IDENTIFIKÁCIA HYDRICKÝCH FUNKCIÍ KRAJINY NA PRÍKLADE POVODIA HORNÉHO VÁHU

Tomáš Lepeška[1, 2]

Abstrakt

Ako sa vodné zdroje stávajú vzácnejšie, vodohospodári hľadajú nové a udržateľné riešenia ako zabezpečiť dostatok kvalitných vodných zdrojov tak pre ekosystémy, ako aj pre socioekonomickú sféru. Príspevok poskytuje prehľad o vlastnostiach prvkov a zložiek krajiny, ktoré vplývajú na jej hydrický potenciál. Ide o prvky a zložky krajiny, ktoré najväčšou mierou ovplyvňujú zadržiavanie a infiltráciu atmosférických zrážok. V práci sme sa sústredili na významné vlastnosti prostredia vo vzťahu k vodám, ako hydrogeologické podmienky, klimatické podmienky, geomorfologické charakteristiky, pôdne pomery, charakteristiky lesných porastov i nelesnej krajiny. Hodnotenie hydrických funkcií krajiny nadobúda aktuálnosť v kontexte tvorby plánov integrovaného manažmentu povodí, ako aj pri tvorbe protipovodňových programov. Porozumenie a rešpektovanie hydrického potenciálu krajiny môže pomôcť zabezpečiť dostatok kvalitných vodných zdrojov tak pre ekosystémy, ako aj pre socio-ekonomickú sféru, znížiť povodňové škody a zabezpečiť vhodný manažment povodí.

Kľúčové slová: hydrický potenciál, povodie, krajina, vodné zdroje

1. Úvod

Klimatické podmienky a pôda (v širšom ponímaní pôdno-zvetralinový plášť) sú jednmi z najvýznamnejších faktorov, ktoré ovplyvňujú dynamiku vegetácie [10], a na druhej strane vegetácia predstavuje dôležitý činiteľ hydrologického cyklu a je zodpovedná za mnoho spätných väzieb a prepojení s atmosférou [9]. Pochopenie faktu, že vodné zdroje nemôžu byť riadené samostatne, ale že sú ovplyvnené celým radom interakcií medzi vodou, pôdou, rastlinami, horninovým podložím a spôsobom využitia krajiny, volá po integrovanom manažmente povodí. Na základe novej vodnej paradigmy – ekohydrológie ([23, 24] je zrejmé, že vhodným riadením ekosystémov a ľudských aktivít je možné dosiahnuť dobrý stav vodných zdrojov, čo je jedna z kľúčových požiadaviek vyplývajúcich z Rámcovej smernice o vode [4]. Na základe ekohydrologických kľúčových hypotéz [23, 24] môžeme hovoriť o hydrických funkciách krajiny, resp. o hydrickom potenciáli krajiny.

