ZOVŠEOBECNENIE VHODNOSTNÝCH KRIVIEK RÝB V SIMULAČNOM SYSTÉME PHABSIM

GENERALIZATION OF FISH CRITERIA CURVES IN PHABSIM SIMULATION SYSTEM

Viliam Macura, Andrej Škrinár, Tomáš Začka
Stavebná fakulta Slovenskej Technickej Univerzity v Bratislave

Modeling of biological parameters in every case calls for systematic function analysis of the river. The model IFIM (Instream Flow Incremental Methodology) and simulation system PHABSIM (Physical Habitat Simulation System) were used for this modeling. PHABSIM is used to analyze relations between the discharge, morphology of the riverbed and the environmental biological units that are represented by criteria curves. Big demands on the evaluation of criteria curves prevent the methodology IFIM from wide using. This article gives information from the first phase of the research, which is aimed to generalize criteria curves. First results from alluvial rivers of Slovakia confirm precondition that it is possible to generalize criteria curves - this helps to simplify the application of simulation system PHABSIM.

Key words: IFIM - Instream Flow Incremental Methodology, criteria curves, PHABSIM - Physical Habitat Simulation System

Úvod

Ambícia Slovenska vstúpiť do EU determinuje orientáciu na štandardné postupy používané v rámci spoločenstva. Potrebné je získavať kompatibilné výsledky, ktoré budú využité v procese transpozície, implementácie a právneho uplatnenia predpisov Európskej únie vo vodnom hospodárstve na Slovensku, konkrétne v hodnotení a monitorovaní ekologickej kvality vôd sa vyžaduje určenie charakteristických parametrov neovplyvnených vodných útvarov, ktoré odpovedajú veľmi dobrému ekologickému stavu. Tieto podmienky sa deklarujú ako referenčné podmienky daného typu a útvaru, v našom prípade toku. V podmienkach Slovenska väčšina tokov nemá prirodzený neovplyvnený referenčný úsek. (pod referenčným úsekom sa rozumie charakteristický úsek toku, ktorý reprezentuje určitú časť toku ktorá má takmer rovnaké morfologické, hydrologické a biologické parametre, z toho vyplýva, že každý tok je potrebné charakterizovať viacerými referenčnými úsekmi).

Ak nie sú neovplyvnené úseky, vyžaduje sa modelovanie biologických podmienok v toku, ktoré je formulované nasledovne: Biologické podmienky pre jednotlivé druhy útvarov môžu byť buď plošné alebo založené na modeloch, alebo môžu byť odvedené z kombinácie oboch týchto metód. Biologické štandardné podmienky podľa druhu útvaru, ktoré sú založené na modeloch, možno odvodiť pomocou prognostických modelov alebo metód spätného výpočtu. Tieto metódy poskytnú dostatočný stupeň spoľahlivosti hodnôt štandardných podmienok, aby takto odvodené podmienky boli konzistentné a platné pre každý druh útvaru povrchových vôd.

V Európe sa postupne stáva štandardom modelovanie ekologickej kvality vôd založené na metodike IFIM. Preto považujeme za účelné orientovať sa na túto metodiku.

Materiál a metódy

Na modelovanie neovplyvnených úsekov tokov bola použitá Prírastková metodika prúdenia v toku (IFIM), ktorá bola vyvinutá v Spojených štátoch organizáciou U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS) pre stanovenie účinku vodohospodárskych projektov na prírodné prostredie, prostredníctvom kvantifikácie akvatického prostredia Spracovanie kvantifikácie prostredníctvom IFIM je uskutočňované sériou počítačových programov pod spoločným názvom PHABSIM (Physical Habitat Simulation) [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10], ktorý spája hydrauliku toku s použitím fyzického habitatu, zastúpeného primárne rybami. Hoci sa PHABSIM značne rozvíjal, ponechal si mnohé z pôvodných pomenovaní, formátov a metodiky.

