

HYDRICKÁ VÝZNAMNOSŤ KRAJINNÝCH TYPOV NA REGIONÁLNEJ ÚROVNI

Barbora ŠATALOVÁ

Ústav krajinej ekológie SAV, Štefánikova 3, P. O. Box 254, 814 99 Bratislava
e-mail: barbora.satalova@savba.sk

Abstract: *Water in the landscape is a natural resource essential for life. The river basin is the unit in which should make arrangements to improve water quality, ensure care for water flows and ensure flood protection not least. This can be achieved with properly management of the territory, which requires an integrated approach. The aim of contribution is determined hydric significance based on the attributes of river basin (geomorphological, hydrogeological, soil and climatic conditions, the current landscape structure and forest ecological status). Areas of low hydric significance are than the subject of land use optimisation, where we can propose a landscape management. This could be the first step in flood protection.*

Key words: *landscape, river basin, hydric functions, hydric significance*

Úvod

Kedže krajina predstavuje ponuku pre spoločnosť, môže pri jej využívaní vo vzťahu k vodným zdrojom dochádzať k problémom a konfliktom. Aktivity súvisiace s využívaním krajiny ovplyvňujú charakter povrchu krajiny, vegetačný kryt, hutnosť pôd a tým schopnosť infiltrácie a retencie zrážok.

Základnou priestorovou jednotkou pohybu vody v krajine je povodie. V rámci tejto jednotky by sa mali robiť opatrenia na zlepšenie kvality vody, zabezpečovať starostlivosť o vodné toky a v neposlednom rade aj ochrana pred povodňami. Na pohyb vody v krajine vplývajú hydrické vlastnosti krajiny (sklon, pôda, horninové prostredie) a tiež využívanie krajiny. Množstvo vody v krajine limitujú zrážky, ktoré spolu s vlastnosťami daného územia môžu byť faktormi extrémnych prejavov ako sú povodne či suchá.

Stanovenie hydrickej významnosti povodia je analýzou atribútov povodia. Hydrické vlastnosti (funkcie) krajiny predstavujú schopnosť krajiny spomaľovať, zadržiavať atmosférické zrážky a podporovať ich vsakovanie do spodných vrstiev (retenčná, infiltračná, akumulačná funkcia) (Lepeška, 2010).

Použité metódy

Metodika práce vychádzala z metodického postupu integrovaného manažmentu krajiny (Izakovičová et al., 2006) a z metodiky stanovenia hydrických funkcií krajiny (Lepeška,

2010). Oba metodické postupy čerpajú zo základov krajinnoekologického plánovania (LANDEP – LANDscape Ecological Planning) (Ružička, Miklós, 1982).

Spracovanie dát a podkladov prebiehalo v počítačovom prostredí, v programe ArcGIS 10.0 a bolo robené na úrovni rastra veľkosti 10 x 10 m. Jednotlivé vstupné údaje boli v ďalších krokoch analyzované podľa upraveného metodického postupu hodnotenia hydrických funkcií krajiny (Lepeška, 2010). Atribúty boli obodované a následne sme im priradili váhu v súvislosti s hydrickou významnosťou. Určujúcimi faktormi, ktoré determinujú hydrické funkcie a vstupovali do hodnotenia sú:

- geomorfologické vlastnosti – sklon;
- hydrogeologické vlastnosti – transmisivita horninového prostredia;
- pôdne pomery – pôdne typy a pôdne druhy;
- meteorologické podmienky – úhrn zrážok, úhrn potenciálnej evapotranspirácie;
- charakteristiky krajiny pokrývky – súčasná krajinná štruktúra;
- charakteristiky lesných porastov – stupeň ohrozenia lesa.

Vychádzajúc z významnosti krajiny z hľadiska jej hydrických funkcií za najvýznamnejší atribút sme považovali **zrážky**, ktoré sú nositeľmi vody, ktorú chceme v krajine zadržať. Preto sme od zrážok odčítali výpar a prideliť váhový faktor 4. Bodovanie rozsahu zrážok je (b – bod): ZZ = viac ako 800 mm (+2,5b); ZZ = 600,1 – 800 mm (+2b); ZZ = 400,1 – 600 mm (+1,5b); ZZ = 200,1 – 400 mm (+1b); ZZ = menej ako 200 mm (+0,5b).

Druhý najvýznamnejší faktor je **sklon**, ktorý určuje silu pohybu vody. Platí, že čím väčší sklon, tým rýchlejší odtok a naopak pomalšia infiltrácia do pôdy. Toto potvrdzujú viaceré merania a experimenty (Sharma, Singh, Parrek, 1983; Fox, Bryan, Price, 1997). A tiež výskumy Koláčkovej et al. (2002), ktorá skúmala závislosť povrchového odtoku od sklonu svahu a intenzity dažďa. Množstvo povrchového odtoku je ovplyvňované predovšetkým intenzitou zrážky a menej sklonom svahu. Preto sklon, ktorý má vplyv na intenzitu infiltrácie a následne odtok má pridelený váhový faktor 3,5. Rozsah sklonov v povodí a ich bodové hodnotenie je: $S < 7,0^\circ$ (+2b); $S = 7,1 - 18,0^\circ$ (+1b); $S = 18,1 - 31,0^\circ$ (0b); $S = 31,1 - 50,0^\circ$ (-1b); $S > 50,1^\circ$ (-2b).

Pôdne druhy (zrinitosť) majú významný vplyv na rýchlosť infiltrácie vody. Vychádzali sme zo zrinitostného trojuholníka, pričom platí čím ľahšia pôda, tým lepšia infiltrácia – rýchlosť infiltrácie. Zrinitosť je teda obodovaná: hlinito-piesčitá (+2b); piesčito-hlinitá (+1,5b); hlinitá (+1b); prachovito-hlinitá (+0,5b); prachovitá (0b); piesčito-ílovito-hlinitá (-0,5b); ílovito-hlinitá (-1b); prachovito-ílovito-hlinitá (-1,5b). Ako miera vsakovania vody do pôdy slúži koeficient infiltrácie. Na vyjadrenie časového priebehu infiltrácie sa používajú empirické vzťahy (Šály, 1988; Šútor, 1985; Kutílek, Nielsen, 1994). Zrinitosti sme teda prideliť váhu 3.

Pôdne typy hodnotené podľa miery zamokriteľnosti nie sú menej významné, preto váhový faktor 2,5. Pôdne typy, respektíve subtypy boli rozdelené do troch kategórií na základe miery zamokriteľnosti (Bedrna, 2002): silná (+1b); stredná (0b); slabá (-1b).

Atribút využívanie krajiny zodpovedá činnostiam človeka, prejavom je **súčasná krajinná štruktúra**. Jednotlivé ľudské aktivity ovplyvňujú napríklad vegetačný kryt, hutnosť pôd a

tým následne aj hydrické funkcie, prideliť sme im váhu 2. Prvky SKŠ sme rozdelili do 8 skupín podľa schopnosti zadržiavať vodu: ihličnaté, listnaté, zmiešané lesy, kosodrevina (+3b); lesokroviny (+2,5b); lúky a pasienky (+2b); nelesná drevinová vegetácia, sutiny (+1,5b); záhrady a trvalé kultúry, sídelná vegetácia (+1b); orná pôda (-1b); ťažba a deštruované plochy (-2b); skalnaté útvary, sídelná zástavba, športové a rekreačné areály, výrobné a technické areály, cesty, železnice a dopravné areály (-3b).

Do kontaktu s presakujúcou vodou zo zrážok sa ako posledné dostáva horninové prostredie, preto má **transmisivita** najmenšiu váhu a to 1,5. Všetky ostatné vlastnosti (ako pôdne pomery, či pokrývka krajiny) totiž určujú aké množstvo presakujúcej vody zo zrážok a za aký čas sa dostane do zvodneného prostredia (Lepeška, 2010). Bodovanie transmisivity vychádza z koeficientu transmisivity takto: $1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-2}$ (+1b); $1 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-3}$ (0b); $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ (-1b).

Osobitným prípadom sú **lesné porasty** a ich stupeň ohrozenia, ktorý vyjadruje ekologickú stabilitu. Lesy, nakoľko sú už vyčlenené ako typ krajinej pokrývky v rámci súčasnej krajinej štruktúry, dostali tzv. pridanú hodnotu, váhu 1. Na základe stupňa ohrozenia lesa majú pridelené body: neohrozené (+2b); mierne ohrozené (+1b); stredne ohrozené (0b); silne ohrozené (-1b) a veľmi silne ohrozené porasty (-2b).

Bodovanie atribútov je vlastne kategorizácia daných vlastností. Prehľad bodového rozsahu a váh jednotlivých atribútov je v tabuľke 1.

Tab.1: Bodovanie a váhovanie atribútov krajiny z hľadiska hydrických vlastností

	atribút	váha	bodový rozsah
1.	sklon S	3,5	+2, +1, 0, -1, -2
2.	transmisivita T	1,5	+1, 0, -1
3.	pôdne typy PT	2,5	+1, 0, -1
4.	pôdne druhy PD	3	+2, +1,5, +1, +0,5, 0, -0,5, -1, -1,5
5.	zadržateľné zrážky ZZ	4	+2,5, +2, +1,5, +1, +0,5
6.	krajinná štruktúra SKŠ	2	+3,+2,5, +2, +1,5, +1, -1, -2, -3
7.	stupeň ohrozenia lesa SOL	1	+2,+1, 0, -1, -2

Významnosť prostredia z hľadiska hydrických funkcií VH (hydrická významnosť) pre povodie sa vypočíta nasledovne:

$$VH = 3,5 S + 1,5 T + 2,5 PT + 3 PD + 4 ZZ + 2 SKŠ + 1 SOL$$

Konečná významnosť krajiny vo vzťahu k hydrickým vlastnostiam sa určila ako súčin bodovej hodnoty faktora a jeho váhy. Povodie bolo následne klasifikované do kategórií hydrickej významnosti.

Výsledky

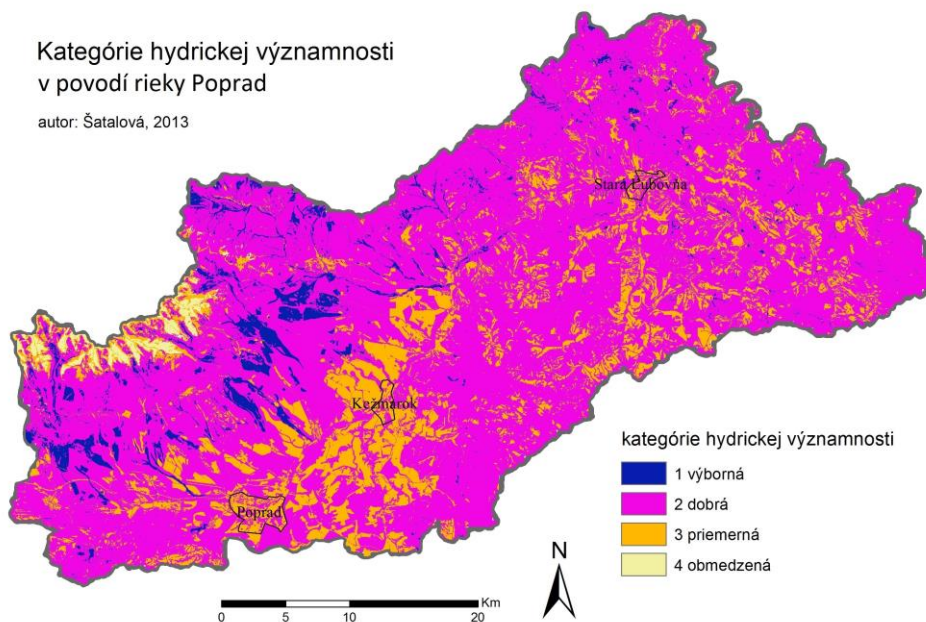
Pracovali sme na regionálnej úrovni, kde za modelové územie bolo zvolené povodie rieky Poprad na severovýchode Slovenska. Povodie je vymedzené nasledovne: Severnú hranicu a časť západnej hranice tvorí hrebeň Spišskej Magury. Západná hranica

pokračuje Vysokými Tatrami cez západné svahy masívu Rysy a pokračuje na juh po Kozie chrbty. Odtiaľ sa tiahne východným a potom severovýchodným smerom cez Levočské vrchy až do pohoria Čergov. Tu začína východná hranica, ktorú tvorí Ľubovnianska vrchovina. Hodnotenie hydrických funkcií a následne stanovenie hydrickej významnosti predstavuje región povodia o rozlohe približne 1602 km².

