

***ANALÝZA ENVIRONMENTÁLNYCH FAKTOROV OVPLYVŇUJÚCICH
NÁVRH KORYTA VODNÉHO TOKU
ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL FACTORS DESIGN
MODIFICATIONS OF STREAM CHANNEL***

ŠINKA, Zoltán¹, PECHÁČOVÁ, Katarína², HALAJ, Peter³

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva,
Katedra krajinného inžinierstva, email: sinka zoltan7@gmail.com

²email: katarina.pechacova@uniag.sk

³email: peter.halaj@uniag.sk

ABSTRAKT

Aby bolo možné navrhnúť prírode blízke koryto vodného toku je nutné poznať aspekty ovplyvňujúce charakter daného toku. Pri tejto úlohe musíme prihliadať na celé spektrum faktorov ako aj na použitie vhodnej metodiky návrhu. Úprava vodných tokov by mala vychádzať z konceptu integrovaného manažmentu povodia a smerovať k zabezpečeniu ochrany kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov vodných útvarov. Popri tom je potrebné klásť dôraz na životné prostredie a jeho rozmanitosť, ale tiež brať do úvahy požiadavky zabezpečenia protipovodňovej ochrany. Treba zdôrazniť, že každý vodný tok je nutné posudzovať individuálne, na základe jeho aktuálneho stavu, parametrov vo vzťahu k okolitej krajine, t.j. nielen po dĺžke vodného toku, ale aj vo vzťahu k údolnej nive a k celému povodiu.

ÚVOD

Voda rovnako ako vzduch dramaticky utrpeli ľudskou činnosťou v posledných dvoch storočiach (Kohák, In: Králová, 2001). Prakticky celé 19. a 20. storočie boli najvýraznejšou vodohospodárskou činnosťou v krajine technické úpravy potokov, riek a ich nív (Just, 2005). Tieto zásahy boli a sú z hľadiska prírody a krajiny veľmi nepriaznivé, v dôsledku absencie komplexného pohľadu a podcenenia vzájomných väzieb vodného toku v krajine, a to i napriek teoreticky a metodicky kvalitnej úrovni normalizačných podkladov. V tejto situácii vyvstávajú vážne dôvody pre opačne orientované opatrenia, ktoré korigujú škody spôsobené predošlými jednostranne poňatými technickými úpravami vodných tokov a ich nív (Just, 2005). Ľudia si začínajú uvedomovať dôležitosť prirodzených funkcií riečnej nivy, napr. že tvorí prirodzený retenčný priestor pre povodňové vody i splaveniny (Králová, 2001). Vodné hospodárstvo na Slovensku, ako aj v ďalších krajinách Európskej únie sa dnes zameriava na komplex aktivít spojených so zlepšovaním stavu všetkých povrchových vôd v povodí. Súčasné prístupy vyúsťujú do snáh priblíženia sa východiskovému (najideálnejšie historickému), prírode čo najprirodzenejšiemu stavu riečného systému s ohľadom na obmedzenia, ktoré pramenia zo súčasnej štruktúry a spôsobov využívania riečnej krajiny v rozsahu celého povodia (Halaj et al., , 2010). STN 75 2101 Ekologizácia úprav vodných tokov popisuje revitalizáciu vodného toku ako obnovenie ekologickej funkcie vodného toku a kvality vody pri súčasnom dodržaní jeho ostatných funkcií s prípadným prehodnotením stupňa ochrany. Revitalizačné opatrenia sa zameriavajú na akvatickú, ale aj terestrickú zónu, s cieľom dosiahnuť optimálnu druhovú rozmanitosť bioty a stav dynamickej rovnováhy abiotickej zložky ekosystému vodného toku (Halaj et al.,, 2010).