V metodike IFIM sú základné parametre habitatu toku rozdelené na abiotické a biotické. Abiotickými parametrami sú šírka, hĺbka, plocha hladiny a rýchlostné pole toku. Biotické parametre habitatu sú reprezentované rybami, ako bioindikátorom kvality habitatu akvatickej oblasti toku. Vzťah abiotických a biotických charakteristík akvatickej oblasti je reprezentovaný vhodnostnými krivkami jednotlivých druhov rýb. Určenie vhodnostných kriviek je najpracnejšia časť metodiky IFIM. Riešenie je preto zamerané na zovšeobecnenie týchto kriviek na podobné úseky tokov, čo umožní širšiu aplikáciu metodiky IFIM, ktorá kvantifikuje vzťah abiotických a biotických parametrov habitatu. IFIM, taktiež umožňuje definovať optimálne podmienky pre skvalitnenie toku ako aj modelovať neovplyvnený charakter toku v súlade so smernicou európskeho parlamentu a rady 2000/60/ES.

Vhodnostné krivky

Vhodnostné krivky sú grafickým znázornením preferencie hlavných abiotických zložiek mikrohabitatu jednotlivými druhmi rýb (rýchlosť toku, hĺbka vody a úkryty). Bola použitá metóda IFIM, ktorá je založená na kvantifikácii numerických údajov pre vhodnostné krivky z priamych meraním v teréne. Určenie vhodnostných kriviek je pracné, pretože k ich vyhodnoteniu sú potrebné stovky údajov z terénnych meraní. Pre širšie využitie je dôležité overiť aplikáciu vhodnostných kriviek z podobných lokalít. Takáto aplikácia ale nemôže byť založená iba na druhu rýb. Je nutné zdôrazniť, že ten istý druh ryby sa správa v rôznych tokoch odlišne. Preto je potrebné toky podľa jednotlivých charakteristík rozdeliť na úseky s podobnými vlastnosťami. (k tomuto účelu používame klastrovú analýzu) Pre každú skupiny rýb bol vybraný určitý počet úsekov, na ktorých sa vyhodnotili vhodnostné krivky a overila korelácia ich parametrov z celého súboru nameraných ale aj implementovaných referenčných úsekov.

Charakteristika riešenia

Pre stanovenie vplyvu jednotlivých parametrov na vhodnostné krivky z pohľadu aplikácie na iné podobné toky bol zvolený nasledujúci postup:

- vytýčenie konkrétnych referenčných úsekov, ktoré zodpovedajú požadovaným parametrom s využitím klastrovej analýzy
- Ichtyologický prieskum a hydrometrovanie zamerané na vyhodnotenie vhodnostných kriviek jednotlivých druhov rýb
- zameranie topografických parametrov referenčných úsekov
- vyhodnotenie granulometrického zloženia dnového materiálu

