VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

VTEI/2018/4

10/ Dynamika vyplavování pesticidních látek v povodí Čechtického potoka
24/ Změny v chemismu a biologii mezotrofní nádrže po mimořádném snížení hladiny
32/ Rozhovor s hydrobioložkou RNDr. Zdeňkou Žákovou, CSc.

PŘEČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNA DLOUHÉ STRÁNĚ

Od roku 2005 patří přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně mezi sedm divů České republiky. Najdeme ji na Moravě u obce Loučná nad Desnou v okrese Šumperk. Výstavba elektrárny byla zahájena v roce 1976 a byla pojmenována po hoře, do které byla vsazena její nádrž. Ta tvoří horní část elektrárny. O 1,5 km dál byla zbudována její spodní nádrž, která je položena o 510 m níže. Na začátku osmdesátých let minulého století byla vládou uvedena do útlumového režimu. Po renovaci v roce 1985 bylo rozhodnuto o jejím dokončení, které se povedlo v roce 1996, tedy 20 let po zahájení výstavby. Jedná se o podzemní dílo, tzn. kromě dvou nádrží je vše schováno pod zemským povrchem.

Elektrárna se pyšní hned několika význačnostmi: její výkon je největší v České republice (650 MW) a jedná se o elektrárnu s největším spádem v Evropě (510,7 m), a to není její jediné prvenství v Evropě, má také největší reverzní vodní turbínu (325 MW). Tyto reverzní turbíny má elektrárna dvě.

Vodní dílo splňuje několik funkcí. Přes den vyrábí elektrickou energii tím, že přečerpává vodu z horní do spodní nádrže. V noci, kdy je dostatek energie, se voda čerpá ze spodní do horní nádrže. Avšak nové požadavky současné doby stále častěji vedou k „čerpání a pouštění vody nahoru/dolů" například i několikrát během dne. Regulace přečerpávání také slouží ke stálosti napětí v síti. Při provozu elektrárny hladiny nádrží klesají nebo stoupají až o 20 m.

Během léta bude elektrárna mimo provoz. Proběhne výměna starého oběžného kola za nové a mnoho dalších drobnějších oprav. V objektu elektrárny se kromě správní budovy a dalších technických budov nachází čistírna odpadních vod a úpravna vody.

zdroj: http://virtualniprohlidky.cez.cz/cez-dlouhe-strane/

Obsah

3 Úvod

4 Stanovení velmi nízkých objemových aktivit tritia pro potřeby využití tritia jako stopovače
Diana Marešová, Eduard Hanslík, Eva Juranová, Barbora Sedlářová

10 Dynamika vyplavování pesticidních látek v povodí Čechtického potoka
Jakub Dobiáš, Milan Koželuh, Antonín Zajíček, Petr Fučík, Marek Liška

17 Predikce průtoků modelem SWAT na příkladu povodí vodního díla Olešná
Petr Krpec

24 Změny v chemismu a biologii mezotrofní nádrže po mimořádném snížení hladiny
Rodan Geriš, Dušan Kosour

31 Autoři

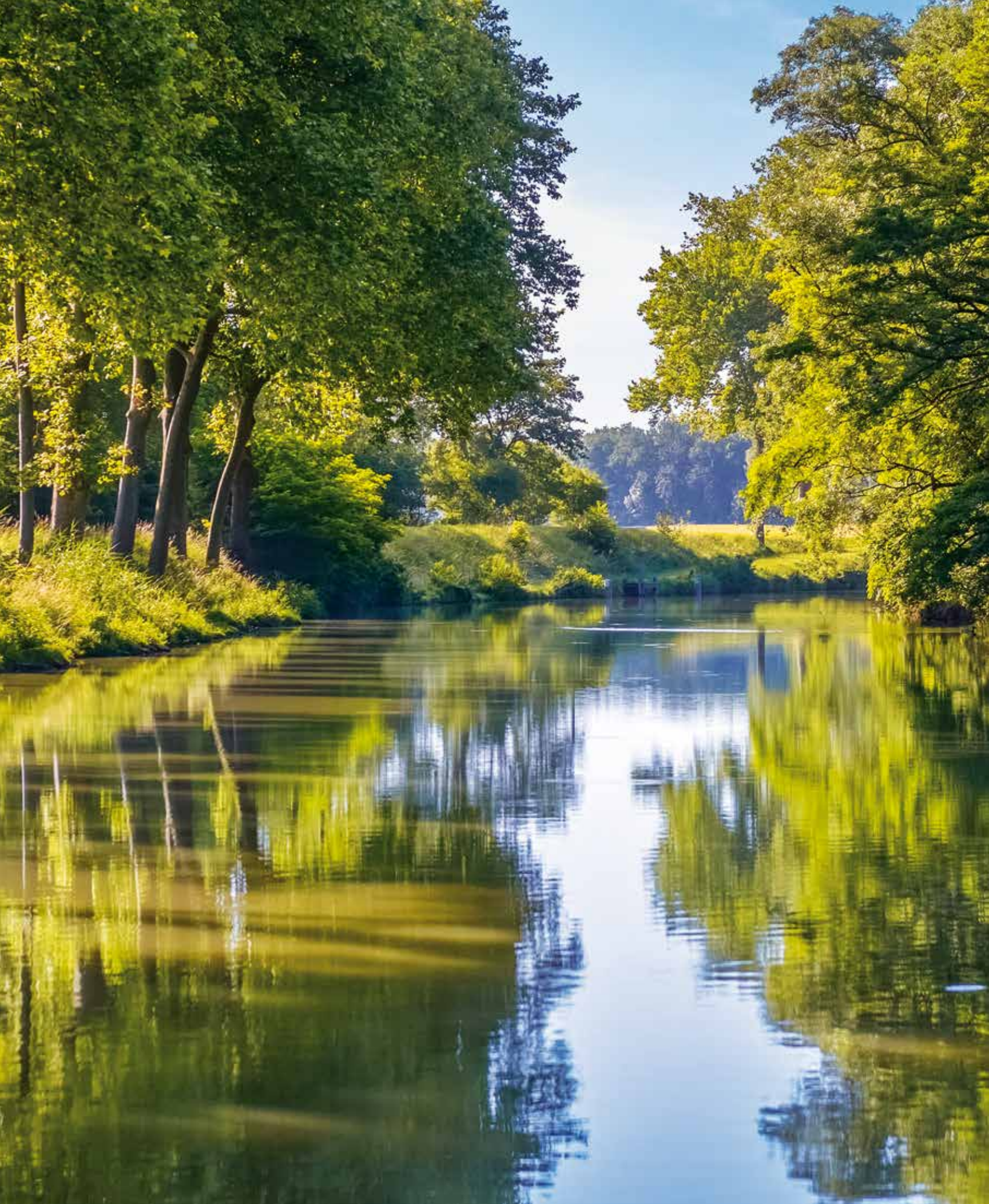
32 Rozhovor s hydrobioložkou RNDr. Zdeňkou Žákovou, CSc.
Redakce

36 Významné nepříznivé vlivy opatření na užívání silně ovlivněných vodních útvarů: zkušenosti a příklady ze zahraničí
Pavel Kožený

44 Světový den migrace ryb aneb kam putují ryby?
Tereza Barteková, Jiří Musil, Zdeněk Vogl, Pavel Vrána, Alois Kaplan

46 XXV. konference Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství
Eduard Hanslík

48 Zápis z jednání Valné hromady ČVTVHS, z. s.
Václav Bečvář



Vážení čtenáři,

jsem rád, že jste si v tomto prázdninovém období našli čas otevřít VTEI, a i o dovolené se do něj začíst. Doufám, že informace o vodě Vám v parném létě přinesou tolik potřebné osvěžení.

Toto číslo je svým způsobem přelomové, neboť je určeno jen pro odběratele, kteří potvrdili svůj zájem nadále dostávat naše periodikum. Pro Vás, naše věrné čtenáře, mám dobrou zprávu. Po téměř 60 letech, po které náš časopis vychází, jsme si museli používání názvu *VTEI – Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* pojistit a právě nyní jsme získali od Úřadu na ochranu průmyslového vlastnictví osvědčení o jeho zápisu do rejstříku ochranných známek. Můžeme tak opět začít pracovat na zvýšení jeho prestiže s cílem stát se časopisem, který je schopen oslovovat nejen odbornou veřejnost, ale který umí zaujmout i laickou veřejnost. Změny, které jsou pro realizaci této mety potřebné, se však budou konat především v zázemí redakce a odborných skupin a neměly by tak ovlivnit podobu časopisu, na kterou jste zvyklí, a pokud ano, tak jen pozitivním směrem. Plánování budoucnosti by však měla předcházet analýza minulosti, a proto chceme digitalizovat všechny výtisky VTEI, které máme ve svém archivu k dispozici a jež nám neodnesly povodně. Srovnávání dnešního způsobu práce s metodami používanými před půl stoletím bude pro nás všechny zcela jistě atraktivní.

Časopis VTEI je periodikum, které po mnoho desítek let úspěšně prokazovalo, že jeho zaměření především na užší okruh vysoce specializovaných odborníků ve vodním hospodářství je v naší republice potřeba. Je tedy určeno především Vám a Vy máte možnost jeho podobu ovlivnit tak, aby Vám co nejvíce vyhovovala. Pokud byste měli zájem nás v naší činnosti podpořit, a to ať již publikováním vlastních článků, doporučením osobností, se kterými byste si rádi přečetli rozhovor, nebo i nápady na obsah časopisu, tak budete více než vítáni.

Přeji krásné prožití zbytku léta.

Ing. Tomáš Urban
ředitel VÚV TGM, v. v. i.

Stanovení velmi nízkých objemových aktivit tritia pro potřeby využití tritia jako stopovače

DIANA MAREŠOVÁ, EDUARD HANSLÍK, EVA JURANOVÁ, BARBORA SEDLÁŘOVÁ

Klíčová slova: tritium — srážky — povrchová voda — LSC — elektrolytické nabohacení

SOUHRN

V současnosti jsou hlavními zdroji tritia v životním prostředí přetrvávající dopady atmosférických testů jaderných zbraní v minulém století, tritium vypouštěné jadernými zařízeními a jeho přirozená produkce v atmosféře. Díky jeho všeobecné přítomnosti a příznivým vlastnostem je tritium ve formě HTO využíváno jako stopovač v podzemních a povrchových vodách. Od ukončení atmosférických jaderných testů obsah tritia ve srážkách klesá a postupně se blíží přirozeným koncentracím pod 1 Bq/l. V této souvislosti je třeba citlivé metody stanovení. Článek popisuje vývoj objemové aktivity tritia v povodí Labe v lokalitách bez přímého vlivu antropogenních emisí tritia v období 2001–2017. Vyhodnocené úrovně jsou výchozím podkladem pro využití tritia jako stopovače, např. v oblasti hydrogeologického modelování.

ÚVOD

Tritium (^{3}H) je radioaktivní izotop vodíku s poločasem přeměny 12,32 r, resp. 4 500 ± 8 d [1], který se přirozeně vyskytuje v množství 1 atom na 10^{18} atomů vodíku. Tritium přirozeně vzniká jadernými reakcemi vyvolanými kosmickým zářením v horních vrstvách atmosféry, patří mezi tzv. kosmogenní radionuklidy [2]. Roční kosmogenní produkce tritia je odhadována na 72 PBq/r ($72{\cdot}10^{15}$ Bq), což odpovídá přirozenému konstantnímu výskytu tritia v atmosféře přibližně 1 275 PBq [3]. Přirozená úroveň tritia ve srážkách v oblasti střední Evropy je odhadována na 5 TU [4]. Tritiové jednotky (TU) jsou odvozeny z přirozené koncentrace tritia. Pro převod hodnot uvedených v TU platí vztah 1 TU = 0,11919 ± 0,00021 Bq/kg [5]; 5 TU je tedy přibližně 0,6 Bq/l. Hanslík [6] na základě dřívějších odhadů uvádí pro přirozenou úroveň tritia ve srážkách hodnotu 0,38 Bq/l.

Uměle je produkováno tritium zejména v důsledku využívání jaderné energie ať už pro mírové, nebo vojenské účely. V jaderném reaktoru vzniká tritium při štěpných procesech (ternární štěpení) a aktivačních procesech v konstrukčních materiálech, chladivu a moderátoru. Doposud největším zdrojem tritia v atmosféře, který je stále měřitelný, však byly testy jaderných zbraní v padesátých a šedesátých letech minulého století. Množství tritia uvolněného v průběhu testů do atmosféry se odhaduje na 186 EBq ($186{\cdot}10^{18}$ Bq) [3]. Většina testů probíhala na severní polokouli. Jen asi 5 % uvolněného tritia se vlivem stratosférické cirkulace dostalo na jižní polokouli [7]. Objemová aktivita tritia ve srážkách v době kulminace atmosférických testů byla na severní polokouli přibližně 600 Bq/l [4]. Od zákazu atmosférických jaderných testů v roce 1963 dochází k postupnému poklesu globální úrovně tritia v životním prostředí. Z uváděných dat [3] můžeme odhadnout příspěvek tritia z jaderných testů v globálním inventáři pro rok 2016 na 9,6 EBq, po roce 2050 bude příspěvek srovnatelný s množstvím tritia přirozeného původu (1,3 EBq). Ve srovnání s atmosférickými testy jaderných zbraní jsou ostatní antropogenní zdroje tritia v globálním měřítku minoritní a mají spíše lokální význam [8]. Například UNSCEAR uvádí roční celosvětovou výpust tritia do ovzduší v devadesátých letech na úrovni jednotek PTBq (10^{15} Bq) a celosvětovou roční výpust do vodotečí na úrovni 10 PTBq [3].

Tritium přirozeného původu i původem z jaderných testů se v atmosféře vyskytuje dominantně ve formě HTO. K zemskému povrchu se dostává nejvíce během jara a léta. Je to způsobeno jarním zeslabením tropopauzy, kdy dochází k průniku stratosférického vzduchu do troposféry. Tomu odpovídá i cyklický průběh koncentrací tritia ve srážkách. Na severní polokouli se jedná o zvýšené hodnoty v období jaro–léto a nejnižší v zimě [9].

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem je tritium v chemické formě HTO využíváno jako stopovač pro podzemní a povrchové vody. Například pro modelování transportu polutantů v toku pod jadernou elektrárnou [10, 11], v podzemních vodách [12, 13], také se používá k určování stáří a původu podzemních vod. Pro všechny tyto účely je základním předpokladem přesné stanovení nízkých objemových aktivit tritia.

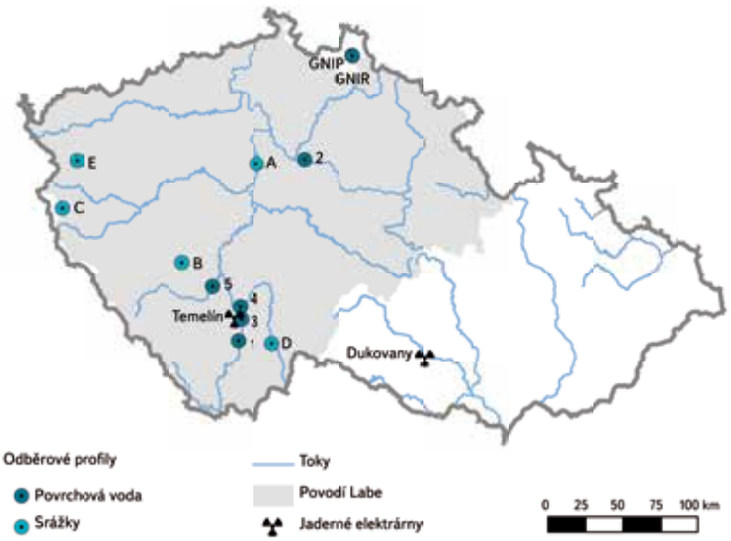
Objemová aktivita tritia ve srážkách je závislá především na zeměpisné šířce a vzdálenosti lokality od oceánu. Současná úroveň aktivity tritia ve srážkových vodách ve středním zeměpisném pásmu severní polokoule v kontinentálních podmínkách je přibližně 1 Bq/l. V podzemních vodách jsou ojediněle zjišťovány vyšší koncentrace až několik Bq/l původem ze srážek v období jaderných testů. Na jižní polokouli je to z důvodu omezené výměny vzduchu přes rovníkové pásmo v době vrcholících testů jaderných zbraní méně, přibližně 0,1–0,5 Bq/l [14].

Pro Českou republiku nebylo publikováno mnoho souhrnných údajů o objemových aktivitách tritia v životním prostředí, které by byly využitelné pro výše uvedené modely. Existuje celosvětová síť, která zveřejňuje údaje o izotopech včetně tritia ve srážkách a povrchových vodách (Global Network of Isotopes in Precipitation and Rivers, GNIP, resp. GNIR) [15, 16], kterou zajišťuje Mezinárodní atomová agentura se sídlem ve Vídni. Do této sítě přispěla údaji z České republiky pouze jedna stanice srážkových a povrchových vod (stanice Uhlířská v Jizerských horách), a to za období 2006–2010, resp. 2006–2012. Údaje o objemové aktivitě tritia ve srážkách a povrchových vodách na území České republiky v lokalitách přímo neovlivněných provozem jaderných elektráren v předešlém období publikovali například autoři viz [6, 17–19].

Tento příspěvek se zaměřil na vývoj aktivit tritia ve srážkách a povrchových vodách bez přímého vlivu jaderných zařízení v Čechách, resp. v povodí Vltavy a Labe. Hlavním cílem bylo vyhodnotit aktuální úroveň aktivity tohoto radionuklidu. Stanovení tritia bylo prováděno podle ČSN EN 9698 [20], od roku 2010 byly vzorky předupravovány elektrolytickým nabohacením.

Tabulka 1. Základní charakteristika odběrových míst
Table 1. Characteristics of sampling sites

Povrchová voda		Dlouhodobý průměrný průtok ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Počet vzorků za rok
1	Vltava-Hluboká	27,6	12
2	Labe-Lysá	74,1	12
3	Vltava-Hněvkovice	30,6	4
4	Lužnice-Koloděje	24,1	4
5	Otava-Topělec	23,3	4
Srážky		**Období sledování**	
A	Praha-Podbaba	2001–2017	12
B	Kocelovice	2006–2017	12
C	Přimda	2001–2005	12
D	Lužnice	2001–2012	12
E	Závišín	2001–2005	12



Obr. 1. Mapa odběrových míst vzorků v povodí Vltavy a Labe
Fig. 1. Map of sampling sites

METODIKA

Vzorky srážek byly odebírány jedenkrát měsíčně (směsný měsíční vzorek) v lokalitách Praha-Podbaba, Kocelovice, Přimda, Lužnice nad Lužnicí, Závišín, podrobnosti jsou uvedeny v *tabulce 1*. Vzorky povrchových vod byly odebírány jedenkrát měsíčně v profilech Vltava-Hluboká a Labe-Lysá a čtvrtletně v profilech Vltava-Hněvkovice, Lužnice-Koloděje a Otava-Topělec v období 2002–2017 (*tabulka 1*, *obr. 1*).

Tritium bylo stanoveno podle ČSN EN 9698 [20]. Vzorky byly předupraveny destilací a měřeny v přístroji Quantulus 1 220, od roku 2010 byly vzorky nejprve elektrolyticky nabohaceny (výchozí objem vzorku 0,5 l). Měřena byla směs 8 ml vzorku a 12 ml scintilačního koktejlu Ultima Gold LLT. K omezení chemiluminiscence byl vzorek před měřením uchováván 12 hodin v temnu. Doba měření byla 800 minut, v případě nabohacených vzorků 300 minut. Ke kalibraci byl použit certifikovaný referenční materiál od ČMI. Jako slepý vzorek byla použita artézská voda z dlouhodobě sledovaného zdroje s aktivitou menší než 0,07 Bq/l. Nejistota měření a nejmenší detekovatelná aktivita (c_{ND}) na hladině významnosti 95 % byla vyjádřena podle ČSN 75 7600 [21]. U vzorků bez elektrolytického nabohacení byla c_{ND} cca 1 Bq/l, pro vzorky nabohacené 0,07 Bq/l.

Hodnoty menší než c_{ND} byly do dalšího zpracování zahrnuty na úrovni c_{ND}. Průměrné hodnoty tritia ve srážkách byly vážené množstvím srážek na konkrétní stanici.

Pro popis poklesu objemových aktivit tritia byla použita rovnice prvního řádu:

$$lnc_j = -\lambda_{ef} \cdot t + lnc_0 \qquad (1)$$

kde c_j je roční průměrná objemová aktivita tritia v povrchové vodě nebo srážkách v roce j (Bq/l),
λ_{ef} efektivní (pozorovaná) konstanta ubývání (1/r),
t doba sledování.

Statistická významnost závislosti byla ověřena pomocí Pearsonova koeficientu. S použitím efektivní konstanty byl vypočten pozorovaný poločas poklesu aktivity T_{ef} (r) [22]:

$$T_{ef} = ln2 / \lambda_{ef} \qquad (2)$$

Pro zjištění sezonních změn tritia ve srážkách byly vypočteny průměrné hodnoty vážené množstvím srážek pro jednotlivá roční období. Pro výpočet byly jako jaro vzaty měsíce březen–květen, léto červen–srpen, podzim září–listopad a zima měsíce prosinec až únor [23].

VÝSLEDKY A DISKUSE

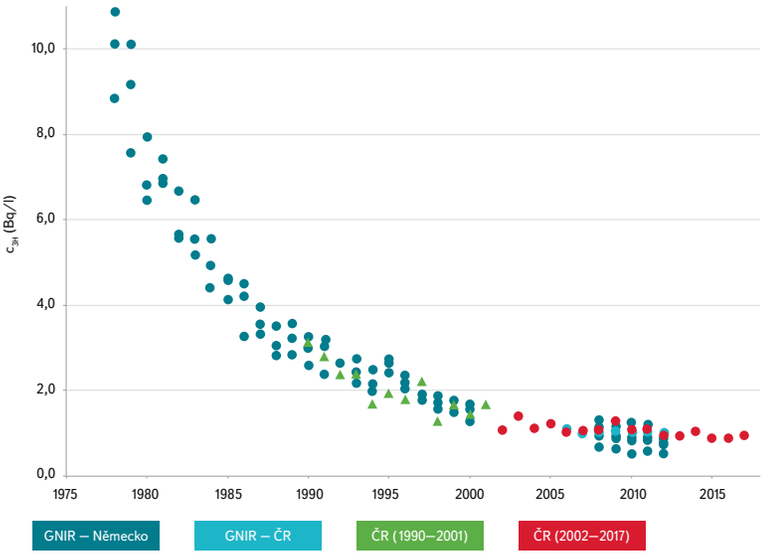
Vývoj objemové aktivity tritia v povrchové vodě vyhodnocené jako průměr z profilů neovlivněných přímými výpustmi jaderného zařízení je zachycen na *obr. 2*. Na obrázku jsou data porovnána s výsledky pro české území publikovanými dříve a dále s profily uvedenými v databázi GNIR. Jednak byly použity profily v Německu, které svojí geografickou polohou a klimatickými podmínkami odpovídají našim podmínkám, a dále výsledky z jediné české stanice zapojené v GNIR.

Vyhodnocené roční průměrné objemové aktivity v povrchové vodě v hodnoceném území byly v období 2002–2017 v rozmezí 0,87–1,43 Bq/l.

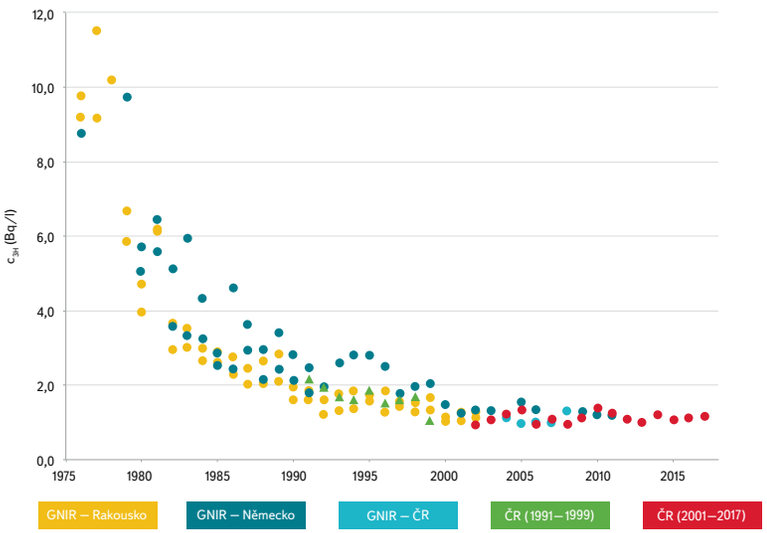
Vývoj vážených ročních průměrných objemových aktivit tritia ve srážkách v české části povodí Labe je uveden na *obr. 3*. V grafu je uvedeno i srovnání s výsledky publikovanými dříve pro české území a s daty uvedenými v GNIP. Vyhodnocené vážené roční průměrné aktivity v hodnoceném období 2001–2017 byly v rozmezí 0,94–1,38 Bq/l.