MATERIÁL A METODIKA

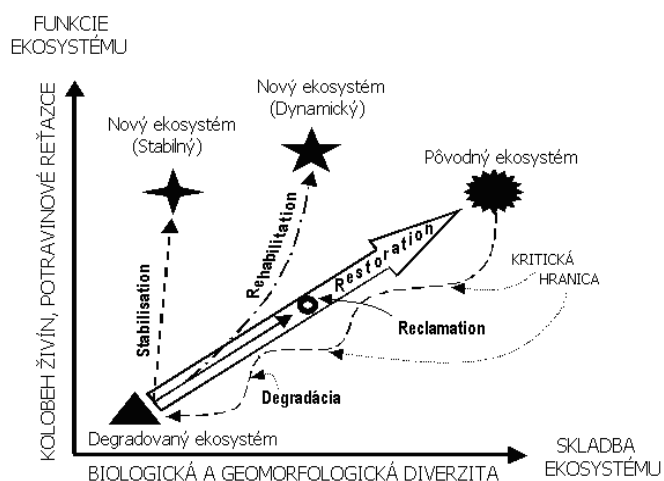
Pri revitalizácii tokov z pohľadu vedeckého výskumu, Wohl et al. (2004) zdôrazňujú dve základné hypotézy, ktoré je potrebné potvrdiť praxou a overiť v rámci vedeckých výskumov. Prvá vychádza z toho, že základnou črtou riečnych systémov je prirodzená variabilita biotických a abiotických podmienok a preto je pravdepodobnejšie dosiahnuť obnovu procesov ako dosiahnuť daný cieľový stav. Druhý predpoklad vychádza zo vzájomnej a komplexnej prepojenosti fyzikálnych a biologických procesov v rámci celého povodia.

V rámci projektu Labe (Macura et al., 2000) boli definované základné kritéria ekologických zásahov do toku. Tieto kritéria sú vzájomne podmienené, a preto pri hodnotení zásahov je treba pracovať s celými súbormi zariadení.

Tabuľka 1 Základné kritériá ekologických zásahov do toku definované v rámci Projektu Labe (Macura et al., 2000)

A. Technické kritériá		C. Technicko-ekologické kritériá	
1)	Protipovodňová ochrana	1)	Morfologická charakteristika trasy vodného toku
2)	Stabilita koryta	2)	Morfologická charakteristika koryta vodného toku
3)	Ekonomická bilancia	3)	Nadväznosť na priľahlé územie
4)	Parametre splavnosti	4)	Kvalita vody
		5)	Rozkolísanosť prietokov.
B. Socio-ekonomické kritériá		D. Biologicko-ekologické kritériá	
1)	Rekreácia, športové využitie	1)	Sprievodná vegetácia.
2)	Rybárstvo, poľovníctvo	2)	Fauna a flóra riečneho systému.
3)	Krajinno-architektonická funkcia	3)	Ekologická nadväznosť k okoliu toku.
4)	Výskyt chránených prvkov v krajine		

Podľa charakteru úprav riečnych ekosystémov sa v anglosaskej literatúre rozlišujú pojmy restoration, rehabilitation, reclamation a stabilisation, ktorých význam znázorňuje obr. 1.



Obrázok 1 Grafické znázornenie rozdielov medzi základnými pojmami používanými v zahraničnej literatúre venovanej problematike revitalizácie tokov (Stockwell, 2004; In: Halaj, 2004)

Watershed Ecology Team US EPA Office of Wetlands, Oceans and Watersheds (2003) zdefinoval hlavné princípy ekologickej revitalizácie akvatických systémov. Medzi zásadné požiadavky patria:

- žiadny prvok neexistuje na vodných tokoch samostatne, ale je viazaný na prostredie,
- úpravy musia zlepšovať podmienky pre druhovú pestrosť a množstvo organizmov,
- procesy na tokoch sú dynamické, úplne stabilné úpravy sú nevyhovujúce nakoľko neumožňujú dotváranie koryta a prostredia samotnou prírodou,

- vzťahy medzi prírodnými a pozmenenými prvkami nemajú byť regulované záväznými normami, ich vytváranie má byť podľa prírodných zásad,
- nemajú vzniknúť migračné prekážky prirodzených druhov,
- vývoj biotopov je dlhodobý proces, je potrebné chrániť dôležité biotopy.