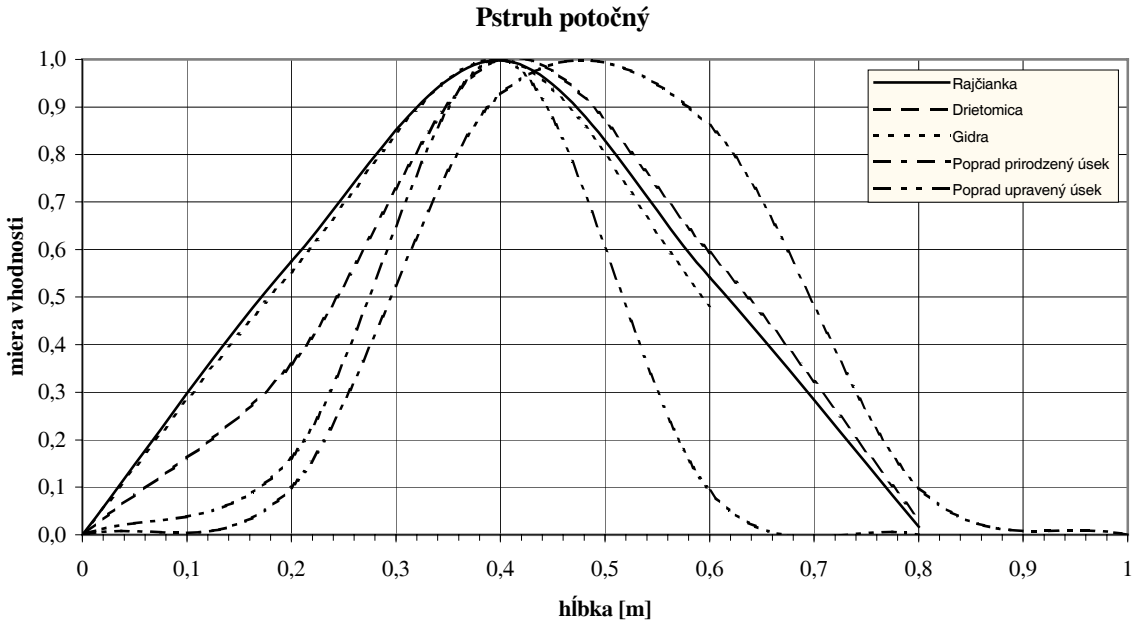
Výsledky a diskusia

Databáza údajov pre klastrovú analýzu bola vytvorená v prostredí ArcView GIS, ktorá bola zapožičaná zo Slovenského Hydrometeorologického Ústavu. V zmysle Smernice 2000/60 ES Európskeho parlamentu a Rady, Príloha II, časť 1.2.1. povrchové toky - rieky databáza povodí a riek obsahovala nasledovné fyzickogeografické charakteristiky:

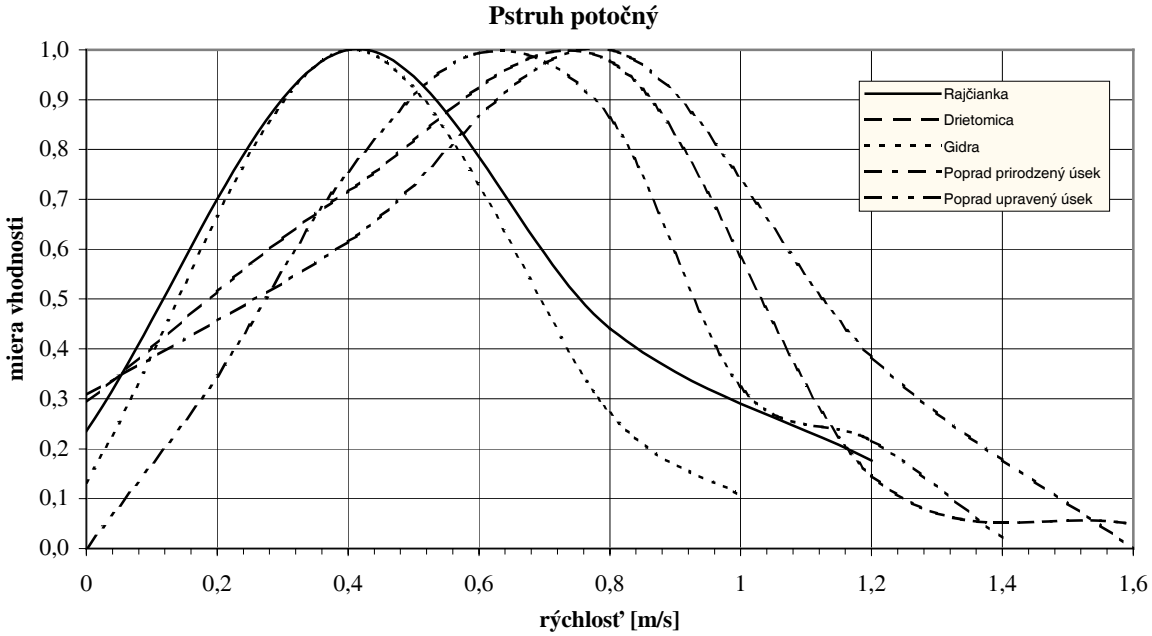
- individuálny identifikátor povodia a toku
- plochu územia
- hydrologické číslo povodia
- názov toku povodia
- percentuálny podiel plochy povodia v ekoregiónoch
- percentuálny podiel horninových komplexov
- priemerný ročný úhrn zrážok
- percentuálny podiel plochy povodia v jednotlivých výškových stupňoch
- minimálnu, maximálnu a priemernú nadmorskú výšku povodia
- nadmorskú výšku prameňa a ústia toku
- sklon hladiny hlavného toku povodia
- kategóriu podľa plochy povodia