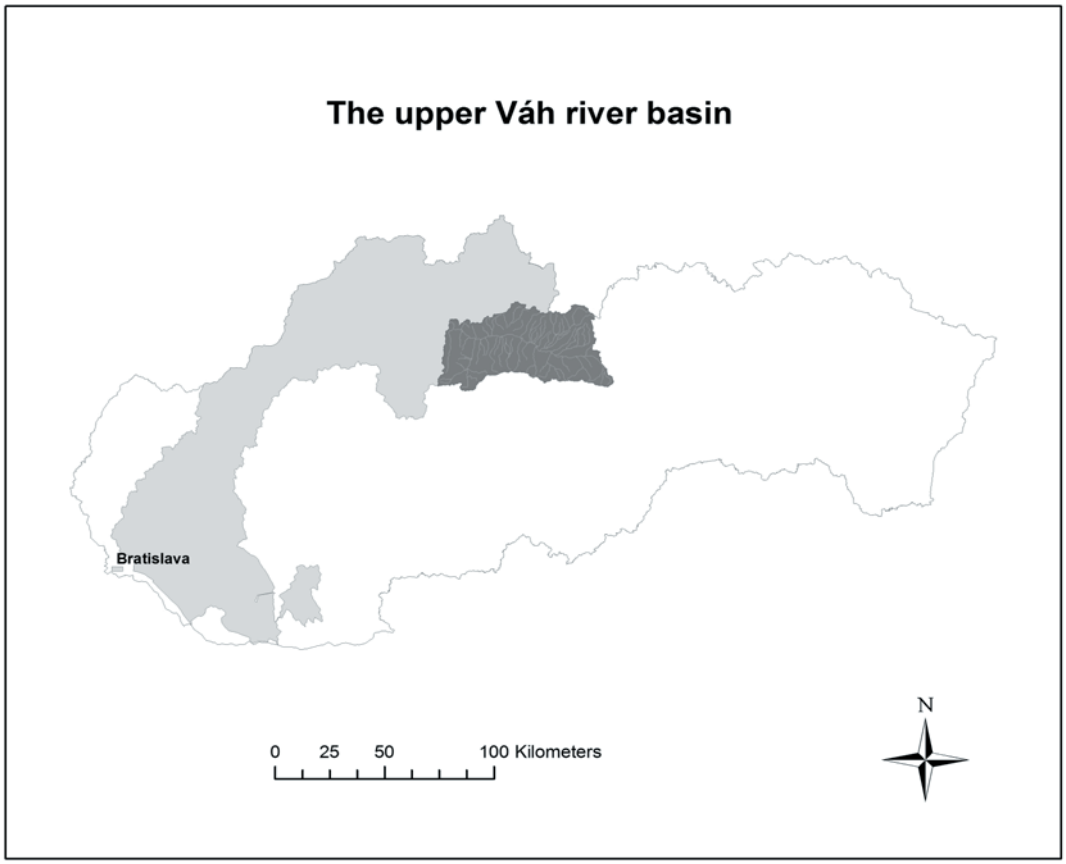
Pod hydrickými funkciami krajiny rozumieme jej schopnosť spomaľovať, zadržiavať atmosférické zrážky a podporovať ich vsakovanie do spodných vrstiev. Ide o vplyv krajiny na odtok vody, prejavujúci sa vo vyrovnávaní odtokových extrémov a v znižovaní veľkých, povodňových prietokov. Hydrické funkcie krajiny závisia od celého komplexu účinkov jednotlivých prvkov a zložiek, ktoré ju tvoria, na hydrologický cyklus.

Pri hodnotení celkovom hydrickom potenciáli krajiny sme sa sústredili na jej významné komponenty vo vzťahu k spomaleniu, zadržaniu atmosférických zrážok a k ich infiltrácii. Ide najmä o transmisivitu (prietočnosť) horninového prostredia, priemerný ročný úhrn zrážok, priemerný ročný úhrn potenciálnej evapotranspirácie, sklonitostné pomery územia, typy a druhy pôd, zloženie, štruktúru, zdravotný stav, stabilitu a pôvodnosť lesných porastov, charakteristiku a štruktúru nelesnej krajiny.

Hodnotenie hydrických funkcií krajiny by malo vždy prebiehať na úrovni povodí, teda v územiach s prirodzenými hranicami. K (integrovanému) hodnoteniu krajiny na báze povodí nabáda i rad dokumentov, napríklad Smernica č. 2000/60/EC (tzv. Rámcová smernica o vode, prijatá Európskym parlamentom a Radou).

Modelové územie

Povodie horného Váhu (Obr. 1) pozostáva z 38 čiastkových povodí a predstavuje významné pramenné oblasti celej rieky, ktorá poskytuje vodu pre potreby ekosystémov, 2,2 milióna obyvateľov, energetiku a priemysel. Modelové územie je tvorené horninami Mezozoika (45 %), flyšu (28 %), kryštalinika (15 %) a ostatnými druhmi (12 %). Na týchto substrátoch sa vyvinuli rendziny (30 %), kambizeme (30 %), podzoly (20 %) a ostatné typy (20 %). Z hľadiska pôdnych druhov v povodí horného Váhu prevládajú hlinité pôdy (45 %) nad piesčito-hlinitými (35 %) a hlinito-piesčitými (11 %). Modelové povodie leží v rozmedzí nadmorských výšok 430-2494 m n.m., s priemernou teplotou vzduchu 6 °C a priemerným ročným úhrnom zrážok 700 $mm.m^{-2}$ v nižšie položených územiach a s priemerným ročným úhrnom zrážok 2130 $mm.m^{-2}$ s priemernou ročnou teplotou vzduchu 0° C (i menej) v horských a vysokohorských oblastiach. Priemerný ročný úhrn potenciálnej evapotranspirácie kolíše od 550-600 mm v nižšie položených častiach, až po menej ako 300 mm vo vysokohorských oblastiach. Súčasné využitie zeme je tvorené lesmi (cca 60 %), poľnohospodárskou krajinou (30 %) a urbánnymi a priemyselnými oblasťami (4 %). Poľnohospodárska krajina, sídelné a poľnohospodárske areály sú zväčša situované v nadmorských výškach 430-800 m n.m. Približne 80 % modelového územia leží v chránených oblastiach (národné parky, prírodné rezervácie, chránené vodohospodárske oblasti a pod.). V povodí horného Váhu žije približne 133 tisíc obyvateľov a miera nezamestnanosti je približne 10 %.