Pozorované roční průměrné objemové aktivity tritia ve srážkách a povrchové vodě jsou přibližně 1 Bq/l a jsou srovnatelné s výsledky uváděnými v databázích GNIR a GNIP pro stanice ve srovnatelných geografických podmínkách (severní polokoule, střední zeměpisná šířka, kontinentální charakter). Tyto aktivity jsou stále vyšší, než je úroveň tritia odpovídající přirozenému pozadí tritia a než aktivity pozorované na jižní polokouli, kde se úroveň tritia dostala přibližně na úroveň charakteristickou pro období před jadernými testy [7, 14, 24].

S použitím rovnice (1) byl hodnocen trend poklesu ročních průměrných objemových aktivit tritia v povrchových vodách i srážkách. V případě povrchových vod byl pro období 2001–2017 nalezen statisticky významný trend poklesu, ovšem s poločasem vypočteným podle rovnice (2) 28,3 ± 9,0 let, což je hodnota

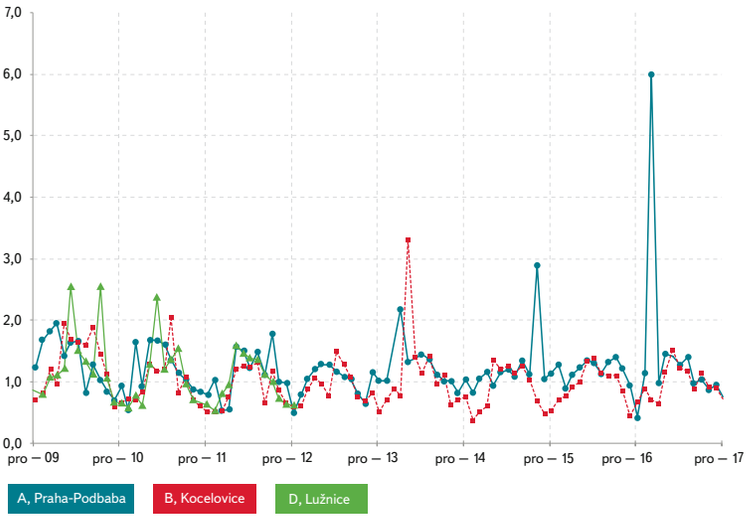


Obr. 2. Vývoj objemových aktivit tritia v povrchových vodách na území povodí Labe ve srovnání s dříve publikovanými výsledky pro ČR a s daty uvedenými v GNIR (Německo, ČR)
Fig. 2. Comparison of tritium concentrations in surface water in Elbe River Basin with data from GNIR and previously published data for the Czech Republic



Obr. 3. Vývoj objemových aktivit tritia ve srážkách na území povodí Labe ve srovnání s dříve publikovanými výsledky pro ČR a s daty uvedenými v GNIP (Německo, Rakousko, ČR)
Fig. 3. Comparison of tritium concentrations in precipitation in Elbe River Basin with data from GNIP and previously published data for the Czech Republic

významně vyšší, než je poločas přeměny tritia 12,32 let [1]. Důvodem mohou být současné zdroje tritia: a) antropogenní, zejména jaderné elektrárny v ČR a v zahraničí (ze kterých se k nám dostává atmosférickým přenosem), b) přirozená produkce tohoto radionuklidu. Korekce pro výpočet poločasu poklesu aktivity (odpovídající hodnotě objemové aktivity pro stabilní přísun tritia z těchto zdrojů) byla odhadnuta na základě publikovaných údajů. Podle autorů publikace [5] činila tato hodnota 0,48 Bq/l (0,38 Bq/l odhadovaná aktivita odpovídající přirozené produkci a 0,1 Bq/l aktivita odpovídající přenosu tritia z jaderných elektráren), podle údajů z publikace [4] byla použita hodnota 0,6 Bq/l (autoři uvádí pro odhad odpovídající pouze přirozené produkci). Vypočtené hodnoty efektivních poločasů poklesu aktivity pak byly 15,9 ± 4,8 let podle [6] a 12,7 ± 3,7 let podle [4], jak je uvedeno v *tabulce 2*. S přihlédnutím k nejistotám vypočtených poločasů jde v obou případech o hodnoty odpovídající přibližně poločasu přeměny tritia. Pro území České



Obr. 4. Vývoj objemové aktivity tritia ve srážkách na vybraných profilech v období 2010–2017
Fig. 4. Tritium concentrations in precipitation from selected monitoring sites in the period 2010–2017

republiky se jeví jako přesnější odhad vycházející z rovnovážné hodnoty objemové aktivity 0,6 Bq/l, jelikož je zatížen menší nejistotou. Z výpočtu vyplývá, že příspěvek jaderných elektráren na našem území je velmi malý a v rámci nejistot jej můžeme zanedbat. V budoucnu ovšem s rozvíjející se světovou jadernou energetikou a dalším poklesem „bombového" tritia může jeho význam narůst.

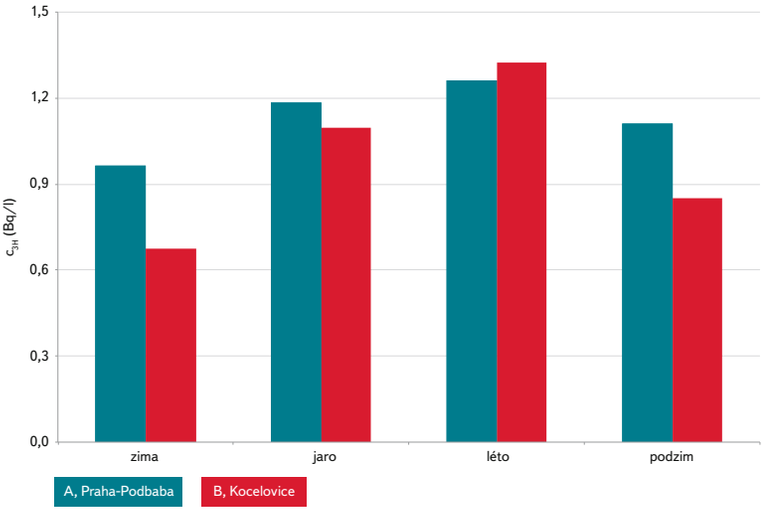
Obdobně byl analyzován trend poklesu objemových aktivit tritia ve srážkách. V období po roce 2002 nebyl pozorován statisticky významný trend poklesu objemových aktivit tritia ve srážkách ani při analýze korigovaných hodnot jak postupem podle [6], tak i [4], který byl pozorován v předchozích obdobích (*obr. 2* a *3*), v České republice ještě v devadesátých letech [6].

Dále byla hodnocena sezonní variabilita tritia ve srážkách v období 2010–2017, kdy byly vzorky ze stanic Praha-Podbaba, Kocelovice a Lužnice (sledování ukončeno 2012) elektrolyticky nabohaceny. Průběh objemových aktivit na těchto stanicích je uveden na *obr. 4*. U 85 % zjištěných hodnot bylo rozmezí 0,5–1,5 Bq/l, jen asi 4 % z celkového počtu hodnot přesáhlo 2 Bq/l (přesná příčina odlehlých hodnot nebyla zkoumána).

Byly hodnoceny průměrné hodnoty objemových aktivit (vážené srážkovými úhrny) pro jednotlivá roční období, které jsou zobrazeny na *obr. 5*. Vyšší průměrné hodnoty byly pozorovány v jarním a letním období, nejnižší v zimě. Sezonní variabilita tritia ve srážkách souvisí s pohyby vzdušných mas, kdy v důsledku ohřevu kontinentů dochází k vzestupu tropopauzy nejvíce v jarním období a k průniku stratosférického vzduchu s vyšším obsahem tritia k zemskému povrchu [25].

Tabulka 2. Vypočtené efektivní poločasy (bez a s korekcí o příspěvek tritia přirozeného původu, případně přenosem z jaderných zařízení jinde ve světě)
Table 2. Evaluated effective half-lives of tritium concentration decrease in surface water (without and with correction for the natural component and the contribution from nuclear facilities worldwide) in the period 2002–2017

	Povrchová voda, průměr		**1, Vltava-Hluboká**		**2, Labe-Lysá**	
	(r)					
T_{ef}	28,3	± 9,0	29,8	± 13,1	26,7	± 14,5
T_{ef} (kor [5])	15,9	± 4,8	16,9	± 7,7	14,6	± 9,1
T_{ef} (kor [4])	12,7	± 3,7	13,5	± 6,4	11,7	± 8,7



Obr. 5. Průměrné hodnoty (vážené) objemových aktivit tritia ve srážkách pro jednotlivá roční období v období 2010–2017

Fig. 5. Seasonal average tritium concentrations weighted by quantity of precipitation for the period 2010–2017

ZÁVĚR

S využitím citlivého stanovení včetně elektrolytického nabohacení je možné stanovit velmi nízké objemové aktivity tritia, které mají široké uplatnění např. v oblasti hydrogeologického modelování. Zpřesnění hodnot aktivity tritia přispělo i k redukci rozptylů pozorovaných hodnot objemových aktivit.

Hlavním cílem příspěvku bylo vyhodnotit aktuální úroveň tritia ve srážkách a povrchové vodě na území povodí Labe na profilech přímo neovlivněných výpustmi z jaderných zařízení (především JE Temelín a ÚJV Řež). Zjištěné objemové aktivity na úrovni přibližně 1 Bq/l odpovídají geografickým podmínkám. Tyto aktivity jsou stále vyšší, než je přirozená úroveň, ale příspěvek tritia ze současných zdrojů začíná převažovat nad tritiem pocházejícím z jaderných testů. Po roce 2001 už není patrný další pokles aktivity tritia ve srážkách tak, jak tomu bylo v předešlém období.

Literatura

[1] LUCAS, L.L. and UNTERWEGER, M.P. Comprehensive review and critical evaluation of the half-time of tritium. *Journal of research of the National Institute of Standards and Technology*, 2000, 105, p. 541–549.

[2] GREENWOOD, N.N. a EARNSHAW, A. *Chemie prvků*. Praha: Informatorium, 1993.

[3] UNSCEAR. Effects of ionizing radiation: Report to the general assembly, with scientific annexes, vol. ii: Effects. United Nations, New York, 2000.

[4] GAT, J.R., MOOK, W.G., and MEIJER, H.A.J. Environmental Isotopes in the Hydrological Cycle. *Principles and Applocations*, vol. 2. Atmospheric Water, IAEA, 2001.

[5] ROZANSKI, K. and GRONING, M. Tritium assay in water samples using electrolytic enrichment and liquid scintillation spectrometry. *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements*. IAEA-TECDOC-1401, IAEA, Vienna, 2004.

[6] HANSLÍK, E., JEDINÁKOVÁ-KŘÍŽOVÁ, V., BRTVOVÁ, M., et al. Temelín nuclear power plant, South Bohemia – Reference level of hydrosphere, prediction of impact, results from pre-operation period. *RADIOPROTECTION*, vol. 37, C1, 2002. Proceeding of the International Congress ECORAD 2001, Aix-en-Provence, France.

[7] MORGENSTERN, U., STEWART, M.K., and STENGER, R. Dating of streamwater using tritium in post nuclear bomb pulse world: continuous variation of mean transit time with streamflow. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2010, vol. 14, No. 11, p. 2289–2301.

[8] PENZHORN, R.D. Natural and man-made sources of tritium: applications of tritium [Kap.] In: TOSTI, S. and GHIRELLI, N. (eds.) *Tritium: Production, Uses and Environmental Impact*. New York: Nova Publishers, 2013, p. 339–354, ISBN 978-1-62417-270-0.

[9] TADROS, C.V., HUGHES, C.E., CRAWFORD, J., HOLLINS, S.E., and CHISARI, R. Tritium in Australian precipitation: A 50 year record. *J. of Hydrol.*, 2014, 513, p. 262–273.

[10] PUJOL, L. and SANCHEZ-CABEZA, J. Use of tritium to predict soluble pollutants transport in Ebro river waters (Spain). *Environ Pol.*, 2000, vol. 108, No. 2, p. 257–269.

[11] JURANOVÁ, E., HANSLÍK, E., MAREŠOVÁ, D., KAŠPÁREK, L. a HANEL, M. *Doby dotoku tritia v profilech Vltava Kořensko, Solenice a Praha-Podolí a Labe Hřensko za období 2008–2015*. České Budějovice, 2016.

[12] COX, T., RUTHERFORD, J., KERR, S.C., SMEATON, D., and PALLISER, C. An integrated model for simulating nitrogen trading in an agricultural catchment with complex hydrogeology. *J. of environ. manag.*, 2013, 127, p. 268–277.

[13] GORUR, F.K. and GENC, E. The tritium, deuterium and oxygen-18 isotope levels determination in various waters in Rize and Trabzon. *Desalin and Water Treat.*, 2012, vol. 44, No. 1–3, p. 215–222.

[14] CHAU, N.D., DULINSKI, M., JODLOWSKI, P., et al. Natural radioactivity in groundwater – a review. *Isot. Environ. Health Stud.*, 2011, 47, p. 415–437.

[15] Global Network of Isotopes in Precipitation. The GNIP Database. Dostupné z: http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/IHS_resources_gnip.html

[16] Global Network of Isotopes in Rivers. The GNIR Database. Dostupné z: http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/IHS_resources_gnir.html

[17] TOMÁŠEK, M. a WILHELMOVÁ, L. Dlouhodobý trend a sezónní variace aktivity tritia v povrchových vodách před spuštěním JE Temelín. *Vodní hospodářství*, 1997, 11, s. 357–362.

[18] IVANOVOVÁ, D. and HANSLÍK, E. Temporal and spatial changes in tritium concentration in the Vltava River basin affected by the operation of Temelín Nuclear Power Plant. *Acta Universitatis Carolinae Environmentalica*, 2009, vol. 23, No. 1–2, p. 17–31. ISSN 0862-6529.

[19] HANSLÍK, E. and MAREŠOVÁ, D. Case study: Quantification of individual components of tritium balance in the Vltava and Elbe Rivers affected by the operation of Temelín Nuclear Power Plant (Czech Republic) [Kap.] In: TOSTI, S. and GHIRELLI, N. (eds.) *Tritium: Production, Uses and Environmental Impact*. New York: Nova Publishers, 2013, p. 339–354. ISBN 978-1-62417-270-0.

[20] ČSN EN ISO 9698 Kvalita vod – Stanovení objemové aktivity tritia – Kapalinová scintilační měřicí metoda. ÚNMZ, 2016.

[21] ČSN 75 7600 Kvalita vod – Stanovení radionuklidů – Obecná ustanovení. ÚNMZ, 2013.

[22] SMITH, J.T. and BERESFORD, N.A. *Chernobyl: catastrophe and consequences*. New York: Springer, 2005.

[23] MOMOSHIMA, N. and HAYASHI, Y. Meteorologically induced seasonal variation of tritium concentration in rain at Fukuoka, Japan. In: MÖBIUS, S., NOAKES, J.E., SCHÖNHOFER, F. (ed.) *Advances in Liquid scintillation spektrometry*, 2001, RADIOCARBON, Arizona.

[24] OSMAN, A.A., BISTER, S., RIEBE, B., et al. Radioecological investigation of ^{3}H, ^{14}C, and ^{129}I in natural waters from Fuhrberger Feld catchment, Northern Germany. *J. of Environ. Radioact.*, 2016, 165, p. 243–252.

[25] ZAHN, A., BARTH, V., PFEILSTICKER, K., and PLATT, U. Deuterium, oxygen-18, and tritium as a tracers for water vapour transport in the lower stratosphere and tropopause region. *J. Atmos. Chem.*, 1998, vol. 30, No. 1, p. 25–47.

Autoři

RNDr. Diana Marešová, Ph.D.[1]
✉ diana.maresova@vuv.cz

Ing. Eduard Hanslík, CSc.[1]
✉ eduard.hanslik@vuv.cz

Ing. Eva Juranová[1,2]
✉ eva.juranova@vuv.cz

Ing. Barbora Sedlářová[1]
✉ barbora.sedlarova@vuv.cz

[1]Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
[2]Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DETERMINATION OF LOW LEVEL TRITIUM CONCENTRATIONS FOR TRITIUM TRACING APPLICATIONS

MARESOVA, D.[1]; HANSLIK, E.[1]; JURANOVA, E.[1,2]; SEDLAROVA, B.[1]

[1]TGM Water Research Institute, p. r. i.
[2]Charles University in Prague, Faculty of Science, Institute for Environmental Studies

Keywords: tritium — precipitation — surface water — LSC — electrolytic enrichment

Past tests of nuclear weapons in the atmosphere, nuclear energy facilities and tritium of natural origin are main sources of tritium in the environment. Thanks to its presence in environment and its favourable properties, tritium is used as a radiotracer. Since stopping of atmospheric nuclear tests, tritium in precipitation has been decreasing towards natural levels below 1 Bq/L and precise analyses of low level tritium activities are necessary. This paper focuses on tritium development at sites not influenced by any technogenic releases of tritium in Elbe River Basin (Bohemia) in the Czech Republic using liquid scintillation measurement in the period 2001–2017, with electrolytic enrichment in the period 2010–2017.

Dynamika vyplavování pesticidních látek v povodí Čechtického potoka

JAKUB DOBIÁŠ, MILAN KOŽELUH, ANTONÍN ZAJÍČEK, PETR FUČÍK, MAREK LIŠKA

Klíčová slova: pesticidní látky — automatické vzorkování — srážko-odtoková událost — látková bilance — VN Švihov

SOUHRN

Využití automatických vzorkovačů se stává běžnou součástí detailního – bilančního monitoringu koncentrací a odnosů látek. Průměrné výsledky běžného monitoringu bodových vzorků jsou oproti reálnému stavu často podhodnocené [1, 2].

Povodí Čechtického potoka odvodňuje jedno z nejvíce zemědělsky obhospodařovaných území v celém povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce. Od roku 2012 zde státní podnik Povodí Vltavy provozuje vzorkovací stanici. Pesticidní látky a jejich metabolity jsou analyzovány buď ve slévaných 14denních vzorcích, nebo jsou na základě průtoku (v případě srážko-odtokových událostí) odebrány i dvoudenní slévané a bodové vzorky.

Postupným zdokonalováním vzorkovacího systému bylo nejvíce hydrologických událostí zachyceno v roce 2015 a 2016. Z hlediska hydrologických podmínek a výskytu pesticidních látek byl rok 2016 oproti předchozímu roku zajímavější, publikovaná data tedy pochází převážně z roku 2016. Výsledky z kontinuálního měření ukázaly nárůsty koncentrací a odnosů mateřských pesticidních látek na jaře a jejich metabolitů v průběhu léta. Celková látková bilance námi sledovaných pesticidů a jejich metabolitů byla 3,88 kg (4–11/2016, $Q_{prům}$ = 63,5 l·s^{-1}). Z dlouhodobého hlediska se mění i skladba používaných pesticidů, patrné je to na příkladu terbuthylazinu (pěstování kukuřice). V povodí se nyní více vyskytují jeho metabolity a byl pravděpodobně nahrazen jinými účinnými látkami (isoxaflutole, cyprosulfamide a thiencarbazon-methyl). Při snaze detekovat nové účinné látky mají laboratoře oproti zemědělským aplikacím výrazné zpoždění. Proto je třeba neustálý vývoj analýz a sledování nových trendů.

Nejzajímavější výsledky však poskytují zachycené hydrologické události, kdy se koncentrace oproti kontinuálnímu sledování zvýší (nebo naopak sníží) řádově, a to během desítek minut. Dynamika vyplavování živin a speciálních organických látek během srážko-odtokových událostí se ukazuje být natolik významná, že bez detailního vzorkovacího schématu můžeme koncentrace a následné odnosy látek pouze odhadovat.

ÚVOD

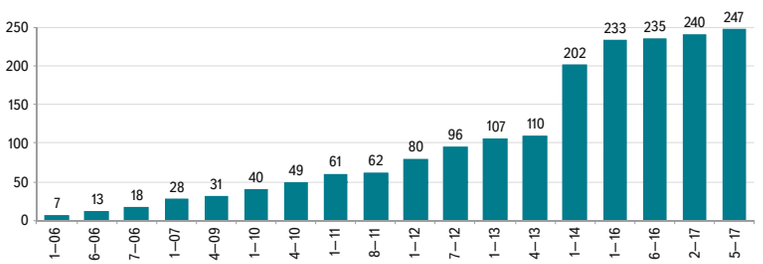
Časté extrémní změny v koncentracích pesticidních látek a jejich metabolitů ve vzorcích povrchových vod v rámci provozního monitoringu vedou k otázce, jaké množství je těchto cizorodých látek ve vodním prostředí doopravdy přítomno [3, 4]. Intenzivněji se tím začaly zabývat i vodohospodářské laboratoře státního podniku Povodí Vltavy. Pro účely přesnějšího odhadu odnosů živin a speciálních organických látek byla v roce 2012 zprovozněna automatická vzorkovací stanice na Čechtickém potoce. Ten odvodňuje zemědělsky intenzivně obdělávané povodí a po soutoku se Sedlickým potokem a průchodu zdrží VN Němčice ústí do VN Švihov poblíž její hráze. Od roku 2015 analyzujeme vedle směsných kontinuálně odebíraných vzorků i bodové vzorky v průběhu hydrologických událostí a náhlého zvýšení průtoků. Ukázalo se, že dynamiku pesticidních látek běžným vzorkováním nelze spolehlivě podchytit [1], i když se v tocích za našimi zády běžně odehrává.

Zachycení hydrologických událostí ve vzorcích je velice důležité pro kvantitativní, ale i kvalitativní analýzu [1, 2]. Některé látky se mohou ve vodě vyskytnout pouze při srážko-odtokové události [5], a to ještě za podmínky, že jejich aplikace proběhla těsně před tím. Znalost přeměny rodičovských látek na další rozpadové produkty je pro vyhodnocení vlivu používání pesticidů zásadní. Důležitá je také znalost povodí, zdrojů znečištění [5] a přehled o aplikacích látek na pěstované plodiny v povodí [4]. Výše zmíněné podmínky jsou důvodem častého podhodnocení bilancí živin i speciálních organických látek, které nevychází z kontinuálního měření [1, 2, 6].

METODIKA

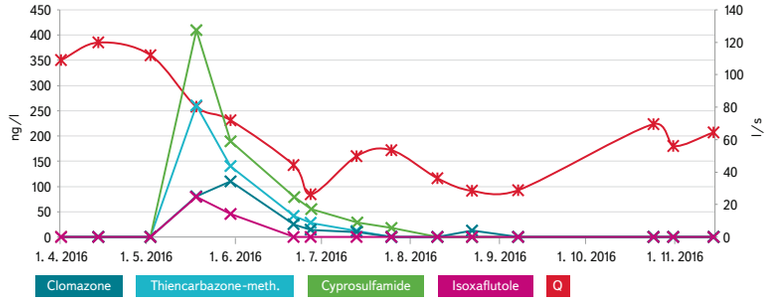
Automatická vzorkovací stanice se skládá ze vzorkovače ISCO Avalanche (pro 14 diskrétních vzorků), který je autonomně napájen elektrickou energií ze dvou solárních panelů umístěných na střeše stanice. Součástí stanice je srážkoměr, sondy pro měření zákalu, vodivosti a modul pro kontinuální měření výšky hladiny (tzv. Bubbler). Pro daný profil byla změřena průtoková křivka, podle které je automaticky (podle výšky hladiny) odvozován okamžitý průtok. Veškeré signály jsou ze vzorkovače svedeny do přenosové GSM stanice Fiedler.