V tejto databáze boli v prostredí ArcView GIS selektívnym spôsobom vybrané referenčné úseky na tokoch III. a IV. rádu s veľkosťou povodia 10 až 100 km^2. Z pohľadu horninových komplexov bol vybraný flyš. V tejto fáze výberu mala databáza povodí ktoré spĺňali prechádzajúce podmienky 200 povodí. V prvej fáze boli vybrané toky, na ktorých sú hydrologické stanice. Takto bolo vybraných 11 tokov. Po výbere povodí na základe klastrovej analýzy za pomoci nástroja ArcView GIS nasledovala fyzická obhliadka tokov a výber referenčných úsekov vhodných pre ichtyologické a hydrometrické terénne merania. Po obhliadke bolo vybraných deväť tokov, na ktorých sa v súčasnosti realizuje ichtyologický výskum a hydrometrické merania zamerané na určenie vhodnostných kriviek jednotlivých druhov rýb - Teplička, Lesnianka, Petrovický p. Zázrivka, Veselianka, Klačianka, Hybica, Lipnik, Kamienka. V súčasnosti sú vyhodnotené vhodnostné krivky

z referenčných úsekov tokov Drietomica ,Gidra , Myjava, Poprad, Rajčianka, Rudava, Váh - pri Novej Dubnici. Charakteristika viacerých referenčných úsekov s ichtyofaunou je popísaná v literatúre [4]. Základné informácie o ichtyofaune v jednotlivých referenčných úsekoch je v tab. č. 1. Vhodnostné krivky pre hĺbku a rýchlosť sú podobné, čo potvrdzuje predpoklad, že je možná aplikácia vhodnostných kriviek jednotlivých druhov rýb z iných tokov podobného charakteru. Tento predpoklad vyplýva aj z kumulatívnych vhodnostných kriviek pstruha potočného pre hĺbku – obr. č. 1 a rýchlosť – obr. č. 2.



Obr. č.1 Vhodnostné krivky Pstruha potočného pre hĺbku v tokoch Rajčianka, Drietomica, Gidra a Poprad prirodzený a upravený



Obr. č.2 Vhodnostné krivky Pstruha potočného pre rýchlosť v tokoch Rajčianka, Drietomica, Gidra a Poprad prirodzený a upravený

	tok	**Čierna voda**	**Čierna voda**	**Drietomica**	**Gidra**	**Myjava**	**Poprad**	**Rajčianka**	**Rudava**	**Váh**	Σ
	stanica	medzi Mostovou a Tomášikovom	nad Tomášikovom	Drietoma	Častá, Jablonec, Píla	Myjava, Senec, Turá Lúka	Svit	Čičmany	Veľké Leváre, Malé Leváre	okolo Novej Dubnice	
	dátum merania	10.6.2003	11.6.2003	23.5.2002	11.10.2001	4.6.2002	16.9.2002	22.5.2002	5.6.2002	19.10.2001	
	Q [m^3/s]	0,558	0,456	0,180		0,083	1,580	0,073	0,248; 0,401		
	h_{min} [m]	0,5	0,1	0,05	0,06	0,13	0,15	0,07	0,18	0,08	
	h_{max} [m]	1,2	0,82	1,1	0,85	0,55	0,8	0,63	0,65	1,05	
	v_{min} [m/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	v_{max} [m/s]	0,187	1,262	1,577	0,864	0,514	1,131	0,928	0,441	1,379	
slovenský názov	**latinský názov**	**počet kusov ulovených pri ichtyologickom prieskume**									
Belička európska	Alburnus alburnus	47	50		1					5	103
Čerebľa pestrá	Phoxinus phoxinus			101		10				69	180
Hlaváč pásoplutvý	Cottus poecilopus			154			108	94			356
Hrúz škvrnitý	Gobio gobio	1	9		36	106			29	26	207
Jalec hlavatý	Leuciscus cephalus	4	37		13	228			38	35	355
Karas striebristý	Carassius auratus	1							7		8
Lopatka		5	17								22
Mieň	Thymallus thymallus								7		7
Mrena severná	Barbus barbus		1		1					14	16
Ostrież zelenkastý	Perca fluviatilis				34	14			5	3	56
Pleskáč malý		5	2								7
Pleskáč vysoký	Abramis brama	3							3		6
Ploska pásavá	Alburnoides bipunctatus				24				16	2	42
Plotica červenooká	Rutilus rutilus	44	55		1	69			30	2	201
Pstruh dúhový	Oncorhynchus mykiss				10						10
Pstruh potočný	Salmo labrax m.fario			133	68		334	196		1	732
Slíž severný	Barbatula barbatula			884	9	355				26	1274
	Σ	110	171	1272	197	782	445	290	135	183	3585

