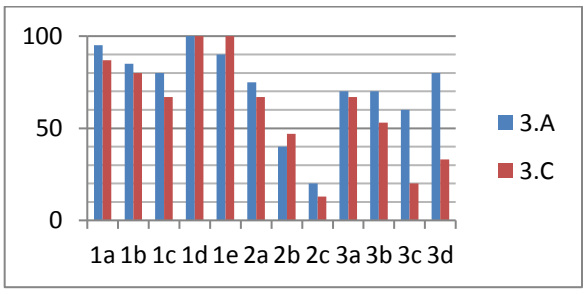
Pri porovnávaní rozdielov dosiahli žiaci 3.A lepšie výsledky aspoň o 1% v 12 testových položkách (1a, 1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3b, 3c, 3d, 4a, 4b, 5e). Položky 1d, 5a, 5d a 5f mali v oboch triedach rovnakú úspešnosť. Položky 1e, 2b, 5b, 5c boli vyplnené s vyššou úspešnosťou u žiakov 3.C.

Napriek tomu že položky 5d a 5f priamo nadväzovali na prvky BOV, s rovnakou úspešnosťou ju vyplnili aj žiaci kde nebolo realizované BOV. Dôvodom môže byť fakt, že žiaci si danú odpoveď vedeli vybaviť aj keď sa ju učili iba teoreticky.

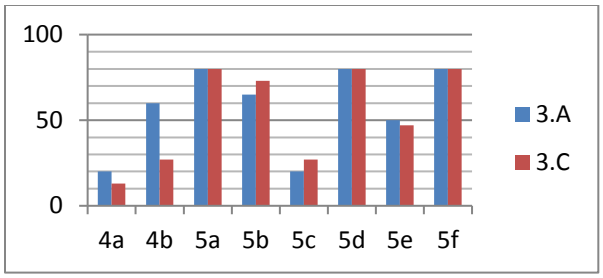
Najľahšie sa žiakom vypracovávali odpovede na priradenie pojmov (s priemernou úspešnosťou post-testu 90% v 3.A a 87% v 3.C), pretože na odpoveď sa dá dôjsť vyraďovacou metódou.

Najťažšie sa vypracovávali odpovede s otvorenou úlohou, pretože odpoveď museli vytvoriť sami (úspešnosť post-testu 40% v 3.A a 20% v 3.C). V úlohách dichotomickej voľby (5a-5f) dosiahli lepšie výsledky žiaci 3.A (64%). Žiaci 3.C dosiahli úspešnosť 59%. **Celková úspešnosť didaktického testu v triede 3.A bola 65% (zlepšenie približne o 7%). Trieda 3.C dosiahla úspešnosť 58% (zlepšenie o 2%).**

Výsledky môžu byť ovplyvnené faktormi, ktoré sme však nevedeli eliminovať ako napr. kvalita odučeného učiva, ľahostajnosť žiakov voči vypĺňaniu testu, či nepochopenie testových otázok.



Graf 1 Výsledky testových položiek 1a-3d



Graf 2 Výsledky testových položiek 4a-5f

Záver

Bádateľsky orientované vyučovanie udržiava interakciu medzi učiteľom a žiakom a poskytuje učenie sa prostredníctvom aktívneho bádania. V práci sme vytvorili uverejnili 2 návrhy metodík bádateľsky orientovaného vyučovania na hodinách biológie. Hodiny sú pripravené tak, aby žiaka aktivizovali, motivovali a zaujali. V praxi sme zistili že okrem samotného bádania je náročná aj jeho príprava. Oba vytvorené modely vyučovacích hodín slúžia pre učiteľa ako didaktická metodická pomôcky zameraná na aplikáciu bádateľsky orientovaných aktivít na hodinách biológie.

Učenie sa bádateľským spôsobom spojené s experimentálnou činnosťou vplýva na porozumenie učiva žiakmi, na rozvoj logického a kritického myslenia a tým aj na zapamätanie učiva. Metodiky na tému Zmyslová sústava, ktoré sme navrhli a zrealizovali na gymnáziu určite prispeli k zlepšeniu porozumenia a považujeme ich vhodné ďalšieho využitia v školstve. V súvislosti s riešenou problematikou vyplynula požiadavka na vytvorenie ďalších bádateľských metodík, ktoré by boli prínosom v pedagogickej praxi.

Poďakovanie

Ďakujem školiteľke PaedDr. Anne Sandanusovej, Ph.D. a cvičiacej učiteľke RNDr. Monike Gregušovej za ich odborné vedenie, cenné rady, ochotu a spoluprácu.

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-14-0446.

Použitá literatúra

[1] Llewellyn D. (2002) Inquire Within: Implementing Inquiry-Bases Science Standards. In Corwin Press, s. 13-16

[2] Linn M., C., Davis E. A., Bell P. (2004) Internet Environments for Science Education. Lawrence Erlbaum Associates. USA, s. 16

[3] Kireš M., Ješková Z., Ganajová M., Kimáková K. (2016) Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. Bratislava: ŠPÚ, s. 4, 7, 28, 33

[4] Stuchlíková I. (2010) Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientvané vyučovaní. České Budejovice: Jihočeská univerzita, s. 130

[5] Petlák E. a kol. (2011) Neuropedagogika a neurodidaktika v Praxi. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, s. 7-17

[6] Dostál J. (2015) Badatelsky orientovaná výuka. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 25

[7] Banchi H., Bell R. (2008) The Many Levels of Inquiry. Science and Children. roč. 46, č. 2, s. 26

[8] Lomnický I. a kol. (2017) Teoretické východiská a súvislosti hodnotenia kompetencií učiteľa. Praha: Verbum, s. 308

[9] Valovičová Ľ. (2011) Tvorivosť vo fyzikálnom experimente. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, s. 3

[10] Štátny vzdelávací program (2009) Biológia. ISCED 3. Bratislava, s. 19

[11] Schlarmannová J., Orzsághová Z., Holecová M., Matejovičová B. (2014) Morfológia živočíchov. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, s. 271

[12] Pravopisný slovník. Oko. [Citované: 12. február 2018] https://slovnik.azet.sk/pravopis/?q=oko

[13] Furdová A. (2015) Prečo oko vidí a čo nevidí? Bratislava: DUK. [citované 1. marec 2018] http://www.dukonline.sk/tmp/asset_cache/link/0000018698/6.%20predn%C3%A1%C5%A1ka.pdf

[14] Čalkovská A., Javorka K., Javorka M., Mokrá D., Tonhajzerová J. (2010) Fyziológia človeka pre nelekárske študijné programy. Martin: Osveta, s. 161-162

[15] Javorka K. a kol. (2014) Lekárska fyziológia. Martin: Osveta, s. 742

[16] Optické zobrazovanie [Citované: 16. február 2018]https://zmaturuj.zones.sk/materialy/maturitne-temy/fyzika/opticke-zobrazovanie.pdf

[17] Machová J. (2010) Biologie člověka pro učitele. Praha: Univerzita Karlova-Karolinum, s. 152

[18] Jimenez J., Olea J., Torres J., Alonso I., Harder D., Fischer K. (2009) Biography of Louis Braille and Invention of the Braille Alphabet. In: History od Ophtalmology, s. 142

[19] Thanh P. N., Šmůla P. (2006) Optické klamy [Citované: 1. február 2018] http://www.gvp.cz/fyzika/download/optklm.pdf

[20] Šikl Radovan (2012) Zrakové vnímaní. Praha: Grada Publishing, s. 11, 13

[21] Matušeková I. (2015) Výsledky liečby vertikálneho strabizmu. (Diplomová práca) Lekárska fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Komiks ako moderná učebná pomôcka

Comics as a modern teaching aid

Alexandra Bulejová[1]
Školiteľ: Magdaléna Nemčíková[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]alexandra.bulejova@student.ukf.sk, [2]mnemcikova@ukf.sk

Abstrakt
Chápanie pojmu komiks nie je jednoznačne charakterizované. Súčasťou príspevku budú preto viaceré pohľady autorov na daný pojem „komiks“. V dnešnom edukačnom procese sa stále viac kladie dôraz najmä na motivačnú fázu vyučovacej hodiny. Preto treba do vyučovania vkladať nové moderné netradičné pomôcky. Komiks sa považuje za jednu z netradičných moderných pomôcok, ktorá v rozvinutých krajinách je využívaná, no na Slovensku si zatiaľ nenašla stále uplatnenie.

V príspevku ponúkame návod respektíve možnosti výberu aplikácií využiteľných na tvorbu komiksu a príklad, ako vytvoriť komiks aplikovateľný vo vyučovacom procese. Súčasťou príspevku je ukážka tzv. „Malej knihy komiksov pre obec Zákopčie“ ako pomôcka vytvorená hlavne pre 2. stupeň základných škôl v predmete geografia, so zameraním na miestnu krajinu.

Kľúčové slová: geografia, komiks, učebná pomôcka

Abstract
Understanding the notion of a comic is not uniquely characterized. The contribution will therefore include several authors' views of the term "comic". In today's educational process, emphasis is placed on the motivational phase of the lesson. Therefore, new modern non-traditional devices must be inserted into the classroom. Comics is considered to be one of the untraditional modern aids that are being used in developed countries but in Slovakia it has not yet found its application.

In the post, we offer a guide to the choice of applications useful for comic creation and an example of how to create a comic that can be applied in the learning process. Part of the contribution is a sample of the so called "Malá kniha komiksov pre obec Zákopčie" as a device created mainly for the 2nd grade of elementary school in the subject of geography focusing on the local landscape.

Keywords: geography, comics, teaching aid

Úvod
V príspevku sa venujeme komiksu ako možnosti pre vytvorenie modernej a zároveň netradičnej učebnej pomôcky.

Klasické komiksy určite každý z nás pozná a už sme sa s nimi niekedy stretli. Prvé komiksy vznikali už v antike, no do popredia sa začali dostávať až v 20. storočí. Pod pojmom komiks chápeme spojenie obrazu a textu. Podobné komiksu sú aj kreslené príbehy. Na rozdiel od nich komiks vnímame ako jeden celok obrazu a textu, v kreslených príbehoch vnímame najskôr obraz až potom text.

Pri vytváraní komiksu sa v minulosti používali len papier a ceruzka, prípadne perá, čo bolo zložitejšie a pre niektorých ľudí (s menším nadaním pre kresbu) nemožné a tiež časovo náročné. Dnes v modernej dobe, kde počítač a internet sú dostupným zdrojom pre každého, je vytvorenie komiksu jednoduché a časovo nenáročné. Existuje množstvo aplikácií na tvorbu komiksov, ktorých vlastnosti sme priblížili v príspevku.

Na vytvorenie našej učebnej pomôcky „Malá kniha pre obec Zákopčie“ sme zvolili program Pixton, ktorý ako jeden z mála ponúka tvorbu komiksov využiteľných v edukačnej činnosti.

Pri zhotovení vyššie uvedenej učebnej pomôcky sme pri tvorbe ukážok na tému geografia miestnej krajiny využili z metód najmä konkretizáciu a syntézu. V teoretickej časti sme pri tvorbe príspevku využili najmä abstrakciu, analýzu, indukciu, dedukciu a komparáciu.

1 Komiks
Tuncel a Ayva [1] píšu, že komiks zachytáva pozornosť žiakov. Na druhej strane kreatívne aktivity zvyšujú efektívnosť žiakov. Tvrdia, že komiks je založený na metódach, ktoré kombinujú učenie s kreatívnou aktivitou [1].

Pokiaľ sa zameriavame na texty týkajúce sa komiksu, nájdeme tu hneď niekoľko odlišných charakteristík, ktoré sa líšia predovšetkým tým, akú

váhu prikladá autor rôznym zložkám komiksového obsahu. Väčšina autorov sa sústreďuje na dve zložky a to na text a obraz [2]. Pretože sú obe tieto zložky v jednotlivých dieloch zastúpené rôznou mierou, sú čitateľom vnímané zároveň, čo oddeľuje do istej miery komiksovú produkciu od tzv. kreslených príbehov, pri ktorých je prvotné vnímať obraz a až potom text.

Podľa Lederbuchovej [3] je komiks kreslený seriál, v ktorom hrá podstatnejšiu rolu výtvarná zložka ako zložka literárna. Svojou umeleckou úrovňou patrí do triviálneho umenia, nezaťažuje čitateľov otázkami o vzťahu človeka a sveta, chce len pobaviť. O komikse sa teda vyjadruje ako o umení, ktoré je nízke a triviálne.

Mikušťáková a Mikulášek [3] majú na komiks iný názor, pretože sa nepozerajú naň z dvoch základných zložiek a to vizuálnej (výtvarná) a textovej (literárna), ale ako na súbor prvkov, podľa ktorých je komiks konštruovaný a rozšírený o pojmy umenia filmu o dramatické prvky. Komiks je umeleckým druhom, ktorý využíva štyri druhy umenia. Výtvarné, literárne, filmové a dramatické. Skutočný komiks charakterizuje akčnosť (pohyb je základným pohybovým stavom), vizuálnosť (predmetom komiksu sa môže stať všetko, čo sa dá „zviditeľniť"), jazyková elipsa a dialogickosť, seriálovosť, figuratívnosť (vytváranie charakteristických, plastických typov postáv a situácií s reliefnou funkciou), schématickosť (úsilie o výtvarnú, dejovú a jazykovú abstrakciu), lineárnosť a dramatickosť.

Vzhľadom na viacero nezhodujúcich sa názorov autorov sa dá povedať, že sa nedá presne stanoviť definícia, ktorá by pokrývala komiksovú produkciu v celej jej šírke.

1.1 Pravidlá pri tvorbe komiksu

K vytvoreniu komiksu využiteľného v edukačnom procese je potrebné dodržiavať základné kritéria, ktoré sú naň kladené. Podľa Novákovej [3] je potrebné myslieť na 3 hlavné kritéria a to na transformáciu textu (rozlišovanie hlasového príhovoru a vnútorného monológu, rola rozprávača, stavba komiksu), vizualizáciu (podarilo sa obrazom vyjadriť všetko, čo sme chceli, pôsobí komiksová adaptácia ako jeden neoddeliteľný celok, vhodné prepojenie grafickej a textovej zložky, vhodne realizovaná mimika postáv) a celkové grafické usporiadanie (je usporiadanie komiksu pravidelné/nepravidelné, rozmiestnenie panelov na stránke).

1.2 Využitie komiksu vo vyučovacom procese

V dnešnom edukačnom procese sa neustále kladie dôraz na zvýšenie motivácie žiakov. Komiks je práve alternatívou ku klasickým učebným pomôckam, ako zaujať a udržať pozornosť, či záujem žiakov už od úvodnej časti vyučovacej hodiny. Formou komiksu môžeme žiakom vytvárať netradičné poznámky. Napríklad už len takáto malá zmena prispeje k oživeniu klasického edukačného procesu.

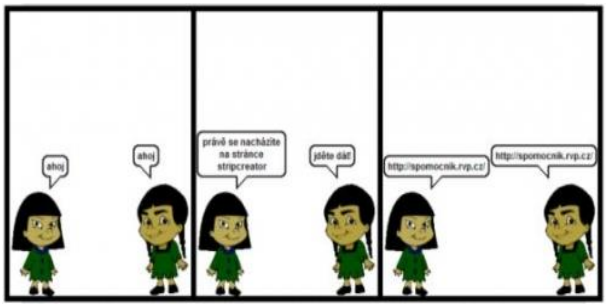
Komiks sa môže stať veľmi flexibilnou učebnou pomôckou, ktorú je možné využiť nielen na jednom predmete, ale takmer na všetkých predmetoch, pri všetkých témach vyučovacích hodín a tak isto, nie je využiteľný len v motivačnej fáze, ale aj vo fixačnej, či diagnostickej fáze vyučovacej hodiny.

Žiakom môžeme zadať tému na tvorbu ich vlastného komiksu. Vopred im môžeme určiť rozsah strán, či rozsah tzv. panelov a stripov. Komiks môže byť spojený aj s inými organizačnými formami vyučovacej hodiny, nielen pri základnom type, ale rovnako môžu pomocou komiksu spracovať priebeh školského výletu alebo exkurzie, na ktorej sa zúčastnili. Tiež môže byť spojený s projektovým vyučovaním. Tvorba a prezentácia komiksu môže byť pre žiakov zábava. Je to pomôcka, pri ktorej sa fantázii a humoru medze nekladú.

1.3 Tvorba komiksu

Dnes sa edukačný proces viac zameriava aj na projektové vyučovanie, s ktorým môže byť aj tvorba komiksu spojená. Existuje množstvo programov a online aplikácií, ktoré sú vytvorené a vhodné na tvorbu komiksov využiteľných vo vyučovacom procese. Na školách sa zavádzajú informačné komunikačné technológie do výučby, s čím je spojené aj využívanie tabletov vo vyučovacom procese. Je to ďalší prostriedok, pomocou ktorého môžeme žiakom komiks sprostredkovať, ale ho aj vytvoriť. Online dostupné aplikácie sa dajú bezproblémovo spustiť na tablete a dokonca niektoré ponúkajú aj prepojenie s interaktívnou tabuľou.

K jednoduchým online aplikáciám patrí Comics Creator (obr. 1), ktorá umožňuje vytvoriť si vlastný komiksový strip. Nevýhodou je však malý rozsah stripov a ich povinné zverejnenie na internete online.

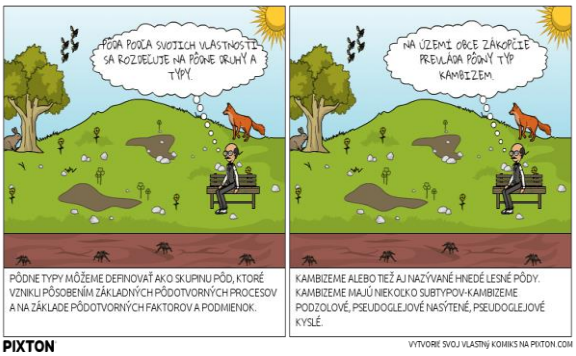


Obr. 1: Tvorba komiksu v aplikácií Comics Creator
Zdroj:[4]

Stripcreator (obr. 2): Ide o najjednoduchší nástroj pre rýchlu a ľahkú tvorbu komiksu. K dispozícii je málo postáv a pozadí a len trojitý komiks a postavičky sa nedajú nijako premiestňovať. Možnosť vlastného nastavenia je minimálna, ale pre rýchlu a ľahkú tvorbu je tento program vhodný [2].

Obr. 2: Tvorba komiksu v programe Stripcreator
Zdroj: [5]

Pixton (obr. 3) je online aplikácia, ktorá je vhodná pre tvorbu zábavných vlastných komiksových stripov, ale má tiež sekciu určenú pre tvorbu komiksov využiteľných vo vyučovacom procese. Z tohto dôvodu sme sa aj my rozhodli vybrať si práve túto aplikáciu, hoci je spoplatnená. Napriek tomu podáva na rozdiel od vyššie spomenutých aplikácií možnosti zachytenia viacerých detailov. Ponúka vkladanie vopred pripravených pozadí, no je tu možnosť vloženia si aj vlastného obrázka, či fotografie. Nabáda nás na využitie širokej škály postáv, ktoré sa dajú ďalej upravovať do najmenších detailov. Postavám sa dá meniť mimika, gestikulácia, dajú sa vkladať predmety. Komplexom všetkých spomenutých možností sa dá vytvoriť pomôcka, ktorá je využiteľná vo vyučovacom procese.



Obr. 3: Tvorba komiksu v online aplikácii Pixton
Zdroj: [2]

Je ešte mnoho ďalších programov, ktoré sú vhodné na vytvorenie komiksu, ide napríklad o programy ako je Plasq, ktorý je ale platený. Tiež môžeme využiť ToonDoo, ktorý je trocha zložitejší na ovládanie, ale umožňuje nastavenie mnohých detailov pri postavách, pozadí, písme, podobne ako Pixton [6].

1.4 Malá kniha komiksov pre obec Zákopčie

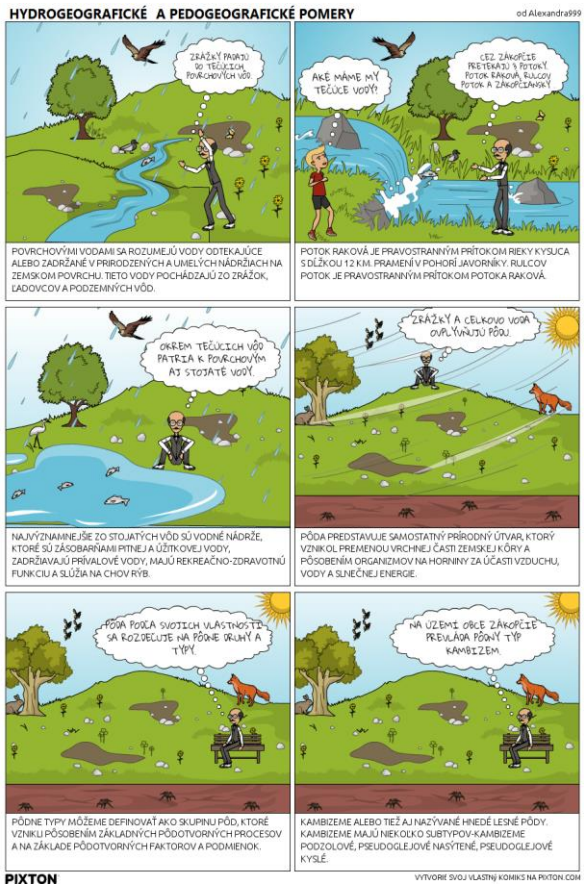
Pri návrhu učebnej pomôcky sme si zvolili vytvorenie „Malej knihy komiksov pre obec Zákopčie“ (obr. 4), ktorá zatiaľ pozostáva z 10 strán.

Obr. 4: Malá kniha komiksov
Zdroj: [2]

V nich sme spracovali nasledujúce témy: vývoj názvu obce, vymedzenie územia, geologická charakteristika, klímageografické, hydrogeografické a pedogeografické pomery (obr. 5), potenciálna a reálna vegetácia, zoogeografická charakteristika.

Každá strana komiksu je zameraná na inú tému a vzájomne na seba nenadväzujú. Z praktického hľadiska sme sa rozhodli jednotlivé panely uložiť do dvoch stĺpcov, aby tak vznikol dojem príbehu. Každá z 10 strán komiksu obsahuje základné znalosti k danej téme, ktoré okrem textového vyjadrenia sú vyjadrené aj obrazom, ktorého komplex tvoria predvolené pozadia, autentické obrázky, postavy a efekty dodávajúce, čo najpresnejšie zobrazenie témy.

Komiks bude určený na vyučovanie predmetu geografia v téme s názvom Projekt – Slovensko naša vlasť, ktorá sa vyučuje podľa inovovaného štátneho vzdelávacieho programu na 2. stupni ZŠ v 8. ročníku. Komiks bude možné využiť aj na SŠ ale rovnako tiež aj na ZŠ na 1. stupni, kde bude ale potrebné upraviť obsah a štylizáciu komiksu.



Obr. 5: Hydrogeografické a pedogeografické pomery
Zdroj: [2]

2 Výsledky a diskusia

Pri tvorbe netradičnej učebnej pomôcky „Malá kniha komiksov pre obec Zákopčie“, ktorá je dnes ešte v štádiu spracovávania, sme sa inšpirovali projektom „Komiks - podpora moderného vyučovania a kreativity žiakov“, ktorý sa realizoval v šk. roku 2011/2012 na ZŠ Ožďany. Primárnym cieľom realizovaného projektu bolo umožniť žiakom, aby pri tvorbe žiackych projektov mohli zapájať súčasne logickú stránku uvažovania spolu s tvorivou. Pri tvorbe komiksu zapájajú oboje. Vzhľadom na skutočnosti, že sme v komiksovej tvorbe len v začiatočnom štádiu (navrhnutých 10 strán edukačného komiksu), môžeme na základe skúsenosti zo základnej školy v Ožďanoch predpokladať určité pozitíva pri aplikácii edukačného komiksu vo vyučovaní. Samozrejme, nie každý žiak vytvorí komiks, ktorý bude zaujímavým čítaním aj pre čitateľa, najčastejšie spolužiakov. Možnosť zverejňovania komiksov, ich hodnotenia a komentovania žiakmi navzájom však vytvára atmosféru zdravej súťaživosti.

V počiatočnej fáze tvorby komiksu žiaci zisťujú ako vytvárať motiváciu pre konanie postáv, ako zoradiť jednotlivé obrazy a časti príbehu, tak aby bola dodržaná logická následnosť. Potrebné pri tvorbe logického komiksu je poznanie danej zadanej témy, aby žiaci vedeli vybrať len to podstatné, čo chcú komiksom vyjadriť. Učenie prostredníctvom komiksu môže u žiakov rozvíjať nielen čitateľnú gramotnosť, ale predovšetkým tvorivé a kritické myslenie, na ktoré sa v súčasnosti kladie dôraz [7].

Záver

Komiks ako prepojenie obrazu a textu sa môže stať veľmi flexibilnou učebnou pomôckou, ktorú je možné využiť vo všetkých fázach vyučovacej hodiny a vo všetkých predmetoch vyučovaných na ZŠ alebo SŠ. Komiks má využitie vo výučbe, pretože motivuje žiakov k práci a učeniu sa. Spĺňa motivačnú funkciu, vizuálnu, pretože fotografie, obrázky a text vytvárajú príbeh, rozvíjajú schopnosť uvažovať [8]. Časť vytvoreného komiksu pre 8. a 9. ročník s názvom „Malá kniha komiksov pre obec Zákopčie“ plánujeme dokončiť, aby bola kompletná a zahŕňala všetky témy týkajúce sa mikrogeografie obce a následne si plánujeme overiť, či je komiks veku primeraný a či spĺňa atribúty modernej učebnej pomôcky v rámci vyučovania geografie.

Poďakovanie

Poďakovanie patrí školiteľke RNDr. Magdaléne Nemčíkovej, PhD. za odbornú pomoc.

Príspevok bol spracovaný v rámci projektu APVV-15-0368 „Prax v centre odborovej didaktiky, odborová didaktika v Centre praktickej prípravy“ podporovaný Agentúrou na podporu výskumu a vývoja (APVV).

Použitá literatúra

[1] Teaching physical geography at university with cartoons and comic strip: motivation, construction and usage. [Citované: 15.2. 2018] https://www.academia.edu/11061613/Teaching_physical_geography_at_university_with_cartoons_and_comic_strips_motivation_construction_and_usage

[2] Bulejová A. (2017) Využitie učebných pomôcok vo vyučovaní geografie na ZŠ so zameraním na miestnu krajinu. (Bakalárska práca) Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra

[3] Využití komiksových zpracování literárnich textů ve výuce literární výchovy na 2. st. ZŠ [Citované: 15.2. 2018] http://theses.cz/id/iibwc7/DP_novakova_lenka.pdf

[4] *Comics creator.* [Citované: 14.2. 2018] http://comicscreator.cz/show/23677

[5] Strip Creator. [Citované: 14.2. 2018] http://www.stripcreator.com/make.php

[6] Pixton [Citované: 14.2. 2018] https://www.pixton.com/

[7] Vo svete komiksových hrdinov [Citované: 13.2. 2018] http://www.gemerland.sk/?p=24143

[8] Komiks ve vzdelávaní [Citované: 13.2. 2018] http://spomocnik.rvp.cz/clanek/17163/KOMIKS-VE-VZDELAVANI.html

Imidž geografie vo vyučovaní geografie miestnej krajiny na základných školách v MAS SOTDUM

The image of geography in geography teaching of the local landscape at elementary schools of LAG SOTDUM

Daša Hauptvogelová[1]
Školiteľ: Hilda Kramáreková[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]dasa.hauptvogelova@student.ukf.sk, [2]hkramarekova@ukf.sk

Abstrakt

V práci sa zaoberáme dotazníkovým prieskumom o imidži geografie vo vyučovaní geografie miestnej krajiny na základných školách v Miestnej akčnej skupine Spoločenstvo obcí Topoľčiansko – Duchonského mikroregiónu (MAS SOTDUM). Článok je štruktúrovaný do 4 kapitol, v ktorých sa zameriame na teoretické a metodické východiská interpretácie poznatkov, postavenie geografie miestnej krajiny v edukačnom procese, problematiku imidžu geografie v kontexte inovatívnych vyučovacích metód a vyhodnotenie prieskumu. V prieskume určenom prioritne pre učiteľov geografie a žiakov 9. ročníka na základných školách v MAS SOTDUM zisťujeme vzťah jednotlivcov ku krajine, časovú dotáciu, rozsah a obsah miestnej krajiny, možnosti využitia lokálnych informačných zdrojov, preferované formy vyučovania, názory žiakov na náročnosť predmetu, možné navrhované riešenia problematiky. Cieľom práce je zdôrazniť zmysel poznania miestnej krajiny na základe imidžu a renomé geografie v mikroregióne MAS SOTDUM.

Kľúčové slová: imidž geografie, vyučovanie geografie miestnej krajiny, MAS SOTDUM

Abstract

We are dealing with this arcticle through the questionnaire research about the image of geography in teaching at elementary schools of the Local action group Spoločenstvo obcí Topoľčiansko – Duchonský mikroregión (LAG SOTDUM). The article is divided into 4 sections in which we focus on the theoretical and methodical basis of interpretation of knowledge, the position of geography of the local landscape in the educational process, the issue of the image of geography in the context of innovative teaching methods and evaluation of the research. The research is intended for teachers and students of the ninth year at elementary school in LAG SOTDUM. We find the relation of individuals to the country, the time subsidy, the content and range of the local country, the possibilities of using local information resources and preferred forms of teaching, pupils' views on the difficulty of the subject, possible solutions. The aim of this work is to emphasize the sense of local knowledge based on the image and reputation of the LAG SOTDUM.

Key Words: the image of geography, geography teaching of local landscape, LAG SOTDUM

Úvod

V súvislosti so životným priestorom nás všetkých vstupujú vo výučbe do popredia viaceré vedné disciplíny, ktorých neodlúčiteľnou súčasťou sú geografia a regionálna výchova ako jedna z prierezových tém výchovno-vzdelávacieho procesu. Jednotlivé vedné disciplíny medzi sebou súperia o čoraz väčšiu pozornosť a záujem žiakov. Spoločenský prínos vedy, postoje a zámery verejnosti ovplyvňujú znovuobjavovanie miestnej krajiny zamerané na poznanie faktorov, ktoré sa v konečnom dôsledku podieľajú na význame regiónu.

Komplexným zámerom práce v priebehu viacerých etáp bolo sústrediť sa na fyzickogeografické a humánnogeografické pomery mikroregiónu v MAS SOTDUM, postavenie geografie vo vyučovaní miestnej krajiny, zistiť stav lokálnych (elektronických a printových) informačných zdrojov a v predposlednej etape zistiť imidž a renomé geografie v mikroregióne. Získané poznatky chceme využiť pri tvorbe originálnej učebnice geografie miestnej krajiny v MAS SOTDUM.

1 Teoretické a metodické východiská problematiky

Štátny vzdelávací program ustanovuje všeobecné ciele vzdelávania a tvorí hlavné východisko pre tvorbu školského vzdelávacieho programu, v ktorom sa

zohľadňujú viaceré požiadavky regiónu [1]. Prierezové témy tvoria povinnú súčasť vzdelávania, prelínajú sa cez vzdelávacie oblasti a uplatňujú sa viacerými formami ako integrovaná súčasť vzdelávacieho obsahu [2]. Ťažiskové informácie o vzájomnom postavení výchovno-vzdelávacích oblastí čerpáme z inovovaného štátneho vzdelávacieho programu [3]. Významným zdrojom informácií z hľadiska imidžu geografie je publikácia Základy aplikovanej geografie [4]. V súvislosti s budovaním značky geografie sa zaoberáme významom pojmu imidž a renomé geografie, pričom vychádzame z viacerých prác - Imidž geografie [5] a Geografické myslenie [6]. Z publikácie Obecná didaktika geografie sme čerpali poznatky o cvičeniach a úlohách výchovno-vzdelávacieho procesu na hodinách geografie [7]. O didaktických metódach, princípoch a zásadách vo vyučovaní geografie sa dozvedáme z Didaktiky geografie [8]. Nápomocné sú aj lokálne informačné zdroje (printové, elektronické), prostredníctvom ktorých máme možnosť efektívne spoznať miestnu krajinu a interpretovať overené poznatky priamo v školskej praxi [9]. Ciele a stratégie miestneho rozvoja [10] a údaje o regionálnom produkte PONITRIE [11] tvorili dôležitú súčasť informačných zdrojov na úrovni regiónu.

Pri spracovávaní dotazníkového prieskumu sme najskôr zhromaždili ťažiskové informácie o miestnej krajine z printových a elektronických zdrojov [8]. Ku komplexnej charakteristike mikroregiónu prispel terénny výskum a osobné stretnutia na jednotlivých základných školách. Dotazník sme osobne odkonzultovali s riaditeľmi škôl, pričom nám bola umožnená realizácia prieskumu priamo v triedach žiakov 9. ročníka. Vzhľadom na obmedzenú početnosť základných škôl (3) s možnosťou výučby ročníkov 1. - 9. sme apelovali na vyplnenie ankety u všetkých učiteľov. Po nazhromaždení potrebných údajov sme pomocou viacerých metód pristúpili ku kvalitatívnemu a kvantitatívnemu spracovaniu údajov. Spracovanie a interpretácia údajov pozostávala z mnohých metód. V práci sme použili štatistické a matematické metódy na spracovanie údajov. Na základe výsledkov z dotazníkového prieskumu a osobných rozhovorov interpretujeme výsledky so zámerom podať možné návrhy a námety na riešenie momentálnej nie veľmi priaznivej situácie vo vyučovaní geografie miestnej krajiny. Jedným z riešením je vytvorenie originálnej učebnice geografie pre žiakov základných škôl v mikroregióne MAS SOTDUM a zavedenie inovatívnych vyučovacích metód.

2 Postavenie geografie a prierezových tém v edukačnom procese na základných školách

Každá vedná disciplína zohráva v intelektuálnom rozvoji žiakov dôležitú úlohu. Geografia a regionálna výchova rozvíja, prehlbuje u žiakov znalosti o unikátnosti krajiny, jedinečnosti regiónu, svojráznosti kraja a v konečnom dôsledku rozširuje obzor žiaka z hľadiska vzájomnej relevancie vzťahov na našej planéte. Geografia a učitelia geografie sa výrazne podieľajú na vedomostiach, zručnostiach a postojoch žiakov ku krajine a k jej okoliu. Vyučovanie sa na základných školách realizuje štátnym vzdelávacím programom – záväzným dokumentom, v ktorom sú stanovené ciele, obsah, rozsah vzdelávania a prierezové témy [1]. Školský vzdelávací program priamo zasahuje do konkrétnych regionálnych potrieb školy. Na základe školského dokumentu sa spravidla určí, koľko hodín týždenne bude prebiehať vyučovanie geografie [3]. Existuje možnosť zvyšovania časovej dotácie aj na predmety, ktoré sa priamo venujú vyučovaniu geografie miestnej krajiny. Prierezové témy (napr. Environmentálna výchova) sa realizujú na základných školách zvyčajne 1 hodinou týždenne v prvých dvoch ročníkoch druhého stupňa [2]. Ciele vyučovania geografie a prierezových tém úzko súvisia s didaktickými prostriedkami, metódami a formami [7]. Jedinečnosť miestnej krajiny, prírodný potenciál mikroregiónu a existencia rôznorodých lokálnych informačných zdrojov ponúka učiteľom efektívne využitie organizačných foriem a metód na hodinách vlastivedy, geografie, dejepise, občianskej náuky, biológie, regionálnej výchove, environmentálnej výchove. Vyučovanie geografie miestnej krajiny na základných školách v MAS SOTDUM sa v súčasnosti vyučuje v 9. ročníku a v 5. ročníku [9]. V edukačnej praxi závisí od dlhodobej prípravy učiteľa a od prístupných informačných materiálov – propagačných brožúr, monografií, web stránok obcí. Od prípravy učiteľa a efektívnosti výchovno-vzdelávacieho procesu závisí imidž geografie. Štýl a spôsob podania učiva žiakom ovplyvňuje vzťahy a postoje žiakov k miestnej krajine [5]. Veľkou hrozbou vyučovania regionálnej výchovy, geografie, či dejepisu sú neodborné informácie, absencie učebníc, irelevantné údaje a veľakrát nevedome zavádzajúce interpretácie informácií. Témam miestnej krajiny sa učitelia venujú aj prostredníctvom mimoškolskej činnosti. Rozsiahle poznatky žiaci môžu efektívnejšie absorbovať počas blokovej výučby, vychádzok, či v turistických krúžkoch. V súčasnosti treba dbať na efektívne a inovatívne

vyučovacie formy a metódy, ktorými u žiakov máme možnosť vytvoriť silný vzťah k mikroregiónu a zároveň ku geografii. Vhodne zvolená komunikácia, zdroj informácií a didaktických prostriedkov môže pozitívne pôsobiť aj na prípravu žiakov na Geografickú olympiádu, ktorej súčasťou sú aj otázky týkajúce sa miestnej krajiny.

3 Problematika imidžu geografie v kontexte inovatívnych vyučovacích metód

Imidž a renomé geografie chápeme ako súbor názorov a postojov žiakov a spoločnosti. Musíme si uvedomiť, že každá vedná disciplína je prezentovaná v očiach verejnosti vo viacerých rovinách. Základným ťažiskom informácií a rozvoja tvorí vedecký výskum, ktorý odráža sociálne požiadavky, normy spoločnosti, priority organizácií v súčinnosti s aktuálnymi politickými udalosťami a situáciami. Imidž geografie vo vyučovaní závisí od časovej dotácie na základných školách a možnostiach vhodného využitia organizačných foriem a metód. Prvotný kontakt s imidžom geografie žiaci získavajú na hodinách vlastivedy na 1. stupni ZŠ. So samostatným predmetom sa žiaci stretávajú na 2. stupni, rovnako tak s prierezovými témami [5]. Problémom vyučovania geografie miestnej krajiny stále ostáva využiteľnosť poznatkov v praxi, samotný prístup učiteľa geografie a školy. Nedocenenie týchto predmetov negatívne vplýva nielen na širokú verejnosť, ale aj na možných záujemcov o štúdium geografie. Prostredníctvom vhodne zvolených postupov, efektívnym využívaním inovatívnych metód, propagáciou výsledkov vedeckých prác na vysokých školách môžeme vzbudiť u žiakov správnu motiváciu o tento predmet. Jedným z námetov na vytvorenie pozitívneho imidžu geografie je beseda s vyštudovaným geografom, ktorý sa profesionálne zaoberá napr. geografickými informačnými systémami a tvorbou dokumentov tvoriacich súčasť regionálneho rozvoja na lokálnej úrovni obcí, miest či vyšších územných celkov. Žiaci by mali vedieť odpovedať na otázky – prečo je geografia dôležitá, prečo je potrebné vedieť spájať poznatky do súvislostí, kde sa dá geografická informácia využiť, ktoré sféry života ovplyvňuje. Edukačný proces geografie musí využívať viaceré témy výučby, ktoré so sebou súvisia v oblasti fyzickej, humánnej, geopolitickej a regionálnej geografie. Žiaci môžu rozvíjať geografické informácie na úrovní regiónu prostredníctvom aktivizujúcich a rozvíjajúcich metód. Rozvoj geografického myslenia úzko súvisí s využívaním inovačných metód vo vyučovaní geografie miestnej krajiny. Projektový deň tvorí jedno z možných riešení aplikácie naučených poznatkov priamo na príklade miestnej krajiny (tab. 1). V rámci projektov žiaci odprezentujú vzájomné prepojenie na úrovni nižšej (mikroregionálnej) a vyššej (európskej, svetovej) dimenzie. Pochopenie javov, vzťahov a súvislostí tvorí akúsi cestu k rozvíjaniu pocitu žiakov príslušnosti k regiónu, rovnako tak k myšlienke spolupatričnosti voči ostatným krajinám a problémom sveta. Geografia miestnej krajiny tak dostáva úplne nový rozmer v rámci učebných predmetov a prierezových tém.

V tab. 1 je uvedený námet na Projektový deň - Svetový deň vody a význam vodných zdrojov v miestnej krajine.

Cieľová skupina: žiaci 2. stupňa ZŠ
Časové rozvrhnutie: 4 vyučovacie hodiny
Cieľ: žiak vie vysvetliť problematiku pitnej vody a znečisťovania vodných zdrojov, spoznávať pomery miestnej krajiny z hľadiska prírodných pomerov a využitia vodných nádrží, identifikovať problémové oblasti mikroregiónu
Prierezové témy: environmentálna výchova, tvorba projektu a prezentačných zručností
Metódy: ilustratívno-výkladová, pozorovanie, vysvetľovanie, rozhovor
Pomôcky: poster, mapa, PPT prezentácia
Činnosť učiteľa: učiteľ interpretuje poznatky o miestnej krajine, učí žiakov o hydrologických pomeroch mikroregiónu, vysvetľuje ako vplývajú vodné nádrže na život obyvateľov, na život rastlín a živočíchov, hospodárske využitie vodných zdrojov
Činnosť žiaka: s pomocou učiteľa si žiaci vopred vytvoria plagáty a prezentácie so zoznamom o stave vodných plôch v miestnej krajine, riečnych tokov s informáciami o pitnej vode, vodných nádrží a ich využitie, ktoré počas projektového dňa odprezentujú, kľúčovým bodom je zameriavanie pozornosti na určenie problémov so zásobovaním pitnou vodou v iných oblastiach Slovenska, žiaci určia chemické a biologické zloženie vody, prípade výskytu siníc a rias, zamerajú sa na vplyv ľudskej činnosť na pôdu a hospodárenie, vplyv pesticídov na kvalitu životného prostredia, do školy môžu žiaci aj učitelia prísť oblečení v modrom

Tab. 1 Projektový deň – Svetový deň vody a význam vodných zdrojov v miestnej krajine

Príprava na prezentáciu počas projektového dňa umožní žiakom preskúmať hydrologické pomery miestnej krajiny v MAS SOTDUM, ktorá disponuje tromi vodnými nádržami – v Nemečkách, v Tesároch a v Prašiciach. Žiaci nadobudnú informácie o vodných

plochách, o kvalite vody, ktorá súvisí s možnosťou letnej a zimnej rekreácie.

Z hľadiska regionálneho rozvoja územie obcí MAS SOTDUM pokrýva 16 obcí (Prašice, Jacovce, Tovarníky, Krušovce, Nemčice, Kuzmice, Tesáre, Velušovce, Závada, Podhradie, Tvrdomestice, Nemečky, Solčianky, Norovce, Rajčany, Horné Chlebany) a 22 členov zo súkromného a neziskového sektora s cca 13 000 obyvateľmi v mikroregióne [10]. Na základe partnerstva sa v súčasnosti pripravuje Stratégia miestneho rozvoja (CLLD stratégia) vedeného komunitou so zámerom plniť miestne ciele, uspokojovať miestne potreby, ktorá prispieva k plneniu stratégie Únie na zabezpečenie udržateľného rastu, realizovaného prostredníctvom miestnej akčnej skupiny (MAS SOTDUM). Stratégia miestneho rozvoja pomáha v strednodobom horizonte strategicky vylepšiť podmienky pre život, pracovné uplatnenie obyvateľov územia MAS, vytvoriť projekty so snahou dospieť k regionálnej značke SOTDUM [10]. V prvom rade ide o podporu cestovného ruchu, zároveň podporu aktivizácie detí a mládeže v rozvoji územia, nových výrobkov a služieb so zreteľom na ich regionálny charakter, rozvoj regionálnych trhov, ako aj občiansku vybavenosť. Vidiecky cestovný ruch je pritom chápaný ako jeden z významných zdrojov príjmov a zamestnanosti s cieľom zvýšiť celkovú atraktivitu územia pre domácich a návštevníkov. Zavádzanie regionálneho označenia produktov na vidieku v SOTDUM by výrazne ovplyvnilo propagáciu mikroregiónu. V súčasnosti sa kladie veľký dôraz na podporu lokálnych poľnohospodárskych a potravinárskych producentov. Na území sú producenti podporovaní prostredníctvom značky Regionálny produkt PONITRIE. Zámerom regionálneho značenia na nitrianskom vidieku je zavádzanie regionálneho značenia – tvorba značky a systém kvality produktov. Jedným z projektových partnerov je aj SOTDUM. Značku môžu získať výrobcovia z územia pôsobnosti regionálnej značky regionálny produkt PONITRIE pre svoje výrobky, skupinu výrobkov a služby [11]. Hlavnými kritériami udelenia značky regionálneho produktu sú kvalita, príslušnosť k regiónu a environmentálne šetrné postupy pri výrobe. Z hľadiska posilnenia imidžu geografie miestnej krajiny s využitím poznatkov prierezových tém vo vyučovaní uvádzame inovatívne námety, ktoré sa môžu realizovať v spolupráci s občianskymi združeniami [9]. Prírodný a kultúrny ráz mikroregiónu MAS SOTDUM v kontexte organizačných foriem vyučovania umožňuje využiť neobjavený potenciál učiteľov pre rozvoj obcí a realizáciu žiackych aktivít na lokálnej úrovni (tab. 2). Vo vzájomnej spolupráci s aktivizujúcou mládežou existuje možnosť vytvorenia žiackych námetov na imidž značky produktov s cieľom propagácie tradičných miestnych výrobkov – rezbárskych, včelárskych, šperkárskych, vínnych a pekárenských produktov, kultúrnych podujatí a slávností.

V tab. 2 je uvedený námet súvisiaci s vytvorením Regionálnej značky Spoločenstva obcí Topoľčiansko – Duchonského Mikroregiónu

Cieľová skupina: žiaci ZŠ
Časové rozvrhnutie: 2 vyučovacie hodiny
Cieľ: žiak vie vysvetliť potreby regionálneho rozvoja, spoznávať pomery miestnej krajiny z hľadiska prírodných, kultúrno-historických, ekonomických pomerov
Prierezové témy: environmentálna výchova, tvorba projektu a prezentačných zručností
Metódy: pozorovanie, rozhovor
Pomôcky: internet
Činnosť učiteľa: učiteľ aktivizuje u žiakov záujem o propagáciu obce, vysvetlí im dôležitosť a princípy budovania regionálnej značky, dôsledky a príčiny vplývajúce na regionálny rozvoj mikroregiónu
Činnosť žiaka: s pomocou učiteľa, rodičov alebo samostatne sa žiak pokúsi vytvoriť námet na značku regionálneho produktu, ktorá by čo najviac vystihovala charakteristiku miestnej krajiny, vie spropagovať svoj námet a obhájiť svoju prácu

Tab. 2 Regionálna značka Spoločenstvo obcí Topoľčiansko – Duchonského Mikroregiónu

4 Výsledky a diskusia

Na základe dotazníkového prieskumu určeného pre žiakov 9. ročníka sme zisťovali imidž geografie na ZŠ v MAS SOTDUM a renomé geografie miestnej krajiny vo vyučovaní, vzťah žiakov k mikroregiónu, organizačné formy a metódy, názory učiteľov na skvalitnenie vyučovania.

V mikroregióne MAS SOTDUM sa nachádza 6 základných škôl, z toho tri základné školy s ročníkom 1. – 4. a tri základné školy s ročníkom 1. - 9. v Jacovciach, Krušovciach a v Prašiciach. V školskom roku 2017/2018 chodilo do 9. ročníkov na základných školách v mikroregióne celkom 60 žiakov. V súvislosti s absenciou viacerých žiakov na vyučovaní, sme vyhodnocovali vzorku 40 jednotlivcov. V okresnom meste Topoľčany sa nachádza gymnázium so 4 a 8 ročnou dĺžkou štúdia, kde sa vyučuje geografia v ročníkoch 1. – 3., 1 obchodná akadémia, na ktorej žiaci získavajú poznatky z hospodárskej geografie [9].

V dotazníku pre učiteľov geografie sme si všímali aprobáciu, počet rokov praxe a vekovú kategóriu učiteľov geografie (tab. 3). Pri každej otázke mohli doplniť učitelia svoj názor a námety na zlepšenie a skvalitnenie edukácie žiakov.

ZŠ	Aprobácia	Pohlavie/Vek	Počet rokov praxe
Krušovce	Biológia-geografia	Žena/43	17
Jacovce	Geografia - dejepis	Žena -	-
Prašice	Geografia - matematika	Žena/41	17

Tab. 3 Pohlavie, aprobácia, vek a počet rokov praxe učiteľov geografie na ZŠ v MAS SOTDUM

Prvá otázka v dotazníku pre učiteľov znela: „***Myslíte si, že má geografia medzi vašimi žiakmi pozitívny/ negatívny imidž?“*** Všetci učitelia (100%) odpovedali, že jednoznačne pozitívny, žiaci radi získavajú nové poznatky, poznávajú mapy, učia sa s nimi pracovať, orientovať sa v neznámom prostredí. Učitelia zdôraznili, že sa snažia žiakov podporiť v geografickom myslení.

V druhej otázke sme sa zamerali na názor učiteľov. ***„Považujete geografiu v porovnaní s inými predmetmi za náročnú?“*** Dvaja z troch učiteľov odpovedali záporne (66,66%). Podľa nich nepatrí geografia medzi ťažké vedné disciplíny. Avšak 1 učiteľ geografie odpovedal kladne (33,33%). Svoju odpoveď na otázku odôvodnil tým, že žiaci strácajú logické myslenie, nevedia sa orientovať na mape, nedokážu aplikovať už zistené a naučené informácie v oblasti prierezových tém.

Tretia otázka znela: ***„Pracujete na hodinách geografie s doplnkovými geografickými zdrojmi? Ak áno, s ktorými?“*** Všetci učitelia sa v odpovedi zhodli. Na hodinách najviac využívajú internet, interaktívne cvičenia, ojedinele slepé mapy.

V súvislosti s prípravou učiteľov na vyučovanie sme sa spýtali učiteľov: ***Pripravujete žiakov na súťaže (Geografická olympiáda)?“*** Dvaja učitelia z troch odpovedali kladne (66,66%), pričom dôvod zápornej odpovede sme nezistili. Musíme dodať, že žiaci by sa na regionálnej/geografickej súťaži dozvedeli omnoho viac o svojom regióne. Mohli by získať nové skúsenosti, zdokonalili by si svoju orientáciu v priestore. Nevýhodou geografických olympiád je absencia možnosti zapojiť do regionálnych súťaží žiakov 1. stupňa ZŠ. V súčasnosti neexistuje súťaž pre žiakov 3. a 4. ročníka na ZŠ v oblasti vlastivedy, prostredníctvom ktorej by si žiaci mohli vytvoriť pevný vzťah k predmetom – geografia, environmentálna výchova, regionálna výchova, vlastiveda.

Piata otázka znela: ***„Ak žiakov pripravujte na geografické súťaže, z akých zdrojov vychádzate?“*** Učitelia používajú viaceré encyklopedické publikácie, k nevyhnutnému informačnému zdroju uviedli internet a internetové stránky (napr. www.zborovňa.sk). Z nášho pohľadu sú tieto informačné zdroje nepostačujúce, rovnako tak čas a priestor, ktorý sa dostáva žiakom na prípravu geografických súťaží.

Počas osobných stretnutí sme zisťovali, či sa na základných školách učia prierezové témy. Učitelia na otázku: ***„Učíte na vašej škole aj niektoré prierezové témy súvisiace s geografiou (Environmentálna výchova, Multikultúrna výchova a pod.)?“*** odpovedali kladne (100%). Zároveň uviedli, že počas vyučovania prierezových tém využívajú rôzne organizačné formy – motivačné rozprávanie, tvorba projektov a posterov, využitie IKT, brainstorming, ktoré zvýšia pozornosť a záujem žiakov, ich orientáciu v priestore, spestria priebeh vyučovacej hodiny, skvalitní sa nimi výučba. Učiteľom uľahčia prípravu na výučbu prírodovedných predmetov.

Siedmou otázkou sme zisťovali možnosť výučby terénnej práce. ***„Využívate možnosť výučby terénnej práce na výučbe geografie?“*** Všetci učitelia (100%) odpovedali záporne a uviedli, že z časového dôvodu neuskutočňujú tento typ výučby.

Ôsma otázka znela: ***„V ktorých ročníkoch, na akých predmetoch a koľko hodín vyučujete geografiu miestnej krajiny?“***

Učitelia uviedli, že na základných školách v MAS SOTDUM sa učí geografia miestnej krajiny v 5. a v 9. ročníku na predmete geografia, pričom geografii miestnej krajiny sa zaoberajú na 8 až 10 vyučovacích hodinách.

Odpovede učiteľov na otázku: ***„Aké zdroje informácií využívate pri vyučovaní geografie miestnej krajiny?“*** vyzneli tak, že najviac využívanými zdrojmi sú zdroje elektronické – videá o obci, web stránky obcí (program hospodárskeho a sociálneho rozvoja) a miestna tlač. Žiaden z učiteľov nespomenul používanie informačných brožúr, ktorými dané obce disponujú, rovnako tak geoinformačné technológie.

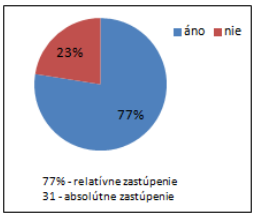
V závere dotazníku sme sa spýtali: ***„Čo by ste navrhli pre skvalitnenie vyučovania geografie?“*** Odpovede na túto otázku boli rôzne. Učitelia mali dve možnosti

odpovedí, pričom uviedli, že by privítali (100%), ak by mal mikroregión vytvorenú vlastnú originálnu učebnicu geografie miestnej krajiny s možnosťou využitia aj na hodinách vlastivedy. Doplnili, že pre skvalitnenie výučby geografie by bolo potrebné celkové zvýšenie časovej dotácie aj na prierezové témy. Dodali, že by privítali moderné a edukatívne informačné brožúry týkajúce sa geografie miestnej krajiny, ktoré by mali možnosť využiť pri vyučovaní miestnej krajiny v 9. ročníku zamerané na priemysel a pod., možnosti využívať geoinformačné technológie v rámci projektov ako Deň Zeme, Svetový deň vody, Náučný chodník a pod.

Prostredníctvom dotazníka sme zistili, že učitelia vyučujú geografiu miestnej krajiny prioritne na hodinách geografie v 9. a v 5. ročníku a na hodinách vlastivedy, kde žiaci získajú základné informácie o vymedzení miestnej krajiny formou vychádzok. Učitelia sa zameriavajú na prírodné a kultúrne prvky krajiny, sprostredkovávajú žiakom špecifické vlastnosti krajiny, pričom zväčša využívajú elektronické lokálne informačné zdroje vo forme internetových stránok obcí a regiónu. V súvislosti s výsledkami dotazníka vyplynulo, že v mikroregióne absentujú edukatívne informačné zdroje zamerané na geografiu miestnej krajiny.

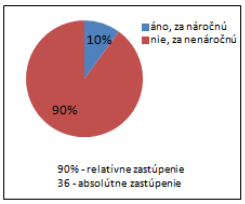
V dotazníku pre žiakov 9. ročníka sme sa pýtali na vzťah žiakov ku geografii ako vednej disciplíny na jednej strane a vzťah žiakov ku miestnej krajine na strane druhej.

Prvou otázkou pre žiakov 9. ročníka sme sledovali obľúbenosť geografie ako vednej disciplíny. ***„Patrí geografia medzi Tvoje obľúbené predmety?“*** Žiaci odpovedali kladne, pričom uviedli, že geografia ako školský predmet je zaujímavý a pútavý. Žiaci sa radi dozvedia nové poznatky o Zemi, spoznajú zaujímavosti krajín a štátov. Naopak, 23% žiakov nepovažuje geografiu za obľúbenú. Svoje odpovede odôvodnili tým, že ich geografia nebaví kvôli rozsiahlemu písaniu poznámok. Podľa nášho názoru, by sa vzťah žiaka k predmetu zmenil, ak by mali nové učivo sprostredkované inovatívnymi metódami – prezentáciami, pozorovaním, motivačným rozhovorom (graf 1).



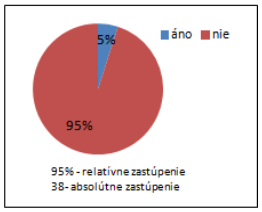
Graf 1 Obľúbenosť geografie
Zdroj: [12]

V druhej otázke sme sa zamerali na obtiažnosť geografie pri učení. **„Považuješ geografiu v porovnaní s inými predmetmi za náročnú?“** Výsledok odpovedí sme predpokladali. Až 90% žiakov nepokladá geografiu za náročnú. Hlavnými dôvodmi boli v protiklade s odpoveďou na prvú otázku jasne formulované poznámky k učivu, na základe ktorých si žiaci vytvárajú nový obzor a názor k predmetu. Prevažná väčšina uviedla, že sa im geografia ľahko učí a zapamätá na rozdiel od iných predmetov. 10% žiakov uviedlo, že sa im geografia ťažko učí. Počas osobných rozhovorov s učiteľmi sme sa dozvedeli, že žiakom, ktorým sa geografia ťažko učí majú problém s logickým myslením, prepájaním súvislostí, s nedostatočnou orientáciou na mape a prácou s atlasmi (graf 2).



Graf 2 Náročnosť geografie
Zdroj: [12]

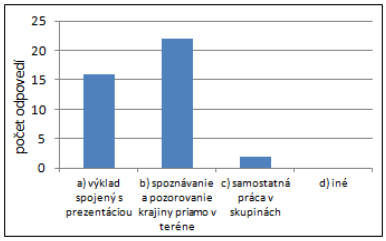
Tretia otázka znela: **„Pýtaš sa svojho učiteľa na uplatnenie geografov v praxi?“** Len 5% žiakov uviedlo, že majú záujem o poznatky týkajúce sa práce živého geografa, pretože premýšľajú nad vysokoškolským štúdiom a nad prácou geografa ako budúce povolanie. Väčšina žiakov (95%) uviedla, že sa nikdy nezamysleli nad takouto otázkou a nemajú záujem stať sa odborníkom na priestorové informácie (graf 3).



Graf 3 Uplatnenie geografov v praxi
Zdroj: [12]

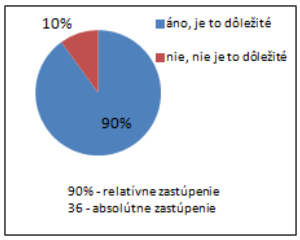
V štvrtej otázke sme sa pýtali: **„Čo podľa teba robí geograf v praxi?“** Žiaci uviedli rôzne otvorené odpovede, napr. skúma prírodné podmienky krajiny, politické problémy štátov sveta, prehlbuje nové poznatky vedeckým výskumom, orientuje sa na javy vo svete. Žiaci, ktorých geografia ako predmet a možné budúce zamestnanie nezaujalo, sa nikdy nad touto otázkou nepozastavili. Dodali, že jediného geografa, ktorého poznajú, je ich učiteľ. Na základe týchto výsledkov musíme skonštatovať, že problematika imidžu geografie a renomé zamestnania geografa vychádza z nedostatočného povedomia žiakov a ich blízkeho okolia o princípoch povolania vedcov a odborníkov prírodovedných disciplín, v konečnom dôsledku o ich prínosoch v oblasti vedy a výskumu. Významnú úlohu však pri týchto informáciách zohráva učiteľ, od ktorého osobného rozhodnutia závisí, či tento typ poznatkov žiakom sprostredkuje alebo nie.

Piatou otázkou sme zisťovali: **„Aký spôsob predstavenia nového učiva z geografie Slovenska by Ti vyhovoval najviac?“** Otázka pozostávala z troch uzatvorených odpovedí a jednej otvorenej. Dominujúcim spôsobom získavania nových poznatkov bola možnosť b) spoznávanie a pozorovanie krajiny priamo v teréne. Túto odpoveď zvolilo 55% žiakov. Výklad spojený s prezentáciou by privítalo 40% žiakov, samostatnú prácu v skupinách si vybralo len 5% žiakov. Žiadne iné spôsoby žiaci neuviedli (graf 4).



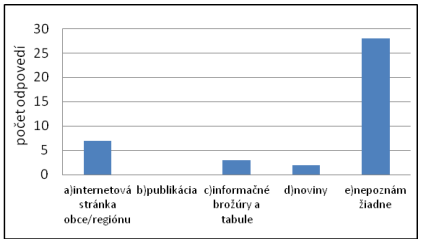
Graf 4 Spôsob predstavenia nového učiva
Zdroj: [12]

Šiesta otázka znela: **„Je podľa Teba dôležité poznať svoj región, miesto v ktorom žiješ (to zn. z hľadiska prírodných pomerov, turizmu, atraktivity regiónu)?“** 90% žiakov uviedlo, že región považujú za svoj domov, ktorý je svojou geografickou polohou obkolesený krásnou prírodou a ponúka turisticky atraktívne chodníky, cyklotrasy, kultúrno-historické pamiatky (hrad, kaštiele), možnosti letných (vodné nádrže) a zimných športov (lyžiarske vleky), ktoré je potrebné chrániť a zviditeľniť. Naopak, 10% žiakov odpovedalo, že nepokladajú za dôležité poznať svoj región, kritizujú vzhľad obcí a zastaranú infraštruktúru (graf 5).



Graf 5 Poznanie regiónu
Zdroj: [12]

Siedma otázka: **„Poznáš niektoré lokálne informačné zdroje o Tvojej obci/regióne v súvislosti s geografiou (printové, elektronické)?“** Až 70% odpovedalo, že nepoznajú žiadne lokálne informačné zdroje o regióne a obci v súvislosti s geografiou. Je to zvláštne, pretože región disponuje mnohými lokálnymi informačnými zdrojmi, v ktorých sa uvádzajú údaje z oblasti cestovného ruchu a základných geografických údajov. Len 8% žiakov sa stretlo s informačnými brožúrami, pričom dodali, že v obci sa nachádzajú propagačné tabule zamerané na prírodné a humánnogeografické pomery obce. Internetové stránky obcí a regiónu uviedlo 8% žiakov (graf 6).

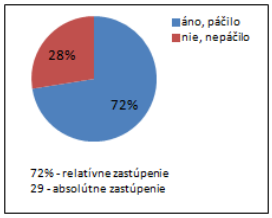


Graf 6 Lokálne informačné zdroje o obci/regióne
Zdroj: [12]

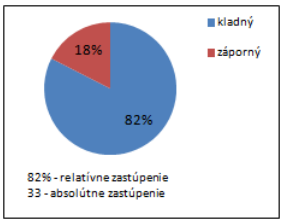
V ôsmej otázke sme sa zamerali na návrh učebnice geografie mikroregiónu. **„Páčilo by sa Ti, ak by mal Tvoj región vytvorenú originálnu učebnicu geografie doplnenú o atraktívne námety na spoznávanie miestnej krajiny?“** 72% žiakov odpovedalo kladne. Páčil by sa im takýto typ informačného materiálu, pretože sa z neho môžu dozvedieť kľúčové informácie o regióne, ktoré by mohli ďalej sprostredkovať svojmu okoliu. Žiaci dodali: „mohli by sme sa pochváliť miestom, kde žijeme a boli by sme na to hrdí.“ Naopak, 28% žiakov nepokladá za dôležité propagáciu geografie miestnej krajiny vo forme učebnice. Dodali, že akékoľvek učebnice, didaktické úlohy a námety by boli zbytočné (graf 7).

Zároveň sme sa spýtali: **„Aký je Tvoj vzťah k regiónu/k obci, v ktorej žiješ?“** 82% žiakov uviedlo, že majú radi svoju obec a región, pretože sa tu nachádza všetko, čo

k životu potrebujú – rozvinutá infraštruktúra (6 základných škôl, zdravotné strediská, obchody, servisy a pod.), špecifická príroda, možnosť kultúrneho vyžitia a trávenia voľného času (napr. Duchonka). Až 18% žiakov si nevytvorilo pozitívny vzťah k regiónu kvôli možnostiam vybavenosti (graf 8).

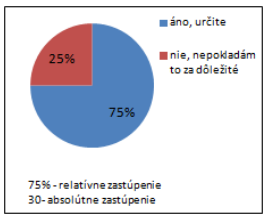


Graf 7 Učebnica geografie miestnej krajiny
Zdroj: [12]



Graf 8 Vzťah žiakov k regiónu
Zdroj: [12]

Posledná otázka znela: **„Privítal by si, ak by si sa na hodinách geografie dozvedel viac o mieste, v ktorom žiješ?“** Otázka pozostávala z 2 uzatvorených odpovedí. 75% žiakov by privítalo, ak by sa na hodinách geografie dozvedeli viac o miestnej krajine, pretože to pokladajú za nevyhnutné. Naopak, 25% žiakov nepokladá informácie o regióne a regionálnom rozvoji za dôležité (graf 9).



Graf 9 Širšie poznanie miestnej krajiny
Zdroj: [12]

Záver

Z výsledkov dotazníka vyplynulo, že proces skvalitnenia imidžu geografie vo vyučovaní na základných školách možno prekonať využívaním inovatívnych didaktických metód. Vzájomná spolupráca medzi vysokými a základnými školami, či občianskymi združeniami môže výrazne prispieť k aktivizácii detí a mládeže v regionálnom rozvoji územia. Rozvojový program je dôležitý prvok trvaloudržateľného rozvoja na úrovni partnerstva, mikroregionálneho a územného rozvoja, ktorý sa dotýka aj vzťahu obyvateľ – žiak – učiteľ – región. Žiaci i učitelia by privítali ucelenú, originálnu učebnicu geografie miestnej krajiny, ktorú môžu využívať ako zdroj zaujímavých informácií, úloh a terénnych cvičení.

Poďakovanie

Príspevok bol spracovaný v rámci projektu APVV -15-0368 „Prax v centre odborovej didaktiky, odborová didaktika v Centre praktickej prípravy“.
Veľká vďaka za odborné vedenie a ochotu počas vypracovávania príspevku patrí školiteľke RNDr. Hilde Kramárekovej, PhD.

Použitá literatúra

[1] Štátny pedagogický ústav [Citované: 18.02.2018] http://www.statpedu.sk/clanky/statny-vzdelavaci-program/
[2] Štátny pedagogický ústav [Citované: 18.02.2018] http://www.statpedu.sk/clanky/statny-vzdelavaci-program-svp-pre-prvy-stupen-zs/prierezove-temy/
[3] Štátny pedagogický ústav [Citované: 18.02.2018] http://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/
[4] Kramáreková H. a kol. (2013). Základy aplikovanej geografie. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra, p. 73
[5] Kramáreková H. a kol. (2007). Imidž geografie. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra, p. 4
[6] Matlovič R. a kol. (2015). Geografické myslenie. Prešovská univerzita, Prešov, p. 285
[7] Šupka J. (1986). Obecná didaktika geografie. Univerzita Jana Evangelisty Purkyne, Brno, p. 33
[8] Čižmárová K. (2000). Didaktika geografie 1. Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, p.37
[9] Hauptvogelová D. (2017) Študentská vedecká konferencia 2017, Zborník recenzovaných príspevkov, Fakulta prírodných vied UKF v Nitre, p. 386
[10] Spoločenstvo obcí Topoľčiansko – Duchonského mikroregiónu [Citované: 18.02.2018] http://www.sotdum.sk/
[11] Regionálny produkt PONITRIE. [Citované: 18.02.2018] http://www.produktponitrie.sk/produkt-ponitrie/ako-ziskat-znacku.html
[12] Vlastný výskum, 2017.

Geografická exkurzia Bošáckou dolinou

Geographical excursion around Bošácka valley

Alexandra Hladká[1]
Školiteľ: Lucia Šolcová[2]
Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]alexandra.hladka@student.ukf.sk, [2]lsolcova@ukf.sk

Abstrakt

Cieľom príspevku je upriamiť pozornosť študentov základných, stredných a vysokých škôl na geografiu a históriu Bošáckej doliny. Súčasťou výskumu bol dotazníkový prieskum medzi študentmi Gymnázia Milana Rastislava Štefánika v Novom Meste nad Váhom. Na základe ich odpovedí sme zistili, že o spomínanej doline nemajú veľa informácií. Ich odpovede nasvedčujú tomu, že majú malý záujem nie len o geografiu miestnej krajiny, ale aj o regionálnu históriu. Ako možnosť rozšíriť ich vedomosti a zároveň motivovať ich o poznanie prostredia, v ktorom žijú, navrhujeme exkurziu územím Bošáckej doliny. Trasy sú naplánované tak, aby viedli cez najvýznamnejšie, ale aj menej známe zaujímavosti a pamiatky doliny.

Kľúčové slová: Bošácka dolina, exkurzia, história, geografia miestnej krajiny

Abstract

The aim of the contribution is to attract the attention of students of elementary, secondary and higher education institutions to the geography and history of the Bošácka valley. The research included a questionnaire survey among students of Grammar school of Milan Rastislav Štefánik in Nové Mesto nad Váhom. Based on their responses, we found that they do not have much information about the valley. Their responses indicate that they have little interest not only in the geography of the local country but also in regional history. As an opportunity to extend their knowledge while motivating them to learn about the environment in which they live, we propose an excursion through the Bošácka valley. The routes are planned to lead through the most important but also less known attractions and the sights of the valley.

Key Words: Bošácka valley, excursion, history, geography of local country

Úvod

Bošácka dolina sa nachádza v západnej časti Slovenska, v Trenčianskom kraji, v severnej časti okresu Nové Mesto nad Váhom (obr. 1). Nachádzajú sa tu obce Trenčianske Bohuslavice, Haluzice, Bošáca, Zemianske Podhradie a Nová Bošáca. Je významná z viacerých hľadísk – prírodného, historického, kultúrneho a národopisného. Nachádza sa tu viacero chránených území (napr. CHKO Biele Karpaty, ÚEV Holubyho kopanice, PP Haluzická tiesňava). Umelecky hodnotné fresky sa sú v Kaplnke Nepoškvrneného počatia Panny Márie v Trenčianskych Bohuslaviciach. V minulosti bola súčasťou kaštieľa, ktorý bol zbúraný na začiatku 20. storočia. Zachovanou historickou pamiatkou je románsky kostolík z 13. storočia v Haluziciach. V Bošáci sa nachádza okrem známej pálenice Múzeum Bošáckej doliny, ktoré zachytáva, ako sa žilo v obci na začiatku 20. storočia. Vystavené kroje a náradie je pôvodné. V Zemianskom Podhradí pôsobili viaceré významné osobnosti zo slovenských dejín. Pamätný dom tu majú Jozef Ľudovít Holuby a Ľudovít Vladimír Rizner. Ako farár tu pôsobil Samuel Štúr, brat Ľudovíta Štúra. Ten sa v tejto obci počas návštevy brata zoznámil s Adelou Ostrolúckou. V Novej Bošáci sa nachádzajú pamätníky venované udalostiam II. svetovej vojny.

Bošácka dolina je vhodná na organizovanie školských exkurzií. Exkurzia je neoddeliteľnou súčasťou vyučovania geografie. Žiaci majú možnosť pozorovať javy a poznávať objekty v prirodzenom prostredí a uvedomiť si vplyv človeka na ne [1]. Zaraďuje sa medzi špecifické organizačné formy vyučovania a je vnímaná ako niečo, s čím by sa geografia mala odlišovať od ostaných predmetov. Exkurzia sa uskutočňuje v určitej časovej jednotke, pričom dĺžka závisí od jej cieľa, charakteru a obsahu [2].

Obr. 1: Vymedzenie územia Bošáckej doliny

1 Geografická exkurzia Bošáckou dolinou

Základnou podmienkou zvládnutia exkurzie je dobrá znalosť územia. Najvhodnejšie je, ak má učiteľ (organizátor) sám možnosť navštíviť navrhovanú lokalitu ešte pred uskutočnením samotnej exkurzie so žiakmi. Dôležitá je samotná príprava študentov pred exkurziou. Okrem toho, že vedia, kedy a kde sa exkurzia uskutoční, mali by poznať náplň a obsah jednotlivých plánovaných úloh. Už pred odchodom by mali mať nácvik aktivít, ktoré budú využívať počas exkurzie (napr. práca s turistickou/topografickou mapou). Pred odchodom na exkurziu je nutné pripraviť a skontrolovať pomôcky k jednotlivým úlohám. Po tejto prípravnej fáze nasleduje samotná realizácia exkurzie. Počas nej učiteľ kontroluje počet žiakov, rozdelenie pomôcok pre žiakov, sprístupnenie poznatkov na jednotlivých lokalitách, plnenie zadaných úloh a priebežne ich vyhodnocuje. Po skončení exkurzie nasleduje zhrnutie a vyhodnotenie poznatkov v teréne. V rámci ďalších vyučovacích hodín môže študentom dať za úlohu spracovať získané informácie vo forme referátu alebo projektu, pričom môžu pracovať v skupinách. Učiteľ môže poukázať na prepojenie s praxou a upozorniť žiakov na medzipredmetové vzťahy [3].

Veľký význam má exkurzia pri vyučovaní geografie miestnej krajiny. Geografia miestnej krajiny umožňuje žiakom pochopiť územie, v ktorom žijú a vhodne prepojiť obsah učiva s praktickým využitím [4].

1.1 Trasa č. 1: Turecký vrch – Trenčianske Bohuslavice – Hájnica – Haluzický kostolík – Haluzická tiesňava

Exkurzia začína pri Penzióne Žákovic v Trenčianskych Bohuslaviciach. Obcou vedie modro značená turistická trasa č. 2447, ktorá má začiatok na vlakovej stanici a vedie na Turecký vrch. Po prekročení Bošáčky (vodný tok) začína stúpanie. Z južného svahu je výhľad na Považský Inovec a dolinu Váhu. Na konci sa nachádza poľovnícky posed. Vidieť z neho Beckovskú bránu, miesto styku Podunajskej pahorkatiny a Považského podolia [5]. Podľa ústneho podania dostal vrch svoj názov po tom, ako si Turci na ňom postavili tábor, keď neúspešne obliehali hrad Beckov [6].

Tou istou cestou je návrat naspäť do obce. Na mieste, kde sa rozdeľuje modrá a zelená turistická trasa č. 5141, sa nachádza Kaplnka Nepoškvrneného počatia Panny Márie (obr. 2). Ešte na začiatku 20. storočia bola súčasťou kaštieľa, ktorý patril rodu Erdödy. V interiéri sú fresky viedenského maliara a rytca Franza Antona Maulbertscha. V kaplnke sú uložené ostatky sv. Adeoráta [7].

Obr. 2: Kaplnka Nepoškvrneného počatia Panny Márie v Trenčianskych Bohuslaviciach
Zdroj: A. Hladká, 2017

Po obede v Trenčianskych Bohuslaviciach sa pokračuje po zelenej turistickej trase k Prírodnej rezervácii Hájnica, kde je najsevernejší výskyt hlaváčika jarného (*Adonis vernalis*) na území Slovenska. Ďalší presun je k rozhľadni na vrchu Hájnica, odkiaľ je výhľad na

okolie. Z nej je viditeľný hrad Beckov a za pekného počasia možno vidieť aj Trenčiansky hrad.

Od rozhľadne pokračuje turistická trasa nenáročným terénom do obce Haluzice. Na jej okraji sa nachádza zrúcanina románskeho Kostola Všetkých Svätých (obr. 3). Kostol v čase nebezpečenstva slúžil obyvateľom ako útočisko, preto bol okolo neho postavený obranný múr so strieľňami. V týchto miestach sa odohráva začiatok diela *Bratstvo* od Aloisa Jiráska a celá trilógia sa venuje obdobiu husitských vojen. V areáli kostola sa nachádza zvonica a cintorín.

Obr. 3: Románsky kostol v Haluziciach
Zdroj: A. Hladká, 2017

Poslednou zástavkou na tejto trase je Haluzická tiesňava. Vznikla spätnou eróziou Haluzického potoka, ktorá trvá dodnes. Erózia ohrozovala domy v Haluziciach aj kostol, preto sa pristúpilo na prehrádzanie potoka [8]. Od roku 2011 vedie tiesňavou Lesnícky náučný chodník Haluzická strž. Má dĺžku 1,1 km a 4 zástavky [9].

1.2 Trasa č. 2: Bošáca – Haluzické kopanice – Zabudišová – Zemianske Podhradie - Bošáca

Ďalší úsek exkurzie sa začína návštevou poľnohospodárskeho družstva v Bošáci, ktoré sa zameriava na rastlinnú a živočíšnu výrobu. Má aj vlastnú predajňu. Pri prameni Jastrabská si študenti vyskúšajú odmerať jeho výdatnosť. Cestou ku sušiarni ovocia je naplánovaná zástavka pri 200-ročnej Hruške ružovej (Ružovka). Tento strom (obr. 4) vyhral súťaž Strom roka 2015, čím sa dostal do medzinárodnej súťaže Európsky strom roka 2016, kde obsadil 3. miesto. V sušiarni ovocia je možnosť si pozrieť, ako sa v minulosti sušilo ovocie.

Po neskorom obede v Bošáci pokračuje exkurzia k nálezisku sídliska z laténskej doby v lokalite Hradište, ktoré na konci 19. storočia skúmal aj zemianskopodhradský farár, významný botanik a polyhistor Jozef Ľudovít Holuby. V osade Rolincová je naplánovaný oddych v jednom z troch turistických prístreškov. Poslednou zástavkou je vrch Lysica, ktorý má vhodné podmienky na paragliding. Na záver exkurzie je plánovaná zastávka na mieste, kde stál v minulosti Berákov mlyn. Tu sa študenti môžu dozvedieť o tradícii mlynárstva na Bošáčke.

Obr. 4: Hruška ružová – Strom roka 2015
Zdroj: www.bosaca.sk

1.3 Trasa č. 3: Bošáca – Zemianske Podhradie

Na ceste z Trenčianskych Bohuslavíc do Bošáce stál v minulosti Brezovákov mlyn. V Bošáci sa pri Kostole Nanebovzatia Panny Márie (obr. 7 - vľavo) je možné napojiť sa na už spomínanú zelenú turistickú trasu č. 5141. Autorom malieb v tomto kostole je významný maliar Jozef Hanula [10]. Mimo hlavnej cesty vedúcej obcou, sa nachádza Múzeum Bošáckej doliny (obr. 5). Sídli v pôvodnej sedliackej budove a expozície zachytávajú život na prelome 19. a 20. storočia. Súčasťou prehliadky je aj letná kuchyňa a stodola, ktoré sú vybavené pôvodným náradím a nábytkom. V múzeu sú vystavené aj bošácke kroje [11]. Hneď za rohom sa nachádza Bošácka pálenica (obr. 6), kde sa môžu študenti oboznámiť s výrobou liehovín, ktoré túto obec preslávili. Uprostred obce sa nachádza Námestie gen. Jurecha, bošáckeho rodáka. Generál Štefan Jurech (obr. 7 - vpravo) bojoval v Slovenskom národnom povstaní, ale nakoniec bol zatknutý a zomrel v likvidačnom tábore Flossenbürg v Nemecku [12].

Obr. 5: Múzeum Bošáckej doliny
Zdroj: A. Hladká, 2017

Obr. 6: Bošácka pálenica
Zdroj: A. Hladká, 2017

Obr. 7: Kostol Nanebovzatia Panny Márie a busta gen. Štefana Jurecha

Exkurzia pokračuje v Zemianskom Podhradí. Prvou zástavkou v tejto obci je evanjelický kostol (obr. 8) postavený v empírovom slohu. Má neobvyklý, elipsovitý pôdorys. Na jeho pôjde sa ukrýval Ľudovít Štúr v čase, keď bol na neho vydaný zatykač. V budove niekdajšej fary sa nachádza expozícia venovaná ďalším osobnostiam, ktorých život je spätý s týmto miestom. Po bratovi Ľudovíta Štúra sa stal farárom významný botanik Jozef Ľudovít Holuby. V čase jeho pôsobenia bol učiteľom v obci Ľudovít Vladimír Rizner, ktorý sa považuje za zakladateľa slovenskej bibliografie. Pamätný dom týchto dvoch osobností sa venuje aj Holubyho synovi Cyrilovi, ktorý pôsobil ako kontrolór v kúpeľnom meste Luhačovice. V Zemianskopodhradskom kaštieli je v súčasnosti zriadený Domov sociálnych služieb. Cez betónový múr je možné zazrieť z cesty park patriaci ku kaštieľu, ktorý bol založený podľa záhrad vo Versailles (nie je prístupný verejnosti). V minulosti patril rodine Podhradských, Príleských a Ostrolúckych [13].

Za obcou Zemianske Podhradie, v časti Zbehová, na nachádza jaskyňa Landrovec. Nie je prístupná verejnosti. Objavili ju v roku 1978. Našla sa v nej skamenelina amonita. Svojou dĺžkou 275 metrov je druhou najdlhšou jaskyňou v bradlovom pásme na Slovensku [14].

Obr. 8: Pamätný dom J. Ľ. Holubyho a Ľ. V. Riznera a evanjelický kostol
autor: A. Hladká, 2017

1.4 Trasa č. 4: Špánie – Blažejová – Predpoloma – Nová Bošáca – Veľký Lopeník

Po raňajkách je presun autobusom do osady Špánie a pešo sa pokračuje k Prírodnej pamiatke Blažejová, kde sa nachádzajú vzácne a ohrozené druhy rastlín. Cestou do Novej Bošáce je plánovaná zastávka pri pamätníku SNP v Španí. Aj ďalšia zástavka na cintoríne v Novej Bošáci sa venuje II. svetovej vojne. Nachádza sa tam replika z vrtule zo stíhačky (obr. 9), ktorá bola zostrelená nad obcou v roku 1945 [15]. V Novej Bošáci sa do Bošáčky vlieva Predpolomský potok. Rovnomenný názov má aj dolina, ktorou preteká.

Obr. 9: Pamätník americkým letcom na cintoríne v Novej Bošáci
Zdroj: A. Hladká, 2017

Po obede čaká študentov výstup na Veľký Lopeník po modro značenej turistickej trase č. 2420. Počas

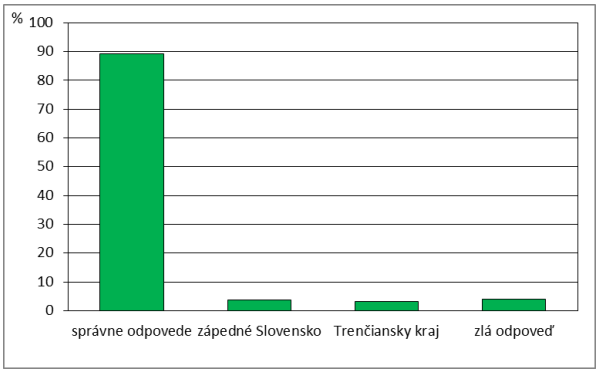
výstupu si môžu oddýchnuť pri PP Lopeníček a pri pamätníku sovietskym vojakom v osade Grúň (obr. 10). Cez vrch Veľký Lopeník prechádza štátna hranica. Rozhľadňa, ktorá sa na ňom nachádza, sa stala symbolom česko-slovenského priateľstva. Má kamenné základy a je vysoká 22 metrov [16].

Obr. 10: Pamätník sovietskym vojakom v osade Grúň
Zdroj: A. Hladká, 2017

2 Vyhodnotenie dotazníka

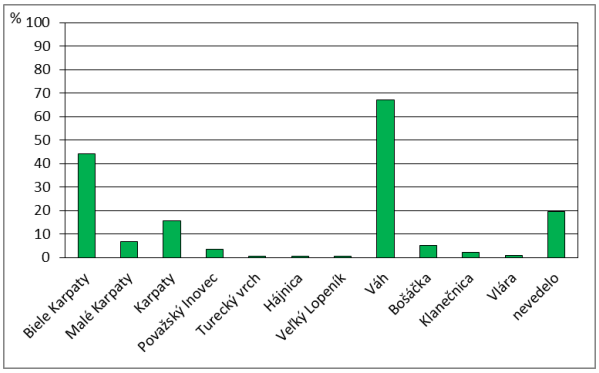
Pomocou dotazníka sme zisťovali vedomosti študentov o Bošáckej doline. Zostavili sme dotazník s 8 otázkami a rozdali sme ho 194 študentom gymnázia v Novom Meste nad Váhom. Otázky boli prevažne vedomostné a chceli sme zistiť, čo vedia o Bošáckej doline. Dotazníky sme rozdávali osobne v triede v septembri 2017 a vo februári 2018. Zároveň sme predpokladali, že niektorí zo študentov budú mať bydlisko v jedenej z obcí záujmovej doliny. Spolu bolo takýchto študentov 3,6% (Trenčianske Bohuslavice - 1,5%, Bošáca – 1,5%, Zemianske Podhradie – 0,5%). Najviac študentov býva v Novom Meste nad Váhom (51,5%). Druhou najpočetnejšou skupinou (8,2%) sú študenti z Moravského Lieskového. Je to obec, ktorá susedí s obcami Bošáckej doliny. Z ostatných obcí bol počet študentov 2,6% a menej. Najmladší študenti, ktorý vypĺňali dotazník, mali 11 rokov (6,7%). Najstarší boli 18-ročný (14,9%). Najpočetnejšou skupinou boli študenti vo veku 16 rokov (20,1%). Dotazník vypĺňalo 60,8% dievčat a 30,4% chlapcov.

Prvá otázka, ktorá je znázornená v grafe 1, je zameraná na to, či študenti vedia, v ktorej časti Slovenska a v ktorom samosprávnom kraji sa Bošácka dolina nachádza. Študenti si vyberali z viacerých možností. Obe správne odpovede malo 89,2% študentov. 3,6% študentov správne uviedlo, že sa Bošácka dolina nachádza v západnej časti Slovenska. Možnosť, v ktorej sa uvádzalo, že Bošácka dolina sa nachádza v Trenčianskom kraji, označilo 3,1% študentov. Napriek tomu môžeme predpokladať, že aj títo študenti vedia, že Bošácka dolina sa nachádza v západnej časti Slovenska. Na túto otázku nevedelo odpovedať alebo v oboch prípadoch odpovedalo zle 4,1% študentov.



Graf 1: Vyhodnotenie otázky 1 – Viete, v ktorej časti Slovenska sa nachádza Bošácka dolina?

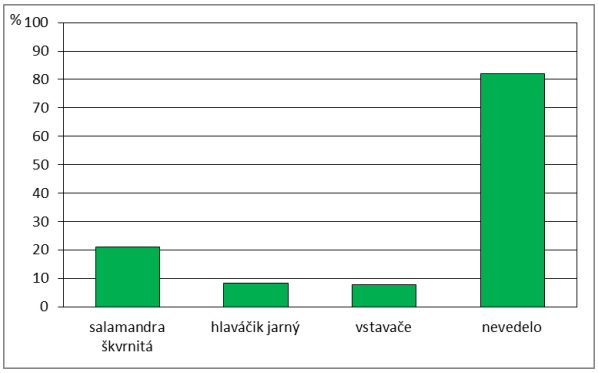
V druhej otázke znázornenej v grafe 2 sme sa pýtali študentov, aké pohorie a aká rieka sa nachádza v Bošáckej doline. Predpokladali sme, že študentom bude známejšia rieka Váh ako Bošáčka, ktorá preteká dolinou. Tento predpoklad sa potvrdil. Ostatní študenti (3,1%) uviedli vodné toky, ktoré pretekajú v okolí. Odpoveď, že Bošácka dolina leží v Bielych Karpatoch uviedlo 44,3% opýtaných. Vrchy, ktoré sa nachádzajú v Bošáckej doline, uviedlo 1,5% študentov, ale na túto otázku sme sa nepýtali. Podľa 6,7% opýtaných sa dolina nachádza v Malých Karpatoch a 15,5% študentov neuviedlo, či mysleli Biele alebo Malé Karpaty.



Graf 2: Vyhodnotenie otázky 2 – V akom pohorí a v blízkosti akej rieky sa nachádza Bošácka dolina?

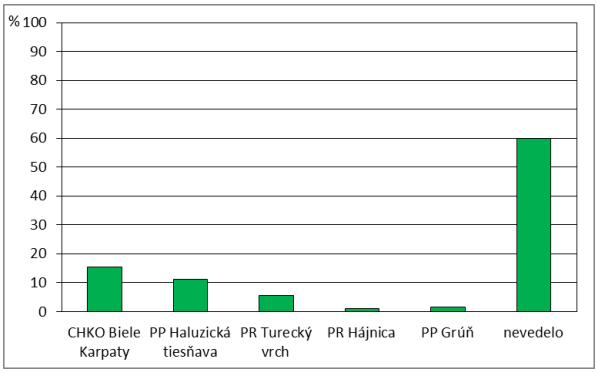
V ďalšej otázke (graf 3) sme sa pýtali študentov, či vedia uviesť chránené rastliny a živočíchy vyskytujúce sa v Bošáckej doline. Na túto otázku nevedelo odpovedať 82,0% respondentov. Študenti vedeli uviesť len jedného živočícha – salamandru škvrnitú,

ktorú poznalo 21,1% opýtaných. Hlaváčik jarný poznalo 18,2% študentov. Študenti správne uviedli, že sa tu vyskytujú orchideje. Tie poznalo 7,7% respondentov.



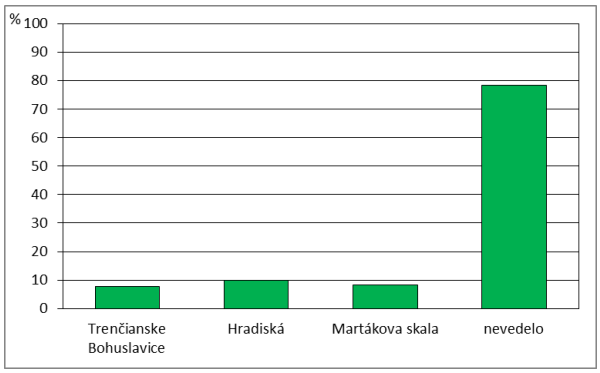
Graf 3: Vyhodnotenie otázky 3 – Poznáte nejaké chránené rastlinné alebo živočíšne druhy, ktoré sa vyskytujú v Bošáckej doline?

Väčšina študentov (59%) nevedela odpovedať ani na štvrtú otázku (graf 4). Z chránených území najviac študentov uviedlo, že v Bošáckej doline sa nachádza CHKO Biele Karpaty. PP Haluzická tiesňava bola známa 15,5% študentom. Ďalej poznali PR Turecký vrch (5,2%), PR Hájnica (1,0%) a PP Grúň (1,5%).



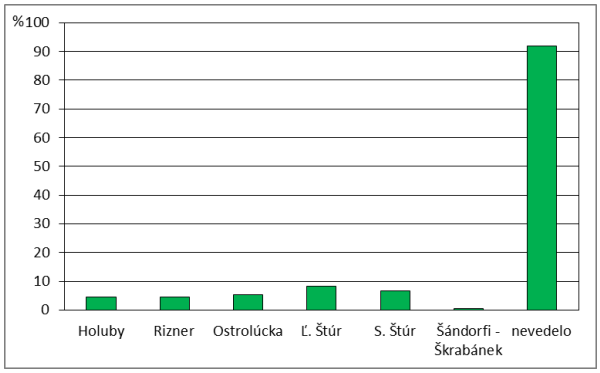
Graf 4: Vyhodnotenie otázky 4 – Aké chránené územia poznáte v Bošáckej doline?

V grafe 5 je znázornené vyhodnotenie piatej otázky. Z archeologických nálezísk bolo 9,8% študentom známe nálezisko Hradiská. Tiež vedeli, že ohnisko z doby kamennej sa našlo v Trenčianskych Bohuslaviciach (7,7%). Túto informáciu doplnila väčšina z nich sama, nepýtali sme sa na ňu. Martákovu skalu uviedlo 8,2% študentov a 78,4% študentov nevedelo na túto otázku odpovedať.



