

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

VTEI / 2016 / 3

4 / Jakost vody ve vodárenské nádrži Švihov na Želivce

34 / Periodické vysychání toků: další faktor negativně ovlivňující populace našich raků

46 / Rozhovor s prezidentem MKOD Ing. Petrem J. Kalašem

Rak kamenáč

Rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium* [Schrank, 1803]) je podle celosvětového Červeného seznamu ohrožených druhů zařazený do kategorie zranitelný a v seznamu zvláště chráněných druhů vyhlášky MŽP ČR č. 395/1992 Sb. je rak kamenáč uveden jako kriticky ohrožený. Centrum výskytu tohoto druhu na našem území se nachází ve středních a západních Čechách a dále jsou známy izolované lokality z území CHKO České středohoří, Podkrkonoší a Domažlicka. Raka kamenáče můžeme nalézt zejména v horních partiích kamenitých, neregulovaných toků s velkým množstvím přirozených úkrytů, jehož širší okolí je nejčastěji tvořeno smíšenými lesy nebo loukami, ale výjimkou není ani výskyt raka přímo v obcích. Raci jsou nejčastěji nalézáni v tůňích a klidných partiích toku, zatímco v proudivých úsecích i přes přítomnost možných úkrytů jsou jedinci nacházeni spíše ojediněle. Rak kamenáč je nejmenší a nejpomaleji rostoucí ze všech původních evropských druhů a až na výjimky nebyl využíván na rozdíl od raka říčního pro

konzumní účely. Při dobré kondici se rak kamenáč dožívá více než 10 let. Jedinci pohlavně dospívají ve 2. až 4. roce života, při celkové délce 35 až 50 mm. Plodnost se pohybuje od 40 do 100 ks vajíček ve snůšce v závislosti na velikosti samice. Mezi predátory raka kamenáče patří pstruzi, siven americký, havranovití, volavky, vydry, lišky a z velké části introdukovaný norek americký, popř. mýval severní. Přestože byl tento druh raka považován za jednoho z indikátorů čistých vod, můžeme se s ním setkat i ve vodách silně znečištěných komunálními odpady, navíc se silným vlivem zabahnění (Raci v České republice).

RNDr. Jitka Svobodová



Rak kamenáč

Obsah



- 3** Úvod
- 4** Jakost vody ve vodárenské nádrži Švihov na Želivce a jejím povodí se zaměřením na specifické organické látky
Marek Liška, Kateřina Soukupová, Jakub Dobiáš, Antonia Metelková, Jan Goldbach, Tomáš Kvítek
- 12** Scénáře budoucích potřeb vody v sektoru veřejných vodovodů
Libor Ansorge
- 21** Specifika místních vodních zdrojů při zásobování obyvatelstva pitnou vodou
Josef V. Datel, Anna Hrabánková
- 28** Reliability assessment of levees based on failure investigations
Torsten Heyer
- 34** Periodické vysychání toků: další faktor negativně ovlivňující populace našich raků
Jitka Svobodová, David Fischer, Eva Svobodová, Pavel Vlach
- 39** Simulace dopadů modifikací platby k úhradě správy vodních toků a správy povodí
Lenka Slavíková, Ondřej Vojáček, Lubomír Petružela
- 46** Rozhovor s prezidentem Mezinárodní komise pro ochranu Dunaje Ing. Petrem J. Kalašem
- 48** Zatopené kulturní a přírodní dědictví jižní Moravy
- 49** Pietro Angelo Secchi a jeho stopadesátiletá deska
Daniel Fiala
- 53** Zapojte se do ochrany potápy černokrké
Daniel Fiala
- 54** Neinvazivní a šetrné postupy řešení kvality prostředí a údržby vodních prvků v rámci památkové péče – představení projektu
Miloš Rozkošný, Miriam Dzuráková
- 55** XXIV. konference Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství
Eduard Hanslík
- 56** Zpráva o průběhu semináře Vodovody a kanalizace – hlavní problémy správy, provozu a investičního rozvoje
Jan Plechatý





Vážení čtenáři,

při příležitosti Světového dne vody proběhlo několik akcí, při nichž si především vodohospodáři připomínali důležitost vody jako suroviny nezbytné pro lidskou existenci. Akce, která proběhla 18. 3. v kongresovém sále Orlík na Povodí Vltavy, se od těch oficiálních lišila. A to nejen formátem, který byl více diskusní, ale tato akce byla spíše komunikační platformou mezi zástupci průmyslových podniků – uživateli vody, novináři a odbornou veřejností. Ale tím aktivita Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v. v. i., na poli propagování problematiky hospodaření s vodou a její ochrany nekončí. Další akce, která se svým charakterem od odborných akcí liší, bylo již tradiční neformální setkání vodohospodářů, kde se setkali a pravidelně setkávají lidé, kteří mají hospodaření s vodou v popisu své práce a mohou bez oficiálního zázemí svých zaměstnavatelů diskutovat problémy, které nás trápí.

Při příležitosti Světového dne životního prostředí proběhl v sobotu 4. 6. den otevřených dveří v našem ústavu. Tato akce se konala podruhé ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí a byla zaměřena především na rodiče s dětmi, aby formou her a soutěží pochopili, k čemu všemu vodu potřebujeme, jak je zapotřebí vodu a na vodu vázané ekosystémy chránit a jakou roli hraje náš ústav v těchto snahách.

Ve dnech 7.–8. 6. proběhl v Peci pod Sněžkou v hotelu Horizont pod záštitou ministra zemědělství Ing. Mariana Jurečky již tradiční Národní dialog o vodě pořádaný Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka a Českou vědeckotechnickou vodohospodářskou společností s podporou Global Water Partnership na téma „50 let podniků Povodí“.

Jako zdroj informací pro laickou veřejnost byl spuštěn internetový portál www.vodazakladzivota.cz, kde jsou prezentovány zajímavosti o vodě, historické filmy z dob budování významných vodních děl v České republice, názory lidí, jejichž život je spojen s vodou okolo nás, a jiné zajímavosti. Navíc je tento portál propojen se sociálními sítěmi – Facebook a Instagram tak, aby dosah k veřejnosti byl maximální.

A konečně posledním bodem z osvětových aktivit VÚV TGM, které proběhly od dubna letošního roku, je právě toto číslo. Doufám, že Vám přinese další zajímavé odborné informace.



Mgr. Mark Rieder
ředitel VÚV TGM, v. v. i.

