GEOGRAFICKÝ ČASOPIS / GEOGRAPHICAL JOURNAL 65 (2013) 1, 61-81

HYDROMORFOLOGICKÝ PRIESKUM VÁHU AKO NÁSTROJ PRE MANAŽMENT VODNÝCH TOKOV NA SLOVENSKU

Lenka Anstead*, Dušan Barabas**

* Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Katedra geografie, geológie a krajinnej ekológie, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, lenka.anstead@gmail.com

** Univerzita P. J. Šafárika, Fakulta prírodných vied, Ústav geografie, Jesenná 5, 040 01 Košice, dusbarabas@gmail.com

Hydromorphological survey of the River Váh as a tool for river management in Slovakia

The characterization of the physical structure and the quality of a habitat is becoming more important in the environmental planning and management of rivers. The Water Framework Directive which views morphology as a basic component of rivers, requires that the EU member states evaluate hydromorphological quality as a part of the ecological assessment of their water bodies. The purpose of this paper is to assess the natural conditions on the River Váh in the upper Liptov region by means of hydromorphological and botanical survey of the river corridor and to contribute to its conservation and restoration. The results – more than 20 detailed maps, field records and photographs – give a precise and timely picture of the river channel's natural condition and its morphological features, including information about the abundance of trees and shrubs, but also a list of the sources of pollution and illegal waste dumps and the localities with invasive plant species. This information not only assists as a resource for any further research on fluvial processes, but it is also an important part of any environmental planning and management process, whether it is a structural engineering, revitalization or a conservation project.

Key words: river survey, river corridor, hydromorphological unit, ecological value, riparian vegetation, the River Váh

ÚVOD

Morfologické parametre sú základnými kvalitatívnymi charakteristikami vodných tokov, od ktorých závisí ich biotická zložka (Directive 2000/60/EC 2000 – rámcová smernica o vode). Vyššia rôznorodosť morfologických prvkov v toku podporuje aj vyššiu druhovú diverzitu, čím vzrastá ekologická stabilita riečneho systému. V súvislosti so stanovením ekologického stavu riek vyžaduje rámcová smernica o vode (RSV) od krajín Európskej únie nielen vyhodnotenie hydrologických, biologických a chemických ukazovateľov, ale aj posúdenie ich hydromorfologickej kvality (Raven et al. 2002). V praxi tak vzniká komplexná informácia nevyhnutná pri ochrane, integrovanom manažmente a revitalizácii vodného toku (Matoušková et al. 2010). Ekologický manažment a zlepšovanie ekologického stavu vodných tokov je zakotvené v smernici, ktorá vyžaduje, aby do roku 2015 všetky povrchové a podzemné vody v Európe dosiahli alebo si udržali dobrý ekologický štatút (Directive 2000/60/EC 2000, EN 2004).

ISSN 0016-7193 © Geografický ústav SAV / Institute of Geography SAS

V predloženom článku autori približujú rôzne metodiky mapovania a hodnotenia hydromorfologických vlastností vodných tokov v Európe a na Slovensku. Jedným z prezentovaných prístupov, tzv. prieskumom riečneho koridoru, sa ďalej zaoberajú podrobnejšie, a to na príklade rieky Váh v hornom Liptove. Cieľom príspevku je nielen vyhodnotiť kvalitu riečneho koridoru Váhu v sledovanom území na základe kvalitatívnych vlastností brehových porastov a hydromorfológie, ale aj prezentovať výhody a nevýhody takéhoto prieskumu pri celoplošnom mapovaní, hodnotení ekologického stavu, manažmente a ochrane tokov na Slovensku.

VYBRANÉ METODIKY MAPOVANIA A HODNOTENIA HYDROMORFOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ VODNÝCH TOKOV V EURÓPE A NA SLOVENSKU

Riečna krajina je komplexná prírodná entita nachádzajúca sa na dne doliny, tvorená nivou a korytom (Lehotský a Grešková 2004). Riečny koridor predstavuje časť riečnej krajiny reprezentovanú korytom rieky, priľahlým príbrežným systémom s ich biotou a krajinnou pokrývkou. Longitudinálna, laterálna a vertikálna konektivita riečneho koridoru sú z hľadiska jeho ochrany a manažmentu dôležitými vlastnosťami. Základná metodológia mapovania riečneho koridoru, ktorej autorom je Holmes (1986), spájala mapový podklad a záznamový protokol a pomocou štandardných grafických znakov popisovala pravidelné úseky toku dlhé približne 500 metrov. Táto metodológia položila základ pre ďalší vývoj mapovania a hodnotenia vodných tokov, a to prieskumu riečneho koridoru, resp. River Corridor Survey – RCS (National Rivers Authority 1992) a neskôr aj prieskumu riečneho biotopu, resp. River Habitat Survey – RHS (EA 1995 a Raven et al. 1997).

Hlavným cieľom britskej metodiky RCS bolo prispieť k rozvoju a implementácii efektívnych štandardných metód, ktoré by popisovali, klasifikovali a monitorovali predmet ochrany, v tomto prípade riečny koridor (National Rivers Authority 1992). Nemožno pochybovať o tom, že v súčasnosti je dokumentácia prieskumov riečneho koridoru cenným zdrojom informácií pre hodnotenie kvality a citlivosti jednotlivých úsekov tokov (Gurnell et al. 1996). Neskôr bola iniciovaná nadstavba na RCS – River Habitat Survey (RHS) – s cieľom poukázať na fakt, že ochrana morfometrickej štruktúry korytovo-nivných systémov môže byť rovnako dôležitá ako udržiavanie vysokých štandardov kvality vody (Raven et al. 1997). RHS spája informácie o hydromorfologických a hydrologických prvkoch toku s ďalšími informáciami, ako je napríklad stav rybej populácie alebo výskyt chránených živočíchov. Jeho aplikácie je možné prispôsobiť účelu, napríklad výskumu a monitoringu vertikálnej a laterálnej erózie vodného toku, výskumu procesov sedimentácie, manažmentu ripariálnej zóny, hodnoteniu kvality biotopu pre ohrozené druhy a podobne. Zozbierané údaje sa ukladajú do centrálnej databázy a možno ich analyzovať rôznymi spôsobmi. Vzhľadom na nedostatky RHS pri aplikácii v praxi bola v posledných rokoch vyvinutá jeho druhá nadstavba, tzv. GeoRHS (EA 2003 a Branson et al. 2005). Táto nadstavba poníma tok v širšom kontexte nivy a celého povodia. Výstupy z nej sa aplikujú pri protipovodňovej ochrane a sledovaní vplyvov povodní na záplavové územie, pri revitalizačných projektoch a podobne.

Obsiahlejšiu, ale odborne a časovo náročnejšiu metodiku prieskumu morfologických vlastností vodných tokov vo Veľkej Británii vypracoval Thorne (1998). Jeho metodika zahŕňa podrobnú charakteristiku doliny toku (ktorú člení na okolie dna doliny, svahy doliny, dno doliny a primknutie toku k doline), ďalej charakteristiku koryta a sedimentov s nákresom daného úseku a reprezentatívneho priečneho rezu a tiež podrobný opis brehov s nákresmi brehových profilov, klasifikáciu pôdy a detailný opis vegetácie. Táto metodika je predovšetkým vhodná pri plánovaní inžinierskych zásahov do toku ako nadstavba jej predchádzajúcich prieskumov.

Okrem Veľkej Británie majú dobre vyvinuté a uplatnené národné programy hydromorfologického hodnotenia tokov aj iné krajiny – napr. Nemecko, Francúzsko, či Česká republika. Aj keď v minulosti sa hydromorfológii prikladal malý význam, dnes poznáme v Európe viac než 50 rôznych hodnotiacich prístupov. Z tých najvýznamnejších je to napríklad vo Francúzsku Système d'évaluation de la qualité du milieu physique (SEQ- Physique), v Nemecku pre menšie a stredné toky Vor-Ort-Verfahren (LfULG 2007) a pre väčšie toky Übersichtsverfahren (LAWA 2000 a 2002 a Raven et al. 2002) alebo v Česku Hydroekologický monitoring – HEM (Matoušková et al. 2010). Vývoj metód mapovania hydromorfologických komponentov v súvislosti s požiadavkami rámcovej smernice podrobnejšie popísali Lehotský a Grešková (2007), Weiss et al. (2008) a Matoušková et al. (2010).