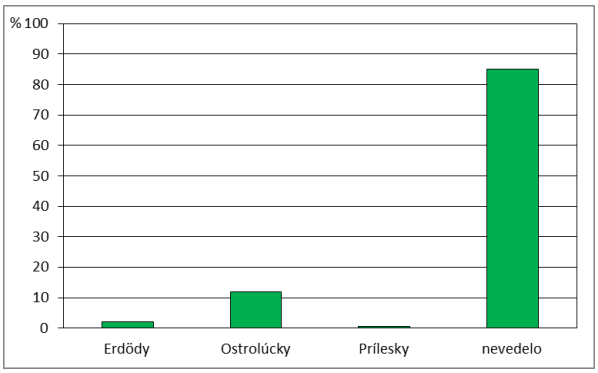
Graf 5: Vyhodnotenie otázky 5 – Viete, kde sa našli v Bošáckej doline archeologické nálezy?

V šiestej otázke sme sa pýtali študentov, či poznajú nejaké významné osobnosti z Bošáckej doliny (graf 8). Ľudovít Štúr bol známy 8,2% respondentom. Študenti poznali aj jeho brata Samuela (6,7%), ktorý pôsobil v Zemianskom Podhradí ako evanjelický farár. Až 5,2% opýtaných poznalo Adelu Ostrolúcku. Študenti uviedli, že poznajú aj Jozefa Ľudovíta Holubyho (4,6%) a Ľudovíta Vladimíra Riznera (4,6%). Len 0,5% poznalo maliara Eduarda Šándorfyho – Škrabánka. Žiadnu osobnosť nepoznalo 91,8% študentov.



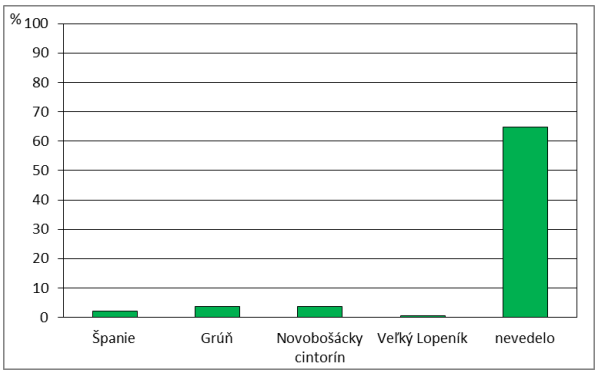
Graf 6: Vyhodnotenie otázky 6 – Poznáte niektoré významné osobnosti, ktoré pôsobili v Bošáckej doline?

Siedma otázka je vyhodnotená v grafe 7. Zo šľachtických rodov, ktoré žili v Bošáckej doline, bol najznámejší rod Ostrolúckych. Ten poznalo 11,9% študentov. Len 2,1% uviedlo, že poznajú rod Erdödy. Rod Prílesky bol známy 0,5% študentom. Žiaden šľachtický rod z Bošáckej doliny nepoznalo 85,1% opýtaných.



Graf 7: Vyhodnotenie otázky 7 – Aké šľachtické rody žili v Bošáckej doline?

V poslednej otázke (graf 8) sme sa pýtali študentov, či poznajú pamätníky venované vojnovým udalostiam. Študentom boli najznámejšie pamätníky, ktoré sa nachádzajú na území obce Nová Bošáca. Zhodne 3,6% študentov poznalo pamätník na cintoríne a v osade Grúň. Ďalší, ktorí poznali, bol pamätník v osade Španie (2,1%). Len 0,5% študentov vedelo o pamätníku, ktorý sa nachádza pri rozhľadni na Veľkom Lopeníku.



Graf 8: Vyhodnotenie otázky 8 – Poznáte nejaké pamätníky venované vojnovým udalostiam v Bošáckej doline?

Záver

Na základe dotazníkového prieskumu sme zistili, že študenti majú slabé vedomosti o Bošáckej doline. Pritom ide o dolinu, ktorá sa nachádza v blízkosti ich bydliska. Dotazníky sme rozdali 194 študentom Gymnázia M. R. Štefánika v Novom Meste nad Váhom. Na tejto škole učia aj učitelia, ktorí pochádzajú z obcí záujmového územia a majú možnosť sprostredkovať svojim študentom informácie. Na základe veľkého množstva nesprávnych, nepresných alebo žiadnych odpovedí dotazníka môžeme konštatovať, že študenti nemajú znalosti o regióne, v ktorom žijú a tak zrejme nemajú záujem poznať geografiu a históriu miestnej krajiny. Dokonca aj študenti, ktorí uviedli, že bývajú v jednej z obcí Bošáckej doliny, nemali viac informácií ako ostatní študenti.

Jedným zo spôsobov, ako motivovať študentov, je navštíviť Bošácku dolinu formou vyučovania geografie v teréne (napr. exkurzia). Navrhli sme 4-dennú exkurziu, ktorá sa zameriava na geografiu a históriu Bošáckej doliny. Jednotlivé trasy je možné upravovať a alternovať. Študenti by mali možnosť zaujímavou formou spoznať územie, v ktorom žijú. Môžu navštíviť miesta, kde žili významní ľudia zo slovenských dejín a v škole sa o nich učia len z učebnice. Prostredníctvom zážitkov si lepšie zapamätajú niektoré poznatky, ktoré získali v škole a vedeli by ich prepojiť s geografiou miestnej krajiny a regionálnymi dejinami.

Poďakovanie

Poďakovanie patrí mojej školiteľke RNDr. Lucii Šolcovej, PhD. a PaedDr. Danielovi Bradáčovi z Obecného úradu Bošáca za ich odbornú pomoc, trpezlivosť a podporu pri tvorbe tohto príspevku.

Použitá literatúra

[1] Čižmárová, K. (2000) Didaktika geografie I. 1. vyd Banská Bystrica : FPV UMB, Banská Bystrica, p. 70
[2] Likavský, P. (2006) Všeobecná didaktika geografie. 1. vyd. Bratislava : Vydavateľstvo UK Bratislava, p. 56
[3] Likavský, P. (2006) Všeobecná didaktika geografie. 1. vyd. Bratislava : Vydavateľstvo UK Bratislava, p. 56
[4] Čižmárová, K. (2000) Didaktika geografie I. 1. vyd. Banská Bystrica : FPV UMB, Banská Bystrica, p. 70
[5] Beckovská brána [Citované: 5. október 2017] http://www.treking.cz/regiony/beckovska-brana.htm
[6] Bradáč, D. (2013) Bošácka dolina na historickej fotografii. 1. vyd. Bošáca : Obec Bošáca, p. 6
[7] Najstaršie osídlenie obce – predhistorická doba [Citované: 5. október 2017] http://www.trenciansk ebohuslavice.sk/z-historie-obce/
[8] Bradáč, D. (2013) Bošácka dolina na historickej fotografii. 1. vyd. Bošáca : Obec Bošáca, p. 6
[9] Náučné Chodníky [Citované: 1. august 2017] www.lesy.sk/showdoc.do?docid=1624
[10] Bradáč, D. (2013) Bošácka dolina na historickej fotografii. 1. vyd. Bošáca : Obec Bošáca, p. 7
[11] Bošáca [Citované: 5. október 2017] http:// www.bosaca.eu/nasa-obec/historia/159-bosaca
[12] Bošáca [Citované: 5. október 2017] http://

www.bosaca.eu/nasa-obec/historia/159-bosaca
[13] Bradáč, D. (2013) Bošácka dolina na historickej fotografii. 1. vyd. Bošáca : Obec Bošáca, p. 144
[14] Jaskyňa Na Landrovci [Citované: 3. august 2017] blog.nmnv.sk/jaskyne-v-okoli-nmnv-a-historia-prieskumu-cast-3/#more-858
[15] Bradáč, D. (2013) Bošácka dolina na historickej fotografii. 1. vyd. Bošáca : Obec Bošáca, p. 166
[16] Rozhľadňa na vrchu Veľký Lopeník – symbol priateľstva Čechov a Slovákov [Citované: 3. august 2017]www.planetslovakia.sk/turistika/145-rozhladna-velky-lopenik

Námety na rozvoj kritického myslenia v tematickom celku Obehová sústava

Topics for development of critical thinking in the thematic unit of Circulation System

Andrea Jakubíková[1]
Školiteľ: Anna Sandanusová[2]
[1]Katedra zoológie a antropológie, FPV UKF, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
[1] andrea.jakubikova@student.ukf.sk, [2] asandanusova@ukf.sk

Abstrakt
Náš príspevok je orientovaný na využívanie širokého spektra vyučovacích metód a foriem slúžiacich na rozvoj tvorivosti a kritického myslenia počas vyučovania v predmete biológia pre žiakov 3. ročníka štvorročných gymnázií. Prvá časť nášho príspevku sa zaoberá charakteristikou kritického myslenia, vyučovacích metód a obehovej sústavy človeka. Nasledujúca časť ponúka štyri modely vyučovacích hodín z tematického celku Obehová sústava človeka s využívaním rôznych digitálnych technológií, demonštrácií a vyučovacích metód na rozvoj kritického myslenia vo všetkých fázach vyučovacieho procesu. Hlavným zámerom nášho príspevku je žiakom počas vyučovacieho procesu, čo najviac priblížiť odbornú terminológiu spojenú s témou Obehová sústava človeka, pomocou štyroch modelov vyučovacích hodín, v ktorých sú zobrazené rôzne metódy a formy vyučovania, ktoré zvyšujú aktivitu žiakov, aby bol vyučovací proces, čo najefektívnejší. V našom príspevku sa kladie dôraz aj na využívanie skupinovej formy organizácie vyučovacieho procesu počas vyučovania.
Kľúčové slová: Vyučovacie metódy. Kritické myslenie. Modely vyučovacích hodín. Digitálne technológie.

Abstract
Our work is oriented towards the use of a wide range of teaching methods and forms used for the development of creativity and critical thinking during teaching in the subject of biology for students of the 3rd year of four-year grammar schools. The first part of our work deals with the characteristics of critical thinking, teaching methods and the circulatory system of man. The following section provides four models of teaching lessons of thematic unit Human Circulatory System with the use of various digital technologies, demonstrations and teaching methods to develop critical thinking in all phases of the learning process. The main aim of our work is to deliver to pupils professional terminology connected with the Human Circulation system during the teaching using four models of lessons in which different methods and forms of teaching are displayed which increase the activity of pupils so that the teaching process can bet he most effective. Our work also emphasizes the use of the group form of the organization of the teaching process during teaching.
Keywords: Teaching Methods. Critical Thinking. Models of Lessons. Digital Technologies.

Úvod

„Teraz je iná doba.“ Toto tvrdenie sme počuli zo svojho okolia už mnohokrát, je pravdivé a týka sa aj dnešných škôl. V minulosti by nikoho z nás nenapadlo, že skoro každý človek bude mať v dnešnej dobe svoj notebook alebo mobil a že toto všetko sa bude využívať aj s interaktívnymi tabuľami na vyučovaní. Dosiahnuť to, aby boli žiaci na vyučovacích hodinách motivovaní, aktívni a aby sa učili, nebolo nikdy jednoduché. A keďže počítače, mobily a tablety zachvátili súčasných žiakov, dajú sa veľmi dobre využiť ako motivácia, ale taktiež sa môžu využiť aj v každej časti vyučovacej hodiny. Každá vyučovacia hodina je oveľa zábavnejšia s použitím zaujímavých úloh v počítači, či v tablete. Preberanie nového učiva je u žiakov najmenej obľúbená čas hodiny, ale táto časť sa dá tiež urobiť oveľa zaujímavejšia, keď je učivo prezentované prostredníctvom prezentácie premietanej cez monitor na interaktívnej tabuli.

V dnešnej dobe je veľmi dôležité aj to, aby sa žiaci naučili kriticky myslieť, aby si pri získavaní nových vedomostí na hodinách rozvíjali tvorivosť a kompetencie v tejto oblasti. Kritické myslenie sa dá rozvíjať pomocou rôznych vyučovacích metód ako sú napríklad brainstorming alebo cinquain.

Práve preto sme sa rozhodli vypracovať príspevok Námety na rozvoj kritického myslenia v tematickom celku Obehová sústava. Vypracovali sme štyri rôzne modely vyučovacích hodín biológie pre tretí ročník gymnázií s využitím učebníc, programu SMART Notebook 11 a rôznych digitálnych technológií, s využitím vyučovacích stratégií a metód podporujúcich rozvoj kritického myslenia.

1 Stratégia E-U-R

Poznáme veľké množstvo stratégií a metód aplikovateľných pri rozvoji kritického myslenia. Tieto stratégie a metódy sú analyzované vo viacerých publikáciách, príručkách a časopisoch. V našom programe je základný komunikačný model postavený na komplexnej stratégii E-U-R [1]. Združenie Orava predstavuje Rámec pre vyučovanie a učenie – E-U-R, ktorý je sústredený na väčšiu mieru zapojenia žiakov vo vyučovaní a zároveň na ich aktívne učenie sa [2].

Stratégia vyučovania a učenia E-U-R vychádza z poznatkov psychologického výskumu, ktoré sú zamerané nato, ako sa ľudia učia [3]. Ponúka nám konceptuálnu základňu na vyučovanie, myslenie a učenie. Môže sa využiť v každom ročníku a v každom vyučovacom predmete [4].

Jednotlivé písmená E-U-R predstavujú: E – evokácia, U – uvedomenie, R – reflexia. Sú to tri činnosti tejto komplexnej stratégie. Evokácia predstavuje rozhovor pred čítaním, pre ktorý sú typické otázky ako Aká je téma? Čo už o tejto téme viete? alebo Prečo sa to potrebujete naučiť? Uvedomenie si významu predstavuje tiché čítanie. To znamená, že žiaci sa dostávajú do kontaktu s novými myšlienkami, ktoré predstavujú nové učivo. Žiaci nemusia len čítať text, môžu aj pozerať film alebo počúvať výklad. Reflexia predstavuje rozhovor po čítaní, pre ktorý sú typické otázky Čo ste zistili? a Prečo si to myslíte? aby žiaci svoje reakcie aj odôvodnili [4].

1.1 Kritické myslenie

Proces, pomocou ktorého človek sám vie hodnotiť informácie nazývame kritické myslenie. Pokiaľ dokáže človek pri riešení rôznych problémov a príležitostí prísť k záveru, ktorý je založený na faktoch, ktoré mal k dispozícii znamená to, že tento človek má dobre vyvinutú schopnosť kriticky myslieť. Takýto ľudia dokážu sami riešiť problémy a príležitosti a zároveň vedia sami dospieť k spoľahlivým záverom bez pomoci iných. Schopnosť kriticky myslieť a uvažovať je v dnešnej dobe veľmi dôležitá [5].

V roku 1995 bola vytvorená schéma integrovaného modelu myslenia. Podľa tohto modelu nemožno vytvárať hranice medzi jednotlivými mysleniami, pretože sú medzi sebou silno prepojené. Človek musí mať isté vedomosti, vedomostný základ aby mohol tvorivo alebo kriticky myslieť a aby mohol rozvíjať svoje kritické a tvorivé myslenie. Pri tvorivom myslení sú syntéza, imaginácia a elaborácia tri procesy, ktorými sa vytvára nová vedomosť. Pri kritickom myslení predstavuje analýza rozpoznanie vzorov, syntéza porovnávanie a nakoniec hodnotenie predstavuje určenie priorít [6].

V rámci vyučovacieho procesu musí mať každý žiak čas na vyjadrenie vlastného názoru, pretože nestačí len to, aby žiak vyjadril hodnotenie, ale aj dôvod prečo vyjadril také hodnotenie, pretože je to veľmi dôležité v princípe kritického uvažovania. Učiteľ nemôže od žiakov vyžadovať rovnakosť v názoroch, ale musí rešpektovať ich rôznorodosť a oceniť to. Ďalším z princípov kritického myslenia je vzájomný rešpekt vo vzťahu učiteľ a žiak v rámci triedy [1].

1.2 Vyučovacie metódy

Proces vzdelávania je jeden z najnáročnejších procesov, ktorý ovplyvňujú viaceré činitele. Medzi najdôležitejšie činitele, ktoré ovplyvňujú proces edukácie zaraďujeme osobnosť učiteľa a žiaka a tiež obsah vzdelávania, ktorý je do vyučovacieho procesu transportovaný prostredníctvom vyučovacích metód. Odpoveď na otázku ako dosiahnuť vytýčené výchovno-vzdelávacie ciele získavame prostredníctvom vyučovacích metód, preto je dôležité aby ich učiteľ veľmi dobre ovládal [7].

Pojem metóda pochádza z gréčtiny zo slova „methodos“, čo v preklade znamená cesta alebo spôsob. Z tohto vyplýva, že metóda je vlastne cesta alebo spôsob na dosiahnutie stanovených cieľov. V dnešnej dobe sa pojem metóda charakterizuje ako „nástroj“, podľa ktorého musí učiteľ postupovať aby dosiahol stanovené výchovno-vzdelávacie ciele vo vyučovacom procese. Vyučovacie metódy rozvíjajú okrem rozumovej stránky žiaka aj jeho osobnosť, preto musí počas výchovno-vzdelávacieho procesu klásť dôraz aj nato, aby sa u žiaka rozvíjali jeho špecifickosti. Vyučovacia metóda je koordinovaný systém vyučovacích činností učiteľa a učebných aktivít žiakov, ktorý je zameraný na dosiahnutie učiteľom stanovených a žiakmi akceptovaných výchovno-vzdelávacích cieľov [3].

2 Materiál a metodika práce

Splnenie hlavného a čiastkových cieľov predkladaného príspevku bolo spojené s viacerými dôležitými postupmi, ktoré boli dôkladne premyslené.

Prvým z nich bolo preštudovanie pedagogických dokumentov konkrétne školského vzdelávacieho programu, učebných osnov a vzdelávacích štandardov (obsahového, výkonného a materiálneho) z predmetu Biológia v 3. ročníku gymnázií. Získali sme vedomosti o obsahovom, výkonovom aj materiálnom štandarde.

Súčasne sme navštívili knižnice a zhromaždili sme potrebnú domácu a zahraničnú odbornú literatúru, z ktorej sme vychádzali pri získavaní vedomostí o kritickom myslení, vyučovacích metódach a obehovej sústave. Okrem zhromaždenia odbornej literatúry sme preštudovali aj učebnicu biológie pre žiakov 3. ročníka gymnázií. Podľa tejto učebnice sme následne vytvorili didaktické úlohy na vypracovanie pre žiakov. V rámci týchto úloh boli aplikované aj medzipredmetové vzťahy, konkrétne vzťahy s chémiou. Počas tvorby didaktických úloh sme získavali nové vedomosti o viacerých druhoch a typoch testových úloh z biológie pre žiakov gymnázií.

3 Výsledky a diskusia

Výsledkom nášho príspevku sú štyri modely vyučovacích hodín pre žiakov 3. ročníka gymnázií. Každý z modelov vyučovacej hodiny má klasické členenie štruktúry hodiny, má tri časti a to evokácia, uvedomenie si významu a reflexia. V týchto modeloch sú použité rôzne vyučovacie metódy zamerané na rozvoj tvorivosti a kritického myslenia, bádateľské metódy, rôzne cvičenia s využitím digitálnych technológii a úlohy vytvorené v programe SMART Notebook 11.

V rámci týchto modelov sú využité aj vyučovacie metódy v skupinovej forme organizácie vyučovacieho procesu. Pri týchto vyučovacích metódach sa u žiakov rozvíjajú komunikačné zručnosti, schopnosti vyjadriť svoj názor a argumentovať ho, rozvíja sa kritické myslenie.

3.1 Prvý model – Krv a jej funkcie

Evokácia

Hlavným zámerom je nadviazať na vedomosti žiakov o krvi získaných zo základnej školy a vzbudiť u nich záujem o nové učivo. Pýtajte sa – otázky:

1. Aké sú základné zložky krvi?
2. Aké krvné skupiny poznáme u človeka?
3. Čo patrí medzi najdôležitejšie funkcie krvi?

Z rozhovoru učiteľa so žiakmi má vyplynúť: Medzi základné zložky krvi zaraďujeme červené krvinky (erytrocyty), biele krvinky (leukocyty) a krvné doštičky (trombocyty). Všetky tieto zložky vznikajú z nediferencovaných kmeňových buniek nachádzajúcich sa v červenej kostnej dreni. U človeka sú krvné skupiny v systéme AB0 a rozoznávame 4 základné krvné skupiny a to A, B, AB a 0. Krv plní viacero funkcií a medzi najdôležitejšie funkcie zaraďujeme transport živín a dýchacích plynov, termoreguláciu a obranu pred cudzorodými látkami.

Učiteľ následne ukáže žiakom obrázky krvných elementov. Po prezretí obrázkov dá učiteľ žiakom vypočuť viaceré zvuky a ich úlohou bude určiť, ktorí z vypočutých zvukov bol tlkot srdca.

Uvedomenie si významu

Táto časť vyučovacej hodiny bude zložená z dvoch častí a žiaci budú rozdelení do troch skupín. V prvej časti, ktorá bude trvať 15 minút bude úlohou každej skupiny pripraviť si výklad na vopred zadanú tému a vytvoriť krátky pracovný list zameraný na túto tému pre svojich spolužiakov s využitím učebnice, odbornej literatúry a rôznych internetových zdrojov. V druhej časti, ktorá bude trvať 10 minút každá skupina odprezentuje pripravený výklad o danej téme svojim spolužiakom. Táto moderná metóda sa stále častejšie využíva najmä na stredných školách a označuje sa ako tzv. rovesnícke učenie.

1.časť: Žiaci sú rozdelení rovnomerne do troch skupín a každá skupina dostane tému, ktorú musí vypracovať a na ktorú musí vytvoriť krátky pracovný list. Úlohou prvej skupiny je pripraviť výklad a pracovný list na tému Základné zložky krvi a ich význam. Téma druhej skupiny je Princíp rozdelenia krvi na krvné skupiny. Tretia skupina vypracuje tému Proces zastavenia krvácania a ochorenia krvi.

Žiaci majú počas tvorby výkladu a pracovného listu k dispozícii plagát zameraný na krv a jej zloženie, učebnicu pre gymnáziá, odborné učebnice a internet na vyhľadávanie potrebných informácií. Počas celej prípravy využívajú aj materiály z internetového portálu Planéta vedomostí.

Priebežne učiteľ príde za každou skupinou, pozoruje spoluprácu žiakov a pomáha skupine k výberu najdôležitejších informácií.

2.časť: Skupiny žiakov postupne prednesú pripravený výklad na zadanú tému. Počas výkladu sa musia rovnomerne zapájať všetci členovia skupiny. Počas výkladu môžu využiť internet a to rôzne animácie a videosekvencie. Každá skupina má na

výklad približne 3 minúty a po ukončení výkladu odovzdá učiteľovi pripravený pracovný list.

Reflexia

Hlavným zámerom tejto časti vyučovacej hodiny je overenie novo získaných vedomostí o funkciách, zložení, ochoreniach krvi a krvných skupinách. Ďalším zámerom je zistenie čo žiaci úplne nepochopili a čo bolo pre nich nezrozumiteľné.

Po položení kontrolných otázok učiteľ využije vyučovaciu metódu na rozvoj kritického myslenia cinquain. Pri tejto metóde je úlohou žiakov vypracovať päťveršovú báseň. Prvý verš obsahuje jednoslovné pomenovanie témy, druhý obsahuje opis témy, tretí verš obsahuje činnosť zodpovedajúcu téme, štvrtý obsahuje štvorslovný výraz o hlavnej myšlienke témy a piaty verš obsahuje jednoslovné synonymum rekapitulujúce podstatu zadanej témy. Žiaci majú na vytvorenie tejto básne približne 5 minút a následne svoje básne postupne prečítajú.

Nakoniec sa učiteľ spýta, čo ich najviac zaujalo a zadá im domácu úlohu: Zistite akú máte krvnú skupinu a akú majú krvnú skupinu vaši rodičia.

3.2 Druhý model – Srdce

Evokácia

Hlavným zámerom tejto časti je zopakovať si získané vedomosti z predchádzajúcej vyučovacej hodiny zameranej na tému Krv a jej funkcie. Pýtajte sa – otázky:

1. Kde vznikajú červené krvinky?
2. Ako sa nazýva krvné farbivo nachádzajúce sa v červených krvinkách?
3. Čo je to homeostáza?

Následne učiteľ žiakov motivuje k novému učivu: Počas dnešnej vyučovacej hodiny budeme preberať jeden z najdôležitejších orgánov nášho tela a to konkrétne srdce. Tento orgán je neúnavný, pretože pracuje nepretržite od vzniku plodu v tele matky až do samotnej smrti človeka. Srdce je vlastne sval nachádzajúci sa v tele každého z nás a preto je veľmi dôležité aby sme sa dnes o tomto orgáne niečo naučili. Čo vás ako prvé napadne, keď počujete slovo srdce a ochorenia srdca?

Po krátkej diskusii učiteľ zadá žiakom úlohu: Vymyslíte čo najviac asociácií ku slovu srdce.

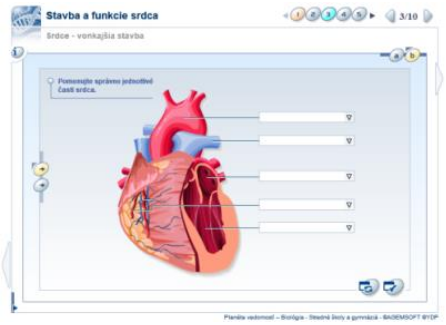
Uvedomenie si významu

Hlavným zámerom tejto časti je vysvetliť žiakom nové učivo formou riadeného rozhovoru, výkladu a demonštrovať ho na príklade. Vyučovacia hodina bude zložená z dvoch častí. Prvá časť, ktorá bude trvať približne dvadsať minút bude mať formu zaujímavého výkladu učiteľa s použitím animácií z internetového portálu Planéta vedomostí [8], plagátu srdca a modelu srdca. Učiteľ bude počas celého výkladu aktívne zapájať aj žiakov kladením rôznych otázok o danej téme a riešením rôznych zaujímavých úloh z Planéty vedomostí [9]. Počas celého výkladu si budú žiaci prezerať model srdca človeka, ktorý učiteľ najskôr dôkladne vysvetlí. Druhá časť, ktorá bude trvať približne 5 minút bude mať formu interaktívnej demonštrácie.

1.časť: Učiteľ pred začatím svojho výkladu zvýši pozornosť žiakov položením otázky: *Ako sa nazývajú cievy, ktoré vychádzajú zo srdca a ktoré vchádzajú do srdca?* Po správnom zodpovedaní otázky žiakmi učiteľ začne prvú časť svojho výkladu zaoberajúcu sa stavbou srdca, v ktorom sa bude zaoberať príslušnou osnovou:

- myokard
- osrdcovník (pericardium)
- predsiene (artriá) a komory (ventriculi)
- chlopne (dvojcípa, trojcípa)
- stena srdca (epikard, myokard, endokard)

Po ukončení prvej časti výkladu prezentuje úlohu z internetového portálu Planéta vedomostí, aby si overil, koľko si žiaci z jeho výkladu zapamätali.

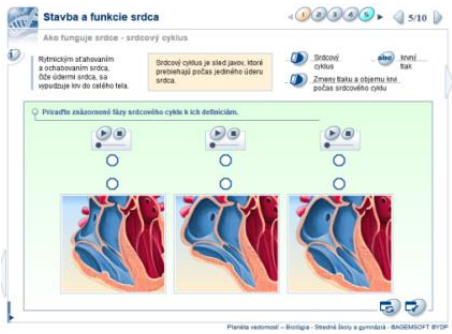


Obr. 1 Cvičenie – stavba srdca [10]

Po správnom vyplnení úlohy žiakmi začne druhú časť svojho výkladu zaoberajúcu sa prietokom krvi srdcom a činnosťou, teda prácou srdca. Počas celého výkladu bude klásť žiakom otázky na zvyšovanie pozornosti žiakov (napr. *U ktorého pohlavia sa zvyšuje tlak viac v puberte? Koľko vlásočníc obsahuje ľudské telo?*) a zároveň sa bude pridŕžať nasledujúcej osnovy:

- horná a dolná dutá žila (odkysličená krv), pľúcny kmeň (okysličovanie) a pľúcne žily (okysličená krv)
- srdcovnica (aorta)
- sťah (systola) a ochabnutie (diastola)
- prevodový systém srdca
- elektrokardiogram (EKG), krvný tlak
- vlastný srdcový obeh

Po ukončení druhej časti výkladu spustí videoanimáciu [11] z internetového portálu Planéta vedomostí znázorňujúce činnosť srdca pre lepšie pochopenie novo získaných vedomostí žiakmi a pre lepšiu fixáciu tohto učiva žiakmi.



Obr. 2 Cvičenie – činnosť srdca [10]

2.časť: V tejto časti učiteľ využije formu bádateľský orientovaného vyučovania použitím interaktívnej demonštrácie. Počas tejto demonštrácie kladie úlohy zamerané na tému Ochorenia srdca:

1. Z dostupných materiálov zistite, aké faktory sa podieľajú na vzniku infarktu myokardu.
2. Rozhodnite, aké ochorenie je spôsobené stratou pružnosti stien ciev.
3. Zistite, aké sú príčiny aterosklerózy.

Od žiakov vyžaduje správne odpovede a vysvetlenia, ktoré im následne dokladuje výsledkami experimentu, ktorý učiteľ zrealizuje. Učiteľ si pripraví dve hadičky, ktoré budú predstavovať cievy. Jedna z hadičiek bude upchatá, táto hadička bude predstavovať cievu, ktorá má na vnútornej vrstve steny ložiská, ktoré obsahujú cholesterol a tukové látky. Následne do oboch hadičiek naleje červenú tekutinu, ktorá bude predstavovať krv. Cez hadičku, ktorá je upchatá krv nebude pretekať, čo je príčina aterosklerózy.

Reflexia

V tejto časti vyučovacej hodiny si učiteľ overí, či bol jeho výklad efektívny a či si žiaci novo získané vedomosti o stavbe, činnosti a ochoreniach srdca zapamätali. Toto overenie vykoná tak, že dá žiakom vypracovať vopred pripravený pracovný list s úlohami zaoberajúcimi sa práve odučeným učivom. Žiaci budú mať na vypracovanie tohto pracovného listu približne desať minút. V pracovnom liste si overí aj to, či žiaci splnili domácu úlohu z predchádzajúcej hodiny a zistili svoju krvnú skupinu a krvnú skupinu svojich rodičov. Po vyplnení pracovného listu ukončí vyučovaciu hodinu nasledujúcou otázkou: Čo sa vás na dnešnej hodine najviac zaujalo?

3.3 Tretí model – Krvné cievy

Evokácia

Cieľom učiteľa v tejto časti vyučovacieho procesu je zistiť, či si žiaci zapamätali časť jeho výkladu z predchádzajúcej hodiny zameranej na tému Krv a jej funkcie a koľko si z tejto časti zapamätali. Učiteľ najskôr žiakom položí otázku: Je krv vždy len červenej farby?

Následne v triede začne krátka diskusia učiteľa so žiakmi, ktorá má viesť k daným informáciám: Krv nemusí byť vždy červenej farby, pretože keď chvíľku postojí vytvorí sa tzv. „krvná trikolóra“, ktorá je tvorená žltou, červenou a bielou farbou. Žltá farba predstavuje krvnú plazmu (55%), biela farba biele krvinky (4%) a červená farba predstavuje červené krvinky (41%).

Uvedomenie si významu

Cieľom učiteľa v tejto časti vyučovacieho procesu je vysvetliť žiakom nové učivo, pomocou metódy, pri ktorej sa budú u nich rozvíjať komunikačné schopnosti. Učiteľ využije metódu s názvom skladačka (jigsaw), pri ktorej žiaci pracujú v skupinách, v rámci ktorých musia medzi sebou komunikovať.

Učiteľ si žiakov rovnomerne rozdelí do troch skupín a každá skupinka dostane učebný text zameraný na krvné cievy. Prvá skupina dostane text konkrétne zameraný na tepny, druhá skupina dostane text o žilách a posledná skupina dostane text s témou vlásočnice.

Po rozdaní učebných textov všetkým skupinkám vysvetlí princíp vyučovacej metódy skladačka (jigsaw). Úlohou žiakov je najskôr študovať daný učebný text jednotlivo, potom diskutovať o texte v rámci svojej skupiny. Počas diskusie sa stávajú tzv. expertmi na danú časť učebného textu. Potom sa žiaci v skupinách vymenia tak, aby v každej skupine zostal expert na danú tému, ktorý túto tému ďalej vysvetľuje novým členom skupiny, diskutuje s nimi o nej a odpovedá na prípadné otázky. Žiaci sa v skupinách preskupujú dovtedy, pokým nemajú všetci vysvetlené všetky témy.

Reflexia

V poslednej časti vyučovacej hodiny učiteľ overí, či žiaci novo získané vedomosti o krvných cievach pochopili a koľko si zapamätali. Pri tomto overovaní využije vyučovaciu metódu s názvom Sumarizácia – zhrnutie. Úlohou žiakov je najskôr vybrať a vypísať kľúčové slová z učebných textov, následne musia napísať krátke vysvetlenie k vybraným kľúčovým

slovám a tieto slová spracovať v podobe pojmovej mapy. Pojmová mapa bude zložená z kľúčových slovíčok a zo slovíčok na ich pospájanie.

Následne učiteľ ukončí vyučovaciu hodinu spýtaním sa otázky: *Porozumeli ste dnes všetkému, alebo vám bolo niečo nejasné?* a zadaním domácej úlohy: Vytvorte krátku reflexiu s použitím vami vybraných kľúčových slov z učebných textov.

3.4 Štvrtý model – Kardiovaskulárna sústava

Evokácia

V úvode tejto časti vyučovacej hodiny si učiteľ so žiakmi zopakuje učivo z predchádzajúcej hodiny. Učiteľ so žiakmi na začiatku pred opakovaním učiva urobí päť drepov a otvorí okno aby si rozprúdili krv v žilách a lepšie sa im pracovalo, keď budú spolu diskutovať o novom učive.

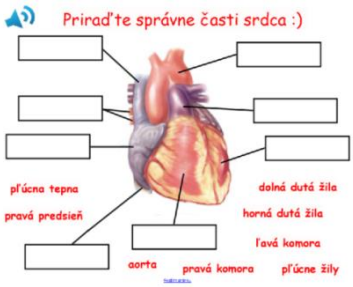
Opakovanie bude prebiehať formou vyučovacej metódy s názvom clustering, ktorá slúži na rozvoj kritického myslenia žiakov. Pri tejto metóde napíše do stredu tabule slovo srdce a zvýrazní ho v bubline. Následne postupne všetci žiaci okolo neho píšu ďalšie asociácie, ktoré ich napadnú v spojení s týmto slovom. Všetky asociácie sa taktiež zvýrazňujú bublinami a spájajú sa pomocou šípok. Nakoniec učiteľ so žiakmi v diskusii vyhodnotí a zdôvodní správne odpovede.

Po ukončení tejto metódy učiteľ oboznámi žiakov s problematikou a cieľmi nového učiva.

Uvedomenie si významu

Hlavným zámerom učiteľa v tejto časti vyučovacej hodiny je vysvetliť žiakom nové učivo pomocou pripravených cvičení v programe SMART Notebook. Výklad učiteľa je zložený z viacerých častí. Po každej časti učiteľ vyberie jedného, dvoch alebo viacerých žiakov, ktorých úlohou bude vypracovať cvičenia v tomto programe.

Učiteľ začne výklad o častiach srdca človeka, počas ktorého si žiaci prezerajú model srdca. Po oboznámení sa s modelom srdca učiteľ náhodne vyberie jedného žiaka, ktorý prostredníctvom interaktívnej tabule a vytvorenej aktivity popíše časti srdca človeka.



Obr. 3 Cvičenie – časti srdca [12]

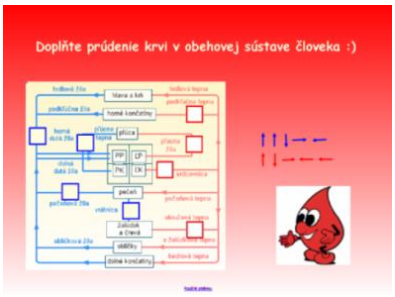
Učiteľ ďalej prejde k ďalšiemu učivu a to k tepne a žile, opíše ich stavbu a vlastnosti krvi, ktorá nimi prechádza. Aby si žiaci lepšie zapamätali rozdiely medzi tepnou a žilou učiteľ náhodne vyberie dvoch žiakov, jeden žiak pomocou priraďovanie pripojí správne slová k tepne a druhý priradí správne slová k žile.

Obr. 4 Cvičenie – rozdiel medzi tepnou a žilou [12]

Po správnom vypracovaní tohto cvičenia ďalej pokračuje svojim výkladom, v ktorom sa venuje krvným elementom. Vymenuje ich po latinsky, opíše aký majú vzhľad a následne na základe aktivity založenej na metóde spájania, preverí, či bol jeho výklad efektívny. Potom náhodne vyberie jedného žiaka, ktorého úlohou bude správne pospájať obrázky krvných elementov s ich slovenskými a latinskými názvami.

Obr. 5 Cvičenie – krvné elementy [12]

Po vypracovaní cvičenia opíše prúdenie krvi v tele človeka pomocou plagátu so znázornením obehovej sústavy. Po ukončení výkladu učiteľ vyberie skupinu žiakov, ktoré vypracujú cvičenie zamerané na túto tému. Úlohou žiakov v tomto cvičení je doplniť správne šípky, ktoré určujú smer prúdenia krvi v tele človeka, čím si učiteľ zároveň overí aj to, či žiaci dokážu pracovať v skupine.



Obr. 6 Cvičenie – prúdenie krvi v tele človeka [12]

Po správnom doplnení šípok učiteľ spustí video [13] na lepšie pochopenie výkladu učiteľa a upevnenie novo získaných vedomostí o obehovej sústave človeka.

Reflexia

Učiteľovým zámerom v tejto časti vyučovacej hodiny je overenie toho, koľko si žiaci z jeho výkladu o obehovej sústave zapamätali. Učiteľ si to overí pomocou vopred pripravenej tajničky s otázkami zaoberajúcimi sa novo preberaným učivom. Potom dá žiakom na vypracovanie tejto tajničky približne päť minút. Najrýchlejšieho žiaka, ktorý bude mať správne vyriešenú tajničku a správne zodpovedané všetky otázky odmení plusovými bodmi.

Následne po vyplnení tajničky všetkými žiakmi ukončí vyučovaciu hodinu nasledujúcou otázkou: Rozumeli ste dnes celému novému učivu, ktoré sme sa učili alebo vám bolo niečo nejasné?

Ak treba zodpovie žiakom položené otázky, pokiaľ žiadne otázky nemajú zadá im domácu úlohu: Vysvetlite pojmy – tepnová frekvencia, krvný tlak a EKG.

Záver

V dnešnej dobe je veľmi dôležité, aby sa učitelia odkláňali od tradičných vyučovacích metód, počas ktorých sú zvyčajne žiaci pasívni a práve učiteľ je centrom diania celej vyučovacej hodiny. Môžu použiť mnoho spôsobov vedúcich k efektívnejšiemu vyučovaniu, ktoré vedie k zvýšeniu aktivity žiakov počas vyučovacieho procesu, k ich lepšiemu začleneniu do procesu učenia sa a k rozvoju kritického myslenia a spôsobilostí [4].

Učitelia poznajú viaceré spôsoby práce so žiakmi a majú veľmi dobrý prehľad v tradičných vyučovacích metódach, ale aby bolo vyučovanie efektívne je potrebné, aby sa učili pracovať s rôznymi digitálnymi technológiami, aby na hodinách využívali novšie vyučovacie metódy na rozvoj kritického myslenia. Tieto metódy a formy vyučovania zvyšujú u žiakov záujem o vyučovací proces, ich tvorivosť a žiaci sa stávajú aktívnejšími.

Pokiaľ by sa žiaci v dnešnej dobe nevzdelávali mohlo by to viesť k ich postupnému vyčleňovaniu v spoločnosti. Práve preto je potrebné žiakov, čo najviac motivovať k učeniu sa. Podľa viacerých výskumov je potvrdené, že práve využívanie digitálnych technológií počas vyučovacieho procesu motivuje žiakov k učeniu sa a k tomu, aby sa zapájali do vyučovacieho procesu. Digitálne technológie takisto zvyšujú aj kvalitu vyučovacieho procesu [4].

V predkladanom príspevku sú navrhnuté štyri modely vyučovacích hodín na tému Obehová sústava s použitím rôznych zaujímavých metód a digitálnych technológií, ktoré vedú k rozvoju kritického myslenia žiakov a k zvýšeniu aktivity žiakov, čo sú hlavné prejavy efektívneho vyučovania.

Poďakovanie

Chcela by som sa poďakovať svojej školiteľke PaedDr. Anne Sandanusovej, Ph.D. za odbornú pomoc, jej cenné rady, dôležité pripomienky, ochotu a podporu pri písaní predkladaného príspevku.
Práca je súčasťou projektu APVV 14 - 0446 Hodnotenie kompetencií učiteľa.

Použitá literatúra

[1] Kosturková M. (2016) Kritické myslenie v edukačnej praxi na Slovensku. FHPV PU, Prešov, s. 86
[2] Petrasová A. (2008) Kriticky mysliaci učiteľ – tvorca kvality školy. Rokus, Prešov, s. 73
[3] Maňák J., Švec V. (2003) Výukové metódy. Paido, Brno, s. 139
[4] Kosturková M. (2016) Rozvoj kritického myslenia žiakov stredných škôl. Vydavateľstvo Prešovskej univerzity, Prešov, s. 110
[5] Royal B. (2015) Principy kritického myšlení. Euromedia Group, a. s. – Ikar, Praha s. 158
[6] Kolláriková Z. a kol. (1995) Výchova ku kritickému mysleniu: teória a prax. ŠPÚ, Bratislava s. 50
[7] Petlák E. (2016) Všeobecná didaktika. IRIS, Bratislava, s. 278
[8] http://planetavedomosti.iedu.sk/page.php/resources/view_all?id=aktin_aorta_automatickost_srdca_chlopna_diastola_dolna_duta_zila_dvojcipa_horna_kontraktilne_bielkoviny_lava_komora_predsien_myozin_obehova_sustava_odkyslicena_krv_okysli cena_plucne_zily_plucnica_plucny_obeh_polmesiaciko&RelayState=http%253A%252F%252Fplanetavedomosti.iedu.sk%252Findex.php%252Fsearch%25

2Fresults%252Fobehov%2525C3%2525A1_s%2525C3%2525BAstava%252C1%252C0%252C0%252Cobehov%2525C3%2525A1_s%2525C3%2525BAstava%252C30%252C7%252Ctn%252C1.html%253Fq%253Dobehov%2525C3%2525A1%252Bs%2525C3%2525BAstava&1

[9] http://planetavedomosti.iedu.sk/page.php/resources/view_all?id=aktin_aorta_automatickost_srdca_chlopna_diastola_dolna_duta_zila_dvojcipa_horna_kontraktilne_bielkoviny_lava_komora_predsien_myozin_obehova_sustava_odkyslicena_krv_okysli cena_plucne_zily_plucnica_plucny_obeh_polmesiaciko_page0

[10] http://planetavedomosti.iedu.sk/page.php/resources/view_all?id=minutovy_objem_srdca_obehova_sustava_prevodovy_system_prietok_krvi_cez_organy_refulacia_nervovou_sustavou_regulacia_hormonalnou_rytmus_srdce_srdcovy_cyklus_stimulator_systolicky_tolak_vnutorna_stavba_vonkajsia&RelayState=http%253A%252F%252Fplanetavedomosti.iedu.sk%252Findex.php%252Fsearch%252Fresults%252Fsrdce_%2525C4%25258Dloveka%252C1%252C0%252C0%252Csrdce_%2525C4%25258Dloveka%252C30%252C7%252Ctn%252C1.html%253Fq%253Dsrdce%252B%2525C4%25258Dloveka&1

[11] http://planetavedomosti.iedu.sk/page.php/resources/view_all?id=minutovy_objem_srdca_obehova_sustava_prevodovy_system_prietok_krvi_cez_organy_refulacia_nervovou_sustavou_regulacia_hormonalnou_rytmus_srdce_srdcovy_cyklus_stimulator_systolicky_tolak_vnutorna_stavba_vonkajsia

[12] Jakubíková A. (2018)

[13] https://www.youtube.com/watch?v=CJjzBnzrceE

Aplikácia kritického myslenia pri vyučovaní stavby a funkcie tráviacej sústavy

Application of critical thinking for teaching lessons of structure and function of digestive system

Nikoleta Lásková [1]
Školiteľ: Anna Sandanusová[2]
[2]Katedra zoológie a antropológie, FPV UKF, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
[1] nikoleta.laskova@student.ukf.sk, [2] asandanusova@ukf.sk

Abstrakt

Cieľom príspevku je vytvoriť portfólio modelových príprav vyučovacích hodín z biológie pre 3.ročník gymnáziá s dôrazom na rozvoj kritického myslenia. Modely budú pozostávať z rozsiahleho spektra vyučovacích metód a foriem rozvíjajúci tvorivosť a kritické myslenie. V prvej časti sa zameriavame na rôznych autorov, ktorí definujú kritické myslenie rôznym spôsobom. Táto časť sa venuje fylogenéze tráviacej sústavy, funkcii tráviacej sústavy človeka a taktiež chorobám tráviacej sústavy. Zaoberá sa procesom trávenia, vstrebávania a vedie žiakov k správnym stravovacím návykom. V druhej časti sú rozpracované modely vyučovacích hodín na tému Tráviaca sústava človeka s tým, že sú využité rôzne metódy rozvíjajúce kritické myslenie, ako napríklad pokus, diskusia a taktiež úlohy s využitím modernej výpočtovej techniky a internetu. Metódy rozvíjajúce kritické myslenie boli využívané v rôznych fázach vyučovacieho procesu. V súvislosti so splnením cieľa je možnosť prezentácie vyučovacích hodín, ktoré umožnia žiakom aktívne sa zapájať do vyučovacieho procesu, nadobudnúť a prehĺbiť si vedomosti o tráviacej sústave. V modeloch vyučovacích hodín je uprednostnená práca žiakov v malých skupinách. V určitých častiach vyučovacieho procesu je využitá individuálna forma osvojenia si poznatkov a taktiež je podporovaná možnosť sebarealizácie žiakov počas vyučovacieho procesu.

Kľúčové slová: modely vyučovacích hodín, kritické myslenie, tráviaca sústava, vyučovacie metódy, moderná výpočtová technika

Abstract

The aim of the paper is to create a portfolio of model preparation of teaching lessons from biology for 3rd year grammar school with emphasis on the development of critical thinking. The models will consist of a wide range of teaching methods and forms that develop creativity and critical thinking. In the first part, we focus on different authors who define critical thinking in different ways. This section focuses on the phylogeny of the digestive system, the function of the digestive system of humans and also on diseases of the digestive system. It deals with the process of digestion, absorption and leads the pupils to the right eating habits. In the second part there are elaborated models of lessons on the subject Human digestive system, using various methods developing critical thinking, such as experiment, discussion and also tasks using modern computing and the Internet. Methods developing critical thinking have been used in various phases of the teaching process. In order to meet the goal, there is the possibility of presenting lessons to enable pupils to actively engage in the learning process, to acquire and deepen knowledge of the digestive system. In classes of lessons, it is preferable to work in small groups. In some parts of the learning process, an individual form of learning is used, as well as the possibility of self-learning of pupils during the teaching process.

Key Words: models of teaching lessons, critical thinking, digestive system, teaching methods, modern computing technology

Úvod

Biológia je veda o živote a okrem iného sa zaoberá aj stavbou ľudského tela a jeho vnútornými orgánmi. Mať dobré vedomosti a znalosti o ľudskom tele, jeho orgánoch je v súčasnej dobe veľmi dôležité, nie len pre dospelého jedinca ale aj pre deti školského veku. Len zdravý jedinec môže dosahovať výborné výsledky vo výchovno-vzdelávacom procese a tak sa plnohodnotne pripraviť na vstup do života dospelých a uplatniť sa v práci.

Ak chceme, aby sa v dospelosti naše deti aktívne zapojili do každodenného života spojeného s pracovnými povinnosťami je potrebné už od malička rozvíjať ich osobnosť, individualitu, podporiť ich tvorivosť a získavanie nových vedomostí. Preto je potrebné aj vo výchovno-vzdelávacom procese rozvíjať osobnosť dieťaťa a študenta, viesť ho k samostatnej práci, rozvíjať tvorivosť a tiež okrem iného aj kritické myslenie. Cieľom predkladaného príspevku je vytvorenie portfólia modelových príprav vyučovacích hodín z biológie pre 3.ročník gymnáziá s dôrazom na rozvoj kritického myslenia. Prehĺbením znalostí o procese trávenia a vstrebávania budú žiaci vedení k správnym stravovacím návykom a tiež k dodržiavaniu zdravej a racionálnej výživy. Pri štúdiu tráviacej sústavy sa venujeme aj chorobám tráviacej sústavy a príčinám ich vzniku. Z viacerých výskumov jednoznačne vyplýva, že za vznik mnohých chorôb tráviacej sústavy sú zodpovedné nesprávne stravovacie návyky, nedodržiavanie životosprávy a prejedanie sa, alebo naopak je to hladovanie. Príčinou vzniku problémov súvisiacich s trávením môžu byť aj psychické problémy.

Z hore uvedeného nám jednoznačne vyplýva ako je dôležité venovať sa štúdiu a vzdelaniu. Len jedinec, ktorý sa cíti zdravo a nemá zdravotné problémy sa môže aktívne zapájať do života, napríklad na škole, vo voľnom čase sa venovať tomu, čoho najviac zaujíma.

1 Princípy kritického myslenia

Kritické myslenie znamená schopnosť posúdiť nové informácie, pozorne a kriticky ich skúmať z viacerých hľadísk, tvoriť úsudky, posudzovať význam nových myšlienok a informácií pre svoje vlastné potreby [1].

V projekte Milénium bolo hlavnou myšlienkou dosiahnuť ideál edukácie, čo znamená vychovať a vzdelať človeka pre budúcnosť [2]. Ako predpoklad splniť myšlienku z projektu Milénium je výchova našich detí a žiakov ku kritickému mysleniu, čo je vlastne hlavným predpokladom dosiahnutia ideálu výchovy a vzdelávania. Z praxe a odbornej literatúry sa zistilo, že práve rozvoju kritického myslenia žiakov sa venuje veľmi malá pozornosť. Z toho vyplýva, že len málo pedagógov v praxi využíva princípy kritického myslenia v samotnom edukačnom procese, v procese výchovy a vzdelávania.

Medzi základné princípy kritického myslenia patrí: - dlhodobé efektívne učenie aplikovateľné v nových situáciách – to sa najviac deje vtedy, keď sa žiaci aktívne zúčastňujú na učení tak, že zvnútorňujú, syntetizujú a osvojujú si informácie; - učenie žiakov sa zefektívňuje vtedy, keď využívajú repertoár myšlienkových postupov – práve cez tieto postupy si žiaci zvnútorňujú proces učenia; - učenie a myslenie sa zintenzívňuje, keď žiaci majú možnosť aplikovať nové poznatky na autentické úlohy; -učenie sa eskaluje, keď je založené na predchádzajúcich vedomostiach a skúsenostiach žiakov – dovoľuje tak žiakom spojiť skôr nadobudnuté informácie s novými informáciami; - učenie je najlepšie v triede, kde sociomorálna atmosféra spočíva na vzájomnom rešpekte a porozumení dôležitosti komunity žiakov [3].

1.1 Stratégia vyučovania a učenia E-U-R

Komplexná stratégia E-U-R je vlastne základný komunikačný model vyučovania a učenia, ktorý nám ponúka rôzne stratégie a metódy, ktoré je možné aplikovať pri rozvoji kritického myslenia. Združenie Orava predkladá model plánovania výučby, ktorý je zameraný na väčšiu mieru zapojenia žiakov v edukácií a na ich aktívne učenie sa [4]. Túto stratégiu je možné použiť v každom ročníku a pri každom vyučovacom predmete, pretože pri učení žiak nepreberá hotové poznatky ale si ich sám zostavuje na základe svojich skúseností a získaných znalostí.

E-U-R prezentujú tri činnosti v komplexnej stratégii: E- evokácia, U- uvedomenie, R- reflexia. Tri činnosti stratégie učenia a myslenia E-U-R sú: Evokácia znamená rozhovor pred čítaním akéhokoľvek úryvku z textu. Zahŕňa otázky napríklad Aká je téma? Čo už o tejto téme viete? Čo očakávate, čo sa chcete alebo potrebujete o nej dozvedieť? Uvedomenie si významu predstavuje tiché čítanie a v tomto kroku sa žiaci stretávajú s informáciami, ktoré sú pre nich novými myšlienkami, ktoré predstavujú nové učivo. Reflexia predstavuje rozhovor po čítaní. Zahŕňa otázku Čo ste zistili? Učiteľ kladie otázky, ktorými navádza žiakov, takým spôsobom, aby dostal informácie , ktoré sú dôležité a neboli v predchádzajúcom bode. Žiaci odpovedajú na kladené otázky a učiteľ reaguje znovu s otázkou Prečo si to myslíte? [3].

1.2 Brainstorming

Medzi metódy podporujúce rozvoj kritického myslenia patrí metóda brainstorming. Tento význam znamená búrka v mozgu. Starší autori ju označujú ako burzu nápadov a považujeme ju za alternatívnu skupinovú vyučovaciu metódu. Brainstorming je považovaný za metódu, pri ktorej samotní žiaci sú aktérmi, ktorí sa podieľajú na objave nových prvkov. Hlavnou zásadou tejto metódy je uprednostňovanie množstva nápadov k danému problému pred prvotnou kritikou. Táto metóda uvádza, že jednotlivci nevyslovia svoje nápady,

z toho dôvodu, že sú neuskutočniteľné, smiešne, zlé až bláznivé [5].

Postupujeme v štyroch základných etapách: - oboznámenie žiakov s problémom a pravidlami; - vlastný brainstorming (na papier alebo na tabuľu píšu žiaci nápady, aby ich videl každý žiak, pričom dodržiavame pravidlo nehodnotiť zverejnené nápady) - prestávka, to znamená že hovoríme o individuálnom časovom hľadisku, ktoré môže trvať niekoľko minút alebo aj niekoľko dní, záleží od charakteru a závažnosti probléme; - hodnotenie návrhov (jedná sa o niekoľko kritérií (5-6), na základe ktorých triedime samotné návrhy, v diskusii hľadáme dôvody a najlepšie vyberáme). Práve v tejto etape je dôležité kritické myslenie, hľadanie dôsledkov, kritérií a dokazovanie. Vo fáze hodnotenia návrhov dáva dôraz na pravidlá a zásady autora tejto metódy, pretože na začiatku nie je žiadúca kritika nápadov a v druhom kroku je nútenou požiadavkou hodnotenie a argumentovanie [6].

2 Materiál a metodika

Na dosiahnutie cieľov danej témy sme si stanovili niekoľko čiastkových cieľov a jednotlivých postupov práce. Pri zadaní témy sme si upresnili obsah a rozsah tém, ktorými sa budeme zaoberať. Návštevami knižníc a zozbieraním potrebnej odbornej literatúry, ktorá nám slúžila ako podklad pri charakteristike kritického myslenia. Štúdiom údajov zo zdrojov biologickej literatúry sme sa zamerali na Tráviacu sústavu človeka. Na danú tému sme vytvorili modely vyučovacích hodín, v ktorých sme využili didaktické a moderné technické pomôcky. Tieto sme zároveň využili aj pri osvojovaní si daného učiva. Pre lepšiu vizualizáciu sme využili aj medzipredmetové vzťahy. Použili sme názorné obrázky, modely ľudského tela a ľudských orgánov. Modely vyučovacích hodín budú obsahovať široké spektrum vyučovacích metód, vyučovacích stratégií a foriem s dôrazom na rozvoj tvorivosti a kritického myslenia. Pôjde o moderné a netradičné priblíženie učiva prostredníctvom objavného vyučovania a jednoduchých experimentov s využitím mezdipredmetových vzťahov.

2.1 Prvý model – Tráviaca sústava a fyziológia trávenia

Evokácia

Hlavným zámerom úvodnej úlohy je zistiť, čo si žiaci pamätajú zo ZŠ o tráviacej sústave človeka a zopakovať si základné pojmy, ktoré súvisia s danou témou. Pýtajte sa otázky:

Charakterizujte tráviacu sústavu.

Vymenujte časti tráviacej sústavy.

Rozhodnite, aké funkcie spĺňa tráviaca sústava.

Z dialógu učiteľa so žiakmi má vyplynúť: Tráviaca sústava je tráviaci trakt, po prípade tráviaci systém a je to skupina orgánov. Tráviaca sústava pozostáva z ústnej dutiny, hltanu, pažeráka, žalúdka, pečene, žlčníka, podžalúdkovej žľazy, tenkého, hrubého čreva a konečníka. Tráviaca sústava má funkciu postupného trávenia – rozklad zložitých látok z potravy na jednoduché látky pomocou enzýmov.

Uvedomenie si významu

V hlavnej časti návrhu metodiky využijeme prácu žiakov v skupinách. Každá skupina dostane učebný text a didaktický materiál. Skupina je oboznámená s jednotlivými úlohami. Táto časť vyučovacej hodiny bude pozostávať z dvoch častí. V prvej časti budú skupiny žiakov pracovať na vypracovaní zadaných úloh – oboznámenie sa s novým učivom. Toto bude trvať 15 minút. V druhej časti budú jednotlivé skupiny prezentovať naštudované a zistené nové informácie z danej témy. Táto časť taktiež bude trvať 15 minút.

1.časť: Najprv sa žiaci rozdelia do troch skupín. Prvá skupina pripraví výklad a prezentáciu tráviacej rúry, ktorá pozostáva ústnej dutiny, hltanu a pažeráka. Druhá skupina bude prezentovať žalúdok, tenké črevo a tretia skupina bude mať hrubé črevo, tráviace žľazy a konečník. Všetky tri skupiny majú za úlohu si prečítať text z učebnice, vyhľadať informácie v odbornej literatúre aj na internete a preštudovať si vizuálny materiál na danú tému z portálu Planéta vedomostí. Následne si získané informácie zapíšu na papier a zároveň si pripravia výklad danej témy. Učiteľ usmerňuje žiakov pri spracovaní materiálu a prípravy na výklad učiva.

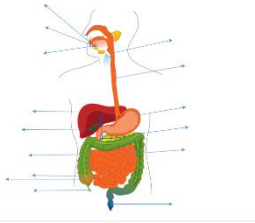
2.časť: Žiaci dostanú inštrukcie k výkladu nového učiva. Žiaci si stanovia postupnosť ako budú výklad prezentovať. Podmienkou je, aby sa do výkladu zapojil každý člen skupiny. Súčasťou výkladu je použitie a využitie pracovného listu a didaktických pomôcok, ktoré si žiaci v skupine zvolia. Môžu využiť internet, model tráviacej sústavy v životnej veľkosti a dataprojektor. Táto časť bude trvať 15 minút, pričom každá skupina bude mať približne 5 minút na výklad a prezentáciu naštudovaných informácii.

Reflexia

Zámerom je zopakovanie získaných vedomostí o tráviacej sústave, zistenie v čom majú nedostatky, čo nepochopili, bolo nezrozumiteľné a doplniť tieto informácie.

Žiaci si prehĺbili vedomosti o tráviacej sústave, získali prehľad o tráviacich žľazách, o funkciách

tráviacej sústavy, vstrebávaní a odstraňovaní nestráviteľných odpadových látok. V záverečnej časti hodiny žiaci pracujú s pracovnými listami každý jednotlivo. Na základe získaných informácii vyplnia prvý pracovný list, podľa ktorého musia pomenovať jednotlivé orgány tráviacej sústavy.



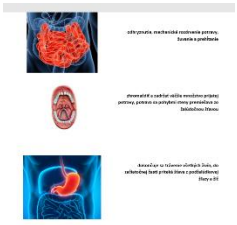
Obr. 1 Cvičenie – stavba tráviacej sústavy [7]

Následne vyplnia druhý pracovný list, ktorého úlohou je doplniť k jednotlivým orgánom tráviacej sústavy ich funkcie.

Jednotlivé orgány tráviacej rúry	Hlavná funkcia
jazyk	
žalúdok	
tenké črevo	
pečeň	
podžalúdková žľaza	
hrubé črevo	

Obr. 2 Cvičenie – orgány tráviacej sústavy [7]

Na záver majú úlohu, pri ktorej musia pospájať zobrazené jednotlivé orgány tráviacej sústave k svojim funkciám.



Obr. 3 Cvičenie – orgány tráviacej sústavy [7]

Po práci s pracovnými listami budú žiaci diskutovať o správnych riešeniach úloh z pracovných listov. Nakoniec sa učiteľ spýta, čo ich najviac zaujalo.

2.2 Druhý model – Činnosť ústnej dutiny, hltanu a pažeráka

Evokácia

Účelom tejto časti je nadviazať na získané vedomosti žiakov už zo ZŠ o ústnej dutine a pažeráku, vzbudiť záujem a zvýšiť aktivitu žiakov o prehĺbenie si vedomostí z danej témy. Pýtajte sa otázky:

Aká je funkcia ústnej dutiny ?

Vysvetlite rozdiel medzi trvalým a mliečnym chrupom.

Rozhodnite, aké druhy zubov poznáme a charakterizujte každý z nich.

Charakterizujte základnú stavbu zubu.

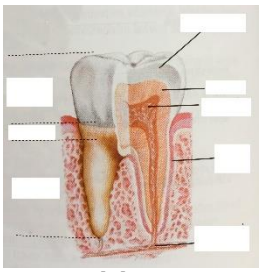
Z dialógu učiteľa so žiakmi má vyplynúť:

Funkciou ústnej dutiny je mechanické rozdrobenie potravy, premiešanie so slinami a následne posúvanie potravy do žalúdka. Mliečny chrup tvorí 20 zubov, ktoré postupne vypadajú a sú nahradené trvalými zubami v počte 32 zubov. Zuby poznáme rezáky, očné zuby, stoličky a črenové zuby. Základná stavba zubu pozostáva z korunky, zubnej skloviny, zuboviny, zo zubnej drene, krčku, koreňa, zubného cementu, nervov a krvných vlásočníc.

Uvedomenie si významu

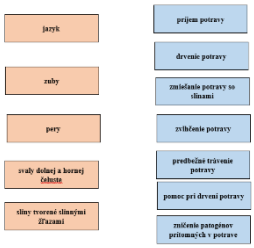
V hlavnej časti využijeme bádateľské metódy na rozvíjanie nadobudnutých vedomostí o ústnej dutine a pažeráku. Žiaci budú mať k dispozícii štyri úlohy na porozumenie.

1.úloha bude zameraná na stavbu zubu. Žiaci budú mať k dispozícii model zubu a majú popísať jeho vnútornú stavbu.



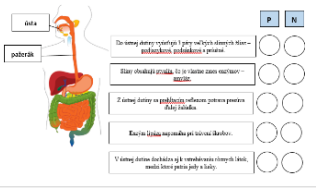
Obr. 4 Cvičenie – stavba zubu [8]

2.úloha je priraďovacia. Žiaci k jednotlivým častiam ústnej dutiny musia priradiť ich funkcie pri prijímaní potravy.



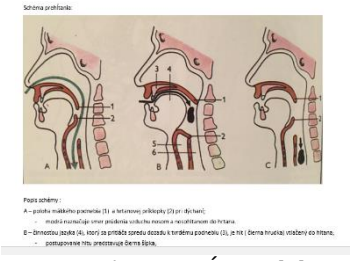
Obr. 5 Cvičenie – jednotlivé časti ústnej dutiny [7]

3.úloha pozostáva z toho, že žiaci budú mať k dispozícii model tráviacej sústavy, v ktorom bude vyznačená ústna dutina a pažerák. V cvičení budú mať výroky a ich úlohou bude overiť, či je to pravdivosť alebo nepravdivosť.



Obr. 6 Cvičenie – ústna dutina a pažerák [7]

4.úloha je zameraná na doplnenie chýbajúcich slov. Žiaci budú mať k dispozícii obrázok a animáciu pre lepšie pochopenie procesu prehĺtania.



Obr. 7 Cvičenie – schéma prehĺtania [9]

Reflexia

Vypracovaním úloh si žiaci utvrdia a zovšeobecnia dostupné informácie o ústnej dutine, pažeráku a ich činnosti. Sledovaním názornej ukážky funkcie chrupkovitej príchlopky si uvedomia mechanizmus prehĺtania prijatej potravy. Žiakom treba zdôrazniť, že mliečny chrup nemá črenové zuby. Diskutujte so žiakmi o potrebe a nevyhnutnosti starostlivosti o chrup a hygiene ústnej dutiny. Uvedené informácie žiaci môžu vyhľadávať prostredníctvom internetu a diskutovať o ich názoroch na danú tému. Taktiež žiaci budú mať k dispozícii pre rýchlejšie zistenie informácii odborný článok [10].

2.3 Tretí model – Zásady správnej výživy

Evokácia

Zámerom je nadviazať na nadobudnuté vedomosti o zdravej výžive, o nutnosti plnohodnotnej stravy, vedomosti o vitamínoch, orgánoch tráviacej sústavy , vzbudiť a prehĺbiť záujem o danú problematiku. Pýtajte sa otázky:

Rozhodnite, ktoré základné druhy živín obsahuje potrava.

Zdôvodnite, aký význam majú pre človeka cukry, tuky, bielkoviny, vitamíny, voda, minerálne látky.

Vysvetlite najčastejšie chyby v stravovaní.

Ktoré ochorenia spôsobuje nesprávne stravovanie.

Z dialógu učiteľa so žiakmi má vyplynúť:

Zložkami potravy sú cukry, tuky, bielkoviny, voda, vitamíny, minerálne látky, stopové prvky a vláknina. Cukry predstavujú pre človeka najľahší zdroj energie pre metabolické procesy v podobe polysacharidov a disacharidov. Bielkoviny sú stavebné látky, ktoré sa zúčastňujú na všetkých procesoch a vstrebávajú sa v podobe aminokyselín. Tuky tvoria stavebnú časť buniek a sú zásobným zdrojom energie. Vitamíny sú organické látky. Organizmus si ich nedokáže syntetizovať, okrem vitamínu K_2, ktorý produkuje bakteriálna mikroflóra tenkého čreva. Ostatné vitamíny sa do tela dostávajú potravou. Minerálne látky sa vyskytujú len v malých množstvách a telo nie je schopné si ich vytvoriť. Voda je základom pre život človeka. Pravdepodobne žiaci odpovedia, že medzi najčastejšie chyby v stravovaní môže byť neprimeraný príjem tukov a cukrov, dodržovanie nelogických diét, prejedanie a nedostatok pitia vody. Medzi ochorenia, ktoré spôsobujú nesprávne stravovanie patria bulímia, anorexia, hladovanie, podvýživa a mnoho ďalších. Pokračujte v riadenom rozhovore so žiakmi, pýtajte sa otázky:

Rozhodnite, ktoré základné funkcie človeka zásadne ovplyvňuje správna výživa.

Poukážte, aké dôsledky môže mať podvýživa až hladovanie na zdravie človeka.

Cieľom je, aby sa žiaci sami zamysleli nad možnými dôsledkami a vplyvmi rôznych faktorov a čo môžeme spraviť pre ochranu nášho zdravia. Zrejme žiaci odpovedia, že podvýživu a hladovaniu spôsobuje nedostatočný prijem živín, ktorý vedie k ubúdaniu telesnej hmotnosti.

Dnes si vytvoríme takúto situáciu, keď sa stanete na chvíľu rodičmi, ktorí majú dieťa so zlým zdravotným stavom (napr. obézne dieťa). Niektorí z vás sa stanú špecialistami v odbore psychológ, lekár a poradca na výživu.

Uvedomenie si významu

Žiakov rozdelíme na skupiny. Pripravíme a zrealizujeme besedu, v ktorej bude mať každý žiak rolu.

1.časť aktivity pozostáva z prípravy besedy a podania inštrukcií žiakom k tejto aktivite. Žiakom v skupinkách pridelíme úlohy:

- skupina odborníkov – lekár, psychológ a odborný poradca zdravej výživy, - skupina rodičov s deťmi – žiaci vytvoria dvojice (prejavy chorôb detí: bulímia, anorexia, chudokrvnosť a obezita) , jeden je rodič a druhý je dieťa,- zvyšok žiakov búdu predstavovať pozorovateľov. Žiaci budú mať sprístupnené pracovné listy, ktoré budú obsahovať články a budú sprístupnené podľa ich rolí. Poprípade môžu využívať aj internet na vyhľadávanie ďalších informácii.

2.časť aktivity obsahuje rozdelenie rolí a následne si prečítajú text, podľa ich rolí. Sprístupnené budú texty pre lekára [11], text pre psychológa [12] a pre odborného poradcu zdravej výživy [13].

Podľa vlastného uváženia si môžu vyhľadať informácie aj na internete a pripravia si otázky.

3.časť aktivity pozostáva z realizácie besedy. Na začiatku oznámime žiakom dĺžku trvania besedy. Poradca zdravej výživy privíta odborníkov a rodičov s deťmi. Na úvod besedy povie pár slov o zdravej výžive a vyzve skupinu rodičov a detí, aby sa s nimi podelili o problémy, ktoré majú. Následne rodičia a deti hovoria o problémoch týkajúcich sa ich zdravotného stavu, prijatej stravy a kladú otázky odborníkom. V závere besedy dostane možnosť na kladenie otázok aj skupina divákov, odborníci odpovedajú na kladené otázky s možnosťou využitia internetu. Vy ako učiteľ môžete vystupovať v úlohe diváka, zapájať sa do diskusie a klásť doplňujúce otázky.

Reflexia

Na konci aktivity zhrnieme informácie a závery zo spoločnej diskusie a besedy. Žiaci si zároveň rozšíria vedomosti o nové informácie a poznatky. Žiaci už majú dostatočné informácie o negatívnych vplyvoch na stravovanie, ako toto vplýva na zdravie a uvedomujú si význam zdravia pre život človeka a kvalitu jeho života. Diskutujte so žiakmi o vplyvoch nezdravej stravy na zdravie. Zdôraznite dôležitosť vyváženej stravy a vytvorenie si hodnotového stravovacieho jedálnička. Žiaci dostanú ako domácu úlohu si vytvoriť potravinovú pyramídu a zostaviť si denný jedálny lístok, aby zodpovedal zásadám zdravej výživy. Jedálniček bude pozostávať z raňajok, desiaty, obedu, olovrantu a večere. Pýtajte sa žiakov: Čo by ste sa ešte chceli dozvedieť o danej téme? Čo vás najviac zaujíma?

2.4 Štvrtý model – Vitamíny

Evokácia

Hlavným zámerom je nadviazať na vedomosti žiakov o vitamínoch a vzbudiť ich záujem o rozšírenie vedomosti. Pýtajte sa otázky:

Vysvetlite, aký význam majú vitamíny v tele človeka.

Rozhodnite, ktoré vitamíny sú pre život nevyhnutné.

Porozmýšľajte, či si telo môže samo vytvoriť vitamíny.

Zdôvodnite, prečo jednu skupinu vitamínov nazývame nervové vitamíny.

Z dialógu učiteľa so žiakmi má vyplynúť:

Vitamíny sú látky, ktoré sú potrebné pre rast a chod organizmu. Pre život sú potrebné všetky skupiny vitamínov, či sú to vitamíny rozpustné vo vode (medzi ktoré patria vitamín C, vitamíny skupiny B a kyselina listová) alebo vitamíny rozpustné v tukoch (A, D, E a K). Vitamíny nie sú stavebnou látkou a ani zdrojom energie, preto si väčšinu z nich telo nedokáže syntetizovať alebo iba v malom množstve, ako napríklad K_2 a ostatné sa musia do tela dostávať vo forme potravy. Medzi nervové vitamíny patria vitamíny skupiny B, ktoré sú potrebné pre správnu funkciu nervového tkaniva. Pokračujte v riadenom rozhovore so žiakmi, pýtajte sa otázky:

Uvažujte či môže nedostatok vitamínov spôsobiť nejaké ochorenia.

Ako sa môžeme pred tým chrániť ?

Cieľom je, aby sa žiaci sami zamysleli nad možnými dôsledkami rôznych faktorov a čo môžeme spraviť pre ochranu nášho zdravia a tela. Ich odpoveď by pravdepodobne bola, že ak svojmu telu neposkytneme dostatok vitamínov, tak môže viesť k ich poklesu zásob a zároveň aj k poklesu aktivity enzýmov a hormónov, pretože sú súčasťou enzýmov.

Rozvíjajte diskusiu so žiakmi:

Medzi vitamíny rozpustné vo vode patrí vitamín C, z toho vyplýva, že v tukoch by nemal byť rozpustný.

Je to naozaj tak, alebo sa rozpustí aj v tuku ?

Čo spôsobuje nedostatok prípadne nadbytok vitamínu C v našom tele ?

Uvedomenie si významu

V hlavnej časti metodiky využijeme bádateľskú metódu na dokázanie, či sú šumivé tablety vitamínu C rozpustné vo vode aj v tukoch. Tento dôkaz bude prvou úlohou. Šumivé tablety vitamínu C sme si zvolili preto, lebo sú ľahšie dostupné napr. v lekárňach alebo v obchodoch s potravinami ako čistá kyselina askorbová. Žiaci pokus so šumivými tabletami vitamínu C môžu zrealizovať samostatne v rámci domácej úlohy. V druhej úlohe budú mať žiaci za úlohu vyhľadávať informácie o vitamínoch na internete, pričom sa bude pracovať vo dvojiciach.

Úloha 1: Dokázať rozpustnosť šumivej tablety vitamínu C vo vode.

1.Pripravíme si pomôcky na zrealizovanie pokusu. Žiaci budú rozdelení do dvojíc a každá dvojica dostane dve sklenené poháre. V jednom pohári sa bude nachádzať voda a do druhého pohára pridáme olej. Následne vložíme tabletu rozpustného vitamínu C. Budeme pozorovať ako zreaguje šumivá tableta vitamínu C vo vode a ako zreaguje v tuku.

2. Pozorovanie:

Po pridaní šumivej tablety vitamínu C do pohára so samostatným olejom neprebieha žiadna reakcia. Následne prilejeme trochu vody do pohára, v ktorom sa

nachádza olej a sledujeme reakciu, pri ktorej sa šumivá tableta vitamínu C začne rozpúšťať. Tableta sa rozpúšťala len vo vode ale pri intenzívnom pretrepávaní sa šumivá tableta vitamínu C v oleji nerozpúšťala, s olejom nezreagovala.

Po určitom čase došlo k ustáleniu hladín obidvoch kvapalín a ich úplnému oddeleniu, čo dokazuje, že voda s olejom je nemiešateľná. Týmto sme dokázali, že olej má menšiu hustotu ako voda. Pretože po pridávaní vody do oleja, nám voda klesla ku dnu a olej vystúpil hore.

Obr. 8 Čistý olej v pohári (foto Lásková, N., 2018), [14]

Obr. 9 Vhodenie šumivej tablety rozpustného vitamínu C do pohára s olejom (foto Lásková, N., 2018),), [14]

Obr. 10 Následne sa prileje voda (foto Lásková, N., 2018),), [14]

Obr. 11 Tableta vitamínu C po úplnom rozpustení (foto Lásková, N., 2018),), [14]

Obr. 12 Ustálenie hladín (foto Lásková, N., 2018),), [14]

Dokázali sme, že vitamín C patrí medzi vitamíny rozpustné vo vode. Vitamín C sa v žiadnom prípade nerozpúšťa v oleji (v tukoch). Následne sa zistilo, že voda nie je miešateľná s olejom, čo je dôsledkom menšej hustoty oleja ako vody.

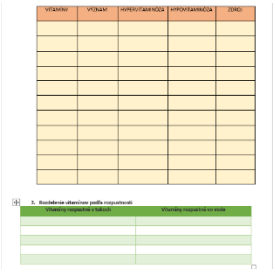
Úloha 2: Žiaci majú za úlohu vyhľadať informácie o vitamínoch a ich význame na internete, z didaktického materiálu, z encyklopédií, z odbornej literatúry a učebného textu. Majú zistiť ako vplýva nadbytok a nedostatok vitamínov v tele človeka na metabolické procesy. Nastáva samostatná práca žiakov s pracovným listom, ktorý sa nachádza v závere dokumentu.

Žiakom dáme k dispozícii pracovný list s úlohami:

1.Nájdite na internete alebo v učebných textoch informácie o jednotlivých vitamínoch, ich význame, roztrieďte ich podľa rozpustnosti a ich účinku na ľudský organizmus.

2.Nájdené údaje prehľadne zapíšte do vyhotovenej tabuľky.

3. Zamyslite sa nad účinkami nadmerného užívania a nedostatku vitamínov na zdravie.



Obr. 13 Pracovný list [15]

Reflexia

Hlavným zámerom je analyzovať vypracované listy žiakov a diskutovať o zisteniach, zovšeobecniť závery zo spoločnej diskusie, zodpovedať vzniknuté otázky a doplniť informácie.

Žiaci si uvedomujú význam zdravej výživy bohatej na vitamíny. Na záver môžeme položiť pár otázok: *Čo*

považujete za zdroj vitamínov ? Kedy je ich dosť a kedy málo ?

2.5 Piaty model – Tráviaca sústava a fyziológia trávenia

Evokácia

Hlavným zámerom úvodnej časti je zopakovanie si základných vedomostí o tráviacej sústave. Pýtajte sa otázky:

Rozhodnite, ktoré orgány zaraďujeme do tráviacej sústavy.

Charakterizujte význam žalúdočnej sliznice a rozhodnite, ktoré sú hlavné súčasti žalúdočnej šťavy.

Vysvetlite význam tenkého čreva a charakterizujte niektoré choroby tráviacej sústavy.

Z dialógu učiteľa so žiakmi má vyplynúť: Tráviaca sústava pozostáva z ústnej dutiny, hltanu, pažeráka, žalúdka, pečene, žlčníka, dvanástnika, tenkého čreva, slepého čreva, červovitého prívesku, hrubého čreva, konečníka a análneho otvoru. Žalúdočná šťava je zložená z kyseliny chlorovodíkovej, z hlienu (mucínu) a z enzýmov, medzi ktoré patria pepsín, lipáza a chymozín. V tenkom čreve prebieha podstatná časť trávenia i vstrebávania. K viacerým ochoreniam tráviacej sústavy patrí tvorba vredov, zápal slepého čreva a celiakia.

Uvedomenie si významu

V tejto časti prejdeme k praktickému zrealizovaniu samotného kvízu.

1.Rozdelenie žiakov :

Žiakov rozdelíme do troch trojčlenných skupín. Dvaja žiaci budú mať úlohu moderátorov a zvyšní žiaci budú predstavovať skupinu divákov (budú odpovedať na otázky samostatne). Vy ako učiteľ budete mať rolu porotcu.

2.Zrealizovanie a vysvetlenie kvízu:

Moderátori privítajú účastníkov kvízu a divákov. Potom moderátori oznámia, že kvíz bude pozostávať z troch kôl a tieto kolá budú zamerané na zhrnutie celej tráviacej sústavy a výživy. Každé kolo bude zahŕňať 5 otázok a na vypracovanie každej otázky majú súťažiaci a diváci 1 minútu. Odpovede budú zaznamenávať do pripravených hárkov. Po ukončení každého kola jeden z moderátorov pozbiera hárky s odpoveďami a počas opravovania budú žiakom prezentované krátke videá. Po ukončení 1.kola bude prezentované video zamerané na tému Metabolizmus proteínov [16].

Po 2.kole budú prezentované 2 videá. Jedno video bude zamerané na trávenie a druhé na tému „ Čo by sa stalo ak by sme prestali jesť“ ? [17]. Na záver 3.kola sa spočítajú všetky body súťažiacich, divákov a následne bude prezentované posledné video [18].

Reflexia

V závere sa bude viesť diskusia a následne z diskusie vyplynú správne odpovede kvízu. Bude to zhrnutie učiva, nakoľko počas kvízu nebol čas podrobnejšiemu rozobratiu kvízových otázok. Majú žiaci možnosť prehĺbiť si svoje vedomosti a zopakovať učivo o tráviacej sústave.

Záver

Cieľom a zámerom predpokladaného príspevku bolo vytvorenie modelov vyučovacích hodín venujúcich sa téme Tráviacej sústavy človeka s použitím rôznych metód podporujúcich rozvoj tvorivosti a kritického myslenia. Štúdiom dostupnej odbornej literatúry sme sa hlbšie pozreli na problematiku rozvoja kritického myslenia a tvorivosti žiakov v súčasnej dobe. Tým, že podporíme aktivitu žiakov vo vyučovacom procese zapájame ich do rôznych činností, ktoré nie sú len opakovanie a „biflovanie sa učiva“, ale žiakom umožníme rozmýšľať o informáciách, ktoré sú im prezentované na danú tému a majú možnosť osvojovať si tak nové poznatky.

V modeloch vyučovacích hodín, ktoré sú prezentované uvádzame rôzne metódy a stratégie podporujúce rozvoj tvorivosti žiakov a rozvoja kritického myslenia. Každý model vyučovacej hodiny je venovaný inej téme učiva a sú použité iné metódy a stratégie rozvoja kritického myslenia. Vyučovacie hodiny majú niekoľko častí, kde v prípravnej fáze zisťujeme vedomosti, ktoré žiaci už majú osvojené zo základnej školy. V ďalšej časti vyučovacej hodiny sa venujeme osvojeniu si nového učiva a záverečná časť je venovaná zhrnutiu celej vyučovacej hodiny. Takýmto spôsobom má možnosť učiteľ získať dokonalý prehľad o tom, čo žiaci ovládajú a v čom majú nedostatky. Výberom vyučovacích metód má učiteľ možnosť zapojiť do vyučovacieho procesu každého žiaka v triede. Využitím modernej výpočtovej techniky a internetu sa stáva osvojenie si nových vedomostí pre žiakov atraktívnejšie.

Poďakovanie

Rada by som sa poďakovala svojej školiteľke PaedDr. Anne Sandanusovej, Ph.D. za pomoc a jej cenné rady, ktoré mi poskytla pri písaní predkladaného príspevku. Práca je súčasťou projektu APVV 14 - 0446 Hodnotenie kompetencií učiteľa.

Použitá literatúra

[1] Grecmanová H., Urbanovská E., Novotný P. (2000) Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků. HANEX, Olomouc, s.
[2] Turek I., Zelina M., Rosa V. (2000) Koncepcia rozvoja výchovy a vzdelávania v Slovenskej republike na najbližších 15-20 rokov (projekt „Milénium“). (cit.2012-03-18). Dostupné z: http://www.minedu.sk/DaA/ZVaVzdel/VaVSR/milenium.rtf
[3] Meredith S., Steele J. (1997) Seminár pre riaditeľov základných škôl regiónu Orava: Projekt Iowa/Orava.
[4] Petrasová A. (2008) Kriticky mysliaci učiteľ – tvorca kvality školy. Rokus, Prešov, s.
[5] Osborn A. F. (1963) Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem Solving. Scribner, New York, p.
[6] László K. (1998) Všeobecná didaktika pre poslucháčov pedagogických škôl. AMOS, Vrútky, s.

Obrázky boli použité z týchto zdrojov:

[7] Nikoleta Lásková (2018), upravené podľa Planéty vedomostí
[8] Kočárek (2010) Biologie člověka. NAKLADATELSTVÍ SCIENTA, spol. s r. o., Praha,s.
[9] Stloukal M. a kol. (1998) Biológia pre 3.ročník gymnázií. MEDIA TRADE, Bratislava, s.
[10] https://primar.sme.sk/c/4117348/starostlivost-o-chrup-a-hygiena-ustnej-dutiny.html
[11] https://www.zdravie.sk/choroba/29605/anorexia-bulimia-a-poruchy-prijmov-potravy
[12] http://www.pluska.sk/izdravie/zdrave-dieta/2013/psychologicka-za-prejedanie-obezitu-deti-moze-aj-stres.html
[13] https://zdravie.pravda.sk/zdrava-vyziva/clanok/356026-civilizacne-choroby-mozeme-ovplyvnit-stravou-10-tipov-ako-sa-zdravo-stravovat/)
[14] Lásková, N., (2018)
[15] Nikoleta Lásková (2018), upravené podľa učebnice biológia pre 3.ročník gymnázií

Videá boli použité z týchto zdrojov:

[16] https://www.youtube.com/watch?v=Qu3za1rCnyY
[17] https://www.youtube.com/watch?v=PHDo8Qf4Nqs, https://www.youtube.com/watch?v=pf-xhKksRyM
[18] **https://www.youtube.com/watch?v=6X-euddGrmU**

Objavné vyučovanie a kritické myslenie tematického celku Civilizačné choroby

Discoverable teaching and critical thinking of the thematic complex of Civilization disease

Patrícia Martišková[1]
Školiteľ: Anna Sandanusová[2]
[1,2]Katedra zoológie a antropológie, FPV UKF, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra
[1] patricia.martiskova@student.ukf.sk, [2] asandanusova@ukf.sk

Abstrakt
Článok je zameraný na využitie prvkov objavného vyučovania v biológii. Objavné vyučovanie je využívané pri tvorbe problémových úloh z biológie na základe, ktorých bola téma Civilizačné choroby odučená. Hlavným cieľom našej práce bolo odučiť tematický celok civilizačné choroby s využitím už spomínaných problémových úloh. Rovnako sme sa zamerali aj nato, aby sme žiakom, čo najlepšie vysvetlili civilizačné choroby na základe objavných a problémových úloh. Pomocou takýchto úloh si žiaci rozvíjajú nielen tvorivé, ale aj kritické myslenie. Prípravu, ktorú sme vytvorili je najvhodnejšie využiť pre žiakov 3. ročníka na gymnázií so štvorročným štúdiom alebo pre žiakov 7. ročníka na gymnáziu s osemročným štúdiom. Vybrané učivo je práve pre 3. ročník v súlade so štátnym vzdelávacím programom ISCED 3. Pomocou problémových a objavných úloh chceme u žiakov docieliť lepšie zapamätanie učiva a hlavne zábavnejšie vyučovanie. Toto vyučovanie sa od klasických hodín líši tým, že musia na vyriešenie úloh využívať logické myslenie, medzipredmetové vzťahy a tvorivosť.
Kľúčové slová: biológia, žiaci, civilizačné choroby, logické myslenie, objavné vyučovanie, problémové úlohy

Abstract
This article is based on the use of the elements of discoverable teaching in biology. Discoverable teaching is used when creating a problematic roles from biology, on which the theme of the Civilization disease has been teached. The main target of our job is to teach the thematic unit of the civilization disease whilst using these problematic roles. By creating this problematic roles, students can develop their creativity and also their critical thinking. This preparation is best to use for students from year 3 of the four year secondary school or year 7 of the 8 year secondary school. This subject content is exactly for the year 3 based on the education plan ISCED 3. Using these problematic role sme would like to help students to remember the contect and being some fun into the class. The difference between a normal lesson and a lesson where we create theese problematic roles is taht students have to use their thinking, creativity and their intermediate relationship.
Key Words: biology, students, civilization diseases, logical thinking, discoverable teaching, problematic roles

Úvod

V súčasnosti čoraz častejšie kladieme dôraz na objavné vyučovanie na školách. Avšak mnoho učiteľov tento spôsob vyučovania nevyužíva vo svojej praxi. Keďže v dnešnej dobe sú žiaci náročnejší na spôsob vyučovania (je ťažké ich niečím zaujať), je potrebné aby učitelia vymýšľali stále nové a nové spôsoby prezentovania učiva pre žiakov. Jedným z nich je práve objavné vyučovanie.

Práve preto sme si i my zvolili tému „Objavné vyučovanie a kritické myslenie tematického celku Civilizačné choroby“. Práca poukazuje na prvky objavného vyučovania (bádania) pomocou vytvorených problémových úloh pre žiakov. Pomocou už spomínaných problémových úloh bude učenie pre žiakov oveľa zaujímavejšie a zábavnejšie.

Objavné vyučovanie z pohľadu vedy súvisí s rozličnými postupmi, ktorými vedci skúmajú svet okolo nás a prezentujú svoje vysvetlenia získané na základe vedeckých dôkazov vyplývajúcich z ich práce [1].

Objavné vyučovanie z pohľadu žiaka súvisí s aktivitami, prostredníctvom ktorých si žiaci budujú poznatky a porozumenie vedeckých ideí ako aj pochopenie toho, ako vedci svet okolo nás skúmajú[1].

1 Základná charakteristika pojmu vyučovanie

Učenie a vyučovanie podlieha kontrole a previerke. Túto činnosť uskutočňujú nadriadené inšpekčné orgány a riaditeľ školy, ale predovšetkým ju uskutočňuje sám učiteľ. Jeho kontrola a preverovanie učebnej práce má

pre pracovnú a učebnú činnosť žiakov osobitne veľký význam. Učiteľ nezisťuje len dosiahnuté výsledky, ale súčasne kontroluje i samotný priebeh vyučovania a učenia. Špecifickým druhom kontroly učebnej činnosti žiakov sú skúšky. Skúšky sú forma kontroly a previerky učebnej práce žiakov, pri ktorej učiteľ skúma a zisťuje úroveň a kvalitu osvojených vedomostí, zručností a návykov, spôsob myslenia a vyjadrovania, schopnosť používať získané vedomosti v praxi a pri riešení praktických úloh [2].

1.1 Objavné vyučovanie

Objavovať znamená klásť otázky, skúšať, skúmať, uvažovať, identifikovať problémy a hľadať riešenia, kriticky hodnotiť problém, pri ktorého riešení sa objavovanie realizuje. To znamená, že počas vyučovania žiaci pracujú na úlohách alebo problémoch, kladú otázky, hľadajú prepojenia, na ktoré sa môžu odvolať, a zovšeobecňujú [3].

Objavovanie sa považuje za dôležité, pretože sa žiaci nielen naučia požadovanú informáciu a zapamätajú si ju, ale učia sa tiež tieto informácie aplikovať, aby mohli tvoriť zmysluplné otázky a tiež budovať svoje vlastné poznatky [4].

Objavné vyučovanie sa prikláňa k názoru, že učenie sa je i sociálny proces. Žiaci pracujú v skupinách, rozhodujú o procesoch a navzájom si pomáhajú. Prostredníctvom diskusie sa učia aktívne sa navzájom počúvať, deliť sa o svoje názory, stavať na myšlienkach niekoho iného, zvažovať rôzne názory a perspektívy, a primerane skúmať rozpory medzi nimi. Dôraz je kladený na efektívne kladenie otázok učiteľom, na dostatočný čas na premyslenie si odpovede pre žiakov a na kladenie prevažne deduktívnych otázok (začínajúce slovami: ako, ktoré, prečo) žiakmi, a nie len pozorovacích (začínajúci slovami : kto, čo, kedy, kde). Žiaci sa venujú relevantným témam, pričom sa berú do úvahy aj ich predchádzajúce vedomosti a skúsenosti [5].

1.2 Kritické myslenie

Kritické myslenie začína otázkami a problémami, ktoré je potrebné riešiť. Medzi základné vlastnosti ľudského bytia patrí zvedavosť. Proces učenia začína až vtedy, keď sa snažíme riešiť problémy a odpovedať na otázky. Skutočné učenie musí spočívať v nastoľovaní problémov, v procese hľadania riešení. V prípade, že učiteľ žiakom iba predloží, či nanúti hotové riešenie učenia sa demotivuje žiakov [6].