Jakost vody ve vodárenské nádrži Švihov na Želivce a jejím povodí se zaměřením na specifické organické látky

MAREK LIŠKA, KATEŘINA SOUKUPOVÁ, JAKUB DOBIÁŠ, ANTONIA METELKOVÁ, JAN GOLDBACH, TOMÁŠ KVÍTEK

Klíčová slova: VN Švihov – fosfor – pesticidy – léčiva – bodové – plošné zdroje znečištění

SOUHRN

Povodí největší české vodárenské nádrže Švihov na Želivce je výrazně antropogenně ovlivněno, a to jak přímým působením člověka, tak i intenzivní zemědělskou činností. Jakost povrchové vody je zde dlouhodobě ohrožována zejména eutrofizací, přítomností pesticidních látek a erozí. Vyšší koncentrace fosforu původem z bodových zdrojů je příčinou pokročilé eutrofizace toků. Způsob zemědělského obhospodařování podporuje rozsáhlou erozi zemědělské půdy a její sedimentaci v tocích a nádržích. Pesticidní látky pocházející zejména ze zemědělské produkce jsou nacházeny ve zvýšených koncentracích v drenážních i povrchových vodách v povodí VN Švihov. S živinami v odpadních vodách se do toků dostávají i další cizorodé látky, jako jsou např. léčiva, hormonální přípravky, kosmetické přípravky, antikoroziva, bisfenol A a další. Pesticidní látky i léčiva se mění na jednotlivé metabolické produkty, které ve vodě v různých formách přetrvávají. Z hlediska dlouhodobého výhledu je přechod na pěstování technických plodin v povodí vodárenské nádrže značným rizikem se závažnými důsledky pro kvalitu vody.

ÚVOD

Vodní nádrž Švihov na Želivce (dále jen VN Švihov) je největší českou vodárenskou nádrží, která poskytuje surovou vodu pro úpravu na vodu pitnou pro více než 1,2 mil. obyvatel České republiky. Plocha povodí je 1178 km², objem nádrže je 266 mil. m³ s teoretickou dobou zdržení přibližně 430 dní. Nádrž je situována v zemědělsky intenzivně obhospodařované krajině, podíl zemědělsky užívaných ploch v povodích jednotlivých přítoků se pohybuje v rozmezí 50–80 %. Na rozsáhlých plochách se zde pěstují plodiny s kombinovaným využitím (částečně jako zdroj substrátu pro bioplynové stanice), především se jedná o širokořádkové plodiny, zejména kukuřici, řepku a brambory. Ve velkém měřítku se zde používají prostředky na ochranu rostlin [1]. Oblast je značně antropogenně zatížená lidskými sídly a z části i průmyslovou výrobou.

Nedílnou součástí povodí VN Švihov jsou představné vodní nádrže: Někčice na Sedlickém potoce, Trnávka na vodním toku Trnava a vodní nádrže Sedlice a Vřesník na vodním toku Želivka. Tyto nádrže příznivě ovlivňují jakost povrchové vody, neboť z velké části zachycují splaveniny z povodí a zabraňují tak jejich usazování ve VN Švihov. Z hlediska retence živin se účinnost těchto tří představných nádrží pohybuje v rozpětí 20–50 % zachyceného fosforu [2].

Jakost povrchové vody ve VN Švihov je ohrožována zejména následujícími faktory: eutrofizací, přítomností pesticidních látek, erozí a možnou nevyrovnaností hydrologického režimu [2–4].

VÝSLEDKY A HODNOCENÍ

Bodové zdroje znečištění v povodí vodárenské nádrže Švihov

Státní podnik Povodí Vltavy aktuálně eviduje v povodí VN Švihov v souladu s ustanovením § 21 a § 22 vodního zákona 91 bodových zdrojů znečištění, kterými jsou odpadní vody vypouštěné do vodních toků z ČOV, nebo přímo z kanalizací. Většinu zdrojů představují komunální odpadní vody z obcí a měst. Průmyslové zdroje jsou zastoupeny pouze minoritně, přičemž nejvýznamnějším zdrojem je papírna CEREPa Červená Řečice. Většina zdrojů OV patří mezi malé zdroje znečištění do 500 ekvivalentních obyvatel (dále jen EO). Velké zdroje nad 100 tis. EO nejsou v povodí vodárenské nádrže Švihov zastoupeny vůbec, mezi střední zdroje 2 – 100 tis. EO patří dva zdroje komunální – města Pelhřimov [4] a Pacov a jeden zdroj průmyslový – CEREPa Červená Řečice.

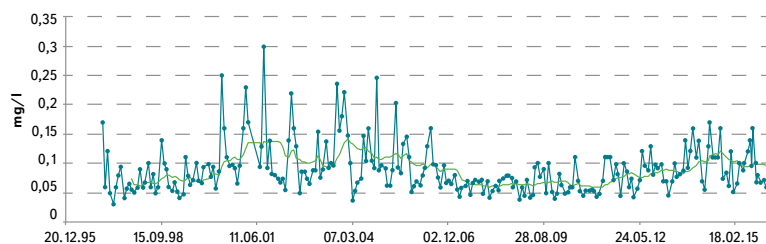
V celém povodí VN Švihov na Želivce byly v průběhu let vybudovány čistírný odpadních vod ve všech obcích nad 500 obyvatel a některé z nich již byly postupně intenzifikovány. Ve II. ochranném pásmu tohoto vodního zdroje byly vybudovány ČOV často i v menších obcích. Nové čistírny (vybudované v posledních letech) a některé starší intenzifikované disponují technologií pro zvýšenou biologickou eliminaci dusíku a fosforu s možností chemického srážení fosforu [5]. U největšího průmyslového zdroje organického znečištění v povodí (papírna CEREPa) bylo vybudováno v průběhu minulých let efektivní mechanické čištění s biologickým dočišťovacím stupněm a recirkulací technologické vody. Toto opatření vedlo k celkovému snížení vypouštěného znečištění, avšak nijak zatím není řešeno odstraňování specifických organických látek, např. bisfenolu A, který se pravděpodobně uvolňuje do odpadních vod při zpracování recyklovaného papíru.

Likvidace odpadních vod v obcích menších než 500 EO naráží na nedostatek finančních prostředků pro výstavbu kanalizačních systémů a čistíren a navržená projektová řešení se proto často přizpůsobují ekonomické situaci obcí. Z úsporných důvodů byly navrhovány tzv. přírodě blízké způsoby čištění, např. biologické rybníky s předřazeným mechanickým stupněm s využitím stávající kanalizace [4].