Odběrové schéma vzorkovače je nastaveno na dva provozní režimy, které se spouští podle dané situace. Kontinuální vzorkování probíhá nepřetržitě v periodě po čtyřech hodinách. Vznikne tak jeden integrální slévaný vzorek, který reprezentuje celou 14denní periodu. V případě potřeby je možné analyzovat

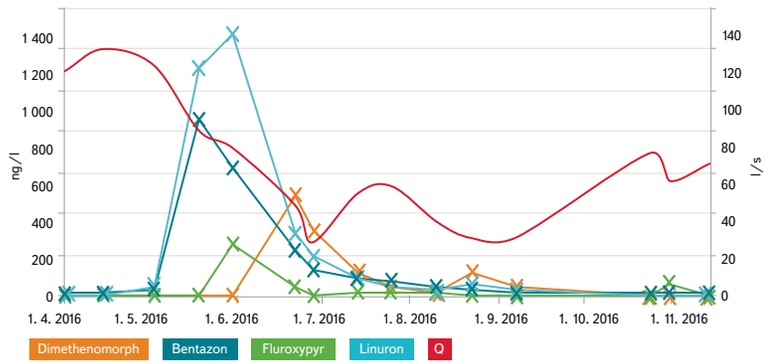


Obr. 1. Vývoj počtu analyzovaných pesticidů a jejich metabolitů ve VHL Povodí Vltavy v letech 2006–2017

Fig. 1. The number of analyzed pesticides and their metabolites in the laboratory of Vltava River Basin (2006–2017)



Obr. 2. Koncentrace herbicidních látek v povrchové vodě, kontinuální vzorkování
Fig. 2. Concentrations of herbicides in surface water, continuous sampling

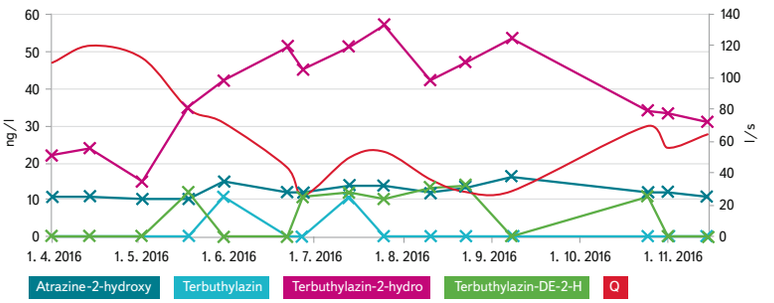


Obr. 3. Vysoké koncentrace fungicidní látky (dimethenomorph) a tří herbicidních látek (bentazon, fluoxypyr a linuron) v jarním období
Fig. 3. High concentrations of fungicide (dimethenomorph) and three herbicides (bentazon, fluoxypyr a linuron) in spring

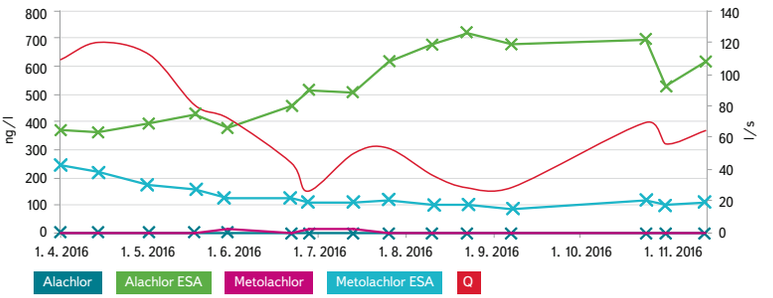
i dvoudenní slévaný vzorek. Pro vzorkování hydrologické události je vyhrazena polovina vzorkovnic (7 ks). Při zvýšení hladiny se automaticky spustí vzorkování prostých vzorků, a to v intervalu sedmi hodin. Toto schéma bylo na Čechtickém potoce uplatněno v následujících obdobích: 10. 3.–30. 11. 2015 a 1. 4.–28. 11. 2016. V zimním období není stanice provozována, protože nelze zajistit její bezproblémový provoz v období mrazů.

Pesticidy a metabolity jsou v laboratoři ze vzorků následně stanoveny přímým nástřikem vzorku vody do kapalinového chromatografu (LC). Detekce je provedena pomocí hmotnostního detektoru na principu trojitého kvadrupólu (MS/MS) v režimu pozitivní nebo negativní ionizace. Analýza vzorků probíhá po skupinách (tzv. módech), které se liší způsobem předúpravy vzorku, různými chromatografickými podmínkami a režimem ionizace. Analyzovány byly tři skupiny pesticidních látek a jejich metabolické produkty: triazinové herbicidy (např. terbuthylazin), chloracetanilidy (např. alachlor, metazachlor, metolachlor) a pesticidy patřící do skupiny derivátů kyseliny močové – tzv. urony (např. linuron, chlortoluron).

Pesticidy a jejich metabolity jsou v posledních letech hlavními prioritami sledování kvality vod [3, 6, 7]. To je patrné i na vývoji množství měřených pesticidů a jejich metabolitů (*obr. 1*) v laboratořích Povodí Vltavy. Nové analyty se zavádí s ohledem na legislativu (WFD), požadavky Mezinárodní komise pro ochranu Labe a především databázi pesticidů ČHMÚ [8], založenou na základě spotřeby pesticidů v ČR. Důležitými podněty jsou nové trendy v zemědělství a publikované výsledky.



Obr. 4. Koncentrace terbuthylazinu a jeho metabolitů; průměrný průtok během odběru směsných vzorků
Fig. 4. Concentrations of terbuthylazine and his metabolites; average flow during the sampling



Obr. 5. Sezonní průběh koncentrace alachloru, metolachloru a jejich metabolitů
Fig. 5. Seasonal course of alachlor, metolachlor and their metabolites

VÝSLEDKY A DISKUSE

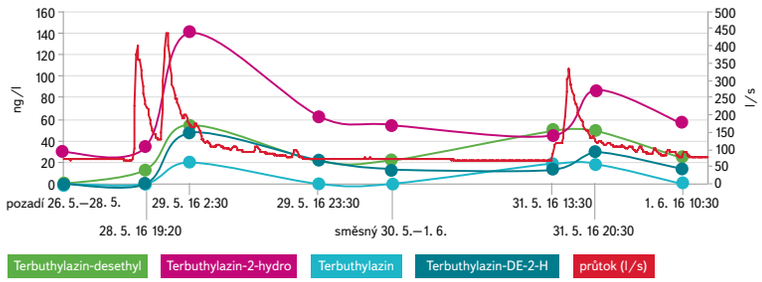
Rok 2016 byl srážkově průměrný až podprůměrný ($Q_{prům}$ (4–11/2016) = 63,5 l·s^{-1}). I přes tuto skutečnost přinesl ve srovnání s extrémně suchým rokem 2015 ($Q_{prům}$ (6–12/2015) = 54,7 l·s^{-1}) relevantnější výsledky o vyplavování pesticidních látek (*tabulka 1*).

Nejvyšší koncentrace ve slévaných vzorcích byly naměřeny u metazachoru ESA (2 840 ng·l^{-1}), linuronu (1 270 ng·l^{-1}) a bentazonu (860 ng·l^{-1}). Maximální koncentrace byly během hydrologických událostí naměřeny u linuronu (9 540 ng·l^{-1}), bentazonu (4 500 ng·l^{-1}), cyprosulfamidu (5 900 ng·l^{-1}), isoxaflutolu (3 500 ng·l^{-1}), thiencarbazone-methylu (2 800 ng·l^{-1}) a dalších látek. Podobně jako u předchozích výsledků i zde se v nejvyšších koncentracích vyskytují všechny tři složky již zmíněného komerčního přípravku Adengo.

Některé látky se v povodí vyskytovaly pouze během srážko-odtokových událostí (ve slévaných vzorcích se nevyskytovaly vůbec, nebo byly pod mezí stanovitelnosti). Jedná se např. o fungicidy azoxystrobin a propiconazol, insekticidy clothianidin a thiacloprid, chloracetanilidové pesticidy metazachlor a metolachlor a další. Koncentrace těchto látek během epizod jsou měřitelné, přesto velmi nízké (*tabulka 1*).

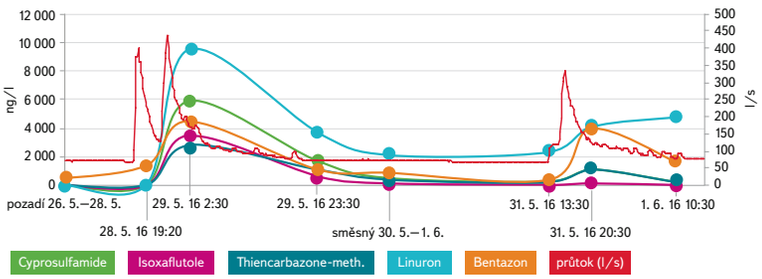
Výsledky kontinuálního vzorkování pesticidních látek

Na výsledcích ze směsných vzorků jsou dobře patrné změny v koncentraci způsobené vyšším průtokem a jarní (případně podzimní) aplikací pesticidů na zemědělskou půdu (*obr. 2, 3*). Vysoké koncentrace vybraných herbicidů a fungicidů byly měřeny ve vzorcích koncem jara a začátkem léta, zatímco po zbytek vzorkovacího období nebyly detekovány vůbec, nebo v řádově nižších koncentracích. Jarní maxima nalezených látek se mohou částečně překrývat nebo naopak – jako v případě bentazonu (kukuřice, brambory, obilí)



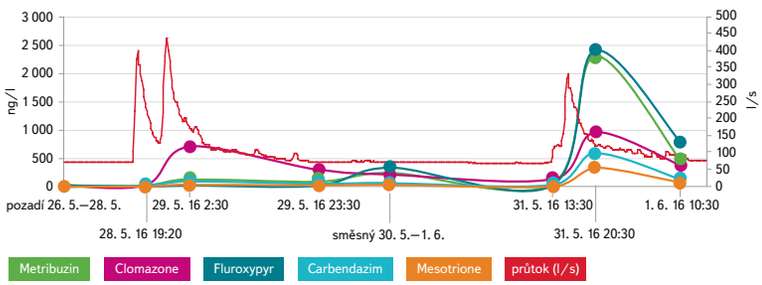
Obr. 6. Vývoj koncentrací terbuthylazinu a jeho metabolitů během srážkové epizodní události (28. 5.–1. 6. 2016); bodové a směsné dvoudenní vzorky

Fig. 6. Concentrations of terbuthylazine and his metabolites during the hydrological event (28th May–1st June 2016); simple and continuous sampling



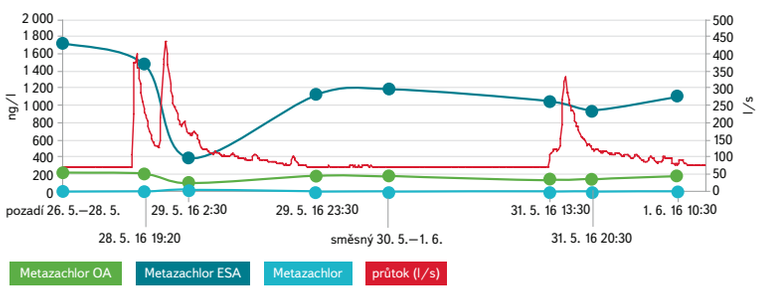
Obr. 7. Vývoj koncentrací vybraných pesticidů a metabolitů během srážkové epizodní události (28. 5.–1. 6. 2016); bodové a směsné dvoudenní vzorky

Fig. 7. Concentrations of selected pesticides and their metabolites during the hydrological event (28th May–1st June 2016); simple and continuous sampling



Obr. 8. Vývoj koncentrací vybraných pesticidů a metabolitů během srážkové epizodní události (28. 5.–1. 6. 2016); bodové a směsné dvoudenní vzorky

Fig. 8. Concentrations of selected pesticides and their metabolites during the hydrological event (28th May–1st June 2016); simple and continuous sampling



Obr. 9. Vývoj koncentrací metazachloru a jeho metabolitů během srážkové epizodní události (28. 5.–1. 6. 2016); bodové a směsné dvoudenní vzorky

Fig. 9. Concentrations of metazachlor and his metabolites during the hydrological event (28th May–1st June 2016); simple and continuous sampling

a dimethenomorphu (mj. plísňová onemocnění brambor), viz *obr. 3*. Látky byly pravděpodobně aplikovány v jiném období, např. sušší a teplejší část roku u účinné látky dimethenomorph. Dalším příkladem vysokých koncentrací pesticidů v jarním období je linuron (v zájmovém povodí pravděpodobně aplikovaný na brambory, kukuřici a obiloviny). V Čechtickém potoce je koncentrační maximum patrné v květnu a červnu (*obr. 3*). Linuron účinkuje na povrch rostlin i kořenové systémy, aktivně tedy působí i v půdním profilu, odkud je vyplavován do povrchových vod.

Zachycené vysoké koncentrace účinných látek (*obr. 2–4*) korespondují s pěstovanými plodinami v povodí. Kukuřice je po pšenici druhou nejpěstovanější plodinou (v roce 2015 19,3 % z celkové plochy povodí Čechtického potoka, v roce 2016 pak 19,1 %). Pěstování pšenice pokrývalo 29,4 % v roce 2015, resp. 23,3 % (2016). Další hojně pěstované plodiny v povodí byly řepka 11,4 % (2015) a 9,9 % (2016) a brambory (5,2 % v roce 2015 a 9,8 % v roce 2016) [5, 9].

V rámci sledování byly detekovány látky či metabolity látek, jejichž koncentrace jsou v průběhu roku vysoké a prakticky konstantní (*obr. 4, 5*). To mohlo být způsobeno častějšími aplikacemi účinné látky na zemědělskou půdu v průběhu roku nebo vysokou persistencí metabolitů v půdě a vodě. Příkladem jsou metabolity herbicidu chloridazonu. Stabilita mateřské látky je podle publikovaných informací velice proměnlivá a nebyla detekována nad mezí stanovitelnosti (10 ng·l^{-1}) ani jednou. Oproti tomu metabolity chloridazon desphenyl a chloridazon methyl-desphenyl jsou poměrně stabilní a ve směsných vzorcích byly v průběhu vzorkovacího období naměřeny pozitivní koncentrace metabolitů chloridazonu v rozmezí (57–110 ng·l^{-1}, resp. 12–22 ng.l^{-1}) ve všech vzorcích (*tabulka 1*). V průběhu hydrologických událostí pak docházelo k jejich naředění. Podobný výskyt byl zaznamenán i u chloracetanilidových pesticidů metolachloru a metazachloru a jejich metabolitů (*obr. 5*).

Stabilní výskyt metabolitů je patrný i u dalších látek. V povodí Sedlického a Čechtického potoka se v souvislosti s pěstováním kukuřice velice často používala pesticidní látka terbuthylazin (*obr. 4*). Ta nahradila v roce 2005 zakázaný atrazin a byla v povodí stabilně měřena ve vysokých koncentracích [4]. V posledních několika letech došlo na některých profilech v povodí k řádovému snížení koncentrací a můžeme tak předpokládat, že byla v přípravcích postupně nahrazena za novější a účinnější látky. Jedná se například o pesticidní přípravek, který se prodává pod komerčním názvem Adengo a obsahuje tři účinné látky (isoxaflutole, cyprosulfamide a thiencarbazone-methyl) (*obr. 2*).

Zajímavý vývoj koncentrací alachloru a jeho metabolitu alachloru ESA byl pozorován v celém vzorkovacím období (*obr. 5*). Zatímco užívání alachloru bylo zakázáno v roce 2008 a jeho koncentrace jsou pod mezí stanovitelnosti, koncentrace jeho stabilnějšího metabolitu (formy ESA) jsou stále vysoké. Zpravidla je pozorován dlouhodobý pokles této látky [4], na profilu Leský Mlýn v roce 2016 tomu tak ovšem nebylo a koncentrace v průběhu roku spíše rostla. Příčinou mohla být hydrologická situace a dlouhodobá perzistence metabolitu v půdách nebo nepovolená recentní aplikace.

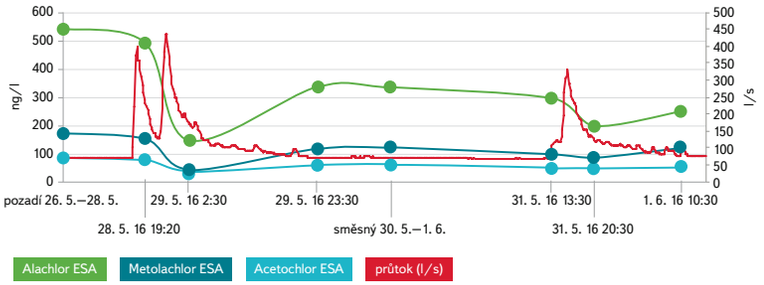
DYNAMIKA VYPLAVOVÁNÍ PESTICIDNÍCH LÁTEK BĚHEM HYDROLOGICKÝCH UDÁLOSTÍ

Zatímco koncentrace pesticidů během kontinuálního sledování nabývají hodnot desítek až stovek ng·l^{-1}, v průběhu srážkových událostí se koncentrace často zvýší řádově až na tisíce ng·l^{-1} (*tabulka 1*). Ze čtyř zachycených událostí v roce 2016 uvádíme převážně výsledky z jarní epizody (složené ze dvou menších), viz *obr. 6–10*. Převážná většina pesticidů vč. jejich metabolitů reagovala na rychlé zvýšení průtoku zvýšením koncentrací (*obr. 6–8*). Srážky, které způsobily zvýšení průtoku v potoce (cca 8×), byly poměrně vydatné s rychlým nástupem. Dá se tedy předpokládat, že většina srážkové vody byla do potoka odvedena po povrchu, resp. promývala vrchní vrstvy půdy. Zvýšení koncentrací látek tak nastalo se zpožděním o cca devět hodin. Jinak by tomu bylo při mírných

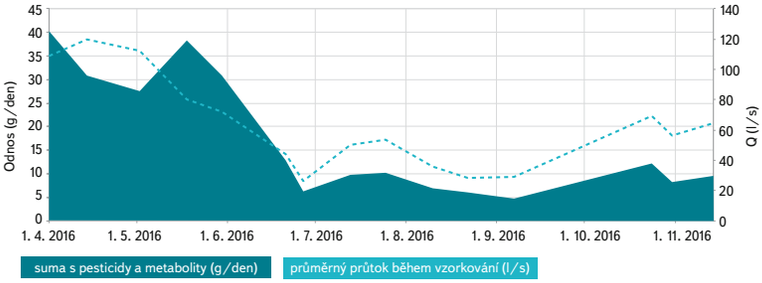
Tabulka 1. Přehled všech detekovaných pesticidů a jejich metabolitů v závěrovém profilu Čechtického potoka (profil Leský Mlýn) v období od 1. 4. do 30. 11. 2016; D – deriváty (metabolity), H – herbicidy, F – fungicidy, I – insekticidy, R – regulátory růstu, n – nedetekováno
Table 1. Overview of all detected pesticides and their metabolites on the closing profile of the Čechtický brook (1st April–30th November 2016); D – derivatives (metabolites), H – herbicides, F – fungicides, I – insecticides, R – growth regulator, n – undetected

Čechtický potok		**Pravidelné odběry**		**Epizody**	
látka	**typ**	**počet detekcí** (počet vzorků)	**rozsah koncentrace** ($ng \cdot l^{-1}$)	**počet detekcí** (počet vzorků)	**rozsah koncentrace** ($ng \cdot l^{-1}$)
2,4-D		0 (15)	n	2 (18)	12–25
Acetochlor ESA	D	15 (15)	58–94	18 (18)	39–89
Acetochlor OA	D	4 (15)	21–30	4 (18)	23–33
Alachlor ESA	D	15 (15)	360–717	18 (18)	146–717
Atrazin-desethyl	D	2 (15)	11–11	2 (18)	11–12
Atrazine-2-hydroxy	D	13 (15)	10–16	17 (18)	10–27
Azoxystrobin	F	0 (15)	n	2 (18)	19–150
Bentazon	H	15 (15)	15–860	17 (18)	10–4 500
Benzotriazol		15 (15)	56–260	18 (18)	46–211
Benzotriazol methyl	D	15 (15)	55–134	18 (18)	57–121
Carbendazim	F	2 (15)	22–27	8 (18)	10–590
Clomazone	F	5 (15)	10–110	10 (18)	10–950
Clothianidin	I	0 (15)	n	2 (18)	27–29
Cyprosulfamide	H	6 (15)	18–410	10 (18)	13–5 900
DEET	I	15 (15)	13–290	18 (18)	12–334
Difenoconazole	F	2 (15)	12–36	0 (18)	n
Dimetachlor	H	0 (15)	n	1 (18)	14–14
Dimethachlor ESA	D	3 (15)	21–26	1 (18)	21–21
Dimethenomorph	F	7 (15)	23–490	5 (18)	12–110
Diuron		0 (15)	n	1 (18)	11–11
Epoxiconazol	F	0 (15)	n	3 (18)	12–45
Fluopicolide	F	2 (15)	11–17	0 (18)	n
Fluroxypyr	H	6 (15)	10–250	10 (18)	13–2 400
Chloridazon desphen.	D	15 (15)	57–110	16 (18)	54–110
Chloridazon met.des.	D	15 (15)	12–22	17 (18)	11–21
Chlorotoluron	H	2 (15)	17–21	5 (18)	13–43
Chlorsulfuron	H	1 (15)	13–13	0 (18)	n

Čechtický potok		Pravidelné odběry		Epizody	
látka	**typ**	**počet detekcí** (počet vzorků)	**rozsah koncentrace** ($ng \cdot l^{-1}$)	**počet detekcí** (počet vzorků)	**rozsah koncentrace** ($ng \cdot l^{-1}$)
Imidacloprid	H	3 (15)	11–17	7 (18)	11–78
Isoproturon	H	3 (15)	16–17	4 (18)	12–25
Isoxaflutole	H	2 (15)	46–80	6 (18)	29–3 500
Linuron	H	10 (15)	29–1 270	14 (18)	11–9 540
Mandipropamid	F	2 (15)	18–120	2 (18)	12–18
MCPA	H	3 (15)	13–27	3 (18)	12–27
Mesotrione	H	2 (15)	17–46	6 (18)	10–320
Metalaxyl	F	5 (15)	18–170	3 (18)	16–49
Metamitron	H	1 (15)	20–20	0 (18)	n
Metazachlor	H	0 (15)	n	3 (18)	12–23
Metazachlor ESA	D	15 (15)	625–2 840	18 (18)	383–1 770
Metazachlor OA	D	15 (15)	47–516	18 (18)	37–326
Metolachlor	H	3 (15)	11–16	4 (18)	17–72
Metolachlor ESA	D	15 (15)	83–240	18 (18)	45–218
Metolachlor OA	D	3 (15)	22–27	2 (18)	22–24
Metribuzin	H	4 (15)	14–120	9 (18)	11–2 300
Parathion-methyl	I	0 (15)	n	1 (18)	22–22
Pethoxamid	H	0 (15)	n	1 (18)	13–13
Propiconazol	F	0 (15)	n	1 (18)	13–13
Tebuconazol	F	4 (15)	11–15	10 (18)	12–54
Terbuthylazin-DE-2-H	D	6 (15)	10–14	10 (18)	10–47
Terbuthylazin	H	2 (15)	11–11	5 (18)	19–28
Terbuthylazin-2-hydro	D	15 (15)	15–57	18 (18)	25–140
Terbuthylazin-desethyl	D	1 (15)	10–12	9 (18)	13–55
Thiacloprid	I	0 (15)	n	2 (18)	10–40
Thiamethoxam	I	1 (15)	13–13	2 (18)	21–41
Thiencarbazone-meth.	H	5 (15)	12–260	9 (18)	13–2 800
Trinexapac-ethyl	R	0 (15)	n	1 (18)	18–18



Obr. 10. Vývoj koncentrací metabolitů chloracetanilidových pesticidů během srážkové epizodní události (28. 5–1. 6. 2016); bodové a směsné dvoudenní vzorky
Fig. 10. Concentrations of chloracetanilid metabolites during the hydrological event (28th May–1st June 2016); simple and continuous sampling



Obr. 11. Látková bilance všech měřených pesticidních látek v Čechtickém potoce na profilu Leský Mlýn v období od 1. 4. do 30. 11. 2016
Fig. 11. Total mass balance of all measured pesticides in the Čechtický brook (1st April–30th November 2016)

a vytrvalých srážkách, kdy by podpovrchový odtok vytlačil podzemní a podpovrchové vody s cizorodými látkami „před sebou" [5].

Koncentrační křivky terbuthylazinu a jeho metabolitů měly během epizody prakticky stejný průběh (*obr. 6*) a lišily se mezi sebou pouze v látkovém množství až o jeden řád. Podobný průběh koncentrací s přímou závislostí na průtoku měly i ostatní látky, které byly na jaře často detekovány i během kontinuálního vzorkování – např. linuron, bentazon a cyprosulfamide (*obr. 7*). Látky isoxaflutole, cyprosulfamide a thiencarbazone-methyl (přípravek Adengo) se při hydrologické epizodě vyskytovaly ve vysokých koncentracích (*obr. 6*), což svědčí o jejich používání na polích v povodí.

Zajímavou skutečností byla rozdílná dynamika vyplavování některých látek. Zatímco koncentrace některých pesticidů byly ve vodě tím vyšší, čím vyšší byl průtok, koncentrace jiných látek (např. fluroxypyr, metribuzin a mesotrione) se zvýšily až při druhé, výrazně menší srážko-odtokové události (*obr. 8*). Některé látky však mohly být v povodí aplikovány až po první srážce.

Zcela odlišný vývoj koncentrací během srážkové epizody byl naměřen u většiny metabolitů chloracetanilidových pesticidů (*obr. 9, 10*). V období zvýšeného průtoku v Čechtickém potoce došlo ke snížení koncentrací a k naředění všech detekovaných metabolitů metazachloru, alachloru, acetochloru a metolachloru. Tyto metabolity jsou velice persistentní a ve slévaných vzorcích byly na lokalitě detekovány po celý rok, proto jsou pravděpodobně za vyšších průtoků v povrchové vodě úměrně srážkám „nařeďovány".