Obr. 1. Povodie horného Váhu

2. Metodika

Pre identifikáciu hydrického potenciálu povodia horného Váhu sme použili metodiku podľa Lepešku [11]. Modelové povodie bolo rozdelené na 38 čiastkových povodí [20]. Podkladovými materiálmi, slúžiacimi pre zistenie atribútov krajiny, ktoré vplývajú na infiltráciu a retenciu zrážok boli údaje o krajinnej pokrývke poskytnuté Slovenskou agentúrou životného prostredia [19], údaje z lesných hospodárskych plánov poskytnuté Lesoprojektom vo Zvolene, mapové a kartografické údaje z Atlasu krajiny Slovenskej republiky [1], údaje digitálneho modelu reliéfu Slovenska v rastrovom formáte s rozlíšením 50 metrov [5] a Základné mapy Slovenskej republiky v mierke 1:10 000, údaje ktorých boli v prípade potreby aktualizované terénnymi pochôdzkami. Analýzy, spracovanie a syntézy podkladových materiálov a tvorba mapy hydrického potenciálu bola realizovaná v prostredí softvérových programov ArcView 3.2 a ArcGis 9.3.

3. Výsledky

Výsledkom analýzy hydrického potenciálu povodia hornej časti Váhu bolo rozdelenie územia do piatich kategórií podľa schopnosti krajiny infiltrovať a zadržiavať vodu.

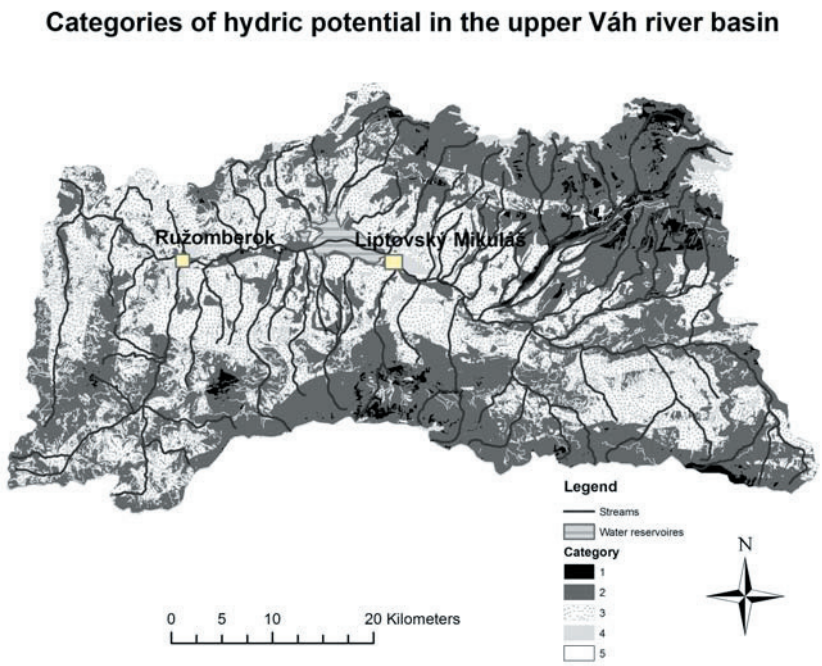
1. kategória: územia s výnimočným hydrickým potenciálom zaberajú 119,48 km^2, čo predstavuje 5,25 % povodia horného Váhu. V modelovom území sú to najmä oblasti Demänovského krasu (NPR Demänovská dolina, NPR Jánska dolina), NPR Salatín, NPR Ďumbier a NPR Brunov v Nízkych Tatrách, NPR Skalnej Alpy a oblasť Tlstej hory vo Veľkej Fatre, NPR Choč, NPR Prosiecka dolina a NPR Kvačianska dolina v Chočských vrchoch, NPR Suchá dolina (oblasť Sivého vrchu), na glacifluviálnych náplavoch Belej a na glaciálnych sedimentoch v dolinách i predhorí Západných a časti Vysokých Tatier.
2. kategória: územia s veľmi dobrým hydrickým potenciálom zaberajú výmeru spolu 1259,74 km^2, čo tvorí takmer 55 % modelového povodia. Spolu s územiami z prvej kategórie veľmi dobre korešpondujú s doteraz vyhlásenými chránenými vodohospodárskymi oblasťami (CHVO Veľká Fatra, CHVO Nízke Tatry – východ a CHVO Nízke Tatry – západ). Paradoxne, plošne najväčšie územia v 1. a 2. kategórii významnosti prostredia (čiastkové povodia väčšej časti Chočských vrchov a Západných a sčasti aj Vysokých Tatier) až na niekoľko výnimiek (povodie Kamenistého potoka a oblasti Bieleho Váhu, Hybice, Bystrého potoka a povodia Prosiečanky – spolu 47,46 km^2) nie sú predmetom legislatívnej územnej ochrany z hľadiska ochrany vodných zdrojov.
3. kategória: územia s priemerným hydrickým potenciálom pokrývajú 810,67 km^2 (35,62 %) modelového povodia. Nachádzajú sa najmä v Liptovskej kotline, vo väčších častiach povodí Svarínky, Ipoltice, Komjatnej a Likavky.
4. kategória: územia s obmedzeným hydrickým potenciálom ležia na ploche 64,18 km^2 (2,82 %) povodia horného Váhu. Tieto sú charakteristické pre intravilány obcí.
5. kategória: územia so značne obmedzeným hydrickým potenciálom zaberajú plochu o výmere 0,08 km^2, čo predstavuje 0,003 % modelového územia. Územia v tejto kategórii významnosti krajiny ležia len v nelesnej krajine.