Jejich účinnost je však relativně nízká a čistící proces nelze prakticky ovlivnit. Využití stávajících obecních kanalizací je značná komplikace pro efektivní způsoby čištění odpadních vod z malých obcí. Většinou se jedná o starší stavby postavené v „akci Z“, které pro odvádění odpadních vod nejsou vhodné, a to jak z hlediska stavebního, tak i legislativního. Netěsné kanalizační systémy mají velký průnik balastních vod a tomu je v návrzích řešení čištění odpadních vod přizpůsobována hydraulická a celková kapacita ČOV. Takto navržené sestavy ČOV jsou finančně nákladné a větší neodpovídají požadavkům na použití nejlepších dostupných technologií.

Malým obcím je ve většině případů vydáváno nové povolení k vypouštění odpadních vod z kanalizací bez čištění na dobu max. 4 let s podmínkou zajištění čištění odpadních vod, případně získání alespoň územního a stavebního povolení. Z hlediska eliminace specifických organických látek (léčiva, některé pesticidy (glyphosat), PPCPs a další) nemají ČOV v povodí VN Švihov instalovány žádné nadstandardní separační stupně (např. GAU). Znamená to, že tyto látky nejsou buď odstraňovány vůbec, nebo s omezenou účinností na úrovni schopností standardního technologického vybavení [6].

Z hlediska vlivu eutrofizace lze za nejrizikovější faktor v povodí VN Švihov považovat fosfor z bodových zdrojů znečištění, tj. reaktivní formu fosforu, která je hlavní živinou pro růst fytoplanktonu ve vlastní VN Švihov [2, 3]. Současný stav je třeba vnímat s opatrným optimismem, koncentrace fosforu v přítoku do nádrže se po rozsáhlých investicích do čistíren odpadních vod víceméně stabilizovala s mírným nárůstem v posledních dvou letech, který pravděpodobně souvisel s rekonstrukcí a sníženou čistící schopností pelhřimovské ČOV (obr. 1) [4].



Obr. 1. Dlouhodobý vývoj koncentrace celkového fosforu 1997–2015 na přítoku do nádrže VN Švihov

Fig. 1. Long-term trend of phosphorus concentration in the main tributary of Švihov water reservoir

Výskyt farmak v povrchových vodách VN Švihov původem z bodových zdrojů

Z bodových zdrojů znečištění se do povrchových vod dostávají také např. humánní a veterinární léčiva a další specifické látky, např. již zmiňovaný bisfenol A, benzotriazololy a další látky. Na obr. 2–5 jsou zobrazeny koncentrace vybraných měřených léčiv ve vypouštěných odpadních vodách z ČOV Pelhřimov a koncentrace v toku Bělá (pod místem vypouštění odpadních vod) a dále na přítoku do VN Švihov. Vodohospodářské laboratoře státního podniku Povodí Vltavy měří koncentrace léčiv jak v povrchové, tak i v odpadní vodě na odtocích u vybraných významných čistíren odpadních vod [1, 6]. Jsou sledovány zejména účinné látky následujících skupin léčiv: antihypertenziva

(hydrochlorthiazid, metoprolol), antirevmatika a antiflogistika (diclofenac, ibuprofen), látky tlumící bolest (gabapentin, tramadol), antiepileptika a anti-depresiva (karbamazepin) a rentgen diagnostické látky (iopamidol, iopromid) a některé další. Z přiložených grafů je velmi dobře patrné, že i přes několikanásobné ředění a metabolizaci farmaceutických přípravků jsou tyto látky měřitelné ve velké vzdálenosti od bodového zdroje. V odpadních vodách ČOV se tyto látky vyskytují až v „mikrogramových“ množstvích, po přepočtu na látkovou bilanci se jedná o jednotky až „desítky“ kilogramů ročně pro různé účinné látky vybraných přípravků. Pravděpodobně je však detekována pouze malá část používaných léčiv, neboť zavádění laboratorních diagnostických metod na stanovení metabolických produktů účinných látek jednotlivých farmaceutických přípravků je zatím v počátku [7]. Můžeme tedy předpokládat, že reálné nálezy (ve vztahu k užívaným množstvím) by pravděpodobně byly vyšší. V současné době vodohospodářské laboratoře státního podniku Povodí Vltavy začaly stanovovat také dva metabolity ibuprofenu (2-hydroxyibuprofen a karboxyibuprofen) a nálezy těchto látek v odpadní i povrchové vodě jsou vyšší než u ibuprofenu (jakožto rodičovské látky).

Výskyt dalších organických látek v povodí VN Švihov pocházejících z bodových zdrojů

V rámci této kapitoly je vhodné zmínit výskyt látky bisfenol A v povodí řeky Trnavy. Bisfenol A je látka, která patří do skupiny tzv. chlorovaných fenolů a je používána jako změkčovací přísada do plastů, termopapírů a dalších výrobků. Její přítomnost v lidském těle pravděpodobně ovlivňuje žlázy s vnitřní sekrecí, plodnost a některé další funkce lidského organismu. Na profilu Želivka-Poříčí byla opakovaně, ne však pravidelně, nalézána uvedená látka ve vodě v koncentracích 30–150 ng/l. Laboratoře státního podniku Povodí Vltavy tak zahájily monitoring za účelem vyhledání zdroje. Za zdroj kontaminace byla označena papírna CEREP A, a. s., která vypouští odpadní vody do vodního toku Trnava nad nádrží Trnávka. V povrchové vodě v profilu „Trnava pod JIP“, tj. pod zaústěním odpadních vod z papírny, byly během léta a podzimu r. 2015 naměřeny vysoké koncentrace této látky: 2 500 ng/l (15. 7.), 4 600 ng/l (27. 7.) a 2 000 ng/l (19. 10.). Sledování bisfenolu A bylo rozšířeno o profily Trnava-VN Trnávka hráz a profil Trnava-Brtná (profil monitorující jakost vody, odtékající z VN Trnávka do Želivky). Na těchto profilech se koncentrace bisfenolu A pohybovaly v rozpětí hodnot 50–300 ng/l. V samotné VN Švihov jsme po celou dobu sledování bisfenolu A hodnotu nad mezí detekce (30 ng/l) nenašli. Je pravděpodobné, že dochází k rozpadu této látky a její metabolizaci na jiné produkty, které však laboratoře státního podniku Povodí Vltavy zatím není schopná stanovit. V průběhu sledovaného období byly odebrány také vzorky sedimentu v části nad ponořeným stupněm VN Trnávka. Měřitelné hodnoty však ve vzorcích sedimentu nalezeny nebyly. O nález bisfenolu A byla informována Česká inspekce životního prostředí (ČIŽP – inspektorát Havlíčkův Brod), která věc prošetřila a dále informovala v této věci odbor životního prostředí a zemědělství Krajského úřadu Vysočina. Zdrojem této látky je patrně zpracováváný recyklovaný papír, během jehož zpracování se zřejmě bisfenol A v něm obsažený uvolňuje do odpadních vod (tabulka 1).