Napriek tomu, že na Slovensku existuje dlhoročná tradícia hydrologického a hydraulického výskumu vodných tokov (Lehotský a Grešková 2005), v porovnaní so spomínanými krajinami je proces mapovania a hodnotenia hydromorfologických vlastností tokov u nás len v počiatočných štádiách. V posledných rokoch bol v rámci spoločného projektu s Dánskom pre Slovensko vypracovaný tzv. „Protokol hydromorfologického hodnotenia tokov“ (Pedersen et al. 2004), ktorý čerpá zo zahraničných skúseností. Parametre hydromorfologického hodnotenia sú členené na dve oblasti: morfologickú a hydrologickú. V rámci morfologickej oblasti hodnotí tvary koryta, prvky v koryte, brehovú, resp. ripariálnu zónu a parametre záplavového územia. Hodnotenie spočíva v analýze mapových podkladov a terénnom prieskume. Jednotlivým parametrom je pridelená hodnota, na základe ktorej možno sledovaný úsek toku zaradiť do jednej z piatich tried hydromorfologickej kvality. V roku 2004 začali pracovníci Slovenského hydrometeorologického ústavu vykonávať hodnotenie odberových miest podľa tohto protokolu (SHMÚ 2005). Nadstavbou na tento protokol je metodika Výskumného ústavu vodného hospodárstva (VÚVH) – Hydromorfologický monitoring pre hodnotenie ekologického stavu vodných útvarov v súvislosti s RSV (VÚVH 2008). Vodné útvary rozdeľuje na 1) prirodzené, ktoré majú dobrý ekologický stav (GES), 2) na útvary modifikované, ktoré sú pomocou revitalizačných prác schopné dosiahnuť dobrý ekologický stav a 3) na úseky umelé, ktoré s rešpektom na ich funkciu nie je možné revitalizovať tak, aby dosiahli dobrý ekologický stav. Na takýchto úsekoch sa však budú navrhovať zmierňujúce opatrenia, pomocou ktorých bude možné dosiahnuť dobrý ekologický potenciál – GEP (VÚVH 2008). Významným prínosom pre mapovanie a hodnotenie vodných tokov v súlade s RSV bolo vypracovanie metodiky stanovenia referenčných podmienok a klasifikačných schém pre hydromorfologické parametre vodných tokov (Šporka et al. 2007), slúžiacej na

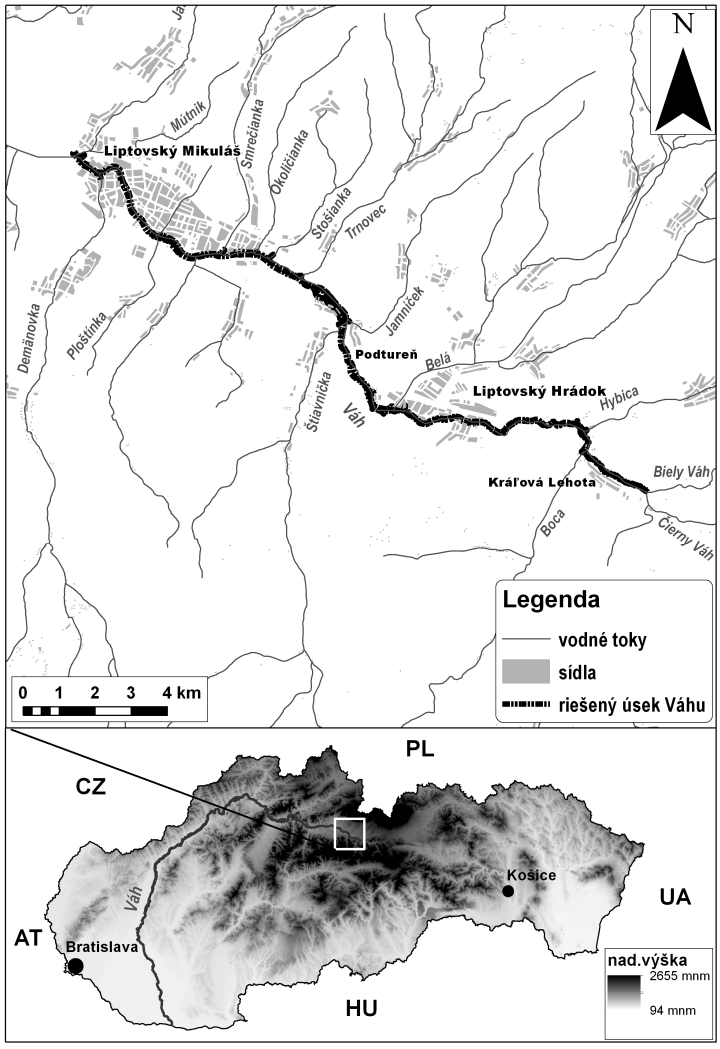
hodnotenie hydromorfologických prvkov kvality (HMPK). Nemenej dôležitý je aj katalóg typov povrchových vôd SR (Bartík et al. 2008), ktorý obsahuje informácie o referenčných lokalitách využiteľných pri hodnotení ekologického stavu tokov podľa teórie, ktorú pôvodne vypracoval Hughes (1995). Znalosť referenčných podmienok je nevyhnutným predpokladom na správnu interpretáciu hydromorfologickej kvality v rámci koncepcie RSV (Bartík et al. 2008). Pri HMPK sa celkovo hodnotí 12 parametrov z oblasti hydrologického režimu (dynamika toku, typ prúdenia, interakcia s podzemnými a povrchovými vodami a rýchlosť toku), priechodnosti pre migráciu živých organizmov a morfologických podmienok (usporiadanie riečneho koryta, premenlivosť hĺbky a šírky, substrát, štruktúra pobrežnej zóny, zatienenie úseku a stav brehov – Kučárová et al. 2008 a Makovinská et al. 2009). V poslednom čase sa v rámci Slovenska rozbiehajú aj hodnotenia hydromorfologickej kvality na základe diverzity makrobezstavovcov (napr. Šporka et al. 2007, Pastuchová et al. 2008, Mišíková-Elexová a Lešťáková 2009), ktoré vychádzajú z medzinárodných metodík, ako napr. AQUEM (2002).

SKÚMANÉ ÚZEMIE

Skúmaný riečny koridor predstavuje dno dolinového systému rieky Váh. Nachádza sa v severnej časti stredného Slovenska, v Liptovskej kotline, a je ohraničený profilom na sútoku Bieleho a Čierneho Váhu z východu (644 m n. m.) a vtokom Váhu do Liptovskej Mary zo západu (570 m n. m.). Mapovaný úsek je dlhý 23,5 km a má rozlohu približne 470 hektárov (obr. 1).

Rieka Váh je v skúmanom území na hornom Liptove najvýznamnejším vodným tokom a preteká dvoma najväčšími sídlami: mestami Liptovský Hrádok a Liptovský Mikuláš. K profilu ústie Liptovská Mara odvodňuje územie o rozlohe 1 218,75 km^2. Spádová krivka Váhu nie je vzhľadom na geologicko-tektonické podmienky pravidelná a dosahuje 0,4 % až 0,67 %. Do Váhu sa v sledovanom úseku vlieva 15 významnejších prítokov. Najväčším prítokom je Belá v Liptovskom Hrádku, ktorá má vplyv na zvýšenie sklonu dna o 0,15 %. Priemerný ročný prietok za 50-ročné obdobie (1931-1980) v profile pod sútokom Váhu s Jalovčiankou dosahuje 23,8 m^3/s, v profile Liptovský Hrádok pod sútokom s Belou 16,4 m^3/s, nad sútokom s Belou dosahuje prietok len 9,5 m^3/s. Najvyššie mesačné prietoky bývajú od polovice apríla (38 m^3/s) do polovice mája (48,3 m^3/s), pričom najnižšie prietoky sú zvyčajne v januári (11,3 m^3/s) a vo februári (11,8 m^3/s), keď sú zrážky akumulované vo forme snehu. Údaje predstavujú dlhodobé priemerné mesačné prietoky za 50-ročné obdobie (1931-1980) podľa NR SR (1997). Výnimkou sú letné povodne spôsobené výdatnými zrážkami, ako boli napríklad v júli 2008.

Z hydromorfologického hľadiska je dolina Váhu v hornej časti úseku úzka a asymetrická, pričom z pravej strany hraničí s vápencovými bralami Vachtárovej a z ľavej strany so systémom riečnych terás. Dno doliny tu dosahuje šírku približne 250 m. Za obcou Kráľova Lehota sa dolina rozširuje v mäkších lunzských vrstvách a mení sa na dolinovú odozvovú zónu so šírkou dna 600 až 800 m. Tento, ešte relatívne užší charakter doliny, sa postupne mení a západne od obce Uhorská Ves dolina vo flyšových horninách nadobúda charakter typickej odozvovej kotlinovej zóny s dnom širokým 1 800 až 2 500 m.