Tab. č. 1
Základné charakteristiky ichtyofauny z referenčných úsekov tokov

Súhrn

Modelovanie biologických parametrov si vyžaduje v každom jednotlivom prípade systematickú a opakovateľnú analýzu funkcie toku. Pre takéto modelovanie bol použitý model IFIM - Instream Flow Incremental Methodology a simulačný systém PHABSIM (Physical Habitat Simulation System), ktorý sa používa pre analýzy vzťahu medzi prietokom, morfológiou koryta a biologickými zložkami prostredia, ktoré sú reprezentované vhodnostnými krivkami. Náročnosť vyhodnotenia vhodnostných kriviek bráni širšiemu využitiu metodiky IFIM.

Článok podáva informáciu z prvej etapy výskumu, ktorý je zameraný na zovšeobecnenie vhodnostných kriviek. Prvé výsledky z aluviálnych tokov na Slovensku potvrdili predpoklad, že je možné vhodnostné krivky zovšeobecňovať, čo prispeje k zjednodušeniu aplikácie modelu IFIM.

Výskum zameraný na zovšeobecnenie vhodnostných kriviek je v počiatočnej fáze, ak by sa však potvrdili predpoklady, ktoré vyplývajú z doterajších výsledkov, zovšeobecnenie vhodnostných kriviek by predstavovalo výrazné zjednodušenie, a tým aj rozšírenie aplikácie modelu RABSIM, ako aj určenie ďalších parametrov vyžadovaných smernicou 2000/60/ES. Pozitívne by sa implementácia vhodnostných kriviek prejavila aj na určovaní hydroekologických limitov, vplyvu morfológie koryta na biologické prostredie toku a na optimalizácii tvorby habitatu pri revitalizácii tokov.

Literatúra

[1] BOVEE, K. D., 1982. A guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology. Instream Flow Information Paper 12. United States Fish and Wildlife Service FWS/OBS-82/26. Colorado. 248 pp.

[2] BOVEE, K. D., MILHOUS, R.T., 1978: Hydraulic simulation in instream flow studies: theory and techniques. Instream Flow Information Paper 5. United States Fish and Wildlife Service FWS/OBS-78/33. 129 pp.

[3] MACURA, V.: Návrh optimálnych parametrov habitatu revitalizovaného toku. Acta Horticulturae et Regiotecturae, roč. 4 SPU Nitra 2001,

[4] HOLČÍK, J.,V. MACURA,: Some problems with interpretation of the impact of stream regulations upon the fish comunities. Ekologii, rocnik 10, str.423-434

[5] MILHOUS, R.T., UPDIKE, M.A., SCHNEIDER, D.M. 1989. Refernce manual for the Physical Habitat Simulation System (PHABSIM) - Version II. Instream Flow Information Paper 26. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report.

[6] MILHOUS, R.T., WEGNER, D.L., WADDLE, T. 1984. User´s guide to the Physical Habitat Simulation System (PHABSIM). Instream Flow Information Paper 11. United States Fish and Wildlife Service FWS/OBS-81/43. str. 320

[7] MINSHALL, G. W., et al., 1983: Interbiome comparison of stream ecosystem dynamics. Ecological Monographs 53, 1 - 25.

[8] MORHARDT J.E. et al., 1986. Instream Flow Methodologies; EPRI EA-4819, Project 2194-2, Fi-nal Report

[9] ORTH D.J., 1987. Ecological considerations in the development and application of instream flow-habitat models; Regulated Rivers: Res. & Manag., Vol. 1, 171-181

[10] STALNEKER, C.B., LAMB, B.L., HENRICKSON, J., BOVEE, K.D., BARTHOLOW, J. 1994: The Instream Flow Incremental Methodology: A Primer for IFIM. National Ecology Research Center, Internal Publication. National Biological Survey. Fort Collins, Colorado.

Prof. Ing. Viliam Macura, PhD.
Katedra vodného hospodárstva krajiny
Stavebná fakulta, Slovenská Technická Univerzita
Radlinského 11
816 68 Bratislava
Tel: (2) 5927 4279
Fax: (2) 5292 3575
e-mail: macura@svf.stuba.sk