Hodnoty bisfenolu A naměřené v řece Trnavě pod zaústěním odpadních vod z ČOV CEREP A byly korelovány s hodnotami průtoku naměřenými na limnigrafu umístěném na stejném profilu. Nebyla však nalezena jednoznačná

Tabulka 1. Naměřené hodnoty koncentrace bisfenolu A a průměrných denních průtoků na profilu Trnava pod JIP

Table 1. Measured values of concentration of bisphenol A and the average daily flow rates at Trnava profile under the paper mill factory

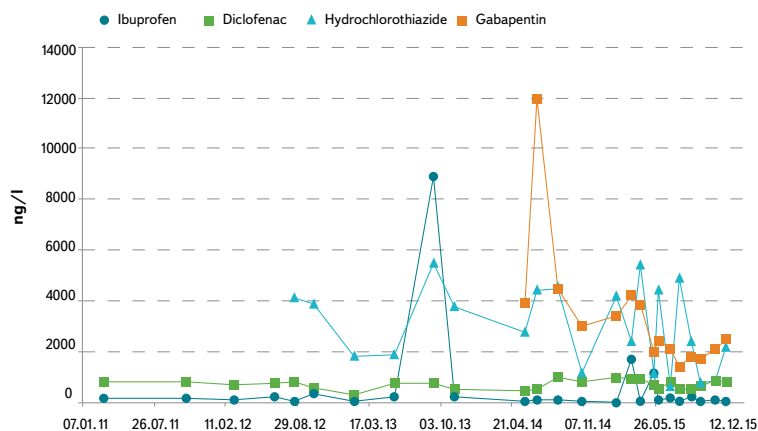
	29. 6. 2015	15. 7. 2015	27. 7. 2015	5. 8. 2015	24. 8. 2015	21. 9. 2015	19. 10. 2015
bisfenol A ng/l	2 200	2 500	4 600	910	2 500	88	2 000
průtok m ³ /s	0,55	0,31	0,31	0,26	0,36	0,23	1,34

závislost na průtoku, což je zřejmě důsledkem nerovnoměrné koncentrace bisfenolu A ve vypouštěných odpadních vodách z ČOV CEREP. Z pohledu hodnocení suchého období v roce 2015 a zde popisovaného případu je zřejmé, že zejména u bodových zdrojů znečištění nebude vždy zcela jednoduché říci, jaký podíl na zvýšené koncentraci dané látky v toku má snížený průtok a jak velký význam má zvýšená „dávka“ z bodového zdroje. Abychom toto mohli říci, bylo by vždy nutné znát látkovou bilanci emisí dané látky od znečišťovatele [8].

Dalšími látkami, které se v povrchových vodách VN Švihov vyskytují, jsou např. tzv. mošusové látky (tj. syntetické vonné látky), které se do našich toků dostávají z kosmetiky, pracích prostředků atd. (obr. 6). Významnější koncentrace např. galaxolidu se vyskytují pod čistírnami odpadních vod. Na hlavním přítoku do VN Švihov jsou již hodnoty této látky pouze ve výši několika desítek nanogramů.

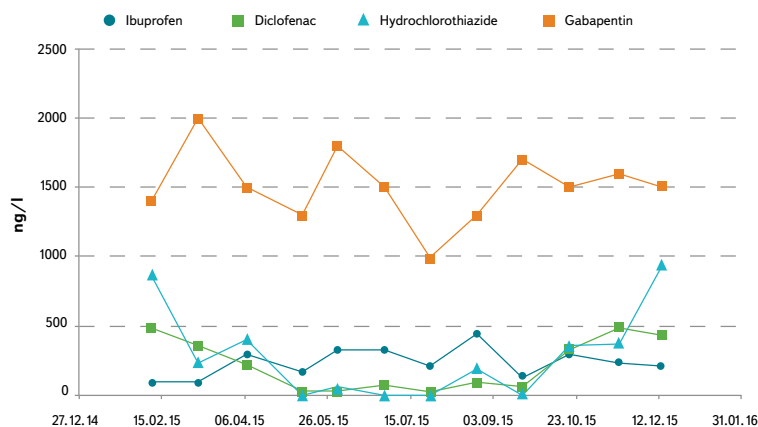
Pesticidní látky pocházející z plošných zdrojů znečištění v povodí vodárenské nádrže Švihov

Povodí VN Švihov je hustě osídlené a intenzivně zemědělsky využívané. Více než 55 % plochy povodí VN Švihov tvoří orná půda, přičemž mezi nejvíce zorněné oblasti patří povodí Čechtického potoka (téměř 75 %), situované nejbližší vodárenskému odběru. Za posledních 10 let se značně změnil způsob obhospodařování půdy.



Obr. 2. Vývoj koncentrací vybraných léčiv ve vypouštěných odpadních vodách z ČOV Pelhřimov (technologická linka)

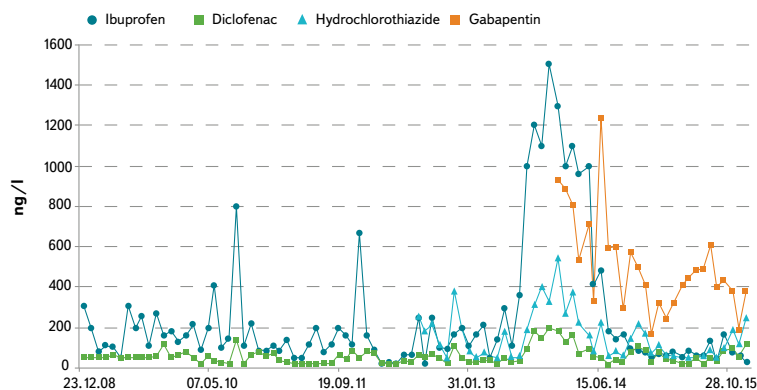
Fig. 2. Long-term trend of concentration of selected drugs in the Pelhřimov WWTP wastewater



Obr. 3. Vývoj koncentrací vybraných léčiv ve vypouštěných odpadních vodách z II. biologického rybníka ČOV Pelhřimov

