

KVANTIFIKÁCIA KRAJINNEJ ŠTRUKTÚRY V ÚDOLÍ RIEKY HRON A JEJ INTERPRETÁCIA PRE POSÚDENIE FRAGMENTÁCIE KRAJINY

LAND USE STRUCTURE QUANTIFICATION AND ITS INTERPRETATION FOR ASSESSMENT OF LANDSCAPE FRAGMENTATION IN THE HRON RIVER VALLEY

Ján LIGA¹

¹ Inštitút výskumu krajiny a regiónov Fakulty prírodných vied UMB, Cesta na amfiteáter 1, SK-974 01 Banská Bystrica; email: jan.liga@umb.sk

Abstract

Narrow valley of the Hron river represents a traffic corridor on the main motorway R1 connecting the capital city and the central Slovakia region. This part of landscape has high predisposition for the occurrence of high level of landscape fragmentation due to a relatively dense network of road and railway infrastructure. Travelling by train or car through this area presents a first on sight to problems occurring in the extensively used/unused fragments of landscape patches, among which the problem of plant species invasion is one of the most important. We have found out that the highest fragmentation occurs in the land use class of grasslands with a lower portion of tree vegetation, which represented 12,41 % of the total area extent of the examined area, while the highest portion of land is used as arable land (36,72 %).

Key words: landscape indices, land use, Hron river valley, fragmentation, transport infrastructure

Úvod

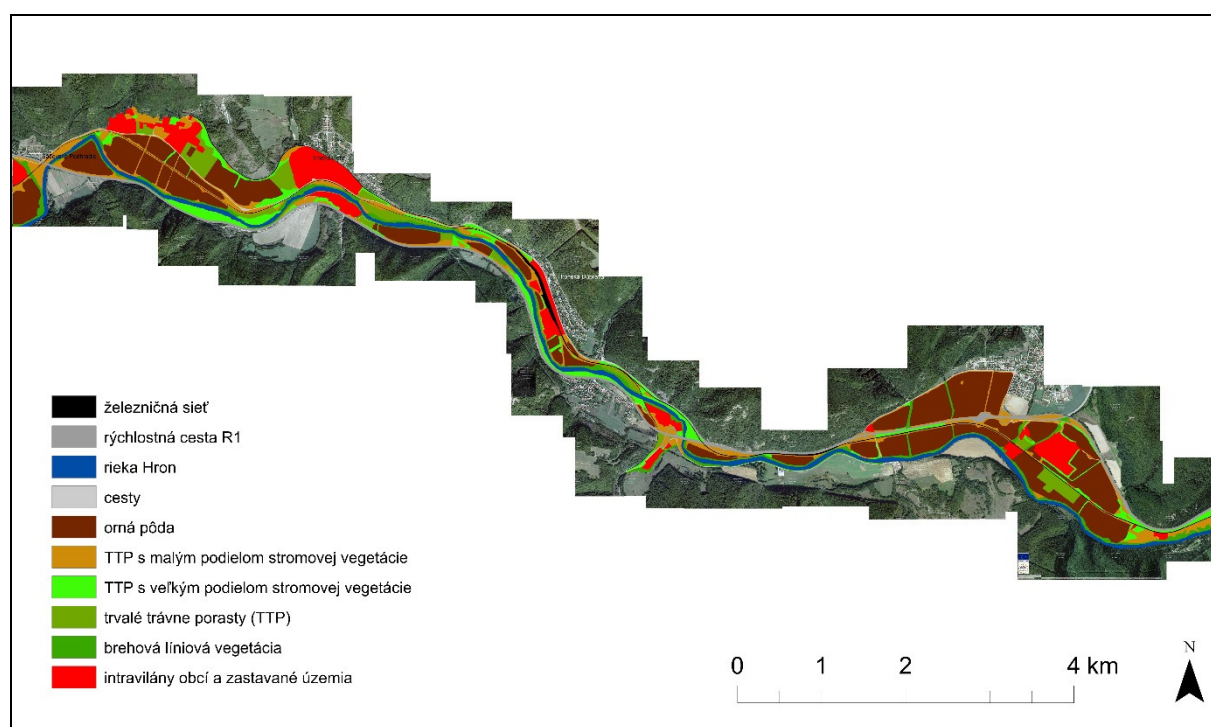
Fragmentácia je proces alebo stav rozdeľovania, rozdrobovania prírodných území (pôvodných biotopov) na viacero menších častí za súčasného zmenšovania rozlohy pôvodných biotopov a zväčšovania vzájomnej izolácie vzniknutých areálov. Fragmentácia môže byť prirodzená (jazerá, súostrovia), môže vzniknúť ako dôsledok prírodných disturbancií (výchrica, požiar, zosuv, povodne...) alebo ako dôsledok činnosti človeka (LIGASOVÁ 2010). Fragmentácia krajiny je jedným z najrozšírenejších procesov odohrávajúcich sa v súčasnej európskej krajine. Pozornosť jej venovali rovnako krajinný ekológovia aj biológovia (LLAUSÁS & NOGUÉ 2012). Podľa Jaegera (JAEGER 2008) môžeme fragmentáciu definovať z dvoch hľadísk. Na základe širšieho funkčného prístupu ako