LÁTKOVÁ BILANCE

Na základě zjištěných údajů byl proveden výpočet látkové bilance celkového odnosu pesticidních látek z povodí Čechtického potoka v průběhu vzorkovacího období (4–11/2016). Do látkové bilance nebyly započteny speciální organické látky (např. DEET, benzotriazol a některé další). Epizody byly v bilanci zahrnuty pouze v rámci slévaných vzorků. Celkový odnos pesticidů činil ve vzorkovacím období 3,88 kg (*obr. 11*). Vzhledem k hydrologické situaci a průměrnému průtoku 63,5 $l \cdot s^{-1}$ to není málo i s ohledem na to, že velké množství potenciálních metabolizovaných forem pesticidů není zatím měřeno. Nejvyšší odnosy v roce 2016 byly naměřeny právě při spuštění vzorkovací stanice (1. 4. 2016). Při výpočtech látkových odnosů pesticidních látek je tedy nutné zohledňovat i zimní, popř. brzké jarní období.

ZÁVĚR

Kontinuální vzorkování přináší přesnější výsledky o výskytu a množství pesticidů a jejich metabolitů v průběhu roku. Odnosy těchto látek korelují pozitivně i negativně s průtokem, záleží přitom na hydrologických podmínkách ve spojení s dobou aplikace látek na zemědělskou půdu [7]. Proto je třeba mít dokonalý přehled o užívání jednotlivých typů látek (ideálně formou spolehlivé elektronické evidence).

Dynamický vývoj v produkci a užívání pesticidů vede k obtížné identifikaci a stanovení nových a zatím neměřených látek [3]. Správci toků musí neustále zavádět nové analyty, dostávají se tak do situace, kdy mají výrazné zpoždění za zemědělskou aplikací.

Koncentrace látek se v povrchové vodě během srážko-odtokových epizod mění v řádu desítek minut, běžný čtyřtýdenní monitoring tak nemůže odhalit dynamiku jejich vyplavování [4]. Velké množství látek, které se na plodiny již dlouhodobě aplikuje, se v našich vodách v různých formách stabilně objevuje. Záleží pouze na tom, jestli jsme schopni tyto látky zachytit a hlavně – situaci řešit [3].

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu TA04021527 Studium příčin a dynamiky zátěže vod drobných vodních toků přípravky na ochranu rostlin, podpořeného agenturou TA ČR. Autoři děkují kolegům z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i., za vedení a spolupráci na projektu.

Příspěvek byl publikován ve sborníku Vodní nádrže 2017, ISBN 978-80-905368-5-2.

Literatura

[1] FIALA, D. Detailní monitoring odnosu fosforu do VD Vranov. *Vodní nádrže 2015*: 6.–7. října 2015, Brno, Česká republika. Brno: Povodí Moravy, s. p., 2015.

[2] Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/pasporty/

[3] KNAUER, K. Pesticides in surface waters: a comparison with regulatory acceptable concentrations (RACs) determined in the authorization process and consideration for regulation. *Environ Sci Eur*, 2016, vol. 28, No. 13, p. 1–7.

[4] KODEŠ, V. a GRABIC, R. Screening emergentních polutantů v povrchových vodách pomocí pasivních vzorkovačů. *Vodní nádrže 2015*: 6.–7. října 2015, Brno, Česká republika. Brno: Povodí Moravy, s. p., 2015.

[5] KOSOUR, D. Kontinuální monitoring na LG Ptáčov. *Za čistou řeku Jihlavu*: 3. 12. 2015, Jihlava, 2015.

[6] LIŠKA, M. a kol. Problematika výskytu pesticidních látek v povrchových vodách v povodí vybraných vodárenských zdrojů. *Vodní hospodářství*, 2015, 1, s. 14–19.

[7] TANG, X., et al. A review of rapid transport of pesticides from sloping farmland to surface waters: Processes and mitigation strategies. *Journal of Environmental Sciences*, 2012, vol. 24, No. 3, p. 351–361.

[8] Údaje z terénního průzkumu VÚMOP, v. v. i., v rámci řešení projektu TA ČR (č. projektu: TA04021527).

[9] ZAJÍČEK, A. a kol. Vyplavování pesticidních látek zemědělskou drenáží. *Rostlinolékař*, 2017, č. 4, s. 24–28.

Autoři

Mgr. Jakub Dobiáš[1]
✉ jakub.dobias@pvl.cz

Mgr. Milan Koželuh[1]
✉ milan.kozeluh@pvl.cz

Ing. Petr Fučík, Ph.D.[2]
✉ fucik.petr@vumop.cz

Mgr. Antonín Zajíček, Ph.D.[2]
✉ zajicek.antonin@vumop.cz

RNDr. Marek Liška, Ph.D.[1]
✉ marek.liska@pvl.cz

[1]Povodí Vltavy, s. p.
[2]Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i.

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DYNAMICS OF PESTICIDES LEACHING IN THE ČECHTICKÝ BROOK CATCHMENT AREA

DOBIAS, J.[1]; KOZELUH, M.[1]; ZAJICEK, A.[2]; FUCIK, P.[2]; LISKA, M.[1]

[1]Povodí Vltavy, state enterprise
[2]Research Institute for Soil and Water Conservation, p. r. i.

Keywords: pesticides — automatic sampling — hydrological event — substance balance — Švihov Water Reservoir

The use of automatic samplers for detailed monitoring of substance concentrations and balance is nowadays an important part of special monitoring of surface waters. The average results of routine monitoring (consisting of point samples) are often underestimated over the real situation. The catchment area of Čechtický brook drains one of the most agriculturally managed areas in the entire Švihov Water Reservoir catchment (used as an important source of drinking water). On the Čechtický brook, we run an automatic sampling station since 2012 and in last two years, we obtained some interesting results of pesticides and metabolites concentration from continuous sampling and also from hydrological events (during which the flow increases).

Pesticides concentrations were significantly higher in 2016, than the previous year. Continuous mesurement shows increases in concentrations of maternal pesticides in the spring and their metabolites during the summer. The total balance of all measured pesticides from April to November 2016 was 3,88 kg (Q_{aver} = 63,5 l/s). In the long run, the trends in the pesticides usage are well visible on the example of terbuthylazine (maize growing). Unlike the past, more metabolites are found in the samples. Usage was probably replaced by other active substances. In an effort to detect these new substances, we get into a situation comparable to doping in sport, we have to track new trends, despite we won´t be ahead.

We got the most interesting results during the hydrological events, where the concentrations of pesticides increases (or decreases) faster. The dynamics of nutrients and special organic pollution during events is really important. Without that, we can only estimate the real concentrations.

Predikce průtoků modelem SWAT na příkladu povodí vodního díla Olešná

PETR KRPEC

Klíčová slova: model SWAT– vstupní data – vodní nádrž Olešná – kalibrace a validace

SOUHRN

Příspěvek je zaměřen na posouzení výsledků simulace průtoků komplexním modelem SWAT, který je obtížný pro užívání z hlediska potřeby vstupních dat o půdách a managementu povodí. Na příkladu povodí VD Olešná, které patří mezi menší povodí, než je běžné pro používání SWATu, byla provedena kalibrace vybraných parametrů při srovnání s měřenými daty a následně validace kalibrovaného modelu na validační pozorované řadě. Model má v tomto případě problém s predikcí denních průtoků spojený s většími srážkovými událostmi, měsíční průtoky pak predikuje velmi dobře. Model je velmi vhodný především pro posouzení dopadu různých scénářů (klimatické změny, využívání krajiny v povodí apod.) v dlouhodobém časovém měřítku. Další rozvoj modelu je plánován pro kalibraci parametrů modelu pro predikci transportu živin z povodí do nádrže.

ÚVOD

Matematické modely se v hydrologii uplatňují již řadu let ruku v ruce s rostoucím výkonem výpočetní techniky a dostupností vstupních dat. Umožňují realizaci virtuálních experimentů, které lze empiricky provést buď jen velmi obtížně, nebo vůbec. V praxi se využívají ke studiu hydrologických procesů a odhadům dopadu různých scénářů na hydrologické procesy. Základním předpokladem je, aby zvolený model dostatečně realisticky simuloval potřebné procesy pro minimalizaci nejistoty výsledků. Především v současné době, ve které potřebujeme plánovat účinná opatření v krajině k adaptaci na probíhající klimatické změny, může být role těchto modelů pro posouzení efektivity adaptačních opatření nezastupitelná. Především v simulacích procesů v zemědělsky využívaných povodích je široce uplatňován model SWAT (akronym pro Soil and Water Assessment Tool), jehož obliba ve světě neustále roste.

Tento příspěvek má za cíl představit model SWAT, jehož užití na území České republiky je velmi vzácné, přestože má velký potenciál. Postupně je stručně popsán samotný model a následně je na příkladu povodí vodní nádrže Olešná (33 km^2), která slouží jako zdroj vody pro průmysl a značně trpí přísunem sedimentů a živin, provedena kalibrace a validace simulací průtoků pro denní časový krok a následné srovnání s měsíčním časovým krokem.

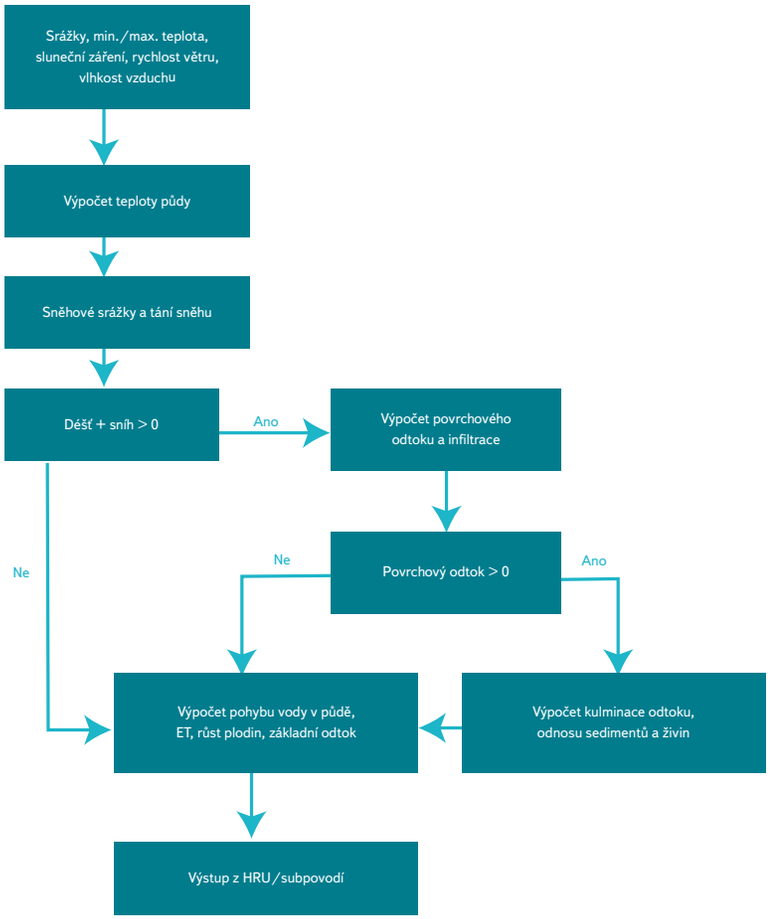
MATERIÁL A METODIKA

Model SWAT

Model SWAT je vytvářen především zásluhou Jeffa Arnolda na US Department of Agriculture Agricultural Research Service (USDA-ARS). SWAT je kontinuální model v měřítku povodí, který pracuje s denním časovým krokem a je vytvořen pro predikci vlivu managementu povodí na hydrologii, sedimenty a chemické látky spojené se zemědělskou činností, jako jsou živiny, pesticidy, těžké kovy a další.

SWAT vyžaduje poměrně podrobné údaje o půdě, informace o využívání půdy/hospodaření a výškopisná data. Mezi základní vstupní parametry pro půdu patří hloubka, zrnitostní složení, obsah organické hmoty a hydropedologické vlastnosti, a to především hydrologická skupina a nasycená hydraulická vodivost. Parametry lze půdám přidělit zvlášť pro jednotlivé horizonty. Důležité parametry charakterizující typ využití půdy jsou čísla odtokových křivek pro jednotlivé hydrologické skupiny půd. Pro urbanizované plochy je navíc podstatný parametr podílu nepropustného povrchu. Pro zemědělsky využívané plochy je možnost parametrizace podrobného managementu zahrnujícího rotaci plodin, agrotechnické lhůty setí, sklizně, orby, hnojení, pastvy apod. Výškopisná data slouží k odvození sklonitosti území, která je rozdělena do množství tříd podle uživatele. Dále lze přidat další významné činnosti hospodaření např. bodové zdroje, odběry vody, zavlažování a další. Nejdůležitější vstupní klimatologická data jsou denní srážkové úhrny a minimální a maximální teplota vzduchu. Pokud jsou k dispozici podrobnější srážkové úhrny, lze je využít. Další vstupní klimatologická data jsou úhrny globálního záření, relativní vlhkost vzduchu a průměrná rychlost větru. Ty jsou potřeba pro metody výpočtu evapotranspirace, které jsou náročnější na data. Hodnoty všech těchto veličin lze simulovat pomocí stochastického generátoru počasí.

Proces výpočtu lze rozdělit na část probíhající na úrovni krajiny a část představující procesy v rámci hlavních vodních toků. Pro výpočet vodní bilance a následně odnosů jednotlivých látek na úrovni krajiny je plocha povodí rozdělena do dílčích subpovodí a dále do hydrologických odpovědních jednotek, tzv. HRU (Hydrologic Response Unit), tvořící kvazihomogenní plochy s unikátní kombinací typu půdy, krajinného pokryvu a třídy sklonitosti, které zachycují především rozdíly v hodnotách evapotranspirace, stejně jako v hodnotách odtoku pro jednotlivé HRU a rovněž pro jednotlivé plodiny. Základní procesy zahrnuty v hydrologické bilanci povodí jsou obsaženy v rovnici (1). K jednotlivým procesům existuje v některých případech nabídka vícero matematických popisů hlavně v závislosti na náročnosti vstupních dat. Například u výpočtu infiltrace srážek lze použít metodu odtokových křivek, pro kterou postačují denní srážkové úhrny, nebo metodu Green&Ampt, která vyžaduje srážky



Obr. 1. Diagram postupu výpočtu hydrologické bilance v HRU/subpovodích
Fig. 1. Flowchart of hydrological budget calculation for HRU/subbasins

v podrobnějších časových intervalech. Podobně u výpočtu potenciální evapotranspirace lze využít metody náročnější na meteorologická data, konkrétně Penmann-Monteith nebo Pristley-Taylor, ale zároveň metodu Hargreaves, která vyžaduje pouze údaje o teplotách. Odtok a koncentrace látek jsou potom modelovány odděleně pro každou HRU zvlášť a následně sloučeny do celkové hodnoty odtoku a koncentrace z plochy subpovodí podle diagramu na *obr. 1.*

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^{t} (R_{den} - Q_{pov} - E - w - Q_{pod}) \qquad (1)$$

Kde SW_t je finální obsah vody v půdě,
SW_0 obsah vody v půdě na počátku,
R_{den} denní úhrn srážek,
Q_{pov} povrchový odtok,
E evapotranspirace,
w infiltrace do vadózní zóny,
Q_{pod} základní odtok.

Procesy probíhající na úrovni hlavních vodních toků představují transformaci vstupujícího odtoku vody, sedimentů, živin a dalších látek. Hlavní toky jsou zde schematizovány do homogenních kanálů s lichoběžníkovým profilem. Rychlost proudění vody je počítána přes manningovu rovnici a změna pomocí metod Variable storage nebo Muskingum. Například změna živin je počítána podle modelu QUAL2E.

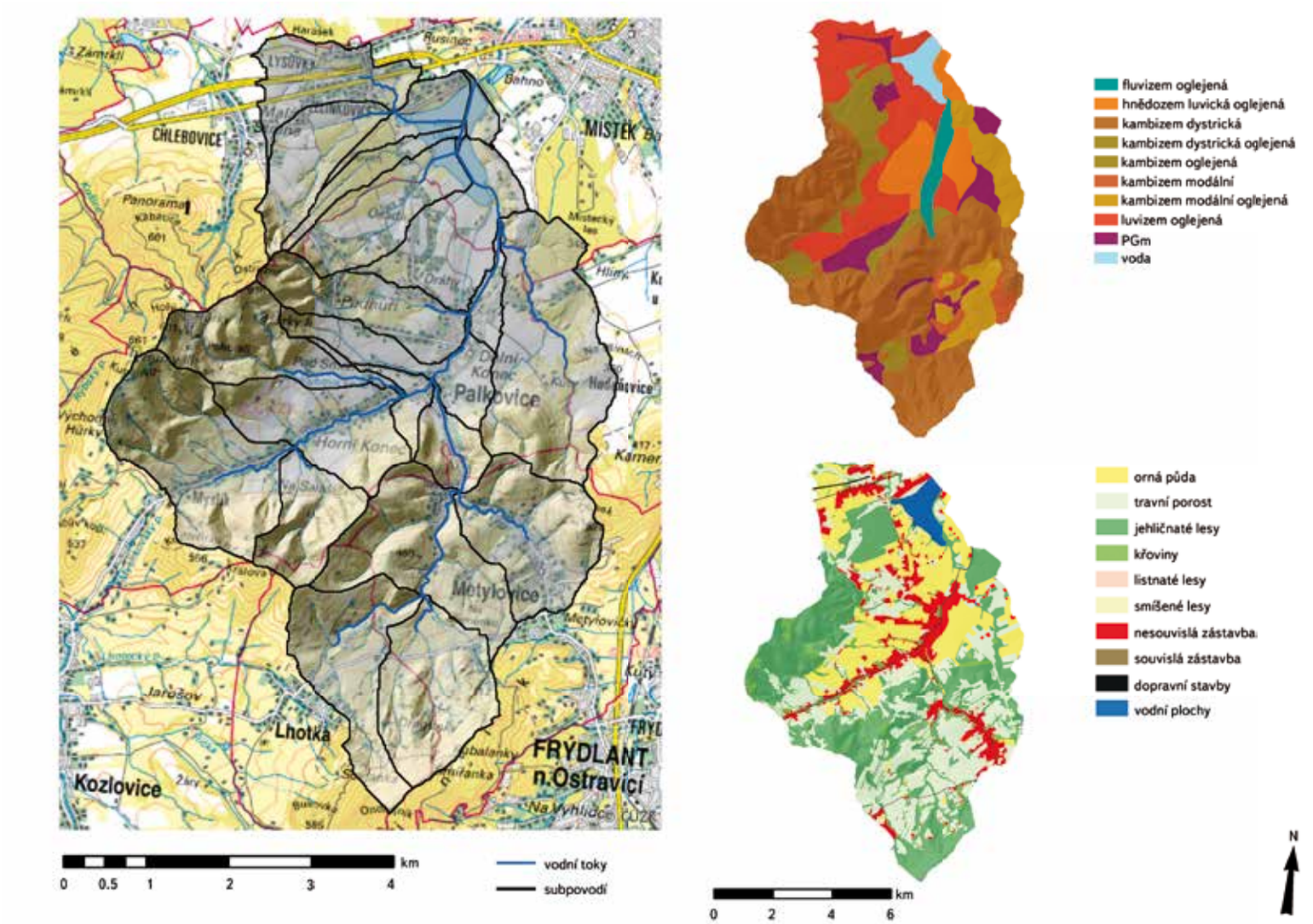
Výstupy z modelu jsou na úrovni jednotlivých HRU, subpovodí a hlavních vodních toků v denním, měsíčním nebo ročním časovém kroku. Pro HRU jsou ve výsledcích hlavně hodnoty vodní bilance (povrchový, podpovrchový a základní odtok, obsah vody v půdě, potenciální a aktuální evapotranspirace atd.), dále např. množství biomasy, odnos sedimentů, bilance živin apod. Pro subpovodí se jedná o velmi podobné výsledky jako na úrovni HRU, kde dochází k jejich součtu. Na úrovni vodních toků jsou výsledkem vstupy ze subpovodí, co se týče vody, sedimentů a dalších látek a jejich transformace vodním tokem.

Vyčerpávající přehled o všech simulovaných procesech a jejich matematickém popisu, doporučeném použití apod. podává podrobná dokumentace k modelu [1].

Problém užití modelu SWAT v podmínkách České republiky spočívá hlavně v nedostupnosti vstupních dat o půdách, což se týká především textury půdy, obsahu organické hmoty a jejich hydropedologických vlastností a dále zemědělského managementu území, hlavně osevní postupy a užívaná agrotechnika. Databáze dostupné ke SWATu jsou tvořeny především pro území USA.

Tabulka 1. Zastoupení sklonitostních tříd, půd a využití území ve vstupních datech
Table 1. Composition of slope classes, soils and land use in input data

Sklonitost	Typ	Plocha (ha)	Relativní zastoupení (%)
	0–7°	1045,84	31,44
	7–17°	933,09	28,05
	>17°	1347,70	40,51
Půda			
	fluvizem oglejená	84,63	2,54
	hnědozem luvická	238,94	7,18
	pseudoglej modální	274,3	8,24
	luvizem oglejená	576,5	17,33
	kambizem oglejená	240,39	7,23
	kambizem dystrická	1591,97	47,85
	kambizem modální	247,62	7,45
	vodní plochy	72,33	2,17
Využití území			
	orná půda	72,33	19,98
	travní porosty	945,92	28,43
	křoviny	128,33	3,86
	lesy	1136,46	34,16
	souvislá zástavba	0,92	0,03
	nesouvislá zástavba	358,92	10,79
	dopravní stavby	18,59	0,56
	vodní plochy	72,68	2,18



Obr. 2. Půdní typy, využití území a členění na subpovodí
Fig. 2. Soil types, land use and subbasins delineation

Tvorba modelu

Jako vstupní výškopisná data byl použit digitální model reliéfu 4. generace (DMR 4G) poskytovaný ČÚZK. Podle sklonitosti bylo povodí rozděleno na třídy 0–7°, 7–17° a nad 17°. Data o půdách byla odvozena především z komplexního průzkumu zemědělských půd provedeného v 60. letech minulého století. Rozložení půdních subtypů bylo převzato z půdních map a vlastnosti týkající se hloubek horizontů, zrnitosti, obsahu organické hmoty byly převzaty z výběrových sond vztahujících se k danému hospodářskému obvodu [2] a hodnoty pro lesní půdy byly převzaty z typologických půdních sond od ÚHUL. Hydropedologické vlastnosti, jako je nasycená hydraulická vodivost, byly odhadnuty podle pedotransferových funkcí [3]. Typ krajinného pokryvu byl odvozen interpretací ortofota pro dosažení lepšího rozlišení, než které poskytuje jinak hojně užívaná databáze Corine Land Cover, a management zemědělských ploch byl zjištěn na základě konzultace s agronomem podniku Beskyd Agro a. s., který hospodaří na značné ploše v povodí. Vstupní denní meteorologická data pochází z nejbližších měřicích stanic v rámci sítě ČHMÚ. Hodnoty min. a max. teplot, úhrnů záření, relativní vzdušné vlhkosti a rychlosti větru pochází ze stanice v Mošnově. Hodnoty úhrnů srážek pochází ze čtyř srážkoměrných stanic.

Samotná diskretizace povodí na subpovodí a HRU proběhla v prostředí programu Quantum GIS s využitím zásuvného modulu QSWAT [4]. Celkově bylo povodí rozděleno na 21 subpovodí a 1 102 HRU.

Jak je patrné z *tabulky 1*, využití území povodí je spojeno především se zemědělskými plochami a lesy. Orná půda je situována především na luvizemích, hnědozemích a pseudoglejích. Mezi nejvíce pěstované plodiny zde patří řepka, kukuřice, ozimá pšenice a ozimý ječmen. Na kambizemích pak převládá využití jako travní porosty, nejčastěji louky a v menší míře pastviny a ve vyšších polohách lesy. Plošné rozložení zobrazují mapy na *obr. 2*.

Kalibrace modelu

Pro kalibraci vybraných parametrů byly výsledky simulací průtoků porovnány s měřenými řadami z vodoměrné stanice v obci Palkovice (poskytuje ČHMÚ) a z bilančních přítoků do VD Olešná (poskytuje státní podnik Povodí Odry) v denních a měsíčních průměrných hodnotách. Užití těchto dvou typů dat vnáší do kalibrace parametrů odlišnou nejistou vzhledem k rozdílnému původu (průtoky ČHMÚ podle vodních stavů přepočteny přes měrné křivky, Povodí Odry

pak podle bilance mezi odtokem a kolísáním vody v nádrži). Pro kalibraci modelu bylo zvoleno období mezi roky 2007 a 2011 a pro validaci modelu, tedy ověření výkonnosti modelu na časové řadě meteorologických dat, období 2012 až 2015. Zvolené vstupní parametry byly adjustovány automaticky algoritmem SUFI-2 (Sequential Uncertainty Fitting) implementovaným v programu SWAT-CUP [5]. Změna parametrů byla umožněna buď úplnou změnou hodnoty, což se týká hlavně konstant, nebo relativní změnou. Hodnoty změn jsou v rámci algoritmu vzorkovány metodou latinských čtverců. Jako objektivní funkce byl zvolen nejrozšířenější vzorec v hydrologii Nash-Sutcliffe Efficiency NSE (rovnice (2)) pro porovnání výsledků simulací a pozorovaných dat.