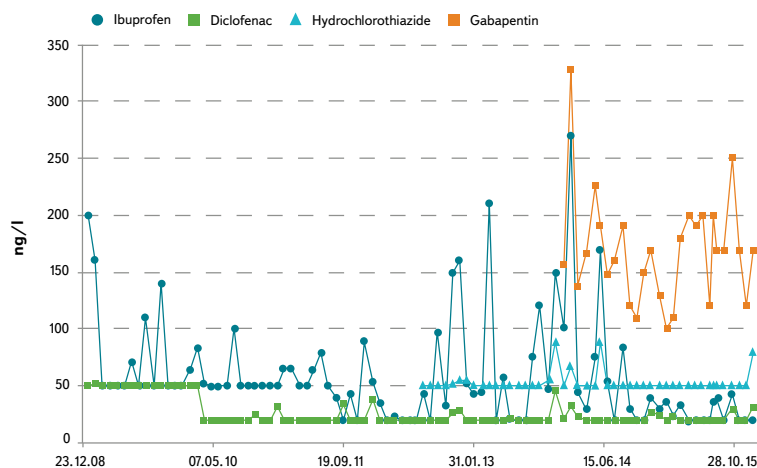
Fig. 3. Long-term trend of concentration of selected drugs in the second biological pond below the Pelhřimov WWTP

Na rozdíl od dřívějšího modelu hospodaření, kdy převážnou většinu plodin tvořily obiloviny a brambory pěstované v několikaletém osevním postupu, se nyní přechází na velkoplošné pěstování technických plodin, zejména řepky a kukuřice. Tyto plodiny však současná zemědělská praxe „neumí“ pěstovat bez použití pesticidních látek (prostředků na ochranu rostlin) [1]. Podle údajů z webových stránek ÚKZUZ byla v okrese Pelhřimov v r. 2014 evidována spotřeba více než 78 t prostředků na ochranu rostlin, v okrese Benešov bylo spotřebováno více než 91 t. Celorepubliková spotřeba pak činila 5 tis. t v roce 2014 (obr. 7). Z porovnání informací o spotřebě pesticidních látek (www.ukzuz.cz) je zřejmé, že za posledních 15 let celková spotřeba prostředků na ochranu rostlin v České republice mírně klesla. Mění se však spektrum používaných látek a pravděpodobně i jejich účinnost a mechanismus účinku. Spotřeba látek na ochranu kukuřice a řepky v průběhu let kolísá a pohybuje se za Českou republiku příbližně v okolí hodnot 500–700 tun pro kukuřici a 1200–1900 tun pro řepku.



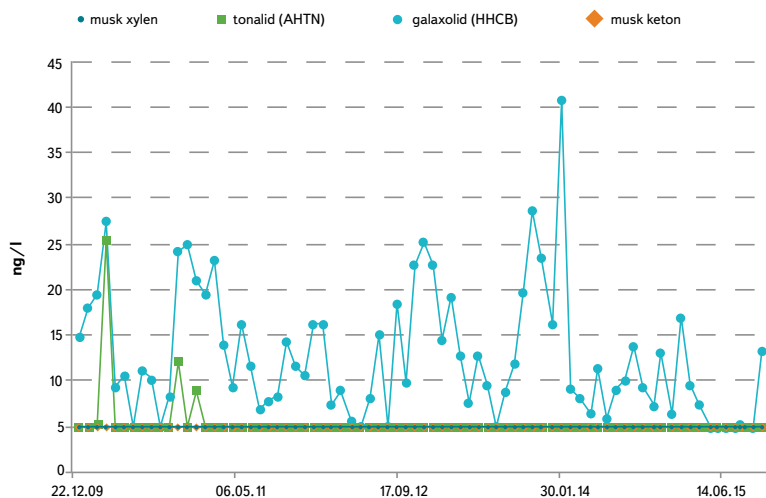
Obr. 4. Vývoj koncentrací vybraných léčiv v toku Bělá (pod vypouštěním OV z II. biologického rybníka ČOV Pelhřimov)

Fig. 4. Long-term trend of concentration of selected drugs in the Bělá River (outlet of second biological pond of Pelhřimov WWTP)

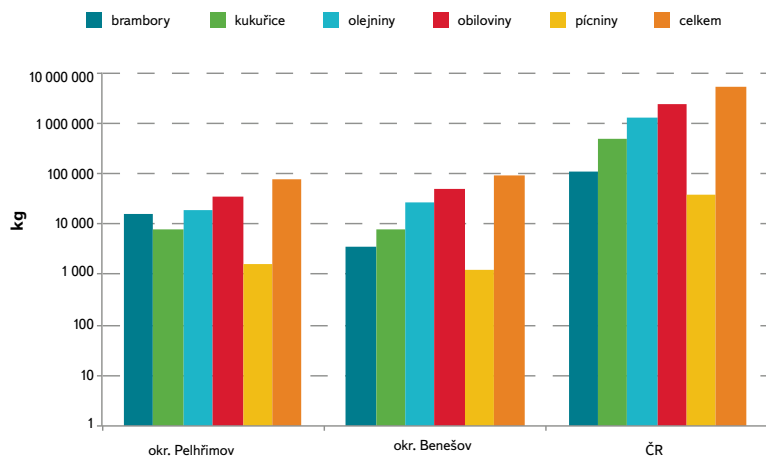


Obr. 5. Vývoj koncentrací vybraných léčiv na hlavním přítoku nádrže VN Švihov

Fig. 5. Long-term trend of concentration of selected drugs in the main tributary of Švihov water reservoir



Obr. 6. Vývoj koncentrací mošusových látek na hlavním přítoku nádrže VN Švihov
Fig. 6. Long-term trend of concentration of musk compounds in the main tributary of Švihov water reservoir

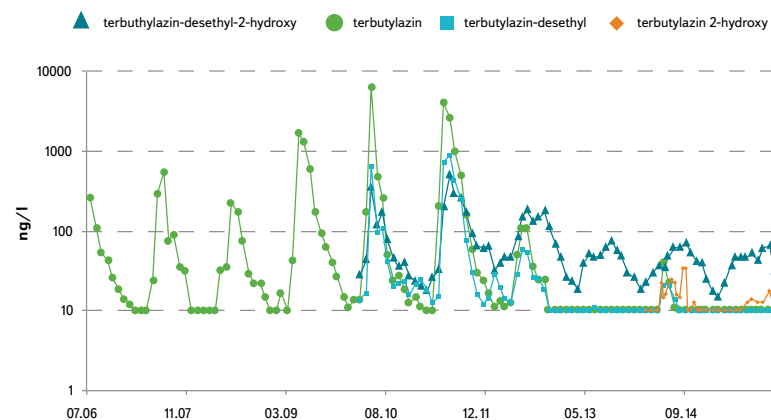


Obr. 7. Ilustrace spotřeby pesticidních látek v roce 2014 v okrese Benešov a Pelhřimov (zdroj: ÚKZUZ)
Fig. 7. Overview of the pesticides consumption in Benešov and Pelhřimov districts in 2014 (source: ÚKZUZ)