prerušenie ekologických vzťahov medzi rozdielnymi lokalitami a na základe štrukturálneho prístupu ako jestvovanie prekážok brániacich voľnému pohybu živočíchov (oddelujúc plochy habitatov). Tak ako proces fragmentácie krajiny a ekosystémov spôsobuje čoraz viac problémov v rámci krajiny a jej ekosystémov, zväčšuje sa aj naliehavosť a potreba monitorovať a skúmať jej dopad na biotickú zložku krajiny, fungovanie ekosystémov a vplyv na ľudí a ich činnosti v krajine. Fragmentácia krajiny v dôsledku výstavby transportnej infraštruktúry a urbánneho rozvoja ohrozuje priaznivý stav životného prostredia a ľudí hlukom a znečistením z dopravy, redukciou veľkosti a životaschopnosti populácií voľne žijúcich živočíchov, podporou rozširovania inváznych druhov a znižovaním rekreačných a krajinno-obrazových kvalít krajiny (JAEGER et al. 2008). Zmeny krajiny (krajinnej štruktúry, pokrývky či využitia zeme) a fragmentácia ekosystémov sú jednými z kľúčových hnacích síl globálneho vymierania živočíšnych a rastlinných druhov. Efekty týchto hnacích síl môžeme chápať jednak zameraním sa na jednotlivé druhy a ich ohrozenie, alebo z hľadiska usporiadania krajinnej štruktúry a jej vzťahu k druhom a ekosystémom (FISCHER & LINDENMAYER 2007). Plánovaný rozvoj cestnej a diaľničnej siete na Slovensku bude znamenať ďalšie zmenšovanie a rozdeľovanie ekosystémov v krajine a zníženie priechodnosti územia pre živočíchy. Bariérový účinok ciest závisí od intenzity dopravy, prítomnosti oplozenia, priekop, ochranných múrov a od riešenia, či neriešenia – križovania ciest s migračnými trasami živočíchov.

Cieľ a metodika

V tejto práci sa chceme zamerať na zmapovanie a analýzu fragmentov vzniknutých dôsledkom výstavby dopravnej infraštruktúry v údolí rieky Hron. Využili sme dostupné letecké ortofotografické snímky z roku 2010, a vykonali sme aj predbežný terénny prieskum na identifikáciu jednotlivých fragmentov v krajinnej štruktúre v roku 2014. Ako hranice skúmaného územia sme stanovili líniové prvky infraštruktúry a vodného toku rieky Hron. Identifikovali sme 10 tried krajinnej pokrývky: *železničná sieť, rýchlostná cesta R1, rieka Hron, cesty, orná pôda, trvalé trávne porasty (TTP), TTP s malým podielom stromovej vegetácie, TTP s veľkým podielom stromovej vegetácie, brehová líniová vegetácia a intravilány obcí a zastavané územia*. Keďže tento predbežný výskum by mal poslúžiť pre ďalšie podrobnejšie ekosystémové mapovanie, určili sme si len hrubšiu mierku mapovanie s cieľom identifikovať plochy vzhľadom k súčasnému intenzívnemu využívaniu. Mapovali sme *on-screen* metódou v programe ArcMap 10.2. V prvom rade sme identifikovali líniové