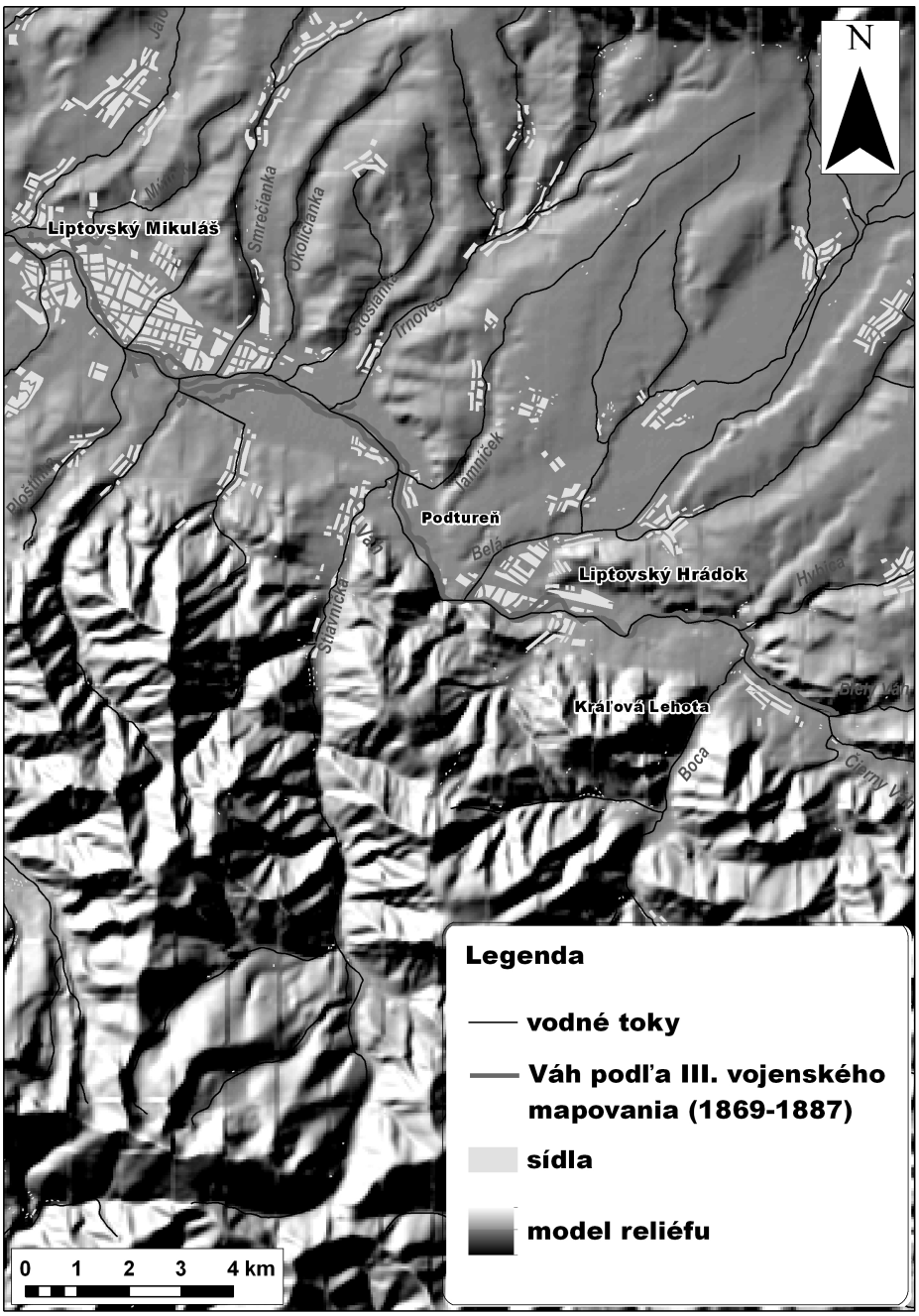
Obr. 1. Vymedzenie predmetného územia

V rámci stupňov kľukatosti možno označiť mapovaný úsek Váhu ako mierne kľukatý. Pomer dĺžky toku k dĺžke priamej spojnice hraničných bodov toku dosahuje 1,15-1,22 (Mazúr 1983). Vzhľadom na pozíciu toku na dne doliny sa hodnotí index primknutia (Lehotský a Grešková 2004). Po Borovú Sihoť nad Podturňou (na 10,5 km, resp. takmer do polovice dĺžky úseku) je koryto Váhu čiastočne primknuté (pomer dĺžky koryta priliehajúceho k svahu k celkovej dĺžke koryta na danom úseku je 50 %). Zvyšné koryto Váhu je voľné s indexom primknutia menej ako 10 %.

Koryto Váhu od Kráľovej Lehoty po Liptovskú Maru predstavuje morfologicky hodnotný a rôznorodý úsek. Typické je striedanie plytčín, priehlbín a výskyt pozdĺžnych, centrálnych a priečnych lavíc. Najväčšia pozdĺžna lavica dlhá približne 230 m, ktorá zaberá väčšinu koryta na priečnom priereze, sa za normálneho stavu nachádza v oblasti s príznačným názvom – Borová Sihoť (medzi obcami Uhorská Ves a Liptovský Hrádok). V oblasti nad Borovou Sihoťou je systém zátočín. Na nive sa nachádzajú aj úzke a plytké depresie, tzv. ryhové jazierka, a taktiež vyvýšené agradačné valy (pri Maši nad Liptovským Hrádkom). Meandrové jazero v pokročilom štádiu degradácie sa vyskytuje napr. v blízkosti prírodnej pamiatky Mašiansky balvan. Najväčší sútokový vejár s mocnosťou až 17 m sa nachádza pri sútoku s Belou. Rôznorodosť hydromorfologických prvkov rieky vyplýva z jej bohatého geologického podložia (tvoreného sedimentmi tatrika, fatrika a hronika a materiálom naplaveným z vyšších polôh jadrových pohorí). Rieka je spolu so svojou nivou zaradená do medzinárodnej siete nadregionálnych biokoridorov tvoriacich významné migračné cesty. V jej povodí, do ktorého na hornom Liptove patria južné svahy Západných Tatier a severné svahy Nízkych Tatier, je veľké množstvo chránených území. Samotný Váh je domovom hlavátky podunajskej (*Hucho hucho* L.), vydry riečnej (*Lutra lutra* L.), volavky popolavej (*Ardea cinerea* L.) a ďalších vzácnych druhov. Funkciu Váhu ako biokoridoru obmedzujú vodné stavby, tri malé vodné elektrárne, ktoré narúšajú longitudinálnu kontinuitu, bránia prirodzenej migrácii rýb a vplývajú aj na kyslíkový režim a režim sedimentov v koryte. Okrem budovania malých vodných elektrární boli už od 50. rokov minulého storočia na Váhu vykonávané technické úpravy spojené s budovaním sídiel a priemyslu, s výstavbou systému vodných nádrží Liptovská Mara – Bešeňová a tiež v súvislosti s protipovodňovou ochranou. V porovnaní s mapou Horného Uhorska z roku 1936 došlo k skráteniu hlavného koryta Váhu o 650 m a k zániku 14,8 km bočných ramien (obr. 2). Zelinka a Kubíček (1985) v súvislosti s reguláciami vodných tokov upozorňujú, že napriamovanie riečnych úsekov a likvidácia bočných ramien vedie k zrýchľovaniu odtoku a k zmenšovaniu celkovej zásoby vody v toku a v podzemí. S tým súvisí aj výraznejšia kulminácia povodňových vĺn v dolnom úseku toku pod jeho zregulovanou časťou.

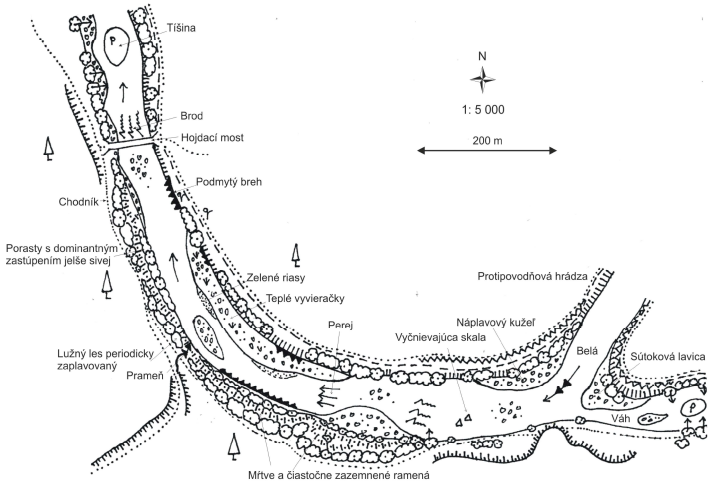
METODIKA MAPOVANIA A KLASIFIKÁCIE ÚSEKU

Pri mapovaní Váhu autori vychádzali z britských metodík (NRA 1992, Raven et al. 1997 a Králová, ed. 2001). Zmapovaný bol nepretržite celý 23,5 km dlhý úsek. Šírka mapovaného riečneho koridoru závisela od tvaru doliny a šírky brehových porastov. Ak nivu toku zužovali priliehajúce svahy, alebo ak bol breh toku zastavaný, mapovaný riečny koridor bol spravidla užší. V menej upravených oblastiach a pri širšej nive sa pohyboval približne v šírke 50 metrov od hrany brehu (šírka zodpovedala mocnosti brehových porastov), v našich podmienkach vzdialenosť dostatočná na načrtnutie hydromorfologickej a ekologickej kvality ripariálnej zóny. Terénny prieskum sa realizoval počas nízkych prietokov vo vegetačnom období v rokoch 2003 a 2004. Výsledky boli zaznamenané do terénnych mapovacích listov, ktoré obsahovali podklady transponované zo základnej mapy Úradu geodézie, kartografie a katastra SR 1:10 000 (ÚGKK SR 1991 a 1993) na mierku 1:5 000 vrátane geografických súradníc.



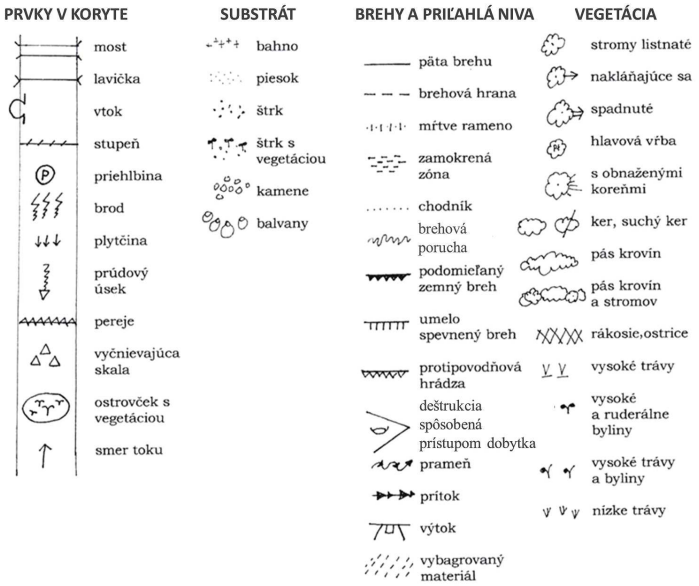
Obr. 2. Historické porovnanie mapovaného úseku Váhu (spracované na základe mapy Horného Uhorska z roku 1936 (VTS 1936) a Základnej mapy ÚGKK SR z roku 1993, obe v mierke 1:25 000)

Hranice jednotlivých úsekov boli zaznamenané v teréne meraním v závislosti od objektov na podkladovej mape. Do mapových listov boli v teréne zakreslené hydromorfologické prvky v koryte, technické úpravy brehov, využitie ripariálnej krajiny a brehové porasty (obr. 3) pomocou štandardných symbolov prieskumu riečneho koridoru (obr. 4). Premenlivosť charakteru koryta bola zdokumentovaná reprezentatívnymi priečnymi profilmi pre každý úsek (obr. 5). Umiestnenie priečnych profilov je tiež vyznačené v jednotlivých mapových listoch. Morfologické prvky v koryte a na nive boli klasifikované podľa terminológie popísanej v Hydromorfologickom slovníku Lehotským a Greškovou (2004).

