ZLEPŠENIE PRIRODZENÝCH FUNKCIÍ MŔTVEHO RAMENA TOKU REVITALIZÁCIOU

Ľuboš Jurík, Viliam Bárek, Peter Halaj

Využívanie prirodzených vodných tokov a plôch na Slovensku v posledných desiatich rokoch je stále populárnejšie a atraktívnejšie. Pre využívanie týchto plôch na rekreáciu je podmienené splnením viacerých požiadaviek. K najdôležitejším patrí Európska smernica 76/160/EEC, týkajúca sa kvality vody na kúpanie a jej aplikácie v slovenskej legislatíve. Fyzikálne a chemické ukazovatele spravidla nie sú nadlimitné, problematická je biologická kvalita vody. Praktických skúseností s riešením je na Slovensku málo. Naša práca má za cieľ hľadať riešenia v konkrétnej lokalite.

Kľúčové slová: revitalizácia stojatých vôd, kvalita vody, hydrobiologický rozbor, sapróbny index

Improvement of Natural Functions of Death Stream Segment by Revitalisation. *The utilisation of water streams and areas in Slovakia is more and more popular and attractive in the last ten years. To utilise these areas for recreation is necessary to fulfil more requirements. The most important is the European Directive 76/160/EEC concerning to water quality for swimming and its application in Slovak legislation. Physical and chemical parameters are usually not over limit, the problem is biological quality of water. Practical experiences with solution are usually less in Slovakia. Our goal is to find the solutions in concrete locality.*

Key words: stagnant surface waters revitalisation, water quality, hydrobiological analyse, saprobic index

---

1. ÚVOD

Medzi Komárnom a Sereďou sa na lokalitách v okolí Váhu zachovali v celkove človekom intenzívne využívanej krajine zvyšky jej pôvodných prvkov. Sú to hlavne vodné, mokraďové, lesné i trávovo-bylinné biotopy s charakteristickou, často aj veľmi vzácnou a zraniteľnou flórou a faunou. Svojou činnosťou rieka Váh v rozhodujúcej miere modelovala okolitú časť Podunajskej nížiny. Výsledkom dlhodobého vývoja je súčasný charakter alúvia Váhu, značne poznamenaný zásahmi človeka. V jeho južnej časti má vplyv na prírodné prostredie aj rieka Dunaj.

2. METODIKA PRÁCE

Lokalita mŕtveho ramena sa nachádza severne od mesta Komárno po pravom brehu Váhu. Ide o meander odrezaný od hlavného toku tesniacou hrádzou s 15 cm hrubým ílovitým jadrom, siahajúcou do hĺbky 11 m. Má tvar písmena „Z“, vytvára približne 90^0 uhol, vrchná časť ramena je rozdelená na dve vetvy. Do pravej vetvy ústi prívodný kanál určený na závlahy Žitného ostrova, tzv. Komárňanský kanál, oddelený od mŕtveho ramena dvojitou haťou. Hradiace segmenty hate sú tvorené hradidlovými valcovými doskami s prispôsobeným sedlom na spojenie. Priepustnosť hate je napriek tomu pomerne veľká, kontakt obidvoch hladín a vôd je neustály. Ďalší prítok cudzích vôd do ramena je na južnej časti lokality, a to z kanálu, ktorý zberá drenážne vody z územia medzi novou hrádzou na Váhu a pôvodným ohrádzovaním na okraji mestských hradieb. Tento kanál privádza tiež vody z povrchového splachu po intenzívnych zrážkach.

Prieskumy súčasného stavu kvality vody

Lokalita je využívaná predovšetkým na rekreačné a rybárske aktivity. Kvalita vody je veľmi premenlivá, v minulosti sa prejavili sa nežiadúce vlastnosti vody. Mesto Komárno v záujme zlepšenia možnosti rekreácie v tejto oblasti objednalo niektoré prieskumy zamerané na kvalitu vody. Tieto spolu s prieskumom dna a brehov sú zároveň podkladom pre navrhovanie možných revitalizačných opatrení. Na zistenie súčasného stavu kvality vody boli vykonané tieto prieskumy :

Prieskum brehov a brehových porastov

Prieskumom bolo zistené, že brehy mŕtveho ramena sú na väčšine brehovej čiary nevhodne tvarované. Len veľmi malá časť brehov je prispôsobená rekreácii a vyprofilovaná tak, že súčasne nedochádza

k ich erózii. Časť je porastená krovinami a stromami a časť je voľná, resp. porastená len bylinnými porastami.