Detailnejšie charakteristiky všetkých čiastkových povodí horného Váhu sú uvedené v Tab. 1. Kartografické vyjadrenie priestorového rozmiestnenia jednotlivých kategórií hydrického potenciálu v modelovom území je uvedené na obrázku 2.

Tab. 1. Percentuálne zastúpenie čiastkových povodí v jednotlivých kategóriách hydrického potenciálu krajiny

Názov	S_p	Kategória (%)					$I_{\%}$
	(km^2)	1.	2.	3.	4.	5.	(%)
Ľubochnianka	117,56	0,89	55,58	42,56	0,97	<0,01	89,16
Bystrý p.	12,23	0,93	41,07	57,26	0,74	-	78,84
Čutkov p.	11,49	3,45	36,19	57,94	2,4	0,02	89,99
Revúca	264,22	1,17	62,03	33,12	3,66	<0,01	65,84
Ludrovčanka	39,08	0,02	31,97	63,75	3,75	-	68,08
Sliačanka	20,08	-	24,76	66	9,24	-	31,17
Ľupčianka	78,03	5,02	65,86	26,55	2,57	<0,01	81,96
Malatínka	18,05	-	33,83	62,25	3,92	<0,01	39,94
Kľačianka	26,97	0,03	46,79	45,46	7,18	0,01	47,06
Dúbravka	21,66	1,08	48,53	45,88	4,51	-	19,18
Palúdžanka	47,26	1,31	79,28	16,27	3,14	-	66,54
Demänovka	62,1	22,6	57,98	13,32	6,1	-	66,79
Iľanovianka	27,31	0,61	23,06	70,77	5,56	-	61,86
Štiavnica	63,42	9,01	69,73	17,45	3,8	0,01	88,28
Boca	115,05	2,72	76,8	19,23	1,25	-	85,22
Svarínka	24,83	0,27	28,54	70,42	0,77	-	95,17
Ipoltica	86,3	1,16	47,52	50,96	0,36	-	91,31
Benkovský p.	20,35	-	40,22	59,17	0,61	-	78,96
Teplička	12,28	-	33,35	60,68	5,97	-	42,28
Ždiarsky p.	24,3	26,74	61,19	4,07	-	-	87,6
Čierny Váh	32,6	1,4	68,65	29,91	0,04	-	84,03
Šuňavský p.	11,66	-	50,89	45,8	3,31	-	30,57
Hlboký p.	12,22	0,04	48,58	51,32	0,06	-	45,07
Biely Váh	132,7	11,52	61,94	20,59	5,95	-	27,55
Hybica	44,75	10,74	68,76	17,82	2,68	-	18,25
Belá	243,68	19,87	60,54	9,84	9,75	-	55,84
Trnovec	38,49	2,89	53,19	39,95	3,97	-	35,82
Smrečianka	41,04	1,26	56,18	30,27	12,29	-	45,95
Jalovský p.	51,82	2,62	64,49	20,53	12,36	-	44,46
Petruška	18,83	0,85	59,37	35,47	4,31	-	23,73
Kvačianka	76,43	4,32	57,27	33,73	4,68	-	52,86
Prosiečanka	14,64	2,25	74,8	20,49	2,45	-	48,64
Sestrč	24,98	0,01	50,64	46,9	2,45	<0,01	49,44
Teplianka	36,18	0,26	39,37	55,71	4,66	-	59,78
Turík	10,64	3,46	37,29	57,43	1,82	-	68,71
Likavka	30,28	0,73	13,69	66,58	18,86	0,14	53,46
Komjatná	15,9	-	8	83,99	7,94	0,07	51,91
Váh*	343,09	1,02	51,72	39,57	7,69	<0,01	39,11
horný Váh spolu	2272,5	5,25	55,36	35,62	3,77	0,003	58,62