Biotické aspekty úprav koryt vodných tokov

- ~ Početnosť a diverzita vodných organizmov a voľne žijúcej zveri

Pri uskutočňovaní revitalizačných opatrení je potrebné vziať do úvahy, že každý zásah do prírodného prostredia môže mať na populácie rastlinných a živočíšnych druhov zásadný vplyv. V oblasti zlepšenia životných podmienok pre zástupcov ichtyofauny v toku je potrebné spomenúť využitie vhodnostných kriviek (suitable curves) ako nástroja pre optimalizáciu hydromorfologických parametrov v koryte toku. V prípade, že sa jedná o vodné toky bez výskytu ichtyofauny, považujeme za bioindikátory rôzne druhy mikroorganizmov, napr. bezstavovce, ktoré prispievajú k samočistiacim procesom vo vodnom toku a pre ktoré optimalizujeme životné podmienky.

- ~ Stav a rozšírenie sprievodnej vegetácie pozdĺž vodného toku a pririekovej zóny

Sprievodná vegetácia vytvára dôležitý prvok riečnych ekosystémov. Je tvorená brehovým a sprievodným porastom v drevinovej a lúčnej forme. Brehová vegetácia je vegetácia rastúca na brehoch, ktorá okrem biologickej funkcie zabezpečuje aj odolnosť svahov voči erózii. K sprievodným porastom patrí vegetácia drevinová a lúčna, rastúca pri riekach a vodných tokoch bez ochranných hrádzí, a za brehovou čiarou v nadväznosti na porasty popri brehu, pri tokoch s ochrannými hrádzami, na predhrádzí alebo za hrádzami. Rozptýlenú zeleň tvoria jednotlivé stromy, kry alebo skupiny porastov nachádzajúcich sa na iných ako lesných pozemkoch. Základné funkcie sprievodnej vegetácie uvádza Halaj (2004).

- ~ Existencia a rozšírenie malých vodných ekosystémov v údolnej nive

Podľa Halaja (2004) sa jazerá a mokradňové systémy vyznačujú regulačným účinkom. Ich funkcia je však výrazne závislá na klimatických podmienkach. Tieto by mali tvoriť prirodzenú súčasť riečnych ekosystémov, pričom je potrebné zdôrazniť hlavne ich funkciu ekologickú.

- ~ Existencia a rozšírenie chránených území

Na územiach s osobitnou legislatívnou ochranou by mali byť revitalizačné opatrenia realizované prednostne. Je to dôležité hlavne v prípadoch existencie rizík ich degradácie.

Abiotické aspekty úprav koryt vodných tokov

~ Morfológické aspekty úprav koryt vodných tokov

Pri problematike tvarovania koryt v rámci procesu obnovy riečnych systémov rozlišujeme dva základné typy zásahov. Jedná sa o komplexnú rekonštrukciu koryta, t.j. renaturáciu, alebo ide návrh revitalizačných objektov, ktoré iniciujú ciele zmeny v koryte vodného toku. Objekty tohto druhu spravidla usmerňujú eróznno-akumulačné a transportné procesy. Modifikácia morfometrických parametrov koryt, vyvoláva zmeny, ktoré sa prejavajú v zmene granulometrie prietoku splavenín, v rýchlosti prúdenia, tangenciálneho napätia, režimov prúdenia a v ďalších hydraulických charakteristikách. Dotknú sa hladinových režimov pri minimálnych a povodňových prietokoch, výmoľovej a náplavovej činnosti, transportu a naplavovaniu dreveného materiálu v koryte atd. Vo vzťahu k morfológickým dôsledkom úprav je potrebné si ujasniť súčasnú fázu geomorfologického vývoja toku (tab. 2) a na základe záverov analýzy prijímať opatrenia.