Kriticky mysliaci človek si vytvára vlastné riešenia problémov, ale zároveň ich dokáže obhájiť vlastnými dobrými argumentmi. Je si vedomí toho, že svoje riešenia musí vedieť prezentovať a pohľady na to zároveň zdôvodniť. Týmto sa rozvíja u žiakov logickosť a praktickosť. Vo výchovno-vzdelávacom procese pripustenie správnosti názoru iného žiaka zohráva dôležitú úlohu, ktorá pozitíve formuje celkovú osobnosť žiaka a zároveň poskytuje vzory prosociálneho správania [6].

2 Materiál a metodika

Našu prácu sme realizovali vo viacerých krokoch. Podľa nich sme postupovali pri spracovaní danej témy. Najskôr sme preštudovali literárne zdroje, ktoré sú zamerané na problematiku civilizačných chorôb. Ďalej sme preštudovali v súčasnosti platné učebnice biológie, ktoré sa používajú pri výučbe biológie na gymnáziách. Oboznámili sme sa so Štátnym a školským vzdelávacím programom a učebnými osnovami predmetu biológia 1. – 4. ročníka gymnázií a rovnako aj učebné osnovy predmetu biológia 5. – 8. ročníka na gymnáziu s osemročným štúdiom. Bola vytvorená modelová príprava s prvkami objavného vyučovania na tému Civilizačné choroby. Príprava bola odkonzultovaná s učiteľom biológie na Gymnáziu v Nitre, Golianovej ulici, kde bola odučená hodina biológie s využitím modelovej prípravy. Po odučení témy sme so žiakmi zrealizovali krátku diskusiu. Diskusia obsahovala otázky týkajúce sa názoru žiakov, či sa im takto odučená hodina páčila a či by prijali viac hodín biológie odučených práve takýmto spôsobom.

3 Výsledky a diskusia

Výsledkom nášho príspevku bola modelová príprava na tému Civilizačné choroby. Je spracovaná v súlade so Štátnym vzdelávacím programom pre žiakov 3. ročníka gymnázia alebo žiakov 7. ročníka gymnázia s osemročným štúdiom. Pre získanie dostatočných informácií o tematickom celku Civilizačné choroby sme pre žiakov pripravili jednotlivé problémové a objavné úlohy. Na základe týchto úloh si mali žiaci osvojiť a zapamätať nové učivo. Pripravili sme im pracovný list. Tento pracovný list žiaci vypĺňali počas vyučovacej hodiny biológie. Riešili ho žiaci 7. ročníka gymnázia s osemročným štúdiom. Tento výskum sme realizovali na Gymnáziu, Golianova 68, Nitra.

Príprava na vyučovaciu hodinu biológie sa skladá z viacerých častí. Prvou časťou je organizačná časť – obsahuje úvod hodiny (prezencia, príprava pomôcok). Druhá časť je opakovanie a kontrola vedomostí – obsahuje otázky s očakávanou odpoveďou na predchádzajúce učivo. Treťou časťou je

sprístupňovanie a osvojenie nového učiva – obsahuje motiváciu s využitím problémovej úlohy a obsahovú náplň nového učiva. Štvrtou časťou je upevnenie a zhrnutie učiva – obsahuje obraz tabule, kde sú vypísané nové pojmy pre žiakov. Poslednou časťou je zadanie domácej úlohy – obsahuje to, čo si majú žiaci pripraviť na ďalšiu hodinu.

3.1 Téma: Civilizačné choroby

Ročník: 3. ročník SŠ a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom
Typ hodiny: základný s prvkami objavného vyučovania
Výchovno – vzdelávacie ciele:
Vzdelávacie ciele:

- **Vysvetliť, opísať:**
  - Civilizačné choroby
  - Druhy cukrovky
  - Fázy AIDS
- **Poukázať na:**
  - Rakovinu
  - Srdcovo – cievne ochorenia
  - Cukrovka
  - AIDS

- **Sprístupniť nové pojmy**
  - Diabetes mellitus 1. typu
  - Diabetes mellitus 2. typu
  - ateroskleróza

Výchovné ciele:
Formatívne:
Poukázať na vzťah medzi:

- Civilizačné choroby ↔ bežné ochorenia
- rakovina ↔ srdcovo – cievne ochorenia
- faktory spôsobujúce rakovinu↔ faktory spôsobujúce srdcovo – cievne ochorenia
- tvorba inzulínu ↔ netvorenie inzulín

Rozvíjajúce:
Na základe riešenia problémových úloh s využitím priloženej mapy sveta majú žiaci nadobudnúť nové poznatky o civilizačných chorobách.
Vyučovacie metódy:
ústne skúšanie žiakov (opakovanie), aktivizačný rozhovor so žiakmi, diskusia, vysvetľovanie učiva s prvkami objavného a problémového vyučovania, záverečný rozhovor
Vyučovacie prostriedky:
Učebné pomôcky: učebnica Biológia pre gymnáziá 6, zošit, tabuľa, pracovný list, odborná literatúra
Didaktická technika – data projektor, PC, obrázky, tabuľa, učebnica
Aplikácia medzipredmetových vzťahov:
geografia, občianska náuka, etika, matematika

Štruktúra hodiny

I. Organizačná časť

- Zistenie prezencie
- Príprava pomôcok

Oboznámenie žiakov s problematikou nového tematického celku zameraného na problematiku civilizačných chorôb.

II. Opakovanie a kontrola vedomostí

- Ústne skúšanie a opakovanie predchádzajúceho učiva
- Skúšanie 1 žiaka
- Frontálne opakovanie témy telové tekutiny

Pomocné otázky

- **Vysvetlite čo rozumieme pod pojmom telové tekutiny.**
  Očakávaná odpoveď: ich základnou súčasťou je voda, v ktorej je rozpustených mnoho organických a anorganických látok. Voda je väčšinou viazaná v bunkách ako vnútrobunková tekutina a tvorí 60% celkového množstva vody v organizme. Zvyšných 40% tvorí mimobunková voda. Tú tvorí krv a miazga, menšiu časť tkanivový mok. Telové tekutiny tvoria vnútorné prostredie organizmu.
- **Charakterizuj 3 základné funkcie krvi.**
  Očakávaná odpoveď: transport, termoregulácia, udržiavanie homeostázy
- **Definuj zložky, ktoré tvoria krv.**
  Očakávaná odpoveď: biele krvinky, červené krvinky, krvné doštičky, krvná plazma
- **Charakterizuj funkciu a význam bielych krviniek – leukocytov.**
  Očakávaná odpoveď: ich hlavnou funkciou je obrana organizmu pred cudzorodými látkami a proti choroboplodným zárodkom
- **Urči, ktoré sú základné krvné skupiny.**
  Očakávaná odpoveď: A, B, AB, 0

III. Sprístupňovanie a osvojovanie nového učiva

1. <u>Motivácia</u>:
Tak ako v minulosti sa vyskytovali v rozvinutých priemyselných krajinách častejšie ochorenia u ľudí, rovnako je tomu i v dnešnej dobe. Za posledné roky sa

zdravotný stav obyvateľstva vo svete výrazne zhoršil. Najväčšie zmeny nastali v krajinách s rýchlo sa rozvíjajúcim spoločenským a priemyselným pokrokom. Po obmedzení infekčných ochorení sa v takýchto krajinách rozšírili iné ochorenia. Tieto ochorenia majú v súčasnosti väčší význam, pretože sa dostávajú na prvé miesto v chorobnosti aj úmrtnosti. Ako sa tieto ochorenia nazývajú?
Očakávaná odpoveď: civilizačné

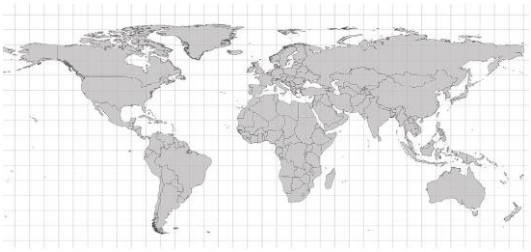
2. <u>Obsahová a didaktická postupnosť:</u>

Civilizačné choroby

- sú ochorenia, ktoré sa v ľudskej populácii veľmi rozšírili a stávajú sa častou príčinou úmrtí
- Patria medzi **globálne problémy**

Pracovný list

Do priloženej mapy doplňte na základe problémových úloh rozšírenie civilizačných chorôb vo svete.



Obr. 1: Mapa sveta
Zdroj: [7]

Legendu vyfarbite rôznymi farbami. Pri každú farbu napíšte civilizačnú chorobu a následne vyfarbite na mape krajiny, kde sa daný typ choroby vyskytuje.

☐
☐
☐
☐

Problémová úloha:

- Vieme, že Afrika je jedným z najchudobnejších obývaných kontinentov, kde sa striedajú dlhé obdobia sucha na rovníku a ničivé obdobia dažďov. Tak isto je Afrika postihovaná náletmi kobyliek. Toto súvisí s veľkými problémami v Afrike.

Uveďte, ktoré problémy súvisiace s obyvateľstvom Afriky sa tu vyskytujú. .....
Očakávaná odpoveď: *hlad, nízka životná úroveň*

- Všetky tieto aspekty (problémy) vplývajú i na zdravotný stav obyvateľstva v Afrike. Toto ochorenie spôsobuje vírus HIV.

Rozhodni ako sa táto najznámejšia a najdiskutovanejšia choroba na africkom kontinente nazýva? .....
Očakávaná odpoveď: AIDS
Pomôcka pre učiteľa: *Na základe nižšie uvedených problémových úloh budú žiaci vyfarbovať mapu podľa rozšírenia civilizačných chorôb vo svete.*

Ochorenia patriace medzi civilizačné

- *srdcovo-cievne choroby*
- *rakovina – nádorové ochorenia*
- *cukrovka*
- *tučnota – obezita*
- *choroby dýchacích ciest*
- *nervové a psychické ochorenia*
- *alergie*
- *AIDS*

Problémové úlohy

- Toto ochorenie je charakteristické tým, že vytvára u ľudí nádory. Nádorové ochorenia sa vyznačujú nekontrolovaným bunkovým delením a schopnosťou týchto rýchlo sa deliacich buniek napádať iné tkanivá a rozširovať sa do iných častí tela.

Rozhodni ako sa toto ochorenie nazýva .....
Očakávaná odpoveď: rakovina

- Vieme že, rakovinové bunky má každý človek avšak u všetkých nie sú aktívne. Aktivujú sa pôsobením rôznych faktorov.

Rozhodnite, ktoré faktory ovplyvňujú aktiváciu rakovinových buniek? .....

Očakávaná odpoveď: Chemické, fyzikálne faktory, znečistenie ovzdušia

- Takýmto krajinám podľa Svetovej zdravotnej organizácie (WHO) patria podľa aktuálnych štatistík Austrália, Severná Amerika a Stredná Amerika. Vplyv týchto faktorov ovplyvňuje vznik rakoviny, nakoľko sa tu nachádzajú mestá, kde je dobre rozvinutý priemysel,

ťažba nerastných surovín, ktoré najviac vplývajú na vznik rakoviny.

***Pomôcka pre učiteľa**: Na základe uvedených kontinentov si žiaci zaznačia výskyt rakoviny do mapy*

Problémová úloha

- Okrem vymenovaných faktorov vplývajú na vznik rakoviny aj iné činitele.

Charakterizuj činitele, s ktorými človek prichádza denne do kontaktu a vplývajú na vznik rakoviny?
.....

Očakávaná odpoveď: fajčenie, alkohol, spôsob výživy, stres

Pomôcka pre učiteľa:

- *fajčenie (podieľa sa až 1/3 na vzniku všetkých nádorov, u ľudí, ktorí fajčia viac ako 20 cigariet denne je 10-násobne vyššia pravdepodobnosť vzniku rakoviny ako u nefajčiarov)*
- *alkohol*
- *spôsob výživy*
- *reprodukčné faktory (počet pôrodov zvyšuje riziko zhubných nádorov krčka maternice a naopak chráni pred vznikom rakoviny prsníka či vaječníkov)*
- *infekcie*
- *znečistenie vonkajšieho prostredia (veľkomestá, priemyselné centrá, znečistenie potravinového reťazca)*

Úloha: Na základe obrázkov vymenujte druhy nádorových ochorení.

Obr. 2: Charakterizuj nádorové ochorenie. Zdroj: [8]

Obr. 3: Charakterizuj nádorové ochorenie. Zdroj: [9]

Pomôcka pre učiteľa, očakávaná odpoveď:

- *Nádory pľúc a priedušiek*
- *Nádory kože*
- *Nádory hrubého čreva a konečníka*
- *Nádory prsníkov*
- *Nádory maternice a krčka maternice*
- *Nádory žalúdka*

Problémová úloha

- Vieme, že ľudia, ktorí zistia že sú postihnutí týmto civilizačným ochorením musia upraviť svoju životosprávu, dodržiavať diétu, pri ktorej je obmedzený prísun sacharidov, tukov a bielkovín. Rovnako sa musia vyvarovať stresu, fajčeniu a nadmernému pitiu alkoholu. Rovnako vieme , že títo ľudia majú často pocit smädu, často močia, sú malátni a výrazne schudnú.

Na základe tejto charakteristiky napíšte o aké civilizačné ochorenie sa jedná?

Očakávaná odpoveď: cukrovka

- Veľký vplyv na vznik diabetesu má najmä zmena životného štýlu, environmentálne faktory a rovnako aj finančný príjem obyvateľstva. Najviac postihnuté krajiny sú z nízkym alebo stredným príjmom. Veľký vplyv na vznik diabetesu má tiež veková štruktúra obyvateľstva.

Vedeli by ste povedať v ktorých krajinách sveta je najväčšie zastúpenie stareckej cukrovky? Následne tieto krajiny zaznač do mapy.

Očakávaná odpoveď: Čína, Indonézia, Japonsko, India

- Vysvetlite, prečo nemôžeme inzulín prijímať v tabletách, ale iba formou injekcie?

Očakávaná odpoveď: Inzulín je hormón – bielkovina rozpustná vo vode, nakoľko má globulárnu štruktúru. Keď je podaná injekčne, krvou sa dostane do tela, pričom v krvi sa rozpustí a následne sa do cieľovej bunky, čo má za následok znižovania cukru v krvi. Ak by sme prijali inzulín vo forme tabletiek, dostal by sa do žalúdka. Žalúdok obsahuje HCl, ktorá by spôsobila denaturáciu inzulínu, tým by sa zmenila jeho globulárna štruktúra na fibrilárnu, teda nerozpustnú vo vode, preto by bol inzulín neúčinný.

Pomôcka pre učiteľa:

Cukrovka

- *Toto ochorenie vzniká vtedy, keď organizmus nie je schopný **produkovať** alebo **efektívne** využívať hormón **inzulín***
- ***Inzulín** je zodpovedný za zužitkovanie (využitie) glukózy a sacharidov v potrave človeka*
- *Dochádza k tomu vtedy, keď bunky produkujúce inzulín prestanú fungovať alebo nemôžu vytvoriť toľko inzulínu, koľko telo potrebuje*

Druhy cukrovky

1. ***inzulín sa netvorí** vôbec, nazýva sa **diabetes mellitus závislý od inzulínu** (diabetes mellitus 1. typu).*
- *príčinou nedostatku inzulínu je poškodenie buniek pankreasu, ktoré produkujú inzulín, napr. vírusovou infekciou (mumps, chrípka)*
- *objavuje sa častejšie v detskom veku*
- *predpokladá sa dedičná súvislosť*
- *pacienti sú nútení prijímať inzulín zvonka (injekčne)*
- *títo pacienti nie sú obézni*

2. ***inzulín sa tvorí,** je však nedostatočne účinný, lebo cieľové miesta v bunkách, na ktoré má účinkovať, reagujú na jeho pôsobenie len slabo, alebo nereagujú vôbec.*

- *Označuje sa ako **diabetes mellitus nezávislý od inzulínu** (diabetes mellitus 2. typu)*
- *zaraďujeme ho medzi civilizačné ochorenia*
- *vyskytuje sa u starších osôb*
- *vyskytuje sa u osôb so sedavým spôsobom života, nevhodnými stravovacími návykmi, u osôb obéznych*
- *u osôb viac vystaveným stresom*
- *úpravou diéty a celej životosprávy je možné včas odstrániť prejavy bez nutnosti užívať inzulín* [10].

Prevencia cukrovky

- *Predísť vzniku cukrovky 2. typu môžeme:*
  - ***udržiavaním optimálnej telesnej hmotnosti***
  - ***zmenou nezdravej výživy a životosprávy** (obmedzovať prejedanie, ponocovanie, konzumáciu alkoholu, fajčenie a pod.)*

Problémová úloha:

- Toto ochorenie sa spája s nezdravým životným štýlom (prejedanie sa, ponocovanie, stres, málo pohybu). Toto multifaktoriálne ochorenie spôsobuje i cukrovku, srdcovo-cievne choroby, môže tiež u človeka vyvolať nervové či psychické poruchy. Mnoho ľudí si v dnešnej dobe nepripúšťa, že by trpelo týmto ochorením.

Definuj ako sa toto ochorenie nazýva?.....
Očakávaná odpoveď: obezita

- Vieme, že z tohto kontinentu pochádza najrozšírenejšia sieť fastfoodov, ktorá je zároveň i veľmi populárna v danej krajine.

Napíšte, ktorý svetadiel máme na mysli.
Očakávaná odpoveď : Amerika

Pomôcka pre učiteľa:

Najviac obéznych ľudí žije v Mexiku, čím Mexiko predbehlo aj USA. Ďalšími štátmi ktoré postihuje obezita je Egypt alebo Kuvajt.

Najviac obéznych ľudí 71% populácie žije na ostrovnom štáte Nauru v Tichom oceáne.

IV. Upevnenie a zhrnutie učiva

Obraz tabule**: Civilizačné choroby**

- Civilizačné choroby – srdcovo – cievne ochorenia, rakoviny, alergie, AIDS, cukrovka, obezita, choroby dýchacích ciest
- Rakovina – nádory: pľúc, kože, hrubého čreva, prsníkov, žalúdka
- Faktory vplývajúce na rakovinu – fajčenie, alkohol, výživa, infekcie, vonkajšie prostredie
- Srdcovo – cievne ochorenia – infarkt myokardu – uzáver tepny zásobujúcej srdcový sval
- Mozgová mŕtvica – uzáver tepny, vyživujúcej mozgové tkanivo
- Ateroskleróza – zužovanie tepien až úplné uzatváranie
- Cukrovka – hormón inzulín
- AIDS – vedie k strate imunity

V. Zadanie domácej úlohy

Zopakovať si a naučiť sa učivo na základe poznámok a taktiež učebnice zo strany 82- 83.

Záver

Príspevok, ktorí sme napísali poukazuje na využitie prvkov objavného vyučovania pomocou vytvorených problémových úloh pre žiakov pri vyučovaní biológie na tému Civilizačné choroby. Hlavným cieľom našej práce bolo vytvorenie problémových úloh na tému civilizačné choroby a ich následné využitie pri vysvetľovaní tohto učiva. Pre splnenie tohto cieľa sme museli problémové úlohy vymyslieť a následne ich zaradiť do niektorej časti prípravy na vyučovaciu hodinu biológie.

Žiakom sme vytvorili pracovný list, ktorý obsahoval problémové úlohy. Počas vyučovacej hodiny žiaci vypĺňali pracovný list. Pri vypracovávaní týchto úloh žiaci pracovali so svojimi vedomosťami a poznatkami. Rozvíjali si svoje logické a kritické myslenie.

Objavné vyučovanie má však aj svoje nevýhody, ktoré vplývajú najmä na učiteľov. Je veľmi náročné na čas, pretože príprava učiteľa na vyučovaciu hodinu zameranú na objavné vyučovanie je príliš dlhá a náročná.

Práve preto sme na konci hodiny zrealizovali diskusiu v ktorej sme sa žiakov pýtali aký majú názor na vyučovanie biológie práve takýmto spôsobom. Žiaci tvrdili, že objavné vyučovanie sa im veľmi páčilo. Pretože na rozdiel od klasickej vyučovacej hodiny nemuseli celú hodinu iba písať poznámky. Na tejto vyučovacej hodine mali možnosť získať vedomosti o civilizačných chorobách na základe problémových úloh.

Poďakovanie

Touto cestou by som sa chcela poďakovať mojej školiteľke PaedDr. Anne Sandanusovej, Ph.D. za cenné rady a odbornú pomoc.
Príspevok vznikol s podporou projektu APVV 14 – 0446 Hodnotenie kompetencií učiteľa.

Použitá literatúra

[1] Kireš K. (2016) Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. Bratislava: Ultra print, s. 23
[2]Vendel Š. (2007) Pedagogická psychológia. Bratislava : epos, s. 43
[3]Janečkova M. (2015) Objavné vyučovanie matematiky. Nitra : UKF, s.26
[4]Brtnová Čepičková I. (2013) Didaktika Přírodovědného základu. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně , s. 74
[5] Minner D. (2010) Journal od research in Science Teaching, p. 47
[6] Šándorová V. (2013) Metódy a formy práce podporujúce kritické myslenie žiakov zo sociálne znevýhodneného prostredia. Bratislava: Metodicko – pedagogické centrum, s. 9
[7]Slepá mapa [Citované 19. Február 2018] https://sk.slepemapy.cz/
[8] Rakovina pľúc [Citované: 20. február 2018] https://pospolitost.wordpress.com/2013/05/27/tabakovy-vrah/
[9] Rakovina kože [Citované: 19. február 2018] http://www.ahaonline.cz/clanek/aha-pro-zeny-zdravi-a-relax/108244/melanomova-abeceda-5-znaku-ze-vam-hrozi-rakovina-kuze.html
[10]Cvičelová M. (2005) Biológia pre gymnáziá 6. Bratislava: Expol pedagogika, s.81

Geografické dimenzie životného prostredia (návrh učebnice Environmentálnej geografie)

Geographical Dimensions of the Environment (Design of the Textbook for Environmental Geography)

Michaela Strišková[1]
Školiteľ: Daša Oremusová[2]
[1,2]Katedra geografie a regionálneho rozvoja, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] michaela.mlinarcikova@student.ukf.sk, [2] doremusova@ukf.sk

Abstrakt

V práci sa zaoberáme priestorovými dimenziami životného prostredia od globálnej, cez regionálnu, až po lokálnu úroveň. Predstavujeme a riešime problémy životného prostredia na daných úrovniach. Environmentálne problémy sveta sa týkajú každého z nás, keďže negatívne ľudské zásahy do životného prostredia sa prejavujú najskôr v menšej miere na lokálnej úrovni, neskôr prerastajú na regionálnu, národnú, až nakoniec na globálnu úroveň. Globalizácia je trendom nie len dnešného sveta, ale siaha ďaleko do minulosti.

Našim zámerom je aplikovanie environmentálnej geografie v jej priestorových dimenziách do vyučovania geografie, na druhom stupni základných škôl. Jednotlivé environmentálne problémy sú zahrnuté v Štátnom vzdelávacom programe každej základnej školy na Slovensku. Preto, je našim cieľom predstaviť hravú učebnicu environmentálnej geografie, ktorá bude nie len učebnou pomôckou, ale aj motivujúcim prvkom vo vyučovaní geografie.

Kľúčové slová: environmentálna geografia, geografické dimenzie životného prostredia, hravá učebnica, ISCED 2, prierezová téma

Abstract

In this work we are dealing with spatial dimensions of the environment from global, through regional to local level. We introduce and also solve environmental issues in dimensions we have already mentioned. Environmental issues concern everybody in this world. At the beginning, negative impacts of people reflect at local level but then we can recognize them at regional, national and also global one. Globalisation is not only popular in these days but we recognized it also in the past.

Our intention is to applicate environmental geography with its spatial dimensions into geographical classes. Environmental issues are included in every primary school´s ISCED. Therefore, our aim is to introduce playful Student´s book of environmental geography, which is not only teaching aid but also motivational one for geography students.

Key Words: environmental geography, geographical dimensions of the Environment, playful textbook, ISCED, cross-sectional theme

Úvod

Problémy životného prostredia sa v dnešnej dobe stávajú čoraz diskutovanejšou témou medzi ľuďmi. Jednou z príčin, ktoré podmieňujú rozširovanie povedomia o environmentálnych problémoch je aj globalizácia dnešného sveta. Termín globalizácia môžeme nazvať tiež internacionalizáciou. Ľudské myšlienky, postoje či skúsenosti sa vďaka novým technológiám rozširujú a presahujú hranice jednotlivých štátov [1]. Už deti, ktoré navštevujú materskú školu sú oboznámené s environmentálnymi problémami v jednotlivých priestorových dimenziách životného prostredia.

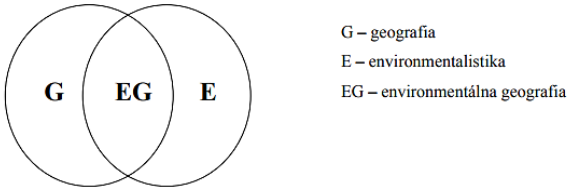
V prvej kapitole článku sa zameriavame na objasnenie základných pojmov, ktoré sa týkajú environmentálnej geografie a skúmame výskyt environmentálnych tém v ŠVP druhého stupňa základnej školy (ISCED 2). Taktiež sa zaoberáme prierezovou témou environmentálnej výchovy, ktorá má blízky vzťah s environmentálnou geografiou. Ich rozdielnosť plynie hlavne z prvku výchovy, ktorú obsahuje prierezová téma environmentálnej výchovy. Preto, ak chceme vytvoriť správny vzťah žiaka k životnému prostrediu, je potrebné začať najskôr s jeho výchovou.

V kapitole s názvom „Učebnica environmentálnej geografie“ prezentujeme nami vytvorenú učebnicu environmentálnej geografie, ktorá bude slúžiť na vyučovanie environmentálnych tém v geografii, na druhom stupni základnej školy. Túto učebnicu sme poňali hravou formou, aby sme zvýšili záujem žiakov

o jednotlivé environmentálne témy, a zároveň ich motivovali k ďalšiemu štúdiu. Jej obsahom sú témy na globálnej, regionálnej ale aj lokálnej úrovni. Okrem textových častí, ktoré žiakov oboznamujú s problematikou v nej prezentujeme rôzne doplňujúce úlohy, hry, či zaujímavosti pre žiakov.

1 Teoreticko-metodické východiská problematiky

Problematikou environmentálnej geografie sa na Slovensku zaoberajú autori od 90-tych rokov minulého storočia. V slovenskej literatúre je označovaná ako jeden zo základných smerov v geografickom výskume. Jej dve polohy sa zameriavajú na štúdium prostredia, ktoré je prírodným priestorom ovplyvňovaným ľudskou činnosťou, a zároveň sa zaoberá podmienkami, ktoré toto prostredie človeku poskytuje [2]. Environmentálnu geografiu môžeme tiež chápať ako určité premostenie medzi geografiou a environmentalistikou, ako výsledok narastania špecializácií u oboch vedných disciplín [3]. Toto ponímanie je znázornené na obr. 1, kde environmentálna geografia stojí na prieniku geografie a environmentalistiky.



Obr. 1 Vzťah environmentálnej geografie ku geografii a environmentalistike
Zdroj: [4]

Primárnym cieľom environmentálnej geografie je štúdium životného prostredia z pohľadu geografie a tiež štúdium vplyvu človeka na životné prostredie.

Štúdium životného prostredia z pohľadu geografie realizujeme v rôznych priestorových dimenziách od globálnej, až po lokálnu. Priestorové dimenzie sú v geografii vnímané rôznymi autormi odlišne. Geografické dimenzie ako veľkostné kategórie, majú v geografii určité spoločné a odlišné znaky. Každá dimenzia má svoju mierku a príslušné mapy. V rôznych dimenziách využívame odlišné druhy výskumu, a v neposlednom rade viaceré súbory v jednej dimenzii sú dobre porovnateľné. V literatúre zaznamenávame rôzny počet priestorových dimenzií v závislosti od autora. V rámci humánnej geografie sa autori zvyčajne prikláňajú k piatim dimenziám: lokálnej (obec), regionálnej (okres), národnej, nadnárodnej a globálnej [5]. Pre potreby žiakov na základnej škole sa v našej práci zameriavame na problémy životného prostredia na globálnej, regionálnej a lokálnej úrovni.

Životné prostredie ako pojem, ktorý v dnešnom svete vnímame a spomíname čoraz častejšie má tiež viacero rôznych definícií. Wikipédia charakterizuje životné prostredie ako „všetko, čo je okolo nás“ [6]. Komplexnejšia definícia podľa zákona § 2 zákona č. 17/1992 Zb. o životnom prostredí, hovorí, že „životné prostredie je všetko, čo vytvára prirodzené podmienky existencie organizmov vrátane človeka a je predpokladom ich ďalšieho vývoja. Medzi jeho zložky radíme najmä ovzdušie, vodu, horniny, pôdu, organizmy“ [7]. Pojem životné prostredie „ako časť sveta, s ktorou je človek vo vzájomnej interakcii, ktorú používa, ovplyvňuje a ktorej sa prispôsobuje“ bol prvýkrát definovaný na konferencii UNESCO v r. 1967 [8].

Okrem environmentálnej geografie sa životným prostredím zaoberá napr. aj environmentálna výchova, ktorá je prierezovou témou Štátneho vzdelávacieho programu. Na rozdiel od EG sa jedná o výchovnú činnosť pôsobiacu na všetky skupiny obyvateľstva. Jej zámerom je pritom presadzovanie environmentalizmu a zabezpečenie starostlivosti o životné prostredie [9].

1.1 Postavenie environmentálnej geografie v Štátnom vzdelávacom programe

Štátny vzdelávací program (ŠVP) je štátnym dokumentom, ktorý je záväzný pre školy na území Slovenska. Vymedzuje vzdelávacie ciele a kľúčové kompetencie, ktoré ma žiak v školskom prostredí nadobudnúť. ŠVP je východiskovým dokumentom pre školy, ktoré z neho ďalej tvoria svoje vlastné školské vzdelávacie programy (ŠkVP), ktoré zohľadňujú okrem iného tiež potreby vlastného regiónu. ŠVP vydáva a uverejňuje Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky.

Environmentálne problémy jednotlivých priestorových dimenzií boli do ŠVP implementované cez témy v rámci jednotlivých tematických celkov predmetu geografia. V rámci ŠVP sa geografia zaradzuje do vzdelávacej oblasti človek a spoločnosť. Obsah geografie, sa okrem iného sústreďuje na väzby medzi človekom a prírodou, ktorá ho obklopuje. Žiaci na hodinách geografie získavajú skúsenosti ako reagovať a riešiť problémy životného prostredia vyplývajúce z aktivít človeka a ich dopadu nie len na prírodu, ale aj na ľudskú spoločnosť.

Hlavnými témami v geografii pre 2. stupeň základnej školy sú tie, ktoré sú interpretované najmä prostredníctvom regiónov. Poznatky z fyzickej a humánnej geografie sú zahrnuté priamo v danom regióne. Obsah geografie pre 5. ročník základnej školy je zameraný najmä na vysvetlenie základných zákonitostí v geografii. Obsahom geografie ako vyučovacieho predmetu pre 6. – 9. ročník je spoznávanie jednotlivých regiónov našej Zeme.

V ŠVP z roku 2010 sú jednotlivé makroregióny Zeme rozdelené na tri vzájomne prepojené časti. Prvá časť obsahuje základné informácie o danom regióne, druhá časť sa zameriava na objavovanie osobitostí regiónov a ich porovnanie s miestnou krajinou a v neposlednom rade tretia časť skúma environmentálne súvislosti, ktoré sú doplnené o rôzne zaujímavosti [10]. V nasledujúcich častiach uvádzame výber niektorých environmentálnych súvislostí zo ŠVP:

Afrika (6. ročník)
•Problémy v Afrike (hlad, choroby, nepokoje, škodcovia)
• Rozširovanie púští (sahel)
• Školstvo a zdravotníctvo v Afrike
• Národné parky
• Nedostatok potravín - globálny problém
• Rozširovanie púští
• Safari, sahel

Ázia (6. ročník)
• Nadmerná hustota zaľudnenia určitých oblastí v Ázii
• Boom priemyselnej výroby (ázijské tigre)
• Hrozby tajfúnov, zemetrasení a povodní
• Kultúrne pamiatky
• Hustota zaľudnenia
• Oblasti husto zaľudnené a riedko zaľudnené oblasti na svete
•Živelné pohromy v Ázii – cunami, zemetrasenia, sopečná činnosť,
• Kultúrne pamiatky Taj Mahal, Veľký čínsky múr a i.

Európa - náš svetadiel (7. ročník)
• Exhaláty, smog, ekologizácia priemyselnej výroby
• Vplyv dopravy na životné prostredie
• Prírodné a kultúrne zaujímavosti

Amerika - Nový svet (9. ročník)
• Ochrana prírody – národné parky
• Kultúrne pamiatky
• Problémy života vo veľkých mestách
• Príčiny odlesňovania v Južnej Amerike [10]

V ŠVP z roku 2010 sledujeme environmentálne problémy vo väčšej miere, v porovnaní s Inovovaným ŠVP z roku 2014, kde sa mierne zredukovali témy spojené s problémami životného prostredia.

1.2 Environmentálna výchova ako prierezová téma v Štátnom vzdelávacom programe

Environmentálna výchova, rovnako ako výchova vo všeobecnosti je zameraná na formovanie osobnosti človeka. Hlavným cieľom environmentálnej výchovy by nemalo byť len systematické a cieľavedomé pôsobenie na osobnosť dieťaťa vo sfére kognitívnej ale aj psychomotorickej a afektívnej [11].

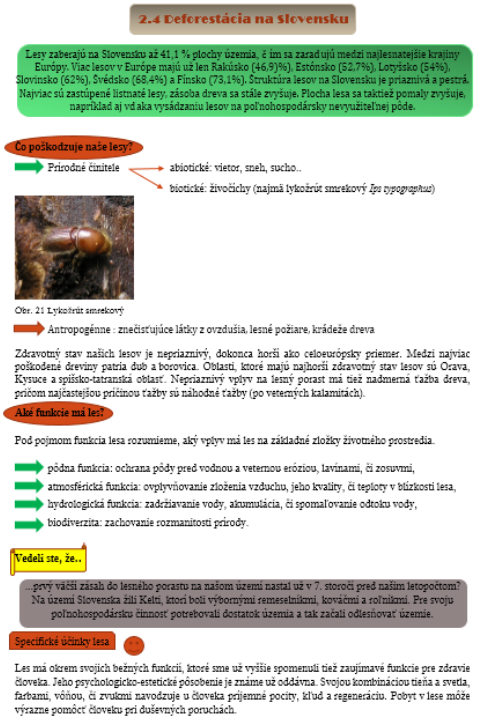
Environmentálnu výchovu ako prierezovú tému nájdeme v ŠVP už na predprimárnom stupni vzdelávania (ISCED 0). V materských školách žiaci ešte nevedia čítať a písať, preto sa environmentálna výchova uskutočňuje najmä cez ich citové a estetické prežívanie a tiež zapájaním detí do starostlivosti o životné prostredie [12]. Jednou z hlavných úloh environmentálnej výchovy je nadobudnutie primeraných skúseností so životným prostredím. V našej práci sa zameriavame na vyučovanie environmentálnych tém v geografii na druhom stupni základných škôl.

Na druhom stupni sa začína environmentálna výchova zameriavať na rozvoj nie len estetického cítenia, ale najmä na komunikačné schopnosti. Žiaci sa učia zdôvodňovať svoje názory, diskutovať a hodnotiť závažnosť informácii o stave životného prostredia. Pri práci využívajú informačné a komunikačné technológie, ktoré im slúžia na získavanie a tiež spracovávanie získaných informácií. Vedia spolupracovať pri ochrane životného prostredia od lokálnej až po globálnu úroveň. V hodnotovej oblasti žiaka sa rozvíja najmä pocit zodpovednosti k životnému prostrediu, porozumenie trvalo udržateľného rozvoja či vnímanie života ako najvyššej hodnoty. Dôležité je tiež učiť žiakov k tímovej práci, deleniu úloh a zodpovednosti pri riešení otázok životného prostredia [13].

2 Učebnica environmentálnej geografie

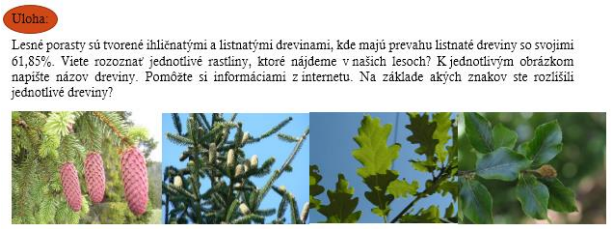
Hlavnou časťou práce je nami vytvorená Učebnica environmentálnej geografie, ktorú prezentujeme ako učebnú pomôcku pre druhý stupeň základných škôl. Učebnicu sme koncipovali tak, aby bola prvkom nie len učebným, ale najmä motivačným. Jej obsahom sú environmentálne problémy na globálnej, regionálnej a lokálnej úrovni. Na ukážku sme vybrali tému deforestácia, na globálnej (obr. 2) a regionálnej (obr. 3) úrovni.

Obr. 2 Príklad témy deforestácia na globálnej úrovni



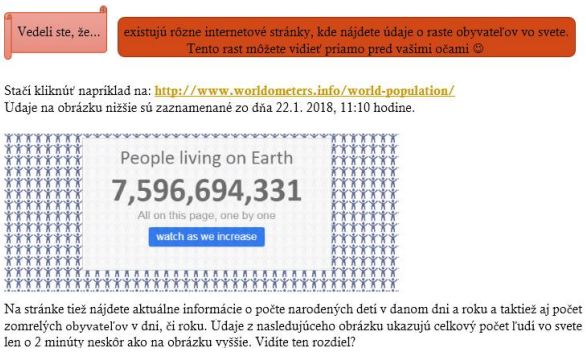
Obr. 3 Príklad témy deforestácia na regionálnej úrovni

Okrem textových častí, ktoré slúžia na edukáciu žiakov, sú v učebnici použité rôzne úlohy na opakovanie, na aplikáciu, či fixáciu prebratých tém. Úlohy sú založené na vedomostiach, ktoré žiaci získajú po prečítaní textov v učebnici, ale nevyhnutná je aj práca s atlasmi či internetom. Niektoré úlohy uplatňujú medzipredmetové vzťahy, napríklad s chémiou, biológiou, či históriou (obr. 4). Žiaci sa oboznámia s mnohými zaujímavosťami, ktoré v bežnej učebnici nenájdu. Učebnicou chceme prispieť k motivácii žiakov učiť sa, ale aj k osobnostnému rastu. Cieľom je, aby si žiaci uvedomovali problémy dnešného sveta a prispievali k ich riešeniu.



Obr. 4 Uplatnenie medzipredmetového vzťahu s biológiou prostredníctvom úlohy pre žiakov

V dnešnej modernej dobe žiaci vedia narábať a často používajú počítače, smartfóny, tablety a pod. Kvôli moderným technológiám, ktoré žiaci využívajú na našich školách, ale aj v ich domácom prostredí, sme sa rozhodli do učebnice zahrnúť aj rôzne zaujímavosti a úlohy, kde žiaci môžu využívať internet. V rámci používania internetu si žiaci môžu vyhľadať rôzne fakty a zaujímavosti na webových stránkach, ktorých príklady nájdu v tejto učebnici (obr. 5). Taktiež obsahuje tipy na rôzne aplikácie, ktoré nájdu zdarma na stiahnutie do svojich tabletov či smartfónov (obr. 6).



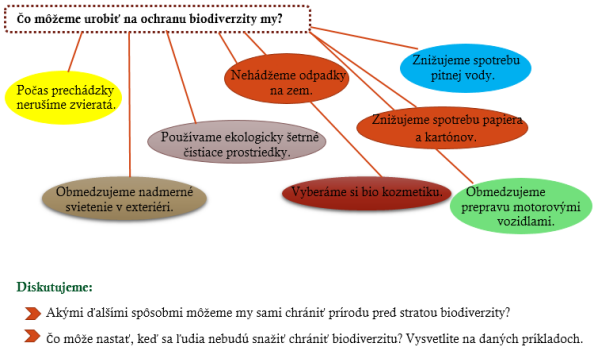
Obr. 5 Príklad použitia internetovej stránky v učebnici

Obr. 11 Aplikácia Waste Atlas

Obr. 6 Aplikácia Waste Atlas (Atlas odpadov)

Okrem použitia moderných technológií sme v učebnici stavili aj na „klasické" úlohy, kde žiaci dopĺňajú tabuľky, či rôzne schémy. Súčasťou sú taktiež úlohy na zopakovanie v podobe otázok, ktoré fixujú prebraté učivo. Obsahom učebnice sme sa snažili prispieť aj k samostatnosti žiakov pri riešení úloh, kde je potrebné aby používali atlasy, alebo si doplnili informácie pomocou internetu.

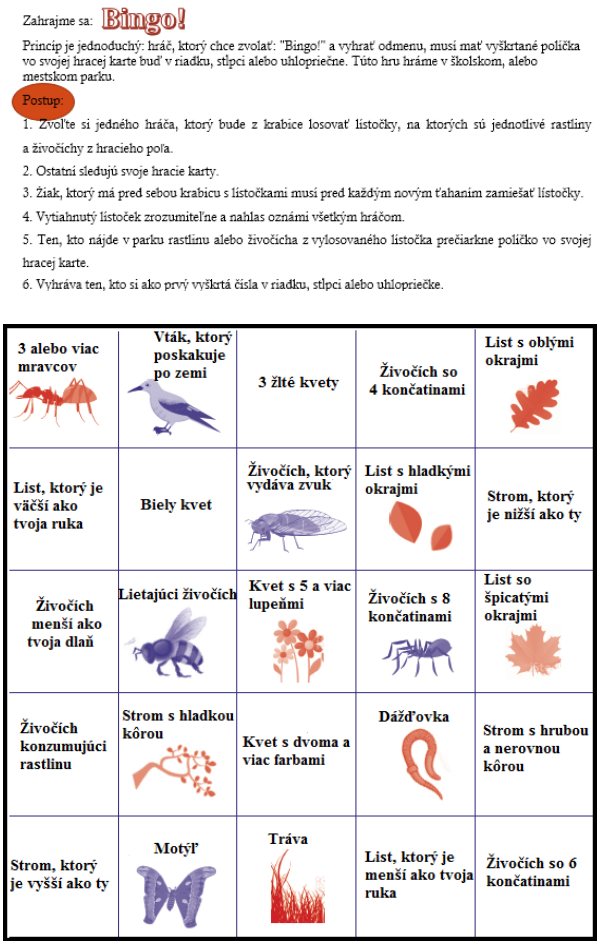
Učebnica ďalej ponúka aj praktické, každodenné rady, ktorými žiaci môžu prispieť k zlepšeniu stavu životného prostredia nie len na lokálnej úrovni, ale aj na regionálnej ba dokonca globálnej. Žiaci sa oboznámia s rôznymi aktivitami, ktorými oni sami môžu zlepšovať stav životného prostredia na našej planéte. Napr. pri téme biodiverzita si žiaci prečítajú, ako prispieť k ochrane biodiverzity (obr. 7). Súčasťou je taktiež diskusia žiakov, ako inak môžu chrániť rastlinstvo a živočíšstvo na Zemi.



Obr. 7 Ochrana biodiverzity – praktické rady

Vo vyučovaní geografie používame rôzne metódy, ktorými sa snažíme žiakov zaujať a aktivizovať. Jednou z týchto aktivizačných metód je aj didaktická hra. Zaraďujeme ju medzi metódy vyučovania, ktoré vedú k tvorivosti a aktivite žiakov [14]. Didaktické hry sú na hodinách využívané pomerne často. Ide o motivujúci a aktivizujúci prvok vo vyučovaní, ktorý je pre žiakov zaujímavý. Zaradenie didaktickej hry do vyučovania geografie by malo byť premyslené, jednoduchšie hry, časovo nenáročné sú vhodné ako motivácia na úvod hodiny. Hry, ktoré sú časovo náročnejšie môžeme použiť ako opakovanie učiva, ktoré môže zabrať viac času, prípadne aj celú vyučovaciu hodinu.

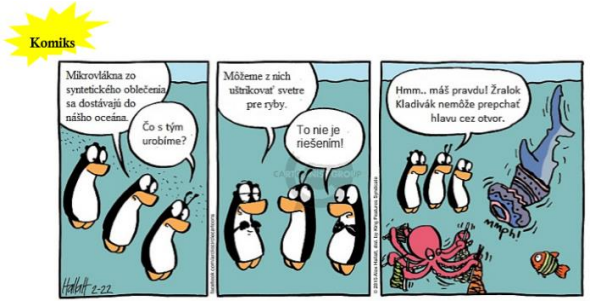
V nami prezentovanej učebnici sme sa rozhodli zaradiť do obsahu aj rôzne didaktické hry. Niektoré z nich sú kratšie, iné vyžadujú viac času. Realizácia hier je možná v interiéri, ale prezentujeme tiež hry, ktoré je potrebné realizovať vonku, napríklad v školskom parku. Na obr. 8 a 9 sú vyobrazené didaktické hry, ktoré sú súčasťou učebnice.



Obr. 8 Didaktická hra „Bingo"

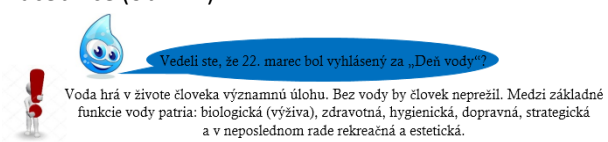
Obr. 9 Didaktická hra „Odborník na ozónovú vrstvu“

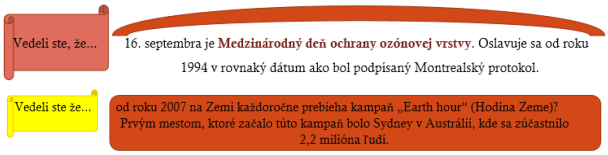
Rovnako ako didaktické hry, ktoré sme použili na spestrenie obsahu učebnice, sú obsahom napríklad aj komiksy zahrnuté v globálnych environmentálnych témach. Na ukážku sme vybrali jeden z komiksov, ktorý poukazuje na znečistenie vody na Zemi (obr. 10).



Obr. 10 Komiks

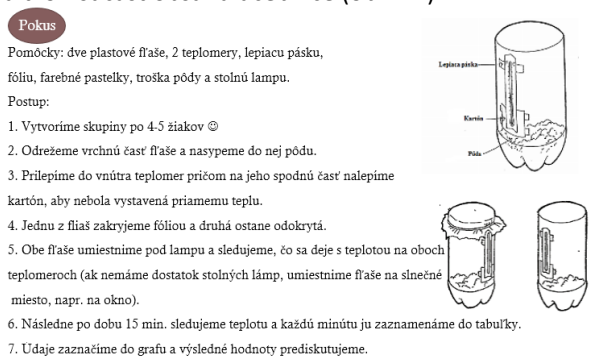
Súčasťou Učebnice environmentálnej geografie sú tiež rôzne spestrenia jej obsahu. Ku každej téme sme pridali zaujímavosti, na globálnej úrovni sú to najčastejšie rôzne medzinárodné dni, spolu s dátumom ich slávenia. Na ukážku ponúkame pár zaujímavosti z učebnice (obr. 11).





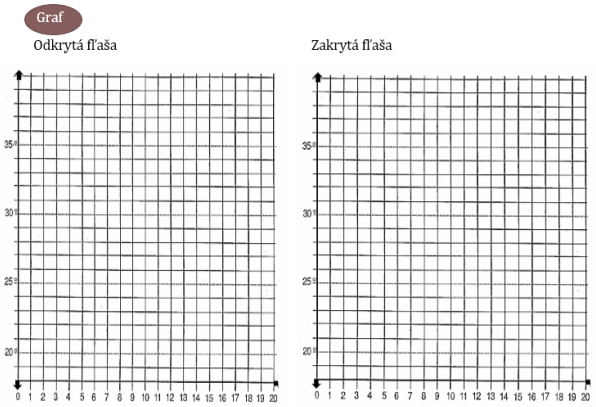
Obr. 11 Príklad zaujímavostí, ktoré sú obsahom učebnice

Jednou z metód, ktoré môžeme uplatniť pri vyučovaní geografie je aj pokus (experiment). Táto metóda má v geografii špecifické postavenie, pretože názornosť vo vyučovaní patrí medzi jej hlavné priority. Pri pokusoch využívame tiež ďalšie vyučovacie metódy, napríklad grafické práce. Zaujímavé spestrenie pokusu by mohlo byť využitie heuristickej metódy nazývanej DITOR (D - definuj problém, I - informuj o probléme, T - tvor riešenia, O -ohodnoť nápady, R - realizuj nápady v praxi). Túto metódu môžeme použiť ako jednotlivé kroky pokusu [15]. V ukážke prezentujeme pokus, ktorý demonštruje skleníkový efekt pomocou dvoch plastových fliaš, jednej odkrytej a druhej zakrytej, a tvorí súčasť obsahu učebnice (obr. 12).



Obr. 12 Priebeh a pomôcky pokusu o skleníkovom efekte

Súčasťou pokusu je taktiež tabuľka a grafy, kde si žiaci zapisujú výsledky z ich pozorovania (obr.13).



Obr. 13 Grafy na zakresľovanie výsledkov pokusu

Napokon grafické spracovanie učebnice je koncipované tak, aby jeho farebnosť, pestrosť a zaujímavosť boli pre žiakov dostatočne motivujúce k ich štúdiu. Učebnica bola tvorená pomocou rôznych tabuliek a obrazcov, ktoré ponúka program Microsoft Word. Počas študovania jednotlivých tém sa žiaci budú stretávať s dvoma piktogramami (obr. 14), ktoré buď upozorňujú na nejakú zaujímavosť, či dôležitý fakt, alebo sa pýtajú a žiadajú pomoc od žiakov. Sprevádzajú žiakov pri učení a tým dodávajú učebnici hravý charakter.

Obr. 14 Piktogramy použité v učebnici

Záver

V úvodnej časti sme čitateľa oboznámili s teoreticko-metodickými východiskami našej práce, kde sme objasnili základné pojmy súvisiace s environmentálnou geografiou.

Hlavnou náplňou práce však bolo oboznámiť čitateľa s „Učebnicou environmentálnej geografie“, ktorú sme vytvorili za účelom skvalitnenia výučby environmentálnych tém v geografii. Učebnica ešte nebola otestovaná vo vyučovacom procese, ale práve testovanie učebnice v praxi môže byť predmetom nášho ďalšieho výskumu. V učebnici sme skĺbili základné texty s doplnkovými, ku ktorým sme pridali rôzne zaujímavosti, úlohy, otázky, experimenty a pod. Celá učebnica je graficky spracovaná tak, aby bola pre žiakov príťažlivá a motivujúca. Piktogramy, ktoré sme použili sprevádzajú žiakov počas celého štúdia učebnice a dodávajú jej hravý charakter. Finálna učebnica bude dostupná v tlačenej verzii. Do obsahu sme vyberali environmentálne témy, ktoré rezonujú dnešným svetom, o ktorých žiaci už v mnohých prípadoch aj počuli. Cieľom je v rámci jednotlivých tém predstaviť ich „pravý“ význam a zdôrazniť ich dôležitosť a opodstatnenosť v živote človeka.

Poďakovanie

Veľká vďaka patrí mojej školiteľke RNDr. Daši Oremusovej, PhD. za jej cenné pripomienky a odborné rady pri vypracovávaní tejto práce.

Použitá literatúra

[1] Najam A., et al. (2007) Environment and Globalization: Five Propositions. International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, p.4

[2] Huba M., (2008) Geografický časopis 60 (4), p. 363

[3] Kramáreková H. (2013) Základy aplikovanej geografie. Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra, p. 29

[4] Gura O., (2005) Environmentálna geografia v experimentoch. (Diplomová práca) Fakulta prírodných vied, UKF, Nitra

[5] Tremboš P., et al. (2009) Geoekológia. Univerzita Komenského, Bratislava, p. 21

[6] Wikipedia [Citované: 14. február 2018] <https://simple.wikipedia.org/wiki/Environment>

[7] Zákon č. 17/1992 Zb. o životnom prostredí

[8] Remtová K., (2009) Výkladový slovník základních pojmů z oblasti udržitelného rozvoje. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, p. 56

[9] Klinda J., (2000) Terminologický slovník environmentalistiky. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Bratislava, p. 41

[10] Štátny vzdelávací program – Geografia. Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky [Citované: 14. február 2018] <http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/statny-vzdelavaci-program/geografia_isced2.pdf>

[11] Novanská V., (2014) Biológia ekológia chémia 18 (1), p. 2

[12] Miňová M., (ed.) (2013) Environmentálna udržateľnosť v predprimárnom vzdelávaní, Zborník z vedecko-odbornej konferencie, Prešov, p. 11

[13] Štátny vzdelávací program ISCED 2. Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky [Citované: 16. február 2018] < http://www.statpedu.sk/sk/svp/statny-vzdelavaci-program/svp-druhy-stupen-zs/>

[14] Petlák E., (2000) Pedagogicko-didaktická práca učiteľa, IRIS, Bratislava p. 35

[15] Tolmáči L., Tolmáčiová T., (1999) Folia geographica 32 (3), p. 438

Námety na interaktívne cvičenia z Biológie človeka vytvorené v programe ActivInspire

Ideas for interactive exercises from human biology created in the program ActivInspire

Mariana Štefanková[1]
Školiteľ: Anna Sandanusová[2]
[1,2]Katedra zoológie a antropológie, FPV UKF, Nábrežie mládeže 91, 949 74 Nitra,
[1] mariana.stefankova@student.ukf.sk, [2] asandanusova@ukf.sk

Abstrakt
Príspevok ponúka námety na interaktívne cvičenia z biológie človeka a genetiky vytvorené v softvéri ActivInspire. Článok obsahuje iba screenshoty daných cvičení, nakoľko každé z nich je originálne a nami vytvorené. Hlavným cieľom nášho príspevku bolo vytvorenie interaktívnych cvičení z biológie človeka vhodných a využiteľných pre interaktívnu tabuľu. Takýto didaktický materiál je veľmi vhodnou pomôckou nielen pri opakovaní učiva ale i pri samotnom vysvetľovaní nového učiva z oblasti biológie človeka. Tento materiál je vhodný pre študentov tretieho a štvrtého ročníka gymnázií, nakoľko je v súlade so štátnym vzdelávacím programom ISCED 3A. Cieľom interaktívnych cvičení je ponúknuť žiakom novú modernú formu prezentovania učiva, ktorá ich aktívne zapája do vyučovacieho procesu a zároveň v ich môže vzbudiť vyšší záujem o štúdium biológie.

Kľúčové slová: biológia človeka, genetika, interaktívna tabuľa, Promethean, softvér Activinspire didaktická technika, štátny vzdelávací program.

Abstract
Contribution offers narratives for interactive exercises from human biology and genetics created in ActivInspire software. The article contains only screenshots of the exercises, because each one is original and created by us. The main goal of our contribution was to create interactive human biology exercises that are appropriate and usable for an interactive chart. Such didactic material is a very useful tool not only for repetition of the curriculum but also for the explanation of a new subject in the field of human biology. This material is suitable for students of the third and fourth grammar schools, as it is in line with the state education program ISCED 3A. The aim of interactive exercises is to offer pupils a new, modern form of presentation of the subject, which actively engages them in the teaching process, and at the same time it can raise their interest in studying biology.

Key words: human biology, genetics, interactive tab, promethean, activinspire didactic technique, state educational program.

Úvod

Hovorí sa, že je lepšie raz vidieť, ako stokrát počuť. A práve vidieť veci, ktoré učiteľ slovami opísať nemôže, umožňujú výdobytky modernej techniky. Tie nás v dnešnej dobe obklopujú už azda všade. Nehovoríme iba o mobilných telefónoch či počítačoch, ktoré vlastní väčšina ľudí na našej planéte. Hovoríme najmä o didaktickej technike, ktorá je čoraz viac vnášaná do výchovno-vzdelávacieho procesu i u nás. Do škôl sa dostávajú interaktívne tabule a tablety. Tie majú uľahčiť prácu učiteľa a žiakom priniesť nový rozmer učenia sa pomocou vizualizácie, motivovať ich či priamo aktívne zapojiť do vyučovacieho procesu.

Interaktívna tabuľa ako nástroj vyučovania na hodinách biológie človeka je vhodnou didaktickou pomôckou, najmä z vizuálneho hľadiska. Ministerstvo školstva z etických dôvodov nepovoľuje učiteľovi zobrať žiakov strednej školy napríklad na pitvu. Práve tu nám interaktívna tabuľa slúži ako vhodný prostriedok, pomocou ktorého môžeme žiakom niečo takéto ukázať. Formou interaktívnych cvičení môžeme žiakom ľahko prezentovať a popísať stavbu tráviacej sústavy, srdca či ľudskej kostry.

Biológia človeka predstavuje dôležitú súčasť učiva biológie ako vyučovacieho predmetu. Ozrejmuje rôzne zákonitosti, funkcie ale taktiež aj činnosť jednotlivých častí ľudského tela. Tieto znalosti sú potrebné pre život človeka a poznania seba samého ale taktiež aj pre nasledujúce štúdium na vysokej škole - medicína, farmácia, učiteľské odbory, psychológia, kriminalistika. Preto bolo cieľom našej práce uľahčiť a zároveň lepšie znázorniť jednotlivé deje odohrávajúce sa v našom tele práve pomocou interaktívnej tabule [1].

1 Interaktívna tabuľa ako moderný didaktický prostriedok

Pod pojmom interaktívna tabuľa rozumieme dotykovo – citlivú plochu, za pomoci ktorej môže prebiehať vzájomná komunikácia medzi užívateľom a počítačom. Pričom hlavným cieľom takejto komunikácie je zaistiť čo najväčšiu mieru názornosti nami zobrazovaného obsahu. Z technického hľadiska môžeme interaktívnu tabuľu (obr.1) chápať ako isté elektronické zariadenie, ktoré sa v edukačnej sfére využíva vo forme materiálneho didaktické prostriedku [2].

Obrázok 1: Interaktívna tabuľa Promethean
Zdroj: [3]

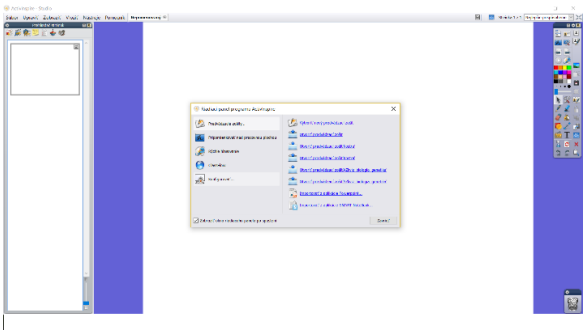
Interaktívna tabuľa predstavuje počítačové periférne zariadenie, ktoré sa skladá z veľkoplošného dotykového povrchu, vďaka ktorému môžeme počítač pripojený k tabuli ovládať dotykom. Jedná sa teda o isté vstupné zariadenie, ktoré riadi počítač rovnako ako klávesnica alebo myš, ale tiež sa jedná o výstupné zariadenie a to z dôvodu, že nahrádza monitor počítača. Učiteľ tak môže vďaka týmto dvom aspektom fungovanie interaktívnej tabule svoj zobrazovaný interaktívny materiál upravovať, dopĺňať či nanovo ukladať. Tým sa z interaktívnej tabule stáva skupinový didaktický prostriedok, teda daný obsah vníma celá trieda a tabuľa sa tak stáva atraktívnou učebnou pomôckou [4].

1.1 Softvér ActivInspire

Každá interaktívna tabuľa má vlastný softvér, pomocou ktorého je možné vytvoriť rôzne cvičenia, animácie či dokonca celé vyučovacie hodiny. Jednou z takýchto tabúľ je i Promethean (obr1), ktorý podporuje softvér ActivInspire.

Svoje pomenovanie dostala podľa Prométea – symbolu učenia a ľudskosti, ktorý podľa gréckej legendy v dávnych časoch, ukradol bohom na Olympe oheň a naučil ľudí hospodáriť, postaviť si obydlia či starať sa o zvieratá. Preto má i táto interaktívna tabuľa viesť nielen žiakov ale i učiteľov k novému poznaniu, zručnostiam a schopnostiam dnešnej doby [5].

ActivInspire (obr. 2) je základom pre akýkoľvek zážitok z učenia a vyučovania v 21. storočí. Tento softvér je špeciálne navrhnutý pre používanie vo vzdelávacom procese, umožňuje učiteľovi viesť hodinu pomocou interaktívnej tabule, pripravovať nové hodiny obohatené a o nové a zaujímavé aktivity, ktoré vzbudia záujem u celej triedy ale takisto umožňuje učiteľovi i prácu so študentami s individuálnym hodnotením vyučovacích aktivít [6].



Obrázok 2: Prostredie softvéru ActivInspire
Zdroj: Štefanková, 2018

2 Materiál a metodika

Tvorenie interaktívnych cvičení pokladajú mnohí moderní ľudia za samozrejmosť, respektíve tvrdia, že je to súčasť práce učiteľov dnešnej doby. Aby však učiteľ mohol tvoriť interaktívne cvičenia musí prejsť dlhú cestu oboznamovania sa so súčasnou didaktickou technikou. Rovnako ako väčšina pedagógov, ktorí chcú kráčať s dobou a priniesť do vyučovacieho procesu niečo nové sme i my museli prejsť touto cestou oboznamovania sa s interaktívnou tabuľou a príslušnou didaktickou technikou. Avšak na vytvorenie komplexného súboru interaktívnych cvičení na dané témy z oblasti biológie človeka bolo potrebné taktiež i absolvovanie kurzu IKT. Tu sme sa naučili pracovať s programom ActiveInspire a FlowWorks.

Nato aby sme takéto praktické cvičenia mohli vytvoriť sme museli získať nielen praktické zručnosti z oblasti didaktickej techniky ale aj teoretické vedomosti z oblasti biológie človeka. Hlavným zdrojom informácií pre teoretické spracovanie portfólia príprav bola učebnica biológie pre 3. ročník gymnázií. Rovnako ako napreduje vývoj a objavy v technike, napreduje i rozvoj a objavovanie nových faktov z oblasti biológie človeka. Aby sme podali žiakom čo najnovšie

a najzaujímavejšie informácie i formou cvičení z tejto oblasti a tým ich motivovali k ďalšiemu bádaniu v oblasti biológie, zamerali sme sa aj na informácie z rôznych odborných biologických časopisov, článkov dostupných na internete nielen zo Slovenska ale i zo zahraničia. Zároveň sme sa neustále opierali o Štátny a školský vzdelávací program ISCED 3A, na základne ktorého sme si vytýčili hlavné ciele i formy obsahu, pomocou nich sme následne dosiahli u žiakov ich osvojenie a možné využitie v ich budúcej praxi.

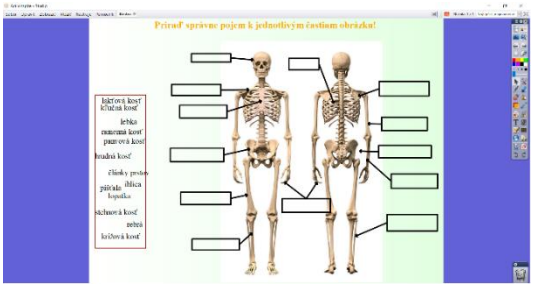
3 Výsledky a diskusia

Výsledkom nášho príspevku sú dve interaktívne cvičenia vytvorené v softvéri ActivInspire. Prvým cvičením, ktoré sme vytvorili v prostredí tohto softvéru, je cvičenie na opornú sústavu. Toto cvičenie má slúžiť na zopakovanie učiva z oblasti biológie človeka. Druhým cvičením je tzv. AZ kvíz – biológia človeka a genetika. Pri tvorbe tohto cvičenia sme sa inšpirovali známou českou vedomostnou súťažou. Toto cvičenie je vhodným materiálom najmä pre študentov 4. ročníka gymnázia či maturantov, ktorí si chcú overiť svoje vedomosti z oblasti biológie človeka a genetiky.

Obe cvičenia sme aplikovali i praxi, konkrétne sme ich použili pri našej pedagogickej praxi na Gymnáziu Párovská 1, Nitra. Veľký úspech tu zožalo najmä druhé cvičenie, pri ktorom sa prejavila u žiakov i mierna súťaživosť.

3.1 Kostra

Prvým interaktívnym cvičením vytvoreným v prostredí softvéru ActivInspire je cvičenie s názvom Kostra (obr. 3).



Obrázok 3: Kostra
Zdroj: Štefanková, 2018

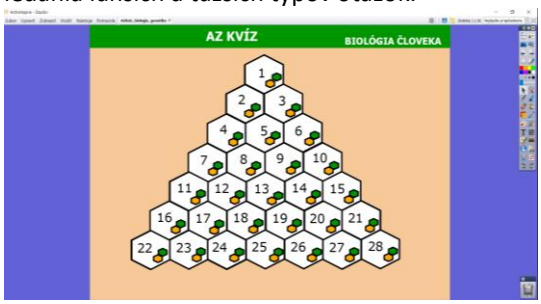
Cvičenie primárne slúži na zopakovanie opornej sústavy. Hlavičku cvičenia tvorí zadanie, na základe ktorého je potrebné dané cvičenie vypracovať. Hlavnú časť cvičenia tvorí obrázok kostry. Pri obrázku sa nachádzajú políčka označujúce jednotlivé kosti, ktoré je potrebné pomenovať. Slová, ktoré majú žiaci doplniť do týchto políčok sa nachádzajú na ľavej strane v červenom ráme. Pričom ak je dané slovo priradené nesprávne automaticky sa vráti na pôvodné miesto.

Učiteľ má možnosť vo svojej užívateľskej verzii, neustále obmieňať a dopĺňať dané pojmy, ktoré majú žiaci správne priradiť. Tým je zabezpečené, že cvičenie môže byť vždy nové a originálne.

Vytvoriť takéto cvičenie nie je časovo až tak náročné, ak samozrejme ovládate jednotlivé súčasti softvéru. Cvičenie slúži i ako vhodný materiál do didaktického testu nakoľko softvér ponúka uloženie daného cvičenia do formátu jpg. (obrázok). Toto cvičenie patrí medzi priraďovacie úlohy.

3.2 AZ – kvíz biológia človeka a genetika

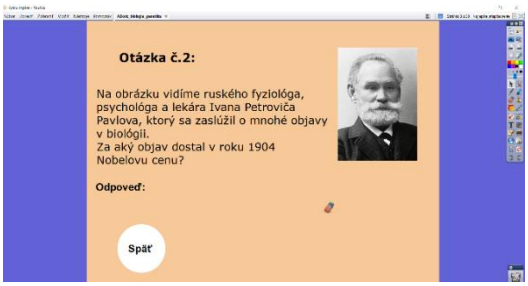
Našim druhým edukačným materiálom je interaktívna súťaž s názvom AZ-kvíz biológia človeka a genetika. Cieľom tohto cvičenia je pomocou 28 otázok upevniť nadobudnuté vedomosti žiakov a vyvolať v nich istú zdravú súťaživosť. Niektoré otázky sú postavené na obrázkoch iné na teoretických faktoch, ale nájdu sa i klasické otázky typu: *Aké funkciu majú v tele človeka biele krvinky?.* Toto cvičenie je založené na princípe striedania ľahších a ťažších typov otázok.



Obrázok 4: Hracie pole AZ-kvízu
Zdroj: Štefanková, 2018

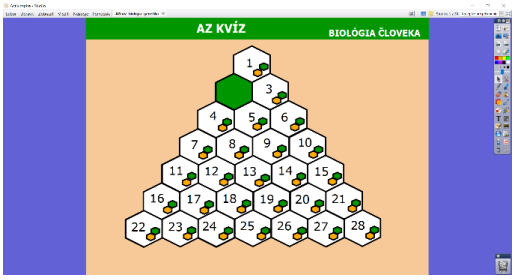
Úvodnú stranu interaktívneho cvičenia tvorí hracie pole pripomínajúce včelí úľ (obr. 4). Hracie pole obsahuje 28 hracích políčok, pričom každé z hracieho políčka v sebe ukrýva jednu z otázok, ktoré sme si pre žiakov pripravili. Hracie políčka obsahujú i menšie farebné časti. Tie slúžia na zafarbenie hracieho políčka v prípade, že jeden z hráčov/žiakov odpovie na danú otázku správne. Hru vyhráva žiak, ktorému sa podarí prepojiť tri strany hracieho poľa po správnom zodpovedaní otázok.

Žiak si vyberie políčko s číslom otázky, na ktoré následne klikne napr. políčko č. 2. Po zvolení otázky sa mu objaví nová strana, ktorá obsahuje konkrétnu otázku (obr. 5). Po prečítaní otázky učiteľom musí žiak do 30 sekúnd na danú otázku či problémovú úlohu odpovedať.



Obrázok 5: Ukážka otázky v AZ-kvíze
Zdroj: Štefanková, 2018

Po skončení 30 sekúnd učiteľ pomocou magickej gumy odhalí správnu odpoveď a pomocou tlačidla späť sa vráti úvodnú stranu, kde sa nachádza hracie pole. Ak žiak odpovedal správne hracie políčko je vyfarbené jednou z farieb (obr. 6) ak nie políčko zostáva biele.



Obrázok 6: Hracie pole s vyfarbeným hracím políčkom
Zdroj:Štefanková, 2018

Vytvoriť takéto cvičenie je v porovnaní s prvým cvičením nielen časovo, teoreticky ale i fyzicky omnoho náročnejšie. Veľkou výhodou pri tvorbe tohto cvičenia bolo absolvovanie kurzu na Katedre geografie a regionálneho rozvoja na UKF. Na kurze sme síce pracovali v programe FlowWorks ale princíp tvorenia úloh je skoro podobný. Softvér ActivInspire je v porovnaní so softvérom FlowWorks modernejší avšak práca v ňom je náročnejšia.

Záver

Náš príspevok obsahuje dve ukážky interaktívnych cvičení i s krátkym popisom ako dané cvičenia fungujú. Vytvorenie týchto interaktívnych cvičení bolo zároveň hlavným cieľom našej práce. Za dosiahnutím tohto cieľa stoja hodiny školenia a následnej samostatnej práce v softvéry ActivInspire. Pomocou týchto interaktívnych cvičení sme nielen žiakom ale aj učiteľom ponúkli nový zaujímavejší a modernejší spôsob opakovania a učenia biológie človeka a genetiky. Nami vytvorené cvičenia boli následne aplikované do praxe, kde u žiakov zožali úspech a oživili klasickú vyučovaciu hodinu biológie.

Vytváranie takýchto cvičení je však veľmi časovo náročné a preto nie je možné aby si učiteľ pripravoval na každú vyučovaciu hodinu takýto edukačný materiál. Je to škoda, nakoľko by práve možno interaktívna výučba motivovala i slabších žiakov k lepším študijným výsledkom. Na strane druhej nie vždy je možné na hodinách biológie využívať interaktívne cvičenia. Interaktívna tabuľa môže byť nielen motivačným prostriedkom ale i tým rušivým pre niektorých žiakov.

Preto je najmä na danom učiteľovi aby posúdil kedy a v ktorej triede je vhodné na hodinách biológie využívať takéto formy interaktívnych cvičení či interaktívnych hodín. Pre nás ako začínajúceho učiteľa je to však zaujímavá forma podania informácií, nakoľko chceme žiakov zaujať a získať si ich pozornosť.

Poďakovanie

Moje poďakovanie patrí najmä školiteľke PaeDr. Anne Sandanusovej, Ph.D. za jej odborné vedenie, ochotu a taktiež aj čas, ktorý mi venovala pri tvorbe a spracovaní našej práce.

Práca je súčasťou projektu APVV 14 - 0446 Hodnotenie kompetencií učiteľa.

Použitá literatúra

[1] Štefanková M. (2016) Využitie interaktívnej tabule vo vyučovaní biológie na gymnáziách (Bakalárska práca) Prírodovedecká fakulta, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra
[2] Levy, P.(2002) [Citované: 19. február 2018] Interactive whiteboards in learning and teaching in two Sheffild schools: A development study. Sheffield, United Kingdom: Department of information Studies. University of Sheffield. http://dis.shef.ac.ukleirg/projects/wboard.htm>.
[3] Birmingham365 [Citované: 19. február 2018] https://www.birmingham365.org/event/promethean-board-basics/
[4] Dostál J. (2009) Interactive whiteboard in education. In: Journal of Technology and Information Education. 2009. vol. 1, no. 3, p. 11-16
[5] Activeboard [Citované: 19. február 2018] http://www.activboard.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=146&Itemid=119
[6] ActivInspire [Citované: 19. február 2018] http://www.ta-slovakia.sk /pictures/activinspire/Preco%20ActivInspire.pdf

didaktika matematiky, fyziky, informatiky, techniky

Aplikačné a neštandardné matematické úlohy

Application and Non – standard Task in Mathematics

Veronika Bočková[1]
Školiteľ: Lucia Rumanová[2]
[1,2]Katedra matematiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] veronika.bockova@student.ukf.sk, [2] lrumanová@ukf.sk

Abstrakt
V príspevku sa budeme zaoberať rôznymi typmi matematických úloh a tiež stratégiami pri ich riešení. Neštandardné a aplikačné úlohy odstraňujú formálne prijímanie poznatkov a približujú matematiku k potrebám žiaka. V príspevku preto navrhneme niekoľko zaujímavých aplikačných a neštandardných úloh a uvedieme rôzne metódy riešenia daných matematických úloh. Popíšeme tiež konkrétne skúsenosti so zaradením vytvorených úloh do vyučovacieho procesu na ZŠ a SŠ.

Kľúčové slová: matematická úloha, metódy riešenia, aplikácie, vyučovací proces, žiaci

Abstract
In this paper we deal with mathematical problems and the strategies of their solution. The non-standard and application tasks eliminate formal learning and they approximate mathematics to pupil's needs. In the paper we propose some of the interesting application and non-standard tasks that we solve by various methods of solving mathematical problems. We also introduce our experiences with inclusion of the tasks in educational process at primary and secondary school.

Key words: mathematical problem, methods of solutions, applications, teaching process, pupils

Úvod

Matematické úlohy majú nezastupiteľnú funkciu pri nadobúdaní a osvojovaní poznatkov, schopností a spôsobilostí žiakov. Prostredníctvom vhodných úloh dochádza k zvyšovaniu matematickej gramotnosti, čo patrí medzi najpodstatnejšie otázky vo vyučovaní matematiky. Porozumenie osvojených vedomostí sa prejaví najmä pri riešení neštandardných a aplikačných úloh, v rámci ktorých žiak aplikuje už nadobudnuté matematické vedomosti. Schopnosť aplikovať matematiku sa nevyvíja sama od seba, a preto je vhodné do vyučovania matematiky takéto úlohy zavádzať.

1 Matematické úlohy

Riešenie matematických úloh sa zaraďuje medzi základné rozvíjajúce činnosti výchovy a vzdelávania na hodinách matematiky. Úlohy sú vhodné pre vzbudenie záujmu o matematiku a zároveň zabezpečujú aktívnu činnosť žiakov.

1.1 Riešenie matematických úloh

Pod pojmom matematická úloha rozumieme otázky učiteľa, problémy riešené prostredníctvom príkladov, cvičení a rôznych situácií, ktoré si vyžadujú aktivitu a riešenie zo strany žiaka [1]. Pod neštandardnou úlohou rozumieme úlohu, ktorej riešiteľ nepozná procedúru jej riešenia. Ak túto úlohu chce vyriešiť, musí skúmať, hľadať, experimentovať a vynaložiť intelektuálne úsilie. Tento typ úlohy sa taktiež nazýva aj problémom [2]. Aplikačnú úlohu charakterizujeme ako akt alebo situáciu hľadania pravdy, informácie, poznatku o niečom, skúmanie faktov, princípov. Úlohy majú interdisciplinárny charakter, nakoľko sa zaoberajú aplikovaním matematiky v nematematických odboroch [3].

Úlohy s rôznou náročnosťou na poznávacie funkcie sú uplatňované vo vyučovaní matematiky v každej jej fáze, na každom stupni a type školy. Prostredníctvom matematických úloh sa žiaci učia aplikovať svoje matematické vedomosti a používať rôzne metódy riešenia úloh. Matematické úlohy plnia najmä vzdelávacie, výchovné a rozvíjajúce ciele, ktoré sa prostredníctvom ich riešení zabezpečujú, konkrétne:

- vzdelávacie ciele – úlohy formujú matematické poznatky, zručnosti, návyky a pohľady do matematických tém, ktoré žiaci vedia používať,
- výchovné ciele – úlohy vedú k samostatnosti a tvorivosti, formujú všeobecné schopnosti žiaka,
- rozvíjajúce ciele – úlohy rozvíjajú myslenie orientované na efektívnu rozumovú činnosť, kritické myslenie, podporujú osobnostný a sociálny rozvoj [4].

V každej matematickej úlohe žiaci musia riešiť problém, v ktorom je niečo objektívne zadané a niečo neznáme, t. j. údaj, ktorý musia zistiť. Riešenie

problému je výhodné uskutočniť napríklad v troch fázach:

• porozumenie problému – v tejto fáze sa žiaci orientujú v probléme, snažia sa o jeho pochopenie,

• strategicko – operačná fáza zahrňuje riešenie matematickej úlohy,

• synteticko – verifikačná fáza je zameraná na overenie hypotéz – metód riešenia problému [1].

V odbornej literatúre sa stretávame s rôznymi názormi autorov na riešenie matematických úloh, ktorí uvádzajú rôzny počet a poradie fáz ich riešenia. Napríklad Polya (2004) popisuje štyri fázy:

1. porozumenie úlohy – žiak zistí, čo daná úloha od neho vyžaduje,
2. plánovanie – získanie predstavy o riešení úlohy,
3. vykonanie plánu – realizácia riešenia,
4. potvrdenie správnosti riešenia – spätná kontrola celého riešenia a jeho posúdenie [5].

Iní autori Krulick – Rudnick (In: Kusdinar, 2017) uvádzajú zase päť fáz:

1. čítanie a uvažovanie,
2. analýza a plánovanie,
3. realizácia plánu,
4. získanie riešenia,
5. overenie riešenia [6].

Učiteľ matematiky by pri riešení rôznych matematických úloh nemal zabúdať na to, že je nevyhnutné, aby si žiaci osvojili rôzne stratégie ich riešení. Stratégia je súhrn zámerov a postupov činností človeka, ktoré používa na dosiahnutie svojho cieľa. Matematické stratégie sú také nástroje, ktoré pomáhajú žiakom pri hľadaní cesty k cieľu.

Žiakov je potrebné postupne zoznamovať so základnými stratégiami riešenia matematických úloh. Medzi základné stratégie používané v školskej matematike sa zaraďujú metódy ako systematické experimentovanie, pokus - omyl, odhad – overenie - oprava, algebrická a grafická metóda [7].

Systematické experimentovanie

Podstatou metódy je uvedomiť si skutočnosť, že k riešeniu problému je možné dôjsť pomocou systému uskutočnených pokusoch. Každý pokus sa od predchádzajúceho odlišuje. Žiaci v prvých krokoch experimentujú napríklad s menšími číslami, postupne si volia čísla väčšie, kým pomocou nich neodhalia všeobecné riešenia a zákonitosti. Tieto výsledky pokusov je vhodné usporiadať do tabuľky. Veľmi významné je spojenie metódy systematického experimentovania s počítačom, ktorý umožňuje realizovať pokusy v množine všetkých možností za veľmi krátky čas [8].

Metódu je najlepšie ilustrovať na konkrétnej úlohe: „Koľko uhlopriečok má konvexný n-uholník?“ Štvoruholník má dve uhlopriečky, päťuholník má päť uhlopriečok, šesťuholník má deväť uhlopriečok, atď.

Údaje zapíšeme do tabuľky:

Počet vrcholov mnohouholníka	Počet uhlopriečok mnohouholníka
4	2 (4.1)/2
5	5 (5.2)/2
6	9 (6.3)/2
7	14 (7.4)/2
8	20 (8.5)/2
9	27 (9.6)/2

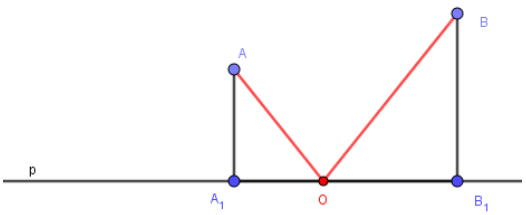
Tab. 1 Tabuľka systematického experimentovania

Z určenia počtu uhlopriečok šiestim rôznym mnohouholníkom môžeme postupným vyjadrovaním zistiť, že pre počet uhlopriečok n – uholníka platí vzťah $\frac{n.(n-3)}{2}$.

Metóda pokus – omyl

Podstatou metódy je nesystematické experimentovanie, ktoré zväčša vedie k cieľu až po mnohých experimentoch. Používaním stratégie si žiaci osvojujú organizáciu informácií o probléme, systematický spôsob odhadov a každým krokom by sa mali bližšie približovať k cieľu. Metóda nie je vhodnou k precvičovaniu učiva, avšak nájde svoje uplatnenie pri matematickom skúmaní – vytvorenie hypotézy a jej následný dôkaz [7].

Metódu môžeme ilustrovať na úlohe: „V obci sa rozhodli postaviť nový obchod na hlavnej ulici (ulicu predstavuje priamka p). Andrej býva v dome A a jeho kamarát Boris v dome B. Na mape je |A, p|= 2 km, |B, p|= 3 km, body A_1, B_1 sú päty kolmice vedených z bodu A, B na priamku p. Vzdialenosť bodov A_1, B_1 je 4 km. Kde by bolo pre chlapcov najlepšie, aby postavili obchod O, ak chcú z domu ísť do obchodu a navštíviť kamaráta najkratšou cestou?“



Obr. 1 Riešenie úlohy „Ulica s obchodom“

Riešenie metódou pokus – omyl je zaznamenané v tabuľke, vzdialenosti sú uvádzané v kilometroch:

$\|A_1, 0\|$	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
$\|B_1, 0\|$	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5
$\|A, 0\|$	2,06	2,24	2,5	2,82	3,2	3,6	4,03
$\|B, 0\|$	4,61	4,24	3,9	3,6	3,35	3,16	3,04
$\|A, 0\| + \|0, B\|$	**6,67**	**6,48**	**6,4**	**6,42**	**6,55**	**6,76**	**7,07**

Tab. 2 Tabuľka pre metódu pokus - omyl

Najkratšiu cestu by prešli chlapci, ak by obchod postavili vo vzdialenosti 1,5 km od bodu A_1.

Metóda odhad – overenie – oprava

Metóda je zdokonalením metódy pokus –omyl. Žiak odhadne prvé riešenie problému, overí jeho správnosť a nasledujúce odhady uskutoční podľa predchádzajúcich výsledkov.

Príkladom využitia metódy je odhadovanie výsledku delenia viacciferného čísla číslom dvojciferným. Žiak odhadne koľkokrát sa nachádza deliteľ v delencovi, následne písomným násobením overí svoj odhad a podľa výsledku zistí, či sa deliteľ v delencovi nachádza viac alebo menej krát. Ďalší svoj pokus potom prispôsobí predchádzajúcemu výsledku.

Algebrická metóda

Táto metóda je abstraktnejšia ako ostatné metódy. Avšak aj tak patrí medzi najpoužívanejšie metódy, nakoľko s algebrou sa žiaci stretávajú veľmi často vo vyučovacom procese. Podstatou je dôkladné prečítanie textu, zvolenie neznámej, následné zostavenie rovnice podľa zadania úlohy - prepísanie úlohy do jazyka algebry. Rovnicu žiaci riešia známym algoritmom a v poslednom kroku overia správnosť svojho riešenia.

Metódu ilustrujeme na úlohe: „Na ihrisku sú len deti a psíky. Spolu majú 20 hláv a 50 nôh. Koľko je na ihrisku detí a koľko psíkov?“ [7]

Ak si označíme počet detí písmenom d a počet psov písmenom p, môžeme zostaviť rovnice: $d + p = 20$; $2d + 4p = 50$. Riešime sústavu dvoch rovníc s dvoma neznámymi (výsledok je $d = 15$; $p = 5$).

Grafická metóda

Podstata grafickej metódy je založená na vytvorení vhodného obrázka - vizuálnej predstavy o probléme, ktorý vedie k porozumeniu problému, k nájdeniu jeho riešenia ako aj k formulácii výsledku. Náčrt obrázku umožní náhľad do danej úlohy a zapája aj vizuálnu časť mozgu.

Grafickou metódou sa dá riešiť napríklad aj predchádzajúca úloha s deťmi a psíkmi na ihrisku.

Nakreslíme si 20 hláv, ktoré zodpovedajú počtu hláv na ihrisku, deti aj psíky majú aspoň dve nohy, ktoré im všetkým takisto zakreslíme. Postupne môžeme dokresliť k dvom nohám ďalšie dve, t. j. dieťatko „premeníme“ na psíka, až kým nebude zakreslených 50 nôh. Riešenie je na obrázku:

Obr. 2 Grafická metóda v riešení úlohy

Nemenej dôležitými heuristickými metódami sú: preformulovanie problému, analógia, špecializácia, zovšeobecnenie, cesta späť, zavedenie pomocného prvku, logická úvaha a mnohé iné.

Pri *preformulovaní problému* si žiaci vytvárajú nové, niekedy úplne odlišné problémy, ktoré sú častejšie pre nich jednoduchšie riešiteľné. Nový problém objasňuje riešenie problému alebo jeho riešenie je riešením pôvodného problému.

Pri metóde *analógie* žiaci nájdu k pôvodnému problému problém analogický, ktorý podobným spôsobom pojednáva o analogickom objekte. Príkladom analogických objektov je kváder a obdĺžnik, trojuholník a štvorsten. Riešenie analogického problému vie žiakovi pomôcť k riešeniu pôvodne zadaného problému.

Podstatou metódy *špecializácie* je objasniť problém pomocou konkrétnych príkladov, ktoré predstavujú špeciálnu situáciu odvodenú zo všeobecnej situácie. Napríklad, ak niečo platí vo všeobecnom trojuholníku, musí to platiť aj v rovnostrannom či rovnoramennom trojuholníku [7].

Opakom špecializácie je *zovšeobecňovanie*. Zovšeobecnenie sa posúva od konkrétnych objektov ku všeobecným. Pri riešení úlohy žiaci usporiadajú nazbierané údaje, postupnými procesmi (triedenie údajov, hľadanie vzorov a vzťahov, skúmanie špeciálnych prípadov) sa dopracujú až k všeobecným tvrdeniam. Jeden problém sa dá niekedy zovšeobecniť aj viacerými spôsobmi [9].

Medzi najstaršie heuristické metódy, ktoré sa používali už v starovekom Grécku patrí metóda *cesta naspäť*. Žiaci začínajú cieľom úlohy a snažia sa získať predchádzajúce výsledky, z ktorých vyplýva cieľový výsledok. V úlohe žiaci postupujú proti zadaným podmienkam. Touto stratégiou nemusia žiaci vyriešiť celú úlohu, ale napríklad len jej časť. V školskej

matematike je metóda využívaná pri rozbore konštrukčných úloh alebo v dôkazoch.

Základom metódy *zavedenia pomocného prvku* je fakt, že zavedený pomocný prvok uľahčuje žiakovi riešenie úlohy, alebo ju pretransformuje na už riešený problém. Pomocný prvok sa v zadaní úlohy nevyskytuje a žiak si ho volí podľa vlastných potrieb a skúseností. Pomocným prvkom býva v matematike označovaná priamka, kružnica, úsečka, premenná alebo aj číslo [10].

Podstatou stratégie *logickej úvahy* je hľadanie riešenia prostredníctvom logických súvislostí, ktoré sa nachádzajú v zadaní úlohy. Dôležitú úlohu zohráva predstavivosť a znázornenie problému [11].

Poznanie rôznych stratégií riešenia je pre žiakov veľkým prínosom nie len vo vyučovacom procese, ale aj v reálnom živote. Učitelia matematiky by o nich nemali len hovoriť, ale aj so žiakmi ich sústavne nacvičovať. Túto činnosť však môže vykonávať len učiteľ, ktorý dostatočne porozumel danej problematike a aplikoval rôzne metódy v praxi.

2 Návrhy aplikačných a neštandardných úloh

V druhej časti nášho príspevku sa budeme venovať návrhom aplikačných a neštandardných úloh. V konkrétnych úlohách žiaci využijú svoje poznatky o desatinných číslach, zlomkoch, Pytagorovej vete, obsahu, obvode obdĺžnika a štvorca.

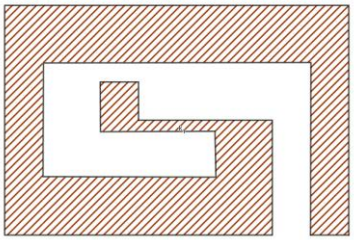
2.1 Úloha: Obsah a obvod labyrintu

Ročník: šiesty, ZŠ

Tematický okruh: obsah obdĺžnika, štvorca a pravouhlého trojuholníka v desatinných číslach, jednotky obsahu

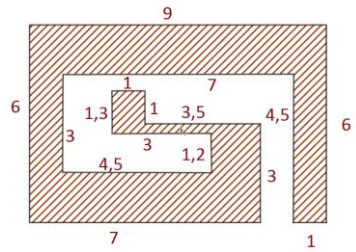
Cieľ: vypočítať obvod a obsah útvaru zloženého zo štvorcov a obdĺžnikov

Vypočítajte obvod a obsah vyšrafovaného obrazca (pôdorys labyrintu). Všetky uhly v lomenej čiare sú pravé. Pri riešení je potrebné použiť pravítko.



Obr. 3 Labyrint

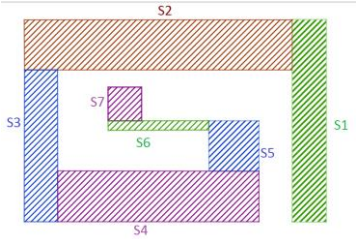
Obvod obrazca žiaci určia ako súčet dĺžok jednotlivých úsečiek, ktoré odmerajú v cm.



Obr. 4 Výpočet obvodu labyrintu

o = 6 + 9 + 6 + 7 + 3 + 3,5 + 1 + 1 + 1,3 + 3 + 1,2 + 4,5 + + 3 + 7 + 4,5 + 1 = 62 cm

Obsah obrazca môžu vypočítať žiaci dvoma spôsobmi. V prvom si vyšrafovaný obrazec rozdelia na obdĺžniky a štvorce podľa vlastného uváženia, napríklad:



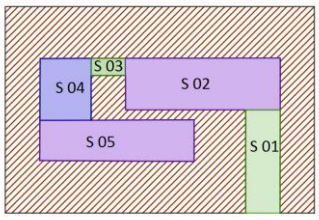
Obr. 5 Výpočet obsahu labyrintu 1. spôsobom

Obsah obrazca vypočítajú ako súčet obsahov jednotlivých útvarov:

$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 =$

$= 6 + 12 + 4,5 + 9 + 2,25 + 0,9 + 1 = 35,65 = 36\ cm^2$

V druhom spôsobe žiaci vypočítajú obsah doplnku k obrazcu, ktorý odpočítajú od obsahu obdĺžnika, v ktorom sa celý obrazec nachádza.