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^{T} (Q_{sim}^{t} - Q_{obs}^{t})^2}{\sum_{t=1}^{T} (Q_{obs}^{t} - \overline{Q_{obs}})^2} \qquad (2)$$

Kde Q_{sim} je simulovaný průtok,
Q_{obs} pozorovaný průtok.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Cílem studie bylo na základě měřených průtokových řad provést kalibraci a validaci modelu, a tím prověřit funkčnost modelu SWAT na příkladu povodí VN Olešná.

Byla provedena automatická kalibrace vybraných důležitých parametrů, na něž jsou výstupy modelů citlivé. Jejich hodnoty ukazuje *tabulka 2*. Velký vliv zde mají parametry spojené se základním odtokem s hodnotami odpovídajícími povodím s rychlou odezvou, což odpovídá předpokladu na základě převládajícího karpatského flyše v geologickém podloží [6]. Potřeba snížit hodnoty odtokových křivek může být částečně způsobena přítomností plošných odvodňovacích staveb, které snižují pravděpodobnost vzniku povrchového odtoku. Přítomnost takovýchto staveb lze do modelu zahrnout, nicméně nejsou k dispozici příliš podrobné informace o jejich umístění a parametrech.

Tabulka 2. Kalibrované hodnoty parametrů modelu
Table 2. Calibrated model parameters values

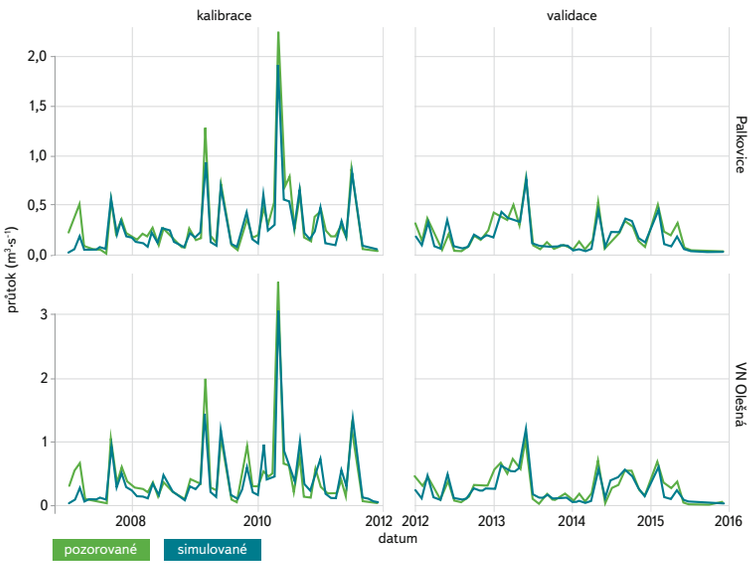
Parametr	Kalibrovaná hodnota
recesní konstanta základního odtoku	0,93
hydraulická vodivost koryta hl. vodního toku [mm·h^{-1}]	63
délka pro podpovrchový odtok [m]	43,24
zpoždění základního odtoku [dny]	1,19
čísla odtokových křivek	-17 %
mezní hloubka podzemní vody pro základní odtok [mm]	881
kompenzační faktor pro evapotranspiraci	0,93
manningova drsnost hl. vodního toku	0,05

V hodnocení modelu při kalibraci model simuluje průtoky v denním kroku s větší úspěšností po stanici v Palkovicích, přičemž v měsíčním kroku se tento rozdíl smazává (*tabulka 3*). Hodnota NSE je poměrně citlivá na shodu při velkých průtocích, které se v denním kroku při vstupu denních úhrnů srážek obtížně predikují, především právě na menších povodích. Nejvíc je tento problém patrný pro květen roku 2010 s výskytem přibližně pětiletého průtoku, kde dochází k největšímu podhodnocování, a to dokonce o více než 50 %. V denním kroku je ve SWATu použita metoda odtokových křivek, která nemůže bez zohlednění intenzity srážek mnohdy adekvátně vypočíst výšku infiltrace [7]. Toto negativum se přestává projevovat s rostoucí plochou povodí.

Tabulka 3. Hodnoty NSE pro období kalibrace a validace
Table 3. NSE values for calibration and validation

	Kalibrace		Validace	
Stanice	denní	měsíční	denní	měsíční
Palkovice	0,71	0,89	0,63	0,8
VN Olešná	0,49	0,89	0,42	0,8

I po shlazení do měsíčního kroku zůstává část neshody, která souvisí především se zimními a jarními měsíci (*obr. 3*). Model zde tedy hůře předpovídá procesy spojené s tvorbou sněhové pokrývky a následným odtáváním. Přesto se citlivost změny parametrů spojených s procesy ohledně sněhu na změny hodnot NSE neukázala jako významná. Větší vliv na NSE má srovnání vysokých průtoků v letních měsících, které dosahují vyšších kulminačních hodnot. V rámci doporučených kritérií pro hodnocení na základě NSE lze konstatovat, že model produkuje velmi dobré výsledky [8]. Pravděpodobně bude potřeba pro objektivní funkci zvolit jiný vztah než tradiční NSE, který je citlivější i k nižším hodnotám průtoků, např. Kling-Gupta Efficiency (KGE) [9], což je hodnota vycházející z rozkladu NSE, nebo hledat optimum napříč více mírami výkonnosti. Nejkorektnějším řešením je pak užití tzv. ekvifinálních modelů, tedy nepoužívat model s jednou konkrétní sadou parametrů, ale se všemi, které produkují rozumné výsledky.



Obr. 3. Porovnání simulovaných a pozorovaných měsíčních průtoků
Fig. 3. Comparison of simulated and observed monthly flows

ZÁVĚR

Model SWAT, který je vyvíjen v USA, již získal popularitu napříč světem, přesto je v České republice jeho užití ojedinělé. Jeho užití je limitováno často špatnou dostupností vstupních dat o vlastnostech půd a managementu území. Na příkladu povodí k VD Olešná byl proveden sběr potřebných dat na základě

dostupných zdrojů a bylo provedeno ověření výkonnosti modelu v předpovědi průtoků po kalibraci modelu. Výstupy v denním kroku se ukázaly jako problematické především při intenzivnějších srážkových událostech, u kterých nelze adekvátně vypočíst proces infiltrace, který v případě menších povodí nabývá na významnosti. V rámci validace oproti kalibraci pak výkonnost ještě klesá. Výsledky simulací v měsíčním kroku vycházejí velmi dobře konzistentně i v rámci validace.

Model bude dále kalibrován hlavně pro zpřesnění procesů spojených se sněhovou pokrývkou adjustací relevantních parametrů tak, aby i v denním kroku adekvátně predikoval hydrologickou bilanci. Následně bude provedena kalibrace a validace procesů spojených se živinami podle měřených dat koncentrací dusičnanového dusíku a celkového fosforu, pouze v měsíčním kroku (malá frekvence měření), což představuje další výzvu, hlavně pro další zpřesňování managementu povodí. Takovýto model dále poslouží k prognóze dopadu potenciálních klimatických změn a efektivity adaptačních opatření.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory interního projektu Ostravské univerzity SGS05/PřF/2017-2018 Poznání vývoje a současného stavu krajiny Západních Karpat a východo-sudetských pohoří s ohledem na činnost člověka a současných přírodních hazardů.

Literatura

[1] NEITSCH, S.L., ARNOLD, J.G., KINIRY, J.R., and WILLIAMS, J.R. *Soil and water assessment tool theorethical documentation*, 2009, p. 618.

[2] VÚMOP. Komplexní průzkum půd – webová aplikace [online], [vid. duben 2018]. Dostupné z: http://geoportal.vumop.cz/index.php?page=kpp

[3] SAXTON, A. and ROWLS, W. Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. *Soil Science Society of America Journal*, 2006, vol. 70, p. 1569–1578.

[4] DILE, Y.T., DAGGUPATI, P., GEORGE, CH., SRINIVASAN, R., and ARNOLD, J. Introducing a new open source GIS user interface for the SWAT model. *Environmental Modelling and Software*, 2016, vol. 85, p. 129–138.

[5] JAJARMIZADEH, M., HARUN, S., ABDULLAH, R., and MOHSEN, S., Using Soil and Water Assessment Tool For Flow Simulation and Assessment Of Sensitive Parameters Applying SUFI-2 Algorithm. *Caspian Journal of Applied Sciences Research*, vol. 2, p. 37–44.

[6] GAÁL, L., SZOLGAY, J., KOHNOVÁ, S., PARAJKA, J., MERZ, R., VIGLIONE, A., and BLÖSCHL, G. Flood timescales: Understanding the interplay of climate and catchment processes through comparative hydrology. *Water Resources Research*, 2012, vol. 48, p. 1–21.

[7] YANG, X., LIU, Q., HE, Y., LUO, X., and ZHANG, X. Comparison of daily and sub-daily SWAT models for daily streamflow simulation in the Upper Huai River Basin of China. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 2016, vol. 30, No. 3, p. 959–972.

[8] MORIASI, D.N., ARNOLD, J.G., VAN LIEW, M.W., BINGER, R.L., HARMEL, R.D., and VEITH, T.L. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE*, 2007, vol. 50, No. 3, p. 885–900.

[9] GUPTA, H.V., KLING, H., YILMAZ, K.K., and MARTINEZ, G.F. Decomposition of the mean squared error and NSE performance criteria: Implications for improving hydrological modelling. *Journal of Hydrology*, 2009, vol. 377, p. 80–91.

Autor

Mgr. et Mgr. Petr Krpec
✉ petr.krpec@osu.cz

Ostravská univerzita, Katedra fyzické geografie a geoekologie

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DISCHARGE PREDICTION BY SWAT MODEL IN CASE OF OLEŠNÁ WATER RESERVOIR

KRPEC, P.

University of Ostrava, Department of Physical Geography and Geoecology

Keywords: SWAT model — input data — Olešná reservoir — calibration and validation

Mathematical models have been used in hydrology for decision making support for many years. They allow the realization of virtual experiments that can be done empirically either very difficult or not at all. The SWAT model, developed in the US, has gained world wide popularity but its application in the Czech Republic is quite rare yet. Its application is limited often by lack of aviable input data about soil properties and land management. On the example of the Olešná reservoir watershed, the necessary data was collected on the basis of the available sources and the model performance was verified in the flow forecast after the model calibration. Outputs in the daily step proved to be problematic especially in the case of more intense rainfall events, where the infiltration process, which in the case of smaller basins, can not be adequately calculated using just daily precipitations. The outputs of the simulations in the monthly step are assessed as very good and consistent in validation.

Změny v chemismu a biologii mezotrofní nádrže po mimořádném snížení hladiny

RODAN GERIŠ, DUŠAN KOSOUR

Klíčová slova: pitná voda — snížení hladiny — vodní květ — počet buněk fytoplanktonu — mangan — hypolimnetická anoxie

SOUHRN

Vodárenská nádrž Opatovice je významným zdrojem pitné vody pro okresní město Vyškov na jižní Moravě severovýchodně od Brna. Po částečném snížení hladiny v roce 2012 a po významném snížení v roce 2017 byly zaznamenány znatelné změny v chemismu i v biologii nádrže. Došlo ke zhoršení kyslíkového režimu, zvýšení koncentrace některých látek a hlavně k tvorbě poměrně intenzivního vodního květu v pozdně letním období. Zvláště nepříjemný je rozvoj problematického rodu *Microcystis*.

ÚVOD

Nádrž Opatovice zatím patřila k poměrně kvalitním jihomoravským zdrojům pitné vody. Podle projevů eutrofizace ji bylo možno označit jako mezotrofní až slabě eutrofní. Masový sinicový vodní květ se sporadicky několikrát vyskytl počátkem 90. let, posledních minimálně 10 let tvořily sinice pouze menší část biomasy fytoplanktonu a hodnoty chlorofylu *a* většinou nepřesahovaly 20 µg/l.

Do roku 2012 se výška hladiny pohybovala kolem kóty 333 m n. m. Po zjištění skutečnosti, že jílové jádro hráze sesychá a klesá, byla v roce 2012 z bezpečnostních důvodů snížena hladina zhruba o dva metry pod kótu 331 m n. m. Na jaře 2017 byla hladina snížena ještě více kvůli rekonstrukci hráze až na kótu 319 m n. m., což je o 14 metrů proti původnímu stavu. Celkový objem zadržené vody poklesl z přibližně 9 mil. m^3 na hodnoty kolem 300 000 m^3!

Poněvadž jsou takovéto zásahy provázeny většinou negativními změnami v chemismu i biologii, byly vyhodnoceny změny v okysličení, teplotě, složení živin i některých kovů a také změny biologické, u kterých jsme se zaměřili mimo změn kvantitativních zvláště na složení fytoplanktonu a přítomnost nebo absenci a případný rozsah vodního sinicového květu.

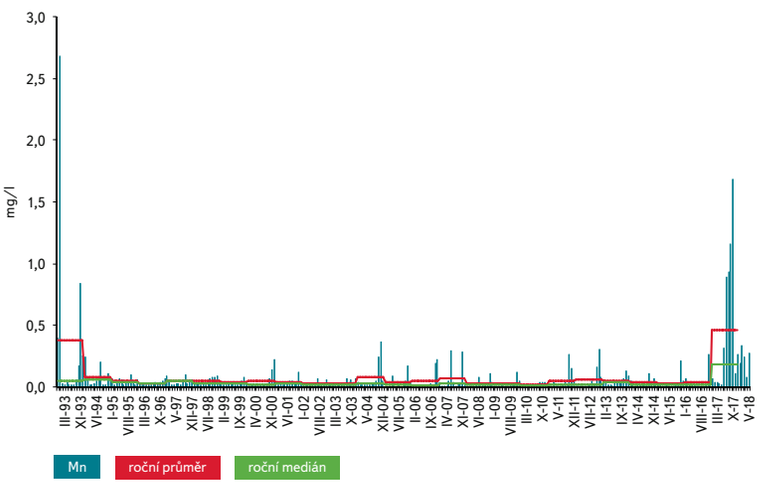
PARAMETRY A CHARAKTERISTIKA NÁDRŽE

Nádrž se nachází na říčce Malá Haná v blízkosti okresního města Vyškov v Jihomoravském kraji. Jejím hlavním účelem je akumulace vody pro skupinový vodovod Vyškov a Bučovice, dále zajištění minimálního průtoku a snížení průtoků povodňových. Vodní nádrž Opatovice má celkovou délku 2,3 km, maximální hloubku 33 m, zásobní objem 7,784 mil. m^3 a celkový objem 9,867 mil. m^3. Zatopená plocha je 70,51 ha a plocha nevelkého a poměrně zalesněného povodí je 43,24 km^2. V povodí jsou významně zastoupeny listnaté dřeviny. Průměrný roční průtok je 0,190 $m^3 \cdot s^{-1}$. Jedná se o vodárenskou přehradu s nejvíce dendritickým charakterem (tzn. vnější členitostí) v celém povodí Moravy. Nádrž byla uvedena do provozu v roce 1972.

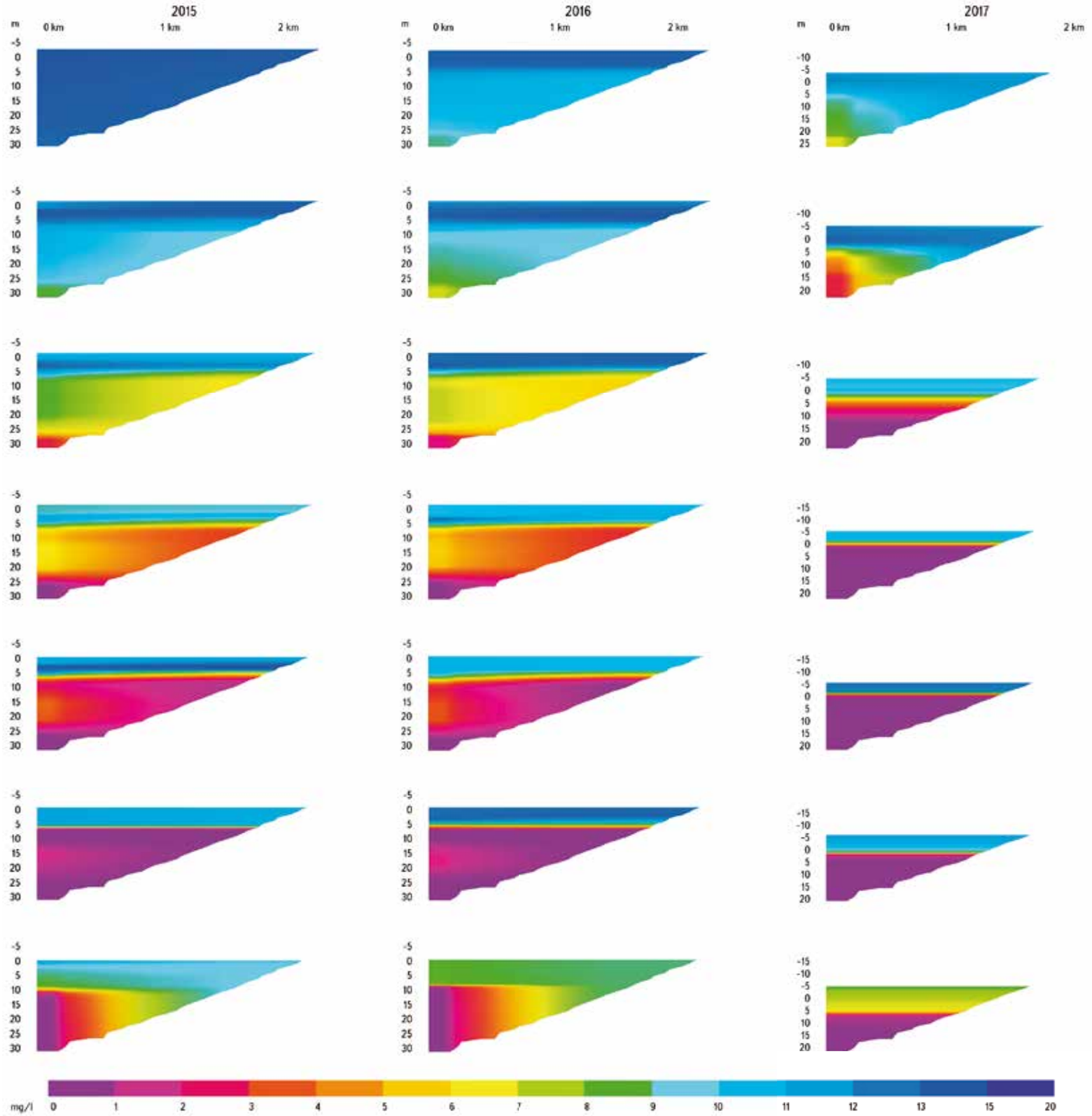
METODIKA

Biologické i chemické odběry v nádrži jsou dlouhodobě prováděny na nejhlubší svislici v přehradě naproti vodárenskému odběru 7× ročně v průběhu etační sezony, chemické odběry také na přítoku v ústí říčky Malá Haná. Pomocí multiparametrické sondy YSI byly *in situ* proměřovány následující parametry: teplota, pH, vodivost a koncentrace O_2. Průhlednost je dlouhodobě měřena hrázným 1–2× týdně. Chemické analýzy provedla laboratoř Povodí Moravy. Celkový fosfor byl stanovován metodou ICP-MS, chlorofyl *a* metodou YSI 10260 (etanolovou extrakcí), řasy a sinice byly počítány v sedimentačních komůrkách v mikroskopu Leica DM-IL, přesnější determinace byla prováděna na mikroskopu Olympus BX-60 [1–3]. Byly proměřeny hlavní dominanty fytoplanktonu a pro výpočet objemové biomasy byl použit program FYTO–HBU.

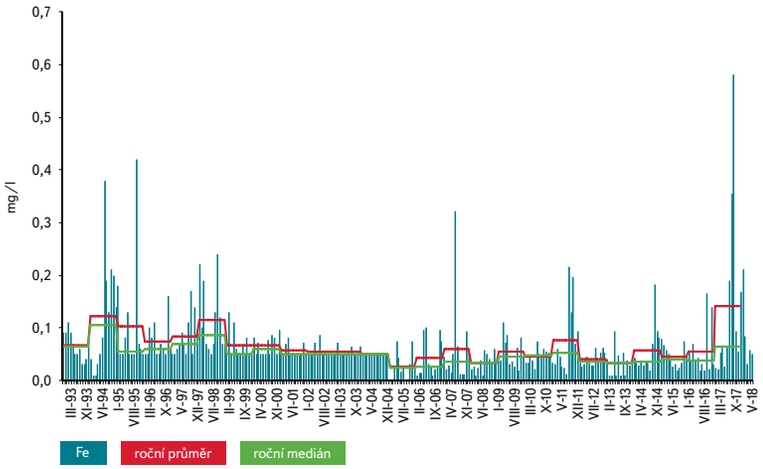
Odběr směsného vzorku byl prováděn smícháním vzorků vody v hloubkách 0–4 m po 0,5 m. Odběr surové vody byl prováděn z kohoutu odběrného potrubí, které přivádí vodu na úpravnu vody.

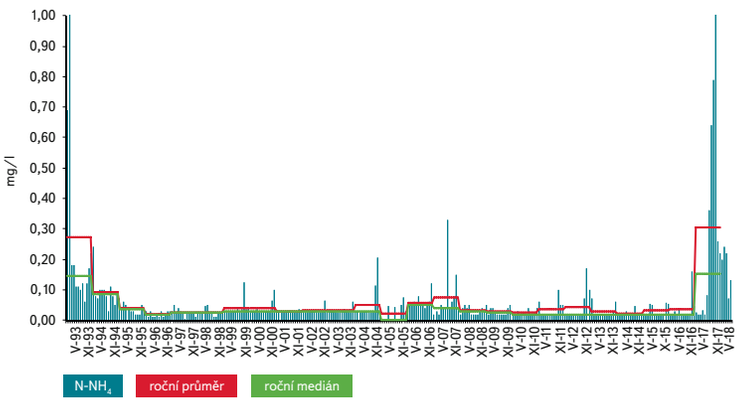


Obr. 1. Obsah celkového manganu v surové vodě odebírané z VN Opatovice na úpravnu vody
Fig. 1. The content of total manganese in raw water taken from the Opatovice Water Reservoir on the water treatment plant

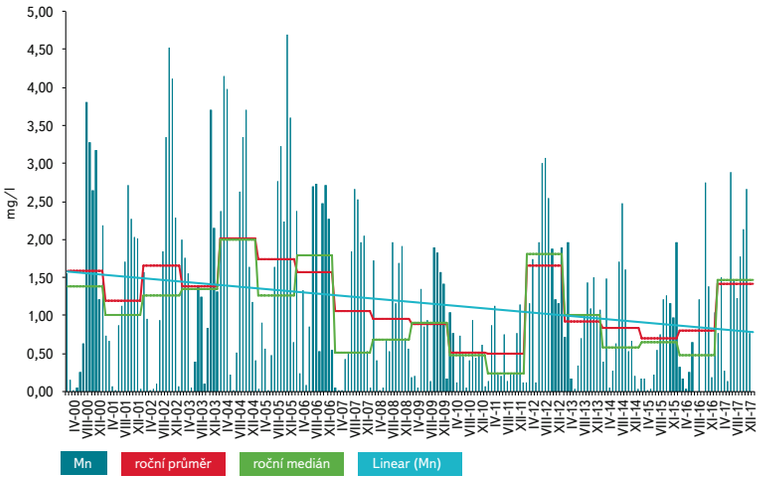


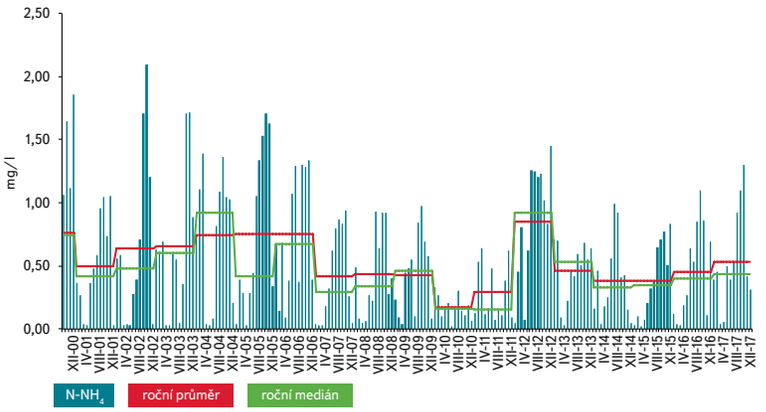
Obr. 2. Dlouhodobá stratifikace rozpuštěného kyslíku ve VN Opatovice
Fig. 2. Long-term stratification of dissolved oxygen in the Opatovice Water Reservoir





Obr. 3. Obsah celkového železa (nahoře) a N-NH_4 (dole) v surové vodě
Fig. 3. Total iron content (above) and N-NH_4 (down) in raw water





Obr. 4. Obsah celkového manganu (nahoře) a N-NH_4 (dole) v odtoku z VN Opatovice
Fig. 4. The content of total manganese (above) and N-NH_4 (down) in the outflow from the Opatovice Water Reservoir

VÝSLEDKY

Vývoj fyzikálně-chemických podmínek v nádrži

V teplotních a kyslíkových zonacích se projevil výrazněji až rok 2017, kdy se objevila velmi brzy výrazná anoxie u dna v profilu u hráze. Ve vodním sloupci redukovaném na výšku 22 metrů z původních 33 m byl už v červnu obsah rozpuštěného kyslíku pod 1 mg/l ve vrstvě 10 m nade dnem. Takto silný pokles kyslíku v hypolimniu nebyl dosud na nádrži zachycen (*obr. 2*). V důsledku toho výrazně vzrostly koncentrace manganu v celém vodním sloupci, zejména však v odebírané surové vodě (*obr. 1*). Spolu s manganem v surové vodě výrazně vzrostla i koncentrace železa a amoniaku (*obr. 3*).

