

Vývoj jakosti vody v tocích a hodnocení revitalizačního efektu

Entwicklung der Wasserqualität in Wasserläufen und Bewertung des Revitalisierungseffektes

Grundlegende Voraussetzung für eine erfolgreiche Revitalisierung eines Wasserlaufes stellt die Kenntnis der Prozesse dar, die auf die Wasserqualität nach der ganzen Wasserlaufstrecke wirken. Die Wasserqualität gehört zu den entscheidenden Faktoren, die die Biota-Zusammensetzung des Wasserlaufes beeinflussen. Der Beitrag befasst sich mit den Möglichkeiten der Auswertung des Revitalisierungseffektes auf Basis der Beurteilung der Nährstoffe C, N und P, die die Belebung des Wasserlaufes beeinflussen, sowie diskutiert über weitere Änderungen der Wasserqualität im revitalisierenden Wasserlauf und empfiehlt das Grundspektrum von Analysen, die zur Bewertung des sog. Revitalisierungseffektes notwendig sind.

Evaluation of Water Quality Improvement and Factor Affecting Restoration

Knowledge of processes which impact on water quality through the entire process is the basic prerequisite for successful restoration of water flow.

Water quality is one of the decisive factors which influences flow biota composition. The article deals with the restoration effect evaluation options based on the assessment of C, N and P nutrients influencing flow regeneration, discusses other changes of water quality in restored flows and recommends a basic spectrum of analyses necessary to assess this so called restoration effect.

Развитие качества воды и оценка эффекта ревитализации

Основной предпосылкой успешной ревитализации водотока является знание процессов, оказывающих влияние на качество воды по всей длине тока. Качество воды принадлежит к решающим факторам, влияющим на состав биоты водотока. Статья занимается возможностями оценки эффекта ревитализации на основе обсуждения питательных веществ C, N и P, которые влияют на оживление водотока, обсуждает и дальнейшие изменения качества воды в ревитализированном токе и рекомендует основной спектр анализов, необходимых для оценки так наз. эффекта ревитализации.

Vývoj jakosti vody v tocích a hodnocení revitalizačního efektu

Základním předpokladem úspěšné revitalizace vodního toku je znalost procesů, které ovlivňují jakost vody po celé délce toku. Jakost vody náleží mezi rozhodující faktory, které ovlivňují složení bioty toku. Příspěvek se zabývá možnostmi hodnocení revitalizačního efektu na základě posouzení živin C, N a P, které ovlivňují oživení toku, diskutuje i další změny jakosti vody v revitalizovaném toku a doporučuje základní spektrum analýz, které jsou nutné k posouzení tzv. revitalizačního efektu.

Některé lidské činnosti poznamenávají významným způsobem krajinný ráz - „tvář krajiny“. Mezi ně např. patří povrchová důlní činnost. Naštěstí takto změněná krajina nezůstává trvalým svědectvím lidských aktivit v území, ale je postupně znovuoobnovována. Toky se vrací na svá místa, doprovází je nivní lemy, krajina se znovuoživuje a navrácí k svým původním funkcím. Představa, že

tzv. revitalizace, znovuoživení krajiny, znamená pouze morfologické změny (terénní úpravy), které se určitým způsobem ozelení, je naštěstí již překonána. Jestliže se chceme alespoň přiblížit ke krajině původní, k jejím původním funkcím, je nutné si alespoň rámcově uvědomit, že nově navržená krajina bude představovat velmi složitý dynamický celek a že v ní dozajista budou fungovat podobné principy, jako v krajině lidskou činností relativně nedotčené. Cílem příspěvku je naznačit jednu z mnoha funkcí, které nás v nově revitalizované krajině zajímají, tj. vývoj jakosti vody v toku a možnosti jejího zlepšení revitalizací.

V naší zemi je vzhledem k oceánskému vlivu poměrně bohatá a rovnoměrně rozložená srážková činnost. To se promítá do husté vodopisné sítě. Voda v krajině představuje základní informační systém o všech dějích, které probíhají v území. Proniká půdním a horninovým prostředím, doslova obmývá každou půdní částici, ve formě dešťové kapky promývá vzdušný sloupec, v každém okamžiku je ovlivňována okolním prostředím a sama jej ovlivňuje. Proto informace o její kvalitě představuje základní informace o dějích, které probíhají v území.