prvky infraštruktúry (železničná sieť, rýchlostná cesta R1 a cesty), rieku a okolité brehové porasty. Následne sme mapovali poľnohospodársky využívané plochy (orná pôda, trvalé trávne porasty) a intravilán a zastavané územia. Plochy, ktoré ostali neoznačené sme rozdelili do dvoch tried, podľa pomerného zastúpenia stromovej vegetácie. Plochy so zastúpením stromovej vegetácie pod 50 % do triedy *TTP s malým podielom stromovej vegetácie* a plochy so zastúpením stromovej vegetácie nad 50 % do triedy *TTP s veľkým podielom stromovej vegetácie*. Na zhodnotenie vlastností krajinej pokrývky sme použili index dĺžky hraníc (TE), hustoty hraníc (ED), index areálovo váženej priemernej rozlohy plôšky (AREA_AM), areálovo váženého tvarového indexu (SHAPE_AM), areálovo vážené hodnoty indexov fraktálovitosti plôšok (FRAC_AM) a index najväčšej plôšky (LPI) v programe FRAGSTATS v4 (MCGARIGAL et al. 2012).



Obr. 1: Mapa skúmaného územia

Fig. 1: Map of the examined area

Výsledky

Rozlohy jednotlivých tried uvádzame v tabuľke 1, ich pomerné zastúpenie je uvedené v grafe 1.

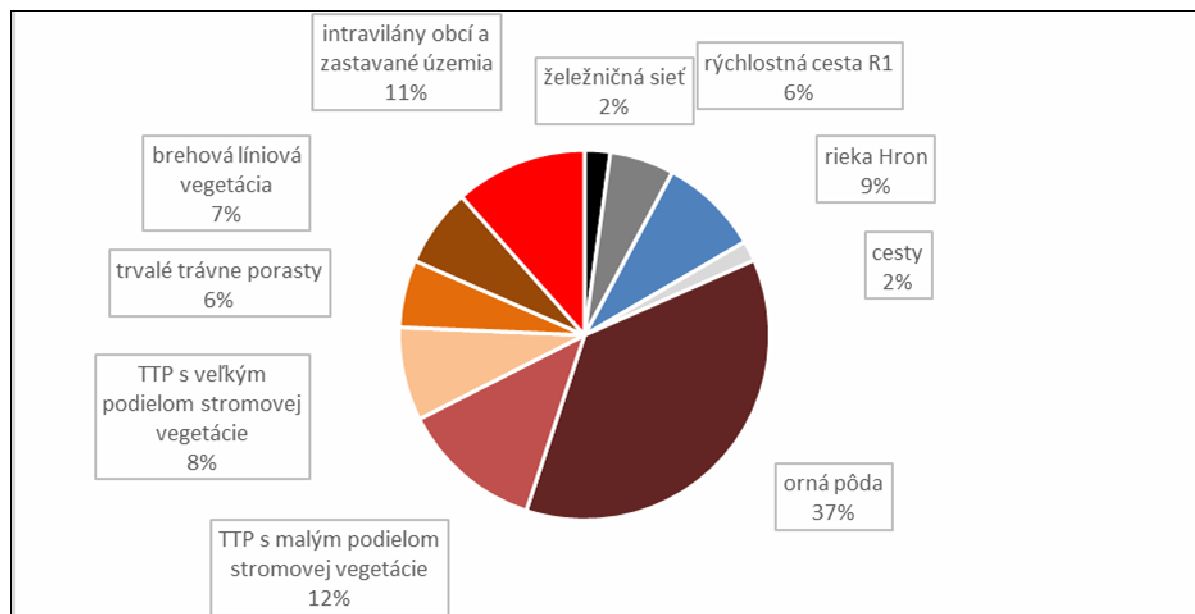
Tab. 1: Hodnoty rozlôh tried využitia zeme