Plošné znečištění vod je způsobeno vyplavováním látek z půdního profilu nebo odtokem povrchové vody po povrchu terénu. Důsledkem toku povrchové vody po povrchu půdy za extrémních srážko-odtokových situací či určitých zemědělských podmínek (dlouhé svahy, management půdy) je eroze půdy, přičemž spolu s půdními částicemi odchází do vodních toků i látky na tyto částice navázané (např. fosfor) nebo ve vodě rozpuštěné, tj. pesticidní látky a jejich metabolity. Odtok vody po povrchu je v řadě případů nahodilý v čase i místě povodí, rovněž průnik látek půdním profilem je velmi specifický. Půdy jsou většinou plošně, ale i vertikálně heterogenní (často značně propustné), a to jak z hlediska infiltrace vody do půdy, tak i z hlediska průtoku vody půdním profilem. Management využívání půd se v jednotlivých povodích IV. řádu liší. Spolu s rozdílnými meteorologickými a variabilními přírodními podmínkami v jednotlivých letech je identifikace a predikce plošného znečištění velmi obtížná [1, 9].

Z monitoringu výskytu pesticidů v povodí vodárenské nádrže Švihov bylo zjištěno, že za nejvíce kontaminované toky lze označit řeku Trnavu, Martinický potok a Sedlický potok, který ústí nedaleko hráze nádrže [1]. Obrázek 8 znázorňuje vývoj koncentrace terbutylazinu, který se používá k likvidaci

plevelů v kukuřici, v toku, který odvodňuje zemědělsky intenzivně obhospodařované povodí Sedlického potoka v různých vodních letech. Je zde patrná výrazná spojitost s hydrologickou situací v daném roce. Z poklesu koncentrace v roce 2012 a významného pak v roce 2013, 2014 a 2015 lze usuzovat buď na změnu osevních postupů (náhrada kukuřice za jinou plodinu), což s sebou přináší např. snížení aplikační dávky terbutylazinu, nebo byl tento pesticid zčásti nahrazen jinou látkou (ústně potvrzená informace od místně hospodařících zemědělských subjektů). Skutečností je, že v roce 2012 bylo používání terbutylazinu v ochranných pásmech vodních zdrojů legislativně omezeno.



Obr. 8. Dlouhodobý vývoj koncentrace terbutylazinu a jeho metabolitů v Sedlickém potoce
Fig. 8. Long-term trend of concentration of terbutylazine and its metabolites in Sedlický brook

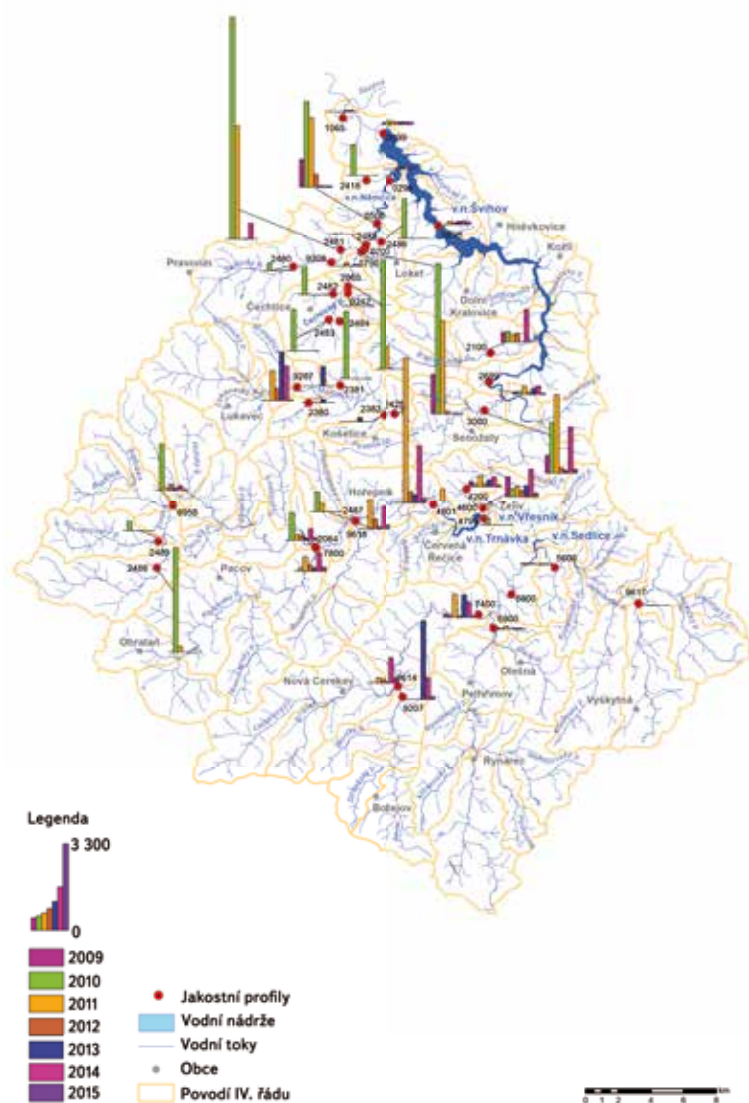
Výslednou koncentraci pesticidů a jejich metabolizovaných forem ve vodách ovlivňuje množství faktorů, mezi které patří především velikost aplikované dávky, období a způsob aplikace. Významnou roli hraje i charakter povodí (zejména svazitost terénu, půdní a (hydro)geologické podmínky či přítomnost a funkčnost zemědělského odvodnění), dále také hydrologická situace v daném roce. V zemědělské praxi se pesticidy aplikují obvykle v jarním a podzimním období. Následný výskyt těchto látek v povrchových vodách pak závisí na srážko-odtokové situaci. Pokud jsou pesticidy aplikovány v období častých nebo intenzivních srážek, dochází k jejich smyvu povrchovým odtokem, rychlému vymývání z půdního profilu či transportu preferenčním prouděním. Povrchovým nebo podpovrchovým odtokem pronikají pesticidy do vodních toků, kde se vyskytují ve vyšších koncentracích, ale po kratší časové období. Výrazně nižší koncentrace pesticidů bývají naopak zaznamenány v suchých letech, dokladem toho byl i suchý rok 2015. Z pohledu transportu pesticidů z polí jsou meliorační odvodňovací řady bodovým zdrojem pesticidních látek pro povrchové vody.

Při studiu kinetiky pesticidů byl v povrchových vodách povodí VN Švihov pozorován i vliv období aplikace látek, kdy se nejvyšší koncentrace rodičovských pesticidních látek vyskytují ve srážkově průměrných letech, v období jejich aplikace, tj. pozdní jaro a počátek léta, u některých látek také ještě v podzimních měsících. Na jaře jsou zpravidla zaznamenávány vyšší koncentrace rodičovských látek terbutylazinu, acetochloru, metazachloru, metolachloru a některých uronových pesticidů, např. linuronu. Na obr. 9 jsou zobrazeny nejvyšší naměřené koncentrace terbutylazinu v období 2009–2015. Nálezy rodičovských pesticidních látek ve vodách jsou závislé na časové „souhře“ data odběru vzorků, aplikace látek na pole a srážkového režimu. V suchých letech (např. 2015) byly koncentrace rodičovských látek v povrchových vodách velmi nízké, protože z půdního profilu byly vyplavovány minimálně nebo vůbec. Na obr. 10 jsou zobrazeny nejvyšší naměřené koncentrace metabolitu chloracetanilidových pesticidů – metazachloru ESA, v období 2009–2015.

U forem kyselých derivátů pesticidů (formy ESA a OA u chloracetanilidů) je roční vývoj jejich koncentrací v tocích více vyrovnaný a nezávisí v takové míře na velikosti aplikované dávky v sezoně jako u rodičovských látek. Určité závislosti na srážkovém režimu a období aplikace jsou zřejmé, avšak podstatné je, zda jsou odvodňované zemědělské plochy zorněné nebo zatravněné a zda jsou aktuálně zemědělsky využívány, či nikoli [9].

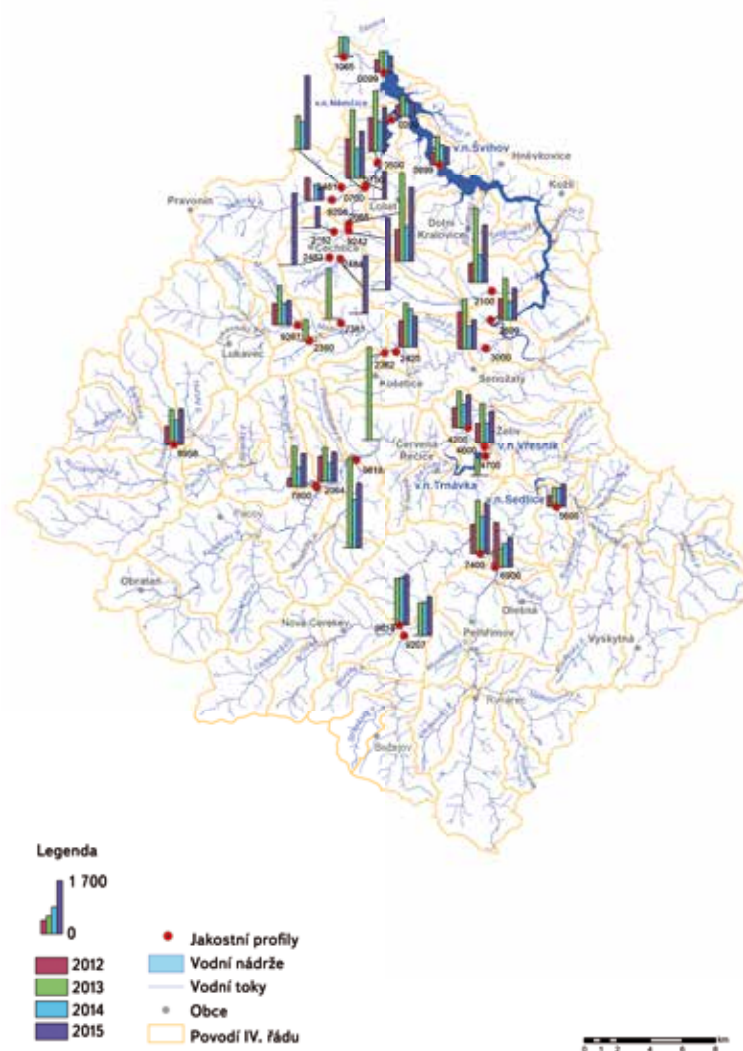
Z pohledu ovlivnění kvality vody v samotné VN Švihov má vzhledem k celkovému objemu vody velký význam hlavní přítok vody do nádrže (profil Želivka-Poříčí). V období vegetační sezony přichází do nádrže velký objem vody s obsahem pesticidních látek, v zimním období se pesticidy obohacená voda v nádrži spíše ředí (obr. 11), týká se zejména rodičovských látek. Z obr. 12 je zřejmé, že koncentrace některých metabolitů pesticidních látek není přímo závislá na vegetační sezoně, roční průběh je vyrovnanější. Oproti tomu na obr. 13 jsou pro metazachlor ESA patrné maximální hodnoty právě ve vegetační sezoně [1].

Z hlediska vývoje koncentrací pesticidních látek v horizontálním profilu má vodní nádrž Švihov v systému „nádrž – povodí“ tlumící a vyrovnávací funkci. V nádrži (v prostoru před hrázi) jsou nalézány koncentrace pesticidních látek, (např. terbutylazinu, v rozpětí cca 30–150 ng/l) o několik řádů nižší oproti maximálním hodnotám dosahovaným na přítocích, a neoscilují tak výrazně jako na počátku vzdutí nádrže a v přítocích (obr. 14). Tato skutečnost je „výhodou“ zejména z hlediska technologie úpravy vody, jelikož je odebírána surová voda s relativně vyrovnanou kvalitou a úpravná voda tak nemusí neustále reagovat na změny v kvalitě vstupní vody. Obrázek 15 ilustruje vývoj koncentrace vybraných metabolitů chloracetanilidových pesticidů u hráze nádrže, sezonní vývoj nevykazuje zásadní fluktuaace.