Prieskum dna a dnových sedimentov

Pri prieskume sedimentov dna bolo zistené, že rozsah kalov zahŕňa takmer celé slepé rameno. V južnej užšej časti pokrývajú celú plochu s výnimkou asi 3 m od brehu na oboch stranách. Pobrežné časti sú husto porastené dnovými rastlinami vodomoru kanadského (Elodea canadensis) a rožkatca ponoreného (Ceratophylum demersum). Na južnej časti stredného širšieho úseku sa tiahne pás úplne zarastený vegetáciou od jedného brehu po druhý v šírke cca 3 – 5 m. Ďalej nasleduje podobne ako v južnej časti súmerná vrstva čierneho organického kalu v celej ploche. Kal sa nevyskytuje v blízkosti brehov vo vzdialenosti asi 3 – 4 m, brehy sú tiež porastené vodnými rastlinami. V severnej časti ramena je situácia podobná iba v jednej časti, druhá časť smerujúca ku Váhu je plytká a prakticky v celej ploche porastená vodnými rastlinami.

3. VÝSLEDKY

Z odobratých vzoriek kalov z dna mŕtveho ramena bol urobený mechanický rozbor. Vzorky sú zrnitostne rôzne podľa miesta odberu. Z brehových častí sú zrnitostne piesčité až hlinitopiesčité. Vzorky zo stredu sú zložené z jemných hlinitých až ílovitých častíc, s úhrnným obsahom častí I. a II. kategórie od 80 do 90 %. Tomu zodpovedá i súčiniteľ hydraulickej vodivosti k – 0 – 1,05 m.deň$^{-1}$, čo je malá priepustnosť.

Pôvod nánosov je predovšetkým organická hmota z odumretých rias a vodných rastlín, čiastočne premiešaná s ílovitými časticami, odplavenými z brehovej časti vplyvom erózie. Dokazuje to ich takmer čierna farba so svetlejšími škvrnami ílov.

Výsledky prieskumu poukazujú na zaujímavé zvrstvenie sedimentov. Vrchná vrstva je tvorená organickými kalom, pod ktorým je tenšia, asi 7 – 10 cm hrubá vrstva jemných ílovito-hlinitých materiálov. Pod touto je opäť vrstva organického kalu. Možným vysvetlením takéhoto rozloženia vrstiev je povodeň na Dunaji z roku 1965, z ktorej pochádza stredná ílovitá vrstva sedimentu. Tento predpoklad sa dá zdôvodniť tým, že táto vrstva by nemohla do takej hrúbky prirodzene sedimentovať z materiálu brehov mŕtveho ramena ani z jeho blízkeho okolia. Navyše aj vrstva organického kalu pod ňou obsahuje väčšie množstvo častíc I. a II. kategórie. Kvalitu vody v mŕtvom ramene poznačili regulácie na rieke Váh, pri ktorých bolo rameno oddelené od hlavného roku tesniacou hrádzou. Tým mohlo dochádzať k výmene vody len prirodzeným prúdením podzemnej vody cez mŕtve rameno. Avšak vznik dosky ílu na dne počas povodní na Dunaji znemožnil i tento proces výmeny, čo zrejme spôsobilo súčasný stav kvality vody.

Rozbor kvality vody v zmysle STN 75 7221

Rozbor vody bol zameraný na fyzikálno-chemické, mikrobiologické a biologické ukazovatele

Výsledky a ich hodnotenie na základe tejto normy vykazujú značné rozdiely pre jednotlivé skupiny ukazovateľov. Podľa väčšiny fyzikálno-chemických ukazovateľov sa kvality vody v ramene radí do I. a II. triedy kvality. Na rozdiel od fyzikálno-chemických ukazovateľov zaraďujú mikrobiologické ukazovatele vodu v priebehu prieskumu vodu do V. triedy. Toto zaradenie ovplyvňuje najmä veľké množstvo fekálnych a koliformných baktérií stanovených vo vzorke. Ide predovšetkým o baktérie Plesiomonas shigelloides, Citrobacter freundi, Aeromonas sobria, Aeromonas hydrophila, Enterobacter aerogenes, Pseudomonas aeruginosa, Bacillus ceresu, Escherichia coli, E. coli haemolytica a i. Výskyt veľkého množstva týchto baktérií je spôsobený nevhodným zaobchádzaním s odpadovými vodami z priľahlých rekreačných zariadení, domov a chát. Mikrobiologické znečistenie je následkom prieniku splaškových vôd do vôd mŕtveho ramena.