Z grafů je patrné, že uvedené parametry naměřené v surové nebyly výrazně ovlivněny poklesem v roce 2012, ale pozorovatelné změny nastaly až v roce 2017. Na odtoku z nádrže (*obr. 4*) však už jsou patrné, ne však průkazné (na rozdíl od koncentrací v surové vodě), i změny tohoto prvního upuštění o cca 2 metry. Odběrný objekt je totiž situovaný výše než objekt výpustní, ve vodě odtékající spodní výpustí se tedy projeví anoxie v nádrži silněji a dříve. V parametru N-NH_4 byl dokonce nárůst v roce 2012 větší než v roce 2017. Na rozdíl od surové vody jsou ve vodě odtékající spodní výpustí vidět i předchozí výkyvy, které byly způsobeny zřejmě po snížení hladiny v letech 2002 a 2003. Nádrž reaguje velmi citlivě na období s výrazněji sníženou hladinou.

V surové vodě i ve vodě odtékající spodní výpustí byly roky 2003, 2012 a 2017 extrémní nízkými koncentracemi dusičnanů (*obr. 5*). Zejména rok 2017 byl v tomto ohledu mimořádný, došlo prakticky k vyčerpání veškerých dusičnanů v hypolimniu.

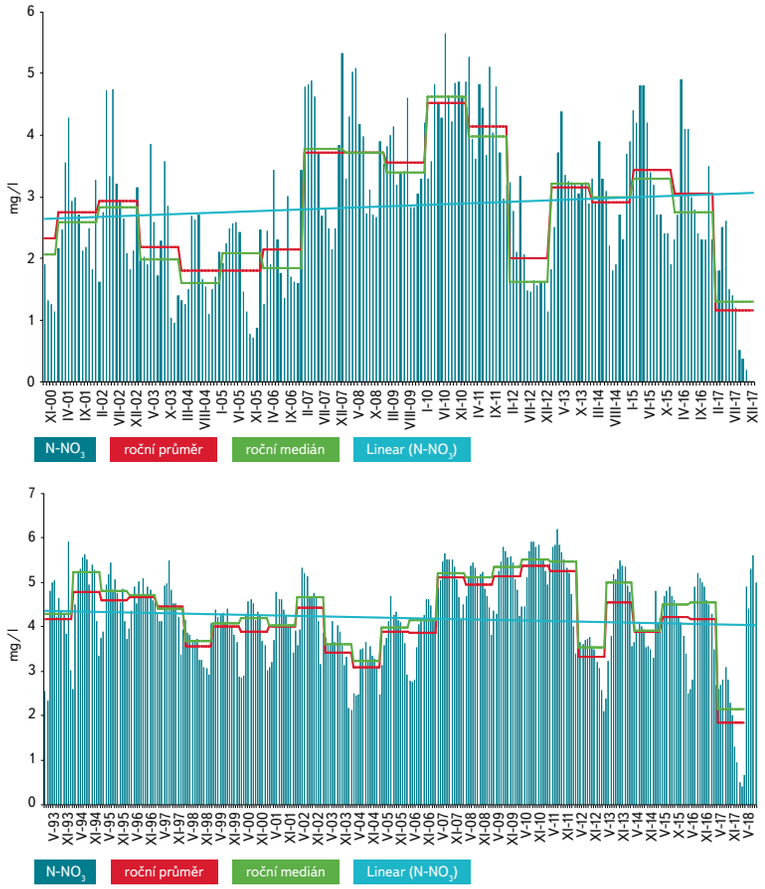
Jak předchozí mírné snížení v roce 2012 (a pravděpodobně i v roce 2002), tak zejména odpuštění nádrže v roce 2017 mělo tedy výrazný vliv na fyzikální parametry a chemismus nádrže. Toto pozorování je v souladu s podobnými jevy na nádrži Landštejn [4] a Karolinka [5].

Vývoj fytoplanktonu

Vývoj fytoplanktonu zde hodnotíme ve třech rozdílných obdobích: I. období před snížením hladiny na jaře 2012, II. období 2012–jaro 2016 a III. období – vegetační sezona 2017.

I. OBDOBÍ

V jarních měsících nebyly mezi jednotlivými obdobími výraznější rozdíly, v dubnu obvykle převažovaly drobné cetrické rozsivky (*Stephanodiscus parvus*), různé skrytěnky nebo penátní rozsivka *Asterionella formosa*. V květnu téměř výhradně dominovala pro tuto přehradu typická centrická rozsivka *Cyclotella balatonis*, ve dřívějších determinačních klíčích označována jako *Cyclotella radiosa*. V červnu se v období *„clear water"* objevují první vláknité sinice rodů *Dolichospermum* a *Aphanizomenon*, schopné vázat vzdušný dusík. V létě a na podzim dominovaly fytoplanktonu hlavně sinice, nevytvářely však vysokou biomasu a rod *Microcystis* byl zastoupen pouze přídatně.



Obr. 5. Koncentrace dusičnanového dusíku v surové vodě (dole) a v odtoku z nádrže (nahoře)

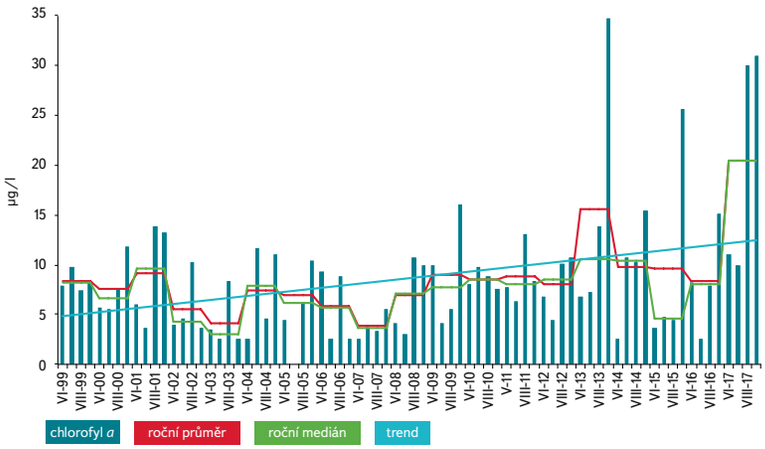
Fig. 5. Concentration of nitrate nitrogen in raw water (down) and outflow from tank (above)

II. OBDOBÍ

První rozdíly se projevily již v červenci, kdy se v období II. objevuje fytoplankton s převažujícími sinicemi rodu *Microcystis*. Tento rod preferuje vyšší teplotu a vysokou stabilitu epilimnia [6, 7]. V I. období dříve zpravidla v červenci následoval rozvoj dusík fixujících sinic, které ovšem nedosahovaly vyšší biomasy. V srpnu ve všech třech uvedených obdobích tyto sinice zpravidla dominovaly, ovšem v posledních dvou obdobích docházelo k výraznému zvýšení sinicové biomasy, např. druhu *Aphanizomenon flos aquae* v roce 2014 nebo *Limnococcus limneticus* v roce 2016. V letech 2012 se v srpnu rovněž rozvinula populace planktonní rozsivky *Fragilaria crotonensis*. V září již v tomto období dochází k pravidelnému silnému rozvoji sinic. Výrazný vodní květ byl pozorován zvláště v letech 2013 a 2017 a odpovídal již eutrofní nádrži.

III. OBDOBÍ

V roce 2017 byla zjištěna vysoká biomasa sinic rodu *Microcystis* a současně nejvyšší koncentrace chlorofylu *a* v pozdně letním období (srpen, září). V srpnu došlo k silnému rozvoji rozsivky *Fragilaria crotonensis*. Změny v tomto období byly tedy pouze kvantitativní.



Obr. 6. Koncentrace chlorofylu *a* ve směsném vzorku u hráze VN Opatovice

Fig. 6. Concentration of chlorophyll *a* in mixed sample at the dam of Opatovice Water Reservoir

SHRNUTÍ A ZÁVĚR

Snižování hladiny vody v údolních nádržích vede obecně ke změnám chemismu i biologie vody. Tyto změny jsou většinou nepříznivé pro její kvalitu a často vedou k zintenzivnění projevů eutrofizace, případně dokonce ke změně trofického statusu nádrže. V povodí Moravy jsou důsledky takových změn pozorovány zvláště silně a negativně, např. v nádržích Landštejn a Vír. V některých velmi specifických případech může naopak snížení vodní hladiny přispět k uskutečnění opatření, která napomáhají biologickou i chemickou kvalitu vody zvyšovat.

V případě Opatovic došlo ke změnám v chemismu již po prvním menším snížení v roce 2012, k opravdu výrazným změnám však došlo až po započetí opravy hráze a zaklesnutí o dalších téměř deset metrů na jaře 2017. Naproti tomu výrazné zhoršení biologické započalo již po prvním zásahu a v roce 2017 došlo pouze k určitému zhoršení, které se projevilo vyššími koncentracemi chlorofylu *a* v pozdně letním období. Složení druhů řas a sinic se však od roku 2012 příliš nezměnilo (*obr. 6*).

Od roku 2012 se několikrát objevil poměrně silný vodní květ, který byl tvořen hlavně druhy *Aphanizomenon flos aquae, Microcystis aeruginosa, M. wesenbergii a Woronichinia naegeliana*. Tyto sinice vytvářejí rozmanité toxiny a při svém přemnožení mohou navíc působit organoleptické potíže [8].

V roce 2017 došlo hlavně k prohloubení kyslíkových deficitů, zvýšení koncentrace železa, manganu i amoniaku v hypolimniu nádrže, současně ovšem k téměř kompletnímu vyčerpání dusičnanů. K výraznému vzrůstu koncentrace celkového fosforu došlo rovněž v tomto roce, nedošlo však zatím k výrazné biologické odezvě.

Poněvadž hladina přehrady bude snížena ještě minimálně dvě vegetační sezony, je nezbytné bedlivě sledovat biologii i chemismus a v tomto sledování pokračovat i po opětovném napuštění. S nejvyšší pravděpodobností můžeme očekávat další nárůst biomasy fytoplanktonu, jehož významná část bude pravděpodobně tvořena sinicemi.

Příspěvek byl publikován ve sborníku Vodárenská biologie 2018,
ISBN 978-80-88238-06-5.

Literatura

[1] HINDÁK, F. a kol. *Sladkovodné riasy*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladatelstvo, 1978.

[2] LENZENWEGER, R. *Desmidiaceenflora von Ostereich*. Teil 1–4. Belin, Stuttgart, 1997.

[3] KALINA, T. *Systém a vývoj sinic a řas*. Praha: Karolinum, 1994.

[4] GERIŠ, R. a KOSOUR, D. Intenzivní rozvoj sinic v oligo – mezotrofní nádrži Landštejn. In: *Vodárenská biologie 2010*. Praha: Ekomonitor, 2010.

[5] GERIŠ, R. a KOSOUR, D. Vliv snížení hladiny na kvalitu vody v nádrži Karolinka. In: *Vodárenská biologie 2016*. Praha: Ekomonitor, 2016.

[6] HAPPEY-WOOD, CH.M. Ecology of freshwater planktonic green algae. In: *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton* (edited by Sandgren C.D.). Cambridge University Press, 1988, p. 175–226.

[7] REYNOLDS, C.S. Phytoplankton designer – or how to predict compositional response to trophic state change. *Proceedings The Trophic Spektrum Revisited*, Kluwer Academic Publisher, 2000, p. 123–132.

[8] ŠTĚPÁNEK, M. a kol. *Hygienický význam živočišních dějů ve vodách*. Praha: Avicenum, 1979.

Autoři

Mgr. Rodan Geriš
✉ geris@pmo.cz

Mgr. Dušan Kosour
✉ kosour@pmo.cz

Povodí Moravy, s. p.

Příspěvek prošel lektorským řízením.

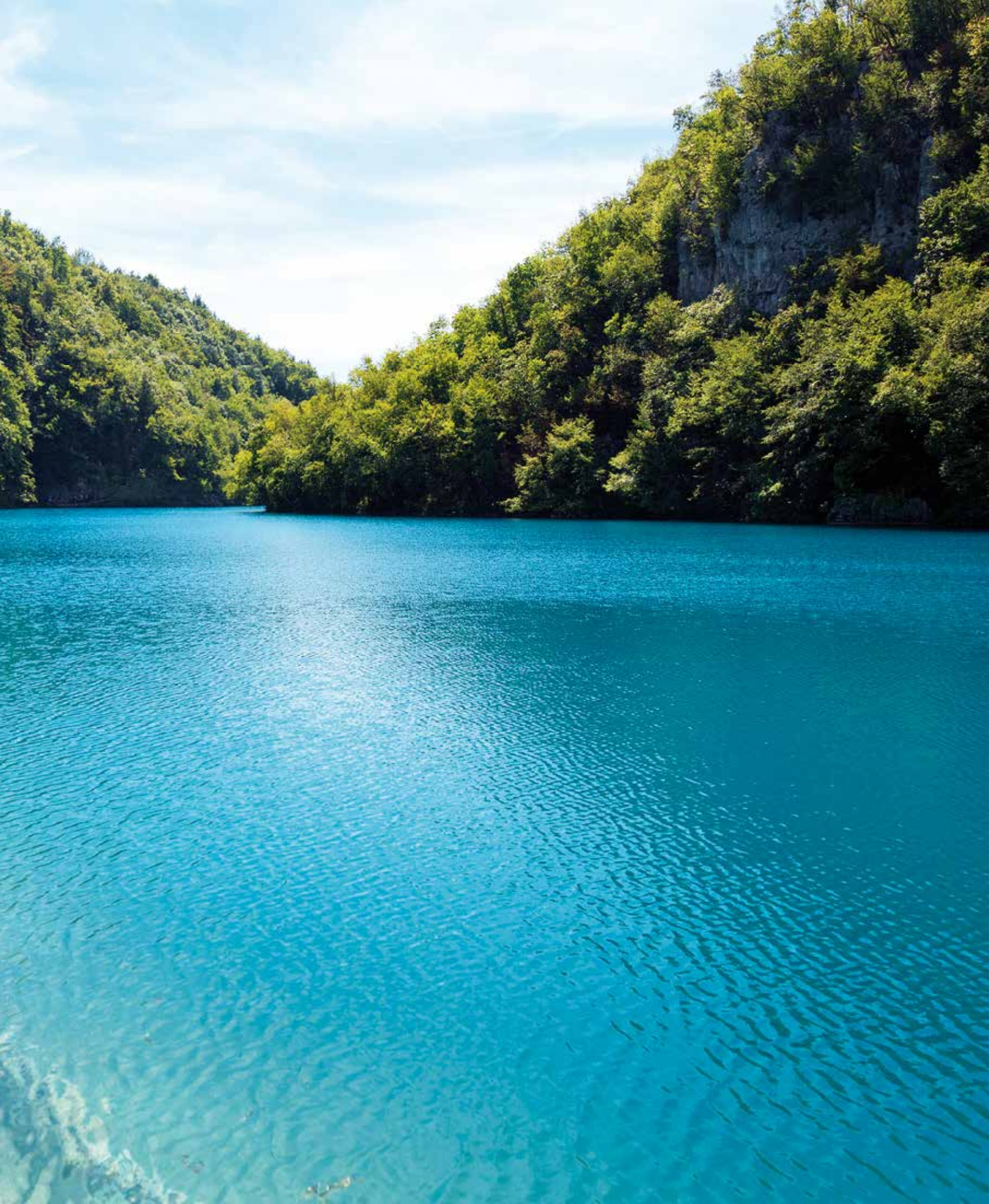
CHANGES IN CHEMISTRY AND BIOLOGY OF THE MESOTROPHIC WATER RESERVOIR AFTER AN EXTRAORDINARY LEVEL DECREASE

GERIS, R.; KOSOUR, D.

Povodí Moravy, state enterprise

Keywords: drinking water — decrease of water level — algal blooms — phytoplankton cell count — manganese — hypolimnetic anoxia

Opatovice Water Reservoir is an important source of drinking water for the district town of Vyškov in South Moravia, northeast of Brno. After a partial decrease in the level in 2012 and after a significant reduction in 2017 there were marked changes in the chemistry and in the biology of the tank. There has been a deterioration of the oxygen regime, an increase in the concentration of some substances and, in particular, the formation of a relatively intense water bloom in the late summer. Particularly unpleasant is the development of the problematic *Microcystis* genus.



Autoři VTEI

Mgr. Jakub Dobiáš

Povodí Vltavy, s. p.

✉ jakub.dobias@pvl.cz
www.pvl.cz

Mgr. Jakub Dobiáš je zaměstnancem vodohospodářských laboratoří státního podniku Povodí Vltavy od roku 2012, v témže roce dokončil magisterský obor Ekologie – Hydrobiologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Podílí se na řešení projektů spojených s monitoringem povrchových vod s bližším zaměřením na hydrobiologické a mikrobiologické analýzy, živinové bilance, speciální organické ukazatele, bioakumulaci těžkých kovů aj. Pracovní rámec a řešené projekty jsou často spojené s kvalitou vody, hydrologickými extrémy a povodím Vodárenské nádrže Švihov na Želivce.

Mgr. et Mgr. Petr Krpec

Ostravská univerzita

✉ petr.krpec@osu.cz
www.kfgg.osu.cz

Mgr. et Mgr. Petr Krpec vystudoval bakalářský i navazující obor Ochrana a tvorba životního prostředí na Univerzitě Palackého v Olomouci. Zároveň vystudoval navazující obor Modelování v environmentální geografii na Ostravské univerzitě. V současné době pokračuje v doktorském studiu oboru Environmentální geografie na Ostravské univerzitě. Z odborného hlediska se zabývá především aplikací hydrologického modelování. V disertační práci řeší využití modelu SWAT pro studium vlivu klimatických změn na znečištění povrchových vod živinami.

RNDr. Diana Marešová, Ph.D.

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ diana.maresova@vuv.cz
www.vuv.cz

RNDr. Diana Marešová, Ph.D., je vedoucí oddělení hydrochemie ve VÚV TGM, v. v. i. Vystudovala obor Ochrana a tvorba životního prostředí na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy, kde následně absolvovala i doktorské studium. Je členem subkomise č. 4 pro normalizaci radiologických metod v rámci TNK 104 Jakost vod. Zabývá se problematikou sledování a hodnocení radioaktivních látek v životním prostředí, zejména v hydrosféře.

Rozhovor s hydrobioložkou RNDr. Zdeňkou Žákovou, CSc.

Hydrobiologie je významnou součástí biologie prostředí, která byla vždy neodmyslitelným „živým" nástrojem při poznávání a hodnocení změn hydrosféry. Vaše hlavní specializace, kterou je aplikovaná algologie (obor biologie, zabývající se studiem řas a sinic, aplikovaný ve vodohospodářské praxi) Vám umožnila pohlédnout do vodního světa obývaného jedinečnými mikroskopickými organismy a jejich znalost Vám umožňovala věnovat se praktickému výzkumu, využívajícímu jejich odezvy na vlivy z vnějšího prostředí. Co Vás přivedlo právě k tomuto oboru, kterému jste se následně věnovala po celou dobu svého působení ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka, v. v. i. (VÚV TGM)? Jak dlouho jste působila v brněnské pobočce VÚV TGM?

Již od dětských let jsem milovala přírodu a zvláště rostliny, což rozhodlo o volbě směru mého studia. Vystudovala jsem Přírodovědeckou fakultu Masarykovy university (tehdejší University J. E. Purkyně) v Brně – obor biologie-chemie se specializací na fyziologii rostlin. Vzdělávání ve vybraném oboru jsem zakončila v roce 1977 dokončením postgraduálního studia (titul CSc. v oboru biologických věd).

Po krátkodobém působení jako pedagožka na gymnáziu ve Zdounkách u Kroměříže jsem nastoupila v roce 1964 na post výzkumné pracovnice v oboru hydrobiologie v brněnské pobočce Výzkumného ústavu vodohospodářského, Praha (dnes VÚV TGM), kde jsem pracovala celkem 28 let. Po dosažení důchodového věku v roce 1992 jsem si založila malou konzultační firmu BIOTES a v rámci ní jsem s VÚV TGM spolupracovala dalších 25 let. Celkem tedy má aktivní činnost na projektech řešených ve VÚV TGM trvala 53 let.

V době Vaší aktivní činnosti byla hydrobiologie a její návaznost na související obory vodního hospodářství aktivně využívána nejen ve výzkumných oblastech, ale i při řešení technologických problémů. Práce umožňovala setkat se s řadou osobností, z nichž mnozí byli zaměstnanci nebo aktivní spolupracovníci VÚV TGM. S kým z tehdejších pracovníků VÚV TGM se Vám nejlépe spolupracovalo a kdo měl největší vliv na Vaši činnost?

Hned po mém nástupu do VÚV TGM mně byl svými radami velmi nápomocen RNDr. Petr Marvan, CSc., který v té době odešel z VÚV TGM do Botanického ústavu ČSAV, a já jsem nastoupila na jeho místo. Mohla jsem ho podle potřeby navštěvovat na jeho novém pracovišti a využívat jeho bohaté zkušenosti s determinací řas a sinic ve vzorcích ze sledovaných lokalit a s interpretací výsledků. Při řešení úkolů a terénních šetřeních jsme vytvořily velmi dobře fungující tandem s RNDr. Evou Kočkovou. Velkým přínosem pro moji řešitelskou činnost byl až do odchodu do USA tehdejší vedoucí řešitelského týmu Ing. Vladimír Novotný, CSc., a také pan prof. Záviš Cyrus z VÚV TGM v Praze.

Hydrobiologie patří ve VÚV TGM dodnes k nosným a podporovaným oborům, k jejíž dlouholeté tradici a dobrému jménu přispěla i Vaše práce. Jste dlouholetou členkou České algologické společnosti a České limnologické společnosti. Několik let jste byla aktivní členkou světové vodohospodářské organizace – International Water Association (IWA), odborných skupin „Difúzní znečištění" a „Využití makrofyt pro čištění odpadních vod". Na co především byla zaměřena Vaše odborná činnost?

Řešila jsem mnoho výzkumných úkolů, zaměřených především na hydrobiologickou problematiku toků a nádrží, vliv antropogenní činnosti na eutrofizaci nádrží, monitorování eutrofizace včetně návrhů opatření na její snižování, pracovala jsem též jako hydrobioložka ve skupině expertů v rámci Česko-rakouské komise hraničních vod.

V době svého aktivního působení v brněnské pobočce VÚV TGM jsem se v rámci řešených projektů zabývala hlavně posuzováním jakosti povrchových vod na základě složení společenstev volné vody a nárostů (biosestonu a perifytonu) povrchových vod se zaměřením na fytoplankton. Za více než 50 let jsem determinovala v rozsahu potřeb aplikovaného výzkumu, hodnocení jakosti vod a praktických opatření tisíce vzorků biosestonu a perifytonu z různých lokalit – toků i nádrží (Dyje, Morava, Svratka, Jihlava, Oslava a jejich přítoky Fryšávka, Luhačovický potok, Malše, Lužnice aj., nádrží Nové Mlýny, Vír, Hubenov, Dalešice – Mohelno, Orlík, řady rybníků na Jižní Moravě) i různých provozů (Jaderné elektrárny Dukovany a Temelín, z úpraven vod Hubenov, Ludkovice apod.). Aby bylo možno v požadovaných termínech plnit požadavky řešených úkolů při tak velkém množství rozborů, vypracovala jsem ve spolupráci s programátory praktický program pro hodnocení jakosti vod podle složení společenstev biosestonu a perifytonu, který se v průběhu uplynulých cca 30 let postupně doplňoval a zdokonaloval.

Soutok Moravy a Dyje, před rokem 1989 přísně střežené místo, kde jsme odebírali vzorky z rakouské loďky s Rakušany pod dozorem pohraniční stráže

Pro biologické hodnocení trofie povrchových vod jsem navrhla v roce 1971 modifikaci laboratorního testu na stanovení potenciální produktivity vody, který byl postupně upřesňován ve spolupráci s dalšími odborníky a byl podkladem pro vypracování jednotné standardní metody stanovení trofického potenciálu vody. Navrhla jsem též klasifikační stupnici pro hodnocení trofie vody podle trofického potenciálu. Touto metodou, založenou na jednorázové kultivaci testovací řasy *Scenedesmus quadricauda* /TURP./BRÉB. kmen Greifswald/15 za standardizovaných podmínek, bylo ve VÚV TGM v Brně v rámci řešených úkolů vyšetřeno několik tisíc vzorků vod z toků, nádrží a rybníků. Metoda se stala nedílnou součástí biologického hodnocení jakosti povrchových vod v aplikovaném výzkumu, prováděném ve VÚV TGM v Brně a v jiných institucích.