Vysvetlivky: $\mathbf{S_p}$ – výmera povodia (km^2); $\mathbf{I_{\%}}$ – lesnatosť povodia (%); * – 21,6 km^2 zaberajú vodné nádrže, kde neuvádzame kategóriu hydrického potenciálu



Obr. 2. Kategórie hydrického potenciálu v povodí horného Váhu

Nelesná krajina zaberá 940,2 km^2. V prvej kategórii hydrického potenciálu leží 3,08 %, v druhej kategórii 48,86 %, v tretej kategórii 35,93 %, v štvrtej kategórii 12,13 %. V piatej kategórii leží len niekoľko hektárov. Lesná krajina zaberá 1332,3 km^2. V prvej kategórii leží 6,03 %, v druhej kategórii 54,73 %, v tretej kategórii 27,67 % a 0,23 % v štvrtej kategórii hydrického potenciálu.

4. Diskusia

Identifikácia hydrického potenciálu krajiny je dôležitá vo viacerých smeroch. V prvom rade môže slúžiť ako základná poznatková báza pre naplnenie cieľov integrovaného manažmentu povodí. Poznaním a rešpektovaním hydrického potenciálu krajiny môžeme riadiť ľudskú činnosť v povodí. Jednotlivé kategórie hydrického potenciálu krajiny môžu pomôcť zodpovedným orgánom a inštitúciám pri rozhodovaní, kde je potrebné obmedziť konvenčné využívanie krajiny a prírodných zdrojov, resp. ponechať súčasný manažment krajiny a jej zdrojov.

Z hľadiska obhospodarovania krajiny (lesného hospodárstva, poľnohospodárstva, vodohospodárstva a pod.) odporúčame na plochách zaradených do *3. a 4. kategórie hydrického potenciálu* zvýšiť schopnosť krajiny infiltrovať a zadržiavať zrážky. Výnimku však tvoria územia, kde hrozia zosuvy pôdy. Ide o územia ležiace na paleogéne vnútorných Karpát, napríklad v katastri obce Bobrovník, kde po postavení vodnej nádrže Liptovská Mara došlo k podťatiu päty svahu vodnou hladinou. Tu navrhujeme doplniť výsadbu brehových porastov o dreviny (najmä kry) s vysokou desukčnou schopnosťou. Menej hodnotné pozemky v inundačných územiach tokov navrhujeme zaradiť do programov protipovodňovej ochrany územia s možnosťou zníženia povodňovej vlny.