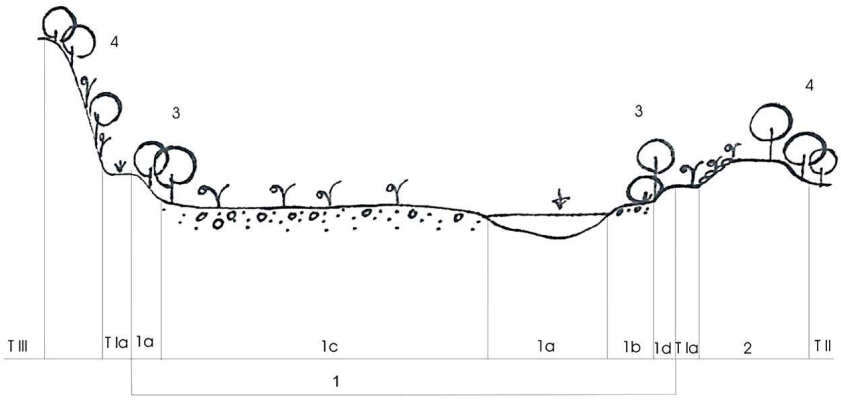


Obr. 3. Náčrt mapového listu v mierke 1: 5 000 s dodatočným popisom niektorých prvkov

Mapované územie bolo taktiež klasifikované podľa prirodzenosti tvarov koryta na základe metodického pokynu na zabezpečenie realizácie úlohy č. 22 – Akčného plánu pre implementáciu Národnej stratégie ochrany biodiverzity na Slovensku (Šíbl et al. 1999), ktorý rozdeľuje toky do troch kategórií: 1) – morfologicky a hydrologicky nenarušené, alebo len veľmi mierne narušené úseky, kde je zachovaný prirodzený spôsob prúdenia vody (meandrujúce úseky, úseky so zachovaným ramenným systémom, s výskytom štrkových lavíc a ostrovov a pod.), 2) – čiastočne upravené toky so zachovanými prirodzenými parametrami koryta (morfologicky kvalitné úseky, kde môžu byť časti brehov technicky spevnené, ale dno je zachované v prirodzenom stave) a 3) – technicky upravené úseky bez samorevitalizačnej schopnosti (napriamené úseky s korytom lichobežníkového tvaru, úseky s tvrdým opevnením brehov, resp. celého koryta a úseky vzduté vodnými dielami). Podľa kategorizácie hydromelioračných úprav Lelláka a Kubíčka (1992) boli oba brehy úseku rozdelené na základe stupňa opevnenia na 1) prirodzený breh bez technického opevnenia; 2) breh opevnený v päte lomovým kameňom a 3) breh opevnený kamennou rovnatinou alebo polovegetačnými tvárnicami.



Obr. 4. Legenda značiek používaných pri mapovaní (podľa NRA 1992)



Obr. 5. Priečny rez ripariálnou zónou toku

Vysvetlivky: 1a – dno toku, 1b – pripojená pozdĺžna lavica, 1c – sihoť, 1d – breh, T Ia, T II, T III – Riečne terasy (klasifikácia podľa DROPPU 1966), 2 – protipovodňová hrádza spevnená kamennou rovnaninou, 3 – brehový porast, 4 – sprievodný porast

Brehové porasty boli rozčlenené podľa prirodzenosti druhov, diverzity, vekového zloženia, vývoja stanovišťa a schopnosti samorevitalizácie na štyri kategórie podľa metodiky uvedenej v prílohe č. 4 pokynu Ministerstva životného prostredia SR (1997) na posudzovanie výstavby malých vodných elektrární (Šíbl et al. 1999): 1) ekologicky vysokohodnotné brehové porasty (porasty zložené z prirodzených druhov tvoriace významný genofond, schopné samorevitalizácie a plniace množstvo ekologických funkcií), 2) mladé perspek-

tívne brehové porasty (porasty na upravených brehoch, ktoré vznikli náletom alebo výsadbou prirodzených druhov, rovnakoveké a ekologicky menej účinné, ale s dobrým ekologickým potenciálom aj bez vplyvu ľudskej činnosti), 3) brehové porasty na vysokých a strmých brehoch dolných úsekov riek (vplyvom zarezávania koryta tieto porasty stratili kontakt s vodou a tým aj vyplývajúce ekologické funkcie, môže dôjsť k ich podmytiu alebo vysychaniu a z tohto pohľadu nie sú schopné obnovy) a 4) chýbajúce, prípadne len sporadické a druhovo nevhodné brehové porasty (upravené a často odzeleňované brehy nízkej ekologickej funkcie bez prirodzenej obnovy). V rámci mapovania brehových porastov boli zaznamenané aj čierne skládky a ložiská inváznych druhov rastlín.

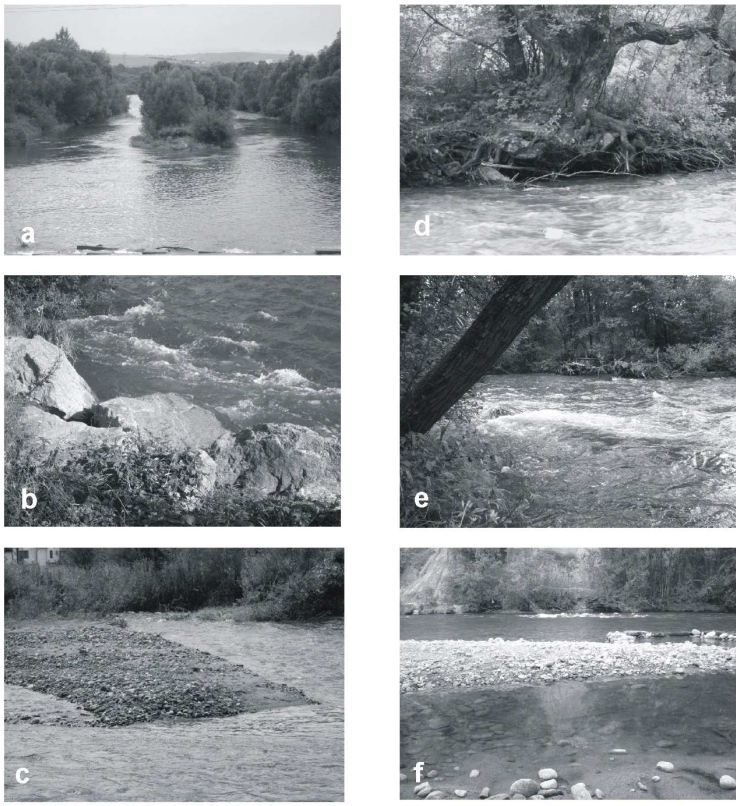
VÝSLEDKY – HYDROMORFOLOGICKÁ KVALITA

Hydromorfológia Váhu je aj napriek vysokej miere technických úprav pomerne rôznorodá, s výskytom desiatok ripariálnych a korytových foriem, ktoré sa prirodzene nachádzajú aj v neupravovaných tokoch. Dokazuje to skutočnosť, že rieka je na tomto úseku dynamickým systémom pružne reagujúcim na zmeny v snahe dosiahnuť rovnovážny stav. Typické je striedanie plytčín a priehlbín a tento jav možno pozorovať aj v napriamených úsekoch. Striedanie prispieva k diverzite riečnych biotopov a v čase nízkych prietokov sú priehlbiny útočiskom pre rôzne organizmy. Podobne sa tendencia meandrovať prejavuje aj v regulovaných úsekoch s obmedzeným inundačným priestorom. Úseky s pomaly tečúcou vodou sa striedajú s rýchlo prúdiacimi úsekmi, čo spestruje spoločenstvá vodných organizmov adaptované na rôznu rýchlosť prúdu (Šíbl et al. 1999). V miestach rozšírenia koryta, kde klesá energia toku, slúžia ako dôkaz naneseného materiálu štrkové lavice. Tie spolu s plytčinou a priehlbinou vytvárajú tzv. lavicové jednotky. Podľa typu lavíc prevládajú pozdĺžne pripojené lavice (74 %), ale pomerne časté sú aj vrcholové pozdĺžne lavice (16 %) a zvyšok tvoria sútokové alebo priečne lavice. Členenie lavíc na jednotlivé typy uvádza tab. 1. V rámci lavíc bol zaznamenaný aj výskyt lavicových rýh, zákutí a výplavov (prúdom vyerodovaných zníženín). Vyvýšené, zriedka zaplavované stredové ostrovčeky s drevinovou vegetáciou sa na skúmanom úseku vyskytujú menej. V neregulovaných častiach boli pozorované čiastočne zazemnené mŕtve ramená, ktoré sú periodicky zaplavované, meandrové jazvy a meandrové jazerá v pokročilom štádiu zazemňovania. Laterálnou eróziou na úseku vznikajú brehové previsy a brehové výklenky, hĺbkovou eróziou sa vytvárajú zátočiny. Pomerne časté sú aj brody, ktoré vznikajú na miestach, kde prúdnica prechádza z jednej strany na druhú. Diverzitu morfologických jednotiek ilustrujú príklady na obr. 6.