Tabuľka 2 Popis evolučného modelu koryta vodného toku (Simon, 1989, In: Doll, 2000)

P.Č skupiny	Názov skupiny	Prevládajúci fluviaálny prejav	Sklon svahov	Charakteristické tvary	Geobotanické znaky
I.	Nezmenené – pôvodné koryto	Transport splavenín – stredná intenzita agradácie		Stabilné, pravidelne sa vyskytujúce lavice, konvexné zaoblenie svahov v blízkosti brehových čiar, úroveň hladiny v blízkosti brehových čiar, tasa toku priama resp. meandrujúca	Vegetačný kryt až k hladine
II.	Úprava koryta			Lichobežníkový tvar prietokového profilu, svahy brehov vo forme súvislých rovných plôch, hladina relatívne nízko vzhľadom k brehovej čiare	Odstránenie vegetácie
III.	Degradácia koryta	Degradácia, erózia brehov	Miestne poškodenia brehov	Zvýšenie úrovne brehov a sklonu svahov; erodovanie lavíc, hladina nízko vzhľadom k brehovej čiare	Brehová vegetácia relatívne vysoko od hladiny vody, môže sa nakláňať smerom k korytu
IV.	Degradácia a rozširovanie koryta	Degradácia, erózia brehov	Výrazné poškodenia súvislých úsekov brehov, miestne poškodenia brehov	Devastácia brehov, brehovú čiaru má zúbkovanú a vlnitú okraj, poškodenia horných častí brehov, horný úsek brehov vytvárajú zvislé steny, hladina veľmi nízko	Brehová vegetácia relatívne vysoko od hladiny vody, môže sa nakláňať smerom k korytu

				vzhľadom k brehovej čiare	
V.	Agradácia a rozširovanie	Agradácia; objavuje sa meandrovanie v prúdnici, tvorba lavíc, formovanie nižšie položených v zosunutom materiáli	Výrazné poškodenia súvislých úsekov brehov, miestne poškodenia brehov; malý sklon svahov po zosuve brehov	Devastácia brehov, podomleté svahy v blízkosti brehovej čiary, zvislé steny, zmierňovanie sklonu svahov, hladina nízko vzhľadom k brehovej čiare, vývoj novej údolnej nivy	Prevrátenie kmeňov stromov brehovej vegetácie a jej spadnutie do toku, obnova vegetácie v miestach odplaveného materiálu brehov, naplavovanie materiálu do miest koreňového systému vegetácie v miestach podomletých brehov
VI.	Obnova stability koryta – relatívna stabilita koryta	Agradácia; ďalší rozvoj meandrovania koryta v prúdnici ďalšie ukladanie materiálu v laviciach, formovanie koryta v prúdnici, erózia konkávných brehov, ukladanie materiálu na brehoch koryta a v údolnej nive	Malý sklon svahov po zosuve brehov; malé poškodenia brehov v blízkosti hladiny	Stabilné, vyformované lavice, konvexné zaoblenie svahov v blízkosti brehových čiar, zmierňovanie sklonu svahov, hladina vysoko vzhľadom k brehovej čiare, vývoj novej údolnej nivy	Obnova a rozvoj vegetácie aj z úrovňou brehovej čiary, naplavovanie materiálu do miest koreňového systému vegetácie v miestach podomletých brehov, rozšírenie vegetácie na laviciach

~ Úpravy korýt vodných tokov z hľadiska zabezpečenia cieľov protipovodňovej ochrany. Návrhový prietok je určený na základe analýzy vzťahu ochranného účinku úpravy, ekonomických parametrov a vplyvu na ekosystém v tab.3. Tento aspekt úprav patrí medzi kľúčové faktory ovplyvňujúce prístupy k úprave toku. Je potrebné chápať tento aspekt v kontexte riešenia integrovanej protipovodňovej ochrany v povodí a z pohľadu ekonomickej efektívnosti investícií.