V lesných porastoch navrhujeme ponechať viacej mŕtvej drevnej hmoty a poťažbových zvyškov. Tými sa významne zvýši drsnosť povrchu a predĺži sa čas, za ktorý môže zrážka infiltrovať do pôdy [13, 2]. Mŕtva drevná hmota ovplyvňuje mikroklímu porastov, pôsobí ako rezervoár vody počas suchých období [6] a ochraňuje produkčnú schopnosť pôdy [3]. Veľmi opatrný prístup je nutné dodržať pri spracovaní kalamít po prírodných narušeniach. Heterogenita porastov vyúsťuje do vekovej, druhovej, výškovej diferenciácie porastov a v konečnom dôsledku prispieva k ekologickej stabilite lesných ekosystémov [21]. V chránených územiach a ochranných lesoch by mala ostať nespracovaná. Podľa výskumov [17] si lesná pôda zachová svoje hydrofyzikálne charakteristiky aj 6 rokov po disturbancii, čo

postačuje zmladeniu vytvoriť hustý zápoj, ktorý ochráni pôdu pred eróziou. Prirodzené zmladenie sa pri spracovaní kalamít zdevastuje. Pri manažmente lesných porastov je dôležité nezvyšovať hustotu lesných ciest. Až 99 % všetkých lesných strát pochádza z nespevnených lesných ciest [14].

V poľnohospodárskej krajine navrhujeme zjemniť mozaiku veľkoblokových polí [16], na sklonitých pozemkoch hospodáriť v smere vrstevníc [22] a inak zabezpečovať najmä ornú pôdu proti vodnej erózii. Z hľadiska zabezpečenia kvality vôd je dôležité vylúčiť z užívania pramenné oblasti tokov a pristúpiť k ich zalesneniu [7]. V celej krajine je odporúčame k stabilizácii mokradí a revitalizácii nevhodne zregulovaných tokov a kanálov. Spomínané opatrenia vedú k protieróznej ochrane územia, zníženiu povodní a zvýšeniu kvality vodných zdrojov [25]. Zadržaniu vody v krajine napomáha aj systém malých vodných nádrží umiestnených v prirodzených terénnych depresiách [8].

Urbánne ekosystémy sú typické nízkou alebo žiadnou schopnosťou infiltrovať alebo zadržiavať zrážky. Je niekoľko možností redukcie povrchového odtoku tzv. zelenými strechami, či zachytením zrážkovej vody a využitím ako úžitkovej vody. Na zadržanie vody môžu slúžiť aj priepustné vegetačné pásy, mokrade, či systém umelých nádrží, no ako najdôležitejšie sa javí zníženie výmery nepriepustných plôch z obcí [18].

V územiach zaradených do *1. a 2. kategórie hydrického potenciálu* je rozhodujúce chrániť súčasné podmienky ekosystémov. Všetko úsie by malo byť vyvinuté smerom k extenzívnemu hospodáreniu. V poľnohospodárskej krajine by sa to týkalo premeny ornej pôdy na trvalé trávne porasty, vylúčenia hnojenia pozemkov a pri najvýznamnejších územiach aj ich legislatívnej ochrany. Do popredia by sa mali dostať zásady tzv. multifunkčného poľnohospodárstva [15]. V lesnej krajine by bolo vhodné pristúpiť k preklasifikovaniu kategórií lesov s produkčnou funkciou na lesné porasty s primárnou vodohospodárskou funkciou. Na strmých svahoch môže byť rozšírená o protilavínovú alebo protieróznu funkciu [12].

Poďakovanie

Táto práca je podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0591-07 a projektmi VEGA č. 1/0026/08, 1/0557/10, UGA I-09-000-45 a I-09-015-00.

Literatúra

[1] Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR Bratislava, SAŽP Banská Bystrica, ESPRIT Banská Štiavnica, 2002, 342 p.

[2] BILBY, R.E., – BISSON, P.A., 1998. Function and Distribution of Large Woody Debris. River Ecology and Management, Springer-Verlag, New York, pp 324-346.

[3] BROWN, R.N., – EK, A.R., – KILGORE, M.A., 2007. An Assessment of Dead Wood Standards and Practices in Minnesota. Department of Forest Resources, University of Minnesota, USA. 45 pp.

[4] Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council. 2000.

[5] GEOMODEL, 1999. Digitálny model reliéfu DMR50-SK. GeoModel, Bratislava, [CD].