Povodie rieky Poprad spadá podľa územno-správneho členenia do Prešovského kraja a zahŕňa okresy Poprad (21 obcí), Kežmarok (28 obcí + vojenský obvod), Starú Ľubovňu (39 obcí) a malú časť okresu Sabinov (5 obcí). Z týchto obcí, 84 zasahuje modelové územie takmer celým katastrálnym územím (aj intravilán), a preto môžeme hovoriť o približnom počte obyvateľov v tomto povodí. Podľa posledného sčítania obyvateľov z roku 2011 (ŠÚ SR, 2011) tu žije 198 113 obyvateľov.

Vstupné parametre (atribúty povodia) boli v prostredí ArcGIS 10.0 konvertované do rastra s veľkosťou 10 metrov a následne vypočítané pomocou funkcie Raster Calculator. Výsledný raster vyjadruje celkovú hydrickú významnosť krajiny v škále hodnôt od -6,5 až po 29, ktoré sme rozdelili do kategórií vychádzajúc z metodiky podľa Lepešku (2010). Podľa vypočítanej hydrickej významnosti VH sme vyčlenili 4 kategórie významnosti územia (výborná, dobrá, priemerná, obmedzená), kde platí, čím vyššia významnosť, tým lepšie schopnosti zadržiavať a infiltrovať vodu (obr.1).

Obr.1: Hydrická významnosť v povodí rieky Poprad



Kategória 1: Výborná hydrická významnosť

Je zastúpená na ploche 72,23 km², čo je len 4,51 % rozlohy povodia. Priestorovo ju limitujú dve podobné skupiny vzťahov. Najviac sa vyskytuje v podhorí Tatier a v

Podtatranskej kotline na nízkom sklone do 7°, kde sú zastúpené lesy a lesokroviny. Je to územie s väčším množstvom zrážok a tiež s lepšou transmisivitou. Výrazné sa prejavuje zastúpenie subtypov pôd, ktoré majú silnú schopnosť zadržiavať vodu – pseudoglej modálny, organozem modálna, fluvizem glejová, glej modálny, kambizem pseudoglejová. Zrinitosť pôd je tiež lepšia – ide o piesčito-hlinité pôdy a hlinité pôdy, menej aj prachovito-hlinité. V menšej miere a plošne roztrúsene sa táto kategória vyskytuje aj v Belianskych Tatrách, Spišskej Magure a Ľubovnianskej vrchovine na malých sklonoch, v oblasti lesa s lepšou transmisivitou (napríklad v údolí potokov), menej v oblasti lúk a pasienkov. Obdobne sú tu zastúpené najlepšie pôdy z hľadiska zadržiavania vody (fluvizem glejová, kambizem pseudoglejová), zrinitostne prevažujú prachovito-hlinité a hlinité pôdy.

Kategória 2: Dobrá hydrická významnosť

V povodí ide o najväčšiu časť územia – 1230,29 km², čo je 76,79 % rozlohy celého územia. Z hľadiska krajinej pokrývky je to prevažne lesná krajina (v oblasti Tatier je negatívne ovplyvnená ekologickou stabilitou, nakoľko ide o silne a veľmi silne ohrozené porasty). Ďalšie krajinné prvky v tomto území sú trvalé trávne porasty, nelesná drevinová vegetácia a lesokroviny. Celkovo v tejto oblasti padne viac zrážok ako v Podtatranskej kotline a výpar je o niečo menší. Sklon sa pohybuje cca do 30°, čiže je väčší ako v predchádzajúcej kategórii. Nakoľko ide o najväčšiu časť povodia, pôdne typy sú zastúpené vo všetkých kategóriách schopnosti zadržiavať vodu, najviac ale so strednou schopnosťou (kambizem modálna, rendzina modálna, kambizem rendzinová), menej so slabou schopnosťou (ranker modálny, kambizem podzolová). Pôdne druhy sú hlinité a prachovito hlinité (ľahšie pôdy), v Podtatranskej kotline aj piesčito-hlinité. Transmisivita hornín je stredná (nakoľko toto je najviac zastúpená kategória). Zastúpená je aj vysoká transmisivita, najmä v blízkosti tokov (fluviálne sedimenty, štrky, piesky). Výrazne sa ukázali spomínané typy SKŠ, ktoré sú vo vzťahu k zadržiavaniu vody hodnotené pozitívne. Ide prevažne o horské časti povodia.

Kategória 3: Priemerná hydrická významnosť

Zaberá 282,82 km² povodia, čo je 17,65 % z celkovej rozlohy. Priestorovo by sme ju mohli vymedziť v troch typoch podobných skupín atribútov. Nachádza sa v horskej oblasti Tatier, kde krajinným prvkom sú sutiny, ktoré síce vystupujú pozitívne vo vzťahu k zadržiavaniu vody, transmisivita je stredná, no i napriek tomu, sklony sú tu veľké. Pôdy tu neboli hodnotené. Ďalej sú to plochy ornej pôdy a umelých povrchov (intravilány), kde je síce malý sklon, ale voda ťažko vsakuje cez tieto povrchy. Faktorom, ktorý tu výrazne vplýva je tiež množstvo zrážok, padne ich tu najmenej a je tu aj veľký výpar. Pôdy majú hlavne strednú schopnosť zadržiavania vody – kambizem modálna a slabú schopnosť – kambizem podzolová. Zrinitostne sú to najviac prachovito-hlinité pôdy. Ide o oblasť Podtatranskej kotliny, v údolí rieky Poprad, ktorá je najviac využívaná človekom (najväčšie sídla v povodí, výroba, doprava, poľnohospodárstvo). Táto oblasť sa ďalej ťahne v blízkosti rieky Poprad a jej prítokov, v smere osídlenia, východným až juhovýchodným smerom (Spišsko-šarišské medzihorie). Malým územím, ktoré je však iné z hľadiska krajinej štruktúry je časť Levočských vrchov, kde sa priemerná významnosť vyskytuje v oblasti lesa a lesokrovín. Toto územie je typické vyššími sklonmi a nižšími úhrnmi zrážok. Prejavili sa aj pôdne subtypy – rankre, ktoré majú nízku schopnosť

zadržiavať vodu. Zrnitostne ide o hlinité pôdy. Kategóriu ovplyvnil pravdepodobne aj ekologický stav lesa (3.stupeň ohrozenia – silne ohrozené porasty), ktorý tak lesy a lesokroviny v tejto oblasti (bývalé vojenské pásmo Javorina) posunul do horšej kategórie vo vzťahu k zadržiavaniu vody.

Kategória 4: Obmedzená hydrická významnosť

Zaberá v rámci povodia najmenšiu plochu - len 16,9 km², čo je 1,05 % rozlohy povodia. Toto územie tvoria areály skál vo Vysokých a čiastočne aj Belianskych Tatrách. Je to oblasť s veľkými sklonmi a nízkou transmisivitou. Aj napriek veľkému množstvu zrážok, ktoré tu padne, najväčšiu úlohu k celkovej významnosti zohrali SKŠ (skaly – bez schopností zadržiavať vodu) a sklon. Pôdne typy a pôdne druhy sa nehodnotili, nakoľko ide o oblasť skál.

Vychádzajúc z kategorizácie povodia podľa hydrickej významnosti sme priestorovo určili najlepšie územia a tiež oslabené územia, čo sa týka možnosti zadržiavania vody. Na regionálnej úrovni povodia Popradu navrhujeme v tomto smere opatrenia:

V lesnej krajine:

- obmedziť ťažbu dreva vo Vysokých Tatrách – hlavne čo sa týka spracovania kalamitného dreva (v ochranných lesoch a lesoch osobitného určenia – ponechať na prirodzený vývoj);
- nepovoľovať výrub kosodreviny na úkor rozširovania lyžiarskych tratí vo Vysokých Tatrách (ide o ochranné lesy), ako napríklad v Tatranskej Lomnici;
- obmedziť ťažbu dreva a voliť vhodné ťažbové postupy v horských častiach povodia (napríklad Levočské vrchy a tiež Spišská Magura, kde územia pod nimi bývajú často ohrozené povodňami);
- optimalizovať stav lesných ciest – ich hustotu, stav využívania, najmä v hornatejších častiach povodia s väčším sklonom;
- sanovať výmole a erózne ryhy – aby nepôsobili ako drény, ktoré zvyšujú odtok;
- optimalizovať používanie ťažkej mechaniky v lesoch, ktorá môže zhutňovať pôdu a tým obmedzovať vsakovanie vody do pôdy (zohľadniť abiotické podmienky územia);
- odvozné a sústreďovacie cesty zabezpečiť proti erózií, pomocou odrážok a odvodňovacích priekop;
- obhospodarovať lesy tak, aby sa podporili ich mimoprodukčné funkcie, ktoré zabezpečujú nielen ochranu pred povodňami, eróziou, ale aj celkovú kvalitu pitnej vody (napríklad v pásmach hygienickej ochrany podzemných a povrchových vôd);
- hospodáriť s lesmi v chránených územiach a tiež v územiach NATURA tak, aby sa nenarúšala ich prvoradá funkcia a zachoval sa priaznivý stav biotopu.

V poľnohospodárskej krajine:

- výsadbu biokoridorov (ochrannej vegetácie, vegetačných pásov) v oblasti veľkých plôch intenzívne využívaných poľnohospodárskej krajiny (širšie okolie Spišskej Belej, Bušovce a v podstate celá Podtatranská kotlina, v blízkosti rieky Poprad, tiež Plaveč, Stará Ľubovňa) – táto účelová vegetácia plní okrem retenčnej aj protieróznu funkciu;

- zmeniť spôsob orby – na niektorých miestach sa vykonáva orba po spádnici a niekde orba až na úroveň brehov vodných tokov, ktoré sú navyše bez ochranej brehovej vegetácie (odporúčame vrstevnicové obrábanie pôdy – takto vedené brázdy zachytávajú stekajúce vody, zvyšujú ich vsakovanie a tým znižujú odtok, odporúčajú sa na sklone do 12°(Junáková, Bálintová, 2012);
- protierózne rozmiestňovanie plodín – na základe osevných postupov a pásového striedania kultúr,
- kosiť lúky, najmä v oblastiach, kde stará vrstva uľahnutých tráv vytvára šmykovú vrstvu pre zrážkovú vodu (takmer všetky obce v priamej blízkosti rieky Poprad);
- zachovať plochy historických štruktúr v poľnohospodárskej krajine (oblasť Kežmarok a podobne), kde tieto medze plnia aj retenčnú funkciu;
- zabezpečiť starostlivosť o brehové porasty, nevyrubovať ich – chránia pre eróziu, zanášanim vodných tokov a hlavne zabezpečujú kvalitu vody (ochrana pred splachom živín, herbicídov a podobne z poľnohospodárskych plôch);
- budovať suché poldre (v extravilánoch obcí), ktoré môžu slúžiť ako TTP a počas povodní môžu ochrániť intravilán obce (všetky obce v priamej blízkosti rieky Poprad);
- technické opatrenia proti plošnému a sústredenému odtoku (vsakovacie pásy, záchytné priekopy, protierózne hrádzky, stupňovité terasy, úprava výmoľov a strží, výstavba protieróznych nádrží, hradenie bystrín).

V urbánnom priestore:

- zachovávať plochy sídelnej vegetácie (verejnej zelene – parky, stromy), prírodné prvky v meste totiž vystupujú ako ekosystém, ktorý okrem iného, zadržiava aj zrážkovú vodu, znižuje teplotu v meste, je možné ho využiť pre lokálne pestovanie potravín a celkovo tak efektívne využiť verejné mestské priestory;
- nezvyšovať rozlohy umelých plôch, nakoľko nezadržiavajú vodu, ale urýchľujú odtok;
- riešiť otázku tvorby usporiadania mestského priestoru v prospech zadržiavania vody a s tým súvisiacimi funkciami, ktoré môžu zlepšiť kvalitu života;
- z inundačných území vylúčiť stavebné aktivity;
- zachytávať a využívať zrážkovú vodu, vytvárať akumulčné priestory v sídle;
- riešiť protipovodňovú ochranu v intravilánoch obcí – citlivo pristupovať k budovaniu a zvyšovaniu hrádzí, k úprave korýt potokov (aby sa nepremieňali len na kanále odvádzajúce vodu);
- riešiť aj ochranu pred povodňami v extraviláne - zachovávať brehové porasty, vytvoriť suché poldre, ktoré regulujú rozliate vody v presne vymedzenej časti územia a chránia tak nižšie položené územia.

Záver

Zistením hydrickej významnosti sme určili slabé miesta v modelovom povodí a to z hľadiska ich vodozadržnej funkcie. Práve tu môžeme ďalej navrhovať určité oparenia a zvýšiť hydrickú významnosť optimálnym využívaním územia. Ide o opatrenia predovšetkým na lesnom pôdnom fonde a na poľnohospodárskej pôde a tiež vhodným

manažmentom urbánnych území. Správny manažment územia je prvým krokom v prevencii a ochrane pred povodňami. Má tiež hospodársky a spoločenský význam.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu APVV-0669-11: Atlas archetypov krajiny Slovenska a projektu VEGA 2/0120/12: Hodnotenie kvality životného prostredia vidieckych sídiel.

Literatúra

BEDRNA, Z., 2002: Environmentálne pôdoznanectvo. VEDA, Bratislava, 352 s.

FOX, D.M., BRYAN, R.B., PRICE, A.G., 1997: The influence of slope angle on final infiltration rate for interrill conditions. In: Geoderma, Vol. 80, p.181 – 194.

IZAKOVIČOVÁ, Z. et al., 2006: Integrovaný manažment krajiny II. Ústav krajinej ekológie, SAV, Bratislava, 232 s.

JUNÁKOVÁ, N., BÁLINTOVÁ, M., 2012: Pedológia a protierózne opatrenia. 2.časť: Protierózne opatrenia. Technická univerzita, Košice, 187 s.

KOLÁČKOVÁ, J. et al., 2002: Výzkum půdní eroze pomocí laboratorního dešťového simulátoru. In: Workshop 2002: Extrémní hydrologické javy v povodích, ČVUT-ČVTVHS, Praha, s. 73 – 78.

KUTÍLEK, M., NIELSEN, D.R., 1994: Soil Hydrology. Cremlingen - Destedt, Catena, 370 pp.

LEPEŠKA, T., 2010: Integrovaný manažment povodí v horských a podhorských oblastiach. Technická univerzita, Zvolen, 115 s.

RUŽIČKA, M., MIKLÓS, L., 1982: Landscape Ecological Planning (LANDEP) in the Process of Territorial Planning. In: Ekológia (ČSSR), Vol.1, No.3, p. 297 – 312.

SHARMA, K., SINGH, H., PAREEK, O., 1983: Rainwater infiltration into a bare loamy sand. In: Hydrological Science Journal, Vol.28, p. 417 – 424.

ŠÁLY, R., 1988: Pedológia a mikrobiológia. VŠLD, Zvolen, 376 s.

ŠÚ SR, 2011: Sčítanie obyvateľov, domov a bytov 2011. Štatistický úrad Slovenskej republiky, Dostupné na: <http://www.scitanie2011.sk/neprehliadnite/obce-sr-tabulky> (22.8.2013).

ŠŤOTOR, J., 1985: Hydrologické aspekty nenasýtenej zóny v podmienkach VSN. In: Vodohospodársky časopis, Vol.33, s. 458 – 467.