Dále jsem řešila úkoly zaměřené na toxicitu odpadních vod, vliv vypouštění oteplených odpadních vod do toků a nádrží a v posledních letech zejména na přírodní způsoby čištění vody.

V roce 1986 jste založila odbornou skupinu sdružující odborníky zabývající se problematikou využívání přírodních způsobů pro čištění vody (umělých mokřadů, kořenových čistíren). Zorganizovala jste ve spolupráci s dalšími specialisty řadu odborných konferencí, včetně vydání sborníků, a napsala jste řadu publikací k této problematice, čímž jste přispěla ke vzájemné výměně zkušeností a postupnému zavádění těchto systémů v České republice. Věnovala jste se tomuto tématu i v rámci své firmy? Jakou vidíte perspektivu vegetačního čištění u nás a ve světě?

V rámci firmy jsem prováděla poradenskou činnost pro zájemce o aplikaci přírodních způsobů čištění odpadních vod u soukromých obydlí a rekreačních zařízení, kteří se na mne obraceli po přečtení informací na mých webových stránkách (www.biotes.com), nebo na mne byli odkazováni tazatelé, kteří se o tato řešení zajímali přes Zelený telefon ekologické instituce Veronica. Propagovala jsem vegetační čištění odpadních vod, poněvadž věřím, že je dobrou alternativou ke klasickým čistírnám odpadních vod ve vhodných případech, doporučených odborníky, zvláště pro odlehlé lokality s obtížným nebo nereálným napojením na klasickou čistírnu odpadních vod. Bývají to lokality v horských a podhorských oblastech s vysokou krajinnou hodnotou. Navštívili

Společný odběr vzorků na Dyji s Rakušany

Malá bezodtoková přírodní čistírna odpadních vod u chaty v Blansku

Odběr vzorků na Dyji

jsme s manželem mnoho dobře fungujících přírodních čistíren odpadních vod u nás, v Rakousku, Švédsku, Německu a v jiných zemích, proto věřím v budoucnost zavádění těchto systémů v naší republice. V posledních letech se už podařilo díky šíření pozitivních referencí spolu s dalšími specialisty zlomit počáteční nedůvěru vodohospodářských úřadů k rozumnému zavádění těchto systémů a daří se jich u nás budovat stále více.

V rámci své profesní dráhy jste publikovala přes 100 odborných publikací, přednášela na konferencích u nás i v zahraničí, organizovala množství odborných akcí. Jak se Vám dařilo skloubit tak bohatou odbornou činnost s rodinou a výchovou tří dětí?

Někdy to bylo opravdu náročné – nechtěla jsem ošidit ani práci, ani rodinu. Naštěstí jsem měla velkou oporu v mém manželovi a babičkách – hlavně mé tchyni Štěpánce.

Jak se vám líbila spolupráce na projektu Zatopené kulturní a přírodní dědictví jižní Moravy?

Jsem velmi ráda, že jsem mohla ke konci mé odborné činnosti spolupracovat na tak zajímavém projektu, který přinesl mnoho nových poznatků o oblastech, zatopených významnými moravskými nádržemi – soustavou nádrží Nové Mlýny, Vranovskou a Brněnskou přehradou. Spolupráce byla o to příjemnější, že se koordinátorce projektu NAKI RNDr. Haně Mlejnkové, Ph.D. (která podědila moji lásku k přírodě) podařilo vytvořit velmi kvalitní a družný kolektiv řešitelů, kteří přistupovali k řešení s velkým nadšením a vzájemně aktivně spolupracovali. Mám radost, že výsledky projektu vzbudily velký zájem odborné i laické veřejnosti, a knihu, která je hlavním výstupem projektu, všem vřele doporučuji k přečtení.

Svým aktivním přístupem k práci, vědeckým zaujetím a nadšením při řešení širokého spektra výzkumných úkolů jste byla příkladem a inspirací pro další generace hydrobiologů, kterým jste nezištně a s úsměvem předávala své dlouholeté vědecké poznatky. Co byste přála do budoucnosti vašemu oboru, ve kterém jste tak dlouho pracovala?

Mám radost, že se biologickým problémům ochrany jakosti vod a jejich řešení v posledních letech věnuje stále větší pozornost. Přála bych si, aby se stále více uplatňovaly přírodní způsoby čištění odpadních vod tam, kde je to vhodné a rozumné. Aplikované hydrobiologii bych přála, aby si nové poznatky, získané na akademických pracovištích, nacházely těsnější spojení s potřebami praxe.

Redakce

Významné nepříznivé vlivy opatření na užívání silně ovlivněných vodních útvarů: zkušenosti a příklady ze zahraničí

V dubnu letošního roku se konal v Bruselu mezinárodní workshop zaměřený na posuzování významnosti nepříznivých vlivů plánovaných opatření na užívání nebo širší prostředí silně ovlivněných a umělých vodních útvarů[1]. Tato problematika souvisí s implementací Rámcové směrnice o vodách 2000/60/ES a harmonizací úrovně dobrého ekologického potenciálu mezi členskými státy EU. Setkání bylo organizováno pracovníky evropské komise, členy Ad Hoc Task Group HYMO a hydromorfologickým týmem pod pracovní skupinou ECOSTAT. Workshopu se účastnilo téměř 50 zástupců členských států EU a EHP a přinesl řadu podnětů pro uchopení této problematiky v podmínkách České republiky.

SAEOU V PROCESU IMPLEMENTACE RÁMCOVÉ SMĚRNICE O VODÁCH

Pojem „významné nepříznivé vlivy na užívání nebo širší prostředí" (Significant Adverse Effects on Use or the Wider Environment – SAEoU) se v procesu implementace Rámcové směrnice o vodách 2000/60/ES (RSV) objevuje na dvou místech:

1. při vymezení umělých (AWB) nebo silně ovlivněných vodních útvarů (HMWB) podle článku 4.3 a): *Členské státy mohou vymezit útvar povrchové vody jako umělý nebo silně ovlivněný, pokud by změny hydromorfologických vlastností, které by byly nutné k dosažení dobrého ekologického stavu tohoto útvaru, měly výrazně nepříznivé účinky na širší okolí nebo užívání vodního útvaru;*

2. v procesu nastavení maximálního ekologického potenciálu (MEP) pro umělé a silně ovlivněné vodní útvary – maximální ekologický potenciál je definován jako stav vodního útvaru po provedení všech zmírňujících opatření, která nezpůsobují významné nepříznivé ovlivnění užívání nebo širšího okolí daného HMWB nebo AWB. Dobrý ekologický potenciál (GEP), který je cílovým stavem pro všechny silně ovlivněné a umělé vodní útvary, je definován jako takový stav vodního útvaru, kdy jsou biologická společenstva jen mírně odlišná od útvaru v maximálním ekologickém potenciálu. Podrobně je problematika silně ovlivněných a umělých vodních útvarů popsána ve směrném dokumentu *WFD CIS Guidance Document No. 4 Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies.*

Protože nastavení úrovně GEP je v současnosti předmětem harmonizace mezi členskými státy, dostalo se související hodnocení SAEoU do popředí zájmu.

VÝCHODISKA A CÍLE WORKSHOPU

Potřebu metodického návodu pro hodnocení SAEoU nebo alespoň sdílení příkladů dobré praxe dokládají výsledky reportingu a komunikací mezi členskými státy.

V prvním cyklu plánování uváděla pouze polovina národních plánů povodí popis definice SAEoU jako součást vymezení HMWB. U zbývající poloviny plánů tento popis zcela chyběl, nebo byl nejasný. Hodnocení významnosti vlivu plánovaných opatření na užívání nebo širší prostředí bylo hodnoceno většinou expertním odhadem. Pouze v několika případech plány uváděly konkrétní limity pro významnost ovlivnění užívání. Většinou však byla použita kvantitativní a nikoliv kvalitativní kritéria. Výsledek hodnocení byl často vágní a neprůhledný a nebylo možné srovnání mezi členskými státy.

Nedávno zveřejněná studie o zmírňujících opatřeních pro dosažení GEP v případě vodních nádrží zaměřených na hydroenergetiku ukázala, že jen několik členských států má nastavena kritéria pro určení SAEoU pro tento typ užívání.

Jedním z výsledků CIS workshopu k nastavení GEP v případě hydroenergeticky využívaných vodních nádrží bylo poznání, že mezi členskými státy panují velké rozdíly v limitech pro významnost SAEoU a většina zemí nemá pro stanovení SAEoU standardizovanou metodiku.

Cílem zde popisovaného workshopu byla výměna praktických zkušeností z posuzování SAEoU při vymezování HMWB a stanovení GEP v jednotlivých členských státech. Diskuse byly dále zaměřeny na vyjasnění otázek, které souvisí se stanovením SAEoU. Současně mají vzniknout ze závěrů workshopu podklady pro dodatek k směrnému dokumentu CIS Guidance č. 4.

PŘÍKLADY ZA ZAHRANIČÍ

Protože problematika SAEoU není ve většině členských států nijak pevně uchopena, významnou roli na workshopu hrál přenos zkušeností, prezentace řešení a příklady z jednotlivých států. Workshop se zabýval tematikou SAEoU ve čtyřech nejčastějších typech užívání HMWB: vodní nádrže (převážně určené pro hydroenergetiku), protipovodňová ochrana, zemědělské odvodnění a plavba. Podle těchto témat byly též rozdělené diskusní skupiny.

V případě hydroenergetických soustav patřili mezi nejaktivnější zástupci skandinávských států a Rakouska. Účastníci workshopu pocházeli většinou ze státních institucí pracujících v resortu životního prostředí a energetiky. Například norské zkušenosti přednesli v jedné z úvodních prezentací společně T. S. Pedersen z norského Ministerstva klimatu a životního prostředí a H. Hamnaberg z Ministerstva ropného a energetického průmyslu.

V Norsku, pro které je hydroenergetika hlavním zdrojem elektřiny, vyrábějí hydroenergetické soustavy ročně kolem 130 TWh elektrické energie (to je přibližně 1,5 násobek celkové výroby elektřiny v ČR). Výroba podléhá výkyvům podle přírodních podmínek jednotlivých let, meziroční rozdíly dosahují až 60 TWh. Vodní nádrže využívané k hydroenergetice jsou tomuto účelu plně podřízeny. Hloubka vody v těchto nádržích kolísá v průběhu roku o desítky procent. Nejpočetnější jsou v Norsku malé vodní elektrárny s výkonem do 10 MW (přes 80 %), které však dohromady zajišťují méně než 10 % hydroenergetické produkce. Naopak asi 5 % vodních elektráren jsou velké zdroje s výkonem nad 100 MW, které vyrábějí přes 60 % elektrické energie pocházející z vodních zdrojů.

Hlavním právním nástrojem pro zlepšení podmínek pro vodní ekosystémy ovlivněné hydroenergetikou jsou v Norsku revize podmínek provozování hydroelektráren. To zahrnuje změny manipulačního řádu a udělování licencí k provozu podle standardních právních předpisů a podmínek daných předpisy na ochranu přírody. V plánovacím období 2016–2021 je asi u čtvrtiny vodních elektráren navržena změna podmínek k provozu. Součástí je též revize licencí starých vodních elektráren. Hlavní prioritou ochrany přírody na energeticky

Vodní elektrárna Hunderfossen v Norsku

Přehrada Rhodopes Mountain v Bulharsku

Tabulka 1. Kategorizace možných typů ovlivnění provozování plavby na HMWB/AWB a příklady opatření, které je působí; návrh podle prezentace Jan Brooke z Velké Británie je praktickým přístupem, který může být použit i v případě jiných typů užívání

Stupeň ovlivnění užívání	Příklad opatření na vodních cestách	
0) zmírňující opatření zjevně bez SAEoU	zvýšení povědomí o nepůvodních a invazních druzích (výuka nemůže negativně ovlivnit plavbu)	
1) zmírňující opatření pravděpodobně bez SAEoU	tvorba nebo podpora stanovišť (při použití vhodné metody není vliv na užívání)	
2) zmírňující opatření lze realizovat, pouze pokud odpovědná autorita potvrdí, že nevznikne SAEoU	zvýšení průtoku pomocí manipulace nebo technických změn na zdymadlech, propustcích, jezech (vliv na bezpečnost kvůli hydraulickým změnám)	obnova přírodních procesů nebo obnova meandrování (může omezit bezpečnost plavby)
3) zmírňující opatření je v rozporu s užíváním (SAEoU je zjevné)		

využívaných tocích je udržení rybích populací. Dílčími tématy jsou ochrana ohrožených druhů, jako např. perlorodky říční, zachování krajinného rázu a rekreačního využití vodních útvarů.

Poměrně jednoduchým způsobem stanovení SAEoU byla dotazníková akce provedená v roce 2011. Ředitelství hydroenergetických podniků byla dotázána, jaké omezení výkonu hydroelektráren považují za přijatelné ve snaze dosáhnout dostatečného průtoku v ovlivněných vodních tocích („environmental flow"). Výsledkem je seznam prioritních opatření, která mají relativně malý vliv na užívání a poskytují významné zlepšení hydromorfologických podmínek v korytě. V praxi to představuje 387 prioritních vodních útvarů, na kterých jsou plánována opatření zmírňující vlivy hydroenergetiky. Tato opatření způsobí roční ztrátu 1,1–1,7 TWh elektrické energie, což odpovídá přibližně 1–1,5 % celkové roční elektrické produkce vodních elektráren. Výsledky jsou shrnuty do národní metodiky, nicméně v konkrétních případech bylo třeba posoudit místní podmínky, podle autorů prezentace neexistuje univerzální řešení. Z norské zkušenosti vyplývá, že nastavení SAEoU je potřeba provést na národní úrovni, kde do koncepčního rozhodování mohou zasahovat i politická zadání.

Podobné stanovisko přednesl i zástupce EURELECTRIC (J. Muotka) v tom smyslu, že je třeba posuzovat konkrétní případy jednotlivých HMWB. Ve své prezentaci klasifikoval různé typy ovlivnění výroby elektrické energie a různé úrovně nepříznivého ovlivnění tohoto typu užívání. Hydroelektrárny mohou být ovlivněny zejména třemi způsoby:

A. snížení celkové výroby,

B. omezení flexibility (možnost špičkování podle aktuálních potřeb a cen elektřiny),

C. snížení akumulační kapacity nádrže.

Autor ve své prezentaci navrhl systém klasifikace užitků hydroenergetiky s rozdílným časovým horizontem:

1. sezonní zabezpečení dodávek elektřiny v obdobích vysoké spotřeby (měsíce),
2. krátkodobá vysoká spotřeba elektrické energie (1–2 dny během roku),
3. dodávky elektřiny v období nízkého výkonu větrných a solárních elektráren (den–týdny),
4. plánování výroby elektřiny podle spotřeby (den–týden),
5. zajištění rovnováhy spotřeby a výroby elektřiny v rámci dne (den),
6. stabilizace přenosové soustavy (vteřiny–hodina).

Přehrada vodní elektrárny a zavlažování

Pokud vodní energie hraje zásadní roli v některé z výše uvedených kategorií, jakékoli zhoršení užívání může být považováno za významný nepříznivý vliv. Energetické strategie jednotlivých států EU se sice liší, ale při hodnocení zmírňujících opatření by každý měl ve svých plánech uvažovat tyto jednotlivé užitky.

Jako příklad přínosného výzkumu na téma SAEoU zmínil rakouský projekt Sustainable River Management (SuREmMa), který řešil efektivitu zmírňujících opatření pro hydroenergetické špičkování a jejich efekt na obchod, energetický systém a ekonomiku. Problematiku nepříznivého ovlivnění flexibility jako důležitého parametru výroby elektřiny dokumentoval autor na případu finské

soustavy hydroelektráren na řece Oulujoki (Q_a = 250 m³/s). Zvýšení minimálního průtoku z 50 m³/s na 75 m³/s by zde znamenalo ztrátu 50 % flexibility ve výrobě elektřiny. Tato elektrárenská soustava přitom tvoří asi 30 % flexibilní kapacity hydroelektráren ve Finsku.

Další prezentaci přednesl Sebastian Döbbelt-Grüne. Zabývala se německými vodními útvary, jejichž hydromorfologický stav je silně ovlivněn ochranou před povodněmi. Silně ovlivněné vodní útvary tvoří v Německu asi polovinu všech vodních útvarů tekoucích vod. Pro HMWB byla sestavena „typologie" podle typu vodního toku a způsobu užívání. Pro jednotlivé typy byl navržen seznam možných zmírňujících opatření a k nim přiřazeno hodnocení praktické technické proveditelnosti, která již zahrnovala posouzení úrovně nepříznivého ovlivnění protipovodňové ochrany. Hodnocení vycházelo ze zkušeností s prováděním opatření na vodních tocích a se znalostí příčin, které v určitém typu prostředí brání realizaci navržených opatření (např. nemožnost výkupu pozemků, nedostatek prostoru v nivě…). Přes tento koncepční přístup dospěli autoři k shrnutí, že pro HMWB užívaných pro protipovodňovou ochranu nelze stanovit jednoznačné kvantitativní limity SAEoU. Spíše je třeba posuzovat funkční, kvalitativní kritéria. Hodnocení SAEoU je specifické pro různé typy užívání HMWB a obvykle se liší v různých prostorových měřítkách (místní, národní, mezinárodní).

Marc van den Berg popsal stav řešení problematiky SAEoU v Nizozemí. Jako modelový příklad uvedl situaci hráze v zátoce Haringvliet, která se nachází v deltě Rýna. Funkcí hráze je ochrana před záplavami při přílivových extrémech a akumulaci sladké vody. Pro rybí společenstva představuje hráz migrační bariéru oddělující říční deltu od Severního moře. Navržená opatření by hráz migračně zprůchodnila, umožnila částečně slapové jevy, ale vyžadovala by zajištění náhradního zdroje sladké vody s odhadovanými náklady 75 mil. EUR. Odhadovaný vliv opatření na rybí obsádku představuje zlepšení o 0,2 EQR, tedy o jednu třídu standardního pětistupňového hodnocení. Prosazení realizace opatření bylo zcela politickým rozhodnutím, diskuse probíhala s různými výsledky 20 let. V roce 2018 by mělo konečně dojít ke zprůchodnění hráze.

V Nizozemí jsou ve velké míře budovány rybí přechody a místně jsou prováděna opatření pro zvýšení stanovištní diverzity vodních toků. Zda mohou tato opatření způsobit SAEoU, závisí na jejich rozsahu. Hranici významného ovlivnění užívání však nelze stanovit obecně. V Nizozemí jsou SAEoU posuzovány pro konkrétní případy jako výsledek diskuse odborníků, zainteresovaných subjektů, místních samospráv a státních institucí.

Katarina Vartia ze Švédska ve své prezentaci popisovala přístupy ke sladění národních environmentálních cílů pro zemědělství a vodní hospodářství. Oba sektory se navzájem ovlivňují, do řešení vstupují národní politické cíle, jako je např. snaha o zvýšení zemědělské produkce a mezinárodní závazky. Z prezentace vyplynulo, že ve Švédsku není uplatňována žádná stanovená metoda hodnocení SAEoU. Tato problematika je řešena v konkrétních případech jednáním mezi zainteresovanými subjekty.

Jan Brooke představila problematiku významných nepříznivých vlivů na vnitrozemskou plavbu v Anglii. Síť upravených řek a umělých kanálů v Anglii a Walesu je velmi hustá. Dnes jsou vodní cesty využívány především k rekreační plavbě, i když existují i některé krátké úseky komerčně využívané pro dopravu nákladu. Význam rekreační plavby spočívá nejen v lepší kvalitě života rekreantů, ale také v navazujících službách, pracovních místech a provozované infrastruktuře, které jsou lokálně ekonomicky významné. V prezentaci byly představeny kategorie opatření k dosažení GEP, která jsou na splavných tocích používána. Jde například o náhradu tvrdého opevnění břehů přírodě blízkými variantami, ochranu a obnovu historických akvatických stanovišť, podporu členitosti břehové čáry a morfologické rozmanitosti koryta, revitalizace umožňující přirozené procesy v korytě, výstavbu rybích přechodů, změny manipulace a technických parametrů zdymadel a jezů, změny lodního provozu a úpravy plavidel. K dalším typům opatření patří změny strategie prohrábek a jejich vlivu na tvorbu zákalu, obnovu splaveninového režimu, údržbu vegetace a omezování

invazních druhů. Následně byly přehledně popsány typy ovlivnění plavby, které mohou být realizací opatření způsobeny. Jde zejména o omezení nebo zákaz plavby, omezení bezpečnosti plavby, změna hydromorfologických procesů, rozpor se zákonnými povinnostmi nebo schválenými plány a cíli, zdroj znečištění nebo mobilizace starých kontaminací. Výsledným návrhem po zapracování podnětů z diskuse je kategorizace možných typů ovlivnění plavby do několika tříd. K těmto kategoriím vlivu byly doplněny příklady opatření, které je působí (*tabulka 1*). Tato semikvantitativní škála významnosti ovlivnění je pravděpodobně nejpraktičtějším přístupem a může být použita i v ostatních případech užívání.

Silně ovlivněné vodní útvary bývají vymezeny na tocích, které mají více typů užívání. Ve své prezentaci paní Brooke poukázala na běžné případy, kdy opatření navržená pro zmírnění vlivu jednoho typu užívání mají negativní efekt na jiný typ užívání daného vodního útvaru. Příkladem může být odsazení podélných hrází jako opatření zmírňující dopad protipovodňové ochrany. Toto opatření se projeví vyšším zanášením koryta jako výsledek snížených rychlostí proudění při povodních. Je-li toto koryto zároveň využíváno pro plavbu, může toto jinak prospěšné opatření představovat významný nepříznivý vliv na její provozování.

Dunaj Hundersingen – revitalizace nesplavného Dunaje v Bádensku-Württembersku mezi sídly Binzwangen a Hundersingen, asi 60 km nad Ulmem; dřívější technická úprava nevyhovovala ekologicky rychlým prováděním povodní a zbytečným odvodňováním nivy vlivem hlubokého koryta – revitalizováno v roce 2012 (autor: Ing. Tomáš Just)

VLIVY OPATŘENÍ NA „ŠIRŠÍ PROSTŘEDÍ“

Zvláštním případem jsou nepříznivé vlivy opatření na „širší prostředí“. Tento pojem zahrnuje přírodní prostředí i životní prostor člověka včetně archeologických, kulturních, krajinných a geomorfologických památek a hodnot.

Příklady hodnocení vlivu opatření na širší prostředí popsal Michael Wann ze skotské agentury na ochranu přírody. Ve Velké Británii je vymezeno 240 HMWB z důvodu „širšího prostředí“. Asi padesát HMWB v Anglii uvádí „širší prostředí“ dokonce jako jediný důvod, nemají tedy žádné jiné uznatelné užívání. Ve Skotsku jsou časté vodní nádrže, které jsou vedle své původní funkce zároveň zahrnuty v soustavě NATURA, a to zejména kvůli populacím vodních ptáků.

Smyslem „významného nepříznivého vlivu na širší prostředí“ je zásada, aby opatření pro dosažení GEP ve vodním útvaru nezpůsobovala zhoršení (životního) prostředí jinde. Příkladem mohou být právě území chráněná z důvodu výskytu ohrožených organismů nacházejících se na silně ovlivněných nebo umělých vodních útvarech.

VÝSLEDKY PRÁCE V DISKUSNÍCH SKUPINÁCH

Nejpočetněji zastoupenou diskusní skupinou byla tzv. „water storage“, která se zabývala vlivem opatření na hydroenergetické využití vodních nádrží. Zdá se, že v této skupině užívání je stanovení SAEoU nejtěžší, protože do posouzení vstupuje řada technických, ekonomických i politických faktorů výroby, akumulace a regulace dodávek elektrické energie. Příkladem je tzv. špičkování, které je vnímáno jako nejvýznamnější vlastnost hydroenergetiky, protože umožňuje rychlé vyrovnávání výroby a spotřeby elektrické energie. Tato regulační funkce je nezbytná pro stabilitu elektrické přenosové soustavy a nelze ji nahradit regulací jiných zdrojů elektrické energie. Lokální význam vodní energie je jiný než národní a mezinárodní. Orientace výroby na fotovoltaické a větrné zdroje (např. v Německu) vyžaduje zvyšování regulační kapacity hydroelektráren (např. v Norsku). Vodní energie jako obnovitelný zdroj je významná i z důvodu omezování emisí CO_2, jehož limity jsou nastaveny mezinárodními dohodami. Omezení výkonu hydroelektráren a jejich nahrazení fosilními zdroji energie by zvýšilo emise CO_2 a mohlo by být považováno za významný nepříznivý vliv na širší prostředí.