[6] HARMON, M. E., – FRANKLIN, J. F., – SWANSON, F. J., – SOLLINS, P., – GREGORY, S. V., – LATTIN, J. D., – ANDERSON, N. H., – CLINE, S. P., – AUMEN, N. G., – SEDELL, J. R., – LIENKAEMPER, G. W., – CROMACK, K., – CUMMINS, K. W., 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Advances Ecological Research 15, pp 133-276.

[7] HRONČEK, J., 1998. Vodohospodársky význam zalesňovania pramennej oblasti Ipľa. Les, 9, s.13-15.

[8] HÜTTE, M., 2000. Ökologie und Wasserbau. Ökologische Grundlagen von Gewässerverbaung und Wasserkraftnutzung. Berlin: Parey Buchverlag, 279 s.

[9] KUTZBACH, J., – BONAN, G., – FOLEY, J., – HARRISON, S.P., 1996. Vegetation and Soil Feebacks on the Response of the African Monsoon to Orbital Forcing of in the Early to Middle Holocene. Nature, 384, pp 623-626.

[10] LARCHER, W., 1995. Physiological plant ecology. Springer-Verlag N. York, 506 pp.

[11] LEPEŠKA, T., 2008. Atribúty krajiny vo vzťahu k jej hydrickým funkciám. In: Nováková M., Sviček M., (eds.) *Environmentálne aspekty analýzy a hodnotenia krajiny: Identifikácia a stanovenie indikátorov (a indexov) na báze prieskumov krajiny a údajov DPZ.* Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied, Bratislava, s 36-45.

[12] LEPEŠKA, T., 2010. Integrovaný manažment povodí v horských a podhorských oblastiach. Vedecké štúdie, TU Zvolen. 115 s.

[13] MIDRIAK, R. et al*.,* 1981. Diferencované obhospodarovanie lesa podľa integrovaných funkcií. Lesnícke štúdie, 31, Príroda, Bratislava. 224 s.

[14] MIDRIAK, R. et al., 1987. Obhospodarovanie lesov vo flyšových oblastiach. Lesnícke štúdie, 44, Bratislava, Príroda. 156 s.

[15] MIŠTINA, T., 2006. Externality v rastlinnej výrobe. In: Blaas G., (ed.) *Multifunkčné postavenie a trvalo udržateľný rast poľnohopodárstva a lesníctva*. Nitra, SAPV, 55, s 56-61.

[16] NEUERBURG, M. W. – PADEL, S., 1994. Ekologické zemědělství v praxi. Nadace pro organické zemědělství, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha. 476 s.

[17] RÉH, J., 1999. Pestovanie účelových lesov. TU Zvolen. 218 s.

[18] SCHUELER, T.R., 1987. Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs. Publication No. 87703. Metropolitan Washington Council of Governments. 275 pp.

[19] Slovenská agentúra životného prostredia, 2004. GIS vrstva CORINE landcover 2000. SAŽP, Banská Bystrica.

[20] SOLÍN, Ľ. – CEBECAUER, T. – GREŠKOVÁ, A. – ŠÚRI, M., 2000. Small Basins of Slovakia and their Physical Characteristics. Slovak Committee for Hydrology, Institute of Geography, SAS, Bratislava. 77 pp.

[21] SPIES, T., 1997. Forest stand structure, composition, and function. In: Kohm K.A., Franklin J.F. (Eds.), Creating *a Forestry for the 21st Century: The Science of Ecosystem Management*. Island Press, Washington, DC, pp 11-30.

[22] ZACHAR, D., 1982. Soil Erosion. Developments in Soil Science. Elsevier, Amsterdam – Oxford – New York. 547 pp.

[23] ZALEWSKI, M. (ed.), 2000. Special Issue on Ecological Engineering on Ecohydrology. Vol. 16, No. 1.

[24] ZALEWSKI, M. (ed.), 2002. Guidelines for the Integrated Management of the Watershed – Phytotechnology and Freshwater Management. Series No.5. 188 pp.

[25] ZHAO, K. – HE, C., 2001. Wetland types, functions and conservation in China. Chinese geographical science, Vol. 11, No. 4, Science Press, Springer-Verlag, pp 300-305.

Kontakty na autora

1 Ústav vedy a výskumu, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Cesta na amfiteáter 1, 947 01 Banská Bystrica

2 Katedra aplikovanej ekologie, Fakulta ekologie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen