

## **Indikace vysychání toků pomocí vodních bezobratlých a tvorba map toků ohrožených rizikem vyschnutí**

Petr Pařil<sup>1,2</sup>, Světlana Zahradková<sup>1,2</sup>, Michal Straka<sup>4</sup>, Pavla Řezníčková<sup>3</sup>, Lenka Tajmrová<sup>2,4</sup>, Vít Syrovátka<sup>1,2</sup>, Pavel Trembl<sup>1</sup>, Marek Polášek<sup>1,2</sup>, Denisa Němejcová<sup>1</sup>, Libuše Opatřilová<sup>1</sup> a Jiří Kokeš<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v.v.i., pobočka Brno a Praha

<sup>2</sup> Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno

<sup>3</sup> Ústav rybářství a hydrobiologie, Agronomická fakulta MENDELU, Brno

<sup>4</sup> WELL consulting, s.r.o., Brno

### **Abstrakt:**

Příspěvek se zabývá využitím makrozoobentosu při indikaci permanence průtoku na menších tocích (1.-4. řád). Princip vyvíjené metody je založen na použití (i) indikátorových druhů, (ii) jejich vlastností (tzv. „species traits“) a (iii) biotických indexů odlišujících vysychavé a permanentní toky. V rámci projektu budou vytvořeny mapy úseků toků nejvíce ohrožených vyschnutím a to kombinací vybraných GIS vrstev. Mapy budou validovány reálným výskytem sucha v říční síti.

Mění se klima přidává zhruba od počátku 90. let 20. století nesčetné vrásky zodpovědným manažerům v mnoha oblastech hospodářství, to vodní nevyjímaje. Ačkoliv se celkový úhrn ročních srážek v ČR příliš nemění, jejich distribuce se posouvá směrem k oběma extrémům – tj. povodně a sucha (Kyselý a Beranová 2009). Zatímco v minulém desetiletí se výzkum soustředil v reakci na obě velké vody (1997, 2002) především na povodňové jevy, přesouvá se nyní pozornost i na základě sucha v r. 2003 (Řiřicová a kol. 2004) ke druhému extrému, tj. velkému suchu. Jeho dopady totiž mohou být, jak o tom svědčí řada případů ze sušších regionů (např. Středomoří), namnoze ještě rozsáhlejší než u zmiňovaných povodní.

Z pohledu české hydrobiologie byla již v minulosti věnována pozornost poklesu průtoků převážně na větších tocích. V 80. a 90. letech se tak do centra zájmu dostaly návrhy minimálních zůstatkových průtoků, které měly být nepodkročitelným minimem, při kterém ještě nedochází k nevratnému poškození biocenóz. Menší toky však byly z tohoto pohledu do jisté míry opomíjeny, a pokud došlo k jejich úplnému vyschnutí, byla lokalita většinou z hydrobiologických studií vyloučena, protože zásah do společenstva vyvolaný suchem by radikálně zkresloval výsledky. S nastupující extremizací srážkových poměrů a změnami jejich distribuce však výrazně přibývá toků, kde dojde alespoň na několik dnů až týdnů k úplnému vymizení povrchového průtoku. To je událost pro mnohé jeho obyvatele, jak obratlovce (ryby), tak bezobratlé (makrozoobentos), do jisté míry fatální.

Rámcová směrnice o vodách (RSV) přímo nepožaduje sledování toků s povodím menším než 10 km<sup>2</sup> (nejčastěji toky 1. a 2. řádu Strahlera) a proto je dosavadní propracovaný systém sledování stavu drobných vodních toků s tímto odůvodněním i z důvodů finančních restrikcí omezován. Je však nutno vzít v úvahu hydrologická specifika území ČR, kde právě drobné toky tvoří rozhodující podíl celkové délky toků (toky do 4. řádu tvoří okolo 80% délky říční sítě). Jsou také významným krajinným prvkem a mají podstatný vliv na jakost vody v tocích vyšších řádů. Nelze přitom reálně očekávat (znovu)zavedení rozsáhlého monitorovacího programu pro drobné toky, který by mohl podchycovat reálný stav jejich průtoků.

Výše uvedená situace nás proto vedla k myšlence vytvořit metodu, která by umožňovala na základě analýzy složení společenstva bezobratlých identifikovat úseky toků, na kterých došlo v nedávné době (v poslední či několika málo minulých sezónách)

k vyschnutí. Základní ideou této retrospektivní metody je existence časově omezeného „otisku suché epizody“, která je na společenstvu bezobratlých detekovatelná s časovým odstupem. Odběry vzorků makrozoobentosu pro potřeby monitoringu tekoucích vod probíhají dle národní metodiky (Kokeš a kol. 2006) v jarní a podzimní sezóně, tedy v období mimo letní průtoková minima. Pomocí vyvíjené metody by bylo možné odhalit výskyt vyschnutí zpětně na vzorcích odebraných tradičně v období běžných průtoků. Suché epizody jsou totiž časově omezené (dny až měsíce) a z hlediska období výskytu během sezóny značně proměnlivé, takže zjišťovat je náhodnou návštěvou lokality není možné. Osadit všechna povodí menších toků hydrologickými stanicemi je nereálné, a navíc bývá vysychavý úsek prostorově omezen jen na několik kilometrů toku, takže odhalit tu nejproblematictější část není snadné.