Tabuľka 3 Návrhový prietok pre kapacitu koryta (STN 75 2102)

Druh príľahlých pozemkov	Návrhový prietok Q_n pre kapacitu koryta
Historické centrá miest, historická zástavba	$\geq Q_{\max 100}$
Súvislá zástavba priemyselný areál, významné líniové stavby a objekty	$> Q_{\max 100}$
Rozptýlená bytová a priemyselná, súvislá chatová zástavba	od $Q_{\max 20}$ do $Q_{\max 50}$
Veľmi cenná pôda, sady, vinice, chmelnice a pod.	od $Q_{\max 20}$ do $Q_{\max 50}$
Orná pôda (podľa bonity)	od $Q_{\max 5}$ do $Q_{\max 20}$
Lúky a lesy	od $Q_{\max 1}$ do $Q_{\max 2}$

~ Hydrologické aspekty úprav korýt vodných tokov

Charakter odtokového režimu toku, rozkolísanosť prietokov, hodnoty a periodicitu výskytu extrémnych prietokov, ako aj parametre ustálených prietokov, sú dôležitými činiteľmi pri riešení úprav korýt vodných tokov. V súčasnosti je potrebné pri návrhoch úprav zohľadňovať aj trendy zmien odtokových charakteristík v kontexte očakávanej (prebiehajúcej?) klimateckej zmeny.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri úpravách tokov je dôležité aby po jej zrealizovaní boli vytvorené rovnaké alebo lepšie životné podmienky minimálne tým druhom, ktoré sa v oblasti vyskytovali pred realizáciou opatrení. Ideálnym stavom je ale dosiahnutie väčšej druhovej diverzity oproti pôvodnému stavu. Úpravy korýt potokov patria medzi menej rizikové z hľadiska ovplyvnenia živočíchov, avšak aj tieto lokality by mali byť pred začatím projektu obhliadnuté biológom, ktorý by následne spolupracoval na optimalizácii riešenia revitalizácie vodného toku (Just, 2003). Brehové porasty, sprievodná vegetácia ako i rozptýlená zeleň sú významným článkom v procese geomorfologického vývoja korýt vodných tokov. Významne ovplyvňujú formovanie údolnej nivy, zvyšovaním hydraulickej drsnosti znižujú prietornosť koryta, podieľajú sa na formovaní špecifických habitatov, tienením znižujú presvetlenie toku a tým znižujú teplotu vody, čo má za následok zníženie intenzity rastu makrofytov a v neposlednom rade sú zdrojom dreveného materiálu, ktorý sa dostáva do koryta vodného toku a ovplyvňuje charakter habitatu (Halaj, 2010).

Podľa Vrátu (2004) je v súčasnosti synonymom prirodzenej trasy meandrujúci tok. Meandrovanie je ale prirodzené len pre istú skupinu vodných tokov v menej sklonitých polohách so širokou nivou. V skalnatých údoliach je pôdorysný tvar koryta totožný s pôdorysným tvarom údolia, pričom sa vytvára zväčša priame koryto (Halaj, 2004). Pri plánovaní revitalizačných opatrení, ale aj akýchkoľvek zásahov do korýt tokov, ktoré menia pôvodný prietokový a splaveninový režim, je potrebné uskutočniť fluvialny audit a posúdiť stav geomorfologických procesov prebiehajúcich v povodí i v samotnom toku (Halaj, 2010).

Minimálne prietoky pre malé vodné toky majú byť stanovené ako konkrétny prietok v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na základe informácií obsiahnutých v biologickom hodnotení a stanoviskách ďalších oprávnených subjektov. Pokiaľ máme k dispozícii materiál získaný z dlhodobých pozorovaní prietokov, používame pri určovaní maximálnych prietokov a N-ročných prietokov teoretické

krivky prekročenia. V prípade nedostatku údajov použijeme metódu hydrologickej analógie, príp. genetické metódy.

ZÁVER

Historické prístupy v úpravách tokov boli zamerané na maximálnu exploataciu vodných tokov, bez ohľadu na dôležitosť zachovania pôvodnej bioty. K prelomu dochádza až v období na konci 70. rokov, kedy sa začali deklarovať aj ekologické hľadiská pri úpravách tokov. Úspešne obnovený ekosystém z ekologického hľadiska, vytvára ideálne hydrologické, geomorfologické a ekologické podmienky, ktoré umožňujú, aby sa v danom vodnom toku uplatňovali autoregulačné mechanizmy (Palmer et al., 2004). Odlišnosti v podobe prirodzených tokov ako sú morfológia koryta, parametre pririeknej zóny sú skôr pravidlom ako výnimkou. Rôznorodosť foriem vyplýva z neustálych zmien morfológie koryta, ktorými sa udržuje rovnováha medzi tvarom koryta, prietokom vody a prietokom splavenín. Preto treba počítať pri návrhoch úprav s dynamickou podobou koryta namiesto statickej. Nemenná podoba koryta má veľmi vysoké riziko porúch (Kondolf et al., 2003).

