

Modelovanie biologických podmienok toku v súlade s Rámcovou smernicou EÚ o vode

Macura, V., Stankoci, I.: Modeling of Biological Parameters in Case of EU Water Framework Directive. *Životné prostredie*, 2013, 47, 3, p. 131 – 133.

Modeling of biological parameters in every case calls for systematic function analysis of the river. The IFIM model (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 river-bed 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 pre-condition 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

Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady z 23. októbra 2000, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva určuje rámec pôsobnosti spoločenstva (ďalej Rámcová smernica) v oblasti vodnej politiky. Z pohľadu budúceho vývoja Slovenska je predložená spoločenská objednávka na zosúladenie vodnej politiky Slovenska s vodnou politikou spoločenstva. Je to zložitý proces, ktorý prebieha na viacerých úrovniach, tak na strane spoločenstva, ako aj na národných úrovniach. Špecifikom tejto politiky je, že predmet záujmu – voda, nie je komerčný výrobok, ale dedičstvo, ktoré treba chrániť. Preto je potrebné pristupovať k skvalitneniu tokov citlivo, na základe širšieho súboru informácií. Takéto riešenie ponúka napríklad Neruda et al. (2012).

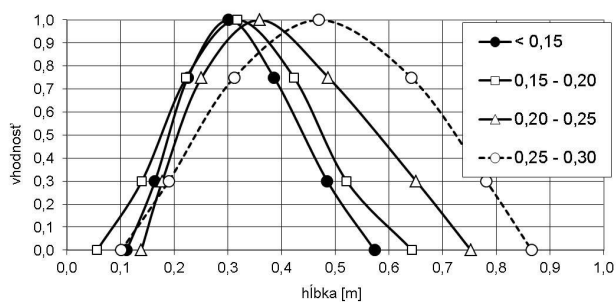
Environmentálne ciele, ktoré sa majú dosiahnuť pôsobením spoločenstva, možno stručne zhrnúť takto: *Pre všetky útvary povrchovej vody je nutné zabrániť zhoršeniu ekologického stavu a do roku 2015 dosiahnuť dobrý ekologický stav. Členské štáty zavedú opatrenia s cieľom postupne znižovať znečistenie prioritnými látkami, postupne ukončiť emisie, vypúšťanie a úniky prioritných nebezpečných látok.*

Rámcová smernica v súčasnosti exaktne definuje veľmi dobrý ekologický stav vodných útvarov (ako aj ďalšie stupne kvality ekologického stavu). Kalibrácia a kvantifikácia parametrov charakterizujúcich ekologický stav sú, vzhľadom na špecifické podmienky, realizované v každej krajine osobitne. Na základe týchto skutočností je potrebné hľadať cieľové referenčné parametre pre jednotlivé úseky tokov, ako aj hodnotenie ich súčasného stavu, ktoré by umožnilo extrapoláciu výsledkov aj na podobné úseky ďalších

tokov. Za referenčný úsek sa považuje charakteristický úsek, ktorý reprezentuje určitú časť toku s takmer rovnakými morfológickými, hydrologickými a biologickými parametrami, z čoho vyplýva, že každý tok je potrebné charakterizovať viacerými referenčnými úsekmi. V podmienkach Slovenska mnohé toky nemajú vyhovujúci neovplyvnený prirodzený referenčný úsek. Stav tokov je rôznorodý, od veľmi dobrého až po toky, ktoré sú ovplyvnené mnohými faktormi (Andreji, Straňai, 2004).

Ak neexistujú vyhovujúce referenčné (neovplyvnené) úseky, vyžaduje sa modelovanie biologických podmienok v toku, ktoré je formulované nasledujúcim spôsobom: Biologické podmienky pre jednotlivé druhy útvarov môžu byť buď plošné alebo založené na modeloch alebo môžu byť odvodené 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 (*Instream Flow Incremental Methodology*) (Orth, 1987). Považujeme preto za účelné orientovať sa na túto metodiku. Vyvinutá bola v Spojených štátoch amerických 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 uskutočňova-



Obr. 1. Priemerné vhodnostné krivky pstruha potočného pre vybrané hĺbky, rozdelené podľa intervalov priemernej maximálnej hĺbky v úseku (krok 0,10 m)



Obr. 2. Pohľad na tok rieky Bebrava v obci Timoradza (2013). Foto: Ivan Stankoci

né sériou počítačových programov pod spoločným názvom RHABSIM (*River Habitat Simulation*), ktorý spája hydrauliku toku s použitím fyzického habitatu, zastúpeného primárne rybami (Bovee, 1982; Morhardt et al., 1986; Macura, 2001).