Metodicky lze k takovéto indikaci sucha pomocí makrozoobentosu přistoupit z několika úhlů pohledu. Prvním z nich je využití indikátorových druhů (Mazzacano 2009) a to jak pozitivních (vyskytují se často na vysychavých lokalitách), tak negativních (vyskytují se pouze na lokalitách s permanentním průtokem). Druhý přístup již nesleduje přímo druhové složení makrozoobentosu, ale porovnává zastoupení různých vlastností ve společenstvu (anglicky „species traits“), které jsou pro překonání suché epizody výhodné, či naopak nevýhodné (Bonada a kol. 2007). Z jejich vzájemného poměru pak odvozuje pravděpodobnost zasažení úseku toku vyschnutím. Třetí metodou je výpočet různých jednoduchých či složených indexů (multimetrik), které s určitou pravděpodobností indikují epizodu vyschnutí (Rose a kol. 2008). Je přitom možné využít jak stávající zavedené metriky, tak postupně vyvíjet i indexy přímo zaměřené na indikaci vysychání.

K výhodám modelového společenstva patří fakt, že vodní bezobratlí jsou hojně zastoupeni, na rozdíl např. od ryb, na všech typech tekoucích vod. V ČR také existuje na podnicích Povodí dobře vyškolená základna hydrobiologů, schopná jejich přesné determinace. Také vhodná délka generační doby bezobratlých (řádově několik měsíců až několik let dle skupiny), umožňuje zachytit ovlivnění suchem i s delším časovým odstupem (na rozdíl např. od jiné složky sledované dle RSV – fytoobentosu, který reaguje na změny podmínek velmi rychle).

Zvolený přístup má však i některá omezení, která vyplývají z možného překrytí vlivu sucha různými přirozenými či antropogenními faktory. Z vlivů souvisejících s činností člověka je třeba zmínit eutrofizaci, organické či toxické znečištění, změny hydrologického a teplotního režimu (zejména vliv nádrží), morfologickou degradaci toku, způsoby využití krajiny a další. Tyto dopady mohou částečně nebo úplně (např. silné znečištění) vliv vyschnutí na bezobratlé zastíňovat a proto je zapotřebí na ně při hodnocení brát zřetel. Dalším podstatným faktem je přítomnost míst, kde mohou bezobratlí nepříznivé podmínky přežívat (tzv. refugia) a migrační prostupnost toku. Oba faktory totiž výrazně usnadňují následnou rekolonizaci vysychavého úseku po skončení suché periody. Znovuosídlení toku po obnovení průtoku má navíc značně nelineární průběh a je lokálně specifické, takže velmi podstatná je nejen konkrétní situace na dané lokalitě ale i to, ve které fázi průběhu rekolonizace vzorkujeme.

Další ambicí našeho projektu je kromě samotné indikace předchozího vyschnutí toku, také určitá kvantifikace suché periody (délka jejího trvání, intenzita a rozsah vyschnutí). S tím souvisí i otázka s jakým časovým odstupem je možné ještě ve společenstvu zaznamenat předchozí období sucha. Vzhledem ke značné časoprostorové proměnlivosti vysychání je zřejmé, že existuje řada přechodných typů toků, kde se rozsah i délka sucha liší v každé sezóně a přesné odlišení jednotlivých situací nemůže být vždy stoprocentně spolehlivé.

Všechny výše uvedené teoretické předpoklady v současnosti ověřujeme porovnáváním reálných dat o bezobratlých z vysychavých i nevysychavých toků. Data pochází z předchozích projektů monitoringu říční sítě (databáze ARROW, SALAMANDER), i z aktuálního

vzorkování na párech lokalit (vysychavá/nevysychavá) situovaných v suchem nejohroženějších oblastech. Studované toky byly přitom vybrány tak, aby byl vliv různých antropogenních faktorů co nejmenší. V praxi to znamená, že ze souboru více než 150 tipů na vysychavé úseky, získaného z databází i průzkumem mezi odbornou i laickou veřejností, musela být značná část lokalit z různých důvodů vyřazena. Kromě základního vymezení sledovaného souboru lokalit rozsahem nadmořských výšek (do 500 m n.m.), řádem toku (do 4. řádu Strahlera) byly vyřazovány i toky morfologicky významně poškozené, silně ovlivněné nádržemi nebo s intenzivně využívaným povodím. V prvním roce projektu tak bylo sledováno 16 potenciálně vhodných párů lokalit, z nichž však vyschla pouze část.

Dalším, neméně důležitým cílem projektu je i tvorba mapy oblastí s největším rizikem vysychání toků. Na rozdíl od informací zveřejňovaných na webu Českého hydrometeorologického ústavu, kde je vymezena hranice hydrologického sucha určitým stavem vody, je náš projekt zaměřen na úplné vymizení povrchového průtoku z koryta. Přestože již existují velmi dobře zpracované mapové vrstvy odvozuující z dlouhodobých dat oblasti nejvíce ohrožené rizikem sucha, jsou tyto podklady nejčastěji vztaženy k suchu zemědělskému, hydrologickému, zásobám podpovrchové vody apod. Přímo riziko vysychání koryt menších toků však neřeší, přestože tento stresor zásadně ovlivňuje biotu toků, okolní krajinu i hospodářské využití vodního zdroje. Oblasti ohrožené např. zemědělským suchem přitom nemusí být zcela totožné s oblastmi, kde dochází k vymizení povrchového průtoku. U toků může hrát významnější roli např. hydromorfologie koryta, spádové poměry, typ substrátu dna nebo geologické podloží (např. v krasových oblastech).

Predikce rizika vyschnutí toků tak vychází z kombinace relevantních vrstev abiotických parametrů, které slouží jako východisko pro vytváření map vyjadřujících pravděpodobnost vzniku tohoto negativního jevu. Výsledná mapa je pak porovnávána nejen s reálným výskytem vyschnutí (historicky zaznamenaným v databázích), ale i s následnou změnou společenstva makrozoobentosu na konkrétních lokalitách. Jelikož vycházíme z delších časových řad sledování, je možné analyzovat, zda se vyschnutí odvozené kombinací prediktorů promítá do stavu společenstva bezobratlých i s delším časovým odstupem po odeznění suché epizody. Vytvářená mapová vrstva je přitom zpracovávána ve dvou úrovních rozlišení, jednak v hrubším měřítku 1:500 000 (plošné vymezení oblastí rizika vyschnutí), ale i v detailnějším měřítku 1:200 000, které řeší liniové vymezení úseků ohrožených rizikem vyschnutí.

Spolehlivost predikce vyschnutí je ověřována i v reálném čase na modelových lokalitách, kde byly instalovány systémy dataloggerů zaznamenávajících výšku hladiny. Z těchto měřidel získáme poměrně přesnou informaci o délce suché periody v konkrétním úseku, takže je možné odvozovat při jaké kombinaci vstupních parametrů modelu (např. teplota, úhrn srážek, evapotranspirace, indexy sucha atd.) dojde k úplnému či částečnému vyschnutí toku. Velký význam mají data o délce a rozsahu vyschnutí i pro kalibraci intenzity změn, které se následně projeví ve společenstvu bezobratlých. Z naměřených údajů lze zjistit, zda došlo pouze k přerušení kontinuity toku v mělčích úsecích, zatímco zbytkové tůně fungovaly jako refugia bezobratlých, či zda voda vymizela z povrchu koryta úplně.

Představený projekt je podporován Technologickou agenturou ČR (TA02020395), a proto je jeho cílem přenést získané poznatky do praktické aplikace. Svoje uplatnění by oba hlavní výstupy (mapy a metodika) měly najít například při tvorbě plánů povodí (v rámci plnění požadavků Rámcové směrnice o vodách), v územně-plánovací praxi i při hodnocení různých záměrů v širším kontextu lokálních povodí. Pokud z podkladových map rizika vysychání vyplýne zvýšená míra ohrožení povodí a následné vzorkování makrozoobentosu potvrdí podstatný vliv tohoto stresoru, měla by plánovaná opatření jako jednu z priorit sledovat omezení rizika vysychání. Podrobnější informace k prezentovanému projektu lze získat na webových stránkách [www.sucho.eu](http://www.sucho.eu).

## **Literatura:**

- Bonada N., Rieradevall M. & Prat N., 2007. Macroinvertebrate community structure and biological traits related to flow permanence in Mediterranean river network. *Hydrobiologia* 589: 91-106.
- Kokeš J., Zahradková S., Němejcová D., Hodovský J., Jarkovský J. & Soldán T., 2006. The PERLA system in the Czech Republic: A multivariate approach to assess ecological status of running waters. *Hydrobiologia* 566: 343-354.
- Kyselý J. & Beranová R., 2009. Climate-change effects on extreme precipitation in central Europe: uncertainties of scenarios based on regional climate models. *Theor. Appl. Climatol.* 95: 361-374.
- Mazzacano C., 2009. Using Aquatic Macroinvertebrates as Indicators of Stream Flow Duration. The Xerces Society for Invertebrate Conservation, Oregon USA. 33 s.
- Rose P., Metzeling L. & Catzirikis S., 2008. Can macroinvertebrate rapid bioassessment methods be used to assess river health during drought in south eastern Australian streams? *Freshwater Biology* 53(12): 2626-2638.
- Řiřicová P., Daňhelka J., Návořová H. & Kourková H., 2004. Sucho v českých povodích v roce 2003. *Vodní hospodářství* 2: 25-29.