Pokiaľ ide o technické úpravy hodnotené podľa Lelláka a Kubíčka (1992), približne tri štvrtiny dĺžky brehov v sledovanom úseku je upravených, spevnených lomovým kameňom, v sídlach aj polovegetačnými tvárnicami alebo kamennou rovnatinou (obr. 7). Dno je tvorené prirodzeným materiálom s výnimkou úsekov vzdutej hladiny nad troma malými vodnými elektrárňami, kde dochádza k ukladaniu sedimentov jemnej zrnitosti. Tieto úseky tvoria približne 6 % celkovej dĺžky dna.

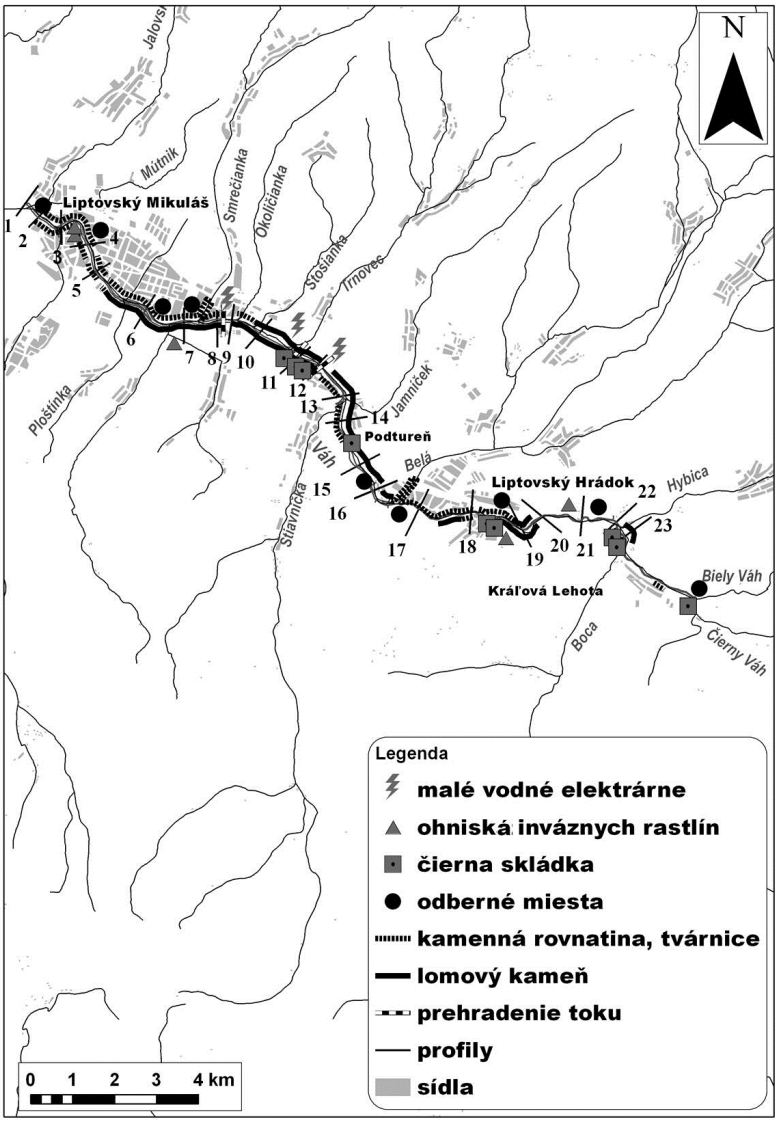
Tab. 1. Členenie lavíc (podľa Lehotského a Greškovej 2004, p. 23)

Kritérum členenia	Typy lavíc
Podľa vzťahu k prúdnici	Pozdĺžna lavica (*longitudinal bar*) Priečna, diagonálna lavica (*transversal, diagonal bar*)
Podľa polohy v koryte	Centrálna lavica, prostredná lavica (*central bar, mid – channel bar*) Vrcholová lavica (*point bar*) Bočná lavica (*side bar, lateral bar*) Sútoková lavica (*junction bar*)
Podľa vzťahu k iným formám	Pripojená (brehová) lavica (*attached (bank) bar*) Oddelená, samostatná lavica (*detached, island bar*)
Podľa špecifických podmienok vzniku	Prekážková lavica (*lee bar*) Zbrázdená lavica (*braided bar*)



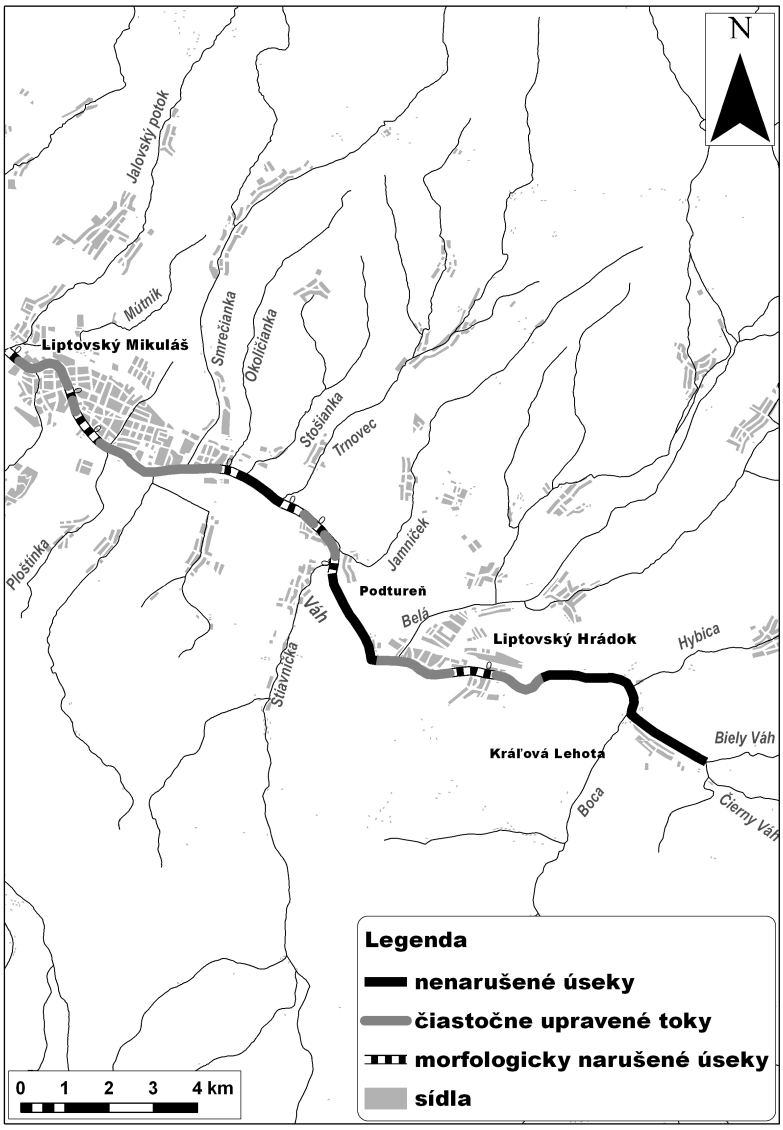
Obr. 6. Príklady hydromorfologickej rôznorodosti Váhu v hornom Liptove

a – bifurkácia toku a stredový ostrovček s vegetáciou, b – päta brehu spevnená lomovým kameňom, c – čelo štrkovej lavice, kde sa ukladá materiál menšej zrnitosti, d – starý brehový porast s úkrytmi pod koreňovým systémom, hodnotný biotop napríklad pre vydru riečnu, e – turbulentný úsek toku s veľkým transportným potenciálom, f – zátočina, depresia mimo hlavného toku so stagnujúcou vodou



Obr. 7. Mapa s vyznačením opevnení brehov kategorizácie hydromelioračných úprav tokov (podľa Lellákovej a Kubíčkovej 1992), čiernych skládok, ohnísk výskytu inváznych rastlín a s približným zobrazením lokalít priečnych rezov

Na základe výskytu prirodzených tvarov koryta a technických úprav, do skupiny morfologicky a hydrologicky nenarušených alebo len mierne narušených tokov patrí 45 % úseku, čiastočne upravených s prirodzenými parametrami je 35 % koryta a zvyšných 20 % bolo začlenených do kategórie regulovaných úsekov tokov bez samorevitalizačnej schopnosti (obr. 8).



Obr. 8. Mapa vyhodnotenia toku na základe výskytu prirodzených tvarov koryta, podľa metodického pokynu č. 22 Akčného plánu pre implementáciu Národnej stratégie ochrany biodiverzity na Slovensku (NR SR 1997)

KVALITA BREHOVÝCH PORASTOV

Brehové porasty sú prirodzenou súčasťou toku a ripariálnej krajiny Váhu. Svojím koreňovým systémom významne prispievajú k súdržnosti materiálu brehov koryta, obzvlášť v prípade ľahko erodovateľných aluviálnych sedimentov (Lehotský a Grešková 2007). Okrem stabilizačnej funkcie sú taktiež zdrojom

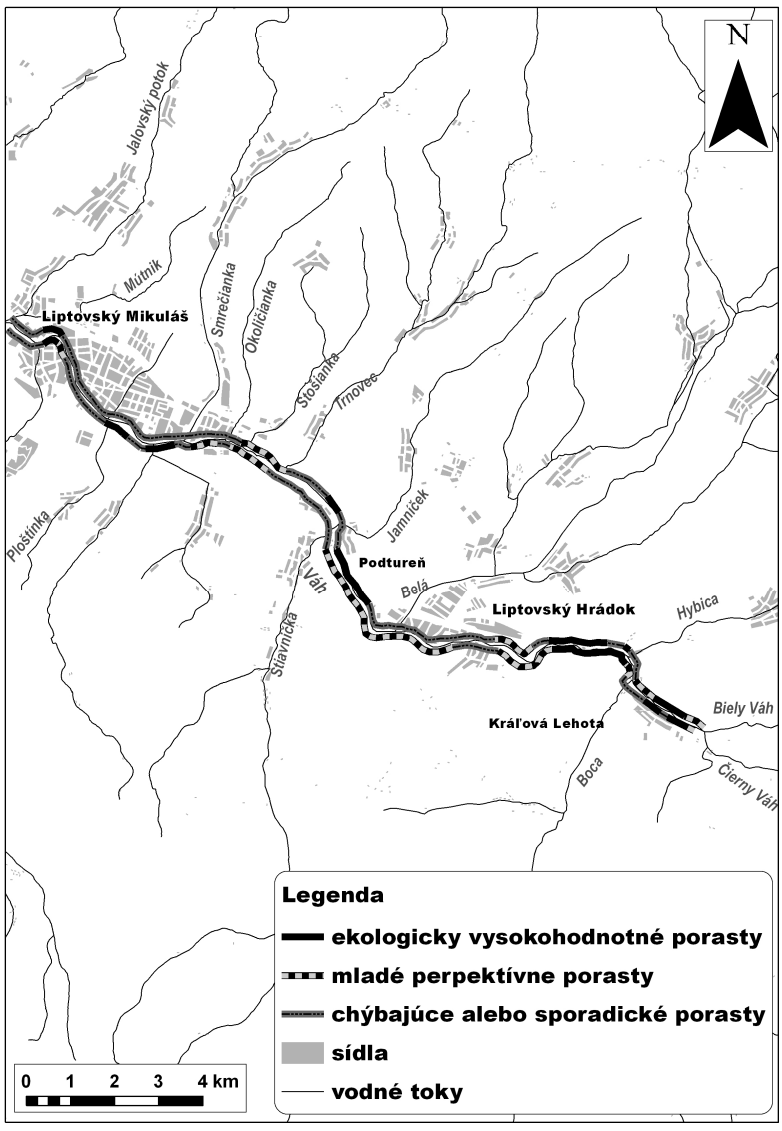
potravy a úkrytom pre mnohé vodné a suchozemské organizmy, sú filtrom pre nespotrebované živiny a biocídy z poľnohospodárskej pôdy, podieľajú sa na spomaľovaní odtoku, zachytávaní sedimentov splavovaných z okolitej pôdy, čím znižujú obsah plavenín a splavenín v toku, a následne aj rýchlosť zanášania nádrží. Brehové porasty sú taktiež biokoridorom pre mnohé migrujúce organizmy a zároveň bariérou pri šírení inváznych rastlín, chorôb a škodcov. V neposlednom rade prispievajú k čistejšiemu ovzdušiu a znižujú dosah klimatických zmien. Ich význam je často podhodnocovaný a vzhľadom na udržiavanie prietočnosti koryta v osídlených oblastiach dochádza k ich likvidácii. Narušenie brehovej stability následne vyžaduje tvrdé technické opatrenia, ktoré stoja nemalé finančné prostriedky a majú veľmi negatívny dosah na korytový ekosystém. Brehové porasty zachytávajú plávajúce zvyšky dreva naplavené z horných častí toku počas záplav, ktoré by sa inak hromadili na mostoch, a taktiež výrazne zvyšujú drsnosť koryta, čo znižuje ničivú silu povodne.

Brehové porasty sú prítomné na jednom alebo oboch brehoch Váhu v každom mapovanom úseku. Kým v minulosti prevládali prirodzené porasty horského lužného lesa, dnes sa (miestami aj 80-100 metrov široké porasty) zachovali len ako fragmenty v nezregulovaných častiach úseku. V antropogénne výrazne ovplyvnených úsekoch a hlavne v mestách sú porasty limitované na úzky sporadický pás, kde prevažujú vŕby, najmä vŕba purpurová (*Salix purpurea* L.). Z pohľadu ekologickej kvality možno teda do kategórie ekologicky vysokohodnotných brehových porastov zaradiť len 17 % porastov na ľavom brehu a 19 % na pravom brehu. Mladé perspektívne porasty tvoria 36 % na ľavom brehu a 17 % na pravom brehu. Značný podiel predstavujú úseky toku so sporadickými, chýbajúcimi alebo druhovo nevhodnými porastmi, až 47 % na ľavom a 64 % na pravom brehu (obr. 9).

V ripariálnych porastoch bolo celkovo zistených 40 druhov drevín, pričom počet druhov na jednotlivých úsekoch kolísal od 4 do 17 (pre jeden mapovaný úsek s dĺžkou cca 1 km). Porasty celkovo pokrývali územie s rozlohou 32,65 ha (17,28 ha na ľavom a 15,37 ha na pravom brehu). So vzrastajúcou plochou brehových porastov exponenciálne narastal aj počet druhov s výnimkou lokalít silne ovplyvnených ľudskou činnosťou, kde bola biodiverzita drevín podstatne nižšia. Dominovali druhy rodu *Salix*, ktoré tvorili miestami aj viac ako 90 % druhového zloženia porastu. Vŕby v hornej časti toku vystriedala jelša sivá (*Alnus incana* L. Moench). Ako typické akcesorické dreviny sa vyskytovali krušina jelšová (*Frangula alnus* L.), baza čierna (*Sambucus nigra* L.), kalina obyčajná (*Viburnum opulus* L.), zob vtáčí (*Ligustrum vulgare* L.) javor poľný (*Acer campestre* L.), svíb krvavý (*Cornus sanguinea* L.), hloh obyčajný (*Crataegus leavigata* (Poir.) DC.), slivka trnková (*Prunus spinoza* L.), ruža šípová (*Rosa canina* L.), jarabina vtáčia (*Sorbus aucuparia* L.), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior* L.), breza plstnatá (*Betula pubescens* Ehrh.), topoľ osikový (*Populus tremula* L.) a smrek obyčajný (*Picea abies* (L.) Karst).

V rámci mapovania brehových porastov sme sledovali aj ložiská výskytu inváznych rastlín. Invázne rastliny sú nepôvodné druhy, ktoré sa rýchlo rozširujú na územiach, kde nepodliehajú prirodzenému tlaku ekosystému (skládky odpadu, rumoviská, železničné násypy a pod.) a odkiaľ invadujú do okolitých ekosystémov (Cvachová et al. 2002). V brehových porastoch sa vyskytli dva druhy: krídlatka japonská (*Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr.) a zlatobyľ

kanadská (*Solidago canadensis* L.). Najvýznamnejšie lokality výskytu krídlatky japonskej boli na hrane riečnej terasy a na skládke pri železničnom podjazde. Zlatobyľ kanadská bola rozšírená najmä v brehových porastoch pozdĺž štátnej cesty, v areáli vodného slalomu v Liptovskom Mikuláši a pod protipovodňovou hrádzou.



Obr. 9. Mapa kategorizácie brehových porastov pre ľavý a pre pravý breh podľa pokynu MŽP SR (1997)

V sledovanom úseku sa vyskytlo aj deväť väčších lokalít s čiernymi skládkami (nad 50 m^2). Najväčšie ložisko nelegálneho komunálneho odpadu sa nachádzalo pod riečnou terasou pri Liptovskom Hrádku. Lokality výskytu inváznych rastlín a skládok sú zaznamenané na obr. 7.

VYUŽITIE PRIESKUMU RIEČNEHO KORIDORU NA STANOVENIE EKOLOGICKÉHO STAVU A ĎALŠIE MOŽNÉ APLIKÁCIE

Ekologický stav vodných tokov, ako ho definuje RSV (Directive 2000/60/EC 2000), je závislý od hydromorfologických parametrov brehov a koryta, prietokového režimu, spojitosti so spodnými vodami, od fyzikálno-chemických a biologických ukazovateľov čistoty vody, charakteru brehových a nivných porastov a miery ľudských vplyvov (Weiss et al. 2008). Prieskum riečneho koridoru a brehových porastov prezentovaný v tomto článku, doplnený o údaje o čistote vody, prináša komplexné údaje potrebné pri hodnotení tokov na základe smernice.

Hydromorfologické hodnotenie vodných tokov je založené na princípe, že sa najvyššia hydromorfologická kvalita dosiahne vtedy, keď sú hydromorfologické podmienky čo najbližšie k referenčnej situácii a keď je ich priestorová variabilita čo najväčšia (Kučárová et al. 2008 a Magulová 2008). Morfologicky najbližšou referenčnou lokalitou pre mapovaný úsek Váhu by bol Čierny Váh pri Liptovskej Tepličke (Bartík et al. 2008). Z hľadiska hydromorfológie je tak vďaka dostatku a detailnosti výstupných dát možné odsledovať všetkých 12 hydromorfologických ukazovateľov potrebných na určovanie ekologického stavu úseku toku.