Obr. 6 Výpočet obsahu labyrintu 2. spôsobom

$S = S' - S_{01} - S_{02} - S_{03} - S_{04} - S_{05} =$

$= 54 - 3 - 6,75 - 0,5 - 2,7 - 5,4 = 35,65 = 36\ cm^2$

Výhodné je tiež použiť v riešení úlohy aj softvér GeoGebra.

2.2 Úloha: Vstupné do kina

Ročník: šiesty, ZŠ

Tematický okruh: desatinné čísla, počtové výkony (operácie) s desatinnými číslami

Cieľ: vybrať správne údaje zo zadania úlohy, vyriešiť úlohu s desatinnými číslami

Trinásťročný Martin je členom filmového klubu. Členský poplatok na rok je 13,50 € pre osoby mladšie ako 15 rokov a 23,50 € pre osoby staršie ako 15 rokov. Členstvo prináša so sebou výhody.

Otázka: Aký je minimálny počet 2D filmov, na ktoré musí Martin ísť v priebehu roka, aby sa mu oplatilo byť členom klubu?

film	2D	3D
Cena lístka pre členov filmového klubu od dovŕšenia 15 rokov.	4,50 €	5,40 €
Cena lístka pre členov filmového klubu mladších ako 15 rokov.	3,90 €	4,80 €
Cena lístka pre nečlenov filmového klubu od dovŕšenia 15 rokov.	5,40 €	6,30 €
Cena lístka pre nečlenov filmového klubu mladších ako 15 rokov.	4,80 €	5,70 €

Tab. 3 Cenník vstupného do kina

Logická úvaha

Ako člen klubu zaplatil Martin členské 13,50 €. Na každom lístku ušetrí Martin 0,90 €. Aby sa mu členstvo oplatilo a pokryl náklady za členské, mal by ušetriť viac ako čiastku vo výške členského poplatku t. j. 13,50 : 0,9 = 15. Aby sa mu členstvo oplatilo musí ísť do kina minimálne 16-krát.

Odhad – overenie - oprava

Pokusom odhadneme počet lístkov, ktoré si Martin má kúpiť ako člen klubu, vypočítame koľko za lístky zaplatí, k cene pripočítame členský poplatok. Cenu porovnáme s cenou, ktorú by zaplatil, ak by členom nebol.

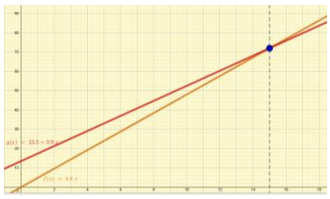
Predpoklad: 13 lístkov
Pre člena: 13 * 3,9 + 13,50 = 64,20 €
Pre nečlena: 13 * 4,80 = 62,40 € - členstvo sa v tomto prípade neoplatí, musí kino navštíviť viackrát.
Predpoklad: 15 lístkov
Pre člena: 15 * 3,9 + 13,50 = 72 €
Pre nečlena: 15 * 4,80 = 72 € - člen zaplatí za lístky toľko isto ako nečlen, musí kino navštíviť viackrát.
Predpoklad 16 lístkov
Pre člena: 16 * 3,9 + 13,50 = 75,90 €
Pre nečlena: 16 * 4,80 = 76,80 € - členstvo sa v tomto prípade už oplatí.

Algebrické riešenie

Za neznámu x je vhodné zvoliť počet Martinových návštev kina a zadanie pripísať do tvaru nerovnice:

$4{,}80\ x > 3{,}90\ x + 13{,}50$
$0{,}9\ x > 13{,}50$
$x > 15$

Grafické znázornenie – funkčná závislosť



Obr. 7 Grafické riešenie úlohy

2.3 Úloha: Prvky v tele

Ročník: siedmy, ZŠ
Tematický okruh: zlomky, počtové výkony so zlomkami, kladné racionálne čísla
Cieľ: porozumieť zlomkom, vedieť riešiť úlohy

Ľudské telo je zložitým laboratóriom plným chemických prvkov, ktoré sa v tele nachádzajú v rozličných množstvách. Samko sa rozhodol, že určí hmotnosť jednotlivých prvkov vo svojom tele. Vie, že: $\frac{2}{3}$ Samkovej hmotnosti tvorí kyslík, $\frac{1}{2}$ jeho zvyšnej hmotnosti tvorí uhlík. Vodík tvorí $\frac{3}{5}$ hmotnosti tela, ktoré obsahuje iné prvky ako kyslík a uhlík. Ostatné chemické prvky - dusík, hliník, vápnik a iné veľmi dôležité prvky majú v jeho tele hmotnosť 4 kilogramy.

Otázky: Koľko kilogramov váži Samko? Koľko kilogramov uhlíka tvorí Samkove telo?

Logická úvaha

Ak kyslík tvorí $\frac{2}{3}$ Samkovej hmotnosti, tak ostatné prvky tvoria $\frac{1}{3}$ hmotnosti. Z tejto $\frac{1}{3}$ celej hmotnosti tvorí uhlík $\frac{1}{2}$, t. j. $\frac{1}{3}.\frac{1}{2} = \frac{1}{6}$ celej hmotnosti. Hmotnosť ostatných prvkov (všetkých okrem kyslíka a uhlíka) tvorí taktiež $\frac{1}{6}$ hmotnosti. Z tejto $\frac{1}{6}$ hmotnosti tvorí vodík $\frac{3}{5}$, t. j. $\frac{1}{6}.\frac{3}{5} = \frac{1}{10}$ hmotnosti celého tela. Ostatné prvky tvoria $1 - \frac{2}{3} - \frac{1}{6} - \frac{1}{10} = \frac{1}{15}$ hmotnosti celého tela. Z uvedeného vyplýva, že $\frac{1}{15}$ hmotnosti predstavuje 4 kg. Samkove telo váži: 4.15 = 60 kg, kyslík tvorí: $\frac{2}{3}$. 60 kg = 40 kg, uhlík: $\frac{1}{6}$. 60 kg = 10 kg s vodík: $\frac{1}{10}$. 60 kg = 6 kg.

Algebrické riešenie

Za neznámu x je vhodné zvoliť hmotnosť Samkovho tela, následne tak zostaviť rovnicu podľa zadania:

$$\frac{2}{3}.x + \frac{1}{3}.\frac{1}{2}.x + \frac{1}{3}.\frac{1}{2}.\frac{3}{5}.x + 4 = x$$
$$\frac{2}{3}.x + \frac{1}{6}.x + \frac{3}{30}.x + 4 = x \quad / .30$$

$$20.x + 5.x + 3.x + 120 = 30.x$$
$$x = 60 \text{ kg}$$

Vypočítame teda, že Samko váži 60 kg a hmotnosti prvkov vieme podľa zadania dopočítať tak ako bolo uvedené v predchádzajúcej metóde.

Grafické riešenie

Na grafické riešenie využijeme tzv. koláčový graf:

Obr. 8 Grafické riešenie úlohy – koláčový graf

Podľa zadania úlohy si žiaci postupne rozdelia kruh na 30 rovnakých častí, jedna časť predstavuje 2 kg (ostatné prvky v tele sú znázornené dvoma dielikmi a ich hmotnosť je 4 kg). Z daného vyplýva, že Samko váži 30. 2 = 60 kg.
Kyslík je znázornený dvadsiatimi dielikmi: 20.2 = 40 kg,
dusík piatimi dielikmi : 5.2 = 10 kg,
vodík troma dielikmi: 3.2 = 6 kg,

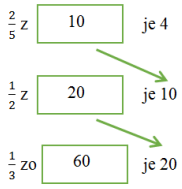
Alebo na znázornenie daného riešenia úlohy využijeme úsečku:

Obr. 9 Grafické riešenie úlohy - úsečka

Úsečka DE predstavuje 4 kg, ostatné úsečky predstavujú:
úsečka AB desaťnásobok dĺžky DE, t.j. 40 kg,
úsečka BC 2,5-násobok dĺžky DE, t.j. 10 kg,
úsečka CD 1,5- násobok dĺžky DE, t.j. 6kg.

Cesta naspäť

Žiaci postupujú proti zadaným podmienkam, úlohu začínajú riešiť od údaju o hmotnosti ostatných prvkov. Následne si žiaci musia zvážiť postupnosť jednotlivých krokov a vhodne určiť akú časť z daného celku majú vypočítať.



Obr. 10 Riešenie úlohy cestou naspäť

2.4 Úloha: Meranie hĺbky vody

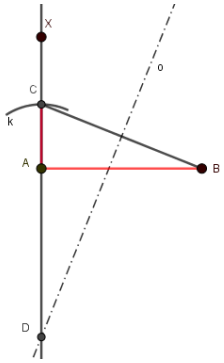
Ročník: deviaty, ZŠ
Tematický okruh: Pytagorova veta
Cieľ: použiť Pytagorovu vetu na riešenie kontextových úloh, zostrojiť trojuholník podľa navrhnutého postupu

Na hodine zemepisu sa žiaci rozhodli, že zmerajú hĺbku koryta rieky a to tak, že využijú údaje namerané len nad hladinou vody. Dlhú tyč neznámej dĺžky ponorili do rieky (tyč sa dolným koncom opierala o dno koryta). Dĺžka tyče nad vodou bola 0,8 metra. Ak horný koniec tyče pootočili tak, že sa dostal na hladinu tak vzdialenosť tyče na hladine od pôvodnej zvislej polohy tyče bola 2 metre. Aká je hĺbka rieky na meranom mieste?

Grafické riešenie

Žiaci si znázornia situáciu, zakreslia si náčrt, a musia si uvedomiť fakt, že bod, v ktorom sa pretne os úsečky BC a polpriamka CA znázorňuje koniec tyče. Následne urobia konštrukciu a odmerajú dĺžku úsečky AD.

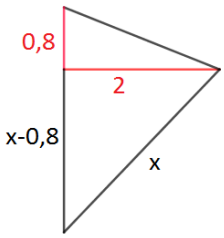
Postup konštrukcie:
1. AB; |AB| = 2 cm
2. ∢BAX; |∢BAX |= 90°
3. AC; |AC| = 0,8 cm, C∈ $\overrightarrow{AX}$
4. ΔABC
5. o; o je os BC
6. B; B ∈ $\overrightarrow{CA}$ ∩ o
7. |AD| je hĺbka koryta rieky



Úsečka AD má dĺžku 2,1 cm, z čoho vyplýva, že hĺbka koryta rieky je 2,1 metra.

Algebrické riešenie

Na riešenie problému je vhodné použiť aj Pytagorovu vetu. Na zostavenie rovnice pomôže žiakom vhodný náčrt situácie a zvolenie si za dĺžku tyče neznámu x:



$$(x - 0{,}8)^2 + 2^2 = x^2$$
$$x^2 - 2.0{,}8.x + 0{,}64 + 4 = x^2$$
$$1{,}6\,x = 4{,}64$$
$$x = 2{,}9 \text{ m}$$

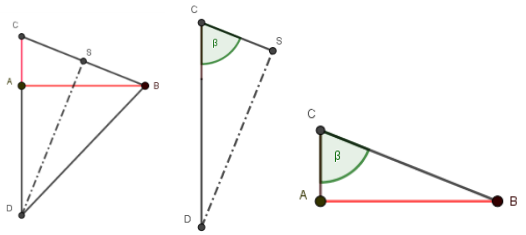
Dĺžka tyče je 2,9 m, hĺbka rieky je o 0,8 m menšia ako dĺžka tyče: 2,9 - 0,8 = 2,1 m

Hĺbka rieky je teda 2,1 metra.

Využitie pomocného prvku

Pri riešení úlohy môžu žiaci zavedením pomocného bodu S (stredu spojnice pôvodnej a koncovej polohy

horného konca tyče) využiť podobnosť trojuholníkov. Na základe Vety uu o podobnosti trojuholníkov sú trojuholníky CSD a CAB podobné.



Obr. 11 Riešenie úlohy využitím pomocného prvku

Použitím Pytagorovej vety sa dá vypočítať, že dĺžka úsečky CS je 1,08 m (polovica dĺžky úsečky CB).
Z podobnosti trojuholníkov vyplýva:
$\frac{|CA|}{|CS|} = \frac{|CB|}{|CD|} \rightarrow \frac{0,8}{1,08} = \frac{2,16}{|CD|} \rightarrow |CD| = 2,16 \,.\, \frac{1,08}{0,8} = 2,92$ m

Hĺbku rieky opäť žiaci vypočítajú tak, že od celej dĺžky tyče odpočítajú dĺžku tyče nad vodou.

3. Ukážky žiackych riešení

Uvedené neštandardné úlohy sme zadali aj žiakom 6. a 7. ročníka ZŠ a tiež žiakom 1. ročníka gymnázia v Nových Zámkoch.

3.1 Postrehy zo žiackych riešení úlohy „Obsah a obvod labyrintu“

Úlohu sme zadávali žiakom v triede šiesteho ročníka následne po precvičení výpočtov obsahu a obvodu útvarov zložených zo štvorcov a obdĺžnikov. Úlohu riešilo pätnásť žiakov. Napriek tomu, že podobnými úlohami sa zaoberali žiaci počas predchádzajúcich hodín, správne vypočítať obsah útvaru vedeli len dvaja žiaci a obvod útvaru len jeden žiak.

Obsah útvaru

Všetci žiaci si vyšrafovaný útvar rozdelili na obdĺžniky a štvorec, pričom rozdelenie daného útvaru u jednotlivých žiakov bolo rôzne. Ani jeden žiak nepočítal obsah vyšrafovaného obrazca spôsobom odpočítania obsahu doplnku od obdĺžnika s rozmermi 6 a 9 cm.

Ôsmy žiaci urobili jednu numerickú chybu (výpočet obsahu jednej časti obrazca, alebo sa pomýlili pri sčítaní všetkých obsahov). Dve numerické chyby urobil jeden žiak, tri chyby taktiež jeden žiak a jeden žiak urobil štyri numerické chyby. Viac chýb urobili dvaja žiaci, pričom jeden z nich na začiatku nepresne odmeral dĺžky jednotlivých strán a druhý žiak za určený čas stihol vypočítať len tri obsahy niektorých obdĺžnikov.

Obvod útvaru

Napriek tomu, že výpočet obvodu útvaru mal byť menej náročnou časťou úlohy, vypočítal ju správne len jeden žiak. Najčastejšou chybou žiakov (vyskytla sa u 10 žiakov) bol fakt, že zabudli v obvode pripočítať dĺžku niektorej strany. Jeden žiak počítal obvod útvaru ako súčet obvodov jednotlivých obdĺžnikov a štvorca. Žiak, ktorý zle odmeral jednotlivé dĺžky strán vypočítal iný obvod útvaru, aj keď s nameranými údajmi bol jeho výpočet správny. Dvaja žiaci vôbec nevedeli zistiť obvod útvaru.

3.2 Postrehy zo žiackych riešení úlohy „Vstupné do kina“

Úlohu sme zadali v triede žiakov šiesteho ročníka s časovým odstupom približne mesiac po prebratí tematického celku desatinné čísla. V triede bolo taktiež ako pri riešení prvej úlohy pätnásť žiakov.
Úlohu správne nevyriešil ani jeden žiak, napriek tomu, že každý žiak vedel určiť koľko bude Martin platiť za lístok do kina, keď bude členom klubu aj keď členom klubu nebude. Taktiež sme ich s pani učiteľkou upozornili na význam otázky – kedy sa oplatí byť členom filmového klubu.

Päť žiakov riešilo úlohu správnym spôsobom – logickou úvahou, že Martin ako člen klubu ušetrí pri jednej návšteve kina 90 centov. Avšak ani jeden z týchto žiakov si neuvedomil fakt, že členom filmového klubu sa oplatí byť až vtedy ak ušetrí viac peňazí akoby zaplatil, keby členom nebol. Všetkých päť žiakov uviedlo, že Martin by mal ísť do kina aspoň pätnásťkrát a nie až šestnásťkrát. Ich metóda riešenia bola správna, avšak zlyhanie mohlo nastať nedostatočným prečítaním otázky alebo jej neporozumením.

Siedmi žiaci vypočítali koľkokrát by Martin za sumu členského poplatku mohol ísť do kina so zľavneným vstupným, t. j. vypočítali 13,50 : 3,9 = 3, zvyšok 1,8. Z daného výsledku usúdili, že Martin má ísť do kina aspoň trikrát.

Dvaja žiaci vypočítali koľkokrát by Martin za cenu členského poplatku mohol ísť do kina bez zľavneného vstupného, t. j. vypočítali 13,50:4,8 = 2, zvyšok 3,9. Z daného výsledku usúdili, že Martin má ísť do kina dvakrát.

Jeden žiak sa úlohu nepokúšal riešiť, zapísal len údaj, koľko Martin zaplatí za členský poplatok.

3.3 Postrehy zo žiackych riešení úlohy „Prvky v tele“

Túto úlohu sme zadávali žiakom siedmeho ročníka po prebratí tematického celku zlomky. Úlohu riešilo 19 žiakov a pri úlohe sme sa stretli s najvyššou úspešnosťou. Všetci žiaci riešili úlohu graficky,

pomocou delenia kruhu alebo obdĺžnika. Inou metódou žiaci úlohu nevedeli vyriešiť.

Desať žiakov správne vypočítalo, že Samko váži 60 kg. Štyria žiaci správne rozdelili celok, určili, že dva dieliky majú hmotnosť 4 kg, avšak nevedeli ako postupovať s daným údajom ďalej. Piati žiaci vedeli rozdeliť útvar na tri rovnaké časti, pričom správne určili, že dve časti predstavujú kyslík. Zvyšnú tretinu rozdelili na dve rovnaké časti, pričom jedna časť predstavovala uhlík. Ďalej však v riešení nepostúpili.

3.4 Postrehy zo žiackych riešení úlohy „Meranie hĺbky vody“

Úlohu riešili žiaci 1. ročníka gymnázia, konkrétne pätnásť žiakov vo veku 15 rokov, ktorí by boli vhodnou skupinou pre testovanie PISA.

Osem žiakov úlohu nevyriešilo s udaním dôvodu, že danú situáciu si nevedeli predstaviť. V jednom prípade si žiak nesprávne zaznačil údaj dva metre posunutia horného konca tyče a z toho dôvodu bolo riešenie nesprávne. Šiesti študenti znázornili situáciu správne a úlohu aj vyriešili. Práve preto považujeme vhodný náčrt za kľúčový krok k správnemu vyriešeniu úlohy. Jeden z úspešných riešiteľov si riešenie úlohy narysoval. Štyria žiaci riešili úlohu použitím Pytagorovej vety. Jedna žiačka uviedla originálne riešenie s využitím goniometrických funkcií, ktoré sme v danom ročníku neočakávali.

Záver

Väčšinu úloh z nášho prieskumu riešili žiaci, ktorí sú výborní z matematiky na oslovenej základnej a strednej škole. Teda s riešením štandardných úloh nemajú žiadne problémy, avšak s riešením neštandardných úloh majú málo skúseností. Tento fakt sa odzrkadlil v ich riešeniach nami zadaných úloh.

V riešeniach prvej úlohy sme mohli pozorovať, že žiaci majú teoretické poznatky. Vedia vypočítať napríklad obvod a obsah obdĺžnika aj štvorca, vynásobiť desatinné číslo desatinným. Problém však nastal, keď mali žiaci svoje poznatky prepojiť a vyriešiť náročnejšiu úlohu. Častou chybou pozorovanou v prvej úlohe bola nepozornosť. V druhej úlohe žiaci najčastejšie neporozumeli zadaniu úlohy. Podľa nášho názoru by tretiu úlohu vyriešilo viac žiakov, kebyže je v úlohe zadaných menej chemických prvkov, nakoľko podiel kyslíka a uhlíka z celej hmotnosti vedel určiť každý žiak. Štvrtá úloha si vyžadovala správne predstavenie si zadanej situácie a zakreslenie náčrtu. Túto fázu riešenia nezvládlo viac ako 50 % žiakov prvého ročníka vybraného gymnázia.

Žiaci sa vo svojom živote stretávajú s mnohými situáciami, ktoré je potrebné čo najefektívnejším spôsobom vyriešiť. Pri ich riešení im často krát môžu pomôcť matematické kompetencie získané počas ich štúdia. Práve aplikačné a neštandardné úlohy poukazujú na prepojenie matematiky s reálnym životom a praxou. Je preto vhodné a aj nevyhnutné, aby sa v čo najväčšej možnej miere úlohy tohto typu zavádzali aj do učiva základných a stredných škôl.

Poďakovanie

Chcela by som sa poďakovať mojej školiteľke PaedDr. Lucii Rumanovej PhD. za pomoc, odporúčania, nápady a usmernenia, ktoré som využila v našom príspevku.

Použitá literatúra

[1] Šedivý O. a kol. (2013) Vybrané kapitoly z didaktiky matematiky. Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra, 53 s.

[2] Hejný M. a kol. (2004) Dvacet pět kapitol z didaktiky matematiky. Univerzita Karlova v Prahe – Pedagogická fakulta, Praha, 191 s.

[3] Brincková J. (2010) Dva dny s didaktikou matematiky 2010, Aplikačné úlohy a rozvoj matematickej gramotnosti v 6. ročníku ZŠ, Praha, 19 s.

[4] Šedivý O., Vallo D. (2013) Slovné a konštrukčné úlohy ako prostriedok k rozvoju logického myslenia. Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra, 3 s.

[5] Polya G. (2004) How to solve it: A new aspect of mathematical method. Princeton: Princeton University Press. 288 s.

[6] Kusdinar U. a kol. (2017) IJEME 2, 205 s.

[7] Kopka J. (2009) Metódy rěšení matematických úloh. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, 22 s.

[8] Eisenmann P., Přibyl J. (2013) Sborník příspěvků 6. konference Užití počítačů ve výuce matematiky, Systematické experimentování ve výuce matematiky, České Budejovice, 85 s.

[9] Frobisher A., Frobisher L. (2015) Didaktika matematiky 1. Raabe, Bratislava, 121 s.

[10] Eisenmann P., Novotná J., Přibyl J. (2015) Dva dny s didaktikou matematiky 2015, Tvořivě při řešení úloh ve školské matematice, Praha, 9 s.

[11] Prídavková A., Štefková D. (2013) Riešiteľské stratégie matematických úloh v edukácii nadaných žiakov, Prešovská univerzita v Prešove, Prešov, 39 s.

Matematická úzkosť a jej vzťah k rodu, úspešnosti, výkonu a voľbe budúceho povolania žiakov základných škôl

Mathematics Anxiety and Its Relation to Gender, Achievement, Performance and Career Choice in Elementary School Children

Katarína Cibulková
Školiteľ: Valéria Švecová
[1,2]Katedra matematiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] katarina.cibulkova@student.ukf.sk, [2] vsvecova@ukf.sk

Abstrakt

Matematická úzkosť je nepriaznivým fenoménom súvisiacim s matematikou v bežných situáciách života. Cieľom príspevku bolo upozorniť na vzťah medzi matematickou úzkosťou a rodom, úspešnosťou, výkonom, voľbou budúceho povolania, poukázať na jej možné príčiny a symptómy.

Výskumný súbor reprezentovalo 164 žiakov siedmeho a deviateho ročníka základných škôl v Rajci. Dáta boli získané administrovaním dotazníka vlastnej konštrukcie, škály AMAS [1], Beckovej posudzovacej škály úzkosti [2], Dotazníka na meranie úzkosti a úzkostlivosti [3] a písomnej práce z matematiky.

Najdôležitejšie výsledky ukázali, že matematickú úzkosť vykazovalo 20,48 % chlapcov a 30,86 % dievčat; 20,27 % z najúspešnejších žiakov v matematike, 33,33 % z najmenej úspešných participantov; 14,29 % z participantov s výberom povolania súvisiacim s matematikou a 34,04 % s nesúvisiacim povolaním; 69,77 % participantov so známkou 2 z písomnej práce. Aktuálnu úzkosť vykazovalo 29,29 % pred a 61,59 % participantov po písomnej práci z matematiky.

Kľúčové slová: matematická úzkosť, matematický výkon, rodové rozdiely, voľba povolania

Abstract

Mathematics anxiety is a negative phenomenon in real life situations involving math. The main aim was to examine the relation between mathematics anxiety and gender, achievement, performance, future career choice and to consider causes and symptoms of mathematics anxiety.

The research sample was based on 164 seventh - and ninth - grader from elementary schools in Rajec. To collect empirical data it was used own questionnaire, the AMAS [1], the Beck Anxiety Inventory [2], the STAI [3] and a math test.

The most important research results has revealed that mathematics anxiety has been experienced by 20,48 % boys and 30,86 % girls; 20,27 % of the participants with the best rate in mathematics achievement and 33,33 % with the worst one; 14,29 % of the participants, who choose the future career related with math and 34,04 % of the participants, who choose the career not related with math; 69,77 % of the participants with grade 2 from the math test. Current state of anxiety was experienced by 29,29 % participants before and by 61,59 % participants after the math test.

Key Words: mathematics anxiety, mathematics performance, gender differences, career choice

Úvod

Matematika je triviálnou súčasťou života. Napriek tomu, mnoho jednotlivcov voči matematike zaujíma kritický postoj. Príspevok sa zaoberá jednou z možných príčin negatívneho vzťahu k matematike, a to matematickou úzkosťou. Ide o silné tendencie vyhýbania sa matematike, čo v konečnom dôsledku ovplyvňuje matematické kompetencie a rovnako budúcu kariéru jednotlivca [4]. Jednou z úloh učiteľa je eliminovať akékoľvek nepriaznivé vplyvy súvisiace s vyučovacím procesom. Matematická úzkosť ako situácia diskomfortu, respektíve strachu z práce s číslami, riešenia matematických problémov môže eskalovať až k averzii, stráneniu sa situáciám spájaným s matematikou [5]. Z uvedených dôvodov by bolo adekvátne predstavený problém podchytiť u žiakov už počas štúdia v základných školách. Príspevok je zameraný na deskripciu súvislostí vybraných charakteristík ako rod, voľba budúceho povolania, výber nasledujúceho štúdia, úspešnosť v matematike a ďalších s matematickou úzkosťou.

Vysoko matematicky úzkostliví jednotlivci zastávajú kritické postoje k matematike a rovnako nepriaznivo vnímajú svoje dispozície v matematike [4].

Pocity napätia a úzkosť, ktorá deštruuje schopnosť manipulácie s číslami a riešenie matematických problémov v širokej škále akademických situácií, či situácií bežného života, je jednou z najznámejších definícií matematickej úzkosti, ktorej autormi sú Richardson a Suinn [5]. K fyziologickým a psychologickým prejavom úzkosti z matematiky patrí somatická anxieta manifestovaná napríklad žalúdočnou nevoľnosťou, potením dlaní, zvýšeným krvným tlakom, zrýchleným dýchaním, búšením srdca, celkovou nervozitou, zatiaľ čo k prejavom kognitívnej anxiety patria napríklad obavy žiaka zo zlyhania pri riešení matematických úloh [6].

Zo záverov medzinárodného merania PISA 2012 vyplynulo, že až 59 % pätnásťročných zúčastnených žiakov krajín OECD sa obáva vyučovacích hodín matematiky, 33 % žiakov je v napätí pri vypracovávaní domácich úloh, 31 % žiakov je nervóznych pri práci s matematickými problémami, 30 % žiakov pociťuje bezmocnosť pri riešení matematických úloh a 61 % sa obáva zlých známok z matematiky [7]. Sme svedkami mýtov, že dievčatá nemajú dispozície na prírodovedné predmety, čo môže byť jednou z príčin matematickej úzkosti. Snaha učiteľov matematiky podporovať dievčatá v iných vyučovacích predmetoch (humanitných) môže spôsobovať ešte väčšie škody a dievčatá stagnujú na matematiku [8]. V niektorých výskumoch [9, 10] boli preukázané rozdiely v matematickej úzkosti medzi dievčatami a chlapcami. Ak sa zameriame na úspešnosť, či výkon, autori [11, 10] zistili, že so stúpajúcou matematickou úzkosťou klesá úspešnosť meraná výstupnými skúškami, prípadne že deti s vyššou matematickou úzkosťou podali nižší matematický výkon meraný testom z matematiky.

1 Charakteristika empirického výskumu

1.1 Výskumné ciele

Hlavným cieľom príspevku je overiť vzťah matematickej úzkosti s úspešnosťou v matematike, výberom nadchádzajúceho štúdia a povolania, matematickým výkonom, a tiež porovnať jej rozdiely v rámci ďalších premenných. Čiastkovými cieľmi práce sú:

- overiť výskyt rozdielov v rode pri subjektívnej voľbe vyučovacích predmetov, pri ktorých participanti zaznamenávajú úzkosť;
- udať možné subjektívne pociťované príčiny úzkosti z matematiky;
- zistiť najčastejšie vyskytujúce sa symptómy úzkosti u žiakov počas vyučovacích hodín matematiky v poslednom týždni;
- sledovať súvis medzi matematickou úzkosťou a úspešnosťou, výkonom v matematike, výberom budúceho štúdia, či povolania;
- komparovať stupeň aktuálnej úzkosti žiakov pred a po písomnej práci z matematiky.

1.2 Výskumný súbor

Výskumné dáta boli zadovážené administráciou batérie dotazníkov na druhom stupni základných škôl, konkrétne Katolíckej spojenej školy Rajec a Základnej školy, Lipová 2, Rajec v decembri v roku 2016. Výskumný súbor tvorilo 164 participantov 7. a 9. ročníka, 83 (50,61 %) chlapcov a 81 (49,39 %) dievčat vo veku 12 – 15 rokov. Participanti boli oboznámení so skúmanou problematikou a informovaní o anonymite daných meraní.

1.3 Výskumné metódy

V príspevku uvádzame vybrané výsledky získané viacerými výskumnými metódami, adresne bol použitý dotazník vlastnej konštrukcie (DVK), Beckova posudzovacia škála úzkosti (BPŠÚ) [2], škála The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) [1], Dotazník na meranie úzkosti a úzkostlivosti (STAI) [3] a písomná práca z matematiky vlastnej konštrukcie upravená po konzultácii s vyučujúcimi matematiky uvedených škôl.

DVK slúžil na nadobudnutie informácií o rode, známkach participantov z posledných troch vysvedčení z matematiky, o orientačnom povolaní participantov, ktoré plánujú v budúcnosti vykonávať. Rovnako bol použitý na zistenie vyučovacích predmetov, pri ktorých žiaci najviac subjektívne pociťovali úzkosť, a subjektívne vnímaných príčin matematickej úzkosti.

Úlohou BPŠÚ [2] bolo zistiť aké symptómy úzkosti sa objavili u participantov v priebehu posledného týždňa. Znenie zadania bolo modifikované s cieľom orientácie na vyučovacie hodiny matematiky. Výsledná hodnota po sčítaní bodov pre konkrétne symptómy určila skupiny participantov podľa toho, či participant nevykazoval úzkosť, prípadne vykazoval ľahkú, stredne ťažkú, alebo závažnú úzkosť. Pre účely príspevku sme pracovali predovšetkým s poslednými dvomi skupinami participantov.

Škála AMAS [1] viedla k meraniu výšky matematickej úzkosti u jednotlivých participantov. Posledná položka AMAS [1] bola vylúčená, pretože ju

nebolo možné žiakmi primerane zodpovedať. Na základe štatistického rozdelenia na kvartily bol za vysokú matematickú úzkosť považovaný po sčítaní hodnôt jednotlivých položiek Likertovej škály počet bodov 24 a viac.

Príspevok sa zaoberá aj aktuálnou úzkosťou žiakov pred a po písomnej práci z matematiky, ktorá bola zisťovaná časťou dotazníka STAI [3], konkrétne fragmentom X1.

Nami vytvorená písomná práca pre siedmy ročník obsahovala nasledujúce úlohy:

1. Znázornite zlomky $\frac{2}{3}$ a $\frac{6}{4}$ na číselnej osi.

2. Napíšte zlomkom v <u>základnom tvare</u>, akú časť hodiny tvorí 18 minút.

3. Aký obvod má štvorec so stranou dlhou $8\frac{3}{4}$?

4. Objem prvej nádoby je $\frac{4}{5}$ litra, objem druhej nádoby je $\frac{3}{4}$ litra. Ktorá nádoba má väčší objem a o koľko litrov?

V písomnej práci pre deviaty ročník sa nachádzali nadchádzajúce úlohy:

1. Určte koreň rovnice v R:

$$6 \times (2z - 10) = (-4) \times (2z - 5) \qquad (1)$$

2. Matka je 4-krát staršia ako dcéra. Rozdiel veku matky a veku dcéry je 24. Koľko rokov má matka?

3. Určte koreň rovnice v R:

$$\frac{d-4}{7} - \frac{d-6}{5} = 0 \qquad (2)$$

4. Výkres a kružidlo stoja spolu 2,10 €. Kružidlo je o 2 € drahšie ako výkres. Koľko € stojí výkres?

Maximálny počet bodov z písomných prác bol 11.

2 Výsledky a diskusia

Na základe analýzy niektorých dát administrovanej batérie dotazníkov uvádzame nasledujúce zistenia:

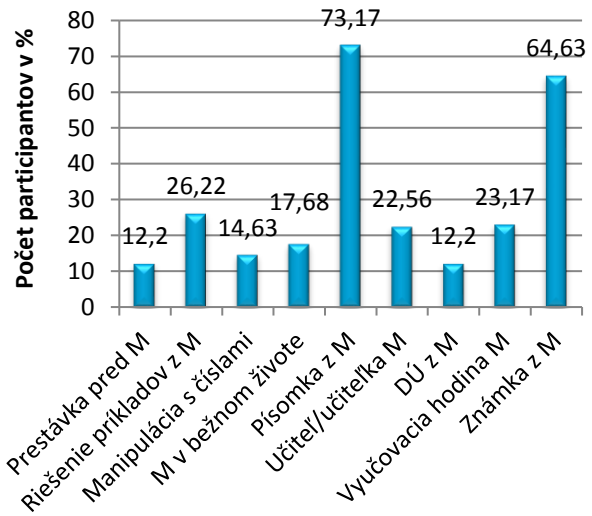
V rámci úloh DVK pri výbere troch vyučovacích predmetov, z ktorých žiaci subjektívne pociťovali v období realizovania dotazníka zvýšenú úzkosť, 54,88 % participantov uviedlo vyučovací predmet matematika, 53,05 % žiakov cudzie jazyky, 38,43 % udalo slovenský jazyk. Nasledovali vyučovacie predmety fyzika (32,93 %), dejepis (32,32 %), geografia (21,34 %), občianska náuka (21,34 %), biológia (14,46 %), chémia (12,2 %), svet práce (4,27 %), výtvarná výchova (4,27 %), telesná výchova (3,66 %), hudobná výchova (3,66 %), informatika (1,83 %), etická/náboženská výchova a finančná gramotnosť (0,61 %). Na rozdiel od chlapcov, z ktorých 61,45 % žiakov vybralo ako jeden z troch vyučovacích predmetov, z ktorých majú zvýšenú úzkosť cudzí jazyk, následne 59,04 % matematiku, u dievčat viedla matematika, ktorú uviedlo 50,62 % žiačok, ďalej cudzí jazyk aj fyziku zadalo rovnako 44,44 % dievčat. Chlapci ďalej uvádzali slovenský jazyk (44,58 %), dejepis (30,12 %), fyziku a občiansku náuku (21,69 %), geografiu a biológiu (14,46 %), chémiu (13,25 %), výtvarnú výchovu (7,23 %), hudobnú výchovu (6,02 %) a telesnú výchovu (1,2 %). Dievčatá ďalej volili predmety dejepis (34,57 %), slovenský jazyk (32,1 %), geografiu (28,4 %), občiansku náuku (20,99 %), biológiu (14,81 %), chémiu (11,11 %), telesnú výchovu (6,17 %), svet práce a informatiku (3,7 %), výtvarnú, hudobnú, etickú alebo náboženskú výchovu a finančnú gramotnosť (1,23 %). Uvedené výsledky podporuje názor Hrabalu [12], že matematika je predmetom kladúcim dôraz na abstrakciu, uplatnenie poznatkov pri riešení náročnejších úloh, čo je možné rovnako sledovať aj v chémii, fyzike, ale aj cudzom jazyku. Práve vo vyučovacom predmete fyzika bol zaznamenaný najzrejmejší rozdiel, pretože úzkosť z udaného vyučovacieho predmetu uviedlo 21,69 % chlapcov a 44,44 % dievčat (tabuľka 1).

DVK	Chlapci	Dievčatá	Spolu
	%	%	%
MAT	59,04	50,62	54,88
CJ	61,45	44,44	53,05
SJ	44,58	32,1	38,42
FYZ	21,69	44,44	32,93
DEJ	30,12	34,57	32,32
GEO	14,46	28,4	21,34
OBN	21,69	20,99	21,34
BIO	14,46	14,81	14,63
CHEM	13,25	11,11	12,2
SVETP	4,82	3,7	4,27
VV	7,23	1,23	4,27
TV	1,20	6,17	3,66
HV	6,02	1,23	3,66
INF	0	3,7	1,83
EV/NV	0	1,23	0,61
FG	0	1,23	0,61

Tabuľka 1 Rodové rozdiely v strachu a úzkosti z vyučovacích predmetov

V ďalšej položke DVK boli participantmi vyberané tri subjektívne vnímané príčiny matematickej úzkosti z deviatich možných. Žiaci určili tri, ktoré považovali za najdôležitejšie faktory spôsobujúce matematickú úzkosť. 73,17 % participantov sa obávalo písomných

prác z matematiky, 64,63 % žiakov malo obavy zo známky z matematiky, u 26,22 % participantov sa preukázala ako príčina matematickej úzkosti riešenie príkladov z matematiky, z vyučovacej hodiny matematiky malo obavy 23,17 % participantov, 22,56 % participantov sa obávalo vyučujúceho matematiky, 17,68 % participantom spôsobovalo úzkosť riešenie matematických problémov v bežnom živote, 14,63 % participantov znepokojovala manipulácia s číslami a nakoniec tieseň subjektívne pociťovalo počas písania domácich úloh z matematiky a počas prestávok pred vyučovacou hodinou matematiky rovnako 12,2 % participantov (graf 1). Zistenia korešpondujú s tvrdením, že matematická úzkosť sa viaže na neprimerané reakcie vyučujúceho vzhľadom k žiakovi, na prácu s matematickou úlohou, či na časovo obmedzené testovanie [6].



Graf 1 Subjektívne pociťované príčiny matematickej úzkosti

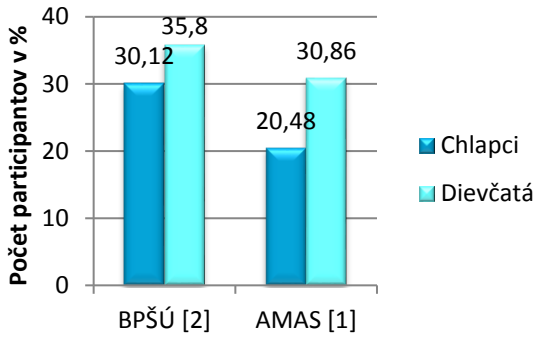
Úlohou pedagogických i nepedagogických pracovníkov školy by malo byť v prvom rade zabezpečenie vhodných podmienok na vzdelávanie a výchovu žiakov. Pre účely výskumu bolo modifikované zadanie BPŠÚ [2] s cieľom určiť príznaky matematickej úzkosti v priebehu predošlého týždňa na vyučovacích hodinách matematiky. Pri každom fyziologickom, emočnom, či kognitívnom prejave boli vybraní len tí participanti, u ktorých sa daný príznak prejavil stredne alebo silne. Uvádzame niektoré z nich: 41,46 % participantov uviedlo ako symptóm úzkosti na vyučovacích hodinách matematiky nervozitu, 40,85 % žiakov strach, že sa stane to najhoršie, 34,76 % žiakov emocionálny prejav strach, 28,66 % žiakov neschopnosť uvoľniť sa, 28,05 % participantov zrýchlený tlkot srdca, 22,56 % žiakov bojazlivosť, potenie 20,12 % žiakov, pocit tepla, chvenie rúk, zlé trávenie, bolesti v bruchu uviedlo rovnako 15,24 % participantov (tabuľka 2). Participanti predovšetkým volili emocionálne a kognitívne symptómy, z čoho vyplýva, že by mohlo ísť o obavy žiakov zo zlyhania pri riešení matematických úloh. Medzi najčastejšie uvádzanými príznakmi sa prejavili aj vyššie uvedené fyziologické príznaky somatickej anxiety [6].

Symptómy úzkosti v BPŠÚ [2]	Spolu %
Nervozita	41,46
Strach, že sa stane to najhoršie	40,85
Strach	34,76
Neschopnosť uvoľniť sa	28,66
Zrýchlený tlkot srdca	28,05
Bojazlivosť	22,56
Potenie (nespôsobené teplom)	20,12
Pocit tepla	15,24
Chvenie rúk	15,24
Zlé trávenie, bolesti v bruchu	15,24

Tabuľka 2 Príznaky úzkosti na vyučovacích hodinách matematiky za posledný týždeň

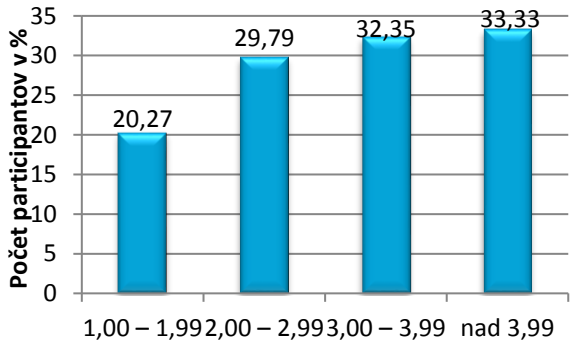
Na základe dát získaných pomocou škál BPŠÚ [2] a AMAS [1] boli v zvýšenej matematickej úzkosti preukázané rozdiely medzi chlapcami a dievčatami. Zvýšená matematická úzkosť bola odhalená u 30,12 % chlapcov a u 35,8 % dievčat v škále BPŠÚ [2] a u 20,48 % žiakov a práve u 30,86 % žiačok v škále AMAS [1] (graf 2). Závery sú podložené meraniami PISA 2012, v ktorých sa 25 % chlapcov a práve 35 % dievčat cítilo bezmocne pri riešení matematického problému [7]. Analýzou dát získaných z meraní PISA v rokoch 2003 a 2012 bol zistený fakt, že dievčatá vykazovali vyššiu úroveň matematickej úzkosti ako chlapci v majorite krajín OECD. V roku 2003

dominovala matematická úzkosť u dievčat oproti chlapcom v 95 % krajín OECD, zatiaľ čo v roku 2012 bola táto tendencia zachytená v 82 % krajín OECD [13]



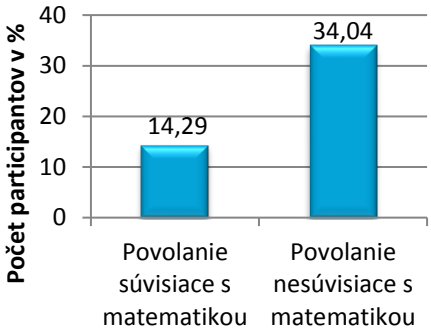
Graf 2 Vzťah matematickej úzkosti k rodu žiakov

Súvislosť medzi matematickou úzkosťou a úspešnosťou v matematike meranou priemerom známok žiakov z matematiky z koncoročných vysvedčení v rokoch 2016, 2015 a z výpisu hodnotenia za prvý polrok v roku 2016 podľa škály AMAS [1] sa prejavila nasledovne. V prvej skupine žiakov s priemermi známok z matematiky v rozpätí od 1,00 - 1,99 vykazovalo zvýšenú matematickú úzkosť 20,27 % participantov, v skupine s priemermi od 2,00 - 2,99 práve 29,79 % žiakov, s priemermi známok od 3,00 - 3,99 presne 32,35 % participantov a konečne s priemermi známok nad 3,99 % bola zvýšená matematická úzkosť nameraná u 33,33 % žiakov (graf 3). Výsledky korelujú so závermi, v ktorých bol preukázaný štatisticky významný nízky negatívny vzťah ($p = .027$; $r = -.2013$) medzi matematickou úzkosťou a matematickou úspešnosťou [11]. Počet jednotlivcov s matematickou úzkosťou rástol s klesajúcou matematickou úspešnosťou.



Graf 3 Vzťah matematickej úzkosti k matematickej úspešnosťou žiakov

Pomocou údajov žiakov v DVK o povolaní, ktoré by chceli v budúcnosti vykonávať, mohol byť určený vzťah žiakmi uvedeného budúceho povolania k matematickej úzkosti. Podľa odpovedí participantov bol výskumný súbor rozdelený do štyroch skupín podľa Hrabala [14], a to na povolania humanitného, sociálneho, technického a ekonomického charakteru. Prvé dva spomenuté bloky boli považované za nesúvisiace s matematikou, ďalšie dva za súvisiace s matematikou. Meraniami škálou AMAS [1] matematickú úzkosť vykazovalo 14,29 % participantov, ktorých budúce povolanie súviselo s matematikou, zatiaľ čo žiakov s vysokou matematickou úzkosťou, ktorých povolanie nesúviselo s matematikou bolo 34,04 % (graf 4). Žiaci, u ktorých bola preukázaná matematická úzkosť, sa vyhýbajú situáciám spojeným s matematikou, čo obmedzuje aj možnosť výberu ich budúceho povolania [5].



Graf 4 Vzťah matematickej úzkosti k výberu budúceho povolania

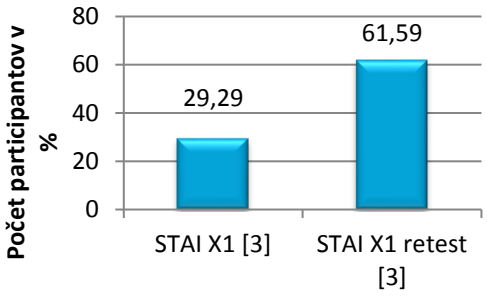
Ďalej bol skúmaný vzťah úrovne dosiahnutého vzdelania nutného pre výkon uvedeného povolania k úzkosti z matematiky. Pomocou participantmi uvedeného povolania bol výskumný súbor rozdelený na základe údajov Mezeru [15] podľa toho, aké minimálne vzdelanie je nutné absolvovať, aby mohlo byť v budúcnosti dané povolanie vykonávané. Boli vytvorené tri skupiny participantov, prvá tvorená participantmi s nutným minimálnym stredoškolským odborným vzdelaním (SOV) bez maturity, druhá žiakmi s minimálnym SOV s maturitou a tretia tvorená žiakmi s minimálnym vysokoškolským vzdelaním alebo vyšším odborným vzdelaním pre výkon budúceho povolania. U 32,61 % participantov s uvedeným povolaním vyžadujúcim minimálne ukončenie SOV bez maturity sa preukázala vysoká matematická úzkosť. Rovnako bola vykazovaná u 30,23 % žiakov, ktorých budúce povolanie postulovalo minimálne ukončené SOV

s maturitou a u 18,67 % participantov, ktorých vykonávanie budúceho povolania vyžadovalo ukončené vysokoškolské alebo vyššie odborné vzdelanie (tabuľka 3). Žiaci predčasne ukončujú štúdium matematiky už na stredných školách, kde sa matematika stáva voliteľným predmetom, čo vedie k vystríhaniu sa technickým odborom [9, 8].

Matematická úzkosť a minimálne vzdelanie pre výkon povolania	AMAS [1] %
Minimálne SOV bez maturity	32,61
Minimálne SOV s maturitou	30,23
VŠ alebo vyššie odborné vzdelanie	18,67

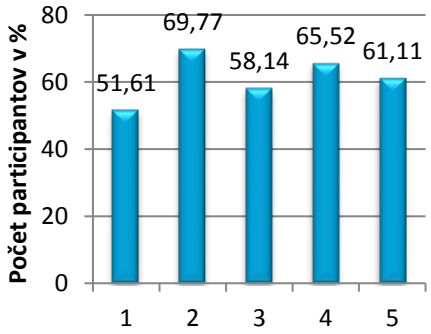
Tabuľka 3 Súvislosť matematickej úzkosti s minimálnym vzdelaním nutným pre výkon povolania

Rozdiely medzi stupňom aktuálnej úzkosti pred písomnou prácou z matematiky a tesne po písomnej práci boli zaznamenané vyhodnotením dotazníka STAI X1 [3] a jeho retestu (STAI X1 retest [3]) tesne po písomnej práci. 29,29 % participantov vykazovalo rozmedzie aktuálnej úzkosti 7-10 stenov pred písomnou prácou, tesne po písomnej práci vzrástol počet žiakov so zvýšeným stupňom aktuálnej úzkosti na 61,59 % (graf 5). O 110,42 % viac žiakov preukazovalo zvýšený stupeň aktuálnej úzkosti po písomnej práci ako pred ňou. Na tomto mieste môžeme hovoriť aj o testovej úzkosti, ktorej následkom je mentálny blok, výpadok informácií, ktorý spôsobuje zlyhanie žiakov počas preverovania vedomostí [6]. Problémom nárastu počtu žiakov v uskutočnenom výskume so zvýšeným stupňom aktuálnej úzkosti môže byť subjektívna úzkosť počas akejkoľvek písomnej práce, nielen z matematiky.



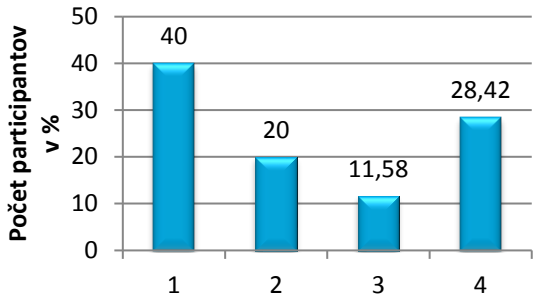
Graf 5 Rozdiel medzi aktuálnou úzkosťou pred a po písomnej práci z matematiky

V rámci výskumu matematickej úzkosti bol skúmaný aj vzťah aktuálnej úzkosti ihneď po písomnej práci s matematickým výkonom, ktorý bol meraný písomnou prácou z matematiky z aktuálne preberaného učiva a vyjadrený formou známky od 1 do 5 podľa klasifikačných stupníc schválených v uvedených školách. Najviac participantov s vyšším stupňom aktuálnej úzkosti tesne po písomnej práci, konkrétne 69,77 %, bolo ohodnotených známkou 2 z písomnej práce. Nasledovalo 65,52 % žiakov so známkou 4, 61,11 % participantov so známkou 5, 58,14 % žiakov so známkou 3 a 51,61 % žiakov s vyšším stupňom aktuálnej úzkosti získalo známku 1 (graf 6). Zistenia, že nižší matematický výkon dosahujú jednotlivci s vysokou matematickou úzkosťou sa v nami koncipovanom výskume nepotvrdili [10].



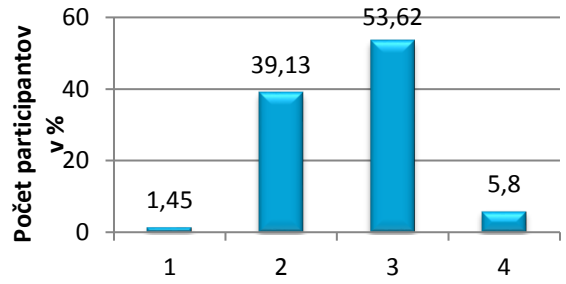
Graf 6 Aktuálna úzkosť po písomnej práci z matematiky a matematický výkon

Za zaujímavé považujeme na tomto mieste uviesť nasledujúci rezultát. Po dopísaní písomnej práce bolo zadaním participantov označiť jednu z úloh písomnej práce, počas ktorej pociťovali najvyššiu úzkosť a strach. Písomnú prácu pre žiakov 7. ročníka tvorili štyri úlohy. Cieľom prvej úlohy bolo znázorniť dva zlomky na predtlačenej číselnej osi. Uvedené zadanie zvolilo ako úlohu, pri ktorej subjektívne pociťovali najvyššiu úzkosť, 40 % participantov. V druhej úlohe mali žiaci vyjadriť v tvare zlomku, akú časť hodiny tvorí 18 minút. Toto určenie vybralo 20 % žiakov. Ďalej bolo povinnosťou žiakov určiť obvod štvorca, ktorého strana bola uvedená v tvare zmiešaného čísla a zvolilo ju 11,58 % žiakov. V poslednej úlohe žiaci porovnávali objemy dvoch nádob uvedené v tvare zlomkov v litroch, rovnako mali určiť o koľko má jedna väčší objem ako druhá. Úloha vyvolala úzkosť u 28,42 % participantov (graf 7).



Graf 7 Subjektívna úzkosť pociťovaná pri riešení konkrétneho príkladu písomnej práce u participantov 7. ročníka

Písomná práca pre žiakov 9. ročníka pozostávala rovnako zo 4 úloh. V prvej úlohe žiaci riešili rovnicu zameranú na roznásobovanie zátvoriek. Obávalo sa jej 1,45 % žiakov. Druhá úloha bola určená formou slovnej úlohy, ktorej podstatou bolo riešenie rovnice. Ako najobávanejšiu úlohu ju zvolilo 39,13 % participantov. V tretej úlohe žiaci opäť riešili rovnicu s tým rozdielom, že členy rovnice boli zadané v tvare zlomkov. Uvedenú úlohu označilo 53,62 % participantov. Poslednou úlohou bolo riešenie ďalšej slovnej úlohy pomocou rovnice. Úloha vzbudzovala obavy u 5,8 % participantov, pretože sa javila ako jednoduchá, avšak participanti podcenili jej náročnosť (graf 8).



Graf 8 Subjektívna úzkosť pociťovaná pri riešení konkrétneho príkladu písomnej práce u participantov 9. ročníka

Na tomto mieste predkladáme niekoľko odporúčaní pre budúce výskumy a súčasne upozorňujeme na limity nami predloženého výskumu. Prínosom pre tému matematickej úzkosti by mohla byť realizácia longitudinálneho výskumu, ktorý by zachytil zmeny v prípadnom náraste alebo poklese matematickej úzkosti v priebehu jednotlivých ročníkov a overiť tak, či úroveň matematickej úzkosti súvisí s vekom participantov. Vhodné by bolo aj vyšetrenie matematickej úzkosti u študentov stredných a vysokých škôl. Zaujímavé sú aj zistenia, že pri skúmaní cirkadiánnych rytmov sa u ranného typu študentov ukázal ako obľúbený vyučovací predmet matematika, zatiaľ čo u večerného typu viedli cudzie jazyky [12]. Považujeme za efektívne aj skúmanie vzťahu medzi uvedenými typmi žiakov a matematickou úzkosťou. Pre didaktiku matematiky by mohlo byť prospešné skúmať, či matematická úzkosť súvisí s konkrétnou oblasťou, tematickým celkom z matematiky, prípadne s konkrétnym typom matematických úloh, ako sú konštrukčné, slovné úlohy, či riešenie rovníc alebo nerovníc.

Záver

Sme svedkami technického pokroku, rozvoja vedy, a preto je nutné už v základných školách produkovať záujemcov o tieto oblasti. Táto snaha môže naraziť na problém matematickej úzkosti, ktorý môže vyústiť k vyhýbaniu sa matematike, čo má za následok obmedzenie výberu budúcej kariéry. Práve skúmanie matematickej úzkosti môže v budúcnosti učiteľom pomôcť eliminovať tento pedagogicko-psychologický problém. Medzi najdôležitejšie zistenia výskumu patrí fakt, že viac ako 54 % participantov uviedlo ako vyučovací predmet, z ktorého pociťujú zvýšenú úzkosť, práve matematiku. Rovnako nemožno zľahčovať príznaky úzkosti, ktoré žiaci subjektívne pociťovali počas posledného týždňa na vyučovacích hodinách matematiky. Je možné zhrnúť, že výskumné ciele príspevku boli naplnené a dokonca bol preukázaný aj vzťah medzi matematickou úzkosťou a rodom žiakov, matematickou úspešnosťou, minimálnym vzdelaním nutným na výkon vybraného povolania, či samotným žiakmi zvoleným budúcim povolaním. Výsledok, že zvýšený stupeň aktuálnej úzkosti vykazovalo po písomnej práci o 110,42 % participantov viac ako pred písomnou prácou, pobáda k zameraniu sa na skúmanie testovej úzkosti. Hoci výsledky výskumu nemožno zovšeobecňovať na celú populáciu, veríme, že budú prínosné pre školy, samotných učiteľov, ale aj pre rodičov, či ďalšie skúmania danej problematiky.

Poďakovanie

Dovoľujem si na tomto mieste poďakovať školiteľke doc. PaedDr. PhDr. Valérii Švecovej, PhD. za odborné vedenie, cenné rady pri vypracovaní príspevku, a tiež PhDr. et Mgr. Eve Škorvagovej, PhD. za podporu pri začatí budovania práce týkajúcej sa problematiky matematickej úzkosti.

Použitá literatúra

[1] Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., Hunt, M. A. (2003) Assessment. 10, p. 178

[2] Praško, J., Možný, P., Šlepecký, M. a kol. (2007) Kognitivně behaviorální terapie psychických poruch. Triton, Praha, s. 663

[3] Müllner, J., Ruisel, I., Farkaš, G. (1980) Dotazník na meranie úzkosti a úzkostlivosti. Psychodiagnostické a didaktické testy, n. p., Bratislava

[4] Ashcraft, M. H. (2002) Curr. Dir. Psychol. Sci. 11, p. 181

[5] Pradeep, R. (2011) A Study of Mathematics Anxiety Amongst Primary Pre-service Teachers enrolled in a Dutch Teacher Training Program. (Master's Thesis) University of Amsterdam, The Netherlands.

[6] Nolting, P. D. (2002) Winning at Math: Your Guide to Learning Mathematics Through Successful Study Skills. Academic Success Press, Bradenton, p. 85

[7] OECD (2013) PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs (Volume III) [Citované: 15. december 2017] http://dx.doi.org/10.1787/9789264201170-en

[8] Boaler, J. (2016) Matematické cítenie. TATRAN, Bratislava, s. 119

[9] Meece, J. L., Wigfield, A., Eccles, J. S. (1990) J. Educ. Psychol. 82 (1), p. 60

[10] Devine, A., Fawcett, L., Szucs, D., Dowker, A. (2012) Behav. Brain. Funct. 8, p. 33

[11] Woodard, T. (2004) Inquiry. 9 (1), [Citované: 17. január 2018] https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ876845.pdf

[12] Škorvagová, E. (2017) Chronopsychologické aspekty učenia. EDIS – vydavateľské centrum ŽU, Žilina, s. 84

[13] Stoet G., Bailey D.H., Moore A.M., Geary D.C. (2016) PLoS ONE. 11(4), [Citované: 4. január 2018] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4839696/?report=classic

[14] HRABAL, V. (1987) Inventář zájmových zaměření pro profesionální orientaci žáku základní školy. Psychodiagnostické a didaktické testy, n. p., Bratislava

[15] MEZERA, A. (2005) Obrázkový test profesionální orientace – OTPO T-267. Psychodiagnostika s. r. o., Praha

Využitie bezdrôtovej senzorickej siete

Usage of Wireless Sensor Network

Jan Francisti[1]
Školiteľ: Zoltán Balogh[2]
[1,2] Katedra informatiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] jan.francisti@ukf.sk, [2] zbalogh@ukf.sk

Abstrakt

Fenomén internet vecí v dnešnej doba hrá dôležitú rolu v mnohých oblastiach. Každý rok vzrastá počet zariadení, ktoré by sme mohli považovať za prvky internetu vecí. Internet vecí môžeme chápať ako veľkú sieť, do ktorej sú pripojené rôzne objekty, schopné navzájom komunikovať a vymieňať si informácie bez ohľadu na to, či patria do rovnakej skupiny. Vznik vytvorenej siete pozostávajúcej s navzájom komunikatívnymi zariadeniami poskytuje používateľovi možnosť efektívnejšie a účinnejšie spravovanie všetkých pripojených zariadení. V článku sa zameriavame na bezdrôtové senzorické siete tvoriace komplexný systém. Senzorickú sieť budú tvoriť inteligentné náramkové zariadenia, schopné merať určité fyziologické funkcie, ako sú napríklad srdcový tep, telesná teplota, pot a iné. Cieľom článku je preskúmať riešenú problematiku, testovania, ktoré boli vykonané podobným spôsobom za účelom vytvorenia vlastného systému pre ďalšie vlastné výskumy.

Kľúčové slová: Internet vecí, senzorické siete, fyziologické funkcie

Abstract

The phenomenon Internet of Things nowadays plays an important role in many areas. Every year, the number of devices that we considered as elements of the Internet of Things is growing. The Internet of Things can be understood as a large network to which various objects are connected, capable of communicating with each other and exchanging information regardless of whether they belong to the same group. The emergence of a network of interfaced devices provides the user with the ability to manage all connected devices more efficiently. In this article we focus on wireless sensor networks forming a complex system. The sensor network is formed by intelligent wristbands which are capable of measuring physiological functions, such as heartbeat, body temperature, sweat, etc. The aim of the article is to examine similar solved problems, the testing that was done in a similar way to create its own system for further own research.

Key Words: Internet of Things, sensor networks, physiological functions

Úvod

Internet vecí môžeme chápať ako veľké množstvo navzájom poprepájaných zariadení, ktoré medzi sebou komunikujú a odosielajú si informácie. Do Internetu vecí môžeme zaradiť bežné zariadenia, ktoré používame každodenne v domácnosti na automatizáciu procesov, zariadenia ktoré sú zabudované do automobilov a ostatných dopravných prostriedkov, zdravotnícke prístroje a ďalšie [1]. Podľa Niu [2] by sa počet IoT zariadení mal do roku 2020 vyšplhať na 50 miliárd, z čoho vyplýva myšlienka, že už o malú chvíľu bude možné identifikovať každé zariadenie na planéte.

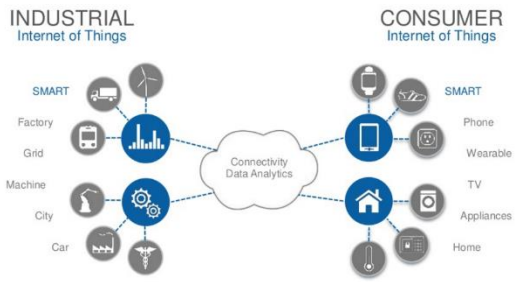
Koncept Internetu vecí zahŕňa veľké množstvo poprepájaných technológií s hlavným cieľom navzájom prepojiť objekty a umožniť im prístup k Internetu a reálnemu svetu. Koncept je prezentovaný ako nová generácia veľkého hromadenia údajov, na ktorom sa podieľajú rôzne zariadenia. Samotným účelom Internetu vecí je poprepájanie rôznych druhov objektov s rôznym zámerom do jednej spoločnej platformy [3].

Pri zariadeniach Internetu vecí nie je podmienkou, aby boli aktívne pripojené k Internetu, na prenos informácií sa využíva prepojenie pomocou technológie Bluetooth s riadiacim zariadením, počítačom alebo smartfónom, ktoré môže posúvať údaje ďalej [4]. Aby bolo zabezpečené správne fungovanie aplikácie a komunikácie medzi aplikáciou a objektom, musí byť zabezpečené stabilne pripojenie a dobre rozložená sieťová topológia. Taktiež by nemali pri aplikáciách chýbať bezpečnostné opatrenia. Aby údaje, ktoré sa odosielajú z objektov IoT na zariadenia neboli odchytené, alebo nejakým spôsobom zneužité je dôležité, aby daná aplikácia poskytovala šifrovanie prenášaných údajov [5]. Cieľom článku je popísať využitie Internetu vecí v podobe bezdrôtových senzorových sietí. Taktiež porovnať a navrhnúť

architektúru a vlastný postup ako využiť bezdrôtové senzorické siete za pomoci inteligentných zariadení, pomocou ktorých by bol vykonávaný zber údajov.

1 Internet vecí

Internet vecí sa v súčasnosti stáva neoddeliteľnou súčasťou každodenného života. IoT je možné identifikovať na každom kroku, či už v domácnosti alebo priemysle. Využívanie možností IoT poskytuje otvorené dvere do nového sveta, kde sa veľa vecí môže riešiť oveľa efektívnejšie a jednoduchšie, napríklad automatizácia procesov vykonaných pri vzniku zadefinovanej udalosti [6]. Aj napriek tomu, že veľa zariadení vlastnia možnosť pripojenia do siete, nie je možne prepájať ich navzájom, či ich spravovať na diaľku. Kvôli tomu je snahou prepojiť všetky objekty do jedného systému a poskytnúť možnosť pre manažovanie a spravovanie objektami a získavať informácie v reálnom čase z akéhokoľvek miesta a hocikedy [7]. Internet vecí môžeme rozdeliť do dvoch podskupín znázornený na Obrázku 1, kde rozlišujeme spotrebiteľský a priemyselný internet vecí.



Obr. 1 Rozdelenie Internetu vecí
Zdroj: [8]

1.1 Senzorické siete v domácnosti

Posledné roky sa začali do domov pridávať rôzne technológie medzi ktoré patria aj senzorické siete. Pridanie týchto technológií by malo zaistiť zvýšenie bezpečnosti ale aj zefektívniť a automatizovať určité funkcie domu. Zariadenia Internetu vecí v domácnosti môžeme porovnať z niekoľkých aspektov [9].

Ako prvý aspekt považujeme bezpečnosť. Senzory, ktoré sú umiestnené na oknách, dverách, pohybové senzory, senzory pre dym a iné. Tiež bezpečnostné vnútorné a vonkajšie kamery ako aj alarm systémy [10].

Za ďalší aspekt môžeme uviesť ovládanie a spravovanie domu. Pomocou aplikácií určených na ovládanie sme schopný nastaviť si podľa voľby alebo času „správanie sa“ domu. Napríklad nastavenie osvetlenie, pohyb žalúzií a iné. Umelá inteligencia a učenie sa je tiež súčasťou inteligentného domu. Keďže sú v dome zabudované rôzne senzory, musí existovať nejaký centrálny počítač, prostredníctvom ktorého sa budú zariadenia spravovať a odkiaľ sa budú spracovávať a odosielať prijaté údaje zo senzorov a zariadení.

1.2 Senzorické siete v priemysle

Okrem domácnosti sa senzorické siete používajú aj v priemysle a v doprave. V súčasnosti sú továrne, ktoré automatizujú činnosť a zrýchľujú celý proces výroby. Robotické ruky, ktoré majú uplatnenie pri výrobe automobilov obsahujú mnoho senzorov, ktoré ovplyvňujú ich činnosť. Napríklad senzory určené na vzdialenosť jednotlivých komponentov, kamery a čítačky kódov. Taktiež senzory, ktoré vyhodnocujú a vizualizujú prácu robotov. Roboty sú schopné medzi sebou komunikovať využívajúc M2M komunikáciu a počas výrobného procesu vie robot čo urobil robot pred ním a čo bude jeho úloha [11].

Senzorické siete sú zaužívané aj v samotných automobiloch. Množstvo kamier, ktoré majú za úlohu pomôcť šoférovi pri parkovaní, tým, že vytvoria na obrazovke simuláciu alebo vozidlo zaparkuje automaticky. Okrem kamier sú zabudované aj senzory, ktoré vnímajú okolie a týmto spôsobom vytvárajú virtuálneho asistenta pri jazde pre zvýšenie bezpečnosti [12].

1.3 Senzorické siete v školstve

Školy a univerzity sú tiež miesta, kde sú uplatnené senzorické siete. Použitím nových technológií sa zvyšuje možnosť zmeniť spôsob vyučovania a vzdelávania, kde je možné využiť IoT technológie pre spestrenie vyučovacieho procesu [13].

Pri základných školách sa tieto senzorické siete využívajú aj z pohľadu bezpečnosti študentov. Každý študent vlastní RFID tag, ktorý udáva informáciu o lokalite kde sa študent nachádza [14].

Pri študentoch vyšších ročníkov senzorické siete našli uplatnenie ako možnosť moderného vyučovania pomocou inteligentných zariadení, či už mobilných telefónov alebo tabletov v podobe e-learningu [15]. Pripojené zariadenia pretvárajú pasívne učenie na aktívne. Jednoduchý a takmer neobmedzený prístup informáciám a znalostiam, ktoré môžu byť poskytnuté v reálnom čase, na ten spôsobom poskytuje študujúcim ako formálne tak i neformálne vzdelávanie.

1.4 Senzorické siete v zdravotníctve

Senzorické siete si svoje uplatnenie našli aj zdravotníctve a v súčasnosti majú veľký význam. Pri zdravotníctve by sa mohli tieto technológie rozdeliť na dva celky, tie ktoré sa používajú v nemocniciach alebo v klinikách a tie, ktoré je možno použiť v domácnosti.

Do tej prvej skupiny by sme mohli zaradiť zariadenia, ktoré používajú lekári, či už na zistenie zdravotného stavu pacientov, alebo zariadenia. Na základe toho, že sú v zdravotníctve systémy poprepájané má výhodu v tom, že lekár bude mať informácie o každému pacientovi, bez ohľadu na jeho bydlisko [16].

Druhú skupinu senzorických sietí tvoria zariadenia, ktoré ľudia používajú každodenne v domácnosti. Sú to rôzne zariadenia, ktoré majú charakter získavať a ukladať údaje napríklad ako sú telesná teplota, krvný tlak, srdcový tep a iné. Meranie a zhromažďovanie údajov ma význam pokiaľ má pacient zdravotné problémy a je potrebné údaje získať z nejakého časového intervalu [17].

1.5 Merania fyziologických funkcií pomocou senzorických sietí

Ďalej sa budeme zaoberať zariadeniami, ktoré umožňujú získavať údaje spomenutých základných fyziologických funkcií. Ide o zariadenia, ktoré sú schopné zmerať požadované funkcie a zobraziť ich v určenej podobe, napríklad v tabuľke alebo grafe. Zariadenia, ktoré majú podobu náramkov alebo iných „predmetov“, ktoré môžeme mať na sebe aj dlhšiu dobu s tým, že môžeme vykonávať inú prácu a pritom zariadenie bude neobmedzene pracovať. Tieto zariadenia sa vyznačujú interperabilitou, čo zaručuje, že sú schopné spolupracovať a komunikovať s zariadeniami iného druhu a prepojené sú jedným centrálnym počítačom.

Autor Farahani [16] popisuje špeciálne okuliare v ktorých je zabudovaný senzor, ktorý meria srdcový tep z nosa. V okuliaroch sa nachádza aj mikročip, ktorý údaje zasiela do centrálneho počítača na ktorom sa nachádza nástroj, ktorý údaje spracuje zasiela do Cloudu pre zobrazenie výsledkov.

Lee [18] poukazuje na tričko, ktoré ma v sebe senzor určený na monitorovanie funkcie srdca. Senzor je malých rozmerov, takže neprekáža v bežnej činnosti. V sebe má zabudovanú pamäť, ktorá zachováva údaje pokiaľ sa nezosynchronizujú s centrálnym počítačom prostredníctvom Wi-Fi pripojenia.

Na zmeranie srdcového tepu pri športovaní využili [19] [20] inteligentné náramky. Športovci mali nasadené náramky a vykonávali zadané úlohy, napríklad beh. Postupnosť krokov merania a vyhodnocovania údajov prebiehala podobne ako pri predchádzajúcich zariadeniach. Pokiaľ je pripojených viacej zariadení, na spracovanie údajov sa používa Cluster, ktorý zaručí optimálnejšiu prácu s údajmi.

Autor Jha [21] použil senzorické siete a náramok na zmeranie emócie hnevu. Respondenti dostali náramky, ktoré mali počas dňa. Náramky zachytávali taktiež tep a teplotu pokožky. Pred vykonaním testovania boli zadefinované hraničné hodnoty pre teplotu a tep, na základe ktorých sa mohla určiť stupnica hnevu. Pri testovaní sa porovnávali výsledky zo senzorov na základe vytvorenej fyziologickej tabuľky. Ako výsledok testovania bola krivka udávajúca hladiny, kde sa pri prejavenom hneve, zvýšila rýchlosť srdca a taktiež aj teplota pokožky.

2 Návrh senzorického systému

Celkový návrh riešenia tvorby senzorického systému bude realizovaný pomocou mikropočítača alebo mikrokontroléra pre potrebu monitorovania a následného vyhodnocovania fyziologických funkcií. Zber a následné vyhodnotenie získaných údajov bude spracované za pomoci mikropočítača prípadne mikrokontroléra s vytvorenou aplikáciou, ktorá bude schopná sledovať a zaznamenávať každú jednu zmenu. Predpokladáme, že takto navrhnutý a vytvorený systém bude lacnejší než iné dostupné monitorovacie systémy, taktiež bude modulárny a bude mať širšie využitie než bežné monitorovacie systémy. Namerané údaje budeme môcť následne zdieľať prostredníctvom dátových sietí pre ďalšie spracovanie a overenie ich validity pre danú oblasť výskumu. Predpokladom pre autonómne fungovanie monitorovania fyziologických funkcií je aj optimalizácia vytvoreného systému na základe rôznych štatistických metód. Na základe vytvoreného systému budeme mať priestor na rozšírenie našej výskumnej úlohy v oblasti IoT ako aj v iných oblastiach.

2.1 Postup výskumu

Problematika vyhodnocovania ľudských emócií je veľmi zaujímavá téma, ktorá si za posledné roky získava čoraz viac pozornosti. Za povšimnutie určite stojí nevšedné prelínanie viacerých navzájom nesúvisiacich oblastí a odborov, ako sú informatika a psychológia.
Postupom času sa vyvinuli metódy a techniky, pomocou ktorých je možné pomerne s veľkou

presnosťou klasifikovať emocionálny stav jedinca. Možnosť určiť až 7 druhov emócii ako sú: šťastie, smútok, prekvapenie, strach, hnev, znechutenie a neutrálny výraz.
V súčasnosti sa tejto problematike venuje veľmi veľká pozornosť. Avšak cieľom súčasných výskumov je využiť dáta, ktoré môžeme získať na základe jednotlivých senzorických vlastností (zrak, čuch, hmat, sluch, chuť) k určeniu celkového emocionálneho stavu používateľa a zároveň tak pochopiť jeho činnosť a zmýšľanie. Typickým príkladom je vyhodnocovanie emócií v reálnom čase na základe odporu kože, merania rozdielu medzi pohybom zreničiek oka alebo meranie neuroimpulzov atď.

Realizácia zberu údajov bude vykonaná prostredníctvom náramkov. Aby bolo možné zrealizovať meranie fyziologických funkcií pomocou zariadení, potrebné je samotný systém rozčleniť na niekoľko častí. Na prvotné laboratórne testovanie sme si zvolili porovnanie fyziologických funkcií srdcového tepu a teploty tela.

Zvolení typ bezdrôtového náramku v sebe obsahuje aj baterku, aby ho študenti mohli voľne nosiť a taktiež pamäť pre dočasné ukladanie získaných údajov. Senzor na získané údajov o práci srdca bude klasický senzor s LED diodou a na zmeranie teploty termistor. Pri laboratórnom meraní srdcového tepu je dôležité najprv označiť hraničné hodnoty úderov srdca za minútu.

Po odoslaní údajov z náramku na centrálny počítač, nasleduje dôležitá časť testovania, spracovanie údajov. Zoskupené údaje je možné ďalej exportovať a následne ich upravovať. Keďže pri laboratórnom testovaní bude nasadených viacej náramkov, ktoré budú spolu tvoriť senzorickú sieť je potrebné použiť ako centrálny počítač iné zariadenia než smarfón, kvôli efektívnejšiemu pripojeniu všetkých zariadení. Na konkrétne účely ako vhodné riešenia sa javia jednodoskové počítače ako sú napríklad Raspberry PI alebo Arduino, ktoré pri testovaní využil aj Farahani [16].

Na základe prvotného laboratórneho merania zvolených fyziologických funkcií je potrebné získané údaje zhodnotiť, roztriediť a nastaviť si určité parametre. Prostredníctvom získaných údajov budeme schopný vyhodnotiť tieto dáta podľa rôznych metód, ktoré vyžili aj autori Stencl a Stastny [22]. Ako prvé je potrebné určiť za aký časový interval sa budú funkcie merať. Prvotné nastavenie by bolo zadefinované aby sa údaje zmerali každú sekundu. Pokiaľ by sme vo výsledkoch videli, že sa hodnoty opakujú časový interval by sme predĺžili.

Na spracovanie získaných údajov pri prvotnom testovaní využijeme riešenie, ktoré ponúka export získaných údajov do tabuliek pre ďalšie filtrovanie a upravovanie. Pre štatistické vyhodnotenie a zobrazenie údajov je vhodným riešením Statisica, nástroj ktorý umožňuje analýzy údajov, korelácie medzi údajmi, keďže budeme porovnávať dve funkcie a následne vizualizáciu v podobe grafov.

Spracované údaje v podobe tabuliek, sa budú odosielať na úložisko, buď lokálne alebo do Cloudu. Tým umožníme prístup k výsledným údajom pre vizualizáciu prostredníctvom webu alebo mobilnej aplikácie, taktiež pre ďalšie testovania a analýzy v iných nástrojoch.

3 Výsledky a diskusia

Senzorické siete sú silným nástrojom, ktorý umožňuje vytvorenie celkového komplexného systému, schopný automatický splniť zadané účely, v našom prípade zber údajov fyziologických funkcií.

Cieľom prvotného laboratórneho testovania bude poukázať na silné a slabé stránky jednotlivých častí merania funkcií a optimalizáciu riešeného systému. Porovnanie správnosti merania senzorov a celkového výkonu náramku. Nastavenie parametrov, ktoré vydávajú najlepšie výsledky, s ktorými možno následne pracovať. Tiež využitie centrálneho počítača a nástrojov na spracovanie a zobrazenie údajov.

Záver

Prostredníctvom senzorických sietí a inteligentných náramkov existuje možnosť vytvoriť komplexný systém použiteľný na zmeranie fyziologických funkcií, ako sú srdcový tep a teplota tela, ktoré využijeme ako faktory stresu. Keďže študenti budú mať náramky nasadené počas písania zápočtu budeme vedieť zmerať prítomnosť stredu a porovnať ho s výsledkami zápočtu. Toto testovanie by malo slúžiť ako nepriama metóda ako navrhnúť e-leraningový kurz a testovania študentov, za účelom dosiahnutia čo najvyššieho stupňa hodnotenia a znalostí študentov.

Poďakovanie

Touto cestou by som sa rád poďakoval školiteľovi doc. Ing. Zoltánovi Baloghovi, PhD. za cenné rady pri praktickej časti článku, odbornú pomoc a konzultácie, ktoré mi poskytol pri spracovaní.

Použitá literatúra

[1] Kummerfeld, B. and Kay, J. (2017) 'User Modeling for the Internet of Things', in Proceedings of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and

Personalization - UMAP '17. doi: 10.1145/3079628.3079658.
[2] Niu, J. et al. (2016) 'Panel Security and Privacy in the Age of Internet of Things', in Proceedings of the 21st ACM on Symposium on Access Control Models and Technologies - SACMAT '16. doi: 10.1145/2914642.2927920.
[3] Sánchez López, T. et al. (2012) 'Adding sense to the Internet of Things: An architecture framework for Smart Object systems', Personal and Ubiquitous Computing. doi: 10.1007/s00779-011-0399-8.
[4] Wirtz, H. et al. (2014) 'Opportunistic interaction in the challenged internet of things', in Proceedings of the 9th ACM MobiCom workshop on Challenged networks - CHANTS '14. doi: 10.1145/2645672.2645679.
[5] Kim, J. young (2015) 'Secure and Efficient Management Architecture for the Internet of Things', in Proceedings of the 13th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems - SenSys '15. doi: 10.1145/2809695.2822522.
[6] Coates, A., Hammoudeh, M. and Holmes, K. G. (2017) 'Internet of Things for Buildings Monitoring', in Proceedings of the International Conference on Future Networks and Distributed Systems - ICFNDS '17. doi: 10.1145/3102304.3102342.
[7] Gómez, J. et al. (2013) 'Interaction system based on Internet of things as support for education', in Procedia Computer Science. doi: 10.1016/j.procs.2013.09.019.
[8] Graham, B. (2018) Tackling the Software Development Challenges of the Industrial Internet of Things (IIOT). Grammatech (2018). http://blogs.grammatech.com/tackling-the-software-development-challenges-of-the-industrial-internet-of-things
[9] Gram-Hanssen, K. and Darby, S. J. (2018) '"Home is where the smart is"? Evaluating smart home research and approaches against the concept of home', Energy Research and Social Science. Elsevier, 37(September), pp. 94–101. doi: 10.1016/j.erss.2017.09.037.
[10] Döbelt, S. et al. (2015) 'Consumers' privacy concerns and implications for a privacy preserving Smart Grid architecture—Results of an Austrian study', Energy Research & Social Science. Elsevier, 9, pp. 137–145. doi: 10.1016/J.ERSS.2015.08.022.
[11] Gronau, N., Ullrich, A. and Teichmann, M. (2017) 'Development of the Industrial IoT Competences in the Areas of Organization, Process, and Interaction Based on the Learning Factory Concept', Procedia Manufacturing. Elsevier, 9, pp. 254–261. doi: 10.1016/J.PROMFG.2017.04.029.
[12] Krasniqi, X. and Hajrizi, E. (2016) 'Use of IoT Technology to Drive the Automotive Industry from Connected to Full Autonomous Vehicles', IFAC-PapersOnLine. Elsevier, 49(29), pp. 269–274. doi: 10.1016/J.IFACOL.2016.11.078.
[13] Kiryakova, G., Yordanova, L. and Angelova, N. (2017) 'Can we make Schools and Universities smarter with the Internet of Things?', TEM Journal Journal, 6(1), pp. 80–84. doi: 10.18421/TEM61-11.
[14] Violino, B. (2016) Finding a fit for wearable tech in education. Available at: https://www.districtadministration.com/article/finding-fit-wearable-tech (Accessed: 2 February 2018).
[15] Burianova, M. and Turcani, M. (2016) 'Non-traditional Education Using Smart Devices', in Turcani, M. et al. (eds) DIVAI 2016: 11TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON DISTANCE LEARNING IN APPLIED INFORMATICS . Sturovo, SLOVAKIA: WOLTERS KLUWER CR A S, U NAKLADOVEHO NADRAZI 6, PRAHA 3, PRAGUE 130 00, CZECH REPUBLIC , pp. 77–86. doi: 978-80-7552-249-8.
[16] Farahani, B. et al. (2018) 'Towards fog-driven IoT eHealth: Promises and challenges of IoT in medicine and healthcare', Future Generation Computer Systems. doi: 10.1016/j.future.2017.04.036.
[17] Qi, J. et al. (2017) 'Advanced internet of things for personalised healthcare systems: A survey', Pervasive and Mobile Computing. doi: 10.1016/j.pmcj.2017.06.018.
[18] Lee, Y. D. and Chung, W. Y. (2009) 'Wireless sensor network based wearable smart shirt for ubiquitous health and activity monitoring', Sensors and Actuators, B: Chemical. doi: 10.1016/j.snb.2009.04.040.
[19] Cvetković, B. et al. (2017) 'ARTICLE IN PRESS Real-time activity monitoring with a wristband and a smartphone', Information Fusion. doi: 10.1016/j.inffus.2017.05.004.
[20] Yong, B. et al. (2017) 'IoT-based intelligent fitness system', Comput. J. Parallel Distrib. Comput. doi: 10.1016/j.jpdc.2017.05.006.
[21] Jha, V., Prakash, N. and Sagar, S. (2017) 'Wearable anger-monitoring system', ICT Express. doi: 10.1016/j.icte.2017.07.002.
[22] Stencel, M., Stastny, J. Neural network learning algorithms comparison on numerical prediction of real data. 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFT COMPUTING MENDEL 2010. Brno, 2010, pp. 280-285, ISSN 1803-3814, ISBN 978-80-214-4120- 0, WOS:000288144100043.

Zaradenie približných konštrukcií do školskej matematiky

Classification of approximate structures into school mathematics

Matej Gajdoš
Školiteľ: Timotej Šumný
Katedra matematiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
matej.gajdos@student.ukf.sk

Abstrakt

V článku sa zameriavame na oblasť geometrie, konkrétne zostrojenie trojuholníka, určeného kružnicou vpísanou a dvomi výškami. Na úlohe porovnávame dve metódy, ktorými vieme riešiť geometrické konštrukcie. Úloha, ktorou sa zaoberáme patrí k netradičným úlohám. Prvá metóda je algebraická, kde sme problém preformulovali na konštrukciu trojuholníka pri dvoch známych výškach. Druhý postup bol pomocou metódy množina bodov daných vlastností. Úlohu sme začali iba s pevným bodom A, ktorý patrí priamke p, a bodom B_1, ktorý tiež patrí priamke p, no nie je statický ako bod A. Podstatné je uvedomiť si vlastnosti dotykových priamok a kružníc. Riešením navádzame na objavenie mechanickej krivky ktorou vyriešime úlohu. Záver vyšiel v prospech metódy „množina bodov daných vlastností“, keďže algebraické riešenie je z dôvodu množstva krokov veľmi náročné a skôr odrádza od úlohy. Táto úloha by mohla zaujať svojou výzvou nadaných študentov, pričom si precvičia prácu s IKT prostriedkom, napr. geogebra.

Kľúčové slová: GeoGebra, aproximácia, krivka, Geometria

Abstract

This paper focuses on the geometry area, specifically the construction of an inscribed circle with two medians. Two methods are compared by which the geometrical construction can be determined. The first method is algebraic where the problem is reworded to the construction of a triangle with two known medians. The second approach was based on the method of the set of points of given properties. The task started with fixed point A, point B_1 , which both belong to the line p. However, point B_1 is not static as the point A. It is essential to realise the properties of touching lines and circles. The conclusion came out in favour of the second method since the algebraic solution is difficult due to the number of steps and rather discourages from the task. This could be interesting for students whilst they would practice to work with IKT resource for instance, geogebra.

Key Words: GeoGebra, approximation, curve, Geometry

Úvod

V školskej matematike sa bežne venujeme konštrukcii trojuholníka. Konštrukcie trojuholníka sú zaujímavé z dôvodu, že nám stačí poznať aspoň tri nezávislé parametre, pričom trojuholník vieme opísať veľkým množstvom parametrov. Podľa zadaných parametrov volíme aj metódu riešenia geometrických úloh v rovine. Napr. keď poznáme výšku na stranu (jedna z troch strán), stranu a uhol, ktorý zvierajú dve strany. Túto úlohu bežne riešime pomocou metódy „množina bodov daných vlastností“. Pre využitie v školskej matematike sme obmedzili tieto možnosti z dôvodu náročnosti konštrukcie alebo nemožnosti konštrukcie pomocou kružidla a pravítka. My sme vybrali úlohu v ktorej poznáme dve výšky a polomer vpísanej kružnice. Táto úloha sa v školskej matematike bežne nevyskytuje. Pritom je zaujímavá a my ukážeme aj prečo nie je zaradená do bežného balíka úloh na konštrukciu trojuholníka.

1 Metódy riešenia geometrických úloh

Veľký význam, najmä z dôvodu pre riešenia konštrukčných úloh majú množiny bodov určitých (daných) vlastností. Z didaktického hľadiska je preto vhodné zoznámiť žiakov s ich základnými typmi v rovine pred preberaním témy o konštrukčných planimetrických úlohách. [1]

Základné metódy riešenia planimetrických a konštrukčných úloh sú:

1. Metóda využívajúca množinu bodov daných vlastností.

Pre riešenie pomocou tejto metódy hľadáme geometrický objekt (kružnica, krivka, priamka...) ktorý spĺňa niekoľko vlastností bodu ktorý hľadáme. Vlastnosťami môže byť napr. veľkosť uhla ktorý zviera s danou priamkou, vzdialenosť hľadaného bodu od iného objektu a pod.

2. Metóda geometrických zobrazení v rovine:

Túto metódu využívame bežne vtedy, ak sa jedná o úlohu s viacerými neznámymi bodmi. Alebo nám pomáha pri uľahčení rozboru riešenia konštrukčných úloh dvoma cestami. Jednou je pri ťažkom objavovaní takých vzťahov medzi danými a hľadanými útvarmi ktoré sú na prvý pohľad skryté. Alebo úlohu vieme preformulovať na jednoduchší problém, ktorý vyriešime a spätnou transformáciou sa dostávame k riešeniu pôvodného problému. Používame napríklad osovú, stredovú súmernosť a posunutie.

3. Metóda algebraicko geometrická:

Zo známych vzťahov vytvoríme rovnicu ktorú následne vyriešime. Následne vytvoríme geometrickú konštrukciu koreňa rovnice.

4. Metóda analytickej geometrie:

Používame pravouhlý súradnicový systém, ktorý nám pomáha v orientácii v rovine. Najčastejšie využitie je pri aplikácii v počítačovej geometrii.

V školskej geometrii sa najčastejšie venujeme euklidovskej konštrukcii. To znamená, že nástroje ktoré použijeme na konštrukciu sú kružidlo a pravítko. V histórii geometrie sa objavili úlohy ktoré sa nedajú riešiť len pomocou kružidla a pravítka. Preto sa vyvinuli rôzne takzvané aproximačné konštrukcie. Ako napríklad bodová konštrukcia, aproximácia kružnicovým oblúkom alebo použitie iných nástrojov akými sú kružidlo a pravítko. [2].

1.1 Riešenie pomocou algebraickej geometrie

Vychádzame zo základných geometrických vzťahov, ktoré sú preberané na základných alebo stredných školách. Pre popis vzorcov potrebujeme:

a, b, c – sú strany trojuholníka, ρ – je polomer kružnice vpísanej do trojuholníka, S – je obsah trojuholníka, s – je polovičný obvod trojuholníka, v_a, v_b, v_c – sú výšky trojuholníka

$$\rho = \frac{S}{s}; s = \frac{a+b+c}{2};$$

$$S = \frac{a.v_a}{2}; S = \frac{b.v_b}{2};$$

$$S = \frac{c.v_c}{2}; b = c.\frac{v_c}{v_b}; a = c.\frac{v_c}{v_a}$$

Ich úpravou dostávame vzťah pre výšku na stranu c.

$$v_c = \frac{\rho}{1 - (\frac{\rho}{v_a} + \frac{\rho}{v_b})}$$

Pomocou získaného vzťahu pre výšku na stranu c vieme zostaviť novú úlohu o konštrukcii trojuholníka s tromi výškami. Získaný vzťah, ktorý sme dostali zo základných geometrických vzťahov, sa skladá z piatich elementárnych krokov. Tieto elementárne kroky sú algebraického charakteru. Algebraické metódy ktoré vieme geometricky skonštruovať sú: sčitovanie, odčitovanie, násobenie a delenie dvoch úsečiek a zostrojenie odmocniny z dĺžky úsečky. Tieto sa bežne v školskej geometrii vyskytujú.

Následne sa dostávame k novej úlohe: konštrukcia trojuholníka ak poznáme tri výšky.

$$S = \sqrt{s.(s-a).(s-b).(s-c)}\ ;\ s = \frac{a+b+c}{2};$$

$$S = \frac{a v_a}{2} = b$$

Z týchto vzťahov, podobnou úpravou, dostávame výsledný vzťah:

$$a = \frac{\sqrt{2}.\mathrm{v_a}}{\sqrt{(1+\frac{\mathrm{v_b}}{\mathrm{v_a}}+\frac{\mathrm{v_c}}{\mathrm{v_a}})(1+\frac{\mathrm{v_b}}{\mathrm{v_a}}-\frac{\mathrm{v_c}}{\mathrm{v_a}})(1+\frac{\mathrm{v_c}}{\mathrm{v_a}}-\frac{\mathrm{v_b}}{\mathrm{v_a}})(\frac{\mathrm{v_b}}{\mathrm{v_a}}+\frac{\mathrm{v_c}}{\mathrm{v_a}}-1)}}$$

$$b = \frac{\sqrt{2}.\mathrm{v_b}}{\sqrt{(1+\frac{\mathrm{v_a}}{\mathrm{v_b}}+\frac{\mathrm{v_c}}{\mathrm{v_b}})(1+\frac{\mathrm{v_a}}{\mathrm{v_b}}-\frac{\mathrm{v_c}}{\mathrm{v_b}})(1+\frac{\mathrm{v_c}}{\mathrm{v_b}}-\frac{\mathrm{v_a}}{\mathrm{v_b}})(\frac{\mathrm{v_a}}{\mathrm{v_b}}+\frac{\mathrm{v_c}}{\mathrm{v_b}}-1)}}$$

$$c = \frac{\sqrt{2}.\mathrm{v_c}}{\sqrt{(1+\frac{\mathrm{v_b}}{\mathrm{v_c}}+\frac{\mathrm{v_a}}{\mathrm{v_c}})(1+\frac{\mathrm{v_b}}{\mathrm{v_c}}-\frac{\mathrm{v_a}}{\mathrm{v_c}})(1+\frac{\mathrm{v_a}}{\mathrm{v_c}}-\frac{\mathrm{v_b}}{\mathrm{v_c}})(\frac{\mathrm{v_b}}{\mathrm{v_c}}+\frac{\mathrm{v_a}}{\mathrm{v_c}}-1)}}$$

Nájdenie každej strany sa skladá z 13 úprav, ktoré vieme geometricky zostrojiť. Celkovo sa úloha skladá zo 47 krokov. Tento počet krokov odrádza od zaradenia tejto úlohy do bežnej školskej geometrie.

1.2 Riešenie pomocou metódy „množina bodov daných vlastností“

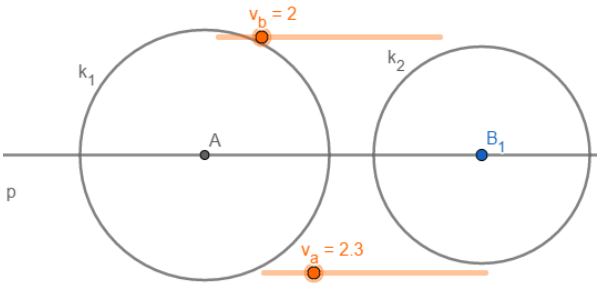
Táto metóda je čisto geometrická. Využívame základné poznatky vyplývajúce o hľadanom bode zo zadania. Pričom vytvoríme tzv. mechanickú krivku. Za mechanické krivky boli označované zložitejšie krivky, kde sa nerozlišovali rôzne stupne týchto kriviek. Mechanické krivky vieme približne nakresliť pomocou bodovej konštrukcie na papier, pričom použijeme kružidlo a pravítko. Ich presné zostrojenie vieme pomocou prístrojov. Mechanické krivky zostrojíme tak, že budeme súčasne pohybovať dvoma alebo viacerými priamkami, ktorých priesečníky ich vyznačujú. Tak to uvádza vo svojej literatúre

Geometrie, francúzsky filozof, matematik a delostrelec René Descartes. [3]. Takýmto postupom sa dostaneme ku našej hľadanej mechanickej krivke ktorá vznikne práve pomocou využitia tejto metódy „množina bodov daných vlastností“.

Konštrukciu budeme riešiť v programe IKT (geogebra). Začneme predpokladaným trojuholníkom spĺňajúcim dve vlastnosti. Zmenou tretej vlastnosti tohto predpokladaného trojuholníka, odhaľujeme „množinu bodov daných vlastností“ nami zafixovaných ako mechanickú krivku. Daný program nám veľmi uľahčil približnú konštrukciu kružnice vpísanej so začiatočným statickým bodom A, ktorý leží na priamke p. Počas postupného rysovania sme využili poznatky o množine bodov daných vlastností, kružnici vpísanej do trojuholníka, výškach trojuholníka, dotyčniciach, osiach uhlov, atď. Z nich práve metóda množín bodov daných vlastností sa zdá byť ideálnym riešením. Túto metódu som ilustroval pomocou konkrétneho riešenia približným rysovaním.

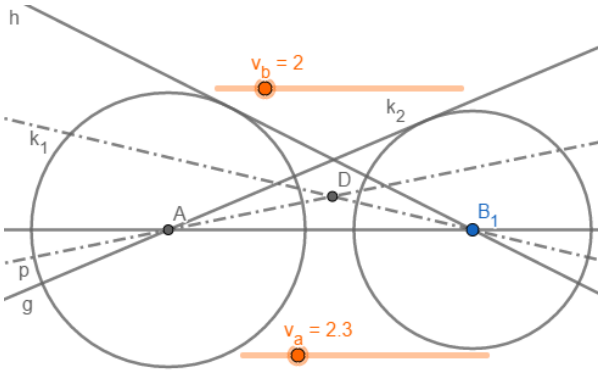
2 Výsledky a diskusia

Približná konštrukcia so zameraním sa na dve výšky a polomer kružnice vpísanej je nasledovná:



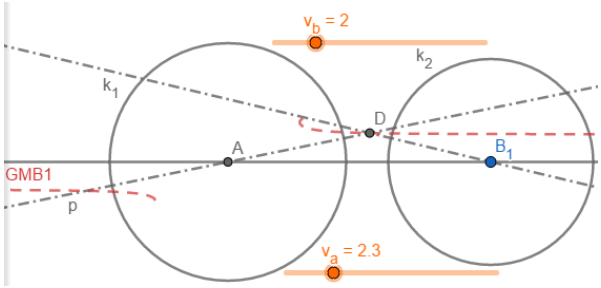
Obr.1 – Počiatočná situácia

Počiatočná situácia vyzerá nasledovne. Máme pevný bod A ktorý bude zároveň stredom kružnice k_1 s polomerom hodnoty v_a a priamku p. Pričom bod A patrí priamke p a volíme si na priamke p iteračný bod B_1, ktorý bude zároveň stredom kružnice k_2 s polomerom v_b. Vzdialenosť bodu A a B_1 musí byť väčšie ako Max(v_a, v_b).



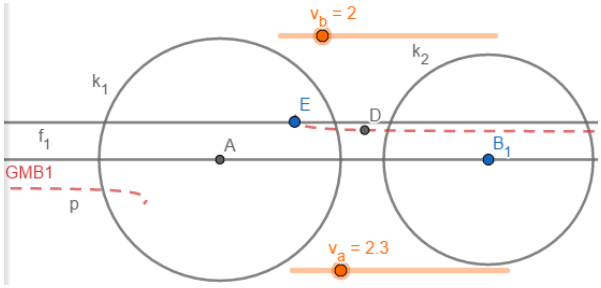
Obr.2 – krok v ktorom sme využili dotyčnice, osi uhlov, priesečník D

Z bodu A vedieme dotyčnicu g ku kružnici k_2 a následne vedieme z bodu B_1 dotyčnicu h ku kružnici k_1. Konštrukcia pokračuje zostrojením uhlov ktoré vznikli priamkami p,g a p,h. Priesečník osí uhlov označíme ako bod D a tento bod spĺňa vlastnosť, že leží na priesečníku osí uhlov uvažovaného trojuholníka.



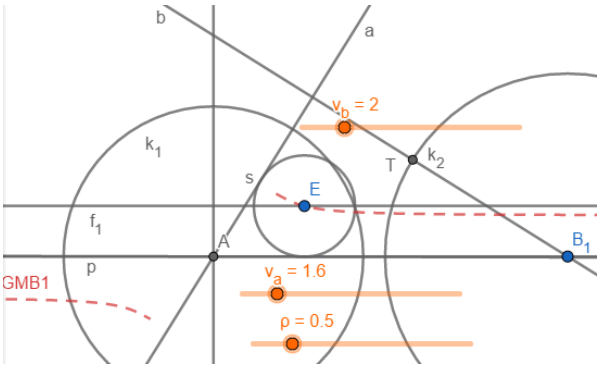
Obr.3 – mechanická krivka, priesečník D

Na základe tohto ak posúvame bod B_1 po priamke p, mení sa nám poloha bodu D. Stopa tohto bodu D nám tvorí mechanickú krivku GMB_1. Body tejto mechanickej krivky spĺňajú vlastnosť, pre kružnicu vpísanú a to, že patrí priesečníku osi uhlov trojuholníka pri pevných parametroch v_a a v_b. Druhá dôležitá vlastnosť pre stred kružnice vpísanej, že je vždy rovnako vzdialený od priamky p.



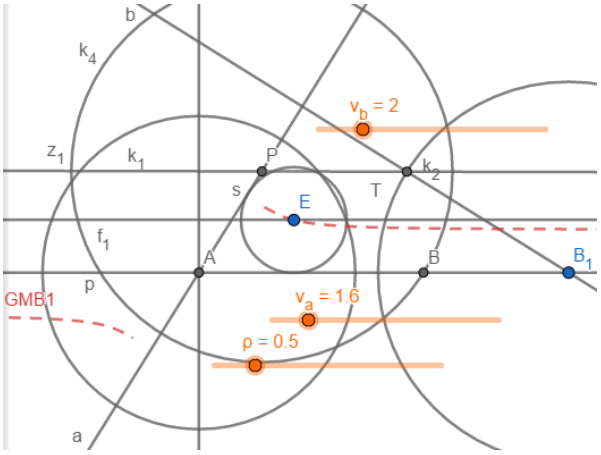
Obr.4 – mechanická krivka,rovnobežka f_1, bod E

Na základe tohto môžeme vytvoriť rovnobežnú priamku f_1 s priamkou p. Priesečník GMB_1 a priamky f_1 spĺňa hľadané vlastnosti stredu kružnice vpísanej a preto ho môžeme označiť ako bod E.



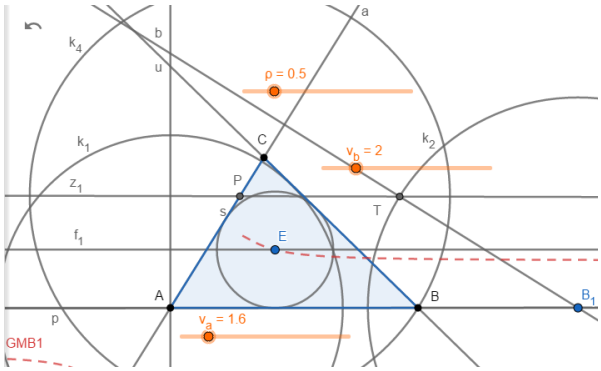
Obr.5 – kružnica s, bod T

Ďalej si vytvoríme kružnicu s so stredom E a polomerom ρ. Z bodu A vedieme dotyčnicu a ku kružnici s. Z bodu B_1 vedieme kolmicu b na priamku a. Dostávame priesečník bod T priamky b a kružnice k_2.



Obr.6 – kružnica k_4, bod B

Cez bod T vedieme rovnobežku z_1 s priamkou p. Dostávame bod P ktorý je priesečník priamky z_1 a priamky a. Z bodu P vedieme kružnicu k_4 s polomerom v_b. Priesečník kružnice k_4 s priamkou p nám dáva reálny bod B.



Obr.7 – zostrojený trojuholník ABC

Z bodu B vedieme dotyčnicu u ku kružnici s. Priesečník priamky a a priamky u je hľadaný bod C. Čím dostávame trojuholník ΔABC.

Táto konštrukcia je neeuklidovská, pretože sme vytvárali mechanickú krivku, ktorú buď aproximujeme niekoľkými krokmi alebo použijeme IKT.

Didaktický komentár

Ako prvé môžeme začať študentov, riešiteľov navádzať na zodpovedanie si prvých otázok. Napríklad. Prečo sme zvolili kružnice ako pomocné objekty pri výškach? Čo robiť keď sa mi vykresľuje mechanická krivka? Dá sa potom ešte napredovať v úlohe? Kružnice sme zvolili ako pomocné objekty, ktoré reprezentujú výšky. S výškami sa nielen dobre pracuje ale sú kolmé na strany trojuholníka. Kolmosť a rovnobežnosť sa v tejto úlohe dajú krásne využiť. Ďalej si treba uvedomiť, že hľadáme množinu bodov daných vlastností. Tiež, že dotyčnica je kolmá na polomer kružnice vpísanej. Ďalej osi uhlov nám tiež dokážu pomôcť v tejto úlohe. Nadaní študenti potrebujú len poradiť a správne naviesť pomocou prvých otázok. Metóda „množina bodov daných vlastností“ je zameraná na hľadanie vlastnosti potrebných pre konštrukciu a podnecuje kreativitu. Táto úloha nám ukazuje svoju krásnu postupnosť a nadväznosť. Pri práci so žiakmi je vhodné porovnať metódy riešenia. Náročnosť úlohy závisí aj od počtu krokov a preto je dôležité zohľadniť aj tento fakt. Takýmto porovnaním zistíme, ktorá z metód je lepšia vzhľadom na počet krokov. Na úlohe ktorú sme riešili v geogebre, môžeme preopakovať kvalitne a do

hĺbky vzorce a vzťahy potrebné pre zostrojenie trojuholníkov. Zároveň si vďaka nej môžeme preopakovať veľmi kvalitne a do hĺbky vzťahy, vzorce a dôležité vlastnosti ohľadom nielen kružnice vpísanej ale aj výšky trojuholníka a vôbec základné vety o trojuholníku a jeho vlastnosti. Pomocou programu GeoGebra môžeme dokonca sledovať postup jednotlivých študentov a vďaka nemu im pomôcť, keby sa nevedeli pohnúť ďalej. Niekedy stačí len trocha povzbudiť ku správnemu vyriešeniu úlohy a pozdvihnutie vnútornej motivácie do ďalšieho riešenia geometrických úloh, ktoré nás dokážu rozvíjať v mnohých oblastiach.

Záver

Úlohou tohto článku bolo poukázať na netradičnú úlohu, v ktorej sme riešili konštrukciu trojuholníka zadaného dvoma výškami a polomerom kružnice vpísanej. Úlohu sme riešili dvoma spôsobmi. Prvý spôsob bol pomocou metódy algebraickej geometrie. Táto metóda je riešiteľná pomocou kružidla a pravítka, teda euklidovská, ale sa skladá zo 47 geometrických krokov geometrickej konštrukcie, čo tvorí značnú náročnosť na danú úlohu. Metóda analytickej geometrie sa zdá byť tiež náročná, keďže používa rovnice v karteziánskych súradniciach cez približnú konštrukciu krivky pomocou bodov, teda bodová konštrukcia a aproximácia oblúkom (presnosť na hrúbku ceruzky) sa zdá až príliš komplikovaná pre svoju náročnosť. Druhá metóda bola pomocou množiny daných vlastností. Jedná sa o približnú konštrukciu ktorá má síce menej krokov ale nie je euklidovská. Tieto dôvody poukazujú na to, že prečo úloha nie je bežná v školskej geometrii. Úloha môže byť preto vhodne použiteľná pre rozšírenie palety riešiteľnosti úloh ale aj úloh vhodných na riešenie. Taktiež sa dá táto úloha s využitím približnej konštrukcie cez metódu množiny bodov daných vlastností aplikovať i didakticky, so správnym navádzaním žiakov, študentov a tak s rastúcou úspešnou riešiteľnosťou môžeme povzbudzovať ale i postupne zvyšovať vnútornú motiváciu. Túto úlohu by sme mohli krásne zužitkovať, na škole, ktorá by bola vybavená IKT. Skrz grafiku moderného sveta, pomocou technológií vieme oveľa flexibilnejšie a kvalitnejšie, o to viac zaujímavejšie podať i túto časť geometrie. Teda zvýšiť tak záujem o geometriu na školách. Zároveň i pedagógovia sa môžu kvalitnejšie pripravovať, keďže metóda množín bodov daných vlastností dokáže o dosť ušetriť čas namiesto zdĺhavých a častokrát veľmi náročných výpočtov cez rovnice vyššieho stupňa. Pri pedagogickej činnosti by tak vyučujúci vedel využiť túto úlohu pri vedení svojich matematických nadaných lídrov. Zároveň i takáto úloha môže byť dostatočnou výzvou pre študentov, žiakov, ktorí majú radi matematické hlavolamy a zároveň majú radi geometriu, alebo by si chceli prehĺbiť svoje vedomosti, znalosti či skúsenosti.

Poďakovanie

Ďakujem svojmu školiteľovi za odbornú pomoc, dohľad, za pomoc pri získavaní vhodnej odbornej literatúry, a za kompletnú starostlivosť pri písaní tohto vedeckého článku z Geometrie.

Použitá literatúra

[1] Polák, J. (2014) DIDAKTIKA MATEMATIKY Jak učit matematiku zajímavě a užitečně. Nakladatelství Fraus, Plzeň, s.311

[2] Šedivý, O., Rumanová, L., Vallo, D., Pavlovičová, G., Záhorská, J., Vidermanová, K. (2013) Vybrané kapitoly z didaktiky matematiky. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre: Fakulta prírodných vied, Nitra, s.115

[3] Descartes, R. (2010) Geometrie. OIKOYMENH – Knihovna novověké tradice a současnosti, Praha, s.32

Metóda analýzy sieťových štruktúr základných fyzikálnych pojmov v učebniciach fyziky

Method of network structure analysis for physics textbook based on basic terms

Pavol Hrdý[1]
Školiteľ: Petra Králiková[2]
[1,2]Katedra fyziky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1]pavol.hrdy@student.ukf.sk, [2]petra.kralikova@ukf.sk

Abstrakt

V prírode aj vo svete technológií môžeme nájsť mnoho komplexných systémov sietí a ich skúmaním nachádzame mnohé podobnosti. Štatistickou analýzou sieťových štruktúr sa môžeme dozvedieť mnoho o ich vlastnostiach. V tejto práci skúmame prítomnosť takýchto sietí v odbornom fyzikálnom texte, metódu tvorby takejto siete a jej možný prínos pre prax. Predpokladáme totižto, že vlastnosti vytvorenej siete vyjadrujú kvalitaty alebo nedostatky textu. Popisujeme taktiež funkciu nami vyvýjaný nástroj *Connection Table Maker (skrátene CTM)*, ktorého úlohou je čo najviac zautomatizovať proces pretvárania odborného textu na sieť. Vďaka nemu budeme môcť radikálne zredukovať čas potrebný na vytvorenie grafu, ktorý momentálne predstavuje niekoľko mesiacov a zvýši reliabilitu procesu.

Kľúčové slová: sieťová štruktúra, škálovo invariantný model, mocninové rozdelenie, fyzikálny pojem

Abstract

In nature and in the world of technology, we can find many complex systems of networks and we can find many similarities in their research. By statistical analysis of network structures we can learn a lot about their properties. In this work we examine the presence of such networks in the technical physics text, the method of creating such a network and its possible contribution to the practice. We assume that the properties of the network created express quality or text deficiencies. We also describe the feature of the emph Connection Table Maker (CTM) tool, which aims to maximize the automation of the process of configuring expert text on the network. Thanks to it, we will be able to radically reduce the time it takes to create a chart which currently represents several months and it will also increase the process's reliability.

Key words: network structure, Scale-free model, power-law distribution, physics term

Úvod

Svet okolo nás má tendenciu vytvárať komplexné štruktúry, kde spolu jednotlivé časti interagujú a vytvárajú sieťovú štrukúru. Pri skúmaní takýchto sietí, či už vytvorených prírodou (nervové siete, siete buniek organizmov, etc.) alebo človekom (World Wide Web, cestné komunikácie, etc.) sa preukázalo, že najstabilnejšie siete sú takzvaného *škálovo invariatného charakteru (scale-free network)*. Jedná sa o siete s *mocninovým rozdelením pravdepodobnosti prepojenia (power-law distribution)*. Siete s takýmto atribútom sú omonoho odolnejšie voči prípadným chybám, výpadkom alebo útokom, lebo ich štruktúra

zaisťuje väčšiu stabilitu a prepojenosť ako *náhodné siete (random network)*.

Pri našom skúmaní sme sa snažili nájsť metódu ako pretvoriť odborný text učebnice fyziky na sieťovú štruktúru, ktorú by sme následne mohli podrobiť štatistickej analýze. Vychádzali sme z predpokladu, že odborný fyzikálny text môžeme rozdeliť na elementárne časti, ktoré budú obsahovať isté špecifické atribúty. Za základný element učebnice sme si zvolili *vetu* ako najmenšiu časť, ktorá má odovzdávať ucelenú informáciu.

Atribúty, ktoré predpokladáme, že budú naše vety obsahovať a budú spôsobovať prepojenosť siete sú fyzikálny pojem (definovaný vo fyzikálnom slovníku [1],[2]) alebo fyzikálna rovnica. Úlohou učebnice fyziky je takéto pojmy vysvetlovať. Z toho dôvodu by sa mali pojmy nielen často objavovať v texte, ale taktiež by sa mali prostredníctvom viet navzájom prepájať, a teda poskytovať základ pre vznik sieťovej štruktúry.

Takáto metóda by mohla poskytnúť užitočný nástroj na kvalitatívne hodnotenie učebnice z pohľadu nadväznosti, obsahu, prípadne odolnosti textu voči zabúdaniu alebo neporozumeniu jednotlivých častí.

1 Škálovo invariantný model *(Scale-free model)*

Na ceste k pochopeniu pôvodu škálovo invariantnej sietí musíme najprv identifikovať dôvod odlišnosti reálnej siete, ktorá má mocninové rozdelenie pravdepodobnosti prepojenia, od náhodnej siete s poissonovským alebo normálnym rozdelením. Odpoveď na túto otázku sa zrodila roku 1999, keď sa poukázalo na dva skryté predpoklady Erdősi-Rényiho modelu náhodnej siete, z ktorých obidva sú porušené pri reálnych sieťach. Tieto predpoklady sú *rast siete* a *preferenčné prepájanie* [3].

1.1 Rast siete

Pri náhodnej sieti sa neberie do úvahy predpoklad pre ďalší rast siete ale počíta sa iba s N uzlami, čo nie je prípad reálnych sietí. Inými slovami, rast siete znamená rast počtu hrán pri zachovaní počtu uzlov. V prípade reálnych sietí sa zvyšuje aj počet uzlov.

Napríklad v roku 1991 mala WWW iba jediný uzol, bola ním prvá stránka vytvorená Tim Bernesom Lee-m. Dnes má Web už skoro miliardu stránok, čo je pozoruhodné číslo, získané v priebehu ani nie troch dekád postupným pridávaním dokumentov od miliónov užívateľov [4].

Takýto model korešponduje s našim postupom, kde siete staviame postupným pridávaním viet, ktoré sa pripoja k existujúcej sieti cez už použité pojmy alebo vďaka takzvaným *prechodovým frázam (transitional phrases)*. Takéto frázy umožňujú prepojenie medzi vetami aj bez priameho použitia fyzikálnych pojmov. Ide o frázy, ktoré sa odvolávajú na predchádzajúce informácie alebo zamlčané podmety (napr.: z toho vyplýva; to znamená; a teda).

1.2 Preferenčné prepájanie

Druhým predpokladom pri náhodne generovanej sieti bola náhodná voľba spojovaných uzlov. Čo v reálnych sieťach neplatí, pretože novovznikajúce uzly majú tendenciu sa pripájať k existujúcim uzlom s čo najväčším počtom prepojení. Tento proces sa nazýva preferenčné prepájanie (*preferential attatchment*).

Ako príklad uvedieme bežného užívateľa Webu (seba). Aj keď existujú bilióny stránok, my vieme len o zlomku z nich, a výber nám známych stránok nie je úplne náhodný. Všetci sme napríklad určite počuli o Google-i alebo Facebook-u, ale iba zriedka navštívime menej prominentné stránky, z ktorých sa Web skladá.

V prípade našej učebnice to vyjadruje, že na začiatku tvorby siete sa budú vety pripájať na stále nové pojmy. Nárast počtu pojmov však nebude priamoúmerný nárastu počtu viet. Po prekonaní počiatočnej explózie nových pojmov sa začnú vety pripájať viac na už existujúce uzly a definícia nových pojmov bude menej častá.

1.3 Barabási-Albertov model

Poznanie, že rast a preferenčné prepájanie siete koexistujú v reálnych sieťach viedlo k vytvoreniu modelu, ktorý bol schopný generovať siete s mocni-

novým rozdelením pravdepodobnosti (*power-law distribution*).

Tento model je definovaný nasledujúcim algoritmom vzniku:

Začíname s m_0 uzlami, ktoré ľubovoľné prepojíme tak, aby každý uzol mal aspoň jednu hranu a ďalej rozvíjame sieť pomocou opakovania dvoch krokov:

(A) Rast. Pridáme nové uzly s $m(\leq m_0)$ hranami, ktoré spájajú nové uzly, k m uzlom v pôvodnej sieti.

(B) Preferenčné prepojenie.

Pravdepodobnosť $\Pi_{(k)}$, že sa jedna z hrán nového uzla prepojí s uzlom i záleží na stupni k_i tohto uzla podľa

$$\Pi(k_i) = \frac{k_i}{\sum_j k_j}. \quad (1)$$

Preferenčné prepojenie je pravdepodobnostné pravidlo, ktoré vyjadruje schopnosť nového uzla pripojiť sa ku ktorémukoľvek uzlu siete, či už sa jedná o centrálny alebo okrajový uzol. Vzťah (1) však vyjadruje, že je väčšia pravdepodobnosť, aby sa nový uzol pripojil k uzlu s väčším počtom prepojení.

Model popísaný krokmi **(A)** a **(B)** sa nazýva *Barabási-Albertov model* podľa svojich autorov z roku 1991 [3]. Tento model sa taktiež nazýva škálovo invariantný (scale-free) model.

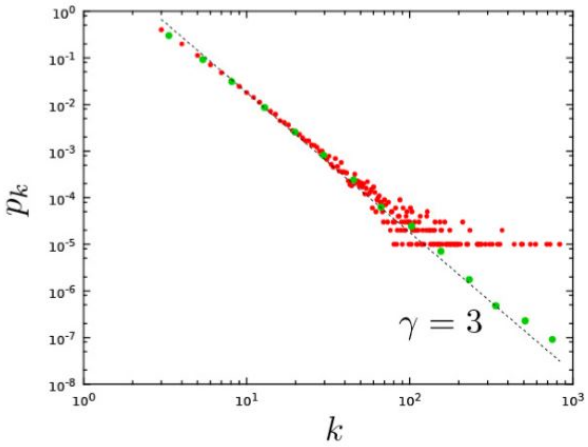
Po t cykloch Barabási-Albertov model vygeneruje sieť s $N = t + m_0$ uzlami a $m_0 + mt$ hranami s rozdelením prepojenia uzlov sledujúcim mocninový rast

$$p(k) \sim k^{-\gamma} \quad (2)$$

kde $p(k)$ je pravdepodobnosť toho, že uzol má k prepojení. Exponent γ nezávisí od m a m_0 a pre Barabási-Albertov model platí $\gamma = 3$.

Obrázok nižšie zobrazuje graf takéhoto rozdelenia, kde červené body označujú pozorované dáta a zelené vyjadrujú kvantizovaný priebeh. Bodkovaná čiara má sklon $\gamma = 3$ a korešponduje s výsledkami modelu.

Obr. 1: Graf rozdelenia prepojenosti uzlov pre $N = 100\,000$ a $m = 3$.



Zdroj:[3]

Barabási-Albertov model v krátkosti ukazuje, že dva hlavné atribúty zodpovedné za prejav mocninového rastu prepojení sú *rast* a *preferenčné prepájanie*. Pôvodom mocninového rastu a existencie *centier* je takzvaný „Bohatý bohatnú, chudobný chudobnejú“ fenomém, ktorý hovorí, že tí, ktorí majú veľa, získajú viac [5].

2 Učebnica fyziky ako sieťová štruktúra

Proces tvorby sieťovej štruktúry z viet učebnice môžeme rozdeliť do niekoľkých krokov. Najprv je nutné učebný text previesť na „čistý text“. V praxi to znamená, že musíme z učebnice odstrániť všetky obrázky, poznámky, textové bubliny a iné formátovanie textu. Ak chceme zachovať výpovednú hodnotu a prínos obrázkov, grafov a rovníc pre učebnicu, tak tento krok nemožno vykonávať algoritmom, nevyhnutný je manuálny prístup, pri ktorom budú nahradené adekvátne výpovedným popisom.

Následne text rozdelíme na elementárne časti - každú vetu oddelíme do osobitného riadku vytvorenej tabuľky. Pri tomto kroku by mala byť možná

úplná automatizácia. Vety sú oddelené jednoznáčnym konštruktom, vo formáte „bodka - medzmera - veľké písmeno“. V texte sa ale podobná následnosť znakov vyskytuje ešte aj pri iných príležitostiach (mená vo formáte „X. Náhodný“), preto je nutné definovať vetu ako aspoň dvojslovnú (prípadne možno až trojslovnú) štruktúru.

Tretím krokom je vyhľadanie všetkých prípadov použitia fyzikálneho pojmu v texte a ich vypísanie do samostatného stĺpca tabuľky (jednotlivé pojmy oddeľujeme semicolonom). Automatizácia tohto kroku je teoretický možná. Vyžadovalo by to však vybudovanie rozsiahlej knižnice pojmov, vo všetkých ich jazykových formách, s ktorou by sme mohli text porovnávať. Počas tohto kroku taktiež v texte rozpoznávame prechodové frázy a súvislosti medzi vetami, ktoré taktiež indexujeme do ďalšieho stĺpca. Tieto spojenia budú predstavovať prepojenie medzi vetami, kedy sa na seba vety navzájom odvolávajú alebo nadväzujú jedna na druhú.

Posledným krokom pred samotnou štatistickou analýzou je importovanie vytvorenej tabuľky do našaj aplikácie na tvorbu grafov (CTM - Connection Table Maker). Táto aplikácia našu tabuľku prehľadá a poprepája navzájom jednotlivé vety a pojmy, prípadne vety s vetami. V prípade, že jej poskytneme knižnicu pojmov, tak bude porovnávať nami špecifikované pojmy z učebnice. Ak narazí na pojem, ktorý sa v knižnici nenachádza tak nám poskytne dialógové okno, ktoré nám umožní opraviť prípadný preklep alebo pridať nový pojem do našej knižnice. Po zbehnutí algoritmu dostávame spojovaciu tabuľku, vďaka ktorej už vieme jednoducho graf vytvoriť.

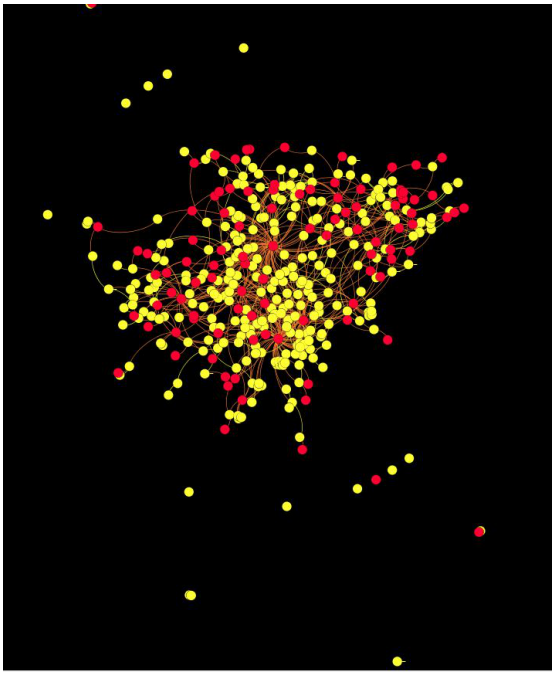
Našu učebnicu a spojovaciu tabuľku následne importujeme do software-u na analýzu grafov *Gephi*, ktorý nám dokáže priamo poskytnúť vizualizáciu a štatistické dáta o našej sieti.

3 Výsledky a diskusia

Našou metódou sa nám podarilo vytvoriť dve siete reprezentujúce učebnice. Jedna učebnica je *Fyzika pre 3. ročník gymnázia*[6], ktorá sa skladá z 379 uzlov. Druhá predsavuje učebnicu *Fyzika pre 2. ročník gymnázia* [7], ktorá pozostáva z 3271 uzlov [8]. Obidve siete vykazovali vlastnosti škálovo invariatnej siete a ich pravdepodobnosť rozdelenia prepojení sledovala mocninovú funkciu. Odborné texty učebníc fyziky je teda možné analyzovať pomocou metód sieťovej analýzy a získané štatistické dáta o grafe by mali reprezentovať kvalitatívne vlastnosti učebnice. Hodnota ako polomer grafu by napríklad mala vypovedať o šírke oblasti skúmanej učebnicou, priemerný stupeň prepojenia by mal predstavovať nadväznosť a prepojenosť popisovaných tém a počet silno alebo slabo pripojených komponentov bude vyjadrovať množstvo „obalového textu„v učebnici. Pomocou grafu môžeme taktiež jednoducho rozpoznať najpoužívanejšie pojmy, a teda rýchlo zistiť, či učebnica popisuje témy vyžadované učebnými osnovami.

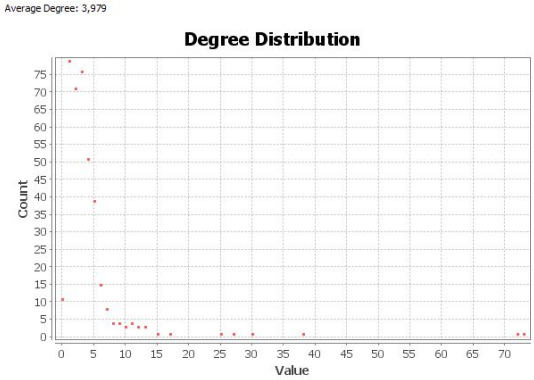
Nasledujúce obrázky zobrazujú nami vytvorené siete z textu učebníc. Na Obr. 2 je bipartitná sieť, ktorá pozostáva z 379 uzlov a 754 hrán. Vety v učebnici reprezentujú žlté guličiek, a ak vety spolu súvisia, tak je medzi nimi spojenie. Červené guličky predstavujú jednotlivé fyzikálne pojmy, ktoré sú prepojené na uzly predstavujúce vety, v ktorých sa daný pojem nachádza. Najlepšie pripojenými (a teda najviackrát použitými) pojmami sú *čas (s 74 prepojeniami), svetlo (72), dráha (38), uhol (30), zrkadlo (27), lúč (25)*, čo sú pojmy typické pre vlnenie a optiku, ktoré boli témou popisovanou v učebnici „Elektromagnetické vlnenie, svetlo“.

Obr. 2: Bipartitná sieť predstavujúca učebnicu Fyziky pre 3. ročník gymnázia



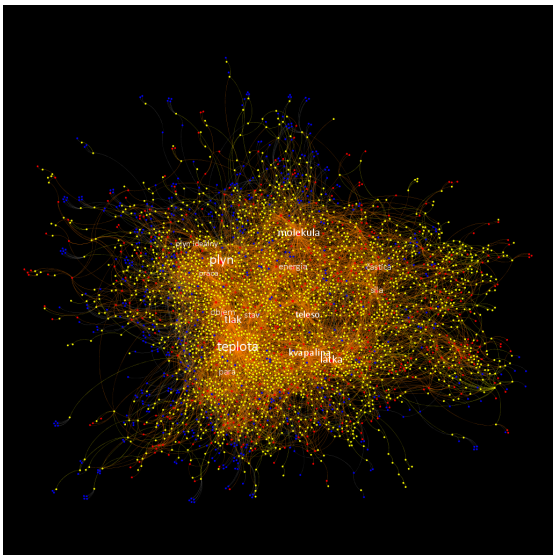
Na Obr. 3 je pravdepodobnostné rozdelenie prepojenia z učebnice pre 3. ročník, kde na osi x-ovej je počet prepojení a na osi y-ovej je počet uzlov.

Obr. 3: Pravdepodobnosť rozdelenia prepojenia z grafu učebnice Fyziky pre 3. ročník gymnázia



Na nasledujúcom obrázku je znázornená tripartitná sieť, ktorá predstavuje učebnicu Fyziky pre 2. ročník gymnázia. Sieť pozostáva zo 3271 uzlov a 9225 hrán, kde žlté uzly predstavujú vety (2265), červené uzly predstavujú fyzikálne pojmy (429) a modré uzly predstavujú fyzikálne rovnice (527).

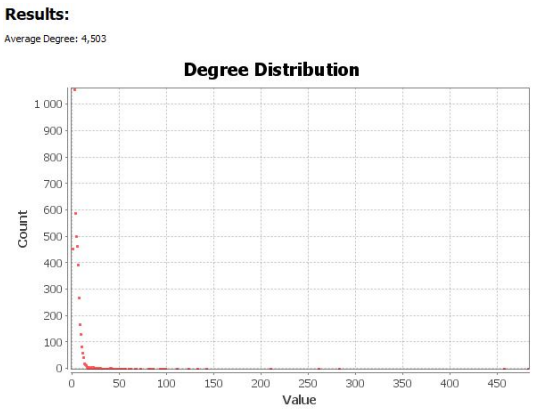
Obr. 4: Tripartitná sieť predstavujúca učebnicu Fyzika pre 2. ročník



Zdroj:[8]

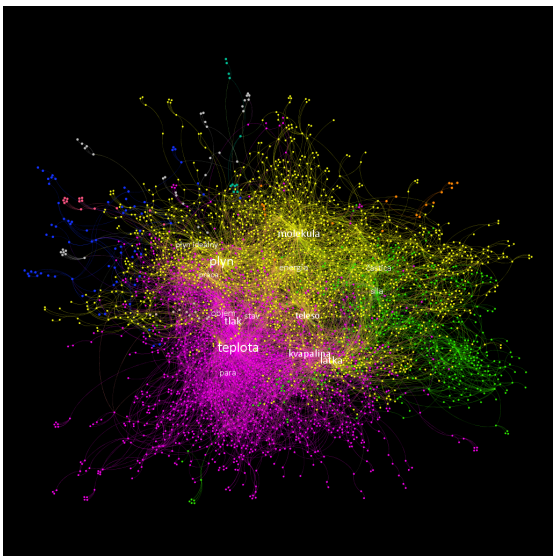
Pravdepodobnostné rozdelenie prepojenia tripartitnej siete vidíme na obr. 5.

Obr. 5: Pravdepodobnosť rozdelenia prepojenia z grafu učebnice Fyziky pre 2. ročník



Na učebnicu Fyziky pre 2. ročník bola aplikovaná zhluková analýza, ktorá rozdelila sieť na 13 zhlukov (z toho 3 výrazne väčšie), pričom uzly z jednotlivých uzlov sú si bližšie v porovnaní s uzlami iných zhlukov. Tieto zhluky vidíme na nasledujúcom Obr. 6. V najväčšom zhluku (na obrázku znázornený žltou farbou) sa objavili uzly s najväčším počtom prepojení, ktoré predstavovali fyzikálne pojmy: *plyn (s 248 prepojeniami), molekula (196), energia (142), látka (141), častica (120), teleso (118), práca (86), ideálny plyn (81)*. V druhom najväčšom zhluku (fialovej farby) to boli pojmy: *teplota (s 284 prepojeniami), tlak (160), kvapalina (147), objem (120), para (111), stav (96), hmotnosť (69), rovnovážny stav (59), nasýtená para (57)*. A v treťom najväčšom zhluku (zelenej farby) to boli pojmy: *sila (so 74 prepojeniami), deformácia (54), dĺžka (21), ťah (21), dislokácia (20), predĺženie (19), pružnosť (19), pevné teleso (14)*

Obr. 6: Graf siete vytvorenej z učebnice Fyziky pre 3. ročník gymnázia



Zdroj:[8]

Zhlukovou analýzov bola sieť rozdelená na zhluky, kde tri najväčšie zhluky predstavovali tri základné skupenstvá, a to plynné látky, kvapalné látky a pevné látky. Ostatné zhluky predstavovali väčšinou historické poznámky a príklady, a jeden zhluk bol zameraný na štvrté skupestvo - plazmu.

4 Záver

Sieťová analýza je zatiaľ pomerne mladým odvetvým vedeckého výskumu a jej aplikácia na skúmanie odborného, fyzikálneho textu je nová metóda, ktorá by mohla priniesť mnohé výhody. Po zdokonalení algoritmov nášho software-u a vytvorení knižnice pojmov by sme mohli čas potrebný na vytvorenie grafu zredukovať až na úroveň jedného prečítania a zindexovania textu. Ak by sme následne objavili koleráciu medzi výpovednými atribútmi našich grafov a ratingových hodnotení učebníc, tak by to mohlo do praxe priniesť silný nástroj na analýzu a kvalitatívne porovnávanie učebných textov.

Poďakovanie

Touto formou by som chcel poďakovať školiteľke Mgr. Petre Králikovej a doc. RNDr. Abovi Telekimu, PhD. za pomoc a rady pri písaní tejto práce.

Literatúra

[1] Čerňanský, P. a kol. (2007) Fyzikálny slovník slovensko-anglický, anglicko-slovenský, Protonit s.r.o

[2] Garaj, J. a kol. (1987) Fyzikálna terminológia, SPN, Bratislava

[3] Network science [Citované: 21. február 2018] http://networksciencebook.com/

[4] Total number of Websites [Citované: 21. február 2018] http://www.internetlivestats.com/total-number-of-websites/#curious

[5] Hrdý, P. (2016) Analýza sieťových štruktúr fyzikálnych pojmov v učebniciach fyziky, bakalárska práca FPV UKF v Nitre

[6] Demkanin, P. ,Horváthová, M. (2012) Fyzika pre 3. ročník gymnázia,

[7] Svoboda, E. a kol. (1985) Fyzika pre 2. ročník gymnázia, SPN, Bratislava

[8] Králiková, P., Teleki, A. (2018) Sémantické štruktúry výkladu učiva v učebniciach fyziky pre gymnáziá, v tlači

Hranie sa s robotom alebo vyučovanie programovania? – Metodická pomôcka pre vyučovanie robotiky

Playing with the robot or teaching of programming? – Methodical aid for teaching of robotics

Soňa Ivančáková
Školiteľ: Michal Vagač
Katedra informatiky, FPV UMB, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica
sona.ivancakova@gmail.com

Abstrakt
Robotika je v súčasnej dobe trendom. Tomuto trendu sa venujú vo voľnom čase žiaci stredných a základných škôl, ktorí sa chcú venovať bližšie informatike. Robotika ako taká slúži na rozvíjanie algoritmického myslenia, motoriky a spolupráce členov tímu. Preto sa stáva súčasťou najmä mimoškolských aktivít v rámci informatických krúžkov a vlastnej iniciatívy žiakov. Robot na základnej a väčšinou aj na strednej škole sa programuje v jazyku Lego Mindstorms NXT alebo Lego Mindstorms Education EV3. Len málo publikácii sa venuje programovaniu robotov prostredníctvom iných programovacích jazykov. Práve z tohto dôvodu sme sa rozhodli vytvoriť viacúčelový program, ktorý slúži na ovládanie robota v jazyku Java a následne aj program na výpočty pohybu robota v jazyku Python. Tieto programy sú navrhnuté ako metodická pomôcka pri výučbe programovania mobilných robotov v rámci stredných a najmä vysokých škôl.
Kľúčové slová: robotika, python, java, Lego Mindstorms, metodická pomôcka

Abstract
Nowadays robotics is trend. Students of secondary schools and elementary schools, who are interested in computer science, dedicate robotics in their free time. Robotics is good at developing the algorithmic thinking, motoring and teamwork. Therefore, it is part of out-of-school activities like the information club and the student's own initiative. The robot at elementary and mostly secondary schools is programmed by Lego Mindstorms NXT or Lego Mindstorms Education EV3. Only few publications deal with programming of robots in other programming languages. For this reason, we have decided to create a multipurpose program in Java to control robot and then a program in Python to calculate of robot's motion. These programs are designed as methodical aid in the teaching of programming mobile robots at secondary schools and mostly at universities.
Key Words: robotics, python, java, Lego Mindstorms, methodical aid

Úvod

Na základných a stredných školách je robotika len v malej miere zahrnutá do vyučovacieho procesu v rozmedzí maximálne troch vyučovacích hodín v jednom školskom roku. Napriek tomu sa pomocou internetových a knižných zdrojov dá robotike venovať samostatne, ale len do istej miery. Programovanie robota prostredníctvom programovacích jazykov Python a Java je v internetových a knižných zdrojoch len veľmi málo spomínané a príklady, ktoré sa uvádzajú sú vo väčšine prípadov nekompletné alebo priveľmi jednoduché. Preto bolo našou snahou vytvoriť program, ktorý poukazuje na to, ako sa vypočítavajú jednotlivé kroky pri posúvaní robota prostredníctvom práve Javy a Pythonu. Nechceli sme využívať už dopredu naprogramované knižnice v programovacích jazykoch, ktoré obsahujú metódy, ktoré nám pohyb vypočítajú.

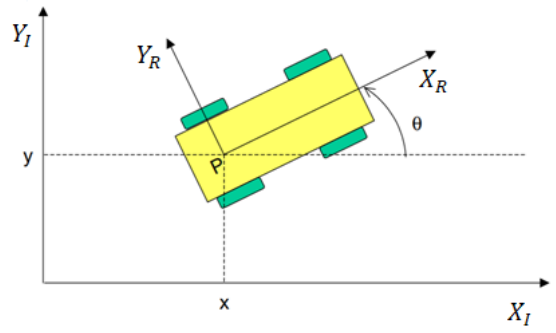
Našim cieľom je naučiť študentov stredných a najmä študentov vysokých škôl ako naprogramovať po krokoch ovládanie robota. Na to sa využívajú matematické vzorce obsiahnuté v druhom vydaní knihy [1]. Táto kniha sa stala po svojom vydaní základným pilierom, o ktorý sa opierajú iné knihy a prednášajúci, ktorí sa zaoberajú kinematikou robotov. A práve kinematike mobilných robotov sa budeme venovať.

1 Kinematika

Kinematika je základná náuka o tom, ako mechanický systém funguje. V robotike je našim cieľom porozumieť mechanickému správaniu robota vhodného pre plnenie rôznych úloh a porozumieť tomu, ako vytvoriť správny

softvér pre konkrétny hardvér, z ktorého je vytvorený robot. Model robota, s ktorým budeme pracovať sa bude pohybovať po horizontálnej ploche. Kinematiku mobilného robota sme spracovali podľa: [2], [3], [4], [5].

Na obrázku 1 hodnoty X_R, Y_R predstavujú osi lokálneho rámca robota. Lokálny rámec predstavuje pohľad na plochu z pozície robota a znázorňujeme ho súradnicovou sústavou, pričom počiatok súradnicovej sústavy sa nachádza práve na pozícii robota. Hodnoty x, y predstavujú súradnice robota vzhľadom na globálny rámec, ktorý má osi X_I, Y_I. Globálny rámec predstavuje pohľad z počiatku na pozíciu robota v súradnicovej sústave, ktorá sa nemení vzhľadom na pozíciu robota.



Obr. 1 Robot vzhľadom na jeho globálny a lokálny referenčný rámec

Pre vyjadrenie postoja robota (nazývaného tiež ako póza robota) robota v globálnom rámci používame hodnotu ξ_I. Hodnota je vyjadrená nasledovne (1):

$$\xi_I = \begin{bmatrix} x \\ y \\ \theta \end{bmatrix} \tag{1}$$

Kde x a y predstavujú súradnice bodu P, okolo ktorého sa robot otáča. Tretia hodnota predstavuje uhlový rozdiel medzi globálnym a lokálnym rámcom. Inými slovami hodnota θ predstavuje natočenie pozície robota vzhľadom na globálny rámec. Mapovanie pohybu robota v globálnom referenčnom rámci $\{X_I, Y_I\}$ na pohyb v robotovom lokálnom referenčnom rámci $\{X_R, Y_R\}$ vyjadruje matica (2):

$$R(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{2}$$

Samotné mapovanie vzhľadom na lokálny rámec je vypočítané ako (3):

$$\dot{\xi}_R = R(\theta)\dot{\xi}_I \tag{3}$$

Kde $\dot{\xi}_R$ vyjadruje pohyb robota vzhľadom na lokálny referenčný rámec a $\dot{\xi}_I$ je pohyb robota vzhľadom na globálny referenčný rámec.

V prípade pohybu robota vzhľadom na globálny rámec používame nasledovný vzorec:

$$\dot{\xi}_l = R(\theta)^{-1}\dot{\xi}_R \tag{4}$$

Vzorec (4) sa dá využiť len v jednoduchých prípadoch. Vo väčšine prípadoch sa využíva vzorec, ktorý počíta s dvojkolesovým robotom, ktorého polomer kolesa je r. Vzdialenosť kolesa od bodu P je l a uhlová rýchlosť, čiže rýchlosť otáčania prvého a druhého kolesa, je označená ako $\dot{\varphi}_1$ a $\dot{\varphi}_2$. Nasledujúci vzorec (5) predpovedá celkovú rýchlosť robota vzhľadom na globálny referenčný rámec:

$$\dot{\xi}_I = \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = f(l, r, \theta, \dot{\varphi}_1, \dot{\varphi}_2) \tag{5}$$

Prvotným výpočtom, ktorý by sme mali uskutočniť je vypočítať príspevok každého kolesa na celkový pohyb robota v jeho lokálnom referenčnom rámci $\dot{\xi}_R$. Príspevok každého kolesa závisí od jeho uhlovej rýchlosti vzhľadom k bodu P v smere $+X_R$. Uhlovú rýchlosť vypočítame ako podiel rýchlosti otáčania kolies a obvodu kolesa [6]. Rýchlosť otáčania kolies zistíme jednoduchým pokusom. Napríklad, robota pustíme na 5 sekúnd ísť rovno a následne odmeriame dráhu, ktorú prešiel. Podľa vzorca $v = s/t$ vypočítame rýchlosť akou robot ide. Následne z toho vieme vypočítať rýchlosť otáčania kolies. Výsledok, ktorý dostaneme je daný v radiánoch a môžeme ho vynásobiť $2 * \pi$, aby sme dostali výsledok v stupňoch.

Môžu sa vyskytnúť nasledujúce prípady:

- Obe kolesá sa krútia rovnako – z toho vyplýva, že robot sa pohybuje priamo úmerne rýchlosti krútenia kolies
- Ľavé koleso stojí a pravé sa krúti – vľavo sa pohybuje rýchlosťou 0 a vpravo plnou rýchlosťou.
- Ľavé koleso sa krúti a pravé stojí– vľavo sa pohybuje plnou rýchlosťou a vpravo sa pohybuje rýchlosťou 0

- Ľavé koleso sa krúti pomalšie ako pravé koleso – robot odbočuje doľava plynulým pohybom
- Ľavé koleso sa krúti rýchlejšie ako pravé koleso – robot odbočuje doprava plynulým pohybom

Je zjavné, že rýchlosť pohybu robota závisí od rýchlosti otáčania kolies a ich polomeru.

$$\dot{x_{r1}} = \frac{1}{2} r \dot{\varphi}_1 \quad (6)$$

$$\dot{x_{r2}} = \frac{1}{2} r \dot{\varphi}_2 \quad (7)$$

$$\dot{x_r} = \dot{x_{r1}} + \dot{x_{r2}} \quad (8)$$

$$\dot{y_r} = 0 \quad (9)$$

Vo výpočtoch (6), (7) sme vypočítali pohyb robota v jeho lokálnom referenčnom rámci. Kde sme vypočítali pre každé koleso jednotlivé príspevky z hľadiska pohybu po osiach. Súradnica $\dot{y_r}$ je vzhľadom na koleso nášho robota na neho kolmá, preto pohyb po tejto súradnici je v našom prípade rovný 0 (9).

Ak sa jedno koleso robota s polomerom r točí v protismere hodinových ručičiek do kruhu s polomerom l, tak prejde oblúk s polomerom $2l$, kde l predstavuje vzdialenosť kolesa od bodu P. Rýchlosť rotácie kolesa okolo bodu P v protismere hodinových ručičiek sa pri dvojkolesových robotoch vypočíta nasledovne (10):

$$\omega_1 = \frac{r \dot{\varphi}_1}{2l} \quad (10)$$

Rýchlosť rotácie kolesa okolo bodu P v smere hodinových ručičiek sa pri dvojkolesových robotoch vypočíta nasledovne (11):

$$\omega_2 = \frac{-r \dot{\varphi}_2}{2l} \quad (11)$$

Ak chceme vypočítať celkový pohyb dvojkolesového robota vzhľadom na jeho globálny referenčný rámec využijeme vzorce (4), (6), (7), (8), (9), ktoré keď spojíme tak vypočítame nasledovné (12):

$$\dot{\xi}_I = R(\theta)^{-1} \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = R(\theta)^{-1} \begin{bmatrix} \frac{r\dot{\varphi}_1}{2} + \frac{r\dot{\varphi}_2}{2} \\ 0 \\ \frac{r\dot{\varphi}_1}{2l} + \frac{-r\dot{\varphi}_2}{2l} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Kde $R(\theta)^{-1}$ vypočítame ako inverznú maticu k matici $R(\theta)$ zo vzorca (2), tak výsledok je (13):

$$R(\theta)^{-1} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (13)$$

Na konkrétnom príklade si názorne ukážeme ako vypočítame pohyb robota vzhľadom na jeho globálny referenčný rámec. Majme dvojkolesového robota, ktorého natočenie vzhľadom na globálny rámec je $\theta = \frac{\pi}{6}$, polomer kolesa r = 2, a vzdialenosť každého kolesa od rotačného stredu robota je l = 1. Kolesá sa krútia rýchlosťou $\dot{\varphi}_1 = 6$ a $\dot{\varphi}_2 = 3$. Počítame podľa vzorca (12):

$$\dot{\xi}_I = R(\frac{\pi}{6})^{-1} \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \cos\frac{\pi}{6} & -\sin\frac{\pi}{6} & 0 \\ \sin\frac{\pi}{6} & \cos\frac{\pi}{6} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} \frac{r\dot{\varphi}_1}{2} + \frac{r\dot{\varphi}_2}{2} \\ 0 \\ \frac{r\dot{\varphi}_1}{2l} + \frac{-r\dot{\varphi}_2}{2l} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} \frac{2.6}{2} + \frac{2.3}{2} \\ 0 \\ \frac{2.6}{2.1} + \frac{-2.3}{2.1} \end{bmatrix}$$

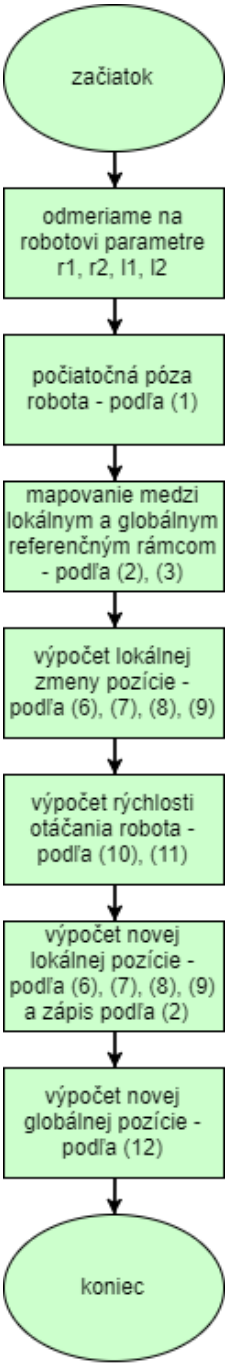
$$= \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2}.9 - \frac{1}{2}.0 + 0.3 \\ \frac{1}{2}.9 + \frac{\sqrt{3}}{2}.0 + 0.3 \\ 0.9 + 0.0 + 1.3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{9\sqrt{3}}{2} \\ \frac{9}{2} \\ 3 \end{bmatrix}$$

Z nášho príkladu nám vyšlo, že robot sa nachádza vzhľadom na globálny referenčný rámec na pozícii $\dot{x} = \frac{9\sqrt{3}}{2}$, $\dot{y} = \frac{9}{2}$ a je natočený o 3°.

2 Programy

Vytvorili sme dva programy, ktoré využívame na výpočet pohybu robota a následne aj ovládanie pohybu robota. Sú to programy v programovacom jazyku Java a Python. Program v jazyku Python slúži na simuláciu pohybu robota, na výpočty súvisiace s pohybom robota. Program v jazyku Java slúži na ovládanie robota, čo sa týka reálneho pohybu robota na ploche.

Tieto dva programovacie jazyky sme sa rozhodli využívať z dôvodu toho, že v jazyku Python môžeme názorne znázorniť prácu s maticami a jazyk Java z dôvodu náročnosti programovania (kde využívame aj prácu s NXT kockou) a taktiež z dôvodu skúseností s programovaním NXT kocky prostredníctvom Javy.



Obr. 2 Vývojový diagram výpočtu novej globálnej pozície robota prostredníctvom programu v Pythone

2.2 Ovládanie robota – program v jazyku Java

Naším druhým programom, ktorý sme vytvorili je program v jazyku Java, ktorý používame na to, aby sme vedeli ovládať robota a nahrali do kocky NXT program, podľa ktorého sa robot pohybuje. Naša kocka NXT má nainštalovaný program LeJos, ktorý podporuje jazyk Java. Tento program používame na to, aby sme vedeli v reálnej situácii pohybu robota overiť, či sú naše výsledky vypočítané v jazyku Python správne. Samozrejme musíme pri reálnom pohybe robota počítať s miernymi odchýlkami, čo sa týka presnosti výsledkov a prejdenej trasy. Keďže povrch, po ktorom sa pohybujeme a ani NXT kocka nie sú dokonalé, tak menšie odchýlky od vypočítaných hodnôt v Pythone sú predpokladané.

Konektivitu NXT kocky s počítačom sme ovládali dvomi rôznymi spôsobmi: pomocou USB kábla a pomocou Bluetooth. V prvých prípadoch sme používali USB kábel, ale pre lepšiu mobilitu sme sa rozhodli používať Bluetooth. Pri používaní Bluetooth je potrebné nastaviť spárovanie zariadenia NXT kocky a Vášho počítača.

3 Vzorové úlohy

Na ozrejmenie fungovania našich programov, sme vytvorili vzorové príklady, ktoré vypočítame v Pythone a výsledok následne overíme pomocou programu v Jave. Pracujeme s trojkolesovým robotom, ktorý má dve štandardné kolesá a jedno otočné koleso. Robot je postavený pomocou stavebnice Lego a obsahuje NXT kocku. Robota môžeme vidieť na obrázku 3.

Obr. 3 Trojkolesový robot s kockou NXT

3.1 Príklad 1 – Choď rovno

Našou úlohou je naprogramovať robota, aby išiel rovno 10 sekúnd. Pričom poznáme polomery kolies, ktoré sú $0{,}0215m$ a vzdialenosť kolesa od stredu osi kolies je $0{,}057m$. Akú vzdialenosť prejde robot, ak rýchlosť otáčania kolies je jedno otočenie za sekundu?

Riešenie v Pythone:

Na časti kódu, ktorý používame v našom programe, môžete vidieť 10-krát opakovanie pohybu oboch kolies rýchlosťou jedno otočenie za sekundu. Dvojice v premennej fisteps nám opisujú rýchlosť otáčania

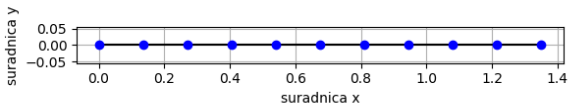
ľavého a pravého kolesa. Podľa vývojového diagramu – obrázok 2 - môžete vidieť, že výsledná pozícia je hodnota xiI.

```
fisteps = [ [1, 1], [1, 1], [1, 1], [1, 1], [1, 1],[1, 1], [1, 1], [1, 1], [1, 1], [1, 1]]          # rovno
r1 = 0.0215
r2 = 0.0215
l1 = 0.057
l2 = 0.057

xR1 = 0.5 * r1 * fi1
xR2 = 0.5 * r2 * fi2
xR = xR1 + xR2
yR = 0

xiR = np.array([ xR, yR, omega ])
xiI = xiI + Rtheta_1.dot(xiR)
```

Výsledok našich výpočtov je nová globálna pozícia: $[1.3509 \quad 0 \quad 0]$, kde prvá hodnota matice predstavuje posun po x-ovej súradnici, druhá hodnota posun po y-ovej súradnici a tretia hodnota natočenie robota. Trajektóriu pohybu robota môžeme vidieť na grafe 1.



Graf 1 Trajektória pohybu robota – príklad 1.

Očakávame, že robot sa posunie po priamke a prejde vzdialenosť 1.4m.

Riešenie v Jave:

Náš program v Jave sa najprv potrebuje s kockou NXT spojiť prostredníctvom Bluetooth a poslať program do kocky, ktorá ho následne vykoná. Metóda posli očakáva ako vstupnú hodnotu parameter typu Cchod.

```
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        RobotConnection con = new BTConnection("NXT");
        con.open();

        con.posli(new CChod(1, 1, 10));
        con.posli(new CKoniec());
        }
```

Trieda Cchod má definovaný konštruktor, ktorý obsahuje parametre – rýchlosť otáčania prvého kolesa, rýchlosť otáčania druhého kolesa a trvanie – ako dlho sa má robot pohybovať. Kolesá nášho robota sa krútia rýchlosťou jedno otočenie kolesa za sekundu a budú sa krútiť 10 sekúnd.

Po spustení robota a odmeraní jeho dráhy, ktorú prešiel nám vyšla hodnota $1{,}35\ m\ \pm 1cm$.

3.2 Príklad 2 – Schody

Naša druhá úloha je naprogramovať robota, tak aby prešiel dráhu v podobe dvoch schodov. Parametre nášho robota sú rovnaké ako v príklade Choď rovno - polomery kolies sú $0{,}0215m$ a vzdialenosť kolesa od stredu osi kolies je $0{,}057m$. Rýchlosť otáčania kolies je opäť jedno otočenie za sekundu. Aké sú súradnice cieľovej pozície robota po prekonaní dráhy?

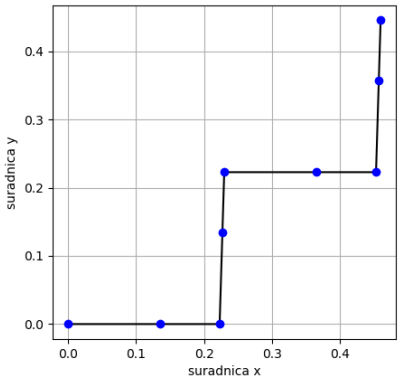
Riešenie v Pythone:

Je to podobné ako v príklade Choď rovno, kedy využívame rovnaké vzorce a vďaka tomu, že sme si vytvorili program tak, aby sme mohli využívať rôzne hodnoty vstupných parametrov (smer natočenia robota, rôzne polomery kolies), vieme vypočítať polohu, kde robot po prejdení schodov zastane.

```
fisteps = [ [1, 1], [1, 0], [1, 1], [0, 1],[1, 1], [1, 0], [1, 1], [0, 1] ]
```

Jediné, čo sa nám v programe mení je zmena pohybu kolies. Ak je rýchlosť jedného kolesa rovná 0 a druhé koleso sa hýbe, potom sa robot začne otáčať. Naším výstupom je hodnota súradníc cieľovej polohy. Program nám vypočítal, že sú to hodnoty: $[0.4593 \quad 0.4455 \quad 0]$.

Trajektóriu pohybu robota môžeme vidieť na grafe 2.



Graf 2 Trajektória pohybu robota – príklad 2.

Riešenie v Jave:

Po spojení s kockou NXT je do kocky poslaný program, ktorý sa veľmi podobá prvému programu – Choď rovno:

```
public static void main(String[] args) throws Exception {
        RobotConnection con = new BTConnection("NXT");
        con.open();
        con.posli(new CChod(1, 1, 1));
        con.posli(new CChod(1.3, 0, 1));
        con.posli(new CChod(1, 1, 1));
        con.posli(new CChod(0, 1.3, 1));
        con.posli(new CChod(1, 1, 1));
        con.posli(new CChod(1,3, 0, 1));
        con.posli(new CChod(1, 1, 1));
        con.posli(new CChod(0, 1,3, 1));
        con.posli(new CKoniec());
        }
```

Metóda posli očakáva ako vstupnú hodnotu príkaz, ktorý má robot vykonať. Po vykonaní príkazov a následnom odmeraní pozície robota v cieľovej pozícii sme dostali podobný výsledok, ako sme dostali v programe simulácie robota v Pythone. Hodnoty, ktoré sme namerali sú súradnice [47; 45], ktoré sú namerané v centimetroch.

3.3 Príklad 3 – Pomalšie do zákruty

Ďalšou vzorovou úlohou, ktorú by sme chceli prezentovať je úloha, kde robot mení rýchlosť pohybu a odbočuje do zákruty plynulo. Jedno koleso sa krúti rýchlejšie a druhé pomalšie.

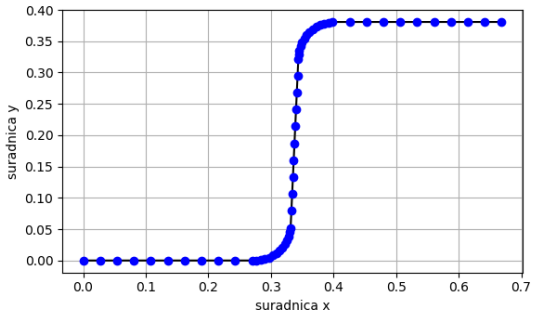
Úloha znie: Naprogramujte program, kde robot pôjde 10 sekúnd rovno, potom odbočí doľava, potom pôjde 10 sekúnd rovno, odbočí doprava a opäť pôjde rovno.

Riešenie v Pythone:

Kvôli veľkému počtu krokov sa využíva priehľadnosti for cyklus. Robot prejde danú dráhu, ktorá ho dovedie na cieľovú pozíciu: [0,67; 0,38].

```
fisteps = []
for fi in range(10):
  fisteps.append( [0.2, 0.2] )
for fi in range(13):
  fisteps.append( [0.1, 0.001] )
for fi in range(10):
  fisteps.append( [0.2, 0.2] )
for fi in range(13):
  fisteps.append( [0.001, 0.1] )
for fi in range(10):
  fisteps.append( [0.2, 0.2] )
```

Trajektóriu pohybu robota môžeme vidieť na grafe 3.



Graf 3 Trajektória pohybu robota – príklad 3.

Pomocou programu sme dostali výslednú pozíciu robota na súradniciach [0,68759 3.8076].

Riešenie v Jave:

V programe v jazyku Java očakávame rovnaký výsledok, aký sme dostali v simulácii v Pythone. Časť programu, ktorá odovzdáva robotovi pokyny k pohybu sú nasledujúce:

```
public static void main(String[] args) throws Exception {
    RobotConnection con = new BTConnection("NXT");
    con.open();
    con.posli(new CChod(0.2, 0.2, 10));
    con.posli(new CChod(0.1, 0.001, 13));
    con.posli(new CChod(0.2, 0.2, 10));
    con.posli(new CChod(0.001, 0.1, 13));
    con.posli(new CChod(0.2, 0.2, 10));
    con.posli(new CKoniec());
        }
```

Výsledná pozícia, kde sa robot po prejdení nami uvedenej trasy nachádza je [70,2 385]. Pre nás je to veľmi dobrý výsledok vzhľadom na očakávané nezrovnalosti terénu a nedokonalosti robota.

3.4 Príklad 4 – Kolesá

Posledným ukážkovým príkladom je úloha s robotom, ktorý má dve rôzne veľké kolesá. Tieto kolesá majú rôzne polomery. Preto očakávame, že pri rovnakej rýchlosti otáčania sa začne robot otáčať okolo kolesa s menším polomerom.

Zadanie úlohy znie nasledovne: Naprogramujte robota, ktorého kolesá majú rôzne polomery a vzdialenosť kolies od stredu osi kolies je $0{,}057\ m$. Aké sú súradnice a natočenie robota v cieľovej pozícii?

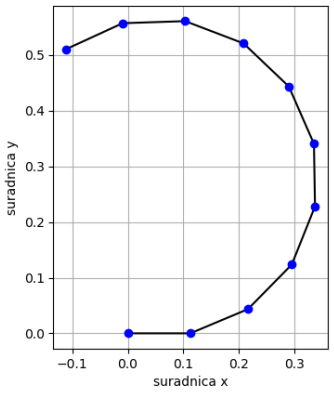
Riešenie v Pythone:

Riešenie v Pythone sa veľmi nemení, zmeníme len parametre s akými počítame, a to konkrétne zmeníme jeden polomer kolesa.

```
fisteps = [ [1, 1], [1, 1], [1, 1], [1, 1], [1, 1],[1, 1], [1, 1], [1, 1], [1, 1], [1, 1]]    # rovno
r1 = 0.0215
r2 = 0.0143
l1 = 0.057
l2 = 0.057
```

Výsledná hodnota, ktorú sme dostali je [-0.1115 0.5105 3.9683], kde ako vidíme súradnice sú $[x, y] = [-0.11; 0.51]$ a natočenie robota je približne 3,9683 radiánov, čo je v stupňoch približne 227 stupňov.

Trajektóriu pohybu robota môžeme vidieť na grafe 4.



Graf 4 Trajektória pohybu robota – príklad 4.

Riešenie v Jave:

Taktiež v programe v Jave zmeníme polomer jedného kolesa na hodnotu 0,0143 a nastavíme parameter doba trvania behu robota na 10 sekúnd.

```
public static void main(String[] args) throws Exception {
        RobotConnection con = new BTConnection("NXT");
        con.open();
        con.posli(new CChod(1, 1, 10));
        con.posli(new CKoniec());
         }
```

Náš robot ide 10 sekúnd a vzhľadom na to, že kolesá nie sú rovnako veľké, tak sa nám robot natočí a vykrúti smerom ku kolesu s menším polomerom. Jeho výsledná pozícia je $[-14; 48]$.

Záver

Vedieť niečo naprogramovať a využívať pri tom metódy, ktoré sú už predtým naprogramované je dobré. Ale vedieť naprogramovať niečo s tým, že to programujete sami a využívate len základné funkcie a viete, ako to všetko funguje v pozadí je úžasné. A práve takto sa odlišujú dobrí programátori od zlých programátorov. Našou snahou s pánom doktorom Vagačom bolo vytvoriť také prostredie, ktoré môžu študenti vysokých škôl využívať na hodinách robotiky a vidieť v pozadí to, čo presne tie metódy počítajú. V budúcnosti sa chceme zamerať na ďalšie možnosti využitia nášho programu a rozvíjať ho v rámci výpočtov trajektórie pohybu robota, ktorý si sám vypočíta cestu, ktorú prejde. A taktiež ďalším cieľom je vytvoriť daný program aj v prostredí ROS (Robot Operating System).

Poďakovanie

Chcela by som sa poďakovať pánovi doktorovi Vagačovi za jeho čas a odborné rady pri spolupráci na tomto článku.

Použitá literatúra

[1] SIEGWART, R., NOURBAKHSH, I. R., SCARAMUZZA, D. (2011) Autonomous Mobile Robots. The MIT Press

[2] DEEPAK, B., PARHI, D., JHA, A. Kinematic Model of Wheeled Mobile Robots [Citované 20.02.2018] https://pdfs.semanticscholar.org/d1f8/1aaa92782171e6e8a0c12b3de32dbaad4270.pdf

[3] DRMATTMARSHALL. Wheel constraint equations [Citované 20.02.2018] https://www.youtube.com/watch?v=ypTAdGD65yM

[4] FERMÜLLER, C. Mobot Kinematics [Citované 20.02.2018]

http://www.cfar.umd.edu/~fer/cmsc828/classes/cse390-05-03.pdf

[5] SIEGWART, R., CHLI, M., RUFLI, M. Mobile Robot Kinematics - Autonomous Mobile Robots [Citované 20.02.2018] https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mavt/robotics-n-intelligent-systems/asl-dam/documents/lectures/autonomous_mobile_robots/spring-2016/3%20ETH%20Lecture%20%20Mobile%20Robots%20Kinematics%20add%20ons%202016%20RS.pdf

[6] MARKINGS, S. How to calculate wheel speed. [Citované 20.02.2018] https://sciencing.com/calculate-wheel-speed-7448165.html

Kvantitatívne posúdenie rizikového úkonu zdvíhania ťažkej dlažobnej kocky pomocou softvérovo-indexovej metódy NIOSH a formulárov MAC v stavebníctve

Quantitative assessment of the risky operation of heavy cobblestone lifting using NIOSH software-index method MAC forms in construction

Juraj Jakubjak[1]
Školiteľ: Gabriel Bánesz[2]
[1,2]Katedra techniky a informačných technológií, PF UKF, Dražovska 4, 949 74 Nitra,
[1] juraj.jakubjak@student.ukf.sk, [2] gbanesz@ukf.sk

Abstrakt

,,Ručná manipulácia s bremenami predstavuje akékoľvek premiestňovanie alebo nesenie bremena vrátane ľudí a zvierat jedným zamestnancom alebo viacerými zamestnancami, jeho zdvíhanie, podopieranie, ukladanie, tlačenie, ťahanie alebo iné pohybovanie, ktoré z dôvodu vlastností bremena alebo nepriaznivých ergonomických faktorov predstavujú riziko poškodenia zdravia, najmä chrbtice zamestnancov.“ [1]

Kvantitatívne posúdenie miery rizika ručnej manipulácie s bremenami softvérovo-indexovou metódou rovnice NIOSH a využitie formulárov MAC (MANUAL HANDLING ASSESMENT) pomáha odhaliť skryté nebezpečenstvo pri výkone zdvihu ťažkej dlažobnej kocky a tvorí hlavný okruh práce. Pomocou vyhotovenej fotodokumentácie bola posudzovaná reálna situácie diania v slovenskom stavebnom podniku a nebezpečenstvo pri výkone činnosti zdvíhania bremena.

Záver práce predstavuje vypočítanú hodnotu RWL (odporúčaný hmotnostný limit bremena) softvérom NIOSH, porovnanie výsledkov s NV č.281/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri ručnej manipulácii s bremenami, súbor technických a organizačných opatrení.

Kľúčové slová: zdvih ťažkej dlažobnej kocky, posúdenie rizika NIOSH a MAC, stavebníctvo

Abstract

,,Manual handling of loads means any movement or supporting the load, including humans and animals with one or several employees, its lifting, supporting, storing, pushing, pulling or other moving that due to the characteristics of the load or unfavorable ergonomic factors represent a risk to health, in particular the spine of employees. "[1]

Quantitative assessment of the degree of risk manual handling of loads by software-index method NIOSH equation and use forms MAC

(Manual Handling Assessment) helps uncover hidden dangers in the line of lifting cobblestone and forms the main circuit work. The photographic documentation produced the real situation of the construction company in Slovakia and the danger of performing the load lifting operation.

The conclusion of the thesis is the computed value of RWL (the recommended weight limit of load) by the NIOSH software, comparison of the results with NV n.281 / 2006 Z.z. on minimum safety and health requirements for manual handling of loads, a set of technical and organizational measures.

Key Words: heavy cobblestone lifting, risk assessment NIOSH and MAC, construction

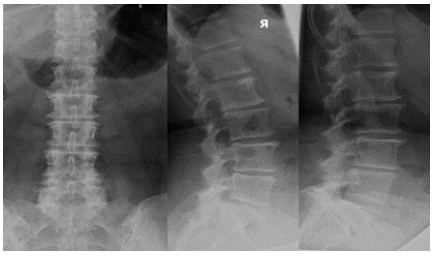
Úvod

Všeobecne zaužívaný celosvetový výraz WRMSD (Work-related musculoskeletal disorders), znamenajúci v slovenskom medicínalnom prostredí muskuloskeletálne choroby spojené s prácou, bežný slovenský zamestnanec s vylúčením postihnutých nepozná. Pravdepodobnosť, že sa s týmto výrazom v živote stretne alebo jeho symptóm ho postihol v minulosti je však obrovská. ,,Európska agentúra pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci (OSHA) odhaduje, že poruchu dolnej časti chrbta pocíti aspoň raz za život od 60 do 90 % európskej populácie, pričom od 15 do 45 % ľudí sú nenávratne postihnutý.“ [2] ,,Počet poškodených v sledovanom období od decembra 2016 po november 2017 vo Veľkej Británii zaznamenal 507 000 prípadov poškodení zdravia

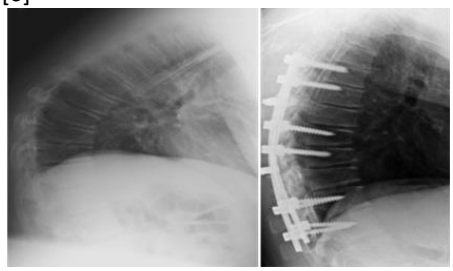
v spojení s WRMSD z celkového počtu 1 299 000 všetkých poškodení súvisiacich s prácou, čo predstavovalo 39 %.“ [3]
Trendom technických odborov vrátane BOZP v nasledujúcich rokoch bude nepochybne začlenenie informačno-komunikačných technológii do procesu pozorovania a posudzovania rizika pracovného procesu a pracovného prostredia.
Príspevok poskytuje pohľad na konkrétnu situáciu zdvihu bremena, kvantitatívne posúdenie miery rizika, ergonomicko-technický rozbor zdvíhania bremena pomocou softvéru NIOSH a predovšetkým návrh na technicko-organizačné zlepšenia pri práci zdvihu.

1 Poškodenia podporno-pohybovej sústavy (WRMSD)

,,Poruchy pohybového aparátu súvisiace s prácou sú poruchy funkcií telesných štruktúr ako sú svaly, kĺby, šľachy, väzy, nervy, kosti a lokalizovaný systém krvného obehu spôsobené účinkom práce alebo účinkom bezprostredného prostredia, v ktorom sa práca vykonáva.“ [4] Medzi najčastejšie komutatívne ochorenia štruktúry sústavy tela patrí tendonitis - poruchy šliach, syndróm karpálneho tunela, zápal sedacieho nervu, syndróm myofasiálnej bolesti, epikondylitída, neuritída alebo chronické bolesti chrbta spojené s neschopnosťou znížiť chrbát. [5] Na nasledujúcich röntgenových snímkach je možno sledovať malé deformácie chrbtice ako je napr. spondylolistéza a možnosti ich nápravy. [6]



Obr. 1 Snímka röntgenu deformácie chrbta
Zdroj: [6]



Obr. 2 Možnosti nápravy poškodenia chrbta
Zdroj: [6]

Príčiny vzniku poškodení boli skúmané klasickou aj alternatívnom medicínou. Napriek tomu, že sa nepodarilo s určitosťou stanoviť konkrétny mechanizmus nástupu a vývoja chorôb odborníci skúmaním výskytu zistili:
,,Mechanizmus nástupu vzniku WRMSD je výsledkom nadmerného a opakovaného zneužívania štruktúry za úroveň regeneračnej kapacity ľudského organizmu, ktorú ľudské telo nemôže tolerovať bez nástupu negatívnych javov.“ [7] Z matematického skúmania nástupu vzniku chorôb je možne orientačne vznik vyjadriť nasledovne:

$$R(WRMSD)=R \times I \times f \times t \quad (1)$$

kde:
R(WRMSD)-pole aktivity nástupu vzniku rizika
R- rizikový faktor
I- intenzita pôsobenia rizikového faktora
f- frekvencia
t- trvanie.
Väčšina logických pozorovaní podporuje myšlienku, že čím intenzívnejší, dlhšie trvajúci a frekventovanejší účinok rizikového faktora, tým vyššie riziko vzniku poškodenia zdravia. ,,Problém však nastáva v medziach nečinnosti, nakoľko nemožno tvrdiť, že kompletná nehybnosť ľudského tela predstavuje zníženie rizika a zdravého jedinca.“ [7]
Faktory ovplyvňujúce príčiny poškodenia zdravia pri práci s bremenami z technickej a organizačnej stránky skúmania zahŕňajú:

- pracovný postoj, zbytočné zaťažovanie rúk, chrbtice a svalov namiesto použitia vhodného strojného zariadenia,
- príliš veľká hmotnosť manipulačného predmetu, nesprávny odhad vlastných síl a sily potrebnej k pohybu
- monotónnosť, tempo práce, opakujúce a pretrvávajúce pohyby počas dlhej doby,
- žiadna alebo neúčinná komunikácia, záťaž chladom,
- tlak vznikajúci v dolnej časti chrbtice pôsobením rúk na strojné zariadenie nad hlavou. [8]

Poslaním BOZP je ochrana zdravia zamestnancov s cieľom zabezpečiť psychologicko-fyziologicky zdravých, udržateľných a produktívnych zamestnancov pre rozvoj človeka a spoločnosti. Zákon č. 124/2006 Z.z. o bezpečnosti ochrane zdravia pri práci upravuje povinnosť zamestnávateľa pri výkone ručnej manipulácii s bremenami:

„Zamestnávateľ je v záujme zaistenia bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci povinný zabezpečiť posudzovanie individuálnych fyzických schopností zamestnanca pri ručnej manipulácii s bremenami.“ [9]

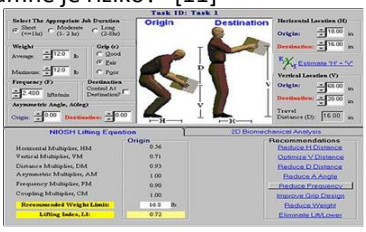
1.1 Použité metódy

Pre hodnotenie nebezpečenstva a posúdenie rizika zdvihu ťažkej dlažobnej kocky boli použité nasledujúce metódy:

1) Rovnica zdvihu NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) je softvérovo - indexová metóda predstavujúca európsky štandard posudkovej činnosti merania hmotnostného limitu vychádzajúca z podielu skutočnej hmotnosti bremena (L) ku odporúčanému hmotnostnému limitu (RWL) bremien ťažších ako 5 kg počas doby 8 hodín. Poskytuje relatívny odhad úrovne fyzického stresu a rizika vzniku WRMSD spojeného s vyhodnotením manuálnych úkonov zdvíhania. [10] Primárnym produktom rovnice je stanovenie odporúčaného hmotnostného limitu (RWL), ktorý definuje maximálnu prijateľnú hmotnosť (zaťaženie), ktorú by všetci zdraví zamestnanci mohli zdvihnúť v priebehu 8 hodinovej zmeny bez zvýšenia rizika poškodenia zdravia. Rovnica zdvihu pre výpočet RWL je založená na multiplikatívnom modeli, ktorý udáva váhu pre každú z premenných. Vážené podiely sú vyjadrené ako koeficienty, ktoré znižujú hmotnostnú konštantu (LC). Hmotnostná konštanta vyjadruje maximálnu hmotnosť bremena, ktoré je možné zdvíhať za ideálnych podmienok. Hodnota RWL je rovná hmotnostnej konštante (LC) a nesmie za žiadnych okolností presiahnuť 23,1332109 kg (51 pounds). (1 pound = 0,453592 kg) [14] Sekundárnym produktom rovnice zdvihu je výpočet hmotnostného indexu (LI).

Hodnota hmotnostného indexu (LI), ktorá je nižšia ako 1,0 indikuje nepatrné riziko poškodenia zdravia pre zamestnanca. Ak je táto hodnota rovná alebo vyššia ako 1,0 znamená to vysoké riziko poškodenia chrbtice. Odporúčaný limit hmotnosti (RWL) vyjadruje, aká je odporúčaná hmotnosť.

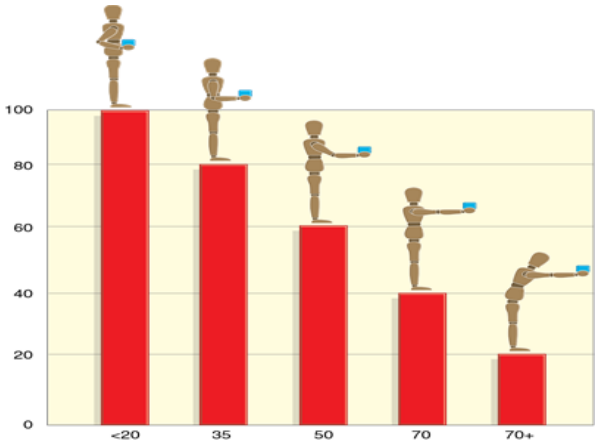
Hmotnostný index (LI) poskytuje odpoveď na otázku: "Ako významné je riziko?" [11]



Obr. 3 Softvér NIOSH rovnice zdvihu

Zdroj: [11]

2) Formulár MAC (MANUAL HANDLING ASSESMENT) je logicky usporiadaná hierarchia slúžiaca na kvantitatívne posúdenie úrovne miery rizika vyhodnotením najbežnejších rizikových faktorov začleňujúci riziko od hranice nízkeho až po hranicu veľmi vysokého rizika. Podstata spočíva v rozčlenení závažnosti technických a ergonomických faktorov pôsobiacich na zdravie zamestnanca v pracovnom procese na pracovisku a stanovení úrovne akceptovateľnosti rizika. [12] Akceptovateľné riziko je pásmo siahajúce od teoreticky nulového rizika (riziko nemožno znížiť na 0) až po počiatočnú hranicu neakceptovateľného rizika. Hodnota rizika tohto pásma predstavuje úroveň spoločnosťou, právnymi predpismi a vnútornými pracovnými podmienkami prijatá ako úroveň umožňujúca existenciu a život. [13]



Obr. 4 Zvyšujúce sa napätie chrbtice v závislostí od vzdialenosti

Aplikácia rovnice zdvihu NIOSH pre zdvih ťažkej dlažobnej kocky

SITUÁCIA č.1: Na vybranom stavenisku pri realizácii dláždenia rodinného domu bol skúmaný úkon zdvihu ťažkej dlažobnej kocky o hmotnosti 15 kg. (obr.5, 6) Skúmaný stavebný pracovník zdvíhal dve ťažké dlažobné kocky s celkovou hmotnosťou 30 kg. Zamestnancov vek bol 47 rokov a prenášal bremeno na vzdialenosť 15 m. Úlohou zamestnanca bolo vykonať pracovný úkon prirodzene tak, ako ho vykonáva v rámci každodenne pridelených úloh.

Obr. 5 Situácia č.1:Pohľad na zdvih zo strany

Obr. 6 Situácia č.1:Pohľad na zdvih čelne

Pre stanovenie rovnice zdvihu bolo potrebné vykonať meranie multiplikátorov. (obr.7). Namerané hodnoty sa nachádzajú v prvom stĺpci tabuľky č. 1.

Obr. 7 Meranie multiplikátorov

Odporúčaný hmotnostný limit je definovaný pomocou nasledovnej rovnice [14]:

RWL= LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM (2)

Rovnako sme určili mieru relatívneho fyzického pokoja, tzv. hmotnostný index LI, ktorý je pomerom medzi zdvíhanou hmotnosťou a RWL: [13]

$$LI = \frac{(L(kg))}{RWL} \qquad (3)$$

Postup výpočtu odporúčaného hmotnostného limitu a hmotnostného indexu:

HM=25/25=1

VM=1-0,003 x (86-75)=0,967

VM=1-0,003 x (86-75)=0,967

DM=0,82+4,5/45=0,92

AM=1-0,0032 x 30=0,904

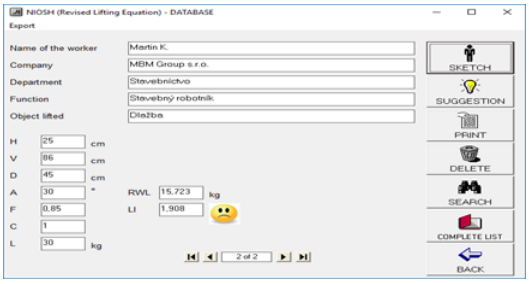
RWL=23 x 1 x 0,967 x 0,92 x 0,90 x 0,85 x 1=15,72278 kg

$$LI = \frac{30}{15{,}72278} = 1{,}98$$

Tabuľka 1 Charakteristika multiplikátorov

Multiplikátor (Namerané hodnoty)	Charakteristika
LC (LC= 23 kg)	Hmotnostná konštanta (LC= 23 kg)
HM (HM= 25 cm)	horizontálny multiplikátor (HM = 25/H) H - horizontálna vzdialenosť od členka k ťažisku bremena
VM (VM= 86 cm)	vertikálny multiplikátor (VM=1-0,003.(V-75) V – vertikálna vzdialenosť od podlahy po stred medzi dvoma rukami
DM (DM= 45 cm)	vzdialenostný multiplikátor (DM=0,83+4,5D) D –dĺžka zdvihu vo vertikálnom smere
AM (AM= 30°)	asymetrický multiplikátor (AM=1-0,0032.A) A – uhol otáčania trupu a ramena
FM (FM= 0,85)	frekvenčný multiplikátor - udáva počet zdvíhacích úkonov/1 min (hodnota prebraná z tabuľky softvéru)
CM (CM= 1)	multiplikátor spojenia – popisuje vzťah medzi rukami a uchopeným bremenom: 1-dobré, 2-relatívne, 3-zlé

S vypočítanou hodnotou hmotnosti bremena 15,72278 kg môže každý zdravý pracovník manipulovať počas celej pracovnej zmeny (max. 8 hodín) bez toho, aby sa zvýšilo riziko vzniku bolesti v dolnej časti chrbtice. Záverečné stanovisko ku kvantitatívnemu posúdeniu rizika preukázalo, že stavebný robotník za daných okolností a danou technikou dvíhania môže z hmotnosti pôvodného bremena 30 kg zdvíhať bremeno o hmotnosti 15,72278 kg, čo predstavuje približne ½ zmenšenia hmotnosti ním prenášaného bremena v priebehu 8 hodinovej zmeny v porovnaní s pôvodným bremenom.

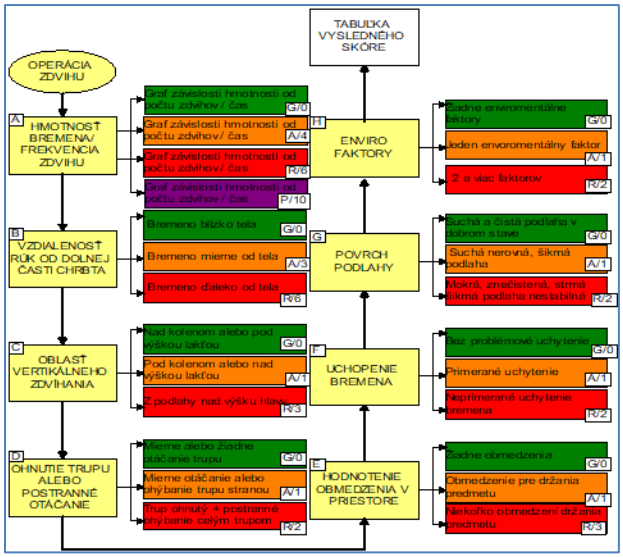


Obr. 8 Meranie multiplikátorov

Zdroj: [11]

Aplikácia formuláru MAC pre sledovanú situáciu č.1 [12]

Všetky obrázky použité v kapitole Aplikácia formuláru MAC pre sledovanú situáciu č. 1 pochádzajú zo zdroja: [12].

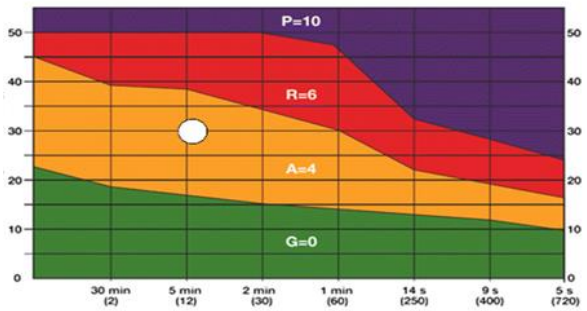


Obr. 9 Algoritmus MAC

Všetky pohyby a úkony pracovníka sú posudzované podľa Hierarchie postupu posudzovania rizika MAC uvedeného na obrázku 9.

A) HMOTNOSŤ BREMENA:

Situácia č. 1: Pracovník v danej situácii vykonáva zdvih dvoch kusov ťažkej dlažobnej kocky o celkovej hmotnosti 30 kg. V priebehu jednej hodiny vykoná 12 zdvihov. Čo predstavuje časový úsek 5 minút na výkon činnosti jedného zdvihu.



Obr. 10 Graf závislosti hmotnosti od počtu zdvihov/za čas

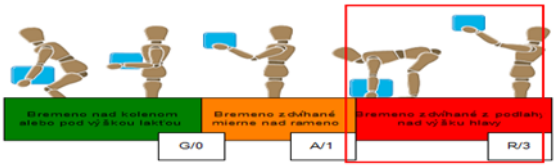
B) VZDIALENOSŤ RÚK OD DOLNEJ ČASTI CHRBTA:

Situácia č. 1: Pracovník má v danej situácii ohnutý trup navyše pri zdvihu nemá bremeno pritlačené k telu.

Obr. 11 Horizontálna vzdialenosť rúk od dolnej časti chrbta

C) OBLASŤ VERTIKÁLNEHO ZDVÍHANIA:

Situácia č. 1: Pracovník napriek tomu, že nedvíhal bremeno nad hlavu absolútne nevyužil pokľak k zdvihnutiu bremena. Došlo k zaťaženiu chrbtice.



Obr. 12 Vertikálne zdvíhanie

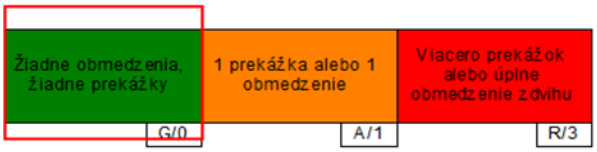
D) OHNUTIE TRUPU ALEBO POSTRANNÉ OTÁČANIE:

Situácia č. 1: U pracovníka došlo k ohnutiu trupu a k postrannému otáčaniu s bremenom pri zdvihu.

Obr. 13 Ohnutie trupu

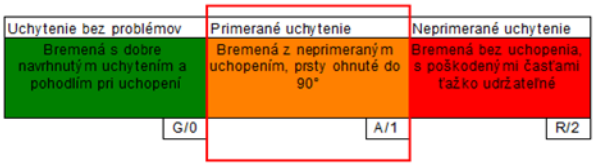
E) HODNOTENIE OBMEDZENIA V PRIESTORE:

Situácia č. 1: Pracovník má so strany svojho postavenia voľnosť v pohybe.



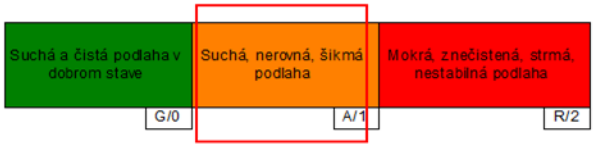
Obr. 14 Hodnotenie obmedzenia v priestore

F) UCHOPENIE BREMENA:
Situácia č. 1: Na dlažbe sa nenachádza žiadne uchopenie avšak, dlažba nie je hladkého povrchu preto sa dvíha relatívne dobre. Prsty sú ohnuté do 90° uhla.



Obr. 15 Uchopenie bremena

G) POVRCH PODLAHY:
Situácia č. 1: Stav podlahy je síce suchý, avšak povrch podlahy je nerovný a tvoria ho kamene.



Obr. 16 Povrch podlahy

H) ENVIROMENTÁLNE FAKTORY:
Situácia č. 1: Neboli pozorované žiadne nepriaznivé environmentálne faktory.

Obr. 17 Environmentálne faktory

Výsledné skóre MAC je sumarizované v tabuľke 2

Tabuľka 2 Výsledné skóre MAC

MAC MANUAL HANDLING ASSESMENT: Tabuľka výsledného skóre
Názov firmy:

Opis pracovného úkonu: Úlohou pracovníka stavebnej firmy je zdvih ťažkej dlažobnej kocky o hmotnosti 30 kg na vzdialenosť 15m z miesta skladu dlažby na miesto pokladania dlažby. Pri tomto úkone budeme podrobne posudzovať techniku zdvihu pracovníka. Úlohou pracovníka je vykonať úkon prirodzene, tak ako ho vykonáva v rámci každodennej potreby.

Pred posudzovaním rizika
Existujú náznaky, že môže byť poškodené zdravie ?
Zranil sa niekedy niekto pri zdvihu ?
Ako vyzerajú pracovníci pri zdvihu ? Nepozorujeme neprirodzené javy (potenie, presilenie a pod.) ?

Posudzovanie rizika

RIZIKOVÉ FAKTORY	Farebné pole	Číselná hodnota
A. Hmotnosť bremena	stredná miera rizika	4
B. Vzdialenosť rúk od dolnej časti chrbta	vysoká miera rizika	4
C. Oblasť vertikálneho zdvihania	vysoká miera rizika	3
D. Ohnutie trupu alebo postranné otáčanie	vysoká miera rizika	2
E. Hodnotenie obmedzenia v priestore	nízka miera rizika	0
F. Uchopenie bremena	stredná miera rizika	1
G.Povrch podlahy	stredná miera rizika	1
H. Environmentálne faktory	nízka miera rizika	0
Celkové skóre		15

V nasledujúcej hodnotiacej tabuľke 3 bude priradená hodnota výsledného skóre MAC predstavujúca mieru rizika.

Tabuľka 3 Hodnotiaca tabuľka

Farebné pole	Číselná hodnota	Výsledok posúdenia
NÍZKA MIERA RIZIKA	od 0 po 9	Napriek tomu, že riziko je nízke dávať pozor na osobitné skupiny zamestnancov(tehotné ženy, mladiství...)
STREDNÁ MIERA RIZIKA	od 10 po 14	Je potreba užšieho preskúmania práce s možnosťou vylepšenia organizácie práce
VYSOKÁ MIERA RIZIKA	od 15 do 20	Je potreba konať. Neustálym vystavovaním týchto pohybov môže dôjsť k vzniku zranenia
VEĽMI VYSOKÁ MIERA RIZIKA	od 2: do 30	Takéto operácie môžu viesť k vážnym zranenia a musia byť kontrolované najmä v prípade ak je bremeno podporované len jedným pracovníkom

Analyzovaním situácie č. 1 sme dospeli k záveru, že práca realizovaná zamestnancom dosiahla hodnotu 15. Z uvedeného vyplýva, že neustálym vykonávaním týchto úkonov môže dôjsť k poškodeniu zdravia. Úkonom vyznačených červenou farbou v tabuľke 3 je potrebné venovať okamžitú pozornosť.

2 Výsledky a diskusia

Porovnanie výsledkov v súlade s NV č. 281/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri ručnej manipulácii s bremenami:
TECHNICKO-PRÁVNY ZÁVER
Výsledky kvantitatívneho posudku rizika MAC preukázali, že realizovaný úkon dosiahol hodnotu

miery rizika 15 (vysoká miera rizika). Čiže neustálym vykonávaním týchto úkonov môže dôjsť k vzniku poškodenia chrbtice. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené: ,,Smerné hmotnostné hodnoty oboma rukami zdvíhaných a prenášaných bremien, maximálna hmotnosť bremena a maximálna celozmenová hmotnosť za zmenu pre mužov a ženy rôznych vekových kategórií v základnej polohe postojačky a pri priaznivých a nepriaznivých podmienkach v trvaní maximálne 1 hodinu za zmenu.“ [1]

Tabuľka 4 Smerné hmotnostné hodnoty [1]

Vek	Podmienky	Maximálna hmotnosť bremena		Maximálna celozmenová hmotnosť za zmenu (kg)	
		Muži	Ženy	Muži	Ženy
18 - 29 r.	priaznivé	50 kg	15 kg	10 000	6 500
	nepriaznivé	40 kg	10 kg	8 000	5 500
30 - 39 r.	priaznivé	45 kg	15 kg	7 500	6 500
	nepriaznivé	40 kg	10 kg	7 200	5 500
40 - 49 r.	priaznivé	40 kg	15 kg	6 500	6 000
	nepriaznivé	35 kg	10 kg	6 000	5 500
50 - 60 r.	priaznivé	35 kg	10 kg	5 500	5 000
	nepriaznivé	30 kg	5 kg	5 000	4 000

Situácia č.1: Pracovník vykonával zdvih o maximálnej hmotnosti 30 kg (pozn. mohol max. 35 kg viď. tab. 4), čím neporušil požiadavky nariadenia vlády. Napriek tomuto tvrdeniu prácu zdvihu vykonával 8 hodín, preto je dôležité určiť maximálnu celozmenovú hmotnosť.

MAX=12 x 8x 30 =2 880 kg

Konštatujeme, že pracovník neprekročil ani maximálnu celozmenovú hmotnosť.

ERGONOMICKÝ ZÁVER

Ergonomicky odporúčaná hmotnosť bremena softvérom NIOSH:

Situácia č.1: Za daných okolností daným spôsobom vykonávania práce z pôvodnej hmotnosti bremena bolo preukázateľne softvérom zistené, že z pôvodnej hmotnosti 30 kg (hmotnosť 2 kusov dlažby) je možné v priebehu 8 hodinovej zmeny zdvíhať bremeno o hmotnosti 15,72278 kg, čo predstavuje približne ½ zmenšenia hmotnosti (pracovník mal dvíhať 1 dlažbu namiesto 2) tak, aby nedošlo k výskytu chronických poškodení zdravia podporno-pohybovej sústavy.

Diskusia

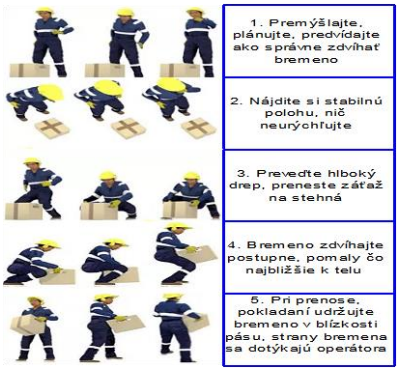
Vykonaním posudku o miere rizika prostredníctvom formuláru MAC (Manual handling assesment) a využitým rovnice zdvihu pri výkone zdvíhania ťažkej dlažobnej kocky sme dospeli k záveru, že dlhodobým pokračovaným a najmä technikou postoja pracovníkov môže dôjsť k dodatočnému výskytu chronických príznakov poškodenia podporno-pohybovej sústavy (WRMSD). Sme presvedčení, že napriek dodržaniu smerných hodnôt maximálnych hmotnosti bremena a maximálnej celozmenovej hmotnosti bremena v priebehu jednej hodiny pracovnej zmeny nemožno ponechať alarmujúci nesprávny pracovný postoj bez povšimnutia. Presvedčivým argumentom je výsledok ergonomického posúdenia softvérom rovnice zdvihu NIOSH. Navrhujeme preto nasledovný súbor technicko-organizačných opatrení a sprievodcu správnej ručnej manipulácie pre zdvih.

Technické opatrenia:

- zmena usporiadania staveniska (miesto uloženia dlažby priblížiť, čo možno najbližšie k miestu pokladania dlažby),
- výmena dlažby za ľahšiu dlažbu v rovnakom farebnom a cenovom rozlíšení,
- mechanizácia (výmena ručnej manipulácie za mechanickú manipuláciu),
- úprava povrchu terénu pred garážou,
- dočasné odstránenie žľabu zo vstupu garáže,
- pred návozom štrku nasypať na komunikáciu štrk, tak aby neobsahoval kamene veľkej frakcie.

Organizačné opatrenia:

- zaradiť zamestnancov na prácu len na základe vstupnej lekárskej prehliadky zo zameraním na ich fyzickú zdatnosť a spôsobilosť,
- určiť osobu poverenú na vedenie staveniska,
- preškoliť zamestnancov s požiadavkami NV 281/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri ručnej manipulácii s bremenami,
- oboznámiť zamestnancov s príručkou správnej manipulácie s bremenami,
- oboznámiť zamestnancov o výsledkoch posúdenia rizika s MAC.



Obr. 18 Sprievodca správnej ručnej manipulácie pre zdvih

Záver

Práca bola realizovaná v pracovnom prostredí stavebnej firmy a popisuje reálny pohľad BOZP na nedostatky ručnej manipulácie s bremenami v slovenskom stavebnom podniku. Ponúka podrobný postup posudzovania rizika zdvihu, ktorý je možný aplikovať pre rozličné situácie na stavenisku.

Vzhľadom na neutíchajúci vývoj svetovej situácie poškodení zdravia WRMSD a starnúcu pracovnú populáciu SR je každá práca venovaná tejto téme dôležitá. Len dôkladné poznanie funkcií ľudského organizmu, nebezpečných vlastností, psychiky človeka a kontrola v súčinnosti techniky a medicíny zabezpečí potrebné poznanie nebezpečenstva a pokrok v ochrane zdravia pri práci.

Poďakovanie

Na tomto mieste by som sa chcel poďakovať doc. PaedDr. Gabrielovi Báneszovi, PhD. a garantke študijného programu BOZP doc. Ing. Ivane Turekovej PhD. za ich odborné vedenie a cenné rady pri vypracovaní práce.

Použitá literatúra

[1] Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 281/2006 Z. z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri ručnej manipulácií s bremenami v znení neskorších predpisov, príloha č.2. [Citované: 10. február 2018] https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2006/281/20060701

[2] Kriebel D., Jacobs M.M., Markkanen P., Tickner J. (2011) Lessons Learned Solutions for Workplace Safety and Health. In. Maxwell N.I. (ed.) Case study 2: When my job breaks my back. Lowell Center for Sustainable Production University of Massachusetts Lowell. 1 University Avenue, Lowell MA, USA, p. 19 . [Citované: 5. február 2018] http://www.sustainableproduction.org/downloads/LessonsLearned-FullReport.pdf

[3] Buckley P. (2017) Work-related Musculoskeletal Disorders (WRMSDs) Statistics in Great Britain 2017. Crown Copyright. Health and Safety Executive. Great Britain. p. 3 [Citované: 6. február 2018] http://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/musculoskeletal/msd.pdf

[4] Fakty BOZP [Citované: 9. Február 2018]. https://ebts.besoft.sk/odborne-informacie/fakty

[5] Woldstad J.C., Brace T. (2003, 2007) Applied Ergonomics. Musculoskeletal Disorders. University of Oregon State. Oregon, USA, p. 21 [Citované: 10. Február 2018]. http://classes.engr.oregonstate.edu/mime/winter2013/ie366-001/Slides/04-3%20-%20musculoskeletal%20disorders.pdf

[6] Professor Dr. med. Christian Woiciechowsky (2018) Dynamic stabilisation with Cosmic. International Spine center. Berlin. p. 1 [Citované: 9. Február 2018].http://www.kreuzschmerzen.org/no_cache/en/precedures/microsurgery/dynamic-stabilisation/dynamic-stabilisation-with-cosmic.html?sword_list%5B0%5D=termin

[7] Simoneau S., St-Vincent M., Chicoine D. (1996) Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs). Institut de recherche Robert-Sauré. Saint- Léonard, Quebec, p. 15 [Citované: 15. Február 2018]. http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/RG-126-ang.pdf

[8] Health and safety executive. (2016) Manual Handling operation regulations. Fourth edition L23. Crown Copyright, Great Britain, p. 30 http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/l23.pdf

[9] Zákon NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov. [Citované: 9. Február 2018].https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2006/124/20160102

[10] Určovanie hmotnostného limitu pri manipulácii s bremenami [Citované: 9. Február 2018]. <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/28-2013/pdf/101-103.pdf>

[11] A Step-by-Step Guide to Using the NIOSH Lifting Equation for Single Tasks. [Citované: 9. Február 2018]. <http://ergo-plus.com/niosh-lifting-equation-single-task/>

[12] Health and safety executive. (2014) Manual handling assessment charts (the MAC tool). Second revision INDG383. Crown Copyright, Great Britain p. 1 [Citované: 9. Február 2018]. <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg383.pdf>

[13] Šimák L. (2006) Manažment rizík. Žilinská univerzita v Žiline, fakulta špeciálneho inžinierstva. Žilina. s. 20 [Citované: 2. Február 2018]. http://fsi.uniza.sk/kkm/old/publikacie/mn_rizik.pdf

[14] Nelson G.S., Wickes H., English T. J. (1994) Manual Lifting. NELSON & ASSOCIATES, 3131 EAST 29TH STREET, SUITE E, BRYAN, TEXAS p. 4 http://www.hazardcontrol.com/factsheets/pdfs/NIOSH-1994.pdf

Jouleov pokus v novodobom prevedení – Mechanický ekvivalent tepla

The new form of Joule´s experiment - Mechanical equivalent of heat

Terézia Jindrová[1]
Školiteľ: Peter Čerňanský[2]
[1,2]Katedra fyziky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] terezia.jindrova@ukf.sk, [2]pcernansky@ukf.sk

Abstrakt
Článok sa zameriava na prevedenie meraní pomocou Jouleovho experimentu v modernejšej podobe, ako ho poznáme z historického ponímania. Ide o počítačom podporovaný experiment, ktorý nám umožňuje demonštráciu problematiky ekvivalencie mechanickej práce a tepla, čím približuje problematiku energie z hľadiska premeny jednej formy energie na inú. Konkrétne hovoríme o premene mechanickej energie na energiu tepelnú.

Cieľom práce je uskutočniť a vyhodnotiť merania zamerané na overenie správnosti experimentu, pomocou ktorých môžeme poskytnúť učiteľom fyziky metodiku, ktorá im má pomôcť pri začlenení experimentálnej metódy do vyučovacieho celku teplo s využitím bádateľskej metódy. V príspevku predkladáme teoretický úvod k problematike, použité metódy merania pomocou kalorimetrie, meranie teploty a bádateľský spôsob výučby, popis konštrukčnej aparatúry experimentu, postup merania a využitie experimentu vo vyučovaní fyziky pre základné školy.
Kľúčové slová: Jouleov experiment, teplo, energia, práca, bádateľská výučba

Abstract
This article focused on measurements related to Joule's experiment and its realisation in a more modern form as we know it from history. That is a computer-based experiment, which demonstrate mechanical equivalent of heat problem. It is transform one form energy to another. Concretely, we say about transform mechanical energy to heat energy.
The aim of this article is not only to perform and evaluate measurements, but also to provide teachers of physics to with methodics to help them integrate experimental method to the educational process with features of Inquiry-based science education (IBSE) method in the theme heat. In the theoretical part Joule's experiment is described. Overview of used methods like calorimetry and measurement temperature, IBSE, description of experimental apparatus and principle of measurement as well as application of experiment in education is presented for elementary school.
Key Words: Joule experiment, heat, energy, work, IBSE (Inquiry based school education)

Úvod

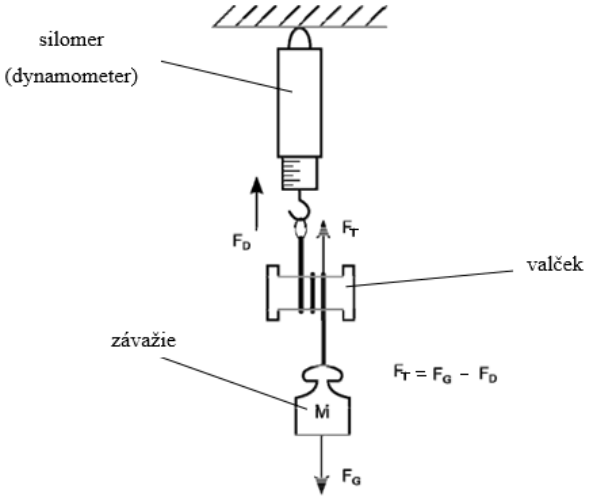
Učitelia prírodovedných predmetov, teda aj fyziky by mali na svojich hodinách viesť žiakov tak, aby sa na základe overených znalostí a dôkazov vedeli správne rozhodnúť v problémových situáciách. Základnou metódou, ktorá vedie žiakov k takémuto zmýšľaniu je experiment. Preto sa v tomto článku chceme zamerať na experiment, ktorý demonštruje najzákladnejší zákon prírody, ktorým je zákon zachovania energie.
James Prescotte Joule experimentovaním dokázal súvislosť medzi mechanickou prácou a teplom. Vo všeobecnosti hovoríme o premene jednej formy energie na inú. V našej práci sme sa zamerali na prevedenie meraní uskutočnených na novšej aparatúre ako bolo historické prevedenie J.P. Joulea. Okrem meraní a optimalizácie sme navrhli využitie experimentu pri vyučovaní fyziky na základných školách. Experiment je vhodný zaradiť do tematického celku, v ktorom sa preberá teplo. Cieľom zavedenia experimentu do vyučovania je poskytnúť učiteľom iný prístup k predloženiu problematiky tepla tak, aby vyučovací proces obohatili o experimentálny prvok. Experiment je zaznamenávaný a dáta sú spracované prostredníctvom systému ISES, čo je skratka pre Internet School Experimental System. Zostavenou aparatúrou sa dá overiť mechanický ekvivalent tepla, ktorý stanovoval Joule. Možno ním stanoviť aj tepelnú kapacitu zvoleného materiálu – kovových valčekov.

1 Jouleov pokus

V rámci metodiky pre učiteľa uvádzame vysvetlenie fyzikálnej podstaty experimentu, ktorá im má pomôcť pre hlbšie pochopenie problematiky.

1.1 Teoretický úvod k problematike

Experiment je založený na ekvivalencii práce presne definovaných trecích síl a súvisiaceho zvýšenia teploty experimentálneho telesa, ktoré sú schematicky znázornené na Obr. 1.



Obr.1 Zobrazenie pôsobiacich síl na valček, trecia sila je daná rozdielom oboch síl
Zdroj: [1]

Sila trenia medzi páskou a valčekom je daná rozdielom tiažovej sily F_G závažia a sily od závesu meranú dynamometrom F_D

$$F_T = F_G - F_D \quad (1)$$

$$F_T = m\,g - F_D \quad (2)$$

Všeobecne platí, že práca všetkých síl po dráhe Δs sa rovná zmene kinetickej energie telesa. Ide o hnaciu silu motorčeka, ktorá poháňa valček a treciu silu. Keďže v našom experimente sa valček pohybuje rovnakou rýchlosťou sú tieto sily v rovnováhe, a preto je i prírastok kinetickej energie nulový.

$$F_{pohonu}\,\Delta s - F_T\,\Delta s = 0 \quad (3)$$

Práca trecej sily sa premení na teplo

$$F_T\,\Delta s = Q, \quad (4)$$

Dráhu Δs, na ktorej pôsobí trecia sila, stanovíme pre rotujúci valček ako $\Delta s = \mathrm{N}\,2\pi r$, kde r je polomer valčeka a N počet otáčok. Práca trecích síl potom je

$$\Delta W = (F_G - F_D)\,N\,2\,\pi\,r \quad (5)$$

Podľa znenia prvého termodynamického zákona vysloveného R. Mayerom v roku 1842, kde tvrdí, že: *Teplo možno meniť na prácu a naopak a tieto premeny sa dejú podľa určitého kvantitatívneho vzťahu* [1]. Odtiaľ môžeme vyvodiť, že trecie sily dodajú systému teplo, ktoré sa navonok prejaví zmenou teploty rotujúceho valčeka.

Vieme, že zo vzťahu pre teplo, kde m je hmotnosť valčeka, c hmotnostná tepelná kapacita, ΔT je zmena termodynamickej teploty

$$\Delta Q = mc\Delta T \quad (6)$$

môžeme zistiť tepelnú kapacitu rotujúceho valčeka, pretože

$$Q = \Delta W \quad (7)$$

Keďže ale náš experiment nie je izolovaný od okolia, dochádza k určitým stratám tepla do okolia. Preto musíme brať do úvahy aj straty

$$Q + \text{straty} = \Delta W \quad (8)$$

Ak chceme zistiť hmotnostnú tepelnú kapacitu valčeka, vyjadríme si ju zo vzťahu (6) , kde teplo sme nahradili prácou:

$$c = \frac{W}{m\,\Delta\,T} + \text{straty} \quad (9)$$

[1]

1.2 Použité metódy

Pri experimente vychádzame z dvoch fyzikálnych meracích metód, a to sú metóda, ktorá sa používa pri skúmaní tepla - kalorimetria (v užšom zmysle slova) a meranie teploty.

Teplotu sme merali prostredníctvom polovodičového teplomera. Považujeme ho za vstupný modul, ktorý sme zapojili do platformy ISES. Meracie zariadenie pozostáva z nasledujúcich komponentov: kábel, konektor, vlastný teplotný senzor. Rozsah merania použitého teplomeru je od -20 ˚C do +120 ˚C. Na to, aby sme mohli odmerať teplotu, museli sme uviesť teleso (kovový valček) do kontaktu s polovodičovým teplomerom. Tento vzájomný kontakt je sprostredkovaný pomocou bronzových pružných kontaktov pripevnených na mosadzné prúžky nachádzajúce sa na umelohmotnom valčeku a teplotným snímačom na kovovom valčeku.

Ak učiteľ tento experiment realizuje so žiakmi, jednou z vhodných didaktických metód, ktoré môže použiť je bádateľský spôsob vedenia vyučovania. Žiak môže na takto vedenom vyučovaní interpretovať dáta, poznatky a získané zákonitosti aplikovať. Tento typ vyučovania vyžaduje, aby žiaci kládli otázky, dané informácie skúmali, tvorili hypotézy, zhromažďovali údaje a formulovali závery. Typickým znakom je, že žiaci na hodine aktívne objavujú zákonitosti (generalizáciu), ktoré objasňujú nepoznanú udalosť alebo rad údajov. [1] Na základnej škole sú bádateľsky vedené hodiny riadené učiteľom. Učiteľ si vopred

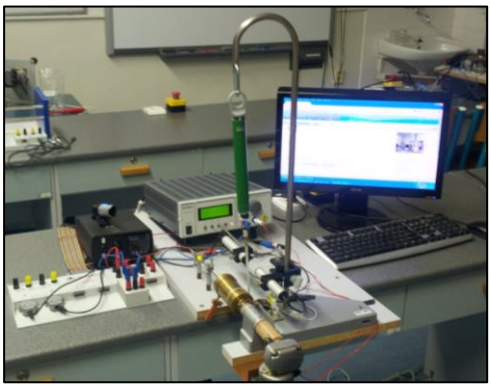
pripraví činnosti a otázky s tým, že vie k akým záverom žiaci prídu. Vo všeobecnosti experiment poskytuje odpoveď na otázku, ktorú by si mal klásť každý študent pri experimentovaní: „Čo by sa stalo, keby...“. Experiment vo všeobecnosti umožňuje skúmanie vzťahov príčin a dôsledkov. [3]

1.3 Popis aparatúry experimentu

Celý experiment (Obr.2) je skonštruovaný na doske, ktorá tvorí oporný základ celej konštrukcie. Na ňu je umiestnený motor pripojený na zdroj napätia, ktorý otáča skúmaný valček. Po obvode valčeka je obtočená umelohmotná páska, ktorá je na jednom konci pripevnená na háčik silomera. Na druhom voľne spustenom konci pásky je pripevnené závažie. Hmotnosť závažia sa dá meniť. My sme v experimente použili tri, a to o hmotnostiach 0,5 kg, 1 kg a 1,5 kg. Ako sme už spomínali v teoretickom úvode k problematike, táto páska vytvára riadené trenie, ktorým sa valček zahrieva.

V tomto experimente sme merali s dvoma valčekmi a to malým mosadzným o hmotnosti m = 0,640 kg, veľkým mosadzným o hmotnosti m = 1,290 kg. Zvolený valček je potrebné zaskrutkovať do umelohmotného valčeka, v ktorom je na ich dotykovej ploche umiestnený teplotný snímač. Vývody z tepelného prijímača sú napojené na vlastný ISES teplomer, ktorý je napojený na ISES.

Silomer a optická závora sú pripevnené k stojanu. Optická závora slúži na zaznamenávanie počtu otáčok. Je napojená na systém ISES, a pomocou merania frekvencie otáčok a ich počtu uskutočníme celé meranie. Jej princíp zaznamenávania otáčok spočíva v schopnosti reagovať na prerušenie optickej dráhy. Toto prerušenie je uskutočnené pomocou rotácie clony s valčekom, ktorá prerušuje optický zväzok. Keďže je možné meniť valčeky v experimente, je treba dávať pozor na nastavenie zarážky tak, aby naozaj nastalo prerušenie optickej dráhy optického lúča. [1]



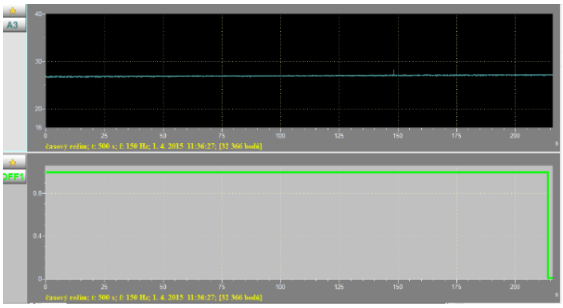
Obr.2 Experiment – Jouleov pokus
Zdroj: [1]

1.4 Postup merania

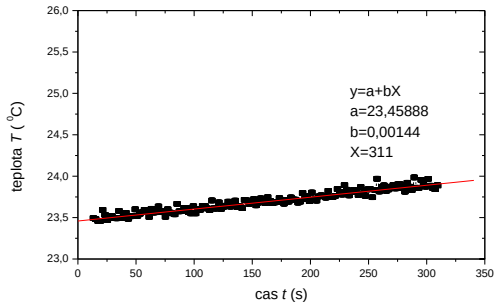
V programe ISES sme si predvolili 200 otáčok valčeka za určitý čas, kde sme si zvolili vyobrazenie teploty a kanál OFF, ktorý nás informoval v akom čase sme dosiahli 200 otáčok viď. Obr.3. To sme zistili pri poklesnutí z hodnoty 1 na hodnotu 0. Následne sme odpojili motor od zdroja.

Namerané dáta sme dali exportovať do programu origin, v ktorom sme ich spracovali a vyhodnotili. Z dát sme získali graf závislosti teploty od času, ktoré sme fitovali lineárnou funkciou. Premenná X charakterizuje celkovú dobu trvania experimentu, a je začiatočná teplota valčeka pred začatím spustenia experimentu a b je veľkosť stúpania teploty o každú sekundu.

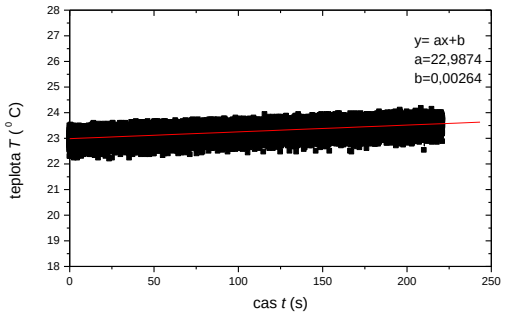
Z uskutočnených meraní sme stanovili hodnoty pre teplo a prácu. Pri meraní sme použili malý a veľký mosadzný valček. Malý mosadzný valček mal hmotnosť $m_{1(Mo)}$ = 0,640 kg, priemer d = 0,045m. V grafe 1 sme vyjadrili závislosť teploty od času pri 0,5kg závaží. Obdobne sme si vyjadrili tú istú závislosť pri 1 kg a pri 1,5 kg závaží. Veľký mosadzný valček mal hmotnosť $m_{2(Mo)}$ = 1,29 kg, priemer d = 0,045m. V grafe 2 sme vyjadrili závislosť teploty od času pri 0,5 kg závaží. Opäť sme vyjadrili tú istú závislosť pri 1 kg a pri 1,5 kg závaží. Počítali sme hodnotu pre teplo, kde sme však dosadili tabuľkovú hodnotu za hmotnostnú tepelnú kapacitu a porovnávali sme s vypočítanou prácou. Hodnoty sú uvedené v tabuľke 1 a 2.



Obr.3 Prispôsobenie experimentu počtu otáčok; malý mosadzný valček, závažie 1 kg
Zdroj: [1]



Graf 1 závislosti teploty od času. Meranie č.1 (malý mosadzný valček, 200 otáčok, 0,5 kg závažie). Je uvedené aj optimalizačné preloženie priamkou závislosti *T*=f(*t*)



Graf 2 závislosti teploty od času. Meranie č.4 (veľký mosadzný valček, 200 otáčok, 0,5 kg závažie).

2 Výsledky merania a diskusia

Tabuľka č.1 Hodnoty pre malý mosadzný valček

č.m.	1.	2.	3.
$\frac{b}{^\circ\mathrm{C\,s^{-1}}}$	0,001	0,003	0,007
$\frac{m_{\text{závažia}}}{\mathrm{kg}}$	0,5	1	1,5
$\frac{X}{\mathrm{s}}$	311	418	244
$\frac{\Delta t_{mer}}{^\circ\mathrm{C}}$	0,311	1,25	1,7
$\frac{F_G}{\mathrm{N}}$	5	10	15
$\frac{F_D}{\mathrm{N}}$	8,9	21	30
$\frac{F_T}{\mathrm{N}}$	3,9	11	15
$\frac{W}{\mathrm{J}}$	110	311	424
$\frac{Q}{\mathrm{J}}$	110	307	420

Prácu trecích síl *W* sme potom vypočítali z lineárnej aproximácie:

$$W_1 = \pi\, d\, N\, F_{t1}$$
$$W_1 = 3{,}14\,.\,0{,}045\,\mathrm{m}\,.\,200\,.\,3{,}9\,\mathrm{N}$$
$$W_1 = 110\ \mathrm{J}$$

Pre teplo, kde sme do vzťahu dosadili tabuľkovú hodnotu hmotnostnej špecifickej kapacity platí:

$$Q_1 = m_{1(Mo)}\,.c\,.\Delta t_1$$
$$Q_1 = 0{,}640\,\mathrm{kg}\,.384\,\mathrm{J}\,.\mathrm{kg}^{-1}\mathrm{K}^{-1}\,.0{,}311\,^\circ\mathrm{C}$$
$$Q_1 = 110\,\mathrm{J}$$

Tabuľka 2 Hodnoty pre veľký mosadzný valček

č. m.	4.	5.	6.
$\frac{b}{^\circ\mathrm{C\,s^{-1}}}$	0,003	0,004	0,004
$\frac{m_{\text{závažia}}}{\mathrm{kg}}$	0,5	1	1,5
$\frac{X}{\mathrm{s}}$	221	332	385
$\frac{\Delta t_{mer}}{^\circ\mathrm{C}}$	0,663	1,45	1,54
$\frac{F_G}{\mathrm{N}}$	5	10	15
$\frac{F_D}{\mathrm{N}}$	17,5	35,7	42,4
$\frac{F_T}{\mathrm{N}}$	12,5	25,7	27,4
$\frac{W}{\mathrm{J}}$	353	726	774
$\frac{Q}{\mathrm{J}}$	347	718	763

Prácu trecích síl *W* sme potom vypočítali z lineárnej aproximácie:

$$W_4 = \pi\, d\, N\, F_{t\,4}$$
$$W_4 = 3{,}14\,.\,0{,}045\,\mathrm{m}\,.\,200\,.\,12{,}5\mathrm{N}$$
$$W_4 = 353\,\mathrm{J}$$

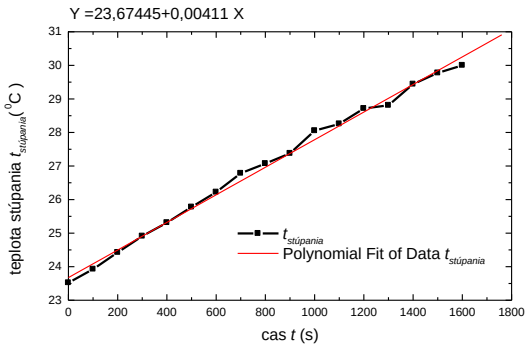
Pre teplo, kde sme do vzťahu dosadili tabuľkovú hodnotu hmotnostnej špecifickej kapacity platí:

$$Q_4 = m_{2(Mo)}.c\,.\Delta t_4$$
$$Q_4 = 1{,}29\,\mathrm{kg}\,.384\,\mathrm{J}\,.\mathrm{kg}^{-1}\mathrm{K}^{-1}\,.0{,}7\,^\circ\mathrm{C}$$
$$Q_4 = 347\,\mathrm{J}$$

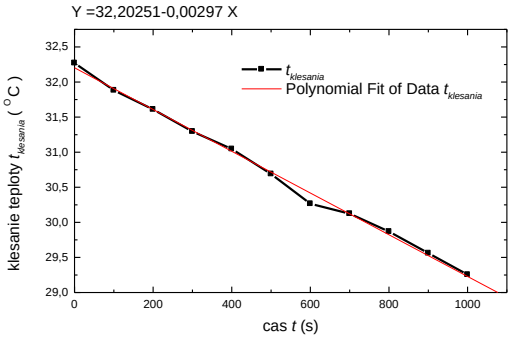
Na záver meraní sme nechali experiment pustený 2400 sekúnd (čo je 40 minút), aby sme zistili straty tepla počas merania. Po uplynutí času sme odpojili experiment od zdroja a nechali vzorku chladnúť. Ako vzorku sme použili malý mosadzný valček a závažie o hmotnosti 1 kg. Vyhodnotenie výsledkov merania sme vynášali po 100 sekundách do Grafu 3 stúpanie teploty a do Grafu 4 pokles teploty.

Ak sa pozrieme na výsledky uvedené v tabuľkách 1 a 2, výsledky pre prácu a teplo nie sú úplne totožné (nevykazujú rovnakú číselnú hodnotu). Je to zapríčinené tým, že na výsledky experimentu vplývajú rôzne činitele. Ako napríklad čistota nánosov. Keby sme očistili liehom pásku aj valček, merania boli presnejšie. Po určitom čase treba čistiť aj kontakty medených prúžkov teplomera na umelohmotnom valčeku, pretože nánosy spôsobujú zadrhávanie.

Nepresnosti merania sú okrem iného spôsobené neustálym únikom tepla zo zahriateho telesa do okolia, keďže experiment nie je umiestnený v izolovanom prostredí od okolia. Výsledok môže byť ovplyvnený aj zmenou teploty v učebni otvorením okna, pustením klimatizácie, v ktorej sa experiment nachádza. Podotýkame však, že v prírode zákon zachovania energie platí úplne presne, čo vychádza z ekvivalencie fyzikálnych veličín tepla a práce.



Graf 3 ohriatia malého mosadzného valčeka na čase



Graf 4 chladenia malého mosadzného valčeka na čase

1.5 Implementácia experimentu do vyučovania formou bádateľskej metódy

Na základe uskutočnených meraní sme sa pokúsili navrhnúť bádateľsky zameranú vyučovaciu hodinu, v ktorej by sme uskutočnili Joulov experiment, ktorý by bol reálny – hands-on. Do vyučovania je dôležité zaradiť reálne experimenty v dôsledku toho, aby si žiaci uvedomili, že v reálnych podmienkach je priebeh (a tým aj výsledky) experimentu do určitej miery odlišné v porovnaní s tým, čo hovorí teória. Týmto spôsobom žiakov vedieme k logickému uvažovaniu a zamysleniu sa nad problematikou.

Postupovali sme podľa inovovaného štátneho vzdelávacie programu ISCED 2, ktorý zahŕňa učivo pre nižšie sekundárne vzdelávanie. Návrh je zameraný pre cieľovú skupinu žiakov siedmeho ročníka. Jouleov experiment sa dá uplatniť pri vyučovaní tematického celku z oblasti termodynamiky – teplo. Experimentu je vhodné venovať dve vyučovacie hodiny. V rámci vyučovania sa žiaci stretnú aj s pojmami ako práca, trenie a sila, ktoré sú obsiahnuté v osnovách 8. ročníka. Učiteľ v rámci daného experimentu tieto pojmy žiakom načrtne a žiaci môžu získať základnú prekoncepciu.

Cieľom vyučovacej hodiny je osvojiť si vzťah pre výpočet tepla, spracovať namerané dáta vo forme grafu, analyzovať záznamy z meraní a ich grafický priebeh, stanoviť pomocou nameraných dát dodané teplo.

Učiteľ predstaví žiakom aparatúru experimentu, načrtne základný princíp fungovania, oboznámi ich s cieľom hodiny.

Pri spracovaní dát získaných z merania sa používajú programy Excel alebo Origin. Je dôležité, aby žiak už vedel pracovať s danými programami.

1.5.1 Návrh vyučovacej hodiny

Keďže ide o žiakov základnej školy, a nemajú toľko skúseností s experimentovaním odporúčame, aby učiteľ spolu so žiakmi urobil meranie experimentu. Učiteľ počas hodiny môže žiakom klásť otázky a úlohy, ktorými ich v priebehu hodiny, ktorými ich motivuje k aktívnemu premýšľaniu tak, aby naplnil cieľ hodiny:

1. Ktoré dve fyzikálne veličiny sa budú vykresľovať po spustení experimentu?
2. Aké sú základné jednotky týchto dvoch fyzikálnych veličín?
3. Ktorá z osí vyjadruje veličinu, ktorá sa v experimente mení sama o sebe? Viete zdôvodniť svoje tvrdenie?
4. Čo myslíte, bude sa teplota zväčšovať alebo zmenšovať od doby trvania priebehu jedného merania experimentu?
5. Zobrazený graf nameraných hodnôt rastie alebo klesá? Viete vysvetliť, na základe čoho sa zvyšuje teplota? Kedy bude graf klesajúci, vedeli by ste načrtnúť jeho priebeh?
6. Bude teplota valčeka väčšia pri 50 alebo 150 otáčkach?
7. Určte, aká je začiatočná teplota valčeka pri spustený experimentu a konečná teplota po skončení zvolenej doby merania pri 150 otáčkach. O koľko táto teplota narástla? Viete vysvetliť, čo znamená nárast teploty? Zistite aká je hmotnosť mosadzného valčeka. Zistite aký má valček priemer. Vypočítajte jeho polomer.
8. Zistite hmotnostnú tepelnú kapacitu pomocou MFCH tabuliek pre mosadz a hliník. Ktorý z kovov má väčšiu tepelnú kapacitu? Aký je základný vzťah pre výpočet tepla? Vypočítajte množstvo dodaného tepla mosadznému valčeku z nameraných hodnôt pre teplotu a zistených fyzikálnych veličín – hmotnosti, kapacity.
9. Ako by sa zvyšovala teplota v závislosti od rovnakej doby trvania času pri použití hliníkového valčeka? Bol by nárast teploty väčší alebo menší v porovnaní s malým mosadzným valčekom? Vysvetlite a zdôvodnite svoje tvrdenie.
10. Aké by bolo množstvo tepla dodané hliníkovému valčeku v porovnaní s malým mosadzným valčekom?
11. Ak by ste použili pri experimente malý a nasledovne veľký valček z toho istého materiálu (napr. mosadze), pri ktorom valčeku by ste sledovali väčší nárast teploty? Vysvetlite prečo.
12. Vypočítajte mernú tepelnú kapacitu z vašej stanovenej práce výpočtom. Porovnajte s tabuľkovou hodnotou.

Nasledujúce otázky, ktoré učiteľ kladie žiakom sa dotýkajú vedomostí, ktoré sa nadobúdajú až v 8. ročníku, ale žiaci zo skúseností z bežného života a z pozorovania experimentu sa môžu pokúsiť na tieto otázky odpovedať.

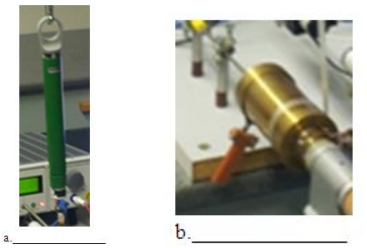
13. Aké tri sily vystupujú v experimente?
14. Aký je základný vzťah pre gravitačnú silu, ktorá pôsobí pri otáčaní valčeka o hmotnosti *m*? Túto silu by žiaci mali poznať z tretieho ročníka základnej školy z prírodovedy.

15. Medzi akými dvoma plochami vzniká pri tomto experimente trenie?
16. Vysvetlite, na základe čoho sa zvyšuje teplota v tomto experimente. Viete, vďaka čomu sa koná práca v experimente? Načo sa táto práca premieňa?
17. Ak dodávame prácu valčeku, platí, že sa celá premieňa na teplo? Ako to overíme?
Viete, kedy bude graf klesajúci? Overte svoju hypotézu tak, že necháte pustený experiment aj napriek tomu, že ste dosiahli vami stanovený počet otáčok.
18. Vypočítajte prácu, ktorá spôsobuje otáčanie valčeka. Aká je dráha (plocha), ktorou je obtočená páska okolo valčeka? Vychádzajte z toho, že uvažujete dráhu po kružnici, ktorá sa opakuje s počtom otáčok.

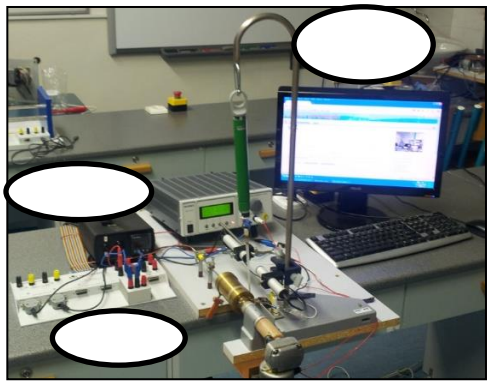
Na záver práce s experimentom je podstatné žiakov viesť k tomu, aby sa sami zamysleli a pokúsili prísť na to, v čom spočívajú dané odchýlky alebo rozdiely merania. Učiteľ nesmie zabudnúť zhrnúť na záver podstatné a pre žiakov nové pojmy, zákony a vzťahy.
Experiment poskytuje veľa otázok s ktorými by sa dalo pracovať v rámci preberania práce, sily a trenia. Preto je vhodné tento experiment využiť aj v rámci 8.roč. Viď. niekoľko otázok k práci sme uvádzali aj v otázkach.

1.5.2 Pracovný list k návrhu vyučovacej hodiny - Jouleov experiment

1. Pomenujte časti aparatúry experimentu:



2. Do prázdnych útvarov dopíšte časti aparatúry: Počítač, motor, platforma ISES



3. Napíšte k fyzikálnym veličinám ich fyzikálnu značku a jej jednotku. Zaznačte ich do tabuľky.

Fyzikálna veličina	Značka	Jednotka
teplo		
teplota		

4. Bude sa teplota zväčšovať alebo zmenšovať od doby trvania priebehu jedného merania experimentu? Napíšte svoj predpoklad.
Spustite experiment a overte svoj predpoklad. Zakrúžkujte správnu odpoveď na základe vášho pozorovania.
Zobrazená krivka závislosti nameraných hodnôt **rastie / klesá**.
5. A, Akú závislosť dvoch veličín vyjadruje graf v experimente? Napíšte názov týchto veličín.
B, Napíšte základné jednotky fyzikálnych veličín, ktoré vykresľujú daný graf závislosti.
C, Ktorá z osí vyjadruje čas? Zdôvodnite svoje tvrdenie.
X- ová os je
Y – ová os je
6. Bude teplota valčeka väčšia pri 50 alebo 150 otáčkach? Napíšte svoj predpoklad a odôvodnite ho.
7. Zvoľte v experimente 50 otáčok a spustite meranie. Dáta dajte exportovať a vytvorte graf. To isté spravte pri 150 otáčkach. Popíšte, čo ste spozorovali. Takto vytvorené grafy vložte do programu Word , vytlačte a priložte k pracovným hárkom.
8. Určte, aká je počiatočná teplota valčeka pri začatí experimentu a konečná teplota po skončení doby merania pri 150 otáčkach. O koľko táto teplota narástla? Vysvetlite, čo znamená nárast teploty a hodnotu stanovte pomocou výpočtu.

Začiatočná teplota t_1	
Konečná teplota t_2	
Zmena teploty Δt	

Teplota sa zvýšila o _____ . Pre výpočet zmeny tejto teploty sme použili vzťah: _____ .

9. Zistite uvedené hodnoty pre tieto fyzikálne veličiny:

Fyzikálna veličina	Hodnota s uvedenými jednotkami
Hmotnosť mosadzného valčeka *m*	
Polomer mosadzného valčeka *r*	
Počet vami nastavených otáčok *N*	

10. Vyhľadajte v MFCH tabuľkách hodnotu hmotnostnej tepelnej kapacity pre mosadz a hliník. Uveďte aj jej jednotky.
Hmotnostná tepelná kapacita pre mosadz uvedená v t abuľkách:
Hmotnostná tepelná kapacita pre hliník uvedená v tabuľkách:

11. Vypočítajte množstvo dodaného tepla mosadznému valčeku z nameraných hodnôt pre teplotu a zistených fyzikálnych veličín – hmotnosti, kapacity.
a) Základný vzťah pre výpočet tepla
b) Dosadenie do vzťahu
c) Výsledná hodnota
d) Množstvo dodaného tepla mosadznému valčeku je .

12. Napíšte, ako by sa zvyšovala teplota v závislosti od rovnakej doby trvania času pri použití hliníkového valčeka. Bol by nárast teploty väčší alebo menší v porovnaní s malým mosadzným valčekom?

13. Aké by bolo množstvo tepla dodané hliníkovému valčeku v porovnaní s malým mosadzným valčekom?

14. Ak by ste použili pri pokuse malý a nasledovne veľký valček z toho istého materiálu (v tomto prípade mosadze), pri ktorom valčeku by ste sledovali väčší nárast teploty? Vysvetlite prečo.

Záver

V práci sme sa zamerali na prevedenie, realizáciu a vyhodnotenie meraní s využitím Jouleovho experimentu v novodobejšom prevedení a taktiež sme uviedli návrh jeho využitia pri vyučovaní na základných školách pre siedmy ročník. Jouleov experiment je vhodné zaradiť do vyučovania, aby sa zväčšila škála možností experimentovania na základných školách v oblasti preberanej problematiky tepla.

Poďakovanie

Chcem sa poďakovať môjmu školiteľovi doc. RNDr. Petrovi Čerňanskému Phd. za pripomienky k vylepšeniu článku.

Použitá literatúra

1] Jindrová, T.:Disipatívne sily ako sonda do m ikrosveta pomocou Joulovho pokusu, Bakalárska práca, Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky, 2015,49 s
[2] *Základy fyziky- elektronický materiál k videoanalýze fyzikálnych dejov*, Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita, dostupné na http://fyzika.uniza.sk/sk/zaklady/zaklady/11.pdf , ISBN 978-80-554-0431-8
[3] Pasch M., a kol., 1998. Od vzdelávacího programu k vyučovací hodině, Praha: PORTÁL 2005,416 s., ISBN 80-7367-054-2
[4] Obr.4 Človek a oheň <prevzaté zo stránky http://vtm.e15.cz/clanek/co-z-nas-udelalo-lidi [dňa 27.2.2018]

Čo ak vám katedra umožní realizovať vaše sny?

What If Your Department Enables Realising Your Dreams?

Nika Klimová[1]
Školiteľ: Jana Jacková[2]
[1,2] Katedra informatiky, FPV UMB, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica
[1] nika.klimova@studenti.umb.sk, [2] jana.jackova@umb.sk

Abstrakt
V príspevku je opísaná príprava realizácie a niektoré výsledky študentského projektu, ktorého sa zúčastňujú budúci učitelia informatiky a žiaci základných škôl. Uvedené je porovnanie pedagogickej praxe vo svete a na Slovensku. Článok ďalej informuje o vzdelávaní na Komenského inštitúte, v rámci ktorého je riešený aj mikroprojekt Budúci učitelia sa učia učiť z vlastného vyučovania. V rámci tohto mikroprojektu sa na katedre informatiky Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici v akademickom roku 2017/18 realizuje informatický krúžok. Krúžok je primárne zameraný na budúcich učiteľov zo všetkých ročníkov, ktorým sa týmto spôsobom vytvoril priestor na bližšie spoznanie svojej budúcej profesie – učiteľstva informatiky už aj v bakalárskom štúdiu. Do tejto práce so žiakmi prevažne 2. stupňa základných škôl sa zapojilo 75% aktuálnych študentov učiteľstva informatiky. Študenti si rozvíjajú svoje didaktické, komunikačné, diagnostické, organizačné a socio-profesijné kompetencie. Žiaci sa počas krúžku hravou formou oboznamujú s informatikou, pričom aktivity s nimi sa zameriavajú na rozvoj informatického myslenia.

Kľúčové slová: informatický krúžok, Komenského inštitút, budúci učitelia, reflexia, dron

Abstract
The article describes the process of realisation and some results of a student project in which participate future teachers of Computer science and students from secondary schools. There is also a comparison of pedagogical practice between the world and Slovakia. The article informs about education in the Comenius Institute and the microproject 'Future teachers learn teaching from their own lectures'. This microproject involves Computer science extracurricular activity at the Department of Computer Science at the Matej Bel University in Banská Bystrica in academic year 2017/18. The extracurricular activity is primary aimed on future teachers from all grades, which create a closer knowledge of their future career. There are involved 75 % future teachers from this department. The students develop their didactic, communicative, organizational and socio-professional competencies. The students become familiar with Computer science by a playful form. Activities are aimed on developing computational thinking.

Key Words: Computer science extracurricular activity, Comenius Institute, future teachers, reflection, drone

Úvod

V roku 2017 sme sa v rámci predmetu didaktika informatiky zúčastnili konferencie Pedagogickí hrdinovia, ktorú organizuje Komenského inštitút. Na tejto konferencii sme mali možnosť zažiť aktívnych učiteľov, ktorí sa snažia urobiť pre svoje školy niečo naviac. Zároveň sme absolvovali workshopy, ktoré boli zamerané na zážitkové učenie, rozvíjanie vzťahov s deťmi či vlastnenie moci. Na konferencii sa rozprávalo aj o Komenského inštitúte, na ktorý sa môžu prihlásiť učitelia s akoukoľvek praxou, riaditelia, ale aj vysokoškolskí študenti pedagogického zamerania. Vďaka tejto konferencii som sa po pár mesiacoch rozhodla, že sa prihlásim aj ja ako vysokoškolský študent. Výber účastníkov prebiehal v dvoch kolách, prvé bolo na základe online formulára, druhé na základe Skype pohovoru. Prijali ma, a tak som sa stala prvou účastníčkou Komenského inštitútu, ktorá je zároveň vysokoškolskou študentkou.

1 Budúci učitelia a pedagogická prax

Výskumy [1] z rokov 2010 a 2011 na vzorke budúcich učiteľov Prírodovedeckej fakulty a Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave ukázali, že len 51,1 % študentov by sa chcelo venovať učiteľskej profesii aj v budúcnosti, z toho len 24,3 % určite. Naopak, 25 % študentov nie je rozhodnutých a 23,9 % študentov skôr alebo vôbec nemá záujem o učiteľskú profesiu v budúcnosti. Predpokladáme, že na Fakulte prírodných vied Univerzity Mateja Bela (ďalej FPV UMB) by výsledky vyšli podobné.

Z hľadiska odbornosti výučby na 2. stupni základných škôl [2] majú výrazný nedostatok odbornosti výučby predmety informatika (odbornosť 30-40 %), občianska výchova a náuka, hudobná a výtvarná výchova, dejepis a zemepis.

Konferencia *Budúci učitelia pre dnešný svet* z roku 2017 [3] sa zaoberala školstvom najmä v otázke, akých učiteľov potrebujeme v 21. storočí. Okrem toho bola zverejnená štatistika: priemerný vek slovenských učiteľov je 42 rokov.

1.1 Medzinárodné trendy

Pedagogická prax sa považuje za dôležitú súčasť prípravy učiteľov [4]. Myšlienka, že schopnosť reflexie a sebareflexie zvyšuje kvalitu učiteľa, je celosvetovo uznávaná. Podľa [4] si v Kanade študent v každom ročníku prostredníctvom pedagogickej praxe rozvíja určité kompetencie, ktorých je dokopy 12. Celkovo absolvuje 700 hodín praxe. V Holandsku je taktiež pedagogická prax od 1. ročníka a je silne zameraná na sebareflexiu a reflexiu. Táto prax tvorí 30 – 40 % štúdia, približne 240 dní. Vo svete prevláda názor tzv. súbežného modelu prípravy budúcich učiteľov, do čoho sa zaraďuje praktická príprava od 1. ročníkov štúdia, čím sa dosiahne plynulé získanie učiteľskej skúsenosti. Konzekutívny model, kedy sa absolvuje najprv neučiteľský študijný program v bakalárskom stupni a praktická príprava až v magisterskom štúdiu, je rozšírená na Slovensku, Španielsku, Francúzsku, Taliansku, Cypre a Bulharsku. Podľa odborníkov je ale príprava na profesiu krátka a nedostatočná.

1.2 Situácia na FPV UMB

Pedagogická prax na našej fakulte je postavená na konzekutívnom modeli. V bakalárskom štúdiu nie je žiadna pedagogická prax, tá nastupuje až v magisterskom štúdiu [5]:

- 1. semester: náčuvová prax, 26 hodín,
- 2. semester: priebežná výstupová prax, 26 hodín,
- 3. semester: priebežná výstupová prax, 26 hodín,
- 4. semester: súvislá výstupová prax, 30 hodín.

Uvedená prax a rozsah hodín platí pre 1 aprobačný predmet (spolu 108 hodín praxe). Učiteľstvo sa prevažne študuje ako dvojpredmetové, teda je nutné počty hodín zdvojnásobiť, čo dokopy predstavuje 216 hodín pedagogickej praxe počas štúdia v kombinácii 2 predmetov. Je však potrebné poznamenať, že priebežná prax je organizovaná v skupinách do 6 študentov, takže každý z budúcich učiteľov v skutočnosti odučí (v jeho výstupových hodinách) menej vyučovacích hodín.

V porovnaní s Kanadou, Belgickom, Holandskom či Fínskom, kde pedagogická prax predstavuje viac ako 700 hodín praxe [4], je to pomerne málo. Belgicko dokonca uvádza 780 hodín praxe len za bakalárske štúdium. Slovensko patrí ku krajinám s najnižším podielom praktickej prípravy budúcich učiteľov podľa medzinárodného porovnania. Výskumy organizované na pedagogických fakultách v Prešove, Nitre, Banskej Bystrici a Bratislave ukázali, že študenti i absolventi sa v oblasti praktickej práce v triede a učiteľských zručností cítia byť nepripravení.

1.3 Iniciatíva študentov – Otevřeno

V Českej republike sa od konca roka 2015 vytvorila iniciatíva nezávislých študentov [6], ktorým záleží na kvalitnej príprave budúcich učiteľov. Iniciatíva Otevřeno organizuje rôzne aktivity, diskusie a komunikuje s predstaviteľmi fakúlt. Okrem toho v akademickom roku 2017/2018 začali s tzv. mapovaním inovácií vo vzdelávaní pedagógov [7], kde vyhľadávajú zmysluplné inovácie, ktoré sa na fakultách dejú a treba ich podporovať a šíriť.

2 Štúdium na Komenského inštitúte

Komenského inštitút [8] je bezplatný ročný vzdelávací a praktický kurz na Slovensku, ktorý je pod záštitou prezidenta Slovenskej republiky. Trvá 1 rok a je rozdelený na letnú školu, ktorá trvá 1 týždeň a 4 pobytové workshopy trvajúce od štvrtka večera do nedele. V inštitúte sa kladie veľký dôraz na individuálny prístup, preto sa do ročníka môže zapojiť len 20 účastníkov pre daný rok.

Projekt realizuje Živica a odborným partnerom je Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici. Projektovými partnermi sú Varkey Foundation, Nadácia Orange, Nadácia ESET, Microsoft a Nadačný fond Telekom. Medzi mediálnych partnerov patrí Dobrá škola a portál Čierna labuť.

Projektový tím tvoria: Mgr. Juraj Hipš, Bc. Timotej Lauko, Mgr. Katarína Pázmány, Bc. et Bc. Veronika Suváková a František Cimerman.

2.1 Ročník 2017/18

Slávnostné otvorenie štúdia účastníkov ročníka 2017/18 prebehlo dňa 27. júna 2017 v Prezidentskom paláci, kde prezident Slovenskej republiky Andrej Kiska poukázal na dôležitosť školstva, ale aj učiteľskej profesie [9].

Na Letnej škole, uskutočnenej v auguste 2017, bola hlavnou lektorkou bola Mgr. Sylvia Ondrisová, PhD., Dipl. PW, [10] ktorá je psychoterapeutkou a koučkou v oblastí líderstva, riešenia konfliktov a vedomej práce s mocou. Lektorom letnej školy bol aj MUDr. Martin Jan Stránský, ktorý je neurológ pôsobiaci na Yale University (USA) a Poliklinike na Národní v Prahe. Je odborným

asistentom v odbore neurológia na Yale School of Medicine a venuje sa procesom učenia, na základe čoho bol postavený aj workshop *Bifľovanie mozog nudí*. Workshop *Akým som učiteľom?* vedený RNDr. Vladimírom Burjanom, ktorý založil firmu EXAM testing a je šéfredaktorom mesačníka Dobrá škola, hovoril o typoch učiteľov, pedagogických štýloch a viedol diskusiu, čo v dnešnej dobe znamená byť dobrým učiteľom.

Počas školského roka sa konajú nasledovné workshopy:

- *Rešpektovať a byť rešpektovaný* (Bc. Radka Rendošová a RNDr. Tatiana Piovarčiová)
- *Zmysluplné učenie (sa) v školách budúcnosti* (Mgr. Peter Dráľ, M.A.)
- *Kritické myslenie a argumentácia* (Mgr. Ondrej Gažovič, PhD.)
- *Čo by mal vedieť učiteľ o dezinformáciách?* (Mgr. Juraj Smatana)
- *Lektorské zručnosti učiteľa a interaktívne učenie* (Mgr. art. Lucia Ondrejkovič Obenau a MUDr. Martin Ondrejkovič)
- *Facilitácia a riešenie konfliktov v školskom prostredí* (PhDr. Dušan Ondrušek, CSc.)

Každý účastník Komenského inštitútu dostal okrem toho možnosť zúčastniť sa aj o Individuálneho rozvojového programu učiteľa (IRPU), ktorý prináša nezisková organizácia LEAF [11]. Každý učiteľ dostane prideleného mentora, ktorý umožňuje učiteľovi rásť po profesionálnej, ale aj osobnostnej stránke cez spätnú väzbu a inšpiratívne rady. Mentori chodia buď osobne na vyučovacie hodiny učiteľov, prípadne učiteľ nahráva videá svojich hodín, ktoré posiela mentorovi. V mojom prípade mi bola pridelená mentorka PaedDr. Martina Chalachánová, ktorá chodí približne každé 3 týždne na moje vyučovanie informatiky na Základnej škole J. Bakossa v Banskej Bystrici (na tejto škole vyučujem informatiku druhý rok).

3 Mikroprojekt

Počas štúdia Komenského inštitútu je povinnou súčasťou vypracovať mikroprojekt na svojej škole. Mikroprojekt by mal riešiť nejaký problém z dlhodobého hľadiska. Každý účastník má prideleného mentora – učiteľa z minulého ročníka Komenského inštitútu – v mojom prípade Mgr. Martin Štubňa, PhD. Na mikroprojekt je jednorazovo poskytnutých 300 €, ktoré dostane účastník. Tento ročník ho poskytla Nadácia ESET.

Pokiaľ sa uvažuje nad "zmenami v škole"[12], M. Fullan predstavil 8 požiadaviek, ktoré treba mať na zreteli pri zmenách paradigmy školy, aby bola úspešná. My spomenieme len tú poslednú, ktorá tvrdí, že „ani najlepší odborníci, experti, ani ľudia na rôznych úrovniach riadenia nie sú schopní garantovať úspech zmien."[12] Skutočné zmeny musia vychádzať aj z presvedčenia samotných učiteľov, ktorí sú ochotní zmeny uskutočňovať a stotožniť sa s nimi.

3.1 Informatický krúžok – príprava realizácie

V kapitole 1 sme uviedli súčasný stav problematiky budúcich učiteľov a ich pedagogickej praxe. V študijnom programe Učiteľstvo informatiky v kombinácii absolvujú študenti FPV UMB povinnú pedagogickú prax až v magisterskom štúdiu. Študijná poradkyňa pre učiteľstvo informatiky na našej katedre Ing. Jana Jacková, PhD. zistila, že viacerí naši študenti i absolventi bakalárskeho štúdia by uvítali aspoň nejakú možnosť pedagogickej praxe už v bakalárskom štúdiu, aby mali možnosť reálne zažiť spoluprácu s deťmi a zistiť, či by ich takáto práca bavila už pred nástupom na magisterské štúdium.

Na základe uvedeného sme sa v spolupráci s katedrou informatiky FPV UMB rozhodli, že sa v našom mikroprojekte budeme venovať práve našim študentom učiteľstva informatiky a ich praktickej príprave (projekt autorky pre Komenského inštitút Budúci učitelia sa učia učiť z vlastného vyučovania). Na katedre nám bolo umožnené zriadiť informatický krúžok . Okrem toho tu bolo viacero výhod:

- naša fakulta / katedra má počítačové miestnosti, kde by sa dal projekt zrealizovať,
- katedra informatiky má prostriedky, konkrétne LEGO Mindstorms NTX a EV3, 2 ks Probotov, 2 ks Beebotov s príslušenstvom, Vernier senzory, STEM metodiky na používanie senzorov, stavebnicu Tetrix robotics od firmy Pitsco a iné,
- študijná poradkyňa pre učiteľstvo informatiky navrhla, že náš krúžok môže byť zastrešený pod katedrovým výberovým predmetom výskumný projekt (3 kredity, hodnotenie absolvoval / neabsolvoval). Výhodou tohto predmetu je zároveň aj to, že sa uskutočňuje v oboch semestroch a aj v oboch stupňoch štúdia (bakalárskom i magisterskom).

Prostredníctvom univerzitných e-mailov sme počas letných prázdnin oslovili všetky ročníky študentov učiteľstva informatiky v kombinácii, čo predstavovalo 11 študentov (všetci bakalári a prváci v magisterskom štúdiu) a zisťovali sme predbežný záujem. Z nich odpovedali 4 – dvaja sa vyjadrili, že sa do projektu zapoja, dvaja sa vyjadrili, že sa pravdepodobne zapoja. 7 študentov sa vtedy nevyjadrilo, pravdepodobne preto, že správa prišla na univerzitné e-maily a študenti si počas prázdnin nepozerajú tieto e-maily často. Okrem toho tu bol fakt, že v čase zisťovania východiskovej

situácie sa ešte neuskutočnili zápisy, a teda ani zápisy do 1. ročníkov Bc. a Mgr. 2017/18, takže prvákov sme osloviť zatiaľ nemohli.

Predpokladaný minimálny počet budúcich učiteľov bol 5, predpokladaný počet detí, ktoré sa môžu zúčastniť krúžku, bolo 20 (každý budúci učiteľ by mal mať na starosti 4 deti). Predpokladali sme, že v prípade, že sa počet budúcich učiteľov nenaplní, oslovíme budúcich učiteľov v predmetoch fyzika a technika, príp. aplikovaných informatikov, ktorí si v budúcnosti môžu urobiť Doplňujúce pedagogické štúdium.

Záujem detí o krúžok sme zisťovali na jednej z banskobystrických základných škôl počas počítačového krúžku, kde sa deti väčšinou vyjadrili, že by chceli chodiť na krúžok. Pravdepodobný záujem odvodzujeme aj od dvoch IT táborov v Banskej Bystrici, ktoré sa uskutočnili paralelne v júli 2017 a zapojilo sa 40 detí. Z toho sme usúdili, že deti v Banskej Bystrici majú záujem o mimoškolskú informatiku.

3.2 Cieľové skupiny a SMART ciele projektu

Cieľové skupiny sme si určili dve: prvou sú budúci učitelia informatiky vo všetkých stupňoch štúdia z Fakulty prírodných vied z UMB. Druhou žiaci základných škôl prevažne v Banskej Bystrici.

SMART ciele majú nasledovné vlastnosti: špecifickosť, merateľnosť, akceptovateľnosť, realistickosť a časovú obmedzenosť. Považovali sme za vhodné venovať pozornosť aj revidovanej Bloomovej taxonómii cieľov (zapamätanie, porozumenie, aplikácia, analýza, hodnotenie a tvorivosť) [13]. Naše ciele, ktoré sme konštruovali na základe odporúčaní [14]:

- V akademickom roku 2017/2018 (zimný aj letný semester) realizovať na katedre informatiky FPV UMB informatický krúžok pre 20 žiakov ZŠ, kde budú zapojení budúci učitelia informatiky FPV UMB.
- Budúci učitelia sa počas trvania krúžku naučia pracovať so žiakmi, kde si môžu vyskúšať rôzne metódy učenia a aktivizácie žiakov.
- Budúci učitelia budú vedení k tomu, aby si pripravovali výučbový materiál v súlade s revidovanou Bloomovou taxonómiou cieľov a zamerali sa na rozvoj informatického myslenia žiakov.
- Budúci učitelia dostanú k dispozícii edukačné pomôcky, ktoré sa naučia využívať na vyučovacích hodinách a získajú konkrétne skúsenosti s ich používaním a učením.
- Budúci učitelia dostanú k dispozícii prehľad rôznych druhov bezplatných edukačných softvérov, ktoré sú vhodné na vyučovanie, ako aj na mimoškolskú činnosť súvisiacu s informatikou.
- Budúcim učiteľom bude odporúčané, aby využívali konštruktivistický prístup k plánovaniu a metódu gradovaných úloh.
- Budúci učitelia sa naučia vytvárať metodiky k zakúpenému programovateľnému dronu a robotom Phiro Pro Unplugged.
- Budúci učitelia si zvýšia úroveň svojich pedagogických zručností, najmä v okruhu 5 kompetencií: didaktickej, komunikačnej, diagnostickej, organizačnej a socio-profesijnej, reflexie a sebareflexie, ktoré budú uskutočnené v deň konania krúžku prostredníctvom online dotazníka / osobne.
- Žiaci ZŠ sa budú počas krúžku hravou formou oboznamovať s informatikou a prostredníctvom aktivít pripravovaných študentami rozvíjať si informatické myslenie.
- Finančné prostriedky projektu 300 € využiť na kúpu minimálne 1 programovateľného drona, ktorý sa bude využívať na činnosti krúžku.

3.3 SWOT analýza

S (silné stránky) – podpora a prívetivosť katedry informatiky; priestory na realizáciu krúžku; dostupné technológie a vybavenie, ktoré sa môže použiť na činnosť krúžkovej činnosti; zastrešenie predmetom výskumný projekt a hodnotenie absolvoval, skúsenosti autorky projektu a zároveň vedúcej krúžku s vyučovaním informatiky na základnej škole, skúsenosti s letnými IT tábormi pre deti ZŠ.

W (slabé stránky) – doteraz nebol realizovaný žiadny krúžok na katedre, teda nemáme skúsenosti s realizáciou takého krúžku; nepoznáme všetkých budúcich učiteľov osobne (interpersonálne vzťahy); počet budúcich učiteľov informatiky je veľmi nízky.

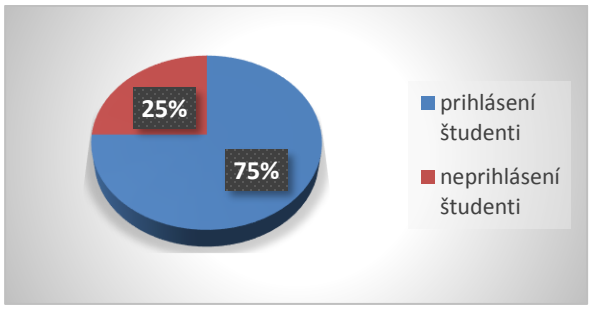
O (príležitosti) – vyučovanie programovania s pomocou drona; spoznávanie budúcich učiteľov navzájom; tímová práca budúcich učiteľov; zvyšovanie pedagogických kompetencií u budúcich učiteľov.

T (hrozby) – možný nezáujem zo strany budúcich učiteľov informatiky; možný nezáujem zo strany žiakov; možné problémy s dovozom drona na Slovensko a vysoká cena v období kúpy, clo a DPH na Slovensku; možné problémy s počítačovou miestnosťou, nie všetkým môže vyhovovať čas krúžku.

4 Realizácia projektu a výsledky

Za najväčšiu hrozbu sme považovali možný nezáujem zo strany primárnej cieľovej skupiny budúcich učiteľov. V septembri sa ale viacerí prihlásili na krúžok, čo nás príjemne prekvapilo. Zo 16 budúcich učiteľov informatiky sa prihlásilo 12, teda 75% budúcich učiteľov informatiky malo záujem o krúžok. Konkrétne 7 v

bakalárskom štúdiu (1. r.: Miriam Hradovská, Maroš Kušnierik, Marek Vozík, Ivan Mistrík; 2. r.: Jaroslav Knežník, Krištof Kotrík; 3. r.: Kristína Michalčíková) a 5 v magisterskom štúdiu (1. r.: Bc. Michal Čierny, Bc. Radka Jochmanová, Bc. Silvester Gajdošík, Bc. Richard Rajčan; 2. r.: Bc. Nika Klimová)



Graf 1 Počet prihlásených študentov na krúžok

Druhou cieľovou skupinou boli žiaci základných škôl. Učiteľka informatiky s 11-ročnou praxou Mgr. Mariana Radobická zo ZŠ Spojová v Banskej Bystrici, (zároveň cvičná učiteľka našich študentov na pedagogickej praxi, tiež absolventka učiteľského štúdia na KI FPV UMB), navrhla po dohode s riaditeľkou školy, že v rámci svojho informatického krúžku bude chodiť so svojimi 12 žiakmi na našu katedru. Na ZŠ J. Bakossa v Banskej Bystrici, kde som učiteľkou informatiky, sme oslovili žiakov, prihlásili sa piati. Ešte sme oslovili jednu základnú školu, ale neprihlásil sa nikto.

Názov krúžku sme chceli mať kreatívny, ale ľahko čitateľný. Na obr. 1 je možné vidieť, že názov by mal evokovať „Informatický krúžok“. Čitateľovi iste neujde substitúcia, že namiesto I je použité číslo 1 a namiesto O číslo 0. Použité čísla predstavujú binárnu sústavu.

Obr. 1 Logo krúžku

Keďže krúžok nebol daný v rozvrhu, museli sme hľadať možnosti, kedy by mohol byť. Našťastie takmer každý účastník krúžku mohol v stredy 14:00 – 16:00 hod.

Dohodli sme sa, že sa rozdelíme na bakalárskych a magisterských študentov. Každý študent bude chodiť na každé stretnutie s tým, že raz budú mať bakalárski študenti náčuv a magisterskí študenti výstup, druhý týždeň to bude naopak. Takto sa môžeme vzájomne učiť ako pri tzv. rovesníckom učení.

4.1 Výsledky zimný semester

Predtým, než začali chodiť na krúžok aj žiaci, usporiadali sme 2 stretnutia len so študentmi učiteľstva. Prvé bolo organizačné a brainstormingové, pri druhom mali študenti možnosť vyskúšať si prácu s LEGO robotmi. Krúžok so študentmi začal 25. októbra 2017. Študenti dostali prípravu na hodinu, ktorej sa mohli, ale nemuseli pridržiavať. Uvádzame ukážky príkladov s LEGO robotmi:

- Robot pôjde 3 sekundy rovno najrýchlejšie ako vie, potom 5 sekúnd vzad doľava najpomalšie ako vie.
- Robot pôjde tak, aby vytvoril (pomyselný) rovnostranný trojuholník.
- Robot niečo robí 30 sekúnd, ALE v tom čase nikdy nejde priamo dopredu, nikdy nejde priamo dozadu a nikdy nestojí. Čo bude robiť? (Bude sa pohybovať 30 sekúnd doľava/doprava)
- Robot sa hrá na slimáka. (Viac im nepovedzte, nechajte, nech sú kreatívni)
- Robot je rak a zároveň sa snaží vyhnúť nohám stoličiek. (Ukážte im počiatočný bod, odkiaľ robot štartuje – najlepšie tak, aby bol namierený k stoličke. Pointa je, že rak chodí dozadu a nesmie do ničoho naraziť.)
- Viete na papier nakresliť domček 1 ťahom? Ak áno, bude ho vedieť pomyselne nakresliť aj robot jedným ťahom?

V rámci reflexie sa mali študenti opýtať svojich žiakov, čo sa dnes naučili, čo bolo najľahšie, čo bolo najťažšie a čo by chceli robiť budúcu hodinu.

V ten istý deň, ako prebehol krúžok, mali študenti učiteľstva vytvorené dotazníky na reflexiu s nasledujúcimi otázkami podľa druhu pedagogickej činnosti. Pri výstupe (vyučovaní):

- Páčila sa ti hodina?
- Riadil si sa prípravami na hodinu? Ak nie, čo si zmenil a prečo?
- Čo by si odučil inak?
- Konali žiaci podľa tvojich očakávaní?

Pri náčuve:

- Páčila sa ti hodina?
- Dopadla hodina podľa tvojich očakávaní?
- Je niečo, čo by si ty odučil inak ako tvoji spolužiaci?
- Je niečo konkrétne, čo sa ti na hodine páčilo? Napr. konanie spolužiaka, ktorý učil alebo reakcia žiaka.

Vo väčšine prípadov sa všetkým študentom učiteľstva hodiny páčili. Na čo by sme chceli poukázať, boli odpovede na poslednú otázku pri náčuve:

- „Niektoré deti boli aktívne a šťastné, že sa môžu niečo nové naučiť.“
- „Neviem presne jeho meno, ale jeden kolega zostal dlhšie, lebo to dieťa bavilo a využil ešte čas, kým mu išla MHDčka“
- „Entuziazmus detí do práce s robotmi“

Nie každý študent učiteľstva vypĺňal dotazníky zodpovedne, odpovedali, že dotazníky im nevyhovujú a prešli sme na ústnu reflexiu hneď po krúžku. Takáto reflexia sa nám osvedčila omnoho viac.

Na základe vyššie uvedených zistení sme už v priebehu zimného semestra zaviedli zmeny v organizácii, kedy učili všetci budúci učitelia a nikto nemal náčuvy. Viac sa nám osvedčilo, keď sa na malé skupinky 3-4 žiakov sami vyčlenili približne dvaja budúci učitelia, ktorí učili spolu, tzv. team teaching (tímové vyučovanie).

Na každú hodinu dostal budúci učiteľ slobodu v tom, čo bude učiť – mohol si vybrať tému, ale bolo zdôraznené, že téma má baviť nielen učiteľa, ale aj žiaka a navádzali sme budúcich učiteľov k diskusii so žiakmi, čo by sa chceli učiť. Väčšinou chceli stavať a programovať LEGO robotov, ale bavilo ich aj programovanie Code Combat, Monkey Code a iné.

V novembri k nám začali chodiť aj 2 deti zamestnancov katedry informatiky (5-ročný chlapec a 8-ročné dievča). Považujeme to za pozitívnu spätnú väzbu od katedry (obr. 2).

Obr. 2 Vyučovanie na informatickom krúžku

V decembri nám začal pomáhať s krúžkom aj študent 1. ročníka aplikovanej informatiky Martin Bako, pretože si „chce odskúšať učenie“.

Vzhľadom na to, že raz krúžok pripadol na sviatok sv. Mikuláša, poprosili sme dekanát FPV o sponzorské dary do mikulášskych balíčkov. Dostali sme 20 ks bateriek na svietenie a 20 ks pier s logom FPV. Doplnili sme to pár keksíkmi a cukríkmi a vyrobili sme mikulášske darčeky. Jeden chlapec prišiel s mikulášskou čiapkou, ktorú sme si požičali a jeden budúci učiteľ robil „zástupcu Mikuláša“. Zároveň sme v tento deň prvý raz pracovali s dronom, ktorý sme zakúpili zo získaného grantu.

4.2 Využitie grantu

Získaný grant 300 € sme využili na kúpu drona. V tom čase sme na Slovensku ani v Česku nenašli eshop, ktorý by tohto drona ponúkal, takže sme nakoniec objednávali z Holandska. Aby sme čo najviac ušetrili, napísali sme im e-mail o našich aktivitách a dali nám 10 % zľavu, takže sme mohli kúpiť aj ďalšiu CPU jednotku pre dron.

Obr. 3 Dron a možnosti jeho skladania
Zdroj: [15]

Dron sa nazýva Airblock [15], je programovateľný a skladateľný do rôznych ďalších zostáv (obr. 3), napr. vznášadlo či motorový čln. Je ovládaný pomocou mobilu alebo tabletu cez Bluetooth technológiu. Dron je vybavený integrovaným LED osvetlením, barometrom, gyroskopom a ultrazvukovým zariadením. Je zostavený zo 6 hexagónov s motormi a vrtuľkami a v strede sa nachádza procesor. Pomocou Makeblock aplikácie je programovateľný v prostredí podobnom Scratch.

4.3 Prvé vyhodnotenie a diskusia

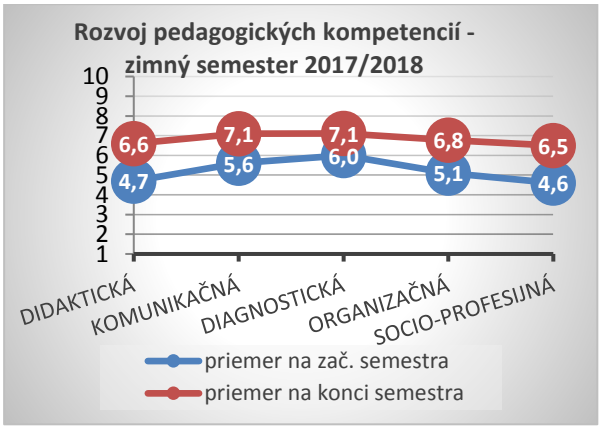
Na konci zimného semestra sme urobili „veľkú“ ústnu reflexiu, v ktorej sme zistili, že žiakom ZŠ sa krúžok páči. Vyjadrili sa, že by takýchto učiteľov chceli aj na svojich školách, naučili sa najmä programovanie a iné „informatické záležitosti“, zmenili by dobu trvania krúžku na 3 hodiny a páčilo sa im, že na 1 hodine sa im venovalo viac učiteľov, mali viac možností a „nestrácalo sa toľko času“. Budúci učitelia boli k žiakom „strašne milí“ a vraj sú „kamarátskejší, vtipnejší a mladší“.

Reflexiu sme urobili aj u zúčastnených študentov prostredníctvom videokamery. V letnom semestri chcú v aktivite pokračovať. Uvádzame niekoľko výsledkov našich zistení:

- „Ja som prváčka a v živote by sa mi ani nesnívalo, že už v 1. ročníku budem učiť deti.“

- „Dostanem prvotný kontakt skôr ako v Mgr. stupni. Ja si sám uvedomím, či chcem s deťmi robiť, alebo nie. Zo začiatku som bol taký, že som čakal na pokyn, čo sa ide diať, a potom to už bolo také, že môžem prísť aj s nejakým nápadom, môžem niečo povedať, podiskutovať. Nebolo to len o tom, že dostanem veci, ktoré mám robiť, ale môžem si vymyslieť, čo idem robiť.“
- „Naučil som sa taký lepší prístup k deťom a pýtať sa, čo si o tom myslia deti a čo už asi vedia. Myslím si, že sa skôr naučia tak, keď oni začnú rozmýšľať samy než keď my im to všetko povieme.“
- „Naučila som sa vnímať deti. Nie je to také, že pripravím si niečo a silou-mocou to chcem presadiť, ale páčilo sa mi, že sme sa museli prispôsobiť tomu, čo chceli tie deti.“
- „Mne osobne už len práca s deťmi dáva dosť, preto som si vybral prácu učiteľa. Deti boli vysmiate, celý čas ich to bavilo a ani neregistrovali, koľko je hodín.“

Čo sa týka rozvoja pedagogických kompetencií, dotazník s posudzovacími škálami sme urobili so všetkými študentmi učiteľstva. Merali sme nasledovné kompetencie [16]: didaktická, komunikačná, diagnostická, organizačná, socio-profesijná. V posudzovacích škálach od 0 do 10, kde 0 je najmenej a 10 je najviac, sa mali budúci učitelia vyjadriť, ako sa cítili predtým v septembri v rámci pedagogických kompetencií a ako potom, v decembri. Vo všetkých prípadoch sa budúci učitelia cítili v rámci škál lepšie. Spolu ide o celkové zlepšenie o 1,62 bodu.



Graf 2 Rozvoj pedagogických kompetencií - zimný semester 2017/2018

Reflexiu nám poskytla aj didaktička informatiky: „Projekt týkajúci sa zriadenia krúžku je na našej katedre vítanou aktivitou študentov, prostredníctvom ktorého si majú možnosť vyskúšať si voľnočasové informatické vzdelávanie pre deti materských a základných škôl. Zároveň tento projekt môže prispieť k zviditeľneniu katedry a učiteľského informatického vzdelávania na FPV UMB. Študenti Bc. štúdia môžu pracovať na pôde školy s deťmi, keďže všetky praxe sú až v Mgr. štúdiu, môžu si takto už počas Bc. štúdia overiť, čo práca s deťmi obnáša a či to študentov učiteľstva baví.“

Z vyššie uvedených zistení usudzujeme, že **v prvom semestri** išlo dobre: Informatický krúžok sa zrealizoval, máme učebňu, budúcich učiteľov a žiakov. Podpora katedry. Využitie grantu. Zlepšuje sa nám reflexia. Spolupráca budúcich učiteľov vo všetkých ročníkoch navzájom a vzájomná podpora. **Čo treba zlepšiť:** Chceme sa zamerať aj na iné pedagogické zručnosti, napr. socio-profesijnú → kurzy a prednášky pre budúcich učiteľov.

4.4 Realizácia letný semester

Katedra informatiky nám poskytla najnovšiu počítačovú učebňu na katedre. Aby sa nestalo, že niektorí študenti budú mať v čase krúžku vyučovanie, do rozvrhu sa zadala podmienka, aby v čase krúžku nemali budúci učitelia informatiky žiadne vyučovanie.

Na základe zistení zo zimného semestra sme si zaumienili, že sa zameriame aj na socio-profesijnú kompetenciu (okrem toho, že krúžok bude so žiakmi naďalej prebiehať). Na základe toho sme oslovili Mareka Mansella, podpredsedu PyCon konferencie zameranej na programovanie v Pythone, ktorý nám 28. februára 2018 urobil bezplatný workshop Práca s micro:bit. Traja študenti sme sa zároveň v dňoch 9.-10. marca zúčastnili konferencie PyCon 2018.

Komenského inštitút nám prisľúbil okrem spomínaného grantu aj ďalšiu dotáciu na 2 batérie pre dron. Taktiež nám prisľúbil organizačnú pomoc pri plánovanej exkurzii so žiakmi do bratislavských firiem ESET a Pixel Federation a Komenského inštitút nám prisľúbil organizačnú pomoc.

V rámci projektu, ktorý prebieha na ZŠ J. Bakossa 5 spôsobov programovania od Nadácie Orange v hodnote 1300 €, sa zakúpili Phiro Unplugged Pro roboty, ktoré sa v rámci projektu zapožičiavajú aj na informatický krúžok.

Niektorí zo študentov sa vyjadrili, že sa viac budú venovať metodikám pre Airblock dron a Phiro Unplugged Pro.

Obr. 4 Vyučovanie s Phiro Unplugged Pro

Záver

Informatický krúžok, ktorý sa uskutočňuje na katedre informatiky UMB a zapojilo sa doň 75 % budúcich učiteľov informatiky z fakulty, je vhodným prostriedkom na to, aby sa všetci študenti učiteľstva informatiky zapojili do vyučovacieho procesu. Zároveň ide o možnosť, ako prilákať študentov učiteľstva k učiteľskej profesii. Študenti sa hodnotili na základe posudzovacích škál pred a po zimnom semestri v rámci pedagogických kompetencií, kde sa zlepšili o 1,62 bodu z 10, čo považujeme za progres. Na základe reflexie sme zistili, že študenti učiteľstva i katedra informatiky vidia perspektívu v organizovaní informatického krúžku a budúci učitelia si na základe posudzovacích škál myslia, že sa vďaka informatickému krúžku rozvíjajú vo všetkých posudzovaných kompetenciách. všetkých posudzovaných pedagogických kompetenciách.

Poďakovanie

Ďakujem mojej školiteľke Ing. Jane Jackovej, PhD. za cenné rady a vedenie pri písaní tohto článku.

Projekt vznikol v rámci štúdia na Komenského inštitúte:

Obr. 5 Logo Komenského inštitútu a donori
Zdroj: [8]

Použitá literatúra

[1] HRUBIŠKOVÁ H., VRABEC M. (2017) Budúci učitelia prírodovedných predmetov In Pedagogická revue, ročník 64, číslo 1, p. 125 http://www.statpedu.sk/files/sk/publikacna-cinnost/pedagogicka-revue/pedagogicka-revue1_2017.pdf

[2] PAVLOV I. (2013) Štandardizácia profesijných kompetencií učiteľov (východiská a perspektívy), Škola plus s.r.o., Prešov, p. 49

[3] BURJAN V. (2017) Kam kráčaš, učiteľ? In Dobrá škola, ročník 8, číslo 9, p. 20

[4] KOSOVÁ B. (2015) Profesijná praktická príprava budúcich učiteľov, Belianum, Banská Bystrica, p. 23

[5] Pedagogická prax [Citované 20. február 2018] http://www.fpv.umb.sk/studium/pre-studentov/pedagogicka-prax.html

[6] BURJAN V. (2017) Študenti pomáhajú fakulte In Dobrá škola, ročník 8, číslo 9, p. 22

[7] Mapování inovací ve vzdělávání pedagogů [Citované 20. február 2018] http://otevreno.org/mapovani/

[8] SVOREŇOVÁ D., NOŠČÁKOVÁ Ľ., ŠTESKOVÁ M., et al. (2018) Dvadsať inšpiratívnych učiteľských príbehov (Ako meníme školstvo zdola), Centrum environmentálnej a etickej výchovy Živica, Bratislava, p. 6

[9] JUSKO, P. (2017) UMB ako odborný partner programu Komenského inštitútu In Spravodajca UMB, ročník 23, číslo 3, p. 24 http://brozury.umb.sk/books/wxco/

[10] Komenského inštitút [Citované 16. január 2018] http://www.komenskehoinstitut.sk/

[11] Individuálny rozvojový program učiteľa. [citované 16. január 2018] https://www.leaf.sk/irpu/

[12] PETLÁK E. (2016) Úvaha nad premenou školy In Pedagogická revue, ročník 63, číslo 1-2, p. 8

[13] TUREK, I. (2008) Didaktika, Wolters Kluwer s.r.o., Bratislava, p. 54

[14] KALAŠ I., PEKÁROVÁ J., KABÁTOVÁ M., et al. (2009) Ďalšie vzdelávanie učiteľov základných škôl a stredných škôl v predmete informatika, Vzdelávanie v škole a mimo nej, Štátny pedagogický ústav, Bratislava, p. 19

[15] Makeblock Drone [Citované 16. január 2018] http://store.makeblock.com/airblock-buy

[16] Didaktika informatiky [Citované 20. február 2018] http://www.jbenacka.szm.com/download/Didaktika/01_Didaktika_ucitel.pps.