Tab. 1: Area extent values of land use classes

<i>trieda využitia zeme</i>	<i>rozloha (v ha)</i>	<i>rozloha (v %)</i>
železničná sieť	18,33	2,24%
rýchlostná cesta R1	46,16	5,63%
rieka Hron	71,54	8,73%
Cesty	14,64	1,79%
orná pôda	301,11	36,72%
fragmenty s malým podielom stromovej vegetácie	101,76	12,41%
fragmenty s veľkým podielom stromovej vegetácie	67,02	8,17%
trvalé trávne porasty	48,52	5,92%
brehová líniová vegetácia	56,29	6,86%
intravilány obcí a zastavané územia	94,60	11,54%
Spolu	819,99	100,00%

V nami skúmanom výseku údolia rieky Hron má najväčšiu rozlohu trieda *orná pôda*, keďže sa tu nachádzajú intenzívne využívané úrodné nivné pôdy. Druhou plošne najrozsiahlejšou triedou sú *TTP s malým podielom stromovej vegetácie*, nasledované triedou *intravilány obcí a zastavané územia*. Tieto 3 triedy využitia zeme tvoria dominanty krajiny pokrývky v skúmanom území. Po odrátaní rozlohy líniových bariér (prvkov infraštruktúry a vodného toku tvoriacimi 18,38 % územia), ktoré sú hlavnými fragmentačnými činiteľmi v skúmanej krajine, a rozlohy triedy *intravilány obcí a zastavané územia*, sú v krajine dominantnými triedami využitia zeme triedy *orná pôda*, *TTP s malým podielom stromovej vegetácie* a *TTP s veľkým podielom stromovej vegetácie*. V tomto prípade je zreteľný plošne významný výskyt plôch fragmentov, ktoré spolu zaberajú 30 % využívaného územia. Pomocou analýzy vlastností jednotlivých plôšok v programe FRAGSTATS v4 sme zistili najväčšiu hodnotu indexu dĺžky hraníc (TE) a hustoty hraníc (ED) v triede *TTP s malým podielom stromovej vegetácie*, pričom táto trieda mala zároveň najnižšiu hodnotu indexu areálovo váženej priemernej rozlohy plôšky (AREA_AM). Na základe vypočítaných hodnôt môžeme túto triedu označiť ako najviac fragmentovanú triedu v skúmanom výseku krajiny. Porovnanie hodnôt indexov ED a AREA_AM uvádzame v grafoch 3 a 4. Najvyššiu hodnotu areálovo váženého tvarového indexu vyjadrujúceho priemernú komplexnosť tvaru areálov (SHAPE_AM) skúmanej triedy mala trieda *železničná sieť* (zrejme aj kvôli veľmi výraznej tvarovej bifurkácii trate pri Hronskej Dúbrave), najnižšiu hodnotu sme zistili pre triedu *orná*