Využitie prieskumu riečneho koridoru je však oveľa širšie. Terénne mapovanie je nenahraditeľné v presnosti a detailnosti informácií o morfologických charakteristikách koryta a priľahlej brehovej zóny a nivy (Weiss 2007). Aplikovaný terénny prieskum riečneho koridoru je technicky a finančne nenáročná metóda, ktorá vyžaduje len základné poznanie hydromorfologických prvkov a druhov drevín bežne sa vyskytujúcich v brehových porastoch. Z mapových listov čiastkových úsekov pripravených v teréne je následne možné pripraviť súhrnné mapy, ktoré zobrazujú triedy hodnotenia napríklad hydromorfológie, brehových porastov atď. Tieto mapy, navrstvené o ďalšie údaje, napríklad o stupne chemickej čistoty vody, lokality výskytu chránených druhov živočíchov, vzácne rybie spoločenstvá a pod., vytvárajú obsiahlu informáciu o toku, využiteľnú nielen pri kategorizácii podľa RSV, ale aj pri tvorbe manažmentových plánov tokov a povodí. Tento prístup je možné aplikovať v celom povodí a v rámci jednotlivých ukazovateľov sa tak dajú hodnotiť a porovnávať povodia rozličnej veľkosti.

Všetky mapy sú však predmetom istého stupňa nepresnosti, pričom priestorová presnosť máp zobrazujúcich prírodné prvky je obzvlášť problematická vzhľadom na ich často nejasné hranice. Navyše, mapované dimenzie takýchto prvkov môžu byť zväčšené na zobrazenie detailu, ktorý by inak nebolo možné prehľadne znázorniť. Lokalizačné chyby určitého stupňa môžu byť dôsledkom predpokladu mapovateľa, či chýb v záverečnej kartografickej prezentácii (Downward et al. 1994). Napriek tomu možno čerpať užitočné kvantitatívne informácie aj zo značne skreslených terénnych máp a náčrtov. Je však potrebné

určiť odchýlku a zohľadniť ju pri spracovávaní výsledkov (Gurnell et al. 1996). Jednou z možností, ako zvýšiť presnosť terénneho mapovania, je polohovanie pomocou GPS. Rovnako možno na presné meranie šírky koryta, brehových porastov, či proporcií jednotlivých hydromorfologických jednotiek využiť na trhu ľahko dostupné laserové alebo ultrazvukové metre. Satelitné a letecké snímky aj digitálne mapy je výhodné použiť pri predprípravе terénnych mapovacích listov aj pri analýze výsledkov.

Pokiaľ ide o dĺžku úsekov, nie je nevyhnutné mapovať celý úsek kontinuálne, ako to bolo prezentované v tomto článku, ale je možné vytypovať kratšie reprezentatívne úseky (napríklad 200-metrové na každom km). Adamková et al. (2004) navrhla dĺžku mapovaných úsekov na základe klasifikácie slovenských tokov podľa šírky koryta. Podobne Pedersen et al. (2004) navrhujú šírku monitorovaného pásu brehovej vegetácie na 20 m na oboch brehoch namiesto 50 m prezentovaných v tomto článku. V náväznosti na túto prácu by bolo vhodné porovnať výsledky mapovania celého úseku s typizovanými čiastkovými úsekmi a určiť odchýlku, ktorá by bola aplikovateľná na tok podobného charakteru. Počas tohto výskumu boli vyvinuté ďalšie metódy hydromorfologického mapovania, preto by spracovanie porovnávacej štúdie týchto metód, ich integrácie s RSV a s odporúčaniami na základe skúseností z celej Európy, boli veľkým prínosom.

ZÁVER

Skúmaný úsek Váhu predstavuje pilotné územie, na ktorom bol uplatnený Prieskum riečneho koridoru ako jeden z možných prístupov aplikovateľný v rámci celoplošného mapovania vodných tokov. V súlade s klasifikáciami prezentovanými v tejto práci, metóda komplexne hodnotí rieku Váh z pohľadu hydromorfológie a kvality brehových porastov. Napriek tomu, že približne tri štvrtiny dĺžky brehov v sledovanom úseku Váhu bolo technicky upravených, nespevnené široké dno naďalej podporuje prirodzenú eróznu, transportnú a akumulačnú činnosť toku, v dôsledku čoho vzniká spektrum korytových foriem rôzneho druhu a veľkosti. Na základe výskytu prirodzených tvarov koryta tak do skupiny morfologicky a hydrologicky nenarušených alebo len mierne narušených tokov patrí takmer polovica sledovaného úseku. Vzhľadom na značné spevnenie a osídlenie brehov je možné do kategórie ekologicky vysokohodnotných brehových porastov zaradiť len necelú pätinu z celkovej dĺžky oboch brehov.

Metóda prieskumu riečneho koridoru je, pokiaľ sú zohľadnené jej výhody a limitácie, efektívnym spôsobom na podrobné mapovanie hydromorfológie koryta s priľahlými brehovými porastmi. Výstupné mapy a informácie umožňujú posúdenie ekologického stavu toku na základe kritérií RSV a dodatočne slúžia nielen ako historický prameň informácií pri výskume, ale aj ako atraktívny zdroj pre vodohospodársky manažment, či ide o štrukturálne, revitalizačné alebo ochranárske projekty. V predmetnom úseku je veľký potenciál hlavne pre zvýšenú ochranu o obnovu toku. Metódu odporúčame využiť v rámci celoplošného mapovania tokov na Slovensku aj v rámci environmentálnej výchovy.

Úspešné ukončenie tejto práce by nebolo možné bez odbornej a materiálnej pomoci viacerých odborníkov a známych a bez finančnej podpory (projekty VEGA 1/0272/12 a 1/1251/12). Poďakovanie patrí predovšetkým RNDr. Milanovi Lehotskému, CSc., z Geografického ústavu Slovenskej akadémie vied v Bratislave a RNDr. Ladislavovi Holkovi, PhD., z Ústavu hydrológie Slovenskej akadémie vied so sídlom v Liptovskom Mikuláši.

LITERATÚRA

AQEM (2002). *Manual for application of the AQEM system. A comprehensive method to access European streams using benthic invertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002*. Essen (Universität Duisburg-Essen, Faculty of Biology Aquatic Ecology).

ADAMKOVÁ, J., HENSEL, K., GREŠKOVÁ, A., KLOZÍK, M., LEHOTSKÝ, M., OŤAHEĽOVÁ, H., ŠPORKA, F., ŠTEFKOVÁ, E., VALACHOVIČ, M. (2004). *Príprava databázy hydromorfologických a biologických ukazovatel'ov pre proces výberu a charakterizácie referenčných miest podľa Smernice 2000/60/EC.* Bratislava (SHMÚ).

BARTÍK, I., TRUBENOVÁ, K., HAVIAR, M. (2008). *Katalóg typov povrchových vôd SR: referenčné lokality*. Bratislava (SHMÚ a VÚVH).

BRANSON, J., HILL, C., HORNBY, D. D., NEWSON, M., SEAR, D. A. (2005). *A refined geomorphological and floodplain component River Habitat Survey (GeoRHS)*. R&D Technical Report SC020024/TR. Bristol (Environment Agency).

CVACHOVÁ, A., CHROMÝ, P., GOJDIČOVÁ, E., LESKOVJANSKÁ, A., PIETOROVÁ, E., ŠIMKOVÁ, A., ZALIBEROVÁ, M. (2002). *Príručka na určovanie vybraných druhov inváznych rastlín.* Banská Bystrica (ŠOP – COPK).

Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy (2000). *Official Journal of the European Communities*, 22.12.2000, L 327, 1.

DOWNWARD, S., GURNELL, A. M., BROOKES, A. (1994). *A methodology for quantifying river planform change using GIS. Proceedings of the Canberra Sympisium no. 224*. Canberra (IAHS), pp. 449-456.

DROPPA, A. (1966). The correlation of some horizontal caves with river terraces. *Studies in Speleology*, 1, 186-192.

EN 14614 (2004). *Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers.* November 2004.

ENVIRONMENT AGENCY (1995). *River habitat survey*. *Field survey guidance manual.* Bristol (Environmental Agency).

ENVIRONMENT AGENCY (2003). *River habitat survey*. *Field survey guidance manual.* Bristol (Environment Agency).

GURNELL, A. M, ANGOLD, P. G, EDWARDS, P. J. (1996). Extracting information from river corridor surveys. *Applied Geography*, 16, 1-19.

HOLMES, N. T. H. (1986). *Wildlife surveys of rivers in relation to river management.* A report to Water Research Centre. Medmenham (WRC).

HUGHES, R. M. (1995). Defining acceptable biological status by comparing with reference conditions, In Davis, W.S., Simon, T. P., eds. *Biological assessment and criteria. Tools for water resource planning and decision making*. Boca Raton (Lewis Publishers), pp. 31-47.

KRÁLOVÁ, H., ed. (2001). *Řeky pro život. Revitalizace řek a péče o nivní biotopy*. Brno (ZO ČSOP Veronica).