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 reprezentujú vhodnostné krivky pre jednotlivé druhy rýb.

Vhodnostné krivky

Vhodnostné krivky sú grafickým znázornením preferencie hlavných abiotických zložiek mikrohabitatu jednotlivými druhmi rýb. V metodike IFIM je určenie vhodnostných kriviek najnamáhavejším vstupom. Dôležitým faktom je aj skutočnosť, že vhodnostné krivky sa určujú na základe odlovu rýb elektrickým agregátom. Pre širšie využitie je dôležité overiť aplikáciu vhodnostných kriviek z podobných lokalít. Takáto aplikácia nemôže byť založená iba na taxonomickej príslušnosti rýb. Je nutné zdôrazniť, že ten istý druh

rýb sa správa v rôznych tokoch odlišne. Preto je potrebné toky podľa jednotlivých charakteristík rozdeliť na úseky s podobnými vlastnosťami. Vhodnostné krivky boli odvodené zo 64 referenčných úsekov horských a podhorských tokov Slovenska.

Databáza údajov pre výber referenčných úsekov bola vytvorená v prostredí ArcGIS, ktorá bola zapožičaná zo Slovenského hydrometeorologického ústavu v Bratislave. V zmysle Smernice 2000/60/ ES Európskeho parlamentu a Rady, Príloha II, časť 1.2.1. povrchové toky – rieky, databáza povodí a riek obsahovala nasledujúce fyzickogeografické atribúty:

- 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 ArcGIS selektívnym spôsobom vybrané referenčné úseky na tokoch III. a IV. rádu s veľkosťou povodia 10 – 100 km².

Charakteristika riešenia

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

- vytýčenie konkrétnych referenčných úsekov, ktoré charakterizujú záujmový úsek toku;
- ichtyologické merania zamerané na vyhodnotenie vhodnostných kriviek jednotlivých druhov rýb;
- zameranie topografických parametrov referenčných úsekov;
- vyhodnotenie granulometrického zloženia dnového materiálu;
- štatistické vyhodnotenie hydraulických a ichtyologických parametrov toku.

Na odvodenie priemerných vhodnostných kriviek pre hĺbku sme použili metódu aritmetického priemeru. Celý súbor kriviek z úsekov, na ktorých sa sledovaný druh rýb vyskytoval, bol rozdelený do niekoľkých intervalov podľa priemerných maximálnych hĺbok v úseku (< 0,15; 0,15 – 0,20; 0,20 – 0,25 a 0,25 – 0,30). Krivky v rámci týchto intervalov boli spriemerované (obr. 1). Zo vzájomného porovnania kriviek vyplýva priamy vzťah medzi hĺbkou toku a preferenciou vhodnosti. S rastúcou maximálnou hĺbkou toku rastie aj interval preferencie hĺ-

bok pstruhom potočným. Takýmto spôsobom boli analyzované aj ďalšie parametre, konkrétne rýchlosť toku v oblasti mikrohabitatu, vzdialenosť lokality výskytu od brehu, typ substrátu a typ úkrytu. Vplyv týchto parametrov nie je taký jednoznačný ako pri hĺbke toku. Tento súbor vhodnostných kriviek možno aplikovať na hodnotenie kvality akvatického habitatu. Miera kvality habitatu je reprezentovaná váženou využiteľnou plochou (WUA – *weight usable area*).

Využitie odvodených vhodnostných kriviek na návrh revitalizácie toku s dobrým ekologickým stavom je dokumentované na toku rieky Bebrava v obci Timoradza (obr. 2). Vizualizácia revitalizačného návrhu je znázornená na obr. 3. Vplyv návrhu na kvalitu akvatického habitatu dokumentuje aj hodnota váženej využiteľnej plochy (WUA) (obr. 4).