Hydrobiologický rozbor vody

Rozbor vody vykonala Hydrotechnológia s.r.o., Bratislava. Rozbor vody bol zameraný na stanovenie biosestónu a abiosestónu.

Vo vode prevládajú producenti (sinice a riasy. V najväčšom kvantitatívnom zastúpení boli vo vzorkách zelené riasy (Volvox globator) a žltohnedé riasy (Dinobryon divergens). Kým zelené riasy tvoria v niektorých vodách vodný kvet, zatiaľ žltohnedé riasy sú zodpovedné za vegetačné sfarbenie vody. Oba druhy sú z hľadiska rekreácie nevítané tiež preto, že spôsobujú rybací pach vody. Ostatné organizmy nedosiahli počtu 100 v 1 ml. Neprijateľný z nich je ale zástupca siníc rod Phormidium, ktorý je hlavne producent alergénov.

Z hľadiska hydrobiologického má horšiu kvalitu voda v ramene nad dnom. Vo vode nad dnom majú prevahu sinice zastúpené rodom Phormidium, ktoré ešte nemali možnosť v danom ročnom období preniknúť do voľnej vody. Boli zistení aj zástupcovia rodov Aphanizomenom a Microcystis, ktoré môžu v letnom období vytvárať typický vodný kvet, produkujúci toxíny a zhoršujúci pach vody. Zvýšený výskyt siníc v tomto mieste súvisí s ich metabolizmom a s tým, že v zimnom období prežívajú v kľudovom štádiu nad dnom ramena. Vo vode nad dnom sa nenašli zelené riasy, ktorých životný cyklus má iný charakter ako majú sinice. Vo všetkých vzorkách boli okrem siníc a rias z voľnej vody aj zelené riasy zastúpené rodom Spirogyra, Pediastrum a Scenedesmus.

Výsledky hydrobiologického rozboru možno hodnotiť podľa STN 83 0532 Biologický rozbor povrchovej vody. Sapróbny index S zaviedli Pantle a Buck (1955), ktorý zahŕňal 4 triedy saprobity s hodnotami od 1 do 4 vždy ako celé čísla. Nevýhodou bolo, že sa pre každý organizmus predpokladala príslušnosť len k jednému stupňu saprobity. Nevýhodou pôvodnej metódy podľa Pantleho a Bucka i po zlepšení Sládečkovou modifikáciou je fakt, že zanedbáva rôznu indikačnú hodnotu jednotlivých druhov. Indikačná váha druhu vyjadruje číselne, či je organizmus výborný, stredný alebo zlý indikátor saprobity. Na odstránenie tohto nedostatku navrhol Marvan (1969) ďalšiu modifikáciu výpočtu, takže v konečnej forme je vzorec na výpočet sapróbneho indexu takýto :

$$S = \frac{\sum S_i \,.h_i.I_i}{\sum h_i.I_i}$$

kde S_i je individuálny sapróbny index organizmu,
h_i je abundancia daného organizmu v skúmanej vzorke,
I_i je individuálna indikačná váha organizmu.

Tab. 1 Hodnotenie hydrobiologického rozboru vody mŕtveho ramena Váhu na základe výpočtu sapróbneho indexu

Table 1 The evaluation of hydrobiological analyse of water from death stream segment

Voľná voda pod hladinou	Vzorka č. 1	Vzorka č. 2	Vzorka č. 3
Podľa Sládečka	1,9	1,8	1,9
Podľa Marvana	1,9	1,8	1,9
Voľná voda nad dnom	Vzorka č.1	Vzorka č. 2	Vzorka č. 3
Podľa Sládečka	1,8	1,8	2,0
Podľa Marvana	1,8	1,8	2,0

Na základe vypočítaných hodnôt sapróbneho indexu možno vodu mŕtveho ramena klasifikovať do β-mezosapróbneho stupňa čistoty.

Podľa normy STN 75 7221 je voda mŕtveho ramena Váhu najmä v letnom období zaradená do IV. a V. triedy kvality vody. Toto zaradenie ovplyvnil vysoký počet koliformných a fekálnych baktérií. Ich pôvod je v prieniku splaškových vôd z priľahlých rekreačných zariadení domov a chát do vôd mŕtveho ramena. Úpravu tohto stavu nie je možné zabezpečiť vhodným spôsobom vo vode mŕtveho ramena, ak sa vylúči použitie chemických dezinfekčných prostriedkov. Preto je potrebné riešiť tento problém priamo v mieste vzniku. Vhodným riešením sú malé čistiarne odpadových vôd (ČOV).