Zatímco při normálních průtocích (kolem Q_{270d}) se její kvalita mění pozvolna v souvislosti s vegetačními fázemi, a tomu odpovídajícími lidskými aktivitami v povodí, při větších průtocích způsobených srážkovou činností, táním sněhových mas nebo jinou technickou činností v povodí, se však její kvalita výrazně mění. Ve vodě se objevují částice smyté z povrchu půdy, erodované částice a částice z abraze břehů toku, geneticky „jiná voda“ vytěsněná náhle z půdního prostředí (hypodermický odtok) a jiné vlivy.

V povodí IV. řádu, které má např. rozlohu 5-10 km², charakterizuje jakost vody události ne starší jednoho dne, jakost vody v mělkých studnách charakterizuje události, které proběhly v období max. několika týdnů.

Jakost vody je v okamžiku, kdy opouští půdní a horninové prostředí, odvislá od geologického a s tím souvisejícího půdního pokryvu povodí. Již v prameništi se však může její jakost měnit.

V hydrobiologické praxi se rozdělují prameny na tři základní druhy:

- Reokrenní prameny tryskají přímo ze zemského povrchu a ihned odtékají. Zde je jakost vody přímo odvislá od půdního a horninového prostředí.
- Limnokrenní prameny vytékají do kotliny studánky, ze které přetéka dále do toku. Voda ve studánce je již mírně ovlivněna spady a v některých případech i rozkladem organických zbytků z listového opadu nebo z rozkladu rostlin ve studánce.
- Helokrenní prameny vytváří rozsáhlé prameniště, kde se prakticky nedá přesně určit hlavní vývěr. Celé území, které má rozlohu několika m² až několika desítek m² vytváří jedno prameniště, tj. plochu mokřadního charakteru. V tomto případě je voda silně ovlivněna organickou hmotou z rozkladu mokřadních porostů ve studánce a jejím okolí.

Postupně, jak stéká korytem potoka do nižších poloh, dochází k řadě vratných i nevratných změn. Následuje úsek s rychlým prouděním, zpravidla (v našich podmínkách) v lesní trati, který je stíněn. Málo úživná oligotrofní voda, poměrně chladná, je na různých terénních překážkách bohatě sycena kyslíkem. Náleží pásmu

pstruhovému, nyní, s ohledem na směrnice EU, lososovému.

Tok postupně opouští lesní trať a přijímá řadu přítoků. Avšak hlavní dotace vody v toku pochází průsakem hypodermického toku nebo přímým odvodem drenážních vod z okolních ploch. Kolem toků se začíná vyvíjet niva a toky vlivem různých překážek začínají meandrovat. Střídají se proudná místa přes kamenné prahy, přirozené tůňe, tišiny, místa se zpětným prouděním atd. Výrazně se rozlišuje konkávní a konvexní charakter toku.

Hypodermický odtok, přitékající z povodí, prochází nivními půdami a protéká souběžně s hlavním tokem v půdním profilu nivy, zaústí přímo do koryta toku nebo se zabudovává pod koryto toku, kde protéká zhruba ve směru proudění toku. Obrazně řečeno, to, co vidíme v korytě, je jakýsi vrchol ledovce. V celém pásu nivy i pod korytem toku proudí voda, která je také oživena.

Ve všech přítocích z povodí jsou celé řady iontů, které ovlivňují významně jakost vody.

Postupně narůstá obsah anorganického dusíku. Nejvýznamnější z této skupiny je obsah nitrátového iontu. Nitráty jsou v přírodním prostředí velmi pohyblivé a jsou odrazem biologických poměrů v povodí. Jestliže v povodí existuje významný pufrací systém, který je zadržuje, zůstávají v místě vzniku, aplikace nebo spadu a zabudovávají se do biomasy pěstovaných rostlin. Pokud tento biologický pufr není nebo nefunguje dostatečně, protékají až do toku. V dřívějších dobách se snažili zemědělci využít ornou půdu po celé vegetační období, tzn. že odběr živin nezajišťovala jen hlavní pěstovaná plodina, ale i následné plodiny (směsky). Kořenový systém pěstovaných rostlin se podobá porostům a je nutné se na něj dívat jako na jejich zrcadlový obraz. Proto je důležité, aby byly ve směru hydrologického spádu od hranic rozvodnice k toku pěstovány střídavě rostliny hlubokokořenící a mělcekořenící. Posledním zachytným systémem by měly být dobře obhospodařované travní pásy, které by v různě širokém pruhu lemovaly tok a další prvky hydrografické sítě. V praxi je poměrně vžitá představa, že tyto pásy působí jako zachytné prostředí pro smyvy transportované povrchovou vodou při vzniku povrchového odtoku. To se nám bohužel nepodařilo prokázat. Při vzniku povrchového toku vznikají mezi jednotlivými trsy, stébly, lodyhami a dalšími živými nebo odumřelými částmi rostlin poměrně rychle preferenční dráhy, které se postupně slévají. V travních pásích se zachytí částice ve velikosti kolem 0,5 mm, avšak jemné částice, nositelé půdní úrodnosti a trofického náboje o velikosti 10^{-5} m protečou každým travním pruhem.

Z povodí však přitékají i další látky. Jejich obsah ve vodě je pak odvislý od výskytu v povodí, možnosti zpomalení nebo zadržení jejich odtoku a v neposlední řadě opět od zádržné funkce travního pásu a nivy.

V dřívějších dobách představovaly nivy jakousi strategickou zásobu biomasy pro provoz zemědělského hospodářství. V srážkově bohatých letech byly sice těžko sklíditelné, a to i ručně, avšak v obdobích sucha to byl, díky neustálému hypodermickému toku vody v nivě, konstantní zdroj zelené píce.

Od 60. let 20. století se změnilo nazírání na využití území. Vyvíjela se neustále těžší širokozáběrová zemědělská technika, a proto bylo nutné upravit morfologii krajiny. Staré meze byly rušeny, staré úvozové cesty zůstaly opuštěny, scelily se půdní bloky a započalo se s pěstováním velkých lánů monokultur. Těžká technika vyžadovala dobrou únosnost půdy, a proto se zemědělské pozemky plošně odvodňovaly. Velké specifické tlaky techniky na jednotku plochy půdy byly příčinou jevu zvaného zhutnění

půdy, tzn. kolmatace podorničí. Zhutnělá vrstva porušila postupně možnost proudění vody v půdě ve vertikálním profilu. Začíná převažovat pouze horizontální proudění po nepropustné zhutnělé vrstvě ve směru hydraulického spádu, tj. k toku. To vše se stalo postupně příčinou výrazné migrace některých iontů z půdy do hydrografické sítě, např. NO_3^- nebo Ca^{2+} . V tomto kontextu je nutné chápat eutrofizaci jako zpožděný biologický proces, který měl proběhnout (a proto byl vnosy hnojení k plodinám nastartován) na půdách v povodí, avšak v důsledku selhání základních vodoochranných vazeb v území se plně rozvíjí až ve vodě, kde je naopak naprosto nežádoucí.

Je nutné konstatovat, že takto je postižena drtivá území u nás. Již dávno neplatí, že čistá voda pochází z hor. Naopak. Pochází z nížin, kde je akumulována ve vodních nádržích, složitě upravována na vodu pitnou a transportována do hor. Skutečně nezasazených zdrojů podzemních vod je totiž velmi málo.

Popsaný proces postupného zvyšování trofie neboli úživnosti toku je historickou daností, avšak v podmínkách posledních 50 let dosáhl mimořádného rozmachu. Do toku však postupně vstupují další negativní faktory, obecně zahrnované do velké skupiny bodového znečištění. Zatímco smyv jemných částic obohacených fosforem a přítok aniontů a kationtů ze zemědělského povodí působí jako plošné agens, které je poměrně konstantní v závislosti na zornění, bodové zdroje znamenají náhlou změnu jakosti vody a zpravidla nemají konstantní charakter v čase, tzn., že se vyplavují náhle a nepředvídatelně. Jakost vody v toku se mění někdy tak významně, že nastane úplné zhroucení potravní sítě v toku.

Na jakost vody má zásadní význam i morfologie toku. Původní toky pahoraktinového a nížinného charakteru meandrovaly, a tím se zpomaloval, nebo na některých místech dokonce na chvíli ustával, pohyb vody. V těchto případech se rozvíjela biomasa rostlin, která ovlivňovala podmínky v toku. Rostliny a nárostové organizmy odebíraly živiny z toku, po jejich úhynu se naopak rozkládající zbytky rostlinné hmoty podílely na zvýšení ukazatelů kyslíkového hospodaření, zejména CHSK a BSK. To vše nebylo nijak významné, protože šlo o jev kontinuální. Odkanalizováním potoční sítě vzniklo uniformní prostředí rychlého proudění, kde mají šanci na prosperitu pouze některé nárostové organizmy. Samočistící procesy jsou v takovém reofilním prostředí silně potlačeny. Voda je vizuálně čistá, ale nese si s sebou svůj trofický náboj a okamžitě, jakmile dojde k zpomalení proudění, např. v průtočném rybníce nebo v revitalizovaném úseku toku, dojde k radikálním změnám. Rozpuštěné živiny jsou využity k růstu biomasy rostlin.

V akvatickém prostředí jsou prvními příjemci živin drobnohledné rostlinky, řasy a sinice. Na rozdíl od polních kultur mají krátký vegetační cyklus, který trvá zhruba jeden týden. Po jeho skončení hynou a rozkládají se. K životu potřebují podobně jako suchozemské rostliny zejména dusík, fosfor a uhlík. Na rozdíl od suchozemských rostlin, které získávají uhlík z atmosféry ve formě oxidu uhličitého, získávají řasy a sinice uhlík ze solí kyseliny uhličitě. Masový nárůst této skupiny rostlin, fytoplanktonu, způsobuje vážné poruchy v kyslíkovém hospodaření a zhoršuje parametry biologické i chemické spotřeby kyslíku. Jakost vody se při tom propadá až ke 4. případně 5. stupni a její úprava působí značné technologické obtíže.

Hodnocení velkých průtoků

Předešlá část byla věnována hodnocení normálních (průměrných) průtoků, tzn. na úrovni Q270. Větší průtoky, tzn. od Q30d znamenají z hlediska množství rozpuštěných látek určité nařazení koncentrací, z hlediska množství nerozpuštěných látek naopak zvýšené množství, a to až o několik řádů. Každá povodeň je typická a maximální koncentrace sledované látky se dostávají různě podle jejího průběhu v povodí.

Jestliže koncentrace rozpuštěných látek jsou zpravidla nižší, celkový objem odnosu rozpuštěných látek bývá významný a je srovnatelný s celoroční bilancí stanovenou z normálních průtoků. V následující tabulce je vyjádřeno procentické porovnání odnosů z období většího průtoku z celoročního látkového odnosu na povodí Zvíkovského potoka (6,97 km²) v letech 1983 a 1986.

Tab. 1 Porovnání odnosu látek při průtoku velké vody z celoročního odnosu
(údaje v % celoročního odnosu)

rok	NH ₄	NO ₃	P- PO ₄	P _{celk}	Ca	Mg	LR sušina	LR popel	LNR sušina	LN popel
1983	25,45	3,10	5,18	6,84	4,68	1,37	4,45	3,82	11,41	16,03
1986	33,63	1,63	55,45	11,74	2,28	1,53	2,53	2,29	59,98	74,93

Hodnocení účinků revitalizace na tocích

Od roku 1992, kdy vstoupil v platnost první program péče o akvatické systémy nazvaný Program revitalizace říčních systémů, se vyvíjí mimořádná snaha po nápravě technických zákroků v hydrografické síti. Revitalizovaný tok by se měl přibližovat po stránce morfologické i biologické období, kdy nebyl technicky upraven. Tyto požadavky doprovází představa, že i jakost vody v revitalizovaném toku bude po provedených úpravách taková, jako tomu bylo v minulosti.

Z rozsáhlého sledování 27 revitalizovaných toků u nás vyplývají následující závěry o změnách jakosti vody:

- pH: Po průtoku revitalizovaným úsekem zpravidla narůstá. Je to způsobeno především vlivem povodí (vápnění zemědělských půd přímé a celková zásoba v půdním prostředí, která je postupně vymývána do toku).
- vodivost: Stagnuje nebo výrazně narůstá. Vodivost vyjadřuje iontový náboj vody. Je ovlivněna povodím, ale v některých případech i charakterem toku.
- Alkalita a acidita: Obě hodnoty vyjadřují podíly solí, v nichž je vázán anorganický uhlík. Hodnoty jsou výrazně rozdílné podle jednotlivých povodí, rovněž tak hodnoty uhlíku anorganického, který je prvním důležitým vstupovým faktorem pro posuzování trofie vody. Obecně v průběhu toku narůstají.

Další blok charakteristik představují ukazatelé chemické spotřeby kyslíku.

- CHSK_{Cr}: Jedná se o metodu, při které se dichromanem spálí kolem 95 % přítomných organických látek. Metoda tedy zjišťuje i celulózu, ligniny a jiné

sloučeniny, které se v přírodě rozkládají pouze zvolna a za určitých podmínek (mimo jiné rozhoduje též přítomnost kyslíku v prostředí). Její hodnoty mohou být vysoké jak z přírodních zdrojů (lesní toky, rašelinné toky apod., tak z různých zdrojů znečištění).

- CHSK_{Mn}: Naproti tomu rozklad manganistanovou metodou stanovuje podíl lehce odbouratelných organických látek, tzn. mimo jiné zhruba ten podíl, který slouží bezprostředně jako potrava určitého spektra organismů toku. Vzájemné porovnání obou hodnot vyjadřuje tedy celkový objem organické hmoty a z toho pohotový, lehce odbouratelný podíl.

Pokud nejsou v povodí žádné významné zdroje plošného znečištění, měl by narůstat po provedené revitalizaci podíl lehce odbouratelných částic, protože v toku vznikají nová klidová místa s významným rozvojem rostlin a nárostových organismů, které se průběžně a zejména po skončení vegetační periody rozkládají.

V podstatě zde hovoříme o jevu, který se nazývá samočisticí schopnost toku. Ta se týká výhradně odbourávání organických látek. Hodnotíme-li revitalizované toky oligotrofního charakteru, považujeme za revitalizační přínos nárůst lehce odbouratelné organické hmoty. Hodnotíme-li středně mezotrofní toky, ztrácí tato hodnota z hlediska revitalizace výrazně na významu. Jestliže však máme hodnotit tok s významnou samočisticí schopností, je nutno říci, že neměl být revitalizován do té doby, dokud se nevytvoří technické podmínky pro eliminaci zdroje znečištění u původce.

- Významný je blok tří dalších hodnot, tj. amonného a nitratového dusíku a z toho odvozeného celkového anorganického dusíku. V bilanci neuvažujeme dusík nitritový pro jeho nevýznamné zastoupení a vysokou variabilitu v systému. Dusík je základní živinou pro suchozemské rostliny, v aquatickém systému pak pro řasy, sinice a vyšší vodní rostliny. O tom, jak bude využit v systému však rozhodují další prvky, především fosfor a uhlík. Proto posouzení, zda je v systému dusíku hodně nebo málo bez dalších znalostí nepřináší z pohledu revitalizace patřičný efekt.
- Poměry živin - C/N: Obecně se ve směru toku zužují. To znamená, že buď klesá podíl uhlíku, nebo narůstá podíl dusíku, což je v případě zemědělsky využívaných povodí zřejmě hlavní vysvětlení. Zúžení poměru pod 4 znamená zhoršenou využitelnost dusíku. Avšak jeho trofická potence je vysoká a jakmile se např. povápní část povodí dojde k bouřlivému nárůstu biomasy ve všech nikách toku, které k tomu budou mít vytvořeny podmínky.
- Podobně citlivě charakterizuje úživnost toku poměr N:P. Jakmile poklesne pod 8-10, zhoršuje se využitelnost fosforu. Fosfor je v celém systému nejproblémovějším prvkem, protože nelze nahradit mobilní anorganickou formou (fosforečnanovou). Proto se stanovuje jako celkový. Obsah pohotově přijatelného fosforu z tohoto údaje nelze přesně odhadnout.

Jiná je otázka využitelnosti fosforu v rybníčních nebo jezerních systémech, kde jsou tyto vztahy pečlivě propracovány a jiná v půdním prostředí. Drobné revitalizované toky představují jakýsi přechod mezi těmito dvěma systémy, a proto může v mnoha případech hodnocení trofie toku podle poměrů živin selhat, resp. charakterizuje pouze okamžitý stav, který se může během krátké doby i řádově změnit.

Porovnáváme-li výstupní hodnoty hydrochemických ukazatelů z konce revitalizované trati se vstupy, tedy začátkem revitalizovaného, lze určit efekt revitalizace.

Zcela vyrovnaná zůstává pouze hodnota pH.

Druhý blok hodnot zahrnuje vodivost, anorganický uhlík a chemické spotřeby kyslíku (Mn a Cr). Mění se výrazně a maxima dosahují více než dvojnásobného zvýšení oproti vstupům do systému. Živiny reprezentované anorganickým uhlíkem a fosforem se mění vysoce významně a zvyšují se až 4,5 x oproti vstupu. Samostatným ukazatelem je obsah amonného dusíku, který dosahuje jak v maximu, tak i v minimu skutečně mimořádný rozkyv hodnot.

Uvedeným hodnotám odpovídají i poměry živin. Jednotlivé změny lze dobře vysvětlit (např. rybník nebo mokřad na začátku úseku, přítoky drenážních vod apod.), ale nemohou se stát obecným metodicky spolehlivým ukazatelem vhodnosti provedení revitalizačního zásahu.

Pro zdárný rozvoj organismů v revitalizovaném toku je na prvním místě rozhodující kvalita vody. Ta musí splňovat následující kritéria:

- musí být dodržen, případně zlepšen kyslíkový režim toku,
- ve vodě se nesmí vyskytovat toxické ani jinak škodlivé látky, které by omezovaly normální rozvoj života v toku,
- voda musí být úživná na odpovídajícím stupni vzhledem k požadovanému efektu revitalizace. Ve většině případů to znamená, že by měla být méně úživná než doposud, s větší odbourávací, tj. samočisticí schopností, než voda v upraveném toku,
- voda musí být přístupná slunečnímu záření takovým způsobem, aby mohly probíhat běžné asimilační a disimilační pochody v toku. Souvislý zápoj doprovodné vegetace, jmenovitě vyšších vodních rostlin pobřežního pásma na malých tocích je proto zcela nevhodný.
- Na daný stav kvality vody po provedené revitalizaci reagují vodní živočichové a rostliny rozvojem společenství, které odpovídá určitému trofickému a s tím souvisejícímu saprobnímu stupni.

Mezi základní nezbytné podmínky pro rozvoj oživení toku náleží morfologie dna a zatopené břehové části toku. Vodní organismy reagují na tyto podmínky různě.

- Nejjednodušší organismy, souhrnně označované jako nárostové, prosperují na nejrozličnějších typech povrchů, např. kamenné rovině, betonu, dřevě. Poměrně uspokojivě a v krátké době je pokryjí kompaktním filmem vytvořeným z bakterií, detritu a ostatních organismů. Pokrývají však také dobře i různé plochy, které se do přírodního prostředí vůbec nehodí, např. staré pneumatiky, odpadové PE folie, odpadové dřevo apod.
- Větší vodní organismy, souhrnně označované jako bentické, reagují na jednotlivé typy povrchů různě podle jeho druhu. Nejhuře jsou osidlovány vymývané šterky a písky, poměrně velmi dobře je osídleno kamenité dno s kameny o větších jednotkových plochách ($<100 \text{ cm}^2$) a velmi dobře jsou osídleny jemné hlinitopísčité náplavy na kamenitém dně s vyšším podílem organické hmoty z přírodních rozkladných procesů. Platí, že čím pestřejší je charakter dna, tím více druhů organismů jej v krátké době po ukončené revitalizaci osídlí.

Po průtoku velkých vod se zpravidla dramaticky změní oživení toku. Bentické organismy jsou splaveny. Návrat k původnímu stavu může trvat několik týdnů až měsíců.

V členitém dně s rozdílnou rychlostí proudění vody se na bahnitých a hlinitopísčitých naplaveninách rozvíjejí společenstva vyšších vodních rostlin.

V našich podmínkách jsou vrcholem potravní sítě toku zpravidla ryby a jejich predátoři. Tento vyšší článek potravní sítě ještě dále specifikuje požadavky na morfologii revitalizovaného toku. Vedle odpovídající kvality vody a členitosti dna, které vyžadovaly nižší organizmy, se rozšiřují požadavky o další niky, které využívají ryby jako úkryty před predátory, úkryty před ledochodem nebo průchodem velké vody, jako trdliště apod.

Na ně navazují predátoři, kteří jsou opět specializováni na určité biotopy, tentokrát v celé potoční nebo říční nivě (např. ledňáček vyžaduje vysoké hlinité břehy k hnízdění, vrány mělká proudná místa k lovu, volavky klidové tůně pokud možno bez vlnění vodní hladiny, vydry průchodnost celého toku v délce několika kilometrů a jeho přímou spojitost s jinými prvky hydrografické sítě v území, ve kterém již žijí apod.).

Je nutné říci, že současné revitalizační stavby neřeší komplexně obnovu původních funkcí říčního kontinua v nivě včetně návaznosti na okolní krajinu, ale zaměřují se především na vlastní koryto. Podle některých názorových proudů není dokonce ani nepřítomnost ryb v revitalizovaném toku známkou nedokonalé revitalizace.

- Obecně lze tedy konstatovat, že revitalizovaný tok se přiblíží k obrazu původního biotopu potočního koryta tehdy, jestliže všichni indikátoři různých morfologických podmínek koryta a okolní nivy a chemického složení vody budou ve vzájemné rovnováze a ve stavu odpovídajícímu původnímu toku.

Metodický postup hodnocení revitalizačního efektu u toků

Především je nutné provést sledování jakosti vody na počátečním a koncovém profilu toku ještě před zahájením akce. Jakost vody lze sledovat podle Metodiky (2), tzn. 4-5 x ročně, optimální je přidržet se ČSN 75 7221 a sledovat ji 12 x ročně.

V tab. 2 jsou uvedeny a zhodnoceny vybrané hydrochemické ukazatele z hlediska potřeb vyhodnocení revitalizačního efektu.

Tab. 2 Zhodnocení vhodnosti hydrochemických ukazatelů pro určení účinků revitalizace

ukazatel	hodnocení	poznámky
pH	nevýznamný	jeho sledování má význam pouze u vod na krystaliniku, které budou revitalizovány s využitím vápencových materiálů (kameny, pohozy)
anorganický uhlík	velmi významný	slouží pro konstrukci poměrů živin
rozpuštěný kyslík	významný	jestliže poklesne jeho hodnota pod 4 mg.l ⁻¹ , je nutno eliminovat zdroj znečištění nebo od revitalizace ustoupit
CHSK _{Cr}	středně významný	vyjadřuje podíl veškeré organické hmoty v toku, tedy často přírodní pozadí
CHSK _{Mn}	vysoce významný	vyjadřuje podíl lehce odbouratelné organické hmoty v toku. Jestliže překročí CHSK _{Mn} na počátku toku plánovaného revitalizačního opatření 10 mg.l ⁻¹ a tok není ovlivněn rybníkem, mokřadem, rašeliništěm apod., je nutné eliminovat původ znečištění nebo od revitalizace ustoupit
chloridy	nevýznamné	
sírany	nevýznamné	
amoniak a amonný iont	významné	tvoří součást tzv. anorganického dusíku, který určuje úživnost toku
nitráty	významné	tvoří součást tzv. anorganického dusíku, který určuje úživnost toku
anorganický dusík	velmi významné	slouží pro konstrukci poměrů živin
celkový fosfor	velmi významné	slouží pro konstrukci poměrů živin
fosforečnanový fosfor	nevýznamné	zavádějící pro malou vypovídací schopnost