* * *

Z doterajších výsledkov výskumu na referenčných úsekoch tokov Slovenska vyplýva, že vzťah medzi populáciou rýb a charakteristikami habitatu dobre vystihuje zmenu vyvolanú topografiou koryta, konkrétne vplyv prietoku, hĺbky a rýchlosti toku na kvalitu akvatického habitatu. To znamená, že hodnotenie kvality habitatu toku, ale aj návrh na dosiahnutie dobrého ekologického stavu metodikou IFIM a modelom RHABSIM prináša objektívne výsledky. Zovšeobecnením vhodnostných kriviek sa sprístupnila uvedená metodika aj pre projekčnú prax. Preto by bolo vhodné, aby sa aj na Slovensku začala táto smernica plniť nie iba po stránke formálnej, ale aj realizačnej, a to na základe erudovaných návrhov, ktoré obsahujú celý súbor objektívnych dát získaných priamym terénnym meraním tak, ako to vyžaduje metodika IFIM.

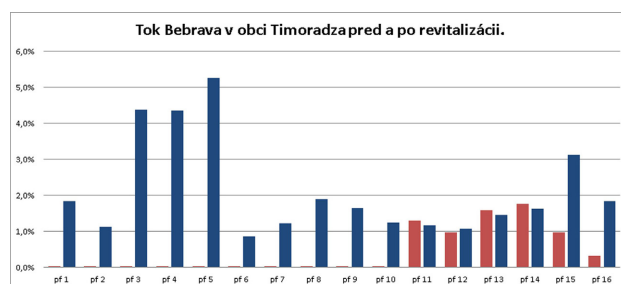
Článok vznikol vďaka podpore z projektov VEGA 1/0243/11 *Vplyv abiotických a biotických charakteristík toku na ekosystém a vodný režim pôdy* a VEGA 1/1044/11 *Evolučné algoritmy a dátovo riadené modely vo vodnom hospodárstve krajiny*.

Literatúra

- Andreji, J., Straňai, I.: Biodiverzita rýb rieky Handlovky. In: Biodiverzita ichtyofauny ČR V. Brno: UBO, 2004, s. 71 – 74.
- Bovee, K. D.: A Guide to Stream Habitat Analysis Using the Instream Flow Incremental Methodology. Instream Flow Information Paper 12. Colorado: United States Fish and Wildlife Service FWS/OBS-82/26, 1982, 248 p.
- Macura, V.: Návrh optimálnych parametrov habitatu revitalizovaného toku. Acta Horticulturae et Regiotecturae, 2001, 4, s. 43 – 46.
- Morhardt, J. E. et al.: Instream Flow Methodologies. EPRI EA-4819, Project 2194-2, Final Report, 1986.
- Neruda, M., Tichonova, I., Kramer, D.: Theoretical and Practical Aspect of Rivers Revitalization. Journal and Earth Science Engineering, 2012, 2, p. 145 – 154.
- Orth, D. J.: Ecological Considerations in the Development and Application of Instream Flow-Habitat Models. Regulated Rivers: Research & Management, 1987, 1, 2, p. 171 – 181.



Obr. 3. Vizualizácia návrhu revitalizácie toku na dosiahnutie dobrého ekologického stavu v obci Timoradza (2013). Autor: Ivan Stankoci



Obr. 4. Vyhodnotenie váženej využiteľnej plochy (WUA) pre pstruha potočného na toku Bebrava v obci Timoradza po revitalizácii

Vysvetlivky: svetlý stĺpček – percentá váženej využiteľnej plochy (WUA) pre pstruha potočného (*Salmo trutta m. fario*) k celkovej ploche toku pred revitalizáciou pri $Q_{364} = 0,12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tmavý stĺpček – percentá váženej využiteľnej plochy (WUA) pre pstruha potočného (*Salmo trutta m. fario*) k celkovej ploche toku po revitalizácii, vertikálna os – miera vhodnosti habitatu v percentách, vodorovná os – hĺbky vody v koryte

Prof. Ing. Viliam Macura, PhD., viliam.macura@stuba.sk
Katedra vodného hospodárstva a krajiny Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, Radlinského 11, 813 68 Bratislava

Ing. Ivan Stankoci, stankoci.ivan@gmail.com
Ústav krajiny a záhradnej architektúry Fakulty architektúry Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, Nám. slobody 19, 812 45 Bratislava