Návrh revitalizačných opatrení

Príbrežné čistiace zóny

Problémom štrkoviska je i prítok cudzích vôd, ktoré majú rôzny pôvod. Jediným riešením na odstránenie znečistenia z týchto zdrojov je zvýšenie samočistiacej schopnosti vody v mŕtvom ramene. Jednou z efektívnych možností je vytvorenie príbrežných čistiacich zón. Ich účelom je vytvoriť optimálne podmienky na usadenie mikroorganizmov, zabezpečujúcich čistenie vody od organických látok. Konštrukcia čistiacej zóny je z prirodzených materiálov, ktoré sa zabudujú do priestoru v brehovej časti mŕtveho ramena. Najvhodnejšie je použiť porast trste obyčajnej (Phragmites communis), ktorej výskyt je pre lokalitu prirodzený. Plocha týchto čistiacich zón by mala zodpovedať veľkosti znečistenia. Predpokladá sa znečistenie na úrovni cca 130 EO. Na 1 EO je potrebná plocha 3 – 5 m^2. Plocha čistiacich zón by mala byť 390 – 650 m^2. Účelom čistiacich zón bude zachytenie vznikajúceho znečistenia a zabránenie jeho rozširovania do ďalších častí mŕtveho ramena. Účinnosť čistenia sa prejaví v odbúraní organického znečistenia, väzbou výživných látok (N, P) na masu organickej hmoty mokraďných rastlín a čiastočnou elimináciou i rôzneho bakteriálneho znečistenia.

Odstránenie sedimentov z dna

Súčasný stav kvality vody je spôsobený predovšetkým nedostatkom prúdenia vody v ramene. Prečerpávania vody v rámci ramena, alebo vody z Váhu a jej spätné odvádzanie sú energeticky i nákladovo problematické riešenia. Vhodným riešením by preto bolo odstránenie sedimentov z dna, vrátane ílovitej dosky, ktorá svojimi vlastnosťami zamedzuje premiešavaniu povrchovej vody v ramene s prúdiacou vodou podzemnou.

Plocha mŕtveho ramena je 22,9 ha. Priemerná hrúbka sedimentov dna bola zistená 0,9 m. Podľa týchto údajov je teda objem odťaženej hmoty sedimentov 164 880 m^3. Odťažená hmota sa môže použiť na vyrovnanie mnohých terénnych depresií najmä v rekultivovanej časti blízko Váhu. Organické zvyšky sa v aeróbnom prostredí rozložia. Jediným vhodným miestom pre uloženie odťažených sedimentov v blízkosti vodnej plochy mŕtveho ramena je územie na pravom brehu porastené topoľmi a vrbinami.

Zlepšenie kvality vody v ramene biomanipuláciou

K zhoršeniu kvality vody v mŕtvom ramene došlo tiež po výraznom zredukovaní makorfýt bylinožravými rybami. Takto uvoľnené živiny sa začali aktívnejšie využívať fytoplanktónom, najmä sinicami, ktoré sa natoľko premnožili, že vznikol sinicový vodný kvet. Biomanipulácia je cieľavedomé využitie vzťahov medzi jednotlivých zložkami vodného ekosystému tak, aby vytvorená biomasa fytoplanktónu bola nižšia, než odpovedá množstvo živín vo vodnej nádrži. Teoretickým základom pre biomanipulácie je model trofickej kaskády alebo regulácia potravného reťazca zhora. To znamená menej rýb, viac zooplanktónu, menej rias.