KUČÁROVÁ, K., VALÚCHOVÁ, M., BARTÍK, I., MELOVÁ, K., MAGULOVÁ, R. (2008). Hodnotenie ekologického stavu vodných tokov v Slovenskej republike. Časť

4: Podporné prvky kvality – fyzikálno-chemické a hydromorfologické. *Vodohospodársky spravodajca*, 51, 4-5.
LAWA (2000). *Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutchland – Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer*. Berlin (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser).
LAWA (2002). Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutchland – Übersichtsverfahren. Empfehlungen Oberirdische Gewässer. Berlin (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser).
LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2004). *Hydromorfologický slovník (Slovensko-anglický výkladový slovník hydromorfologických termínov)*. Bratislava (SHMÚ).
LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2005). Základné klasifikačné systémy a morfometrické charakteristiky korytovo-nivných geosystémov. *Geomorhpologia Slovaca*, 5, 5-20.
LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2007). Fluvial geomorphological approach to river assessment – methodology and procedure. *Geografický časopis*, 59, 107-129.
LELLÁK, J., KUBÍČEK, F. (1992). *Hydrobiologie*. Praha (Karolínum).
LfUG (2007). *Europäische Wasserrahmenrichlinie. Aufstellung der Überwachungsprogramme in Sachsen – Ausweisung von Messstellen, Juli 2007*. Dresden (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie).
MAGULOVÁ, R. (2008). *Odborno-technické spracovanie hydromorfologických a hydrologických charakteristík pre vytvorenie typovo-špecifického katalógu referenčných lokalít (časť hydromorfologické prvky kvality) so zapracovaním zvoleného pilotného územia v povodí Laborec/Uh, Ipeľ, Orava a Myjava.* Štúdia. Bratislava (SHMÚ).
MAKOVINSKÁ, J., KUČÁROVÁ, K., TÓTHOVÁ, L., HAVIAR, M., eds. (2009). *Hodnotenie stavu vodných útvarov povrchových vôd Slovenska za rok 2007*. Záverečná správa. Bratislava (VÚVH, SHMÚ a SVP).
MATOUŠKOVÁ, M., WEISS, A., MATSCHULLAT, J. (2010). Ecological survey of river habitat diversity: trans-boundary cooperation in the Ore Mountains (Krušné Hory, Erzebirge). *Geografie*, 115, 284-307.
MAZÚR, E. (1983). *Encyklopédia Zeme*. Bratislava (Obzor).
MIŠÍKOVÁ ELEXOVÁ, E., LEŠŤÁKOVÁ, M. (2009). Contribution to philopotamidae and odontoceridae larvae distribution in Slovak river sub-basins. *Folia Faunistica Slovaca*, 14, 89-93.
MŽP SR (1997). *Pokyn Ministerstva životného prostredia SR č. 8/97 na posudzovanie výstavby malých vodných elektrární*. Bratislava (MŽP SR).
NR SR (1997). *Akčný plán pre implementáciu Národnej stratégie ochrany biodiverzity na Slovensku, Uznesenie Vlády Slovenskej republiky č. 231 z 1.4.1997 a č. 587 z 12.8.1997 a uznesenie Národnej rady Slovenskej republiky č. 676 z 2.7.1997*. Bratislava.
NATIONAL RIVERS AUTHORITY (1992). *River corridor surveys*: *methods and procedures*. Bristol (NRA).
PASTUCHOVÁ, Z., LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2008). Influence of morpho-hydraulic habitat structure on invertebrate communities (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera). *Biologia*, 63, 720-729.
PEDERSEN, M. L., OVESEN, N. B., FRIBERG, N., CLAUSEN, B., LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2004). *Hydromorphological assessment protocol for the Slovak Republic. ANNEX 1*. In Establishment of the Protocol on monitoring and assessment of the hydromorphological elements. Twinning project No. TLP 01 – 29.
RAVEN, P. J., FOX, P., EVERARD, M., HOLMES, N. T. H., DAWSON, F. H. (1997). River habitat survey: a new system for classifying rivers according to their habitat quality. In Boon, P. J., Howell, D. L., eds. *Freshwater quality*: *defining the indefinable*? Edinburgh (The Stationery Office), pp. 215-234.

RAVEN, P. J., HOLMES, N. T. H, CHARRIER, P., DAWSON, F. H., NAURA, M., BOON, P. J. (2002). Towards a harmonized approach for hydromorphological assessment of rivers in Europe: a qualitative comparison of three survey methods. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 12, 405-424.

SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (2005). *Čiastkový monitorovací systém – voda*. Bratislava (SHMÚ).

ŠÍBL, J., DERKA, T., HOLČÍK, J., MACURA, V. (1999). *Revitalizácia vodných tokov*. Nitra a Bratislava (Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre a Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave).

ŠPORKA, F., MAKOVINSKÁ, J., HLÚBIKOVÁ, D., TÓTHOVÁ, L., MUŽÍK, V., MAGULOVÁ, R., KUČÁROVÁ, K., PEKÁROVÁ, P., MRAFKOVÁ, L. (2007). *Metodika pre odvodenie referenčných podmienok a klasifikačných schém pre hodnotenie ekologického stavu vôd. Kapitola 5. Vodné makroevertebráta*. Bratislava a Banská Bystrica (VÚVH , SHMÚ, ÚZ SAV a SAŽP).

THORNE, C. R. (1998). *Stream reconnaissance handbook, geomorphological investigation and analysis of river channel*. Chichester (Wiley).

ÚRAD GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A KATASTRA (1991). *Základná mapa SR 1:10 000. Listy 26-44-22, 26-44-21, 26-44-16, 26-43-20*. Bratislava (SUGK).

ÚRAD GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A KATASTRA SR(1993). *Základná mapa SR 1:25 000. Listy 26-443, 26-434*. Bratislava (ÚGKK SR).

VTS (1936). *Mapa Horného Uhorska, III. vojenské mapovanie reambulované s doplnenou kilometrovou sieťou*. Vojenská topografická služba.

VÝSKUMNÝ ÚSTAV VODNÉHO HOSPODÁRSTVA (2008). *Hydromorfologický monitoring pre hodnotenie ekologického stavu (GES, GEP) vodných útvarov v súlade s RSV/2000/60/ES*. Bratislava (VÚVH).

WEISS, A. (2007). *Integrierte Bewertung des Ëkologischen Zustands von Fließgewässern in Mittelgebirgsregionen – Erhfahrungen aus der praktischen Umsetzung der EU-Wasser-rahmenrichtlinie in Flusseinzuggsgebieten des Erzgebirges*. PhD. Thesis. TU Bergakademie Freiberg.

WEISS, A., MATOUŠKOVÁ, M., MATSCHULLAT, J. (2008) Hydromorphological assessment within the EU Water Framework Directive – transboundary cooperation and application to different water basins. *Hydrobiologia*, 603, 53-72.

ZELINKA, M., KUBÍČEK, F. (1985). *Základy aplikované hydrobiologie*. Praha (SPN).

Lenka A n s t e a d, Dušan B a r a b a s

HYDROMORPHOLOGICAL SURVEY OF THE RIVER VÁH AS A TOOL FOR RIVER MANAGEMENT IN SLOVAKIA

This article presents the results from a hydromorphological survey of the river corridor of the River Váh in northern Slovakia and outlines possibilities for management applications. It emphasizes the importance of mapping hydromorphological features as a part of any river related project and brings examples of this by means of well-implemented methods such as the River Corridor Survey or the River Habitat Survey developed in Great Britain.

The River Váh is the most important river in the Liptov Region (and the longest river in Slovakia), Fig. 1. Its hydromorphological diversity results from rich and varied geological structure in the upper reaches. The river and its floodplain belong to the network of European bio-corridors. Two well known national parks, several nature reserves and natural heritage sites are situated within the drainage area of the river. The river itself is home to rare species such as the Danube salmon (*Hucho hucho* L.), otter (*Lutra lutra* L.), grey heron (*Ardea cinerea* L.), black stork (*Ciconia nigra* L.) and many others.

The natural functioning of the river as a bio-corridor is restricted by engineering structures that obstruct its flow and thus inhibit fish migration. Three hydroelectric power plants with a weir over the entire width of the river are located in the surveyed reach. The river has also been modified in the past as part of the project of building the dam system downstream in the 1950s and flood protection measures for towns located in the contiguous floodplain. The river has been dredged, straightened and the banks were stabilized by concrete and rock. Since 1936, the main channel was shortened by 650 m and nearly 15 km of side channels disappeared (Fig. 2).

The River Corridor Survey was undertaken during 2003 and 2004, according to the British River Corridor and River Habitat Survey methodologies. A 23.5 km long reach was surveyed. More than 20 large-scale maps of the reach, cross sections and field notes provide a timely picture of the river channel and the adjacent riparian zone (Fig. 3). Standard symbols developed by the UK National Rivers Authority (today the Environment Agency) were used to record the channel and riparian features. Data were collected on the riparian tree and shrub species, their diversity and coverage. Sites with invasive plants, illegal dump yards or sources of water pollution were also recorded as part of the survey.

The results from the field surveys were used to classify the river corridor into categories based on the control parameters. The river channel was classified according to the presence of natural channel forms and hydrological conditions: (1) morphologically undisturbed or slightly disturbed reaches formed 45% of the total length of the channel, (2) partially modified channel with natural features represented 34% and the remaining 21% belonged to the category of (3) heavily regulated channel without self-restoration capacity. Riparian trees and shrubs were assigned to (1) ecologically valuable segments (17% on the left and 19% on the right bank), (2) young, well-developed segments (36% on the left and 17% on the right bank) and to (3) scattered segments or segments with unsuitable species (64% on the left and 47% on the right bank).

The results from these river corridor surveys can be processed and analysed in different ways, whether it is a database or a system of maps or a combination of both – whichever is the best tool that could be used in further investigation and environmentally sound river management. This is illustrated by two overview maps showing the classification for the whole reach (Figs. 7, 8 and 9). These maps can be overlain with other data to provide comprehensive information about the river. The authors consider this approach to be an effective way to identify areas of concern or areas which require stronger conservation interest, for example. Importantly, the data collected are of high quality and in compliance with the hydromorphological assessment as defined by the Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC 2000).