V súčasnosti majú nenahraditeľné miesto v procese návrhov koryta simulačné prostriedky. Tieto aplikačné programové vybavenia dokážu na základe hydraulických modelov navrhnuť riešenie ustáleného aj neustáleného prúdenia v otvorených korytách s obojstranným inundačným územím.

POĎAKOVANIE

Článok vznikol vďaka podpore projektu APVV-0274-10.

POUŽITÁ LITERATÚRA

DOLL, B.A. et al. 2000. *Stream Restoration – A Natural Channel Design Handbook*. Raleigh : NC State Restoration Institute – Department of Transportation State of North Carolina, 2000. 82 s.

HALAJ, P. 2004. *Revitalizácia vodných tokov*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004. 200 s. ISBN 80-8069-424-9.

HALAJ, P. - BOŽOŇ, V. 2010. *Súčasný prístup k návrhu úprav koryt vodných tokov*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2010. 120 s. ISBN 978-80-552-0418-5.

- HALAJ, P. – ŠINKA, Z. 2010. *Protipovodňová ochrana na ohrozených územiach východného Slovenska*. In Odborný seminár pri príležitosti Týždňa vedy a techniky na Slovensku 2010. Krajinné inžinierstvo – súčasný stav a výhľad do budúcnosti [CD-ROM]. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2010. ISBN 978-80-552-0534-2
- HORVÁTHOVÁ, B. 2003. *Povodeň to nie je len veľká voda*. Bratislava : VEDA Slovenská akadémia vied, 2003. 230 s. ISBN 80-224-0735-6.
- CHARLTON, R. 2008. *Fundamentals of fluvial geomorphology*. Great Britain : TJ International, 2008. 234 s. ISBN 978-0-415-33454-9.
- JUST, T. et al. 2005. *Revitalizace vodního prostředí*. Praha : 3. ZO ČSOP Hořovicko v spolupráci so spoločnosťou Ekologické služby s.r.o., AOpK ČR a MŽP ČR, 2005. ISBN 80-239-6351-1. 359 s.
- JUST, T. et al. 2003. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2003. ISBN 80-86064-72-7. 144 s.
- KONDOLF, G.M. – MONTGOMERY, D.M. – PIÉGAY, H. – SCHMITT, L. 2003. *Tools in fluvial geomorphology*. Chichester : John Wiley and Sons, 2003. ISBN 9780471491422
- KRÁLOVÁ, H. 2001. *Řeky pro život*. Brno : Veronica, 2001. 437 s. ISBN 80-283-8939-7.
- MACURA, V. – IZAKOVIČOVÁ, Z. et al. 2000. *Krajinnoeologické aspekty revitalizácie tokov*. Bratislava : Vydavateľstvo STU, 2000. 274 s.
- PALMER, M.A. 2004. Ecology for a crowded planet. In: Science, 2004. 304s.
- Služby všeobecného záujmu (energia, doprava, komunikácie) [online] Dostupné na internete: <<http://www.dolceta.eu/slovensko/Mod6/Uradny-doh%C4%BEdad,126.html>>
- STN 73 6823: *Úpravy vodných tokov s malým povodím*
- STN 75 2102: *Úpravy riek a potokov*
- STN 75 2101: *Ekologizácia úprav vodných tokov*
- VRÁNA, K. 2004. *Revitalizace malých vodních toků*. Consult Praha. 2004. 60 s. ISBN 80-902132-9-4.
- WOHL, E. 2004. *Disconnected rivers: linking rivers to landscapes*. Yale University Press. New Haven, Connecticut, USA, 2004.
- Zákon č. 338/2000 Z. z. z 22. septembra 2000 o vnútrozemskej plavbe a o zmene a doplnení niektorých zákonov