4. ZÁVER A DISKUSIA

V mŕtvom ramene Váhu pri Komárne je pre zaistenie kvality vody potrebné :

- Eliminovať počet amurov bielych, ktorých dospelé jedince sú jednoznačne herbivorné, uprednostňujúce mäkké vodné rastliny. Rýchlosťou rastu amur biely ďaleko predstihuje všetky naše druhy rýb, preto sa používa ako biologický likvidátor nadmerného vodného rastlinstva. V tomto prípade pôsobí negatívne, pretože úbytkom vegetácie dochádza k menšiemu odčerpávaniu živín, najmä dusíka, čo sa prejavuje silným rozvojom siníc. Amury je vhodné eliminovať pomocou intenzívneho a neobmedzeného odlovu.
- Uprednostňovať odchov tolstolobikov bielych, ktoré hoci sa v mladosti živia zooplanktónom, veľmi skoro prechádzajú na konzum fytoplanktónu. Tým sa líši od našich rýb, ktoré fytoplanktón prakticky nevyužívajú. Je vhodný do nadmerne eutrofizovaných vôd i nádrží s rekreačným využitím a prejavuje sa minimálnou konkurenciou voči ostatným druhom.
- Rybiu obsádku doplniť o vyšší podiel dravcov, ktoré žijú v nenarušených prírodných podmienkach.
- Udržiavať optimálny pomer medzi dravcami a ostatnými rybami.

Úprava brehov ramena

Toto opatrenie je veľmi potrebné, keďže väčšina brehov je silne erodovaná. Erozny odnos spôsobuje zanášanie dna, vytvárajú sa plytké miesta s nadmerným rozvojom vodného hmyzu, najmä komárov. Úprava by pozostávala z prečistenia a svahovania do sklonu 1 : 5 (1 : 6), zahumusovania a zatrávnenia. V určitých miestach by bolo možné povrchovo upraviť brehy štrkopieskom, pričom vrchnú vrstvu by tvorili zrná s veľkosťou 4 – 16 mm, spodnú vrstvu zrná 0 – 32 mm.

Literatúra

Gábriš, Ľ. A kol.(1998): Ochrana a tvorba životného prostredia. 1. Vyd. SPU Nitra, 1998, 461 s. ISBN 80-7137-506-3.

Hartman, P., Přikryl, I., Štědronský, E. (1998): Hydrobiologie. 1. Vyd. Praha : Informatorium, 1998. 335 s. ISBN 80-860 73-27-0.

Heteša, J., Sukop, I. (1994): Ekologie vodního prostředí. Brno: VŠZ, 1994. 132 s. ISBN 80-7157-131-8.

Holobradý, K., Chraneková, E., Vollmanová, A. (1991): Chémia vody. SPU Nitra, 1991, s. 80.

Hyánek, Ľ. et al. (1991): Čistota vôd. Bratislava : ALFA, 1991, s. 264. ISBN 80-05-00700-0.

Jurík, Ľ. (2000): Trvalo udržateľné vodné hospodárstvo a čistota vody. In : Využitie vodných zdrojov v poľnohospodárskej krajine a ich kvalita – odborný seminár ÚKIS Bratislava, december 2000.

Húska D., Jurík Ľ. (1999) : Technické opatrenia na zlepšenie kvality povrchových vôd metódami krajinného inžinierstva, In Hydromeliorácie Slovenska na prahu 21. stor., Bratislava 1999.

Klopček,A., Bárek, V. (1999): Hydromechanika, 2. nezmenené vyd. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 1999. - 226 s. : Grafy, obr., tab., lit. 38. ISBN 80-7137-643-4.

Lundin, Lars-Christer , Water In Society, Uppsala University, Uppsala, printed by: Ditt Tryckeri i Uppsala AB, First edition: (1999), ISBN: 91-973579-1-X.

Rončák, V., Vančová, Z., Domeniová, J. (1997): Potencionálna eutrofizácia Nitry a dolného Toku Váhu.: Váh - rieka, ktorá spája, 1997, s. 403-415.

Sládeček, V. a kol. (1981): Biologický rozbor povrchové vody. Komentář k ČSN 830532 – časti 6: stanovení saprobního indexu. Praha: Vydavateľství úřadu pro normalizaci a měření, 1981. 186 s.

Sládečková, A., Sládeček, V.(1997): Hydrobiologie. 1. vydanie. Praha: ČVÚT, 141 s. ISBN 80-01-01298-0.

STN 757221: 1999: Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd.

Šútor, J.(1999): Voda ako súčasť hydrologického cyklu. In: Vodohospodársky spravodajca, č.3, 1999, s. 20-25

Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene a doplnení niektorých zákonov (vodný zákon), SNR 2004

Ing. Ľuboš Jurík PhD., Ing., Viliam Bárek, CSc., Ing. Peter Halaj, CSc., Katedra krajinného inžinierstva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, tel.: 037 6 514 527, e-mail: Lubos.Jurik@uniag.sk., Peter.Halaj@unaig.sk, Viliam.Barek@uniag.sk.