Využitie smartfónov a tabletov v školských fyzikálnych experimentoch zameraných na tému svetlo

Utilization of Smartphones and Tablets in School Physics Experiments Focused on Light

Patrícia Kopecká[1] – Lukáš Slobodník[2]
Školiteľ: Monika Hanáková[3]
[1,2,3]Katedra fyziky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
[1] patricia.kopecka@student.ukf.sk, [2] lukas.slobodnik2@student.ukf.sk, [3]hanakova.monicka@gmail.com

Abstrakt
Cieľom tejto práce bolo poukázať na možnosti využitia smartfónov a tabletov s nainštalovanými fyzikálnymi aplikáciami ako meracích zariadení vo vybraných školských fyzikálnych experimentoch a týmto spôsobom zatraktívniť štúdium fyziky. Pomocou aplikácií Phyphox a Physics Toolbox Sensor Suite bola sledovaná závislosť osvetlenia od vzdialenosti, odrazivosť svetla rôznych farieb papiera a meraná závislosť osvetlenia od času. Navrhli a otestovali sme experimenty, ktoré sme následne realizovali so žiakmi a študentmi na piatich školách počas trinástich hodín fyziky. Pomocou dotazníkov sme zisťovali názory a skúsenosti žiakov, študentov, aj učiteľov s využívaním smartfónov a tabletov v školských fyzikálnych experimentoch, ale aj v bežnom živote.

Kľúčové slová: smartfón, tablet, luxmeter, senzory, fyzikálne experimenty, mobilné aplikácie

Abstract
This paper aims to point out the opportunities for using smartphones and tablets equipped with physical applications as measuring devices in selected school physics experiments and in this way to make the study of physics more attractive. Applications Phyphox and the Physics Toolbox Sensor Suite were used to observe dependence of illuminance on a distance, light reflectance of different colours of paper and to monitor time dependence of illuminance. Experiments were designed and subsequently realized with pupils and students at five schools during thirteen physics lessons. Using questionnaires, we found the attitudes and experiences of pupils, students, and teachers about using smartphones and tablets in school physics experiments as well as in everyday life.

Key Words: smartphone, tablet, luxmeter, sensors, physics experiments, mobile applications

Úvod

V súčasnosti, keď vnímame technický pokrok vo všetkých oblastiach, sa aj školy snažia držať krok s modernou dobou a do procesu vyučovania zaraďujú informačno-komunikačné technológie. Stále častejšie sa v pedagogickom procese využíva premietanie prezentácií a zvyšuje sa aj množstvo interaktívnych tabúľ na školách. Vďaka projektom zameraným na modernizáciu výučby s využívaním najnovších technológií, ako napr. Škola na dotyk a IT Akadémia, sú niektoré školy vybavené tabletmi.

Tablety spolu so smartfónmi sa stali každodennou súčasťou života väčšiny žiakov a študentov. Využívajú tieto zariadenia najmä na komunikáciu a zábavu, ale aj namiesto fotoaparátu, hudobného prehrávača, kalendára, televízie, kalkulačky. Prítomnosť senzorov v týchto zariadeniach si však málokto z nich uvedomuje.

Cieľom našej práce bolo poukázať na možnosti využitia smartfónov a tabletov s nainštalovanými fyzikálnymi aplikáciami ako meracích zariadení vo vybraných školských fyzikálnych experimentoch. Realizáciou experimentov na školách sme na základe pozorovania a dotazníkového prieskumu chceli zistiť predpoklady zaradenia takýchto experimentov do výučby a tak zatraktívniť štúdium fyziky.

1 Teoretické východiská

Experimentálna činnosť je dôležitou súčasťou vyučovania fyziky. Pri empirickom poznávaní fyzikálnych javov sú uplatňované didaktické zásady názornosti, uvedomelosti a aktivity [1]. Experimentálna fyzika je časť fyziky, ktorá sa zaoberá pozorovaním javov, ktoré prebiehajú v prírode samovoľne alebo sú vyvolané zámerne pri plánovanom pokuse [2]. Pri rôznych experimentoch sa často používajú veľmi zložité a nákladné prístroje a zariadenia, na ktoré veľa škôl nemá finančné prostriedky, a tak pozorujeme

nedostatočné vybavenie školských fyzikálnych laboratórií. Tento problém je možné aspoň čiastočne vyriešiť používaním smartfónov a tabletov namiesto fyzikálnych meradiel.

Smartfón je mobilný telefón s dotykovou obrazovkou, ktorý má vstavané osobné informačné programy (ako napr. elektronický kalendár a adresár) a operačný systém, ktorý dovoľuje inštaláciu iných počítačových programov a aplikácií ako napr. webový prehliadač, e-mail, hudobný prehrávač, prehrávač videí a iné aplikácie [3]. Tablet je počítač, ktorý sa líši od smartfónu konštrukčnými rozmermi a telekomunikačnými funkciami [4]. Medzi najbežnejšie senzory zabudované v smartfónoch a tabletoch patrí mikrofón, proximity senzor (senzor blízkosti), akcelerometer a luxmeter.

Využitím smartfónov a tabletov pri realizácii fyzikálnych experimentov na školách sa zaoberali autori Kuhn, Vogt [5, 6], González a kol. [7], Parolin, Pezzi [8], Wong, Xu, Chao [9], Finta [10], Hanáková [11]. Spomínaní autori sa zaoberajú prípravou smartfónmi podporovaných experimentov (smartphone-aided experiments). Kuhn a Vogt zamerali svoj výskum, týkajúci sa učenia s využitím nových médií ako experimentálnych nástrojov (New Media Experimental Tools, v skratke N.E.T), na vplyv smartfónov a tabletov na učenie sa žiakov. Základným predpokladom výskumu je, že úspech a motivácia učiaceho sa sú vyššie, ak skúmajú fyzikálny jav s využitím autentických prostriedkov – moderných každodenne využívaných prístrojov, aj keď v bežnom živote ich využívajú na iné účely ako je meranie [5].

2 Výber vhodných aplikácií

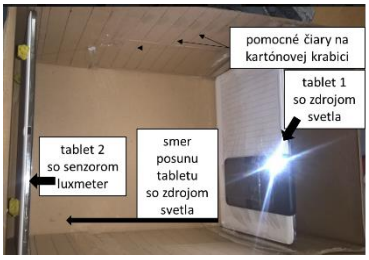
Pre experimenty na školách a nízkonákladové tabletové laboratórium je dôležitým kritériom dostupnosť aplikácie. Aplikácia by mala byť zadarmo stiahnuteľná a kompatibilná s čo najväčším počtom zariadení. Týmto kritériám najviac vyhovujú aplikácie Phyphox a Physics Toolbox Sensor Suite.

Phyphox (physical phone experiments) je aplikácia, ktorá dáva žiakom, študentom a všetkým zainteresovaným osobám možnosť vykonať ich vlastné experimenty a nadobudnúť skúsenosti so získavaním a analýzou dát. Je vyvinutá Inštitútom fyziky na Univerzite RWTH Aachen v Nemecku [12]. Najväčšou výhodou aplikácie Phyphox je vzdialený prístup s iným zariadením, pomocou ktorého sa dá aplikácia ovládať. Ďalšie výhody sú, že aplikácia Phyphox okrem zaznamenávania hodnôt vytvára aj graf, je dostupná v anglickom jazyku, obsahuje jednoduché užívateľské rozhranie, umožňuje využitie veľkého množstva senzorov a získavať z nich dáta.

Physics Toolbox Sensor Suite je aplikácia umožňujúca zmeniť smartfón na výskumný nástroj vhodný pre stredné školy, univerzity a na profesionálne účely [13]. Podobne ako Phyphox je dostupná v anglickom jazyku a umožňuje získavať dáta z veľkého množstva senzorov. Na rozdiel od Phyphoxu však nemá vzdialený prístup. Tento problém sa dá vyriešiť pomocou aplikácie AirDroid umožňujúcej zobrazenie obrazovky tabletu alebo smartfónu na inom zariadení.

3 Aparatúra a experimenty zamerané na meranie osvetlenia

Svetlo je časť elektromagnetického vlnenia s vlnovou dĺžkou od 380 nm do 780 nm, ktoré spôsobuje v našom oku fyziologický vnem, nazývaný videnie [14]. Osvetlenie *E* je jednou zo základných fotometrických fyzikálnych veličín. Je definované ako podiel svetelného toku a veľkosti plochy, na ktorú svetelný tok dopadá [15]. Jednotkou osvetlenia je lux a meracím zariadením je luxmeter. Luxmeter je tvorený fotočlánkom, teda polovodičom, ktorý pri osvetlení uvoľňuje elektróny. Nameraný prúd v miliampéroch sa prepočítava na luxy. Luxmeter je konštruovaný tak, aby bol citlivý na viditeľné svetlo a jeho citlivosť na určité vlnové dĺžky bola podobná spektrálnej citlivosti ľudského oka. Pri rôznych druhoch luxmetrov (ako samostatných meradiel alebo zabudovaných v tabletoch a smartfónoch) sa však ich spektrálna citlivosť líši.



Obr. 1 Meracia aparatúra na meranie závislosti osvetlenia od vzdialenosti

Obr. 2 Meracia aparatúra upravená na porovnanie odrazivosti rôznych farieb papiera

Naším zámerom bolo priblíženie sa podmienkam v školách, na ktorých môže chýbať potrebné vybavenie (luxmeter) na realizáciu experimentov. Zamerali sme sa na meranie osvetlenia, ale všeobecne dostupné prístroje (tablet, smartfón) merajú širšiu oblasť elektromagnetického žiarenia a všeobecne dostupné LED zdroje nevyžarujú biele svetlo, pre ktoré je definovaná jednotka osvetlenia. Táto nepresnosť spolu s jednoduchou meracou aparatúrou bola tiež zdrojom odchýlok v meraní.

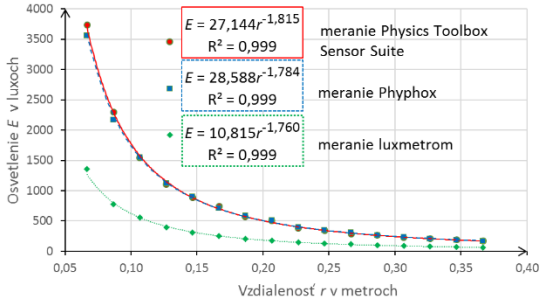
Aparatúra, ktorú sme navrhli, slúžila na meranie závislosti osvetlenia od vzdialenosti (Obr. 1) a tiež na pozorovanie relatívnej odrazivosti svetla od rôznych farieb papiera (Obr. 2). Základom aparatúry bola kartónová krabica, do ktorej sme vložili zdroj svetla a meracie zariadenie. Meracie zariadenia, ktoré sme používali na meranie osvetlenia boli Digital Lux Meter MS 6610 a tablet SAMSUNG Galaxy Note 10.1 Edition 2014. Ako zdroj svetla bola použitá LED dióda mobilného telefónu HTC Desire 650.

Zistili sme si rozmery krabice, meradla a svietidla, ako aj polohu stredu luxmetra na meracích zariadeniach a polohu stredu zdroja svetla. Na základe získaných rozmerov sme uskutočnili niekoľko výpočtov pre presné umiestnenie meracích zariadení a zdroja svetla tak, aby svetlo dopadalo kolmo a do stredu senzorov. Na bočných stenách krabice sme narysovali pomocné rovnobežné čiary, ktoré boli od seba rovnomerne vzdialené (2 cm). Ako vidieť na Obr. 1, meradlo (tablet, luxmeter) sme umiestnili k jednej stene krabice a zdroj svetla k protiľahlej stene. Zdroj svetla sme podľa narysovaných pomocných čiar postupne posúvali bližšie k meradlu a menili tak vzájomnú vzdialenosť medzi zdrojom svetla a senzorom. Po každej zmene vzájomnej polohy sme krabicu zavreli a zakryli textilnou clonou na zamedzenie prístupu vonkajšieho svetla. Hodnoty namerané luxmetrom a tabletom sme odčítali z displeja luxmetra alebo z tabletu, prepojeného na základe vzdialeného prístupu s meracím tabletom, ktoré boli umiestnené mimo krabice.

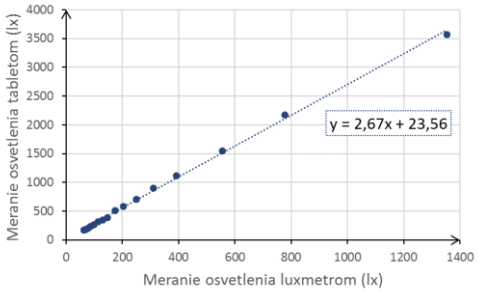
Uskutočnili sme **experiment 1** – meranie závislosti osvetlenia od vzdialenosti v 16-tich rôznych vzájomných polohách luxmetra a LED diódy líšiacich sa o dva centimetre. Výsledky nášho merania sú zobrazené v grafe (Graf 1), z ktorého môžeme odčítať, že intenzita osvetlenia sa so stúpajúcou vzdialenosťou zmenšovala. Tieto merania môžu slúžiť na overenie fotometrického zákona popisujúceho závislosť osvetlenia E od vzdialenosti r nasledovne

$$E = \frac{I}{r^2}\cos\alpha, \qquad (1)$$

kde I je svietivosť zdroja svetla a α je uhol, ktorý zvierajú medzi sebou normála k osvetlenej ploche a smer dopadajúceho svetla. V našom prípade dopadali svetelné lúče kolmo na senzor luxmetra, teda $\alpha = 0°$. Namerané hodnoty sme naniesli do grafu a preložili sme nimi trendovú spojnicu. Na základe známej rovnice (1) sme zvolili mocninovú funkciu a získali sme výsledné rovnice pre jednotlivé merania. Porovnaním týchto rovníc s rovnicou (1) sme overili, že osvetlenie približne závisí od druhej mocniny vzdialenosti.



Graf 1 Závislosť osvetlenia od vzdialenosti meraná luxmetrom a tabletom s aplikáciami Phyphox a Physics Toolbox Sensor Suite (experiment 1)



Graf 2 Porovnanie merania osvetlenia luxmetrom a tabletom s aplikáciou

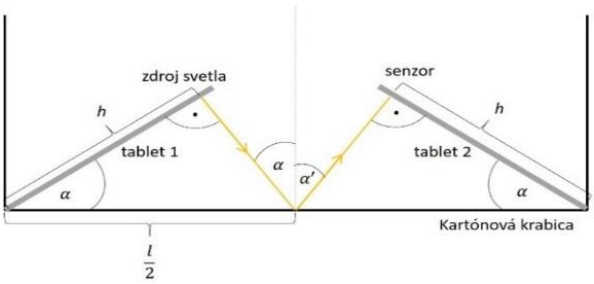
Hodnoty namerané luxmetrom v tablete sú približne 2,67-krát väčšie (kalibrácia luxmetru tabletu pri experimente 1) ako hodnoty namerané luxmetrom, čo je spôsobené rôznou citlivosťou senzorov v určitom úseku spektra elektromagnetického žiarenia (Graf 2). Porovnaním aplikácií sme overili, že výber aplikácie výrazne neovplyvňuje výsledky merania (Graf 1). Vzniknuté nepresnosti umožňujú vytvoriť priestor pre rozvoj fyzikálneho myslenia žiakov a študentov, pri hľadaní príčin odchýlok a možnosti ich odstránenia pod vedením pedagóga.

Pre meranie relatívnej odrazivosti rôznych farebných papierov (v porovnaní s bielym papierom) sme realizovali **experiment 2**. Aparatúru sme upravili tak, ako vidíme na Obr.2 a Obr.3. Tablety sme naklonili

pod uhlom α tak, aby svetelný lúč zo zdroja svetla dopadal na plochu farebného papiera. Uhol α sme vypočítali pomocou rovnice (2)

$$\cos\alpha = \frac{2h}{l}, \qquad (2)$$

kde h je vzdialenosť od konca tabletu umiestneného na podložke po zdroj svetla, prípadne senzor a $l/2$ je vzdialenosť od okraja krabice, kde je umiestnený tablet po miesto, kam dopadá maximum svetla zo svetelného zdroja (Obr.3).



Obr. 3 Schéma usporiadania aparatúry na porovnanie odrazivosti papierov rôznych farieb (experiment 2)

Predmety okolo nás vnímame ako farebné preto, že ich povrchy odrážajú svetlo rôznych vlnových dĺžok rôznou mierou [16]. Daný experiment slúži na dokázanie, že papier bielej farby odráža najviac svetla, čo sme dokázali tým, že sme preň senzorom namerali najväčšiu hodnotu osvetlenia. Keďže bol použitý stále rovnaký zdroj svetla, pomerom nameraných hodnôt osvetlenia senzora luxmetra (svetlom odrazeným od papierov) dostaneme ten istý pomer ako pri určovaní relatívnej odrazivosti rôznych farieb papiera (Tab. 1).

Farba	Relatívna odrazivosť %
biela	100
žltá	80
oranžová	50
červená	26
ružová	52
zelená	33
svetlomodrá	51
tmavomodrá	36
hnedá	45
čierna	11

Tab. 1 Meranie odrazivosti svetla od rôznych farieb papiera tabletom

4 Možnosti zaradenia experimentov do vyučovania

Podľa Inovovaného Štátneho vzdelávacieho programu je obsahom štúdia fyziky v rámci ISCED 2 [17] tematický celok Svetlo, preberaný v ôsmom ročníku základnej školy a v treťom ročníku osemročného gymnázia (tercia). Učivo je zamerané na témy súvisiace s navrhovaným experimentom, ako napríklad svetelná energia a jej premena na teplo, svetelný lúč, zdroj svetla, odrazené, prepustené a absorbované svetlo, absorbovanie a odraz farieb spektra povrchmi rôznej farby, odraz svetla a zákon odrazu. Na gymnáziách so štvorročným alebo päťročným štúdiom (ISCED 3A) je téma svetlo preberaná v rámci tematického celku Elektromagnetické žiarenia a častice mikrosveta (tretí ročník alebo septima na osemročných gymnáziách). V tomto tematickom celku sú preberané témy ako napríklad viditeľné žiarenie a odraz svetla [18].

Na základe týchto informácií sa dajú naše experimenty zaradiť ako súčasť vyučovania v spomínaných ročníkoch. Avšak aj mladší žiaci majú základné poznatky v oblasti svetla nadobudnuté na predmete prírodoveda, vyučovaného na prvom stupni základných škôl (ISCED 1) alebo získané skúsenosťami z bežného života. Vychádzajúc z toho, môžeme tieto experimenty zaradiť do vyučovania aj v nižších ročníkoch ako motivačné experimenty. Žiaci si rozvíjajú bádateľské spôsobilosti, najmä schopnosť pozorovať, merať, experimentovať, spracovať namerané údaje vo forme tabuliek a grafov. Súčasťou týchto spôsobilostí sú aj manuálne a technické zručnosti žiaka, schopnosť formulovať hypotézy, tvoriť závery a zovšeobecnenia, interpretovať údaje a opísať ich vzájomné vzťahy. Vzhľadom na vek žiakov je pre nich zaujímavý najmä empirický postup, pre ktorý je charakteristické riešenie problémov experimentálnou metódou aj s využitím informačno-komunikačných prostriedkov [17].

5 Realizácia a využitie experimentov na školách

Naše experimenty sme realizovali 29.1.-6.2.2018 na troch základných školách v deviatich triedach a na dvoch gymnáziách v štyroch triedach v Trnave, Hrnčiarovciach nad Parnou, Nitre a Močenku.

Našim zámerom bolo prezentovať smartfóny a tablety ako meracie zariadenia, ktoré sú väčšine žiakov dostupné a zistiť ich reakciu na takéto využitie pri školských fyzikálnych experimentoch.

Realizáciu na školách sme navrhovali na dĺžku jednej vyučovacej hodiny.

Na úvod sme žiakov oboznámili s fungovaním aplikácie Phyphox a zaznamenávaním dát, čo sme

názorne ukázali na využití akcelerometra. Tento senzor je zabudovaný v každom smartfóne a tablete a je využívaný na reagovanie na natáčanie obrazovky pri bežnom využití a pri hrách. Na základe toho sme predpokladali, že táto tematika je žiakom a študentom najbližšia a bude dobrým príkladom na uvedenie do tematiky využitia smartfónov a tabletov ako meracích zariadení. Na demonštráciu prvého merania sme využili akcelerometer na prezentovanie princípu krokomeru, ktorý patrí medzi bežne využívané mobilné aplikácie medzi žiakmi a študentmi. Žiaci a študenti mohli pozorovať zmenu zrýchlenia v čase nameranom počas pohybu dobrovoľníka, ktorý kráčal po triede rôznou rýchlosťou. Z grafu bolo možné identifikovať koľko krokov dobrovoľník urobil a ako rýchlo kráčal.

5.1 Meranie závislosti osvetlenia od vzdialenosti – experiment 1

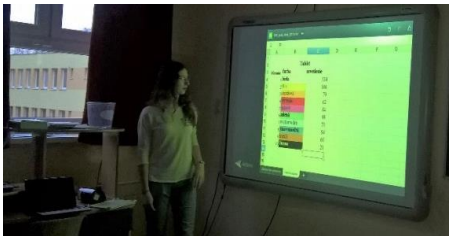
Po tomto úvodnom oboznámení sa s aplikáciou sme prešli na experimenty zamerané na tému svetlo s využitím senzora luxmeter. Vybrali sme si niekoľko dobrovoľníkov, ktorí uskutočňovali samotné meranie a zaznamenávali namerané údaje. Použili sme nami navrhovanú aparatúru. Pred začatím merania sme žiakov a študentov oboznámili s jej hlavnými prvkami a princípom a cieľom merania. V priebehu uskutočňovaného merania sme so žiakmi viedli diskusiu o optimálnom osvetlení priestorov, o meracích zariadeniach využívaných na tieto merania a taktiež o nami používanej aplikácii. Po úspešnom nameraní hodnôt sme spolu vytvorili graf závislosti osvetlenia od vzdialenosti svetelného zdroja a zhodnotili meranie.

Obr. 4 Realizácia experimentu 1 na ZŠ Hrnčiarovce nad Parnou

5.2 Pozorovanie odrazivosti svetla rôznych farieb papiera – experiment 2

Žiakom a študentom sme v krátkosti priblížili dôvod pre úpravu meracej aparatúry. Za pomoci dobrovoľníkov sme realizovali meranie a zaznamenávali údaje (Obr. 5). Výsledkom bola tabuľka (Obr. 6), pomocou ktorej sme so žiakmi a študentmi zhodnotili, ktoré farby oblečenia sa odporúčajú nosiť v lete a ktoré v zime. Diskutovali sme aj o ďalších využitiach rôznej odrazivosti farebných povrchov, ako napríklad pri solárnych paneloch, ohreve vody v bazénoch, oblečení Berberov na púšti a farbách budov v subtropických oblastiach.

Obr. 5 Realizácia experimentu 2 žiakmi na ZŠ Hrnčiarovce nad Parnou

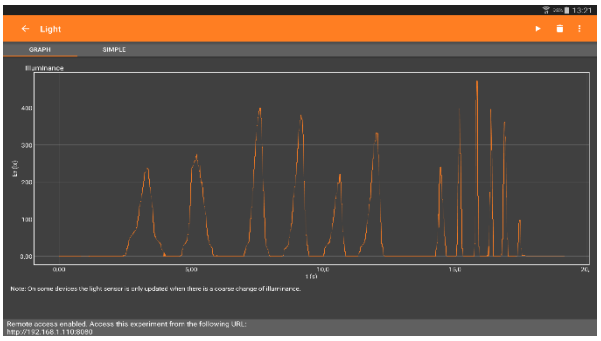


Obr. 6 Premietanie tabuľky s výsledkami merania na interaktívnu tabuľu pomocou aplikácie AirDroid

5.3 „Svetielka“ – experiment 3

Pri treťom experimente sme umiestnili šesť statických svetelných zdrojov v rovnomerných rozostupoch, ktoré predstavovali žiaci a študenti s tabletmi so zapnutými LED diódami. Siedmy študent držal tablet so zapnutou aplikáciou Phyphox. Luxmeter tabletu mal natočený smerom k svetelným zdrojom a prechádzal popred ne rôznou rýchlosťou (Obr. 7). Ostatní sledovali pomocou aplikácie AirDroid na zobrazovacej ploche (tabuľa, plátno) vykresľovanie grafu zobrazujúceho zmenu osvetlenia v čase (Graf 3). Pri prechode popred svetelné zdroje boli vykresľované maximá a ich šírka sa menila v závislosti od rýchlosti pohybu. Žiakov a študentov sme informovali o využití takéhoto spôsobu merania závislosti osvetlenia od času na výpočet rýchlosti pohybujúceho sa objektu.

Obr. 7 Realizácia experimentu 3 na ZŠ Močenok



Graf 3 Závislosť osvetlenia od času pri realizácii experimentu 3

5.4 Samostatná práca žiakov a študentov s fyzikálnymi aplikáciami

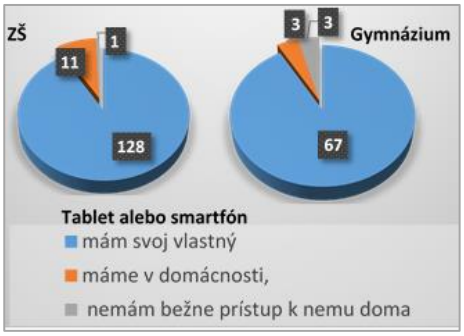
Po zrealizovaní všetkých troch experimentov na tému svetlo, sme rozdali žiakom a študentom tablety a ich úlohou bolo lokalizovať luxmeter na tablete a pomocou aplikácie Phyphox uskutočniť samostatné merania. Žiaci a študenti si odskúšali meranie závislosti osvetlenia od vzdialenosti, vykresľovanie grafu a okrem luxmetra, skúmali využitie aj ďalších senzorov, ako napríklad akcelerometra a magnetometra. Okrem Phyphoxu sme ich oboznámili aj s ďalšími fyzikálnymi aplikáciami, ako napríklad s vodováhou. Tú následne využili na zistenie rovnosti povrchu ich lavíc.

Obr. 8 Samostatná práca žiakov s fyzikálnymi aplikáciami na ZŠ Močenok

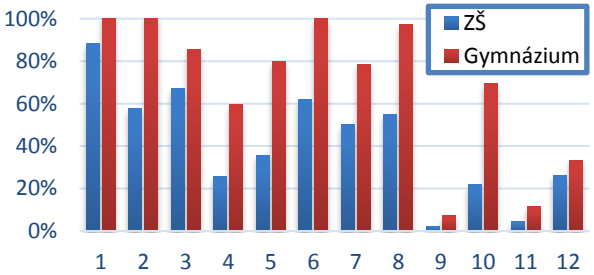
6 Výsledky a diskusia

Dotazníkový prieskum bol zameraný na žiakov a študentov základných škôl a gymnázií, ale aj na učiteľov fyziky. U žiakov a študentov sme zisťovali dostupnosť smartfónov a tabletov, najčastejšie spôsoby využitia týchto zariadení a reakcie na uskutočnené experimenty. Dotazníky boli rozdané žiakom a študentom na konci vyučovacej hodiny, na ktorej sme spolu realizovali experimenty. Odpovede sme získali od 137 žiakov z ôsmich tried základných škôl (67 % respondentov) a 69 študentov z troch tried gymnázií (33 % respondentov). Celkovo sa dotazníkového prieskumu zúčastnilo 206 respondentov. Respondenti mohli vyberať viac ako jednu odpoveď, a teda počet odpovedí bol väčší ako počet respondentov.

V grafe 4 vidíme zhodnotenie dostupnosti zariadení žiakov základných škôl a gymnázií. Pozorujeme, že podľa väčšiny uvedených odpovedí majú respondenti svoj vlastný smartfón alebo tablet alebo majú k nemu prístup v domácnosti.



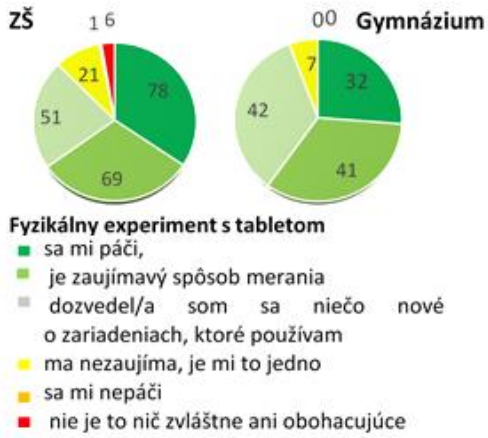
Graf 4 Dostupnosť smartfónov a tabletov



Graf 5 Účel využívania smartfónov a tabletov
legenda: 1-internet + komunikácia, 2 - fotodokumentácia, videozáznam, 3-hranie hier, 4 - aplikácie na meranie vzdialeností a počítanie krokov, 5-navigácia (GPS), kompas, 6-jednoduché aplikácie (stopky, kalkulačka), 7-nahrávanie a prehrávanie zvuku, 8-LED svietidlo, 9-meranie rozmerov a uhlov, 10 -práca s dokumentmi, 11 - videomeranie, 12-iné (YouTube)

Z hľadiska využívania týchto zariadení môžeme pozorovať rozdiel medzi základnými školami a gymnáziami v bežnom využívaní tabletov a smartfónov. Na základných školách sú najviac využívané smartfóny a tablety na internet a komunikáciu, hranie hier a používanie jednoduchých aplikácií. Na používanie internetu a komunikáciu sú smartfóny a tablety najviac využívané aj na gymnáziách spolu s fotodokumentáciou, videozáznamom a využívaním jednoduchých aplikácií (Graf 5).

Reakcie žiakov a študentov na vykonané experimenty boli podľa väčšiny zadaných odpovedí pozitívne, čo znázorňuje Graf 6.

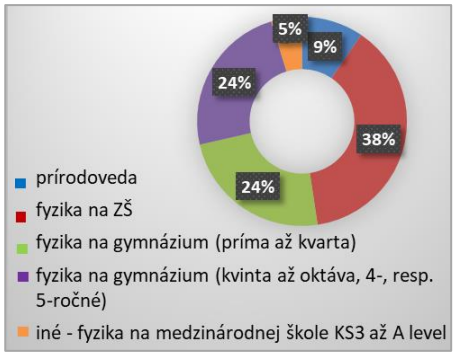


Graf 6 Názory respondentov na realizované experimenty s tabletmi

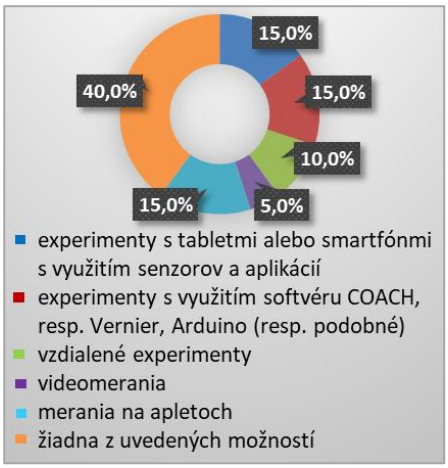
V ďalšom dotazníkovom prieskume sme zisťovali názory 15 učiteľov zo šiestich okresov na možnosť využitia smartfónov a tabletov v školských fyzikálnych experimentoch. Respondenti boli najmä z okresu Nitra (47 %), Bratislava, Šaľa a Trnava (13 %) a Ilava a Komárno (7 %).

V grafe 7 vidíme, že respondenti majú skúsenosť s vyučovaním fyziky prevažne na základnej škole (38%) a gymnáziách (24 %). Pri vykonávaní fyzikálnych experimentov respondenti využívajú najviac tradičné metódy merania bez využitia IKT (40 %) (Graf 8). Zistili sme, že podľa 34,5 % respondentov využitie smartfónov a tabletov vo fyzikálnych experimentoch môže zvýšiť záujem žiakov o prírodné vedy a podľa 27,6% respondentov podporuje častejšie vykonávanie experimentov žiakmi (Graf 9).

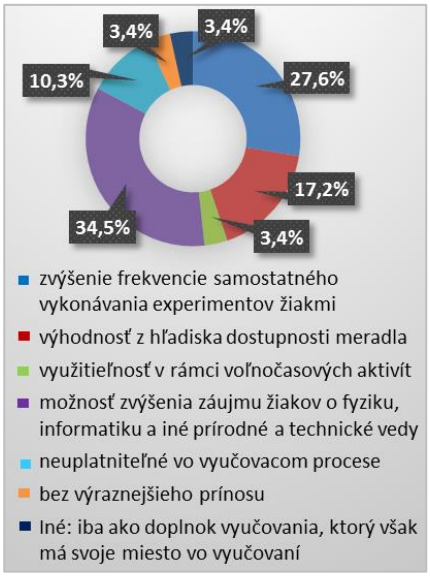
Respondenti uvádzali, že by smartfóny a tablety vedeli využiť na meranie osvetlenia, rýchlosti, vzdialenosti, odrazu svetla, teploty, gravitačnej konštanty s využitím akcelerometra smartfónu a aplikácie SparkVue, pri laboratórnych prácach a videomeraniach, ako stopky a kalkulačku, pri kmitaní, na zapisovanie nameraných údajov, snímanie a analýzu zvuku. Inšpirácie pre realizáciu takýchto experimentov by čerpali z internetu, YouTube, z kurzov Metodicko-pedagogického centra, ukážok, resp. školení alebo by sa inšpirovali z publikácií a samotného AppStore. Jeden respondent uviedol, že „najprv treba kompletne prerobiť osnovy tak, aby sa naozaj viac venovalo experimentálnemu získavaniu poznatkov. Ak budú vytvorené podmienky, tak inšpirácií pre realizáciu takýchto experimentov je plný internet“.



Graf 7 Pedagogická prax respondentov



Graf 8 Spôsob realizácie experimentálnych úloh respondentmi



Graf 9 Názory respondentov na využitie smartfónov vo fyzikálnych experimentoch

Záver

V súlade so Štátnym vzdelávacím programom sme pripravili a na základných školách a gymnáziách realizovali pilotné testovanie niekoľkých experimentov na tému svetlo v rámci jednej vyučovacej hodiny. Z dotazníkového prieskumu môžeme konštatovať, že väčšina žiakov a študentov vníma smartfóny a tablety najmä ako prostriedok určený k zábave, avšak získali sme pozitívnu spätnú väzbu aj na využitie smartfónov a tabletov ako meradiel v školských fyzikálnych experimentoch. Z našich skúseností vyplýva, že pri využití tabletov a smartfónov v rámci vyučovania fyziky je potrebné organizovať činnosť žiakov s dôrazom na aktivitu každého žiaka, ale aj minimalizovať rušivé vplyvy nainštalovaním potrebných aplikácií vopred a zamedziť prístup na internet počas merania. Učitelia, ktorí sa zúčastnili dotazníkového prieskumu, vidia výhody takéhoto spôsobu realizovania experimentov, avšak poukazujú na časovú náročnosť a uplatniteľnosť vo vyučovacom procese z hľadiska osnov. Využitie takýchto experimentov vidíme pri práci v skupinách, v rámci projektového vyučovania (aj s využitím vlastných zariadení žiakov) pri skúmaní fyzikálnych javov (napr. ako celotriedny projekt overenia platnosti zákona). Poznatky by sme v budúcnosti mohli využiť na tvorbu metodického materiálu.

Poďakovanie

Radi by sme poďakovali našej školiteľke Mgr. Monike Hanákovej za metodické vedenie a aktívnu spoluprácu pri experimentoch. Taktiež oceňujeme spoluprácu a ústretový prístup riaditeľov z nasledovných škôl: ZŠ Hrnčiarovce nad Parnou, ZŠ Nábrežie mládeže v Nitre, ZŠ Močenok, Gymnázium Angely Merici v Trnave a Gymnázium Golianova v Nitre. Osobitne ďakujeme pedagógom: Mgr. L. Bačovej, Mgr. A. Bystrickej, Mgr. P. Králikovej, Mgr. K. Laurinskej, Mgr. J. Moravčíkovej, PhD., Mgr. M. Páleníkovi, Mgr. A. Pápayovej, Mgr. M. Sklenárovej.

Za zapožičanie prístroja (Digital Lux Meter MS 6610) a rady sa chceme poďakovať doc. Ing. S. Malinaričovi, CSc. z Katedry fyziky UKF v Nitre. Za zapožičanie tabletov by sme sa chceli poďakovať doc. PaedDr. S. Čeretkovej, PhD. a PaedDr. I. Boboňovej, PhD., ktoré spravujú tabletovú učebňu na UKF v Nitre, ktorá vznikla v rámci projektu Škola na dotyk UNIVERZITA.

Použitá literatúra

[1] Onderová, Ľ. a kol. (2013) Fyzika na základnej škole : aktívne a interaktívne. Equilibria, Košice. s. 8. ISBN 978-80- 8143-081- 7

[2] Vachek, J. a kol. (1984) Fyzika pre 1. ročník gymnázií. SPN, Bratislava, s. 9. ISBN 80-08-01447-4

[3] Britannica [Citované: 13. február 2018] https://www.britannica.com/technology/smartphone

[4] Britannica [Citované: 13. február 2018] https://www.britannica.com/technology/tablet-computer

[5] Kuhn, J., Vogt. P. (2013) European J of Physics Education. 4 (1), s. 16

[6] Kuhn, J., Vogt. P. (2013) Frontiers in Sensors. 1 (4), s. 67

[7] González, M. Á. a kol. (2015) Conference TEEM 2015. Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Porto, Portugal, s. 303

[8] Parolin, S. O., Pezzi, G. (2013) The Physics Teacher. 51, s. 508

[9] Wong, W. K., Xu, J-M, Chao, T-K. (2011) Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education. Chiang Mai, Thailand, s. 431

[10] Finta, Z. (2017) OMFI. 46 (4), s. 39

[11] Hanáková, M. (2018) X. Tvorivý učiteľ fyziky X, Smolenice, v tlači

[12] RWTH AACHEN UNIVERSITY [Citované: 13. február 2018] http://www.rwth-aachen.de/cms/root/Die-RWTH/Aktuell/Pressemitteilungen/September/~lwwh/Physiker-der-RWTH-entwickeln-Experimenti/?lidx=1

[13] Physics Toolbox Apps [Citované: 13. február 2018] https://www.vieyrasoftware.net/

[14] Pišút, J. a kol. (1993) Fyzika pre 4. ročník gymnázií. SPN, Bratislava, s. 12. ISBN 80-08-02101-2

[15] Degro, J. (2009) Školské experimenty s luxmetrom. PriF UPJŠ, Košice, s. 3

[16] Vernier [Citované: 18. február 2018] http://www.vernier.cz/stahnout/kucharka/kod/odrazivost-podle-barev

[17] Inovovaný štátny vzdelávací program pre 2. stupeň ZŠ [Citované: 18. február 2018] http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/fyzika_nsv_2014-12-03.pdf

[18] Inovovaný štátny vzdelávací program pre gymnázia so štvorročným a päťročným vzdelávacím programom [Citované: 18. február 2018] http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/fyzika_g_4_5_r.pdf

Multimediálna podpora technického vzdelávania

Technical education suported by the multimedia

Lukáš Kostolanský[1]
Školiteľ: Jana Depešová[2]
[1,2] Katedra techniky a informačných technológií, PF UKF, Dražovská cesta 4, 949 74 Nitra
[1] lukas.kostolansky@ukf.sk [2] jdepesova@ukf.sk

Abstrakt
Moderná škola sa nezaobíde bez moderných technológií, ktoré reprezentujú internet a multimédiá. Multimediálne technológie vo vzdelávaní sa stávajú v súčasnej sfére vzdelávacích trendov neoddeliteľnou súčasťou edukačného procesu. Príspevok poskytuje informácie o multimédiách a ich využití v technickom vzdelávaní. Cieľom príspevku je definovať a popísať pojem multimédiá a nástroje pre tvorbu multimédií. Praktická časť príspevku sa zameriava na problematikou tvorby obsahu e-learningového kurzu podporujúceho tvorbu multimediálnych pomôcok využiteľných vo vzdelávaní. Charakterizuje stanovený výskumný problém, použité metódy a výskumnú vzorku. Pomocou výskumu a jeho analýzy zisťuje vplyv nami vytvoreného e-learningového kurzu Multimédiá vo vzdelávaní na dosiahnuté výsledky študentov ako budúcich pedagógov a zo zistení vyvodzuje odporúčania pre prax.
Kľúčové slová : multimédiá, multimediálne nástroje, podpora vzdelávania, e-learning

Abstract
The modern school cannot dispense without modern technologies that are represented by the Internet and multimedia. Multimedia education technologies are becoming an integral part of the education process in the current sphere of learning trends. The contribution provides information about multimedia and their use in the technical education. The aim of the contribution is to define and describe the concept of multimedia and tools for the creation of multimedia. The practical part of the contribution focuses on the development of the content of an e-learning course supporting the creation of useful multimedia aids in education. It characterizes the established research problem, the methods used and the research sample. Through research and its analysis it identifies the impact of our own e-learning curse called Multimedia Education in Learning on the achievements of students as future educators and it determines and draws the recommendations for the practice.
Key Words: multimedia, multimedia tools, education support, e-learning

Úvod

V súvislosti s nástupom počítačov a rozvojom ich využívania sú dnes multimédiá termínom, s ktorým sa stretávame stále viac a viac. Obklopili nás tak vo všetkých oblastiach každodenného života. Nevyhla sa im ani oblasť vzdelávania, v ktorej sa stávajú čoraz populárnejšie. Nie len kvôli ich širokému využitiu v rôznych predmetoch a vyučovacích jednotkách, ale aj modernizácií a zavádzaniu nových spôsobov výuky a edukácie do vzdelávania.

V oblasti vzdelávania umožňujú multimédiá učiteľom prezentovať určitú oblasť v ich stanovenej hĺbke a šírke z hľadiska odovzdávaných informácií, a žiakom zasa vstrebať informácie viacerými zmyslami naraz. Učiteľ tak môže svoj výklad doplniť o zaujímavý multimediálny produkt, vo väčšine prípadov premietaný na plátne, zobrazený na monitoroch žiakov, alebo prezentovaný pomocou stále viac populárnej interaktívnej tabule. Dôležitým faktorom pri vzdelávaní žiakov je ich motivácia a záujem o aktivitu. V odbornej literatúre, mnohých časopisoch a internetových článkov môžeme nájsť informáciu, že práve multimédiá do veľkej miery podporujú tieto dva faktory. Sú významným prvkom, ktorý by sa mal vo vzdelávaní ďalej rozvíjať.

Cieľom príspevku je definovať a popísať pojem multimédiá, definovať a popísať nástroje pre tvorbu multimédií. Na základe uvedených informácií bol následne vytvorený e-learningový kurz, ktorý bol zameraný na osvojenie si vedomostí a zručností potrebných na tvorbu multimediálnych pomôcok. Absolvovanie kurzu vedie k cieľu naučiť budúcich technicky orientovaných pedagógov k samostatnej tvorbe multimediálnych pomôcok vhodných na využitie vo vzdelávaní. Druhou úlohou, ktorú sme overovali po aplikácii kurzu bolo zistiť, či je obsahová a formálna

stránka vytvoreného kurzu je vhodná aj pre netechnicky orientovaných pedagógov, a tak potvrdiť jeho širšie uplatnenie v praxi.

1 Charakteristika multimédií

Prvým krokom pri tvorbe kurzu je definovanie a charakteristika multimédií. Ak by sme chceli slovo multimédiá doslovne popísať rozdelili by sme ho na výraz *médiá*, ktorý pochádza z latinského *medius* - prostredie, s ktorým ďalej súvisí *mediarte* - sprostredkovať. V dnešnom slova zmysle sa jedná predovšetkým o sprostredkovanie informácií.

Multi je z latinského *multus* - mnohý. Multimédiá tak možno opísať ako *„sprostredkovateľa informácií a vnemov v jedinom zariadení súčasne, viac spôsobmi s možnosťou interaktivity.“* [1]

V multimédiách dochádza k súčasnej kombinácii zvuku, obrazu, grafiky a textu, pričom tým, čo rozlišuje multimédiá od klasických médií, je ich interaktívnosť - možnosť ovplyvňovať to, čo uvidíme a budeme počuť. Multimédiá kladú dôraz na individuálnu voľbu, spravidla počítajú s reakciou jedného konkrétneho užívateľa.[1]

Multimédiá sú teda integráciou textu, obrázkov, počítačovej grafiky, zvukových záznamov, animácií a videí spracovaných s účelom sprostredkovania informácií (čiže sú spojením rôznych médií – nosičov alebo sprostredkovateľov informácií), pričom musí byť pri ich používaní (najčastejšie prostredníctvom počítača) používateľovi umožnené, aby sa interaktívne zúčastnil na tomto sprostredkovaní, teda aby mal možnosť zasiahnuť do priebehu/ prezentácie multimediálnej aplikácie.[2], [3]

Iná definícia popisuje multimédiá ako *„integrujúcou technológiou, využívajúcou digitálne postupy na získavanie, spracovanie, ukladanie a distribúciu rôznych foriem informácií, ktorá významným spôsobom ovplyvňuje spôsoby informovania ľudí. Z hľadiska multimédií rozoznávame tieto formy informácií: text, obraz (grafika), zvuk, animácia, video.“* [4]

Průcha uvádza nasledujúce znaky charakteristické pre multimédiá:

- používanie interaktívnych prostriedkov pre odovzdávanie informácií,
- obojsmernosť komunikácie,
- kombinovaná informácia, ktorá obsahuje statický aj oživený obraz, zvuk, klasickú písomnú informáciu,
- viacúrovňová informácia obsahujúca možnosť postupovať v texte rôznymi smermi (tzv. hypertext). [5]

Bezák [6] vo svojej odbornej publikácii nazýva multimédiá *„vo všeobecnosti takým obsahom, ktorý je výsledkom vzájomného prepojenia audiovizuálnej, komunikačnej a počítačovej techniky, kde dochádza k súčasnému prepojeniu zvuku, obrazu, grafiky, animácií a textu, pričom tým čo multimédiá odlišuje od klasických médií je ich interaktívnosť tzn. možnosť ovplyvňovať to, čo vidíme a počujeme.“*

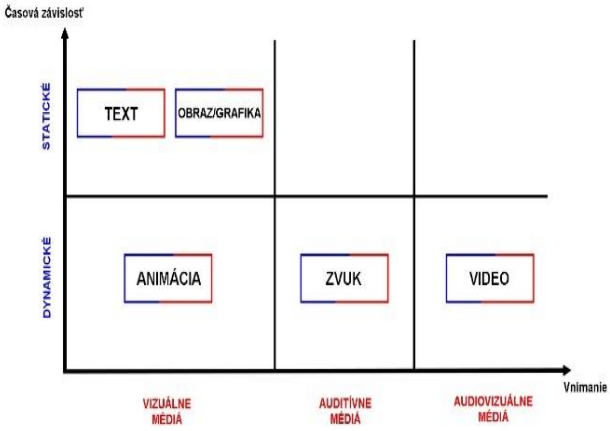
Multimédiá (multimediálne prvky) môžeme ďalej klasifikovať do niekoľkých kategórií podľa rôznych hľadísk. Z hľadiska časovej závislosti sa multimédiá delia na:

- ***statické*** časovo nepremenlivé (multimediálnymi prvkami sú text a obraz),
- ***dynamické*** - časovo premenlivé (multimediálnymi prvkami sú animácie, video a zvuk).

Rozdelenie podľa časovej závislosti je menej typické, a preto nebude podrobnejšie uvádzané. Klasifikácia podľa vnímania, ktorá je pre študijné účely významnejšia rozdeľuje multimediálne prvky na:

- ***vizuálne*** (text, obraz/ grafika, animácia)
- ***auditívne*** (zvuk)
- ***audiovizuálne*** (audio a video)

Toto delenie uvádza všeobecne pre médiá tiež Geschwinder. [7]



Obr. 1 Klasifikácia médií podľa časovej závislosti a vnímania

Zdroj: [6] spracoval Lukáš Kostolanský

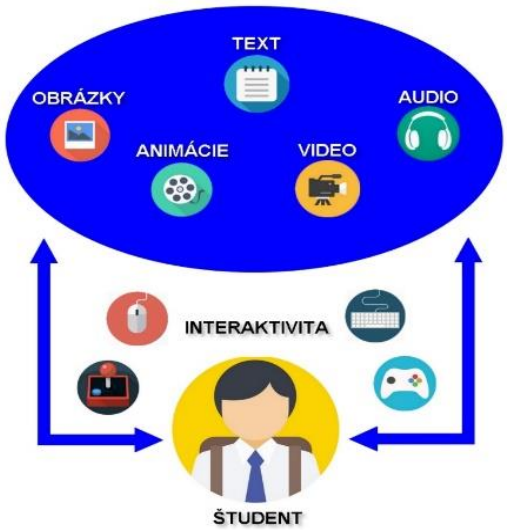
1.1 Multimediálna vzdelávacia pomôcka

V nadväznosti na úvodnú časť príspevku sa budeme ďalej venovať charakteristike pojmu multimediálna vzdelávacia pomôcka. S nástupom počítačov a aplikáciou ich využívania vo vzdelávaní sa s týmto termínom stretávame stále viac. Multimediálne vzdelávacie pomôcky zaujímajú v edukačnom procese technicky orientovaných predmetov významné postavenie, pretože obsahujú informácie vyjadrené formami, ktoré účinne pôsobia na zmysly jedinca.

Tým, že je prostredníctvom multimédií vo vzdelávaní pôsobené súbežne na viac zmyslových receptorov v jednom okamihu, môže jedinec (žiak, študent) dosiahnuť lepšie výsledky edukácie. Učivo je tak preňho hlbšie a trvale osvojiteľné. Myšlienka multimediálneho pôsobenia vo vzdelávaní ale nie je nová. Prvýkrát ju vo svojom diele Veľká didaktika uviedol J. A. Komenský, ktorý prehlásil: *„Nech je pre učiacich zlatým pravidlom, aby sa všetko podávalo všetkými možnými zmyslami. Nech sa veci viditeľné zraku, počuteľné sluchu, čuchateľné čuchu, chutnateľné chuti a hmatateľné hmatu podávajú súčasne viacerými zmyslami.“*

Multimédium preto možno všeobecne chápať ako digitálny prostriedok integrujúci rôzne formáty dokumentov, resp. dát (napr. text, tabuľky, animácie, obrazy, fotografie, schémy, ilustrácie, grafy, mapy, zvuk, hovorený komentár, video a pod.)

Významným znakom multimediálnych vzdelávacích pomôcok je interaktivita (Obr.2).



Obr. 2 Multimediálna vzdelávacia pomôcka vo vzťahu k študentovi
Zdroj: [8] spracoval Lukáš Kostolanský

Tá odlišuje multimediálne dielo od klasického audiovizuálneho diela, napríklad filmu, dokumentu, ktoré len kombinujú text s obrázkami, grafmi atď. Interaktivita umožňuje obojstrannú komunikáciu, pri ktorej môže študent aktívne zasahovať do chodu programu a nie len pasívne prijímať obsah. [8]

Pri aplikácii multimédií do vzdelávania by sme mali dodržiavať nasledujúce didaktické zásady :

- ***komplexnosť*** - pri tvorbe multimediálneho obsahu by mala byť zachovaná nadväznosť učiva, dôležité je grafické zjednodušenie formou nákresov a skíc, následná aktívna práca žiaka, zahŕňajúca určitú manipuláciu s témou a slovné vytváranie predstáv,
- ***aktivita*** - pokiaľ sa žiak aktívne podieľa na procese učenia, vytvára sa jeho motivácia, pri využití multimediálneho počítača tak nenastáva žiadna nechcená aktivita,
- ***samostatnosť*** - uplatňuje sa pri aplikácii získaných vedomostí a skúseností pri riešení praktických úloh, návykov a zručností,
- ***primeranosť*** - je potrebné brať do úvahy individuálne vlastnosti jedinca, pohlavia a pokročilosť v práci s počítačom,
- ***postupnosť*** - postup od jednoduchšieho k zložitejšiemu, od analýzy k syntéze, cez včlenenie vedomostí, až k systematizácií a triedeniu. [9]

2 E-learningový kurz multimédiá vo vzdelávaní

Praktickou časťou práce, ktorú prezentujeme v príspevku, bolo vypracovanie e-learningového kurzu s cieľom naučiť budúcich pedagógov samostatne si vytvoriť multimediálnu pomôcku vhodnú na zaradenie do vzdelávania. Tento prístup mal motivovať pedagóga k aktivite zameranej na cieľ, vzdelávať žiakov prostredníctvom nových interaktívnych technológií. Práve tieto prinášajú možnosť získať vedomosti a poznanie formou, ktorá im je v dnešnej dobe veľmi blízka.

Po preštudovaní vhodnej odbornej literatúry potrebnej k osvojeniu si problematiky sme sa rozhodli, že vhodným obsahom navrhovaného e-learningového kurzu budú vzdelávacie videá. Prostredníctvom nich frekventant kurzu nadobudne zručnosti potrebné na prácu s programami zameranými na spracovanie grafiky, zvuku a videozáznamov.

Z hľadiska dostupnosti a možnosti overenia vhodnosti kurzu pre netechnicky orientovaných

pedagógov sme si zvolili nasledovné programy, resp. aplikácie:

- pre tvorbu a spracovanie grafiky bola vybraná grafická aplikácia ***Pixlr***, [12], [13]
- pre spracovanie zvuku bol vybraný program ***Audacity***, [14], [15], [16]
- pre spracovanie digitálneho videozáznamu bol vybraný ***Youtube video Editor***. [17], [18]

Každá z vybraných aplikácií je voľne dostupná a má intuitívne prostredie, ktoré je ľahko osvojiteľné.

Vytvorený e-learningový kurz s názvom **Multimédiá vo vzdelávaní** mal podobu vzdelávacích video kurzov *PIXLR Express, YOUTUBE VIDEO Editor* a *AUDACITY*, pomenovaných podľa programu s ktorým sa pracovalo. Pre potreby výskumu a využitia kurzu v praxi bol vložený do Vzdelávacieho portálu (EDU) Univerzity Konštantína Filozofa (UKF) v Nitre. Jednotlivé vzdelávacie videá, ktoré boli obsahom kurzu a názorne predvádzali ukážku práce s vybranými programami/ aplikáciami, boli roztriedené do 10 častí podľa semestrálnych týždňov výučby. Pre vzdelávaciu časť *PIXLR Express* boli vyhradené 4 týždne, pre *YOUTUBE VIDEO Editor* 3 týždne a pre *AUDACITY* taktiež 3 týždne.

Študenti tak mali dostatok času si podrobne naštudovať jednotlivé videá, pomocou ktorých sa postupne učili pracovať s vybranými programami/ aplikáciami.

Celkový počet vytvorených videí pre e-learningový kurz Multimédiá vo vzdelávaní bol 50 a spolu tvorili 120 minút vzdelávacieho času.

K tvorbe videí bolo potrebné zaobstarať počítač (osobný stolový PC), kvalitnejší typ mikrofónu (Samson Go-Mic), program pre zaznamenávanie plochy obrazovky (Bandicam), programy pre strih a spracovanie zvuku a videa (Audacity, Windows Movie Maker) a samozrejme naštudovať si jednotlivé vybrané programy / aplikácie pre schopnosť odborného výkladu vo vzdelávacích videách.

Na základe vytvoreného e-learningového kurzu Multimédiá vo vzdelávaní sme na overenie jeho funkčnosti, použiteľnosti v praxi a zároveň overenia nášho výskumného problému zrealizovali výskum, prostredníctvom ktorého sme chceli zistiť, či na základe absolvovania nami vytvoreného kurzu budú schopní budúci pedagógovia samostatnej tvorby multimediálnych pomôcok a zároveň bude tento kurz vhodný aj pre študentov – budúcich pedagógov z netechnicky orientovaných študijných odborov. Zaradením tohto výskumného problému sme chceli potvrdiť širšie uplatnenie navrhovaného kurzu v praxi.

3 Výskum a jeho metódy

Pre účely overenia nášho výskumného problému sme si zvolili ako východiskovú metódu *dotazník*. Túto kvantitatívnu výskumnú metódu sme volili hlavne kvôli jej objektívnym a overiteľným údajom, ktoré mohli byť hromadne zaznamenané a následne spracované v pomerne krátkom čase. [10],[11]

Dotazník bol formulovaný z uzavretých položiek, v ktorých mali respondenti možnosť výberu jednej z niekoľko uvedených možností. Jedna z položiek dotazníka mala otvorený charakter potvrdzujúci údaje nasledujúcich položiek. Dotazník bol vytvorený a odosielaný elektronickou formou pomocou internetovej aplikácie Google Docs. Tvorilo ho 15 účelovo formulovaných položiek. Zamerané boli na zistenie pomeru zúčastnených technicky a netechnicky orientovaných študentov, za účelom potvrdenia vhodnosti kurzu aj pre menej technicky zdatných budúcich pedagógov, zistenie úrovne ich zručnosti pracovať s vybranými programami a aplikáciami pred a po absolvovaní kurzu. Na základe absolvovania obsahu kurzu by mali frekventanti zvládnuť samostatne vytvoriť multimediálnu pomôcku použiteľnú vo vzdelávaní. Zostávajúce položky dotazníku zisťovali celkovú úroveň kurzu a jeho pochopiteľnosť.

3.1 Výskumná vzorka

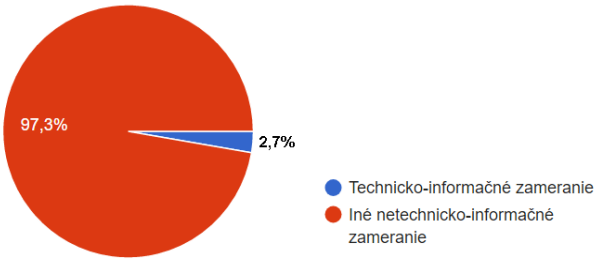
Výskum bol realizovaný na Katedre techniky a informačných technológií PF UKF v Nitre v akademickom roku 2016/2017. Do e-learningového kurzu boli zapojené štyri skupiny študentov, ktorí pracovali na hodinách predmetu Multimédiá vo vzdelávaní. Prieskumnú vzorku tak spolu tvorilo 86 študentov, z nich bolo 24 študentov prvého až tretieho ročníka bakalárskeho stupňa a 62 študentov prvého ročníka magisterského stupňa.

Dotazník bol zúčastneným študentom distribuovaný po absolvovaní e-learningového kurzu a jeho celková návratnosť bola 86,05%, čo znamená, že dotazník vyplnilo 74 študentov z celkového počtu 86 zúčastnených respondentov.

4 Výsledky a diskusia

Po skončení realizovaného výskumu sme sa zamerali na analýzu výsledkov jednotlivých položiek dotazníka. Pre potreby formulácie záverov v publikovanom príspevku, sme z realizovaného výskumu zvolili z celkového počtu 15 položiek len tie, ktoré sme považovali za kľúčové pre vyvodenie záverov potvrdzujúcich výskumný problém definovaný v úvode príspevku a následne k formulácii vhodných odporúčaní pre prax.

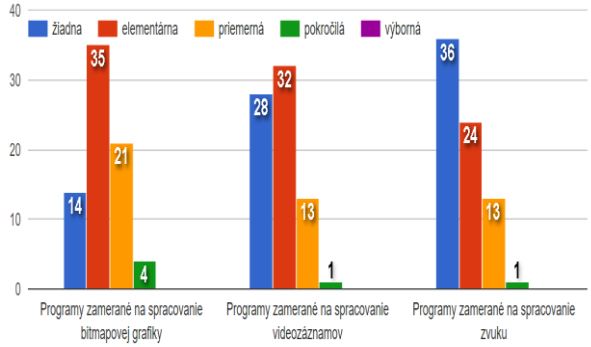
Vyhodnotenie položky č.2 : Označte prosím typ Vašej aprobácie.
Touto položkou dotazníka, ktorá ponúkala dve uzavreté možné odpovede, sme chceli potvrdiť presné zastúpenie technicky a netechnicky zúčastnených aprobácií študentov na nami vytvorenom e-learningovom kurze Multimédiá vo vzdelávaní. Respondenti tak mali na výber len z možností *„technicko-informačné zameranie“* a *„iné netechnicko-informačné zameranie“.*



Graf 1 Vyhodnotenie položky dotazníka č.2
Zdroj: Lukáš Kostolanský

Z grafu 2 môžeme vidieť, že 97,3% respondentov vybralo druhú možnosť teda „iné netechnicko-informačné zameranie“ a len 2,7% vybralo možnosť „technicko-informačné zameranie“.
Z výsledkov môžeme konštatovať, že z celkového počtu 74 študentov, ktorí pracovali s nami vytvoreným e-learningovým kurzom a následne vyplnili dotazník, bolo 72 študentov netechnicky zameraných aprobácií a len 2 študenti mali technicko- informačnú aprobáciu.

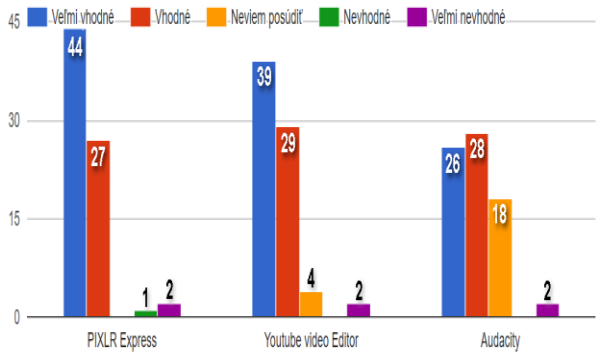
Vyhodnotenie položky č.3 : Z nasledujúcich možností prosím vyberte Vašu úroveň schopností práce s jednotlivými nástrojmi (programy, aplikácie), pre tvorbu multimediálnych prvkov, pred začatím e-learningového kurzu Multimédiá vo vzdelávaní.
Treťou položkou dotazníka sme zisťovali úroveň schopností študentov e-learningového kurzu Multimédiá vo vzdelávaní s programami a aplikáciami zameranými na tvorbu multimediálnych prvkov pred absolvovaním obsahu daného kurzu. Konkrétne sa jednalo o programy a aplikácie zamerané na spracovanie bitmapovej grafiky, spracovanie videozáznamov a spracovanie zvuku. Položka obsahovala uzavreté odpovede, z ktorých respondenti mali možnosť vybrať jednu ku každému z uvedených programov/ aplikácií.



Graf 2 Vyhodnotenie položky dotazníka č.3
Zdroj: Lukáš Kostolanský

Z grafu 2 vyplýva, že s programami zameranými na spracovanie bitmapovej grafiky malo pred začatím kurzu najväčší počet študentov elementárnu až priemernú úroveň schopností. S programami zameranými na spracovanie videozáznamov malo najviac študentov pred začatím kurzu elementárnu a žiadnu úroveň schopností. A s programami zameranými na spracovanie zvuku malo najviac študentov pred začatím kurzu žiadnu až elementárnu úroveň schopností práce s nimi.
Podľa výsledkov sme skonštatovali, že prevažné schopnosti študentov s programami a aplikáciami zameranými na tvorbu multimediálnych prvkov, pred začatím výuky nami vytvoreným e-learningovým kurzom Multimédiá vo vzdelávaní, boli na žiadnej až elementárnej úrovni.

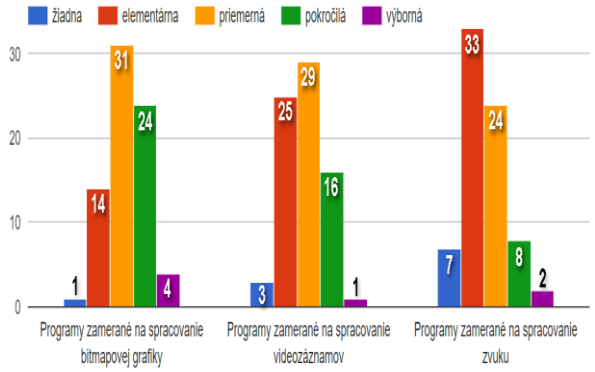
Vyhodnotenie položky č.7 : Z nasledujúcich možností vyberte vhodnosť nami zvolených nástrojov, pre tvorbu multimediálnych prvkov.
Položka č.7 overovala vhodnosť použitia nami zvolených programov/ aplikácií v tvorbe multimediálnych prvkov vhodných pre účely vzdelávania. Dali sme tak respondentom päť uzavretých možností pre odpoveď, z ktorých mohli vyznačiť jednu pre každý typ programu. Jednalo sa o programy PIXLR Express, Youtube video Editor a Audacity. Graf 3 zobrazuje vhodnosť nami vybraných programov/ aplikácií ako nástrojov pre tvorbu multimediálnych prvkov zameraných na spracovanie grafiky, videa a zvuku.



Graf 3 Vyhodnotenie položky dotazníka č.7
Zdroj: Lukáš Kostolanský

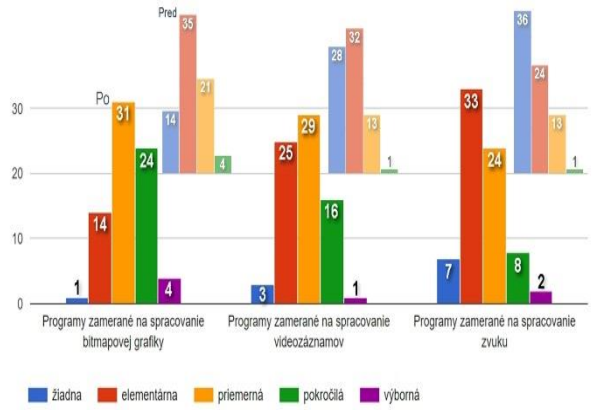
Na grafe 3 môžeme vidieť, že nami zvolený PIXLR Express hodnotilo 71 (96%) respondentov ako vhodnú až veľmi vhodnú grafickú aplikáciu pre tvorbu multimediálnych prvkov. Youtube video Editor, pre spracovanie videozáznamov, hodnotilo 68 (92%) respondentov taktiež za vhodne až veľmi vhodne zvolený program tvorby multimediálnych prvkov. A auditívny program Audacity hodnotilo 54 (73%) respondentov prevažne za vhodne až veľmi vhodne použitý k tvorbe multimediálnych prvkov, s tým že 18 (24%) respondentov nevedelo vhodnosť posúdiť. Zostávajúce percentuálne zastúpenie mohla spôsobiť štatistická chyba alebo subjektívny názor respondentov. Konštatujeme tak, že k vzdelávacím účelom, tvorby multimediálnych pomôcok využiteľných vo vzdelávaní, sme zvolili vhodné programy a aplikácie.

Vyhodnotenie položky č.14: Z nasledujúcich možností prosím vyberte Vašu úroveň schopností práce s jednotlivými nástrojmi (programy, aplikácie), pre tvorbu multimediálnych prvkov, po absolvovaní e-learningového kurzu Multimédiá vo vzdelávaní.
Štrnástou položkou dotazníka sme zisťovali úroveň schopností študentov s pogromami a aplikáciami zameranými na tvorbu multimediálnych prvkov po absolvovaním obsahu e-learningového kurzu Multimédiá vo vzdelávaní. Konkrétne sa jednalo o programy a aplikácie zamerané na spracovanie grafiky, spracovanie videozáznamov a spracovanie zvuku, teda programy, ktoré boli obsahom nami vytvoreného e-learningového kurzu. Položka obsahovala uzavreté odpovede, z ktorých respondenti mali možnosť vybrať jednu ku každému z uvedených programov/ aplikácií. Chceli sme tak porovnať výsledky pred absolvovaním kurzu (z položky č.3) a po absolvovaní kurzu.



Graf 4 Vyhodnotenie položky dotazníka č.14
Zdroj: Lukáš Kostolanský

Z grafu 4 vyplýva, že prevažný počet študentov po poabsolvovaní nami vytvoreného e-learningového kurzu mal s programami zameranými na spracovanie bitmapovej grafiky priemernú až pokročilú úroveň schopností. S programami zameranými na spracovanie videozáznamov malo najviac študentov kurzu elementárnu až priemernú úroveň schopností. S programami zameranými na spracovanie zvuku mal najväčší počet študentov po absolvovaní kurzu elementárnu až priemernú úroveň schopností práce.

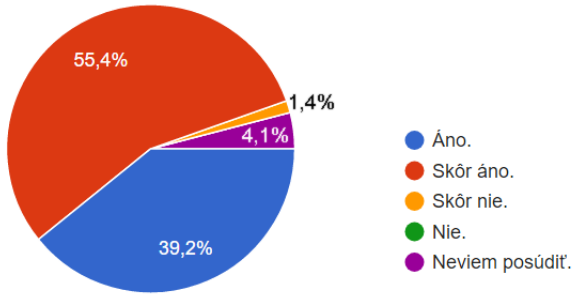


Obr. 3 Multimediálna vzdelávacia pomôcka vo vzťahu k študentovi
Zdroj: Lukáš Kostolanský

Po porovnaní s grafom 2 (Obr. 3) môžeme vidieť, že schopnosti študentov práce s jednotlivými typmi programov, zameraných na tvorbu multimediálnych prvkov, stúpla o jednu úroveň vyššie. Skonštatovali sme, že prínos nami vytvoreného e-learningového kurzu, zameraného na tvorbu multimediálnych pomôcok použiteľných vo vzdelávaní, má pozitívny

vplyv na dosiahnuté výsledky a úroveň schopností práce študentov s jednotlivými programami a aplikáciami zameranými na ich tvorbu.

Vyhodnotenie položky č.15: Ste na základe absolvovania obsahu nami vytvoreného e-learningového kurzu schopný si samostatne vytvoriť multimediálnu pomôcku použiteľnú vo vzdelávaní ?
V poslednej položke dotazníka sme sa zamerali na zistenie pozitívneho vplyvu nami vytvoreného e-learningového kurzu Multimédiá vo vzdelávaní na dosiahnuté výsledky študentov, ktorí s ním pracovali. Položka tak ponúkla respondentom 5 uzavretých odpovedí, z ktorých si mohli vybrať jednu, za účelom zistenia ich schopnosti samostatne si vytvoriť multimediálnu pomôcku použiteľnú vo vzdelávaní.



Graf 5 Vyhodnotenie položky dotazníka č.15
Zdroj: Lukáš Kostolanský

Na grafe 5 môžeme vidieť výsledné odpovede respondentov. Najväčšie zastúpenie mala odpoveď *„Skôr áno“*, ktorú označilo 55,4% respondentov. Druhá najviac volená odpoveď položky bola *„Áno“* so zastúpením 39,2% respondentov. Odpoveď „Skôr nie“ zvolilo len 1,4% respondentov a 4,1% vyjadrilo názor *„Neviem posúdiť“*. Z výsledkov, poukazujúcich na 94,6% úspešnosť kurzu, konštatujeme, že nami vytvorený e-learningový kurz Multimédiá vo vzdelávaní mal pozitívny vplyv na zúčastnených študentov, ktorí si pomocou absolvovania jeho obsahu budú vedieť vytvoriť multimediálnu pomôcku využiteľnú vo vzdelávaní.

4.1 Diskusia

Z analýzy získaných údajov uvedených v 4 časti príspevku konštatujeme, že študenti, ako budúci pedagógovia, budú schopní, pomocou nami vytvoreného e-learningového kurzu, samostatnej tvorby multimediálnych pomôcok využiteľných vo vzdelávaní technicky orientovaných predmetov. Uvedené závery preukázali pozitívne výsledky realizovaného výskumu.

Pozitívnym je tiež zistenie, že 97,3% študentov pracujúcich s kurzom nemalo technicko-informačné zameranie. Keďže podstatnú časť vzorky študentov – respondentov pracujúcich s kurzom Multimédiá vo vzdelávaní tvorili študenti z netechnicky orientovaných študijných programov, pozitívne výsledky analýzy výskumu tak preukázali vhodnosť využitia kurzu v praxi bez ohľadu na smerovanie štúdia budúcich pedagógov.

Z týchto zistení odporúčame pre prax nasledovné:

- Pre edukačné účely s nástrojmi na tvorbu a spracovanie bitmapovej grafiky odporúčame vo vzdelávaní používanie softvéru *PIXLR*, ktorý je voľne dostupný a šíriteľný prakticky kdekoľvek a na akomkoľvek zariadení. Jeho jednoduchosť a dostupnosť aj bez potreby inštalácie (v prípade potreby však ponúka aj inštaláciu) z neho robí vhodnú aplikáciu aj pre menej zdatných a netechnicky zameraných študentov či pedagógov.
- Pre edukačné účely s nástrojmi na tvorbu a spracovanie videozáznamov odporúčame vo vzdelávaní používanie programu *Youtube video Editor*, ktorý je voľne dostupný prakticky kdekoľvek a na akomkoľvek zariadení. Jeho jednoduché prevedenie a prístupnosť bez nutnosti inštalácie z neho taktiež robia vhodný typ softvéru pre vzdelávanie, či už pokročilejších alebo menej technicky zdatných študentov a pedagógov.
- Pre edukačné účely s nástrojmi na tvorbu a spracovanie zvuku odporúčame vo vzdelávaní používanie programu *Audacity*, ktorý je voľne dostupný a šíriteľný. Jeho jednoduché prostredie, ľahká inštalácia a malé nároky na systém robia z neho vhodný softvér podporujúci auditívne vzdelávanie študentov a pedagógov.
- K vytváraniu multimediálnych vzdelávacích pomôcok odporúčame softvérový balík *Moodle*, ktorý slúži k tvorbe výukových systémov a elektronických kurzov na internete. Je poskytovaný zadarmo ako otvorený softvér a bol použitý aj na vytvorenie nášho e-learningového kurzu Multimédiá vo vzdelávaní, ktorý mal pozitívne výsledky vo výučbe predmetu Multimédiá vo vzdelávaní.
- Pri vzdelávaní študentov a budúcich pedagógov odporúčame v edukácií používanie multimédií, ako vhodných pomôcok zlepšujúcich kvalitu či už

technického, ale aj netechnicky orientovaného vzdelávania.

Záver

V príspevku sme sa zamerali na multimediálnu podporu technického vzdelávania. Tak, ako z úvodu vyplýva cieľom bolo priblíženie pojmov multimédiá, ich charakteristika, popis a definícia nástrojov pre tvorbu multimédií. Praktickou časťou príspevku, z ktorej plynul aj výskumný problém, bolo vytvorenie e-learningový kurzu s cieľom naučiť študentov - budúcich pedagógov samostatnej tvorby multimediálnych pomôcok využiteľných v technickom vzdelávaní.
Realizácia výskumu, jeho spracovanie a analýza získaných výsledkov potvrdila pozitívne zistenia. Za mimoriadny prínos realizácie navrhnutého kurzu a jeho následného overenia prostredníctvom výskumu považujeme skutočnosť, že sa nám potvrdila aj vhodnosť jeho širšieho uplatnenia. Overením e-learningového kurzu môžeme potvrdiť skutočnosť, že multimédiá majú v oblasti vzdelávania pozitívny vplyv. Poskytujú pedagógovi nové možnosti prezentácie a sprostredkovania učiva, vzbudenie záujmu žiakov o učivo a zároveň umožňujú žiakom jeho lepšie pochopenie.

Poďakovanie

Týmto by som sa chcel poďakovať mojej školiteľke doc. PaedDr. Jane Depešovej, PhD. za odborné rady a pripomienky pri písaní tohto príspevku. Moje poďakovanie patrí aj Mgr. Miroslavovi Šebovi, PhD. za poskytnutie vhodných odborných konzultácií k realizovanému výskumu.

Použitá literatúra

[1] Kapounová, J., Kostolányová, K., Nagyová, I. (2004) Multimédia v práci učitele. Ostravská univerzita, Ostrava, s. 12
[2] Horváth, R., Štrbo, M. (2015) Multimédiá a internet. Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, Trnava, s. 8
[3] Šebo, M., Informačné technológie, Equilibria, UKF v Nitre, s. 8
[4] Horváthová, D. (2013) Moderné technológie vo vzdelávaní. Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, Banská Bystrica, s. 4
[5] Průcha, J. (1997) Moderní pedagogika. Portál, Praha, s. 98
[6] Bezák, P. (2012) Grafické a multimediálne systémy. Slovenská technická univerzita v Bratislave, Bratislava, s. 11
[7] Geschwinder, J., Růžička, E., Růžičková, B. (1995) Technické prostředky ve výuce. UP, Olomouc, s. 20
[8] Dostál, J. (2009) Multimediální, hypertextové a hypermediální učební pomůcky – trend soudobého vzdělávání. Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta, Olomouc, s.19
[9] Vrba, J., Všetulová, M. (2003) Multimediální technologie ve vzdělávání. Univerzita Palackého, Olomouc, s. 23
[10] Benčo, J. (2001) Metodológia vedeckého výskumu. IRIS, Bratislava, s. 25
[11] Elektronická učebnica pedagogického výskumu [Citované: 12. február 2018] http://www.e-metodologia.fedu.uniba.sk/
[12] Review of Pixlr. [Citované: 12. február 2018] https://www.thebalance.com/review-of-pixlr-3515634
[13] Počítačová grafika v Pixlr Editoru. [Citované: 12. február 2018] http://spomocnik.rvp.cz/clanek/17665/POCITACOVA-GRAFIKA-V-PIXLR-EDITORU.html
[14] About Audacity. [Citované: 12. február 2018] http://www.audacityteam.org/about/
[15] Audacity - nahrávání a úpravy zvuku. [[Citované: 13. február 2018] https://www.linuxexpres.cz/praxe/audacity-nahravani-a-upravy-zvuku
[16] Šebo, M., (2014) Digitálna fotografia a kamera, Equlibria, UKF v Nitre, s.108
[17] YouTube Video Editor Makes Online Editing Simple. [Citované: 14. február 2018] https://www.lifewire.com/youtube-video-editor-1082487
[18] How to Use YouTube Video Editor – Detailed YouTube Video Editor Tutorial. [Citované: 14. február 2018]https://www.iskysoft.com/videoediting/youtube-video-editor-tutorial.html

Identifikácia dôležitých aktivít pomocou rozhodovacích stromov

Identification of important activities through decision trees

Juraj Obonya[1]
Školiteľ: Jozef Kapusta[2]
[1,2]Katedra informatiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] juraj.obonya@ukf.sk [2] jkapusta@ukf.sk

Abstrakt
Vzdelávanie je proces, ktorý vo veľmi širokom spektre nadobúda na svojom uplatnení. Na základe toho sme použili analýzy a metódy z data mining-u. Pomocou nich dokážeme identifikovať slabé a silné stránky celého systému a konceptuálnej náplne. Súčasné LMS systémy majú veľké uplatnenie vo vyučovaní. V našom článku sa zameriavame predovšetkým na analýzu dát z konkrétneho LMS systému, ktorý zaznamenáva činnosť a výsledky študentov počas vyučovacieho procesu. Celý vyučovací proces je oveľa zjednodušený, keď máme určitý systém na manažovanie jednotlivých aktivít. Avšak zo strany učiteľa je takmer najťažšou úlohou nastaviť, určiť a skonštruovať obsah celého kurzu. Preto je veľmi dôležitá identifikácia vhodnosti jednotlivých aktivít pre študentov v kurze. Náš článok sa zameriava na klasifikáciu jednotlivých kľúčových aktivít v systéme LMS Moodle, v rámci ktorého vyextrahujeme údaje o splnení a hodnotení týchto aktivít. Pomocou rozhodovacích stromov klasifikujeme, ktoré konkrétne aktivity sú kľúčové a majú dopad na výsledné hodnotenie študenta.
Kľúčové slová: LMS Moodle, e-learning, rozhodovacie stromy, dátová analýza.

Abstract
Education is a process, which is rapidly growing in a very wide range used for application. The strength and weaknesses of the LMS systems can be evaluated through data analysis. In our article we are principally focusing on the data analysis from a specific LMS system, which records results of the students during the whole education process. Todays LMS systems are widely used in the education. Through these technolgies, the whole education process is more easier, when we have a concrete system for the management of activities. The most difficult task for the teacher is the preparing of the course materials and topics. Our article is dealing with test and programming activities in LMS Moodle. We extracted the data about the solved activities and also the recieved grades from them. Subsequently through decision trees we identified the most important key activities to reach the best result for students.
Key Words: LMS Moodle**,** e-learning, decision trees, data analysis.

Úvod

V súčasnosti internet je najvyužívanejším prostriedkom pre získavanie znalostí a informácií. Online vzdelávanie, čiže vyučovanie pomocou internetu má čoraz väčšie uplatnenie vo vyššom vzdelávaní vďaka možnosti prístupu k informáciám odkiaľkoľvek [1]. Vývoj e-learningu predstavuje rapídny rast. V súčasnosti mnoho vzdelávacích centier využíva určitý typ systému v rámci výučby, ako alternatívny prístup pre vzdelávacie materiály [2]. Základom LMS (Learning Management System) systému je obsah, ktorým je naplnený a systematicky podľa predmetov rozdelený do jednotlivých kurzov. Umožňuje automatizovanú administráciu a zhromažďovanie vzdelávacích materiálov. Veľkou pridanou hodnotou LMS systému je uľahčenie zdieľania informácií a komunikácie medzi používateľmi kurzu [3]. Autor Ninoriya [2] poukazuje taktiež na všestrannosť využitia LMS systému. Primárnym účelom LMS systému je sledovanie prihlásení a registrácií, počet používateľov. Hodnotenia jednotlivých používateľov, mieru splnenia zadaných úloh. LMS napomáha vedeniu organizovanosti celého vyučovacieho procesu. Nakoľko hovoríme o novom prístupe a novej technológii, predtým ako nasadíme vyučovanie formou e-learning-u, tak si musíme zaviesť niekoľko opatrení, predovšetkým to, ako nanovo nasadený LMS systém bude napomáhať vo vyučovaní v takej miere a takou metodológiou ako to bolo pred jeho zavedením [2]. Predovšetkým je nástrojom nielen na udržiavanie obsahu, ale aj na spravovanie a monitorovanie všetkých aktivít jednotlivých používateľov. Podľa Bentleyho [4] naplnenie kurzu štrukturovaným obsahom je jednou z najťažších úloh, pretože zabezpečujú kvalitu vyučovania a vedomostí.

1 Dáta z LMS systémov

Správanie sa používateľa v informačných systémoch prináša za sebou logy, čiže záznamy, ktoré si daný informačný systém uchováva. Podobne je to aj v systéme LMS Moodle, ktorý dokáže sledovať podrobnú aktivitu používateľa. LMS Moodle uchováva údaje o čase a početnosti pristupovania k jednotlivým aktivitám v konkrétnom kurze. LMS systém zaznamenáva množstvo informácií o prevedených úkonoch, kedy, čo, ako a akým spôsobom bolo vykonané. Ktoré materiály boli navštívené, ktoré zadania boli včas odovzdané, alebo vôbec neboli riešené [5]. Získané údaje je najvhodnejšie a najefektívnejšie spracovať pomocou metód a postupov z data mining – u. Vďaka všestrannosti tejto oblasti je náročné ju priamo a exaktne definovať [1]. Vďaka data mining–u dokážeme analyzovať a vyhodnotiť získané dáta z LMS systému, ktoré neskôr napomáhajú k správnemu manažérskemu rozhodovaniu v nasledovných fázach celého vyučovacieho procesu, nakoľko hovoríme o vyextrahovaní poznatkov zo zaznamenaných dát [6]. Data mining je všestranný pojem, ktorý v sebe zahŕňa niekoľko štatistických disciplín a výpočtov ako sú napríklad: rozhodovacie stromy, Bayesovský klasifikátor, štatistické algoritmy.

2 Analýza a vyhodnotenie kurzu

Analýza a vyhodnotenie kurzov, ktorých základom je webové rozhranie predstavuje v prvom rade interakciu študenta s prostredím. Analýza ďalej pozostáva z vlastností a interakcií študenta, v kurze počas jeho aktivity v ňom. Pomocou týchto faktorov dokážeme identifikovať situácie keď už kurz nespĺňa určité očakávania študentov [7]. Podľa Romero [3] data mining je oblasť, ktorá pozostáva z nasledovných etáp:

- zber dát. Údaje interakcie so systémom sa ukladajú do databázy,
- predpracovanie dát. Hrubé, uložené dáta je nutné z databázy vyextrahovať a upraviť do žiadúcej podoby pre vykonanie analýzy nad nimi,
- aplikácia metód a postupov z oblasti data mining-u,
- interpretácia a vyhodnotenie správnosti získaných výsledkov.

Pre vyučujúceho ako aj tvorcu kurzu je mimoriadne dôležité získané výsledky z vyhodnotenia. Algoritmy na predspracovanie a vyhodnocovanie dát sú napr. klasifikácia, regresia, *clustering*, asociačné pravidlá a vizualizácia. Častokrát sa využívajú všeobecné klasifikačné metódy ako rozhodovacie stromy, rozhodovacie pravidlá, kroková regresia, logistická regresia. Klasifikátory v Educational Data Mining sú väčšinou vyhodnocované krížovou validáciu (cross - valiadation), kde určitá časť dát je používaná pre testovanie správnosti modelu [8].

3 Rozhodovacie stromy ako klasifikátory

V našom článku chceme ukázať možnosti analýzy edukačných údajov pomocou rozhodovacích stromov. Tieto patria medzi základné a zároveň medzi prvé metódy pri objavovaní znalostí z údajov. Vo všeobecnosti cieľom rozhodovacích stromov je klasifikácia určitých objektov.

V našom prípade rozhodovacie stromy budú použité pre identifikáciu najdôležitejších aktivít e-learningového kurzu s názvom Programovanie. Pomocou údajov o úspešnosti jednotlivých parciálnych aktivít študentami bude vytvorený rozhodovací strom, ktorý na základe zvládnutých aktivít bude vytvárať predikciu záverečnej známky z predmetu. Záverečné známky študentov z daného predmetu boli získané na základe dvoch záverečných testov a ústnej záverečnej skúšky z predmetu. Hodnotenia študentov budú predstavovať jednotlivé klasifikačné triedy rozhodovacieho stromu.

Cieľom nášho výskumu je identifikácia aktivít z kurzu programovania, ktorých vykonanie bolo dôležité pri získaní výslednej známky z predmetu. Výskum pozostával z nasledovných častí:

- vytvorenie a úprava zdrojového súboru dát, ktorý pozostáva z výsledkov priebežných testov a autotestov,
- výsledkov aktivity VPL (Virtual programming lab),
- predspracovanie výsledkov pre štatistickú analýzu,
- vytvorenie rozhodovacieho stromu pre identifikovanie rozhodovacích pravidiel,
- identifikovanie dôležitých pravidiel,
- vyhodnotenie získaných výsledkov.

4 Zdrojové údaje

Zdrojové údaje, ktorými sme počas nášho výskumu pracovali boli z kurzu: Programovanie. Kurz bol nasadený na edukačnom portály. Dáta sme získali vyexportovaním záznamov aktivít kurzu na ktorých si študenti počas semestra opakovali a precvičovali svoje vedomosti. LMS Moodle je systém, ktorý export takýchto typov údajov umožňuje priamo vo formáte: *.xls*. Zo získaných dát sme extrahovali infomácie o úspešnosti študentov v jednotlivých aktivitách, v našom prípade to boli aktivity virtual programming lab, záverečné testy a autotesty.

Testovania so študentami sa vykonávali zakaždým pred začiatkom každého cvičenia. Bola to spätná väzba pre vyučujúceho aké vedomosti nadobudli počas prednášok. Testovanie bolo nastavené na 15 minút pred začiatkom každej hodiny. Výsledky z bodového ohodnotenia testov slúžili pre vyučujúceho, do akej miery sa študenti zaoberali s problematikou. K výslednému hodnoteniu študentov sa pripočítal sumár bodového zisku z testovaní počas celého semestra. Kurz umožňoval taktiež precvičovanie si programovania na podobných zadaniach, ktoré sa týkali konkrétnej témy.

Virtual programming lab (VPL) je modul pre konkrétnu aktivitu v LMS Moodle pre manažovanie zadaní z programovania. Veľkou výhodou je editovanie, upravovanie a spustenie programov priamo cez webový prehliadač. Je veľmi dobrou aktivitou a pomôckou pri vyučovaní programovania. Nástroj automaticky vyhodnocuje výstup programu, ktorý sa musí zhodovať s výstupom študenta v prostredí. Navyše umožňuje identifikáciu podobností v odovzdaných zadaniach a súboroch, čím odhalíme plagiátorstvo u študentov.

4.1 Použité metódy objavovania znalostí

Počas našej analýzy sme sa rozhodli pre rozhodovací strom. Pri zostavovaní rozhodovacieho stromu záleží na tom, ktoré konkrétne atribúty chceme testovať pri jednotlivých uzloch v rámci stromu. V prípade ak atribúty pre testovanie nie sú jednoznačné, ktoré treba použiť, správne, v tom prípade si musíme zo získaných údajov, ktoré atribúty budú definované v jednotlivých uzloch stromu. si definujeme v rámci jednotlivých vetvách rozhodovacieho stromu [9]. Získané informácie sú vypočítané a určené pomocou veličiny, ktorá sa nazýva entropia, ktorú sme prvýkrát definovali pre binárne rozhodovanie a následne sme definovali pre celý problém.

Určili sme si entropiu tzv. s mieru neurčitosti pre výskyt jednotlivých premenných. Ak je daná binárna kategorizácia C, a súbor dát S potom výstup kategorizovaných príkladov:

$$Entropy(S) = -p_P \log_2(p_+) - p_N \log_2(p_-)$$ (1);[10]

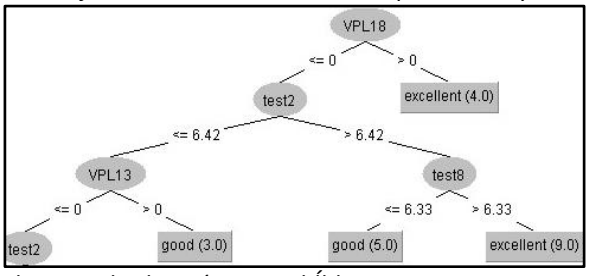
Kde p_p predstavuje pozitívnu množinu a ďalšia množina definovaná ako p_n je kategorizovaná ako negatívna množina pre kategorizáciu C [11].

Príčinou prečo sme definovali entropiu na začiatku iba pre dve premenné bolo, aby sme vedeli čo chceme výpočtami získať. Ak si rozdelíme ľubovoľné kategorizácie C na kategórie $c_{1,\dots},c_n$, a súbor príkladov je S, pre ktoré príklady pre c_i je p_i, potom entropia pre S je:

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^{n} -p_i \log_2(p_i)$$ (2);[10]

Softvér Weka má vlastný algoritmus C4.5 pre vytváranie rozhodovacích stromov ako klasifikátor s názvom J48 pre organizovanie dát v hierarchii [12]. Vytvorený rozhodovací strom je testovaný na testovacej množine údajov za predpokladu, že je k dispozícii. Ak testovacie údaje nie sú k dispozícii, J48 vykoná krížovú validáciu pomocou trénovacích údajov.

C4.5 vytvára rozhodovacie stromy zo súboru predpripravnených trénovacích dát. Množina trénovacích dát je množina usporiadaných vzoriek. Každá vzorka $s_i = x_1,x_{2,\dots}x_n$, kde x_1 až x_n predstavujú jednotlivé atribúty. Pri rozhodovacom strome, C4.5 vyberá jeden atribút údajov, ktorý najefektívnejšie rozdeľuje sadu vzoriek na konkrétne podmnožiny.



Obr. 1 Rozhodovací strom s hĺbkou 3
Zdroj: [13]

Ako môžeme vidieť na obrázku, softvér weka takýmto spôsobom vyhodnotil všetkých študentov do jednotlivých kategórií

5 Výsledky a diskusia

V rámci našej analýzy sme vyexportovali údaje z kurzu programovania. Zahrnuté tam boli všetky aktivity to znamená, testovanie študentov a aj VPL aktivity. Testovacie aktivity zväčša pozostávali z 10 až 15 otázok, ktoré sa týkali jednotlivých prednášok a prebratých kapitol. Takouto formou sme skúmali ako si študenti osvojili vedomosti z jednotlivých kapitol.

Vstupom do metódy pre tvorbu rozhodovacieho stromu sú údaje o 74 študentoch z kurzu Programovanie. V závere našej analýzy študenti kurzu boli hodnotení pomocou dvoch testov a ústnej skúšky. Na základe týchto výsledkov sme študentov rozdelili do troch skupín:

- výborný,
- dobrý,
- neuspel.

Z e-learningového kurzu boli analyzované výsledky aktivít a upravené do vstupného dátového súboru. Vstupné aktivity pozostávali z 10 testov a 29 aktivít VPL.

Ako je zobrazené aj na Obr.1, prepisom rozhodovacieho stromu sme vytvorili pravidlá, ktoré jednoznačne identifikovali úspešnosť študentov na základe aktivít kurzu a interpretovali sa podľa aktivít, ktoré boli nápomocné študentom k úspešnému absolvovaniu predmetu. Najpočetnejším pravidlom pre kategóriu "*výborný",* bolo pravidlo, ktoré hovorilo o tom, že študenti s excelentným hodnotením nezvládli aktivitu VPL18, ale test 2 a test 8 zvládli vynikajúco. Rozhodovacie stromy nám teda určili, ktoré konkrétne aktivity boli potrebné na zvládnutie predmetu Programovanie. Pravidlo ďalej hovorí aj o tom, že tí študenti, ktorí zvládli aktivitu VPL 18, tak výsledné hodnotenie mali výborné.

V našom výskume sme dokázali správne obsiahnuť a klasifikovať 89% prihlásených študentov v kurze. Miera obsiahnutia údajov závisí samozrejme aj od hĺbky stromu. Vtedy je strom dobrý, ak s čo najmenšou možnou hĺbkou dokáže obsiahnuť čo najväčšiu množinu údajov.

Podľa Huang [14] rozhodovacie stromy sa vo veľkej miere používajú v data mining-u, kde rozhodovacie stromy boli použité na klasifikáciu položiek, ktoré sa ďalej delili na 2 podkategórie. Rozhodujúvce faktory pri rozhodovacích stromoch je presnosť a relevantnosť trénovacích dát.

Záver

Na základe klasifikácie jednotlivých aktivít v kurze sme identifikovali ich dôležitosť. Tento postup pomôže v budúcnosti napomáhať k tvorbe kurzu programovania a jednoduchšie budeme vedieť identifikovať hodnotenie žiakov, v prípade ak zoberieme do úvahy, ktoré aktivity sa vykonali a či tie aktivity testovania alebo VPL boli zvládnuté v takej miere akej sme si to určili na začiatku semestra. Je teda zrejmé, že v budúcej iterácii vyučovacieho procesu je potrebné študentov smerovať a motivovať k vyriešeniu nami identifikovaných kľúčových aktivít.

Cieľom uvedeného článku bolo poukázať na možnosť identifikovať kľúčové aktivity e-learningového kurzu. Pokúsili sme sa zistiť dôležité aktivity, ktoré vplývajú na pripravenosť a záverečnú známku študentov. Tieto sme identifikovali pomocou vytvoreného rozhodovacieho stromu.

Vytvorený rozhodovací strom sa najčastejšie následne používa pre klasifikáciu ďalších nových prípadov. V našom výskume by to znamenalo, že v ďalšom behu kurzu (s novými študentami) by sme mohli podľa úspešnosti ich aktivít v kurze, na 85% (úspešnosť klasifikácie vytvoreného stromu) predikovať ich výslednú známku z kurzu bez potreby záverečného testovania. Toto samozrejme v reálnych podmienkach vzdelávania nie je možné. Aj náš strom dokonca potvrdil, že existuje skupina študentov, ktorých úspešnosť čiastkových aktivít je veľmi nízka, napriek tomu v záverečnom hodnotení dosiahli dobrú záverečnú známku.

V našom prípade sme strom nepoužili pre predikciu budúcich známok, ale vzhľadom na postup vytvárania rozhodovacieho stromu pomocou entropie, nám vygenerovaný strom poukázal na dôležité aktivity v kurze. Ich úspešné splnenie dáva študentom vysokú pravdepodobnosť zvládnutia záverečnej skúšky/testov pre ich výslednú známku.

Poďakovanie

Touto formou by som sa chcel poďakovať môjmu školiteľovi doc. PaedDr. Jozefovi Kapustovi, PhD. za cenné rady a za odbornú pomoc pri realizácii celkovej analýzy, ktoré mi poskytol počas spracovania témy.

Použitá literatúra

[1] F. C. V. N. Mugica, "Applying Data Mining Techniques to e-Learning Problems," *Evol. Teach. Learn. Paradig. Intell. Environ.*, vol. NA, no. 2007, pp. 183–221, 2007.

[2] S. Ninoriya, "CMS, LMS and LCMS For eLearning.," *Int. J. Comput. Sci. Issues*, vol. 8, no. March 2011, pp. 644–647, 2011.

[3] C. Romero, S. Ventura, and E. García, "Data mining in course management systems : Moodle case study and tutorial," 2008.

[4] Y. Bentley, H. Selassie, and A. Shegunshi, "Design and Evaluation of Student-Focused eLearning," vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2012.

[5] M. Muehlenbrock, "Automatic Action Analysis in an Interactive Learning Environment," pp. 73–80, 2005.

[6] V. Kumar, “An Empirical Study of the Applications of Data Mining Techniques in Higher Education,” vol. 2, no. 3, pp. 80–84, 2011.

[7] A. Ortigosa and R. Carro, “The Continuous Empirical Evaluation Approach: Evaluating Adaptive Web-Based Courses,” *User Model. 2003*, pp. 146–146, 2003.

[8] R. Shaun, J. De Baker, and P. S. Inventado, “Chapter 4: Educational Data Mining and Learning Analytics,” *Springer*, vol. Chapter 4, pp. 61–75, 2014.

[9] C. Grosan and A. Ajith, “Decision Trees,” in *Intelligent Systems*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011, pp. 269–280.

[10] J. R. Quinlan, “Simplifying decision trees,” *Int. J. Man. Mach. Stud.*, vol. 27, no. 3, pp. 221–234, 1987.

[11] D. Markechová, B. Stehlíková, and A. Tirpáková, “Štatistické metódy a ich aplikácie,” pp. 438–439.

[12] Machine Learning, “Weka : Decision Trees – J48,” 2016.

[13] C. Danilo and R. Basili, “Decision tree algorithm short Weka tutorial Machine Learning : brief summary,” 2010.

[14] Y.-P. Huang and V. T. T. Hoa, “General criteria on building decision trees for data classification,” *Proc. 2nd Int. Conf. Interact. Sci. Inf. Technol. Cult. Hum. - ICIS ’09*, pp. 649–654, 2009.

Experimenty s transformátorom vo vyučovacom procese

The experiments with transformer in teaching process

Matúš Sitkey
Školiteľ: Boris Lacsný
Katedra fyziky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
matus.sitkey@ukf.sk,blacsny@ukf.sk

Abstrakt

Článok je venovaný prepojeniu vzdelávacieho procesu žiakov strednej školy s experimentami zameranými na rozkladný školský transformátor a Teslovu cievkou. Ide o sadu demonštračných experimentov (9 samostatných experimentov), ktoré možno využiť vo vyučovaní fyziky na strednej škole v tematickom celku týkajúceho sa problematiky elektriny a magnetizmu. Každý experiment obsahuje popis v akej časti ISCED-u možno využiť daný experiment, motivačný názov, pedagogické ciele, nové pojmy, úroveň náročnosti v závislosti od použitých pomôcok, zoznam pomôcok, fyzikálne vysvetlenie experimentu, postup experimentu, doplňujúce otázky pre žiakov a poznámku k experimentu. K uvedenému bol vykonaný výskum s cieľom zistiť zvýšenie záujmu žiakov o problematiku elektromagnetizmu ako i zlepšeniu pochopenia teórie po zaradení experimentálnych hodín s použitím Teslovej cievky do vyučovacieho procesu. Výskum bol spracovaný dotazníkovou metódou prispôsobenou na vyhodnotenie a spracovanie modifikovanou Thurstoneovou metódou porovnávania párov v programe Wolfram Mathematica.

Kľúčové slová: Teslova cievka, experimenty, elektromagnetická indukcia, vysoké napätie, modifikovaná Thurstoneová metóda porovnávania párov

Abstract

This article is devoted to the interconnection of the education process of the pupils of the secondary school in connection with experiments with school transformer and the Tesla coil. The set of demonstration experiments consists of 9 separate experiments that can be used in the teaching of physics at secondary school in thematic unit relating to electricity and magnetism. Each experiment contains a description of particular part of ISCED in which it can be used; a motivational title, the pedagogical goals, the new keywords, a level of difficulty depending on used devices, the list of devices, a physical explanation of the experiment, an experimental procedure, supplementary questions for pupils and experiment note. The research is focused on increasing interest of the pupils to the subject, as well as an improvement of understanding of theory when theoretical lessons are connected with practical experiments by using the Tesla coil. The research was processed by special questionnaire method, so it could be evaluated by L. L. Thorsten's method, which measures an attitude of the respondent group. The results were processed by modified Thurstone method of pairs in software Mathematica.

Key Words: Tesla coil, experiments, electromagnetic induction, high frequency, a modified Thurstone method of comparison of pairs

Úvod

Bezpochyby, zaujať žiaka, upútať jeho pozornosť a motivovať ho do samostatného štúdia patrí medzi najťažšie úlohy učiteľa vo vyučovacom procese. Splniť túto úlohu v tematickom celku elektrina a magnetizmus, kde samotné prepojenie naučenej teórie s realitou je samo o sebe náročné je ťažkou úlohou. Vo všeobecnosti sa ukazuje, že znázornenie a demonštrovanie fyzikálneho javu experimentom pomáha lepšie pochopiť dané učivo. K uvedenému účelu bol využitý narastajúci záujem mladých ľudí o problematiku Teslových vynálezov a medzi nimi aj Teslovej cievky. O vzraste takéhoto záujmu vypovedá i množstvo vedeckých publikácií, popularizačných filmov, ba dokonca stretnutia vášnivých konštruktérov Teslovej cievky po celom svete na podujatiach s názvom Teslatron[5][6]. Tento nárast záujmu nás priviedol k myšlienke v edukačnom procese použiť sadu demonštračných experimentov z elektriny a magnetizmu, ktoré súvisia s Teslovou cievkou a jej vlastnosťami. Cieľom bolo dokázať prebudenie a nárast záujmu žiakov a študentov o problematiku elektromagnetických javov, vyvolaných vysokofrekvenčným magnetickým poľom, ako aj lepšie pochopenie s tým súvisiacej teórie

preberanej na školách v rámci vyučovacích osnov resp. študijných programov. K experimentom bola použitá Teslova cievka a školský rozkladný transformátor. Predpoklady a hypotézy spojené s dopadom experimentov na žiakov boli testované na dvoch triedach strednej školy a získané dáta boli vyhodnotené modifikovanou Thurstoneovou metódou porovnávania párov.

1 Teslova cievka a experimenty

Teslova cievka je vysokofrekvenčný transformátor vynájdený fyzikom Nikolom Teslom v roku 1891. Pozostáva z dvoch obvodov, rezonančne vyladených. Sekundárny obvod je tvorený cievkou navinutej na valci, ktorý je nosným pilierom kondenzátora v tvare toroidu, ktorý je zdrojom elektrických výbojov[1]. K technickej realizácii experimentov bola použitá stavebnica teslovej cievky, OneTeslaCoil, určená pre didaktické účely. S uvedeným technickým zariadením bolo spracovaných 9 experimentov zameraných na skinefekt, iónový motor, experiment osvetľujúci princíp bleskozvodu, Jakubov rebrík, elektromagnetické delo, teslova cievka so žiarivkou a žiarovkou, Kirlianova fotografia, plazmový reproduktor a jav nazývaný teslaforéza[4]. Každý experiment, pozostával z 10 častí, v ktorých okrem samotnej metodiky a postupu realizácie experimentu bolo popísané i vzhľadom na ŠVP, propagačné motto experimentu, náročnosť na pomôcky s rozsahom náročnosti 1-3, pedagogický cieľ, nové pojmy súvisiace s experimentom, potrebné pomôcky pre uskutočnenie experimentu, fyzikálne vysvetlenie. Na záver pre overenie spätnej väzby boli stanovené kontrolné otázky a doplňujúca poznámka. Zostavovanie sady experimentov bolo v zmysle Štátneho vzdelávacieho programu, časti FYZIKA resp. prílohou ISCED-u 3A pre stredné školy a osemročné gymnázia a to najmä v časti využitie vzhľadom na ŠVP a pedagogický cieľ.

2 Výsledky a diskusia

Po zostavení sady demonštračných experimentov pre učiteľov strednej školy s transformátorom boli stanovené dve hypotézy. Prvou bolo, že experimenty s využitím Teslového transformátora vedia z fyzikálneho a vizuálneho hľadiska zaujať žiakov. Nadväznosti na tento predpoklad bola stanovená druhá hypotéza predpokladajúca, že využitie transformátora a experimentov s ním pomáhajú žiakom pochopiť problematiku elektriny a magnetizmu. Samotný výskum bol zrealizovaný na Piaristickom gymnáziu svätého Jozefa Kalazanského v Nitre v roku 2017 ako súčasť autorovej súvislej pedagogickej praxe. Experimentálnu skupinu výskumu tvorilo 54 žiakov, a to v zložení so 46 žiakov druhého ročníka a 8 žiakov tercií osemročného štúdia. Druhý ročník strednej školy bol cielene zvolený na základe ŠVP resp. ISCEDu 3A, v ktorom sa vyučujú tematické celky elektriny a magnetizmu, nakoľko uplatnenie predkladaných experimentov s Teslovou cievkou by mal mať najväčšie uplatnenie práve v na tomto stupni stredoškolského vzdelávania riadeného protokolom ISCEDom 3A predloženým ministerstvom školstva. Prezentácie pripravených experimentov zameraných na elektrinu a magnetizmus v súvislosti s Teslovou cievkou boli zrealizované na hodinách fyziky v rámci tematického celku Striedavý prúd. Prezentácia prebehla v II.A triede tvorenej z 22 prítomných žiakov a 32 prítomných žiakov II.B triedy. Výber experimentov bol zvolený tak, aby pokryl štandardnú vyučovaciu jednotku (t. j. 45 min), pričom by mal spĺňať zásadu jednoduchosti (prechod od jednoduchšieho k zložitejšiemu) a smerovať k demonštrácii experimentu s Teslovou cievkou. Počas výskumu bola použitá už spomínaná výskumná metóda formou dotazníka, ktorý bol vyhodnotený modifikovanou Thurstonovou metódou porovnávania párov. Ide o metódu vytvorenia intervalovej škály, ktorú vytvoril Louis Leon Thurstone (1887 – 1955), ktorá má významné uplatnenie v sociológií a psychológií. Táto metóda vychádza z myšlienky, že všetci respondenti vedia zoradiť jednotlivé tvrdenia podľa istého kritéria na myslenej stupnici. V našom výskume týkajúceho experimentov s Teslovou cievkou sme za kritérium zvolili prioritné tvrdenie, s ktorým sa viac žiak stotožňuje. Rozhodnutie medzi dvoma možnosťami je u každého respondenta individuálne, a preto poradie jednotlivých výrokov je u každého iné. Taktiež nevieme o hodnotách škály, nakoľko ich práve hľadáme. Respondenti vo výskume nepriraďujú k výrokom čísla, to urobí až proces porovnávania párovania. Avšak Thurstoneova metóda predpokladá normálne rozdelenie škálových hodnôt určených respondentami. Výsledná intervalová škála sa určí z hromadného súboru, ktorý vznikne spočítaním jednotlivých volieb všetkých odpovedí. Hlavným cieľom bolo zistiť pomocou Thurstoneovej modifikovanej metódy ako žiaci strednej školy vnímajú experimenty na vyučovacej hodine spojené s Teslovou cievkou v rámci tematického celku z časti ISCED-u elektrina a magnetizmus. Dotazník (formulár) bol zostavený tak, aby bolo možné pomocou modifikovanej Thurstoneovej metódy porovnávania

párov určiť pravdivosť stanovených hypotéz. Dotazník bol rozdaný žiakom v závere hodiny po expozícií experimentov. Úlohou žiaka bolo ľubovoľným symbolom označiť jedno z dvoch tvrdení, s ktorým sa viac stotožňuje. Z 9 výrokov, ktoré sme zvolili, na základe Thurstoneovej metódy porovnávania párov vyplýva 36 rôznych možných párov. Výroky, použité v dotazníku boli nasledovné[2] :

Číslo výroku	Výrok v dotazníku
1	Experimenty s Teslovou cievkou sa mi z vizuálneho hľadiska páčili.
2	Experimenty s Teslovou cievkou ma z fyzikálneho hľadiska zaujali.
3	Experimenty s Teslovou cievkou ma motivovali dozvedieť sa viacej o danej problematike.
4	Pamätám si fyzikálnu podstatu vysvetleného experimentu s Teslovou cievkou.
5	Pri ústnej odpovedi pri tabuli si spomeniem na experiment ukázaný na hodine.
6	Kontrolné otázky počas predvádzania experimentu mi pomáhajú pochopiť poučky.
7	Jednoduché experimenty s Teslovou cievkou by som si vyskúšal aj sám doma.
8	Mám rád experimenty na vyučovacej hodine, lebo sa neskúša.
9	Vďaka experimentom s Teslovou cievkou som lepšie porozumel fyzikálnym javom.

Tabuľka 1 Výroky použité v dotazníku Zdroj: [2]

V nasledujúcej časti sú uvedené vyhodnotenia modifikovanej Thurstoneovej metódy porovnávania párov.

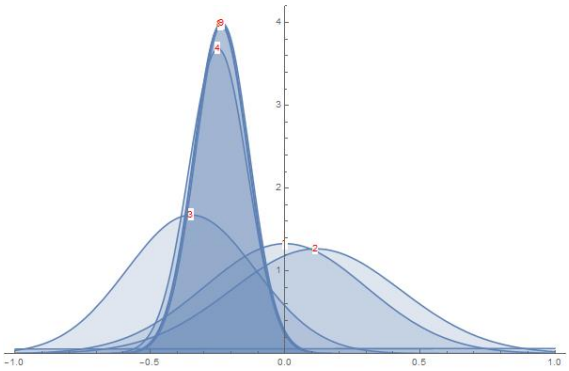
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	x	26	42	26	26	38	31	31	28
2	28	x	38	33	23	34	40	36	32
3	12	16	x	24	24	22	35	26	31
4	28	21	30	x	23	22	37	22	20
5	28	31	30	31	x	29	41	25	25
6	16	20	32	32	25	x	35	32	17
7	23	14	19	17	13	19	x	24	14
8	23	18	28	32	29	22	30	x	14
9	26	22	23	34	29	37	40	40	x

Tabuľka 2 Záznam vyhodnotenia dotazníkov pre aplikovanie modifikovanej Thurstoneovej metódy porovnávania párov Zdroj: [2]

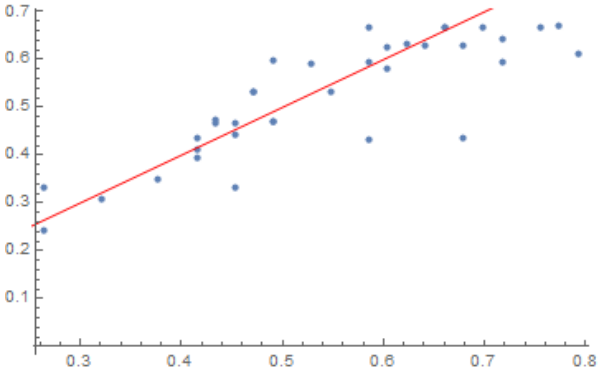
Nakoľko L.L. Thurstoneova metóda škálovania z roku 1929 nie je príliš presná, a preto škálové hodnoty boli stanovené použitím modifikovanej Thurstoneovej metódy porovnávania párov využitím softvéru Wolfram Mathematica, kde sú výstupom navzájom previazané grafy normálneho rozdelenia. Za kalibračný výrok bol určený prvý výrok, ktorému sme pevne nastavili strednú hodnotu na μ_1=0,000 a strednú odchýlku na σ_1=1,000. Voľba kalibračného výroku nemá vplyv na poradie vo výslednej škále.

Výrok z dotazníku	Stredná hodnota μ_k rozdelenia	Rozptylσ_k rozdelenia
5	2,214	30,654
2	0,114	1,074
1	0,000	1,000
9	-0,232	0,000
6	-0,237	0,000
8	-0,239	0,002
4	-0,248	0,042
3	-0,348	0,691
7	-53,515	123,733

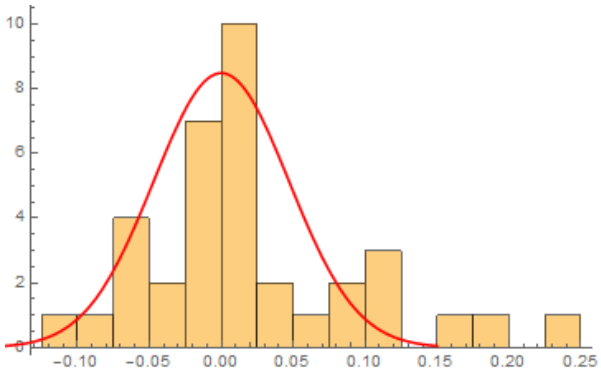
Tabuľka 3 Naškálované stredné hodnoty rozdelenia pravdepodobnosti odpovedí na jednotlivé výroky z dotazníka modifikovanou Thurstoneovou metódou Zdroj: [2]



Graf 1 Gaussovo rozdelenie pravdepodobnosti odpovedí na jednotlivé tvrdenia formulára
Zdroj: [2]



Graf 2 Porovnanie všetkých nameraných pravdepodobností p_{exp}^{ij}, kedy je výrok i pred výrokom j s teoretickou pravdepodobnosťou p_{teor}^{ij} na základe modifikovanej Thurstoneovej metódy
Zdroj: [3]



Graf 3 Normálne rozdelenie odpovedí respondentov
Zdroj: [2]

Analýzou získaných výsledných grafov a ich hodnôt bolo zistené, že najvyššiu strednú hodnotu má výrok číslo 5, žiakom pri ústnej odpovedi pri tabuli pomáha experiment ukázaný na hodine, čo vypovedá o tom, že robiť experimenty na hodine má význam. Avšak toto tvrdenie má veľký rozptyl, a preto vo veľkej miere rozdeľuje triedu v danom postoji. Na nasledujúcich miestach intervalovej škály skončili výroky číslo 2 a 1, ktoré vypovedajú o experimentoch s Teslovou cievkou, že vedia zaujať z fyzikálneho a vizuálneho hľadiska, čo súvisí so stanovenou prvou hypotézou. Tieto dve tvrdenia majú malý rozptyl, čo vypovedá o tom, že žiaci sa na danom výroku zhodli a má pevné miesto v ich zozname, čo potvrdzuje hypotézu jeden. Výroky 4, 6, 8 a 9 sú veľmi blízko seba, dokonca aj z hľadiska rozptylu, a preto sa na grafe č. 1 kryjú. Vyhodnotenie sa prikláňa k potvrdeniu hypotézy dva, avšak taktiež hovorí, že experimenty na hodine zabezpečujú stav nečinnosti. Na konci škály sa umiestnili výroky 3 a 7. Výrok 3 na škále nie je ďaleko od predchádzajúcich hodnôt výslednej škály, teda experimenty s istou mierou vedia motivovať žiaka, avšak nemajú jednoznačnú pozíciu u žiaka. Výsledné číslo škály výroku 7, o domácej práci s Teslovou cievkou, vypovedá, že Teslova cievka nevie aktivovať jednoznačne žiaka na domácu činnosť. Stredná hodnota je od predchádzajúcich veľmi vzdialená a veľmi vysoký rozptyl tohto tvrdenia vypovedá o tom ,že malá skupina žiakov by si vyskúšala demonštračné experimenty s Teslovou cievkou doma[2].

Záver

Na začiatku výskumu boli stanovené dve hypotézy v súvislosti s využitím Teslovej cievky a to, že experimenty s Teslovou cievkou z fyzikálneho i vizuálneho hľadiska zaujmú žiakov a budú im nápomocné pri pochopení problematiky elektriny a magnetizmu. Samotná realizácia výskumu prebehla v vyučovacom procese na hodinách fyziky. Po prebratí problematiky elektriny a magnetizmu bola následná hodina venovaná samotnej experimentálnej časti. Po vyhodnotení odpovedí možno konštatovať, že najpreferovanejší bol fakt, že žiakom pri ústnej odpovedi pri tabuli pomáha experiment ukázaný na hodine. Z ďalších odpovedí jednoznačne vyplýva skutočnosť, že experimenty s Teslovou cievkou z fyzikálneho i vizuálneho hľadiska zaujmú žiakov a vedia uľahčiť zapamätanie, pomôžu pochopiť poučky a pomáhajú porozumieť javom problematiky elektriny a magnetizmu, čo nám vlastne potvrdzuje nami stanovené hypotézy. Okrem tohto je zaujímavé, že malá skupina žiakov prejavila záujem demonštračné experimenty s Teslovou cievkou si urobiť v rámci svojho voľna doma. Keďže stanovené hypotézy sa potvrdili, môžeme na záver konštatovať, že zostavená sada experimentov je vhodne navrhnutá tak, aby mohla poslúžiť učiteľom fyziky ako nástroj na zlepšenie edukačného procesu nakoľko len teoretický výklad k problematike elektriky a magnetizmu je pre pochopenie a zvládnutie častokrát nezrozumiteľný a nezapamätateľný.

Použitá literatúra

[1] LACSNÝ B., VOZÁR L., ŠTUBŇA I. (2012) Elektromagnetizmus. Fakulta prírodných vied UKF v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 1, Nitra

[2] Sitkey M. (2017) Využitie experimentov s teslovou cievkou v rámci štátneho vzdelávacieho programu (Diplomova práca) Katedra fyziky Univerzity konštantína Filozofa, Nitra
[3] Tóth G. (2010) Fyzikálne aplety a ich využitie vo výučbe fyziky (Dizertačná práca), Katedra fyziky Univerzity konštantína Filozofa, Nitra
[4] http://news.rice.edu/2016/04/14/nanotubes-assemble-rice-introduces-teslaphoresis/ ,
[5] http://amasci.com/tesla/tesla.html , 2017.
[6] http://www.teslacoiling.co.uk/events , 2017.

Domáce úlohy z fyziky ako ich nepoznáte

Physics Homeworks as You Don´t Know Them

Jana Šimonovičová
Školiteľ: Simona Belicová
Katedra fyziky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra
jana.simonovicova@student.ukf.sk

Abstrakt

Vyučovací proces na Slovensku je založený na memorovaní a prepisovaní školských poznámok z daného predmetu, učitelia nestíhajú poriadne vysvetliť zadania k domácim úlohám, nie to ich ešte skontrolovať. V tomto príspevku sa venujeme výhode informačných a komunikačných technológií a ich využitia na pôde školy. Upozorníme na jednoduchosť používania domácich úloh pre žiakov a taktiež na rozdiely medzi klasickou domácou úlohou písanou perom a medzi domácou úlohou, ktorú má učiteľ možnosť vytvoriť práve pomocou informačných a komunikačných technológií. Používame systém LMS Moodle, v ktorom máme možnosť pracovať a vyskúšať ho pri tvorbe domácich úloh z oblasti Elektriny. Na portáli www.amos.ukf.sk sme vytvorili 52 úloh s využitím 7 rôznych typov úloh. Zamerali sme sa hlavne na typ úlohy Cloze (Vložené odpovede).

Kľúčové slová: domáce úlohy, IKT, LMS Moodle Cloze

Abstract

Educational process in Slovakia is based on memorizing and transcribing notes from given subject. Teachers don't have enough time to properly explain tasks of homeworks, not even to check them. In this article we analyze the advantage of informational and communication technologies and it's usage at the field of school. We point out at the simplicity of using homeworks for students and also at the differences between classic homework written by pen and homework, which can be created through informational and communication technologies by a teacher. We use LMS Moodle system, in which we have opportunity to work and also try to create homeworks in the area of electricity. We have created 52 examples with 7 different types of homeworks at www.amos.ukf.sk portal. We focused primarily on Cloze type of homeworks. (inserted answers)

Key Words: homeworks, ICT, LMS Moodle, Cloze

Úvod

V diele Didactica Magna (Veľká didaktika) sa Ján Amos Komenský vyjadril slovami: *„ ... pokiaľ nám pôjde o lepšiu budúcnosť, nemôžeme sa zastaviť pri hľadaní prostriedkov, ktoré to môžu umožniť."* [1]. V príspevku sa venujeme v prvej kapitole vyučovaciemu procesu a klasickej domácej úlohe písanej perom. Obsahom druhej kapitoly je e-learning a prostredie LMS Moodle, tzv. Vzdelávanie budúcnosti.

Dnes už máme množstvo vymožeností, ktoré nám ponúkajú práve informačné a komunikačné technológie (ang. ICT – Information and communication technology). Spomínané prostredie LMS Moodle nám ponúka viaceré typy úloh, ktoré uvádzame v tretej kapitole. Ďalšia kapitola je zhrnutím typov úloh z banky otázok na témy z oblasti *Elektriny*, ktoré sme vytvorili. Náplňou poslednej kapitoly je rozobratý návod na tvorbu typu úlohy Vložené odpovede (Cloze) s využitím niekoľkých podúloh spolu s náhľadom zobrazenia Cloze úlohy pre žiaka. Tento typ úlohy sme si vybrali do tohto príspevku z dôvodu nedostatočného používania Cloze úlohy ako fixačného nástroja.

1 Vyučovací proces

Petlák (1997) vníma vyučovací proces ako *„plánovité, cieľavedomé a zámerné pôsobenie subjektu vyučovania (učiteľa) na objekt vzdelávania a výchovy (žiaka), aby bol systematicky vzdelávaný a vychovávaný. Objekt vzdelávania a výchovy (žiak) je zároveň subjektom vyučovacieho procesu, v ktorom si okrem osvojovania nových vedomostí, spôsobilosti, vytvárania zručností a návykov rozvíja aj poznávacie procesy, formuje svoju osobnosť, ale súčasne vplýva na činnosti učiteľa."* [2]

„Ak sa má však stáť človek človekom, musí byť vzdelaní" [1]. Keď sme sa chceli držať slov Jána Amosa Komenského napomôže nám k tomu rozdelenie vyučovacieho procesu podľa Petláka (1997), v ktorých sa realizujú jednotlivé čiastkové ciele. Takéto členenie vyučovacieho procesu na etapy pomáha lepšie

porozumieť jeho organizáciu. Pomocou teoretickej analýzy môžeme vyčleniť tieto časti:

1. **Motivačná časť –** príprava žiakov na aktívne osvojovanie učiva
2. **Expozičná časť** – prvotné zoznámenie žiakov s novým učivom
3. **Fixačná časť** – prvotné opakovanie a utvrdzovanie učiva
4. **Diagnostická časť** – preverovanie osvojených vedomostí, spôsobilostí, zručností a návykov

Tým že vyučovací proces je v podstate cestou k určitému cieľu, a to vzdelaniu, sa tieto ciele stali pútavou témou pre viacerých pedagógov, psychológov. Či už to bol B. S. Bloom, J. H. De Block alebo to bol B. Niemierko, ktorého taxonómia vzdelávacích cieľov je považovaná za najvhodnejšiu v oblasti vzdelávacích cieľov pre vyučovanie prírodovedných a technických predmetov [3]. Pretože sa skladá len zo štyroch častí:

1. **Zapamätanie informácií (poznatkov) –** definovať, vymenovať, reprodukovať,...
2. **Porozumenie informácií (poznatkov) -** vyjadriť vlastnými slovami, objasniť, preložiť, vysvetliť,...
3. **Aktivácia informácií (použitie poznatkov) v typických situáciách –** riešenie typických školských úloh – špecifický transfer – demonštrovať, aplikovať, vypočítať, vyriešiť,...
4. **Aplikácia informácií (použitie poznatkov) v problémových situáciách** – nešpecifický transfer – zhodnotiť, oceniť, posúdiť, porovnávať, vyvodiť závery, vyriešiť,... [4].

K vyučovaciemu procesu neodmysliteľne patrí domáca úloha, ktorej sa bližšie budeme venovať v ďalšej podkapitole.

1.1 Domáca úloha

Podľa Petláka (1997) a jeho rozloženia fáz vyučovacieho procesu možno domácu úlohu zaradiť k fixačným fázam. V tejto fáze ide o prvotné opakovanie učiva, ktorá má za úlohu zopakovanie a upevňovanie vedomostí nadobudnutých v prvých dvoch fázach vyučovacieho procesu, a to motivačnej a expozičnej časti vyučovania.

„*Domáca úloha je pokračovaním učebnej činnosti žiaka v škole. Prispieva k prehlbovaniu vedomostí, vedie k aplikácii na konkrétne skutočnosti. Dôležité je, aby žiak domácej úlohe rozumel. Preto je potrebné, aby po zadaní domácej úlohy učiteľ prečítal znenie úlohy, aby sa opýtal žiakov, či úlohe porozumeli. Domácou úlohou sa nemá nahrádzať to, čo sa nestačilo v škole prebrať! Žiaci nemajú byť domácimi úlohami preťažovaní. Úlohy, ktoré mali žiaci v rámci domácej prípravy vypracovať, treba skontrolovať. Kontrola zároveň plní funkciu spätnej väzby pre učiteľa, tiež prispieva k systematickej práci žiaka*“.[5] Bohužiaľ, práve na tieto dôležité fakty sa zabúda, a to:

- Domáca úloha má byť pre žiaka zrozumiteľná.
- Učiteľ si má overiť, že žiaci porozumeli zadaniu domácej úlohy.
- Domáca úloha nie je „samoštúdiom“ nových lekcií.
- Učitelia majú navzájom komunikovať o množstve domácich úloh, aby nedochádzalo k preťažovaniu žiakov.
- Učiteľ má dôkladne skontrolovať každú úlohu, ktorú zadal.

Učitelia zvyčajne posledný bod úplne vynechávajú. Nie je však presne jasné prečo, či je to z dôvodu nedostatku času alebo sú v tom iné dôvody. Keďže žiaci často nemajú kontrolované vypracovania domácich úloh, tak úlohy prestávajú riešiť. Následkom neskontrolovania úloh dochádza aj k tomu, že si žiaci dostatočne nezafixujú získané poznatky z daného učiva. Keď si žiaci poznatky nezafixujú iným spôsobom, či už memorovaním alebo pomocou ďalších fixačných metód sa prejaví pri písaní písomiek a pri vypracovávaní testov, pričom žiaci veľmi často zlyhávajú.

2 Vzdelávanie budúcnosti?

Už v počiatkoch tvorby Internetu sa začínalo hovoriť najprv o revolúcii a o pár rokov neskôr aj o evolúcií vo vzdelávaní. Na začiatku sa predpokladalo, že bežný, čiže klasický spôsob výučby a vzdelávania bude úplne nahradený práve tým elektronickým. Dnes už však vieme, že existuje viacero spôsobov využívania e-learningu vo vyučovaní, samozrejme, čím ďalej, tým viac ho využívame. E-learning teda môžeme charakterizovať ako *systém vzdelávania s centrálnou úlohou žiaka, ktorý je používaný na vytváranie a zdieľanie obsahu, riešenia úloh, aktivít, komunikáciu, hodnotenie, riadenie a administráciu vzdelávania pomocou elektronických metód spracovania, uskladňovania a prenosu informácií.*

Dôležitou súčasťou e-vzdelávania je **e-learningový kurz,** ktorý si môžeme predstaviť ako učebnú jednotku, ktorá sa využíva v rámci vyučovacieho procesu. Ak kurz vytvoríme elektronicky v určitom prostredí, vtedy hovoríme už o e-learningovom kurze.

V našom prípade sme vytvorili taktiež jeden takýto e-learningový kurz, na ktorého používanie nemusí užívateľ potrebovať inštalovať žiadne špeciálne programy, stačí mu jeden z internetových prehliadačov. Toto je jedna z výhod e-vzdelávania, je ľahko dostupná.

Ide o kombináciu online a tradičného vyučovania, ktoré sa spoločným názvom nazýva blended learning. Blended learning pre základné a stredné školy predstavuje vyučovací proces za pomoci e-learningových nástrojov (hlavne IKT) a zahrňuje aj domácu prípravu žiakov na vyučovanie. Taktiež môžeme blended learning preložiť ako zmiešané vzdelávanie, v ktorom sa spájajú alebo lepšie povedané prelínajú prezenčné formy vyučovania s e-learningom, či s prvkami dištančného vzdelávania (čo platí skôr pre krátkodobé kurzy).

2.1 LMS Moodle

LMS sa zaraďuje do kategórie špecializovaných systémov, konkrétne ich nazývame *systémy na riadenie výučby*. Takéto systémy sa najčastejšie poznáme pod skratkou LMS, ktorá pochádza z anglického označenia LMS - *Learning Managemet System*. LMS Moodle je jeden z najrozšírenejších systémov, ktorý môžeme používať ako pomôcku pre vzdelávanie, ktoré nám umožňuje práve toto prostredie. Skratka Moodle je taktiež z anglického výrazu *Modular Object Oriented Dynamic Learning Enviroment*, čo v slovenskom jazyku znamená modulové objektovo orientované dynamické vzdelávacie prostredie. Rovnako sa môžeme pozrieť na sloveso „to moodle“ čo v angličtine znamená určitý proces pozvoľného rozmýšľania nad niečím, čo nás momentálne zaujíma, pričom táto myšlienka vedie ku vzniku nových hlbokých a hlavne kreatívnych nápadov. Oba tieto pojmy vystihujú hlavú ideu, ktorú LMS Moodle predstavuje pre učiteľov a žiakov, ktorí ho využívajú.

3. Domáce úlohy, ako ich nepoznáte. V hlavnej úlohe LMS Moodle

LMS Moodle ponúka viaceré typy otázok, v našom prípade je to skôr typ úlohy, ktorú môže učiteľ využívať vo svojom elektronickom kurze, a to:

- Viaceré odpovede
- Pravda/Nepravda
- Krátka odpoveď
- Numerická úloha
- Výpočtová úloha
- Esej
- Zhoda
- Priraďovanie z krátkych odpovedí
- Vložené odpovede (Cloze)
- Jednoduchá výpočtová
- A ďalšie.

Niektoré typy sme použili na vytvorenie úloh v banke otázok na serveri www.amos.ukf.sk na témy z oblasti Elektriny. Najviac podobný typ úlohy ku klasickej domácej úlohe písanej perom je typ jednoduchá výpočtová úloha, pokiaľ nie je vypracovaná spätná väzba, ktorá je bližšie definovaná v piatej kapitole. V neposlednom rade sa využíva typ úlohy vložené odpovede (Cloze), pri ktorom je úlohou žiakov vpísať správne slová, hodnoty, vybrať atď. na základe daného textu.

4. Typy úloh z oblasti Elektriny

V banke úloh na portáli www.amos.ukf.sk sme vytvorili 52 domácich úloh s využitím 7 typov úloh (viď tab. 1). Využili sme rôzne typy úloh, nie len výpočtové úlohy, ako sú na školách zaužívané, ale použili sme typy uvedené vyššie.

Téma	Počet vytvorených úloh v e-learningovom kurze						
	Cloze úloha	Pravda/ Nepravda	Zhoda	Numerická	Výpočtová	Krátka odpoveď	Viac odpovedí
1 – Elektrický obvod	4		1				
2 – Elektoromotrické napätie zdroja	1	1		1	4		
3 – El. prúd v kovoch	1	1			7	1	
4 – El. prúd v elektrolytoch	1	2			3		
5 – El. prúd v plynoch	1	1		1		1	2
6 – Ohmov zákon pre časť el. obvodu	1	1			4		
7 – El. odpor vodiča	2	1		2	1		
8 – Spájanie rezistorov	4				2		

Tab. 1 Počet typov úloh vytvorených v banke otázok

Zdroj: autor

Ako môžeme vidieť na tab. 1 typ Cloze úlohy sme použili v každej téme, z dôvodu fixácie teórie prebranej počas vyučovacej hodiny.

5. Vložené odpovede (Cloze)

Typ úlohy Cloze nám dáva možnosť skombinovať viaceré typy úloh, ktoré nám LMS Moodle ponúka. V tomto type úlohy môžeme využívať tieto podúlohy:

- Krátka odpoveď (SHORTANSWER)
- Výber z možností (MULTICHOICE)
- Numerická odpoveď (NUMERICAL) [5]

Jedinou nevýhodou je, že je potrebné používať skratky, v ktorých sú „zakódované“ jednotlivé typy podúloh. Tabuľku týchto vzťahov môžete vidieť nižšie.

Typ úlohy	Označenie	Skrátene označenie
Krátka odpoveď	SHORTANSWER	SA, prípadne MW
Krátka odpoveď, kde záleží na veľkosti písmen	SHORTANSWER_C	SAC, prépadne MWC
Výber odpovedí z rozvýjacieho zoznamu	MULTICHOICE	MC
Výber odpovedí z horizontálnehej ponuky	MULTICHOICE_H	MCH
Výber odpovedí z veritikálnej ponuky	MULTICHOICE_V	MCV
Numerická odpoveď	NUMERICAL	NM

Tab. 2 Tabuľka používaných skrátených označení jednotlivých typov úloh

Zdroj: [6]

Pre učiteľa je tvorba takéhoto typu úlohy časovo náročnejšia, viď tab. 1.

Obr. 1 Tvorba Cloze úlohy

Zdroj: autor

Zápis každého typu úlohy vyzerá rovnako. Jediná vec, ktorá sa mení je daná skratka (SA,NM,...) a počet bodov za odpoveď (1 bod sa nemusí uvádzať). Takýto zápis potom vyzerá nasledovne : **{2:SA:=R# Správna odpoveď}**

Rozloženie tohto vzťahu znamená: prvé číslo za zloženou zátvorkou predstavuje počet bodov, ktorý žiak získa za správnu odpoveď: SA, čiže short answer (z angl. krátka odpoveď):= správna odpoveď, ku ktorej sa má žiak dopracovať # znak pre oddelenie odpovedí, ktorý je doplnení spätným hodnotením pre žiaka. Ukončené je to rovnako zloženou zátvorkou.

Pri typoch úloh MULTICHOICE (výber odpovedí z rozvíjajúceho zoznamu) má tvorca úlohy, čiže učiteľ možno výberu, či budú možnosti správnych odpovedí zobrazené vertikálne alebo horizontálne. Čo v konečnom dôsledku uvidí učiteľ v náhľade úlohy alebo až žiak pri vypracovávaní. Učiteľ má taktiež možnosť voľby poradia jednotlivých odpovedí. Nevýhodou tohto typu podúlohy je, že nie je možné nastaviť náhodnú zmenu a generáciu ponúknutých odpovedí. Spôsob zápisu môže vyzerať nasledovne: 1. *{:MULTICHOICE_V:= správna odpoveď#* správne,~ *nesprávna odpoveď#* nesprávne*}*, prípadná zmena poradia môže vyzerať takto: 2. *{:MULTICHOICE_H: nesprávna odpoveď#* nesprávne ~= *správna odpoveď* #správne*}*.

1. Zápis nám hovorí o otázke typu výber odpovedí z rozvíjajúceho zoznamu, ktorý sa nám zobrazí vertikálne, ako prvú nám ponúkne správnu odpoveď a ako druhú nesprávnu odpoveď.
2. Zápis nám ponúka rovnaký typ podúlohy, ktorý sa žiakovi zobrazí v horizontálnej podobe a ako prvú možnosť nám ponúkne nesprávnu odpoveď, následne správnu odpoveď.

Na oba uvedené typy zápisov, sme prednastavili aj spätnú väzbu pre žiaka, o správnosti odpovede.

Presné znenie textu vytvorenej domácej úlohy typu Cloze, ktorý je na obr. 1 je: *Elektrický odpor je fyzikálna {:MULTICHOICE: ~jednotka#nesprávne, ~=veličina#správne}, ktorá vyjadruje do akej miery je materiál schopný zabrániť prechodu elektricky nabitých častíc daným obvodom. Označujeme ho veľkým písmenom {:SA:= R#správne} a udávame ho v jednotkách 1 {:MULTICHOICE: ~ φ#nesprávne, ~Φ#nesprávne, ~=Ω#správne} (Ohm).*

Elektrický odpor vodiča závisí od viacerých jeho vlastností, a to od dĺžky vodiča, plochy prierezu vodiča, teploty vodiča a materiálu, z ktorého je vodič vyrobený.

Čím je vodič dlhší, tým menší prúd ním preteká. A keďže vieme, že elektrický odpor je priamo úmerný jeho dĺžke potom platí, že čím dlhší je vodič, tým {:MULTICHOICE:~menší#nesprávne, ~=väčší# správne} je jeho elektrický odpor.

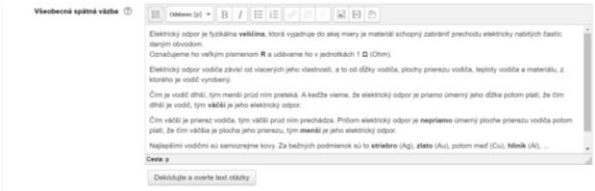
Čím väčší je prierez vodiča, tým väčší prúd ním prechádza. Pričom elektrický odpor je {:MULTICHOICE_H:=nepriamo#správne, ~priamo#nesprávne} úmerný ploche prierezu vodiča

potom platí, že čím väčšia je plocha jeho prierezu, tým {:SA:= menší#správne, ~=mensi#správne} je jeho elektrický odpor.

Najlepšími vodičmi sú samozrejme kovy. Za bežných podmienok sú to {:SA:=striebro#správne} (Ag), {:SA:=zlato#správne} (Au), potom meď (Cu), {:SA:=hliník#správne,~=hlinik#správne} (Al), ...

Keďže domácu úlohu zaraďujeme do fixačnej fázy vyučovacieho procesu, tak jednou z možností ako zafixovať danú teóriu, ktorú učiteľ so žiakmi prebral na vyučovacej hodine je použiť uvedený typ úlohy. Ďalšou možnosťou pre učiteľa je všeobecná spätná väzba k danej úlohe (obr. 2).

Všeobecná spätná väzba je uvedený postup správneho riešenia úlohy. V tomto prípade ide o prepis textu ako celku, respektíve o správne riešenie úlohy.



Obr. 2 Všeobecná spätná väzba k Cloze úlohe

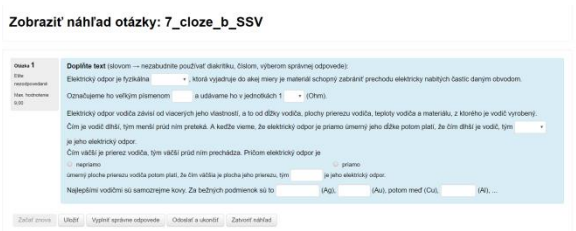
Zdroj: autor

Dekódujte a overte text otázky. Toto tlačidlo sa používa po vyplnení poľa Text otázky, slúži na overenie správnosti použitých kódov a vypíše jednotlivé podúlohy v priehľadnom formáte. Takto si tvorca úlohy môže skontrolovať, či je všetko v poriadku.

Ako sme si už vyššie vysvetlili, že všeobecná spätná väzba je návod k riešeniu úlohy, tak v našom prípade ide o prepis poznámok, v ktorých sme žiakom zvýraznili práve tie slová, pojmy, vzťahy, hodnoty, ktoré mali žiaci doplniť do danej úlohy.

Počet získaných bodov v tejto úlohe si vie učiteľ korigovať v rámci náročnosti doplnenej časti.

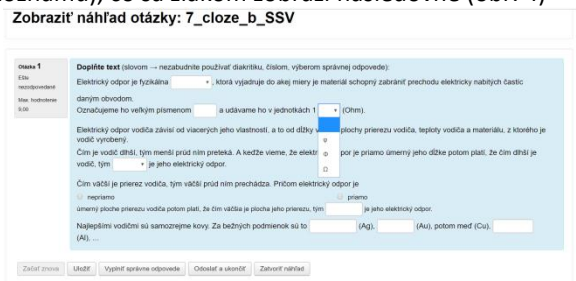
Z pohľadu žiaka je táto úloha oveľa jednoduchšia, na jej vyriešenie mu stačí mať poznatky z hodiny a vedieť vybrať, doplniť správnu odpoveď. Žiakom sa úloha zobrazí nasledovne (obr. 3).



Obr. 3 Vzhľad zobrazenia domácej úlohy (Cloze) z pohľadu žiakom

Zdroj: autor

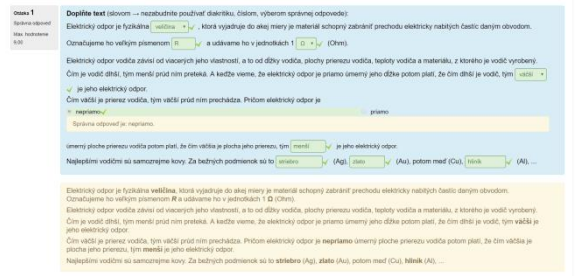
Každé prázdne políčko (bez šípky) treba doplniť krátkou odpoveďou alebo numerickou (číslom). Kde má žiak v políčku šípku, je to podúloha typu multichoice (výber odpovedí z rozvíjajúceho zoznamu), čo sa žiakom zobrazí nasledovne (obr. 4)



Obr. 4 Zobrazenie podúlohy Multichoice z pohľadu žiaka

Zdroj: autor

Po správnom vyplnení všetkých podúloh, žiak klikne na tlačidlo **Odoslať a ukončiť**. Následne dostane spätnú väzbu v podobe (obr. 5):



Obr. 5 Zobrazenie spätnej väzbe domácej úlohe (Cloze) z pohľadu žiaka

Zdroj: autor

Týmto bodom sa domáca úloha pre žiaka končí, učiteľ má však možnosť nahliadnuť do výsledkov žiakov a taktiež si pozrieť v akom čase ich žiaci riešili a aká bola ich úspešnosť. V rámci týchto možností vie učiteľ posúdiť, ktorá úloha robila žiakom najväčší problém a ktorá naopak bola pre nich

najjednoduchšia. K úlohám, ktoré pre žiakov boli náročné, by sa mal učiteľ vrátiť a spätne ich vysvetliť.

Jedinou z nevýhod tohto typu úlohy je, že neobsahuje aj typ otázky **jednoduchá výpočtová úloha**. Ak by to takto bolo, učitelia fyziky a iných prírodovedných predmetov, by mali všetky typy úloh pohromade a mali by možnosť jednoduchšie vytvoriť samotné domáce úlohy.

Ďalšími nevýhodami nielen Cloze úlohy, ale celkovo domácich úloh v prostredí LMS Moodle sú:

- Časová náročnosť pri tvorbe úloh.
- Kolektívne vypracovávanie úloh.

Naopak veľkými výhodami pri používaní elektronických domácich úloh sú:

- Okamžitá spätná väzba, pre žiaka.
- Praktické a nenáročné používanie.
- Spätná väzba pre učiteľa (čas spracovania domácej úlohy, úspešnosť žiakov, nedostatky, ktoré musí učiteľ napraviť vo výučbe)
- Úspora času pri opravovaní domácich úloh.

Záver

V úvode príspevku sme sa venovali teórii domácej úlohy písanej perom. V ďalších kapitolách sme sa zamerali na informačné a komunikačné technológie, konkrétne LMS Moodle s ktorým sme pracovali. Našu pozornosť so všetkých typov sme venovali práve Cloze úlohe. Myslíme si, že práve tento typ úlohy je najvhodnejší pre opakovanie a fixáciu najmä teoretických vedomostí nadobudnutých v priebehu vyučovacích hodín. Opísaný typ úlohy je výhodný pre učiteľa na kontrolu žiakových vedomostí, nakoľko má učiteľ možnosť overiť si žiakove poznatky z teórie, vzorcov, poprípade vyriešenej úlohy v jednom.

Náplňou príspevku je zvýraznenie výhod používania elektronických domácich úloh a návodom na tvorbu pomocou systému LMS Moodle, ktorý používa Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, podobe portálu amos.ukf.sk. Na tomto portály sme vytvorili 52 domácich úloh, ktoré budú použité k testovaniu na stredných školách.

So skúseností môžeme povedať, že najmenej používaný typ úlohy je práve Cloze úloha, ktorú opisujeme v tomto príspevku.

Poďakovanie

Týmto sa chcem poďakovať mojej školiteľke Mgr. Simone Belicovej, za pomoci ktorej vznikala táto práca a ktorá ma pritiahla do sveta domácich úloh a Mgr. Borisovi Lacsnému, PhD. za jeho pripomienky. Taktiež sa chcem poďakovať Mgr. Petrovi Kunovi, PhD. za cenné rady v oblasti e-learningu a samotnom systéme LMS Moodle a Mgr. Danielovi Súkupovi za korekcie a podporu.

Použitá literatúra

[1] Komenský J. A. (1948) Didaktika Veľká/3. vyd. KOMENIUM, učiteľské nakladatelství, spol. s. r. o., Praha

[2] Petlák, E. (1997) Všeobecná didaktika. PhDr. Milan Štefanko – Vydavateľstvo IRIS, Bratislava, s. 63

[3] Turek, I. (2010) Didaktika/2. vyd. Iura Edition, spol. s. r. o., Bratislava

[4] Niemierko, B. (1979) Taksonomia celów wychowania. In: Kwartalnik pedagogiczny, 24, č.2 s. 67-78.

[5] Petlák, E. (1997) Všeobecná didaktika. PhDr. Milan Štefanko – Vydavateľstvo IRIS, Bratislava, s. 126

[6] Drlík, M., Švec, P., Kapusta, J., Mesárošová, M. (2013) Moodle Kompletní průvodce tvorbou a správou elektronických kurzů. Computer Press, Brno

Problém vrstvenia kociek – vizualizácia „neviditeľných“ objektov

The problem of cube layering – visualisation of „invisible“ solids

Renáta Vágová
Školiteľ: Mária Kmeťová
[1,2]Katedra matematika, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,
[1] renata.vagova@ukf.sk, [2] mkmetova@ukf.sk

Abstrakt
Vizualizácia v matematike sa častokrát spája s náčrtom rôznych útvarov alebo diagramov, ktoré žiakom pomáhajú nájsť správne riešenie problému. Cieľom tohto článku je predstaviť pedagogický výskum zameraný na vizualizáciu skrytých priestorových objektov pri riešení vytvoreného problému. Následne ponúka riešenie uvedeného problému prostredníctvom programu GeoGebra. Softvér nám umožňuje formovať nielen bohatšie mentálne obrazy, ale predovšetkým dynamické mentálne obrazy, ktoré žiakov vedú k správnemu riešeniu problému. Úvodná časť poskytuje historický pohľad na vývoj a rozvoj vizualizácie vo vyučovaní matematiky a chápanie samotného pojmu v geometrickom kontexte.

Kľúčové slová: vizualizácia, mentálny obraz, riešenie problému, stereometria, GeoGebra

Abstract
Visualising in mathematics is usually connected with drawing pictures or diagrams because these help learners to find a solution to the problem. The purpose of this paper is to provide pedagogical research on visualisation of hidden spatial objects during solid geometry problem solving. Subsequently, it offers a way how to demonstrate this problem through program GeoGebra. The software allows us to create not only richer mental images, but mainly dynamic mental images that lead students to a correct solution to the problem. The introductory part provides a historical perspective on the development and advancement of visualisation in the teaching of mathematics and the understanding of the concept itself in a geometric context.

Key Words: visualisation, mental image, problem solving, solid geometry, GeoGebra

Úvod

„Friend, when I look back now and ask myself, what, properly speaking, have I done for the education of humanity? – I find the following: I have established the highest basic principle of education by acknowledging sensory-perceptual observation (visualization) to be the absolute basic of all cognition.“ [1] [Pestalozzi in 1]

Užitočnosť vizualizácie a grafických reprezentácií vo vyučovaní matematiky bola preukázaná mnohými pedagogickými a psychologickými výskumami. Avšak potreba jej skúmania pretrváva dodnes vďaka zmenám a inováciám súčasného technologického sveta. Hoci Gutiérrez v [1] celkovo nesúhlasí s predchádzajúcim tvrdením Pestalozziho, zastáva názor, že vizualizácia je neodmysliteľnou časťou ľudského poznania. Pri vstupe do sveta vizualizácie sa okamžite stretávame s viacerými termínmi: priestorová orientácia, mentálny obraz, vizuálny obraz, priestorový obraz, mentálna či vizuálna predstava a pod. V tomto príspevku v krátkosti predstavíme historický kontext vizualizácie vo vyučovacom procese a chápanie samotného pojmu v geometrickom kontexte. Súčasťou článku je aj kvalitatívny výskumný experiment, ktorý sa zameriava na vizualizáciu skrytých priestorových objektov. Poslednou a nemenej dôležitou súčasťou je demonštrácia uvedeného problému prostredníctvom dynamického geometrického softvéru GeoGebra. Mnohé benefity, ktoré nám poskytuje samotný program, umožňujú žiakom manipulovať s 3D útvarmi, čo podporuje správne formovanie reálnych (dynamických) mentálnych obrazov.

[1] Priateľ, keď sa teraz pozerám späť a pýtam sa samého seba, čo, presne povedané, som urobil pre vzdelávanie ľudstva? Zistil som nasledovné: Stanovil som najvyšší základný princíp vzdelávania tým, že som uznal senzoricko-perceptuálne pozorovanie (vizualizáciu) za absolútny základ všetkého poznania. (Vlastný preklad)

1 Historický kontext vizualizácie

Hoci už starovekí Gréci vnímali vizualizáciu ako prirodzenú súčasť matematického myslenia, svoju pozornosť si opätovne získala až 70. a 80. rokoch 20. storočia. Podľa Davisa v [2] bol úpadok vizualizácie spojený s rozvojom analytickej geometrie (17. st.) a pokračoval rozvojom projektívnej geometrie (18. st.). Na základe toho sa priestorová geometria oddelila od geometrie ako takej a jej predmetom skúmania bolo štúdium abstraktných axiomatických systémov.

Počas 19. storočia sa psychológovia zaoberali najmä skúmaním mentálnych predstáv. Dôsledkom silného vplyvu behaviorizmu, ktorý dominoval v prvej polovici 20. storočia, bolo prevažné pozastavenie psychologických výskumov mentálnych predstáv a psychológovia popreli ich existenciu. Až v 80. rokoch 20. storočia sa do popredia opäť dostáva vizualizácia, nakoľko sa konštruktivisti zamerali na opätovné skúmanie vizuálneho myslenia v matematickom vzdelávaní. S narastajúcim vplyvom konštruktivizmu sa akceptovali kvalitatívne výskumné metódy ako vhodné nástroje na riešenie komplexných problémov v matematickom vzdelávaní [3, 4].

Vizualizácia ako výskumná téma v oblasti matematického vzdelávania (predovšetkým v geometrii) si získala veľkú pozornosť najmä v posledných dvoch desaťročiach [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Jedným z hlavných výskumných cieľov bolo nájsť odpovede na nasledovné otázky [2]:

- Aké organizačné formy vyučovania a aké metódy podporujú efektívnu matematickú vizualizáciu vo vyučovacom procese?
- Ako vplývajú nové technológie na proces vizualizácie vo vyučovaní matematiky?

Od zač. 21. storočia [2] sa výskumníci zameriavajú najmä na semiotický aspekt vizualizácie, t. j. na prepojenie medzi vizuálnym a symbolickým a na vzťah medzi ľudskými predstavami a emocionálnymi aspektmi učenia sa.

Na základe súčasných výsledkov danej problematiky sa vytvorila potreba upevnenia teórií, ktorej cieľom bolo zjednotiť celú oblasť vizualizácie v prostredí matematického vzdelávania. Vymedzovaniu teórie sa venovali mnohí autori [3, 5, 8, 14, 15], ktorí svoje výsledky každoročne prezentovali na medzinárodnej konferencii PME (Psychology in Mathematics Education). Medzi hlavnými výskumnými cieľmi bolo preskúmať rozličné spôsoby „nazerania“ na abstraktné matematické objekty v klasickom prostredí („papier – ceruzka“) a modernizovanom technologickom prostredí (dynamické geometrické prostredia). Obe prostredia vplývajú na vznik a rozvoj matematických predstáv.

2 Pojem vizualizácia v geometrickom kontexte

Podľa výsledkov rôznych výskumov je možné tvrdiť, že vizualizácia zohráva veľmi dôležitú úlohu nielen vo výchovno-vzdelávacom procese, ale aj v bežnom živote. Pojem vizualizácia v matematike sa častokrát spája s náčrtom rôznych útvarov alebo diagramov. Na druhej strane v sebe zahŕňa oveľa viac funkcií ako napr. priestorové videnie, priestorové myslenie, predstavivosť, mentálne predstavy, vizuálne predstavy, priestorové predstavy a pod.

Z matematického hľadiska podľa Ben – Chaima [16] vizualizácia v sebe zahŕňa schopnosť interpretovať a pochopiť informácie vyplývajúce z útvaru a schopnosť kontextualizovať a prekladať abstraktné vzťahy a nefigurálne informácie do vizuálnych termínov.

Zdrojom pre vizualizáciu je práve geometria [1, 6], ktorú možno vnímať ako ideálne prostredie pre rozvoj vedomostí a zručností u žiakov. V geometrickom kontexte sa vzťah medzi predstavami a zručnosťami spája s rozvojom priestorového vnímania, ktoré sa chápe ako prvok matematickej kompetencie.

Cieľom tohto článku je zameranie sa na vizualizáciu v geometrickom kontexte prostredníctvom Gutiérrezovho modelu [1], ktorý vizualizáciu chápe ako súbor konkrétnych predstáv, procesov a zručností potrebných na tvorbu, analýzu, transformáciu a komunikáciu vizuálnych informácií vzťahujúcich sa na reálne objekty, modely a pojmy [17].

3 Vizualizácia 3D objektov

Vyučovanie geometrie podporuje nielen logickú verifikáciu, ale aj priestorovú orientáciu žiakov, ich priestorové schopnosti a vizuálne vnímanie. Podľa Del Ría [18] vyučovanie geometrických telies zostáva v súčasných vzdelávacích programoch takmer nepovšimnuté. Častokrát sa stáva, že vedomosti z oblasti stereometrie sú orientované na základné geometrické telesá (kocka, guľa, mnohosten a valec) a na naučenia sa základných formúl na výpočet ich obsahu a objemu.

Andrade a Montecino [19] analyzovali žiacke problémy chápania „reálnych“ priestorových vzťahov na hodinách stereometrie, keď učitelia využívali ikonické rovinné náčrty namiesto skutočných geometrických modelov. Výsledky realizovaného výskumu poukazujú na to, že uvedený spôsob

vyučovania geometrie telies často deformuje konštrukciu správneho mentálneho obrazu.

Historické štúdie vyučovania matematiky poukazujú na význam a dôležitosť manipulácie s reálnymi (hmotnými) objektmi. Drevené alebo kovové geometrické modely sa dlhodobo využívali pre lepšie pochopenie stereometrických vzťahov. V súčasnosti, s rýchlym rozvojom digitálnych technológií, integrácia „virtuálnych 3D objektov" začala prekonávať viaceré prekážky vo vyučovaní stereometrie [18, 19]. Jedným z voľne dostupných dynamických softvérov, ktorý podporuje konštrukciu aj 3D objektov, je napr. GeoGebra. Softvér sa osvedčil ako vynikajúci nástroj na experimentovanie a skúmanie geometrie. Využívanie programu nám umožňuje priamu manipuláciu s virtuálnymi objektmi a demonštráciu rôznych geometrických vzťahov priamo na počítačovej obrazovke. Túto vlastnosť programu sme využili aj v nasledovnom pedagogickom výskume.

4 Pedagogický výskum zameraný na skúmanie vizualizácie „neviditeľných" objektov

V rámci pedagogického výskumu bola použitá metóda štruktúrovaného pozorovania a kvalitatívna analýza žiackeho riešenia daného problému. Našim cieľom bolo zamerať sa na vizualizáciu skrytých priestorových objektov (grafické znázornenie) [20] a na postupné zovšeobecnenie riešenia problému (algebrický zápis). Hlavná myšlienka vytvoreného problému bola prevzatá od Makinu [21], kde sme jeho pôvodnú formu upravili a doplnili o všeobecné algebrické riešenie. Participantom a riešiteľom danej úlohy bol žiak 3. ročníka nitrianskeho gymnázia, ktorý dosahuje priemerné matematické výsledky. Počas riešenia problému sme so žiakom viedli štruktúrovaný rozhovor, ktorý sme podrobne analyzovali spolu s jeho písomným riešením. Nasledovné klasifikácie boli pre nás hlavných východiskom pri analýze žiackeho riešenia problému:

Krutetskii [22] rozlišuje 3 základné typy žiakov:

- analytický typ – žiak, u ktorého dominuje verbálno-logické myslenie,
- geometrický typ – žiak, u ktorého dominuje vizuálno-obrazové myslenie,
- harmonický (zmiešaný) typ – žiak, ktorý kombinuje verbálno-logické a vizuálno-obrazové myslenie pri riešení matematických problémov.

Presmeg [23, 24] rozoznáva viaceré typy mentálnych predstáv, ktoré žiaci využívajú pri riešení rôznych matematických problémov. V geometrii sa najčastejšie vyskytujú:

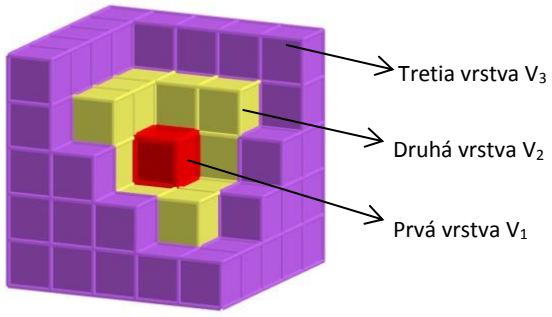
- konkrétne predstavy (mentálne fotografie) – mentálne predstavy znázorňujúce reálne objekty,
- pohybové predstavy – mentálne predstavy spojené s fyzickými pohybmi ako napr. pohyby rukou, hlavou a pod.,
- dynamické predstavy - mentálne predstavy spojené s abstraktným pohybom vizualizovaného objektu. Napr. mentálny obraz rotujúceho telesa.

Kosslyn [25] rozdeľuje mentálny proces do nasledovných kategórií:

- generovanie obrazu – vytvorenie mentálneho obrazu z danej informácie,
- kontrola obrazu – kontrola mentálneho obrazu s cieľom (poloha, prítomnosť iných častí, prvkov, atď.),
- transformácia obrazu – transformácia mentálneho obraz rotáciou, zmenšením, zväčšením a pod.,
- použitie obrazu – odpovedanie na otázky pomocou mentálneho obrazu.

4.1 Problém „Vrstvenie kociek"

Navrhli sme nasledujúci problém rozdelený do štyroch úrovní, ktorých náročnosť sa postupne zvyšuje. V rámci každej úrovne je potrebné odpovedať na príslušné otázky a správne odpovede graficky znázorniť. Pre jednoduchšie pochopenie princípu vrstvenia kociek uvádzame pre čitateľa obr. 1, na ktorom sú jednotlivé vrstvy farebne odlíšené. Príslušné označenia budeme následne využívať pri analýze a interpretácii problému.



Obr. 1 Ukážka princípu vrstvenia kociek

Predstavte si, že máte k dispozícii neobmedzené množstvo rôznofarebných jednotkových kociek. Ďalej si predstavte, že pomocou týchto jednotkových kociek budete tvoriť väčšie kocky postupným pridávaním

vrstiev (ako na cibuli alebo na matrioške), pričom každá vrstva bude inej farby.

Následne si predstavte rôznofarebné vrstvy zložené z jednotkových kociek a odpovedzte na nasledovné otázky v jednotlivých úrovniach.

Úroveň (1)

Predstavte si kocku K_1 vo veľkosti 3×3×3 vytvorenú z jednotkových kociek.

(1.a) Z koľkých rôznofarebných vrstiev sa skladá kocka K_1 ?

(1.b) Načrtnite, ako sa jednotkové kocky vonkajšej vrstvy dotýkajú celými stenami jednotkových kociek prechádzajúcej vnútornej vrstvy. Koľko je takých jednotkových kociek vo vonkajšej vrstve?

(1.c) Načrtnite, ako sa jednotkové kocky vonkajšej vrstvy dotýkajú pozdĺž hrán (bez toho, aby sa dotýkali stien) jednotkových kociek prechádzajúcej vnútornej vrstvy. Koľko je takých jednotkových kociek vo vonkajšej vrstve?

(1.d) Načrtnite, ako sa jednotkové kocky vonkajšej vrstvy dotýkajú vo vrcholoch (bez toho, aby sa dotýkali hrán) s jednotkovými kockami prechádzajúcej vnútornej vrstvy. Koľko je takých jednotkových kociek vo vonkajšej vrstve?

(1.e) Aký je celkový počet jednotkových kociek v kocke K_1?

Úroveň (2)

Predstavte si kocku K_2, ktorá má o jednu vrstvu viac ako kocka K_1 (nová vrstva je inej farby).

(2.a) Koľko jednotkových kociek sme pridali ku kocke K_1?

(2.b) Načrtnite, ako sa jednotkové kocky vonkajšej vrstvy dotýkajú celými stenami jednotkových kociek prechádzajúcej vnútornej vrstvy. Koľko je takých jednotkových kociek vo vonkajšej vrstve?

(2.c) Načrtnite, ako sa jednotkové kocky vonkajšej vrstvy dotýkajú pozdĺž hrán (bez toho, aby sa dotýkali stien) jednotkových kociek prechádzajúcej vnútornej vrstvy. Koľko je takých jednotkových kociek vo vonkajšej vrstve?

(2.d) Načrtnite, ako sa jednotkové kocky vonkajšej vrstvy dotýkajú vo vrcholoch (bez toho, aby sa dotýkali hrán) s jednotkovými kockami prechádzajúcej vnútornej vrstvy. Koľko je takých jednotkových kociek vo vonkajšej vrstve?

(2.e) Aký je celkový počet jednotkových kociek v kocke K_2?

Úroveň (3)

Predstavte si kocku K_3, ktorá vznikla z kocky K_1 pridaním piatich vrstiev (každá nová vrstva je inej farby). Aký je celkový počet jednotkových kociek v kocke K_3?

Úroveň (4)

Predstavte si kocku K, ktorá vznikla z kocky K_1 pridaním n vrstiev (každá nová vrstva je inej farby). Aký je celkový počet jednotkových kociek v kocke K_4?

Všeobecné riešenie problému je nasledovné:
Kocka zložená z *k* vrstiev obsahuje $(2k-1)^3$ jednotkových kociek.
(Poznámka: pridaním jednej vrstvy získame geometrický dôkaz aritmetického rekurzívneho vzorca pre nepárne čísla: $(2k-1)^3 + 6(2k-1)^2 + 12(2k-1) + 8 = (2k+1)^3$). Kocka K_4 vytvorená z kocky K_1 pridaním *n* vrstiev sa skladá z *n+2* vrstiev, t. j. obsahuje $(2(n+2) - 1)^3 = (2n+3)^3$ jednotkových kociek.

4.2 Žiacke riešenie a demonštrácia riešenia v programe GeoGebra

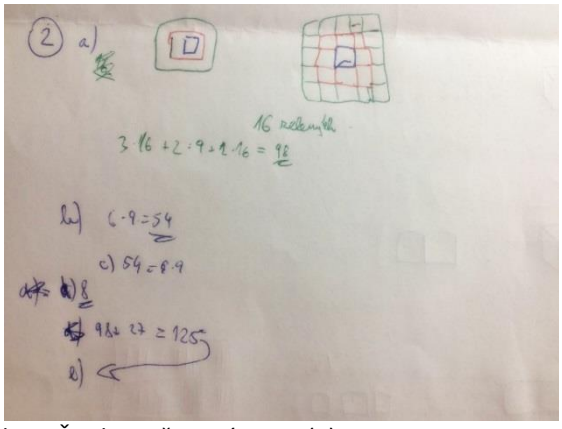
Na začiatku riešenia problému neboli žiakovi poskytnuté reálne modely, ktoré by mu pomohli odpovedať na jednotlivé otázky v príslušných úrovniach. Žiak musel „pracovať“ iba so svojou vlastnou predstavivosťou. Snažil sa o korektnú vizualizáciu riešení, o vytvorenie si správnych mentálnych predstáv. Počas riešenia problému sa vyskytli viaceré momenty, kedy bolo potrebné žiaka usmerniť k správnemu riešeniu.

Prvý dôležitý moment sa objavil pri riešení úrovne (1.a), kde žiak nesprávne určil počet vrstiev kocky K_1. Je dôležité, aby žiak správne odpovedal na príslušnú otázku, pretože od nej závisí riešenie ďalších úrovní problému. Z toho dôvodu sme žiakovi poskytli model Rubikovej kocky. Vďaka manipulácii a otáčaniu jednotlivých „poschodí“ žiak dospel k správnemu riešeniu. Podrobnejšie sa však zameriame na riešenie úrovní (2.a), (2.b), (2.c), (2.d) a následnú demonštráciu úrovne (2.a) prostredníctvom softvéru GeoGebra.

4.3 Žiacke riešenie úrovní (2.a), (2.b), (2.c), (2.d)

Rozdiel medzi úrovňou (1) a úrovňou (2) sa predovšetkým skrýva v spôsobe nazerania sa na daný problém. Zatiaľ čo na úrovni (1) si žiak musel vizualizovať vnútornú časť kocky, úroveň (2) spočíva

vo vizualizácii väčšej kocky, ktorá vznikla pridaním novej (farebne odlíšenej) vrstvy ku kocke K_1.



Obr. 2 Žiacke riešenie úrovne (2)

Obr. 2 predstavuje žiacke riešenie problému, kde dominujú základné aritmetické operácie. Na úrovni (2.a) žiak načrtol farebne odlíšené vrstvy kocky K_2, avšak uprednostnil iba dvojdimenzionálne grafické znázornenie. Je možné tvrdiť, že sa vedome vyhýbal načrtnutiu 3D objektov. Žiakov argument bol nasledovný:

> *„Pre mňa je to ťažké. Neviem, ako by som nakreslil spojené kocky. Také sme sa v škole neučili. Neviem si predstaviť, ako by to vyzeralo.“*

Práve z toho dôvodu sme žiakovi opäť poskytli reálne objekty štyroch Rubikových kociek. Pomocou nich si vytvoril modely dotýkania sa jednotkových kociek podľa úrovní (2.b), (2.c), (2.d) (Obr. 3, Obr.4, Obr. 5), ktoré mu pomohli správne odpovedať na príslušné otázky. Vďaka manipulácii s kockami si žiak vytvoril mentálny obraz konkrétnej situácie. Rovnako sme požadovali slovnú interpretáciu jeho myšlienkových procesov.

Unáhlená odpoveď žiaka odráža skutočnosť, že spočiatku nedokázal zmeniť svoj uhol pohľadu na daný problém. Na úrovni (1) manipuloval s „vonkajšou vrstvou“, avšak na úrovni (2) si musel uvedomiť, že manipuluje s „vnútornou vrstvou“ kocky.

Obr. 3 Žiakova manipulácia s Rubikovými kockami - úroveň (2.b)

Obr. 4 Žiakova manipulácia s Rubikovými kockami - úroveň (2.c)

Obr. 5 Žiakova manipulácia s Rubikovými kockami - úroveň (2.d)

Ďalší dôležitý moment nastal pri riešení úrovní (2.b) a (2.c). Žiak si spočiatku neuvedomil počet jednotkových kociek vonkajšej vrstvy V_3, ktoré sa dotýkali celými stenami a pozdĺž hrán jednotkových kociek predchádzajúcej vrstvy V_2. Bolo potrebné si uvedomiť, že na úrovni (2) sa $9 \cdot 6$ jednotkových kociek vrstvy V_3 dotýka celými stenami jednotkových kociek vrstvy V_2 a $3 \cdot 12$ jednotkových kociek vrstvy V_3 dotýka pozdĺž hrán jednotkových kociek vrstvy V_2.

V rámci riešenia daného problému je možné žiaka zaradiť k analytickému typu, nakoľko uňho značne dominuje verbálno-logické myslenie [22]. Vo väčšine prípadov uprednostňoval iba základné aritmetické operácie bez grafického znázornenia. Žiak si za pomoci Rubikových kociek vedel vytvoriť správny obraz, ktorý viedol k tvorbe konkrétnej mentálnej predstavy [23, 24]. Na úrovni (2) boli u žiaka zaznamenané všetky kategórie mentálneho procesu: generovanie obrazu, kontrola obrazu, transformácia obrazu, použitie obrazu [25].

4.4 Možnosti využitia dynamického softvéru pri formovaní mentálneho obrazu u žiakov

Gutiérrez [1] tvrdí, že vizualizácia je základnou zložkou v učení sa a vo vyučovaní priestorovej geometrie. Väčšina publikácií prameniacich z vedeckej činnosti sa zaoberá ťažkosťami, ktoré majú žiaci pri „prechode“ medzi trojrozmernými objektmi a ich dvojrozmernými reprezentáciami. Viaceré publikácie zdôrazňujú skutočnosť, že väčšina učiteľov na ZŠ a SŠ má

k dispozícii iba klasické 3D modely (napr. kocky, hranola a pod.) z dreva, plastu alebo kovu. Hoci vieme s nimi reálne manipulovať, viaceré typy modelov je nepriehľadných, ich počet nie je dostatočný pre všetkých žiakov, nie je možné reálne znázorniť rezy týchto telies a pod. Podľa Andrade a Montecino [19] toto je jedna z hlavných príčin, prečo si žiaci nevedia vytvoriť správne mentálne predstavy. V súčasnosti máme k dispozícii ďalší spôsob ako prezentovať objekty priestorovej geometrie a to prostredníctvom DGS (Dynamic Geometry Software). Následne ponúkame jeden zo spôsobov, ako učiteľ môže ľahko demonštrovať problémy tohto typu prostredníctvom softvéru Geogebra. Uvedený softvér je voľne stiahnuteľný a dostupný rovnako pre učiteľa ako aj pre žiakov. Konkrétne uvádzame riešenie úrovne (2.a).

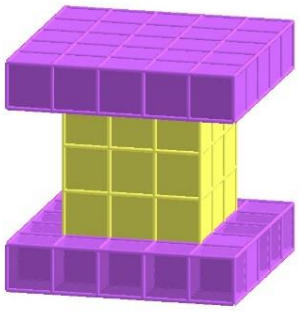
Podľa vyššie uvedeného, na úrovni (2.a) je potrebné pridať jednu novú vrstvu odlišnej farby ku kocke K_1. Konštrukcia nových objektov a manipulácia s nimi je v programe GeoGebra dostatočne jednoduchá. Medzi viaceré výhody, ktoré nám ponúkajú DGS, zaraďujeme:

- presná a usporiadaná konštrukcia 3D objektov,
- priehľadnosť stien (viditeľnosť všetkých vrstiev kocky),
- farebné odlíšenie jednotlivých vrstiev,
- manipulácia s kockami (zmena perspektívy),
- demonštrácia korektného obrazu situácie.

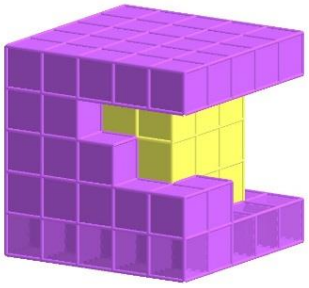
Hoci žiakove modely vytvorené z Rubikových kociek nie sú úplne korektné (Obr. 3 – Obr. 5 predstavujú pridanie nie jednej, ale až troch vrstiev ku kocke K_1), vo veľkej miere mu pomohli vytvoriť si správny obraz o tom, ako sa jednotkové kocky vrstvy V_3 dotýkajú jednotkových kociek vrstvy V_2 v úrovni (2).

Existuje niekoľko spôsobov, ako je možné pridať novú vrstvu ku kocke, v našom prípade ku kocke K_1. Vďaka DGS je možné žiakom ilustrovať rôzne možnosti pridania novej vrstvy, príp. oni sami môžu ilustrovať svoj spôsob nazerania sa na daný problém. Hotové konštrukcie na obrazovke počítača môžu pre žiakov slúžiť ako vzor na vytvorenie si správnych mentálnych obrazov. Následne uvádzame dva možné spôsoby pridania novej vrstvy.

Obr. 6.a) predstavuje prvý spôsob pridania novej vrstvy. Jednotkové kocky vrstvy V_3 (fialové kocky) sa najskôr pridajú k spodnej a vrchnej podstave kocky K_1 (žltá kocka). Následne sa kocka K_1 obloží jednotkovými kockami, čím sa vyplní prázdny priestor medzi spodnou a vrchnou podstavou kocky K_2 (Obr. 6. b)).

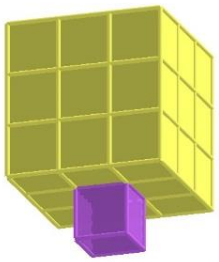


Obr. 6. a) Prvý spôsob - pridanie jednotkových kociek vrstvy V_3 k spodnej a vrchnej podstave kocky K_1

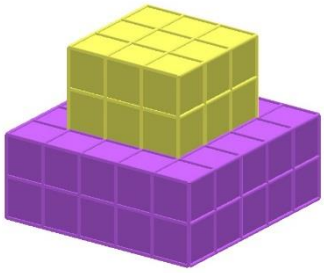


Obr. 6. b) Prvý spôsob - vyplnenie prázdneho priestoru medzi spodnou a vrchnou podstavou kocky K_2

Druhý navrhovaný spôsob spočíva v tzv. „obrastení“ kocky K_1 (Obr. 7. a), b), c)). Jednotková kocka vrstvy V_3 sa najskôr umiestni pod strednú jednotkovú kocku spodnej podstavy kocky K_1. Následne sa postupne budú pridávať ďalšie jednotkové kocky k predtým umiestnenej jednotkovej kocke. Kocky vrstvy V_3 sa budú pridávať až do toho momentu, kým úplne „neobrastú“ kocku K_1.



Obr. 7. a) Druhý spôsob – „obrastenie“ kocky K_1



Obr. 7. b) Druhý spôsob - „obrastenie“ kocky K_1

Oba uvedené spôsoby pridania novej vrstvy nie je možné uplatniť pri manipulácii s reálnymi jednotkovými kockami vyrobených z dreva, plastu či kovu. DGS nám umožňujú ilustrovať nereálne situácie bežného života, ktoré majú na druhej strane pozitívny dopad na tvorbu žiackych mentálnych predstáv. Vďaka manipulácii s objektmi, ich rotácii a transformácii môžu žiaci „absorbovať“ správny obraz o danej situácii a následne si vytvoriť správny mentálny obraz. Konštrukcia korektného mentálneho (dynamického) obrazu má pozitívny dopad na budúce vytváranie mentálnych predstáv. Podľa vyššie uvedeného, konštrukcia objektov na základe virtuálnych 3D modelov im napomáha k presnejšiemu grafickému znázorneniu vytvorených mentálnych predstáv.

Záver

Kvalitatívne výskumy (predovšetkým prípadová štúdia [26]) zohrávajú veľmi dôležitú úlohu v pedagogických vedách. Jedným z hlavných cieľov je zistiť individuálne prístupy žiakov pri riešení rôznych matematických problémov. Je dôležité, aby sme so žiakmi komunikovali a snažili sa detegovať ich postup riešenia problému, resp. prečo sa vyhýbajú konkrétnym postupom riešenia. V našom pedagogickom výskume sme navrhli stereometrický problém skrytých priestorových objektov. Žiacke riešenie sme podrobne skúmali na základe jeho grafickej reprezentácie objektov a slovnej interpretácie myšlienkových procesov. Vďaka viacerým výskumom [3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11] a vybraným klasifikáciám [22, 23, 24, 25] sme identifikovali kategórie mentálnych predstáv. Rovnako sme identifikovali problémy spojené s vytvorením správnej mentálnej predstavy, jej grafickej interpretácie a určením správneho počtu kociek jednotlivých vrstiev. Uvedený rozbor nám pomohol vytvoriť užitočnú pomôcku za pomoci softvéru GeoGebra pre podporu vytvorenia si korektných mentálnych predstáv pri riešení stereometrických úloh. Vyučovanie geometrie telies prostredníctvom DGS by mohlo viesť k eliminácii problémov, ktoré sú uvedené v [19]. Žiaci by mali možnosť manipulovať s virtuálnymi geometrickými modelmi, t. j. žiacke mentálne obrazy by neboli fixované na ich ikonické dvojdimenzionálne reprezentácie. Ako je uvedené v [18, 19], pomocou virtuálnych 3D modelov je možné prekonať viaceré prekážky spojené s konštrukciou správnych mentálnych predstáv a ich grafických reprezentácií. Vyššie uvedené návrhy by mali žiakov naviesť k vytvoreniu dynamických mentálnych obrazov. Korektné mentálne obrazy pomáhajú k tvorbe korektných mentálnych predstáv, čo podľa [1] môže pomôcť prekonať prechod medzi 3D objektmi ich ikonickými 2D reprezentáciami.

Podľa výsledkov rôznych výskumov sa domnievame, že využívanie DGS vo vyučovacom procese má pozitívny dopad na žiacke vedomosti a zručnosti. Integrácia informačných a komunikačných technológií (IKT) závisí od viacerých faktorov ako sú napr. učiteľove zručnosti, technické vybavenie školy a pod. Hoci sa môže zdať, že príprava na vyučovaciu hodinu za podpory DGS je časovo náročná a zložitá, je dôležité si uvedomiť všetky benefity, ktoré nám ponúkajú. Integrácia IKT nám umožňuje vytvoriť cestu, ktorá je pre našich žiakov prijateľnejšia a zaujímavejšia. Pre Pestalozziho v [1] je vizualizácia základom ľudského poznania. Ak sa naučíme vhodne využívať DGS a tým podporiť konštrukciu správnych mentálnych predstáv, môžeme žiakom pomôcť vyriešiť nielen matematické problémy, ale aj budúce problémy bežného života.

Použitá literatúra

[1] Gutiérrez, A. (1996) Visualization in 3-dimensional geometry: In search of a framework. In L. Puig & A. Gutierrez (Eds.), Proceedings of the 20th PME International Conference, 1, p. 3-19

[2] Sain López, O. (2014) Máster en formación del profesorado de educación secundaria. (Tesis) Facultad de Educación, Universidad de Cantabria, Cantabria

[3] Presmeg, N. C. (2006) Research on visualization in learning and teaching mathematics. In Gutiérrez, A. & Boero, P. (eds.), Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future, Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, p. 205-235

[4] Moreno, A. L. & Waldegg, G, (1992) Constructivismo y educación matemática. El papel de la epistemología en la práctica

educativa, Revista Educación Matemática, vol. 4, n. 2, agosto, p. 7-15

[5] Zimmermann, W., & Cunningham, S. (1991) Visualization in teaching and learning mathematics. Washington, DC: Mathematical Association of America

[6] Gutiérrez, A. (1998a). Tendencias actuales de investigación en geometría y visualización. Texto de la ponencia invitada en el Encuentro de Investigación en Educación Matemática, TIEM98. Centre de Recerca Matemática, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, España.

[7] Gutiérrez, A. (1998b) Las representaciones planas de cuerpos 3-dimensionales en la enseñanza de la geometría espacial. Revista EMA, 3, 193-220

[8] Arcavi, A. (2003) The role of visual representations in the learning of mathematics. In F. Hitt & M. Santos (Eds.), Educational Studies in Mathematics, 52(3), p. 215-224. ISSN: 0013-1954

[9] Presmeg, N. (2008a) Spatial abilities research as a foundation for visualization in teaching and learning mathematics. En N. C. Presmeg y P. C. Clarkson (Eds.), Critical issues en mathematics eduaction: Major contributions of Alan Vishop (pp. 83-95). New York: Springer

[10] Battista, M. T. (2007) The development of geometric and spatial thinking. In. F. Lester, (Ed.), Second Handbook of Research on Mathematics Teaching an Learning, Charlotte, NC: Information Age Publishing, p. 843-908

[11] Rivera, F. D. (2011) Toward a visually-oriented school mathematics curriculum. Research, theory, practice and issues. Dordrecht: Springer

[12] Fernández, T. (2013) La investigación en visualización y razonamiento espacial. Pasado, presente y futuro. In: Berciano, A., Gutiérrez, G., Cliemnt, N., Estepa, A. (Eds.), Investigación en Educación Matemática XVII, Bilbao: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM), p. 19-42

[13] Godino, J., Cajaraville, J., Fernández, T. y Gonzado, M. (2012). Una aproximación ontosemiótica a la visualización en educación matemática. Ensañanza de las Ciencias. Pendiente de publicación

[14] Duval, R. (2006) A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. Educational Studies in Mathematics, 61(1), p.103-131. ISSN-0013-1954

[15] Phillips, L. M., Norris, S.P., & Macnab, J. S. . (2010) Visualization in mathematics, reading and science education. New York: Springer.

[16] Ben-Chaim, D., Lappan, G. & Houang (1989) Adolescents' abilitity to communicate spatial information: Analyzing and effecting students' performance, Educational Studies in Mathematics, 20(2), p. 124-146

[17] Gutiérrez, A. (2006) La investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría. En Flores, P., Ruíz, F. y De la Fuente, M. (Eds), Geometría para el siglo XXI (Badajoz: Federación Española de Profesores de Matemáticas y SAEM THALES, p. 13-58

[18] Del Río, L., Pauletich, F. (2017) GeoGebra como herramienta para aprender y enseñar matemática en forma dinámica. [Recuperado 1.2.2018] http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/59903/Documento_completo.pdf-PDFA2u.pdf?sequence=3

[19] Andrade, M., Montecino, A. (2011) La problemática de la tridimensionalidad y su representación en el plano. In: XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática; Recife, Brasil

[20] Piggott, J., Woodham, L. Thinking through, and by, visualising. [Cite: 25.1.2018] https://nrich.maths.org/6447

[21] Makina, A. (2010) The role of visualisation in developing critical thinking in mathematics. In: Perspectives in Education, South Africa, v. 28, n. 1, p. 24-33, ISSN 0258 -2236

[22] Krutetskii, V. A. (1976). The psychology of mathematical abilities in schoolchildren. Chicago: University of Chicago Press

[23] Presmeg, N. C. (1986a). Visualization and mathematical giftedness. Educational Studies in Mathematics, 17, p. 297-311

[24] Presmeg, N. C. (1986b). Visualization in high school mathematics. For the Learning of Mathematics, 6(3), p. 42-46

[25] Kosslyn, S. M. (1994). Image and brain: The resolution of the imagery debate. Cambridge, MA: MIT Press

[26] Starman, A. B. (2013) The case study as a type of qualitative research. Journal of Contemporary Educational Studies, v. 1, p. 28–43

partneri konferencie

NOCR

MESTO NITRA

pragolab

Boprastav

Nitriansky samosprávny kraj

MLYN POHRONSKÝ RUSKOV a.s.

Založený v roku 1912

TRANSPETROL

Air Liquide

PPA CONTROLL®

Dexoll® motor oil

[teacher.sk]

TENAOIL

PARTNER PRE VAŠE PODNIKANIE

DAJAMA VYDAVATEĽSTVO

RIVAIENGINE

MAČKÁŠ

Inmedia

Distribúcia potravín