Navzdory těmto skutečnostem, které komplikují definování SAEoU v obecném a často i v konkrétním případě, padlo v diskusi několik zajímavých čísel. Některé členské státy mají stanovenou hranici významnosti SAEoU. Ve Skotsku

Revitalizace úseku dolní trati hraniční řeky mezi Bavorskem a Bádenskem-Württemberskem; revitalizační aktivity začaly kolem roku 2010, zde zobrazena dokončená etapa 2014 (autor: Ing. Tomáš Just)

je možné provést taková opatření pro dosažení GEP, která dohromady sníží roční národní produkci hydroenergetiky až o 2 %. V Rakousku je tento limit přibližně 3 %, ve Švédsku 2,3 %. V Rumunsku je akceptovatelné snížení produkce u jedné hydroelektrárny o 2 % a o 5 % v případě hydroenergetických soustav. Podle sdělení zástupců Rakouska může snížení výroby elektrické energie v případě jednotlivých hydroelektráren představovat až nižší desítky procent. Tento princip je pravděpodobně aplikován zejména na malých vodních elektrárnách, jejichž příspěvek k celkové produkci je malý, ale v rámci vodních útvarů představují často zásadní vliv. Pro omezení regulační funkce vodních elektráren pravděpodobně nebude možné stanovit žádný obecný limit, protože toto využití je závislé na místních podmínkách a parametrech konkrétní hydroelektrárny. Regulační funkce je zároveň nejcennějším užitkem, který z vodní energetiky plyne. Pravděpodobně žádné omezení není akceptovatelné v případě vlivu opatření na zabezpečení dodávek elektrické energie na národní úrovni.

Diskuse též probíhaly ve skupinách zaměřených na užívání typu protipovodňová ochrana, zemědělské odvodnění a plavba. Jednotlivé diskusní skupiny připravily strukturované závěry svých jednání. Většinou byly podrobně specifikovány jednotlivé typy nepříznivého ovlivnění užívání, avšak bylo konstatováno, že stanovení hranice SAEoU je obtížné. Posouzení je závislé na konkrétních podmínkách, liší se na lokální, místní a národní úrovni. Komplikují jej další užívání, protože málokterý silně ovlivněný vodní útvar má jediný účel. Hranice SAEoU je též závislá na politickém rozhodnutí (např. akceptovatelné finanční ztráty, míra povodňového rizika, cíle na snížení emisí skleníkových plynů…). Nicméně souhrny pracovních skupin obsahují výčet okolností, které je třeba vzít při hodnocení SAEoU v úvahu, a jsou tak dobrým podkladem pro koncepční postup. Prezentace jednotlivých pracovních skupin jsou uloženy na portálu CIRCABC (https://circabc.europa.eu) pod následující navigací:

— *European Commission* > *Environment* > *WFD CIRCA*… zde v položce Library pokračovat na *working_groups* > *ATG Hydromorphology* > *Meetings and workshops*.

V době zveřejnění tohoto příspěvku by zde měla být k dispozici také zpráva sestavená organizátory workshopu.

POVZBUZENÍ NA ZÁVĚR

V České republice není problematika SAEoU nijak koncepčně řešena. Zdá se, že správci vodních toků navrhují intuitivně taková opatření, u kterých je vysoká šance na realizaci, a konflikt s užíváním nehrozí. Ve srovnání s ostatními zeměmi nejsme výjimkou. Z vystoupení mnoha zástupců členských států vyplývalo, že na stanovení SAEoU nemají žádné národní metodiky, a všichni se vyjadřovali ve smyslu, že je třeba volit individuální posouzení. Zdá se, že celý proces harmonizace přístupu členských států k hodnocení SAEoU je na začátku, ale pravděpodobně zůstane u obecných doporučení. Národní metody stanovení SAEoU by měly být velmi obecné a měly by zejména umožnit hodnocení konkrétních případů na různých úrovních a prostorových měřítkách. Pozornost je třeba věnovat řešení konfliktů mezi navrženými opatřeními a různými typy užívání. Celý proces ale musí začínat kvalitním vymezením HMWB, definicí jejich užívání a obsáhlým návrhem zmírňujících opatření.

Poznámky

1. Plný název workshopu: „Designation of Heavily Modified Water Bodies and Definition of Good Ecological Potential under the Water Framework Directive (WFD): Significant adverse effects on use or the wider environment from measures." Brusel, 23.–24. 4. 2018.

Autor

Mgr. Pavel Kožený
✉ pavel.kozeny@vuv.cz

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

Demonstrace rybolovných technik a rybářské závody (organizovali Alois Kaplan a Jiří Musil)

Světový den migrace ryb aneb kam putují ryby?

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK ČR), Rada Českého rybářského svazu, z. s. (ČRS), a místní organizace Českého rybářského svazu Lysá n. Labem (MO ČRS Lysá n. Labem) společně s Odbornou skupinou – Komisí pro rybí přechody při AOPK ČR uspořádaly v rámci Světového dne migrace ryb (WFMD) již druhý ročník osvětové akce pro děti, mládež a širokou veřejnost tentokrát s názvem „Kam putují ryby?".

Hlavním cílem akce bylo informovat veřejnost o současném enormním stupni fragmentace říční sítě České republiky (vysoký počet příčných překážek a stoupající počet energetických objektů) a stále přehlížených environmentálních dopadech, které jezy a především vodní elektrárny na tocích pro život ve vodě představují.

V rámci prvního dne programu připravili organizátoři na ZŠ Komenského v Lysé n. Labem dvouhodinový vzdělávací cyklus pro děti 6. a 7. ročníku s návazností na osnovy učiva přírodopisu a ekologie a samozřejmě hlavní cíl akce. Účastníci byli informováni o problematice migrace vodních živočichů: proč a kam putují ryby, proč je řada druhů dnes již vyhubených/ohrožených, proč se staví rybí přechody, zda-li jsou současná opatření dostatečná a jaká rizika pro vodní organismy fragmentace představuje. Ta jim byla následně demonstrována na příkladech životních cyklů, našich posledních dvou vlajkových diadromních druzích: úhoři říčním (*Anguilla anguilla)* a lososu obecném (*Salmo salar)*. Posluchači se dále seznámili s životem ve vodě i jejím blízkém okolí,

Tematické přednášky pro širokou veřejnost (Tereza Barteková, migrace ryb)

Determinace vodních organismů (Zdeněk Vogl, makrozoobentos)

Výtvarná soutěž „Happy fish challenge“ (děti z Lysé n. Labem)

a to názornou formou determinačních minikurzů na připravených stanovištích (pod binolupou si prohlédli preparáty i živý zoobentos, v akváriích byla expozice našich vybraných sladkovodních ryb a k vidění byla řada dalších preparátů včetně rybožravých predátorů). Závěrem prvního dne byla sportovní soutěž, která imitovala, ve formě zdolávání překážek, pro ryby díky člověku velmi složitý a někdy až nebezpečný život v průběhu migrace.

Druhý den byl věnován rovněž dětem a obecně široké veřejnosti a pokračoval v areálu MO ČRS Lysá n. Labem. Na obecnou přednášku věnovanou migracím ryb navazovala ukázka jejich radiotelemetrického sledování (vyhledání vysílačkou označené ryby). Většina dětí se účastnila doprovodného programu – výtvarné soutěže o výrobu originálních obrázků ryb „Happy fish challenge“, zaštítěném organizátory WFMD, která proběhla napříč všemi zúčastněnými státy. Na místním revíru Okrouhlík byly následně teoreticky i prakticky představeny hlavní rybolovné techniky a velikou atraktivitu akce již tradičně vzbudily dětské rybářské závody. Ačkoliv lov ryb s cílem akce přímo nesouvisí, díky rekreačnímu rybářství si lidé vytváří kladný vztah k vodě a vodním ekosystémům. Akci zakončily diskuse a úvahy nad současnou situací a vyhodnocení pořadí soutěžících včetně předání hodnotných cen.

V rámci WFMD bylo v roce 2018 realizováno celkem 570 akcí v 63 zemích prostřednictvím 3 000 zainteresovaných institucí (www.worldfishmigrationday.com). Letos šlo již o celkově 3. ročník. Jsme velmi rádi, že jsme tuto ušlechtilou myšlenku podpory, na mnoha místech dnes již ohrožených migrujících druhů ryb (v ČR díky fragmentaci již několika druhů vymizelých), touto akcí opět podpořili a všichni se již těšíme na další ročník WFMD, který se bude konat 16. května 2020. Osvětové akce pořádáme několikrát za rok a mají vzrůstající kladný ohlas veřejnosti a za tuto obětavou práci patří veliký dík všem organizátorům a samozřejmě účastníkům. Objektivně informovaná veřejnost je totiž zárukou budoucí spolupráce a současně základním předpokladem prosazení systémových a legislativních změn, které jsou pro řešení antropogenních tlaků fragmentace a hydroenergetiky v ČR nevyhnutelné.

Poděkování

Akce byla spolufinancována příspěvkem organizátorů (VÚV TGM, v. v. i., AOPK ČR, ČRS) a podpořena Ministerstvem životního prostředí České republiky projektem „Dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné instituce“ a trvalou udržitelností projektu Norských fondů EHP-CZ02-OV-1-034-01-2014. Současně bychom chtěli poděkovat všem kolegům, kteří se na akci podíleli, jmenovitě především Davidovi Štruncovi, Eduardovi Boušemu, Miroslavu Barankiewiczovi a mnohým dalším.

Autoři

Ing. Tereza Barteková[1]
✉ tereza.bartekova@vuv.cz

Ing. Jiří Musil, Ph.D.[1,4,5]
✉ jiri.musil@vuv.cz

Mgr. Zdeněk Vogl [2,5]
✉ aopkcr@nature.cz

Ing. Pavel Vrána, Ph.D.[3,5]
✉ vrana@rybsvaz.cz

Alois Kaplan[4]
✉ mocrs.lysa@seznam.cz

[1]Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
[2]Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
[3]Rada Českého rybářského svazu, z. s.
[4]Místní organizace Českého rybářského svazu Lysá n. Labem
[5]Odborná skupina – Komise pro rybí přechody při AOPK ČR

XXV. konference Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství

Již tradiční XXV. konference Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství se uskutečnila ve dnech 24.–25. 4. 2018 v hotelu Clarion v Českých Budějovicích. Odborným garantem byl Ing. E. Hanslík, CSc., (VÚV TGM, v. v. i.) a organizačním garantem Ing. V. Bečvář, CSc. (ČVTVHS, z. s.). Konference se zúčastnilo 41 odborníků, z toho 37 z České republiky a čtyři ze Slovenské republiky. V úvodní přednášce Ing. E. Hanslík, CSc., shrnul řešení problematiky radioekologie za uplynulých 60 let. V následující přednášce Bc. F. Lysáček (ČEZ, a. s., JETE) podrobně informoval o zabezpečování programu sledování vlivu JE Temelín na okolní životní prostředí. Ing. J. Pospíchal (ČEZ, a. s., JETE) seznámil přítomné s použitím systému Skylink (Saphymo) na českých jaderných elektrárnách i v jejich okolí. RNDr. E. Šindelková, CSc., (SÚJB, RC České Budějovice) informovala o monitorování vod na území ČR (poznatky a zkušenosti z prvního roku platnosti legislativy).

Ing. H. Procházková (SÚJB) se zabývala přírodními radionuklidy v pitné vodě. Ing. T. Mičaník, Ph.D., (VÚV TGM, v. v. i.) prezentoval poster Uranium in a surveying process as a candidate priority substance for water environment. Doc. RNDr. S. Dulanská, Ph.D., a prof. RNDr. Ľ. Mátel, CSc., (PriF UK v Bratislavě) shrnuli metody na stanovení stroncia 90 ve vodách. Ing. E. Juranová, Ing. E. Hanslík, CSc., RNDr. D. Marešová, Ph.D., a Ing. B. Sedlářová (VÚV TGM, v. v. i.) seznámili účastníky s prognózou vlivu nového jaderného zdroje Dukovany na povrchovou vodu z pohledu radiačních ukazatelů. Ing. I. Světlík, Ph.D., Ing. P. Šimek, V. Brychová (ODZ ÚJF AV ČR, v. v. i.), Mgr. M. Fejgl, Ph.D., (SÚRO, v. v. i.) uvedli informace o možnosti využití urychlovačové hmotnostní spektrometrie pro analýzy ^{14}C a dalších radionuklidů. RNDr. B. Desortová, CSc., a Ing. E. Hanslík, CSc., (VÚV TGM, v. v. i.) hodnotili změny biomasy fytoplanktonu a teploty vody v toku Vltavy nad a pod zaústěním odpadních vod z JE Temelín.

Ing. T. Bouda (ALS Czech Republic, s. r. o.) porovnal českou radiologickou legislativu pitných vod s legislativou některých států EU. Ing. R. Šináglová (SÚJB) se zabývala problematikou záchytu přírodních radionuklidů v technologiích určených k úpravě vlastností vody. RNDr. G. Wallová, Ph.D., a RNDr. J. Merešová, Ph.D., (VÚVH, Bratislava) prezentovaly příspěvek k monitorování radioaktivity hraničních toků Slovenska. RNDr. P. Stierand (ČHMÚ, Brno) hodnotil vývoj koncentrace uranu v povrchových vodách v etapě po ukončení těžby uranových rud. Bc. D. Tatarová, RNDr. D. Galanda, RNDr. J. Slimáková, Ph.D., (UK v Bratislavě) se zabývali potenciálem aplikace mikrořas Chlorella vulgaris a Dunaliella salina při dekontaminaci Cs a Co z odpadních vod. RNDr. D. Marešová, Ph.D., Ing. E. Hanslík, CSc., Ing. E. Juranová, Ing. B. Sedlářová (VÚV TGM, v. v. i.) vyhodnotili přehled stanovení velmi nízkých objemových aktivit tritia v povrchové vodě a ve srážkách v povodí Vltavy a Labe. Ing. L. Fremrová (SWECO Hydroprojekt, a. s.) a Ing. E. Hanslík, CSc., (VÚV TGM, v. v. i.) zpracovali přehled norem pro stanovení radioaktivních látek ve vzorcích vody a názvoslovné normy a další související normy. Ing. B. Sedlářová a Ing. E. Hanslík, CSc. (VÚV TGM, v. v. i.) uvedli výsledky stanovení obsahu radioaktivních látek na vybraných úpravnách pitných vod a čistírnách odpadních vod v okolí JE Temelín. Odpoledne 24. 4. 2018 se uskutečnila zajímavá exkurze na zámek Hluboká. V závěru jednání bylo doporučeno uspořádat již XXVI. konferenci Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství, a to v roce 2020.

Autor

Ing. Eduard Hanslík, CSc.
✉ eduard.hanslik@vuv.cz

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

Zápis z jednání Valné hromady ČVTVHS, z. s.

Místo konání: sál č. 319, Klub techniků, Novotného lávka 5, Praha 1
Datum a čas zasedání: 24. května 2018, 10,00 hod
Jednání řídil: místopředseda společnosti Ing. Jan Kubát

1. ZAHÁJENÍ

Po formálním zahájení předsedající Ing. Jan Kubát přivítal kromě přítomných členů ČVTVHS, z. s., i hosty: doc. Ing. Daniela Hanuse, CSc., EUR ING, předsedu ČSVTS, z. s., a RNDr. Pavla Punčocháře, CSc., zástupce Ministerstva zemědělství. Doc. Hanus pak přednesl krátkou informaci o činnosti ČSVTS, z. s., ocenil dobrou spolupráci s ČVTVHS, z. s., a popřál jí hodně úspěchů v další činnosti.

2. VOLBA MANDÁTOVÉ A NÁVRHOVÉ KOMISE

Do mandátové komise byli navrženi a zvoleni Ing. Petr Kuba, Ph.D., Ing. Miroslav Tesař, CSc., a na návrh z pléna Tomáš Skurka. Předsedou komise se stal Ing. Miroslav Tesař, CSc.

Do návrhové komise byli navrženi a zvoleni Dr. Ing. Antonín Tůma, Ing. Jiří Poláček, doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur a podle návrhu z pléna Ing. Jindřich Břečka. Předsedou byl zvolen místopředseda výboru Dr. Ing. Antonín Tůma.

3. ZPRÁVA O ČINNOSTI ČVTVHS, Z. S., V OBDOBÍ OD KVĚTNA 2017 DO KVĚTNA 2018

Zprávu přednesl předseda společnosti Mgr. Mark Rieder. Informoval v ní o činnosti výboru v uvedeném období a o plnění jednotlivých bodů usnesení loňské valné hromady. Zmínil odborné i finanční výsledky 9 loňských odborných akcí, informoval o struktuře a problémech našich odborných skupin. Dále pozitivně zhodnotil spolupráci s většinou našich přidružených členů, prospěšné kontakty s ministerstvy zemědělství a životního prostředí i s Českým svazem vědeckotechnických společností, z. s., Svazem vodního hospodářství a se SOVAK ČR. Řekl, že jejich podporu a spolupráci chápeme jednak jako výraz ocenění našeho působení v oboru, jednak jako pochopení snah o to, aby se vodní hospodářství neztratilo v často chaotických proměnách současnosti, že si jí vážíme a budeme se o ni opírat i v dalších letech. Zmínil se i o stycích se Slovenskou vodohospodářskou společností i o problémech se zařazováním vybraných akcí do vzdělávacího Programu Ministerstva vnitra pro úředníky. Ujistil přítomné, že chceme pokračovat v tradici oceňovat významné práce a přínosy v oboru udělením Diplomu akademika T. Ježdíka, a to podle nového statutu této ceny, který na základě usnesení minulé valné hromady výbor projednal a schválil jako interní organizační normu společnosti.

Na závěr konstatoval, že výbor společnosti, kontrolní komise, odborné skupiny i tajemník si počínali po celé období zodpovědně a požádal členy společnosti, aby podpořili usnesení valné hromady v tomto duchu, a poděkoval všem, kdo se aktivně v uplynulém období podíleli na úspěšné činnosti naší společnosti.

4. ZPRÁVA O HOSPODAŘENÍ V ROCE 2017 A NÁVRH ROZPOČTU NA ROK 2018

V materiálech valné hromady dostali účastníci tabelární přehled hospodaření v roce 2017 a návrh rozpočtu na rok 2018. Tento materiál byl tajemníkem společnosti Ing. Václavem Bečvářem, CSc., okomentován. Hospodaření v roce 2017 skončilo schodkem 66 666,41 Kč, což bylo důsledkem zejména neuskutečnění třech odborných akcí.

Rozpočet na rok 2018 se navrhuje jako vyrovnaný na úrovni 1 420 tis. Kč, což zohledňuje předpoklad konání 13 až 15 odborných akcí, ale na straně nákladů i o více než třetinu navýšené náklady na nájemné, služby a úklid a všeobecný nárůst většiny cen, zejména pak nákladů na občerstvení při OA, nákladů na spoje apod. Tomu všemu se budeme muset přizpůsobit adekvátním navýšením registračních poplatků, tj. vložného na našich odborných akcích.

5. ZPRÁVA KONTROLNÍ KOMISE

Zprávu přednesla předsedkyně komise Ing. Růžena Divecká. Konstatovala souhlas KK se způsobem řízení společnosti výborem, s výsledky hospodaření v roce 2017 a s návrhem rozpočtu na rok 2018 a doporučila valné hromadě, aby předložené dokumenty schválila.

6. ZPRÁVA MANDÁTOVÉ KOMISE

Zprávu přednesl předseda komise Ing. Miroslav Tesař, CSc., a sdělil, že valné hromady se účastní 18 individuálních a čestných členů s jedním hlasem a 15 zástupců přidružených členů pověřených právem hlasovat, dohromady s celkovou vahou 104 hlasů ze 155 možných. Valná hromada byla v celém svém průběhu usnášeníschopná. Kromě členů společnosti bylo na valné hromadě přítomno i několik hostů.

7. ODBORNÝ PROGRAM

Jako odborný program byla výborem připravena diskuse o problémech vodohospodářského vzdělávání, resp. o příčinách malého zájmu veřejnosti a zejména mladé generace o vodní hospodářství. Důsledkem toho je téměř nulové povědomí veřejnosti, ale i kompetentních orgánů o potřebách a významu vodního hospodářství. Úvodní referát přednesl doc. Ing. Dr. Pavel Fošumpaur, člen výboru a zástupce vedoucího Katedry hydrotechniky na Fakultě stavební ČVUT. S dalšími příspěvky pak vystoupili Ing. Michal Krátký (Povodí Vltavy, s. p.), Ing. Jan Plechatý (VRV, a. s.) a RNDr. Pavel Punčochář, CSc. (Ministerstvo zemědělství). Součástí tohoto programu byla i anketa, kterou výbor pro účastníky valné hromady připravil a která bude následně vyhodnocena a využita.

8. DISKUSE

Diskuse byla vedena zejména ke způsobům, jak může ČVTVHS, z. s., přispět ke zvýšení zájmu nastupující generace o problematiku vodního hospodářství a ochrany životního prostředí. Diskutující ovšem připomínali, že se potřeba vyšší informovanosti o postupech řešení vodohospodářských problémů týká i pracovníků médií a státní správy, a že jde o systémový i politický problém, jehož řešení bude mnohaleté a vysoce převyšující úroveň působnosti našeho spolku. Nicméně výbor i všichni členové společnosti by měli využívat každé příležitosti ke zlepšování uvedeného negativního stavu.

9. NÁVRH A SCHVÁLENÍ USNESENÍ

Návrh usnesení přednesl předseda návrhové komise Dr. Ing. Antonín Tůma. Na žádost předsedajícího Ing. Jana Kubáta bylo pak usnesení, obsahující pasáž o schválení přednesených zpráv a úkoly pro výbor, odborné skupiny i členy ČVTVHS, z. s., většinou hlasů schváleno.

10. ZÁVĚR

Předsedající Ing. Jan Kubát pak valnou hromadu zakončil a všechny účastníky pozval na oběd do restaurace Klub techniků a členům výboru připomněl, že po obědě se uskuteční v sekretariátu společnosti 30. jednání výboru, ke kterému jsou automaticky přizváni i členové kontrolní komise.

V Praze dne 24. května 2018
Zapsal: Ing. Václav Bečvář, CSc., tajemník společnosti
Schválil: Mgr. Mark Rieder, předseda společnosti

VTEI/2018/4

Od roku 1959

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

WATER MANAGEMENT TECHNICAL AND ECONOMICAL INFORMATION

Odborný dvouměsíčník specializovaný na výzkum v oblasti vodního hospodářství.
Je uveden v Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR.

Ročník 60

VTEI.cz

Vydává: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka,
veřejná výzkumná instituce, Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6

Redakční rada:
Ing. Petr Bouška, Ph.D., RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D., doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur,
Mgr. Róbert Chriašteľ, Mgr. Vít Kodeš, Ph.D., Ing. Jiří Kučera, Ing. Milan Moravec, Ph.D.,
Ing. Jana Poórová, Ph.D., Mgr. Mark Rieder, RNDr. Přemysl Soldán, Ph.D.,
Dr. Ing. Antonín Tůma, Mgr. Lukáš Záruba

Vědecká rada:
Ing. Petr Bouška, Ph.D., doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D., prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.,
prof. Ing. Radka Kodešová, CSc., RNDr. Petr Kubala, Ing. Tomáš Mičaník,
Ing. Michael Trnka, CSc., Mgr. Zdeněk Venera, Ph.D., Dr. rer. nat. Slavomír Vosika

Šéfredaktor:
Bc. Lenka Jeřábková
T: +420 220 197 465
E: lenka.jerabkova@vuv.cz

Kontakt na redakci:
E: info@vtei.cz

Autoři fotografií tohoto čísla:
Archiv VÚV

Grafická úprava, sazba, tisk:
ABALON s. r. o., www.abalon.cz

Náklad 1500 ks

Příští číslo časopisu vyjde v říjnu.
Pokyny autorům časopisu jsou uvedeny na www.vtei.cz.

ISSN 0322-8916
ISSN 1805-6555 (on-line)
MK ČR E 6365

ZAROSTLÉ PÍSKOVNY A SLEPÁ RAMENA ŘEK

V některých našich pískovnách a slepých ramenech je v jistou roční dobu průzračně čistá voda s bujnou vegetací. Stulík, rdest, lakušník, růžkatec a další vyšší vodní rostliny dodávají stojatým vodám kyslík a také jsou nezbytné k životu pro celou řadu organismů. Vodní flóra slouží fytofilním druhům živočichů jako podklad k rozmnožování nebo k přichycení jiker a vajíček. Také plní funkci potravní nebo funkci dobrého úkrytu. Ovlivňují průnik světla do vody, což má za následek nižší teplotu vody a vznik stinných míst vhodných pro odpočinek ryb. Ne zřídka pod velkými listy žlutých stulíků můžete v parných letních dnech zahlédnout odpočívající kapry, štiky, amury a dokonce i krále našich vod sumce velkého. Pro mě jako podvodního fotografa mají tyto zarostlé scenérie osobité kouzlo, rád je vyhledávám a s oblibou v nich pozoruji tajemství podvodního života. *Text a fotografii dodal Rostislav Štefánek, www.zezivotaryb.cz.*

VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODOHOSPODÁŘSKÝ
T. G. MASARYKA
veřejná výzkumná instituce

VTEI.cz