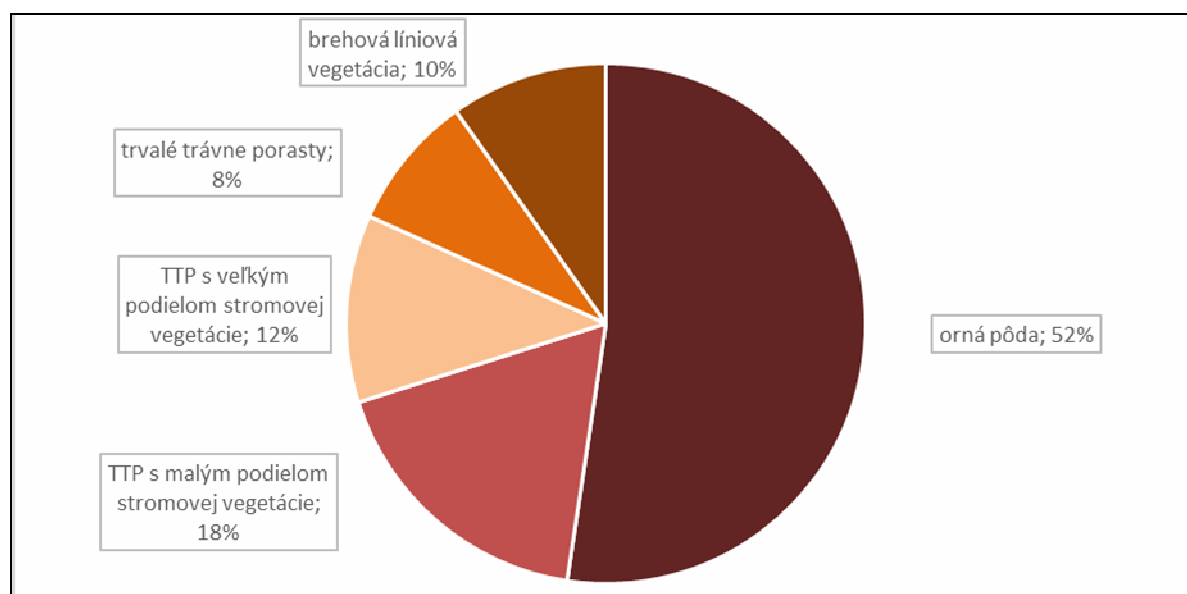
pôda. Areálovo vážené hodnoty indexov fraktálovitosti plôšok (FRAC_AM) dosahovali najvyššie hodnoty v triede *cesty*. Index najväčšej plôšky (LPI) bol najväčší pre triedu *orná pôda* (najdominantnejšia trieda v skúmanom území) a najmenší v prípade triedy *cesty*.



Graf 1: Pomerné zastúpenie jednotlivých tried využitia zeme vo výseku krajiny v doline rieky Hron.

Cestná a železničná infraštruktúra spolu zaberajú približne 10 % územia, rieka Hron 9 %

Graph 1: Proportional representation of the identified land use classes in the given landscape cut-out in the valley of the river Hron. Road and railway infrastructure sum up to 10 % of the area, while the river Hron takes 9 %



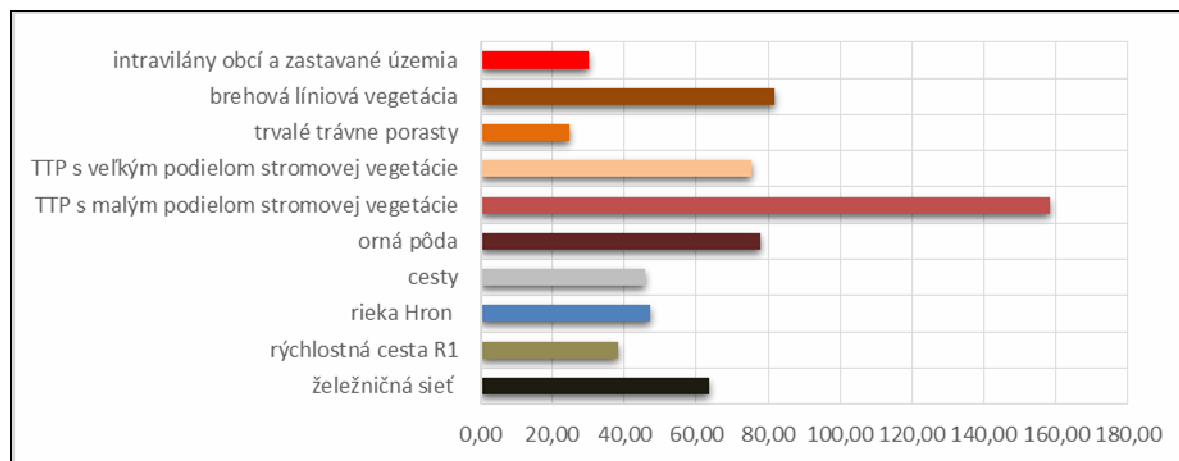
Graf 2: Grafická reprezentácia pomeru rozlôh tried využitia zeme v skúmanom území po odrátaní rozlôh tried dopravnej infraštruktúry, vodného toku rieky Hron a intravilánov obcí a zastavaných území

Graph 2: Graphical representation of area proportions of land use classes in the studied territory after subtracting the areas of traffic infrastructure classes, river Hron, and urban and built-up areas

Tab. 2: Krajinné indexy jednotlivých tried využitia zeme na skúmanom území. Zvýraznené sú najvyššie/najnižšie hodnoty indexov v triede (červená/modrá farba). LPI - index najväčšej plôšky, TE - index dĺžky hraníc, ED – index hustoty hraníc, AREA_AM - index areálovo váženej priemernej rozlohy plôšky, SHAPE_AM - areálovo vážený tvarový index, FRAC_AM - areálovo vážený index fraktálovitosti plôšok

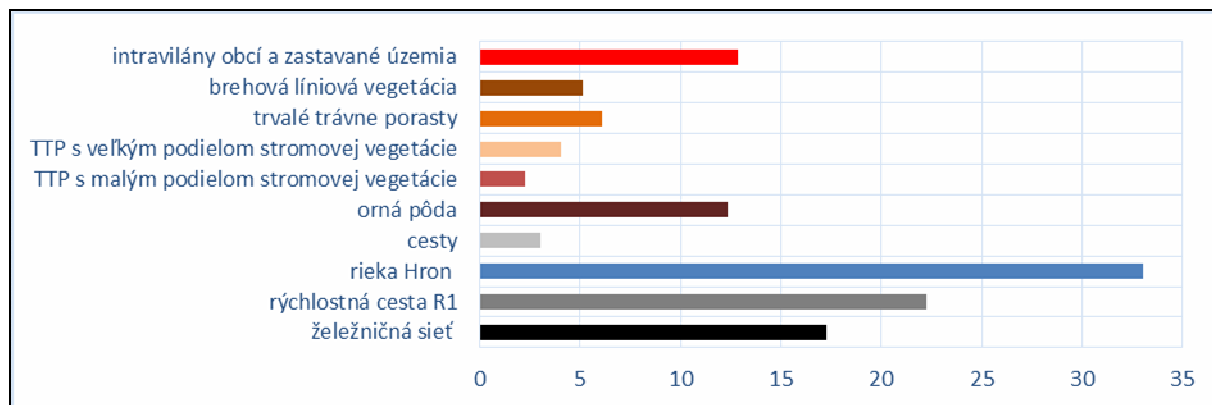
Tab. 2: Landscape indices of the given land use classes. Indices of two fragment classes are highlighted in green colour, highest/lowest values are highlighted in red/blue colour. LPI – largest patch index, TE – total edge, ED – edge density, AREA_AM – area-weighted mean of areal extent, SHAPE_AM - area-weighted mean of shape index, FRAC_AM - area-weighted mean of fractal dimension index

trieda využitia zeme	LPI	TE	ED	AREA_AM	SHAPE_AM	FRAC_AM
železničná sieť	2,17	52270,00	63,74	17,30	32,27	1,58
rýchlostná cesta R1	2,90	31447,00	38,35	22,28	12,73	1,41
rieka Hron	4,71	38592,00	47,06	33,07	9,06	1,34
cesty	0,58	37403,00	45,61	3,00	13,18	1,50
orná pôda	2,76	63689,00	77,67	12,34	1,58	1,08
TTP s malým podielom stromovej vegetácie	0,69	129983,00	158,52	2,25	4,25	1,26
TTP s veľkým podielom stromovej vegetácie	1,07	61892,00	75,48	4,06	3,53	1,23
trvalé trávne porasty	1,28	20350,00	24,82	6,08	2,10	1,13
brehová líniová vegetácia	1,55	67118,00	81,85	5,16	6,12	1,32
intravilány obcí a zastavané územia	3,07	24820,00	30,27	12,87	1,85	1,10