První hodnocení revitalizačního efektu by mělo proběhnout po roce uvedení stavby do provozu. Toto hodnocení je orientační. Základní posouzení by mělo být provedeno po třech letech od uvedení stavby do provozu. Jestliže budou rozdíly mezi hodnoceními výrazné, znamená to, že projektant věnoval odpovídající pozornost vlastní korytotvorné činnosti toku, což je žádoucí. Jestliže budou rozdíly nepatrné, je možnost vlastní korytotvorné činnosti silně omezena, tzn. že není prostor pro vznik dalších nik v korytě. Pokud se v tomto případě provedená revitalizace významně přiblížila k původnímu přírodnímu pozadí, je vše v pořádku. Pokud je druhové společenství bentosu i po třech letech od uvedení do provozu chudé, nebyl účel revitalizace naplněn a revitalizační efekt je malý.

Změny v kvalitě vody po provedených revitalizacích nelze posuzovat stejně u všech toků. U toku oligosaprobních by mělo při revitalizaci dojít k nárůstu saprobity toku v důsledku tvorby vhodných míst se zvýšenou sedimentací jemných

organominerálních částic, u toků mezosaprobních by naopak v důsledku zpomalení proudění měly být vytvořeny podmínky k odbourávání organické hmoty a k plnému rozvoji samočisticích (odbourávacích) pochodů. Numerické vyjádření nahrazující tento popis neexistuje a s ohledem na složitost dějů v systému potočního kontinua by stejně nepřineslo praktický nástroj k hodnocení revitalizačního efektu, ale pouze model platný pro jeden tok a konkrétní rok.

Vhodným pomocným nástrojem k hodnocení revitalizačního efektu je porovnání množství zastoupených druhů nárostů a makrozoobentosu.

Významným syntetickým ukazatelem o kvalitě provedené revitalizace je zhodnocení rybí obsádky (abundance a biomasa).

Literatura

1. GERGEL, J. VARECHA, L., VÁCHAL, J.: Odnos živin z malých zemědělských povodí jako podklad pro zúrodnování zemědělských půd, *Vědecké práce VÚZZP*, 6-1989, s.43-55.
2. GERGEL, J. et al.: Hlavní zásady pro odběr a vyhodnocení kvality povrchových vod odtékajících ze zemědělsky využívaných povodí. Metodika 12/1994, II. přepracované vydání, VÚMOP Praha, 1994.
3. EHRLICH, P., GERGEL, J., ZUNA, J.: Požadavky pro renaturalizaci dna upravených koryt potoků. In: *Vědecké práce* 10 -1998. Praha, VÚMOP, 15 s.
4. GERGEL, J.: Revitalizace hydrografické sítě – hlavní úkol cílené tvorby krajiny. In: Potřeba krajinotvorných programů po roce 2000, Plzeň, Ekostar 1999, s. 10-16.
5. GERGEL, J., EHRLICH, P.: Možnosti hodnocení účinnosti revitalizace drobných vodních toků. In: Krajinotvorné programy – sborník z konference. Příbram, OkÚ RŽP 1999, s. 55-57
6. GERGEL, J.: Příspěvek k filosofii revitalizace hydrografické sítě. In: Voda v krajině. Brno ČVTHS, 1999, s. 233-238.
7. GERGEL, J., EHRLICH, P.: Voda v krajině po roce 2000 – náměty k zamyšlení. In: Krajina, meliorace a vodní hospodářství na přelomu tisíciletí, Sborník z konference, Dům techniky Brno s.r.o. 1999, s. 91-96.
8. GERGEL, J., EHRLICH, P.: Návrh na posouzení revitalizačních úprav drobných vodních toků, *Vědecké práce VÚMOP*, 11-2000, s.29-34,
9. GERGEL, J., BUREŠ, P., KOLÁŘ, L.: Návrh hodnocení kvality povrchových vod pomocí poměrů živin *Soil and Water* 1-2002, s.17-24.
10. GERGEL, J., PORCALOVÁ, P.: Hydrochemická a biologická odezva na revitalizace v toku, In: Konf. Trvale udržitelný rozvoj české krajiny, ČSKI, Pardubice 2002, s 154 – 161
11. ČSN 75 7221 Kontrola jakosti povrchových vod.