Graf 3: Hodnoty indexu hustoty hraníc pre triedy využitia zeme v skúmanom výseku krajiny. TTP s malým podielom stromovej vegetácie majú najvyššiu hustotu hraníc spomedzi všetkých tried

Graph 3: Values of the edge density (ED) index for the given land use classes in the landscape cut-out. Grasslands with a small portion of tree vegetation have the highest value of edge density index among the given classes



Graf 4: Hodnoty areálovo váženého indexu priemernej rozlohy plôšky pre triedy využitia zeme v skúmanom výseku krajiny. TTP s malým podielom stromovej vegetácie majú najmenšiu priemernú rozlohu spomedzi všetkých tried

Graph 4: Values of the area-weighted area mean index (AREA_AM) for the given land use classes in the landscape cut-out. Fragments with a small portion of tree vegetation have the lowest value of AREA_AM index among the given classes

Diskusia a záver

Podľa definície fragmentácie a jej vzťahu ku krajinným indexom (plôškam) ako ju uvádza Rutledge (2003) fragmentácia zvyšuje počet plôšok, znižuje priemernú veľkosť plôšok a zväčšuje dĺžku hraníc plôšok (medzi plôškami dvoch rôznych tried). Spomedzi skúmaných tried využitia zeme dosahovala najväčšie hodnoty indexu hustoty hraníc (ED) (odvodeného od indexu celkovej dĺžky hraníc plôšok) trieda TTP s malým podielom stromovej vegetácie, pri ktorej sme zároveň zistili najmenšiu priemernú veľkosť plôšok. Z vypočítaných hodnôt vyplýva, že táto trieda využitia zeme je v skúmanom území najviac fragmentovanou triedou.

V skúmanom výseku krajiny sme zistili signifikantnú fragmentáciu hlavne v prípade tried využitia zeme, ktoré nie sú intenzívne využívané ľudskou činnosťou a ostávajú často ponechané bez priamych ľudských zásahov dlhé časové obdobia. Percentuálne zastúpenie takýchto plôch v nami skúmanom výseku krajiny predstavovalo 20,58 % celkovej rozlohy územia. Zistená hodnota na príklade relatívne úzkeho údolného koridoru potvrdzuje, že líniové prvky dopravnej infraštruktúry sú významným činiteľom vplývajúcim na zvyšovanie fragmentácie krajiny. Vypočítané krajinné indexy by bolo zrejme vhodné v ďalšom výskume doplniť o viaceré krajinné indexy lepšie popisujúce fragmentáciu krajiny (JAEGER et al. 2008) a porovnať historické využitie zeme daného územia so súčasným stavom.

Literatúra

- FISCHER, J., LINDENMAYER, D. B. 2007: Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, 16, p. 265 – 280.
- JAEGER, J. A. G. 2008: *Using measures of landscape fragmentation for cumulative effects assessment*. IAIA, Calgary, November 7, 2008.
- JAEGER, J. A. G., BERTILLER, R., SCHWICK, C., MULLERD, K., STEINMEIER, C., EWALD, K. C & GHAZOUL, J. 2008: Implementing Landscape Fragmentation as an Indicator in the Swiss Monitoring System of Sustainable Development (MONET). *Journal of Environmental Management*, 88, p. 737 – 751.
- LLAUSÀS, A. & NOGUÉ, J. 2012: Indicators of landscape fragmentation: The case for combining ecological indices and the perceptive approach. *Ecological Indicators*, 15, p. 85 – 91.
- LIGASOVÁ, G. 2010: Fragmentácia ekosystémov v krajine dopravnou infraštruktúrou. *Enviromagazín*, 3/2010, p. 20 – 21.
- MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S. A. & ENE, E. 2012: *FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachussets, Amherst. <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>
- RUTLEDGE, D. 2003: Landscape indices as measures of the effects of fragmentation: can pattern reflect process? DOC Science Internal Series 98. Department of Conservation, Wellington. 27 pp.