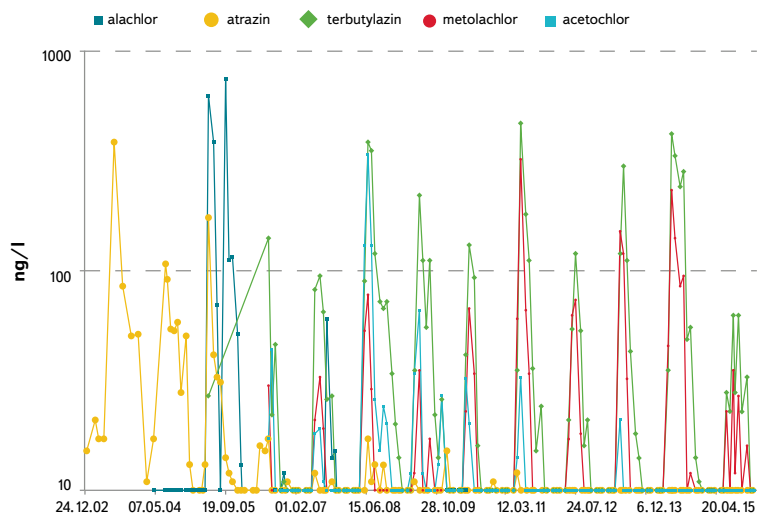
Obr. 9. Maximální koncentrace terbutylazinu (ng/l) naměřené v povrchových vodách v povodí VN Švihov v období 2009–2015

Fig. 9. Maximum concentration of terbutylazine measured in surface water across the river basin of the Švihov water reservoir

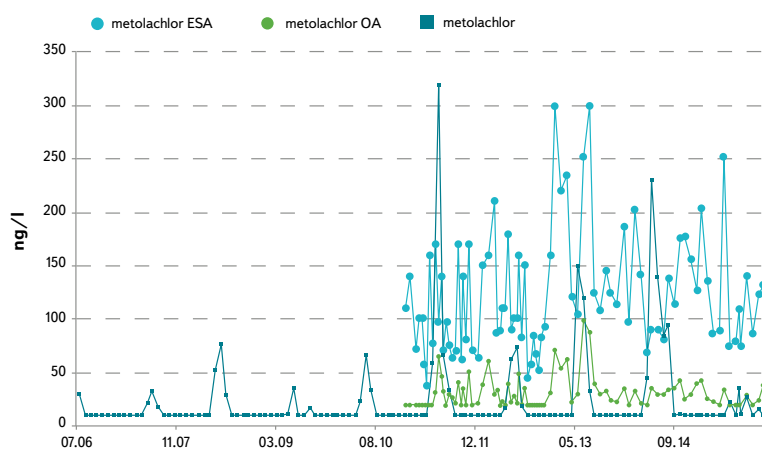


Obr. 10. Maximální koncentrace metazachloru ESA (ng/l) naměřené v povrchových vodách v povodí VN Švihov v období 2009–2015

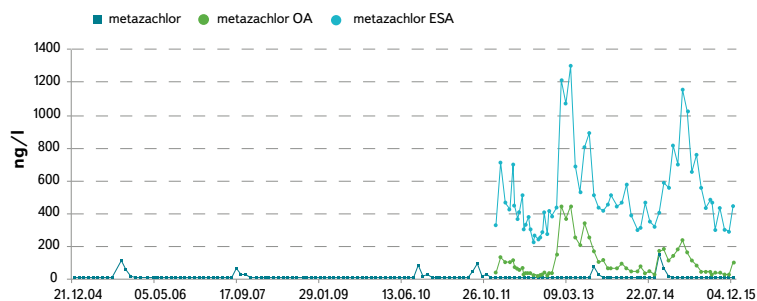
Fig. 10. Maximum concentration of metazachlor ESA measured in surface water across the river basin of the Švihov water reservoir



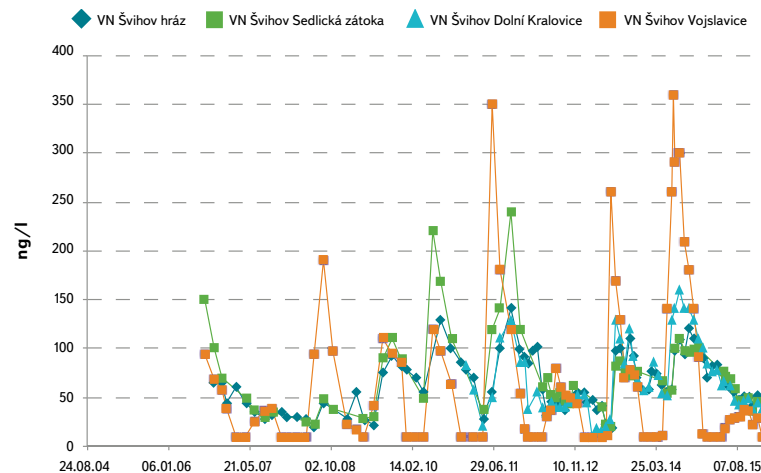
Obr. 11. Vývoj koncentrace pesticidů v hlavním přítoku do VN Švihov (rodičovské látky)
Fig. 11. Long-term trend of concentration of pesticides in the main tributary of Švihov water reservoir (prime compounds)



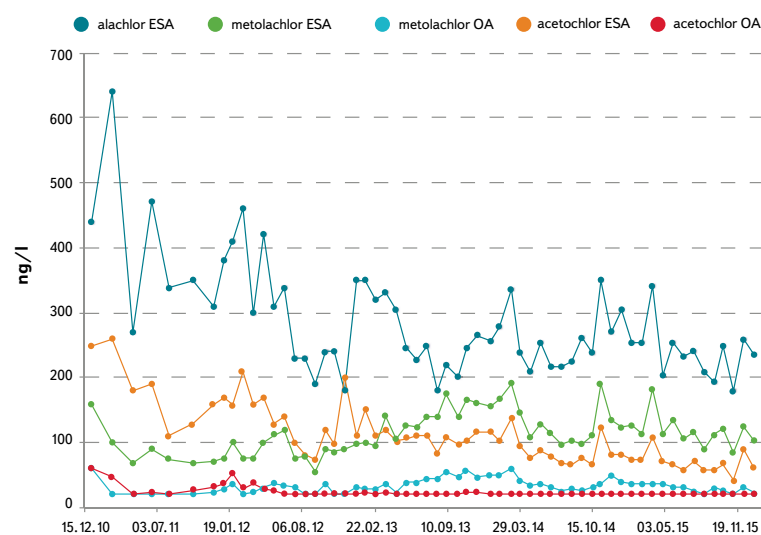
Obr. 12. Vývoj koncentrace metolachloru a jeho metabolitů v hlavním přítoku do VN Švihov
Fig. 12. Long-term trend of concentration of metolachlor and its metabolites in the main tributary of Švihov water reservoir



Obr. 13. Vývoj koncentrace metazachloru a jeho metabolitů v hlavním přítoku do VN Švihov
Fig. 13. Long-term trend of concentration of metazachlor and its metabolites in the main tributary of Švihov water reservoir



Obr. 14. Vývoj koncentrace terbutylazinu v nádrži VN Švihov
Fig. 14. Long-term trend of concentration of terbutylazin in the Švihov water reservoir



Obr. 15. Vývoj koncentrace vybraných metabolitů chloracetanilidových pesticidů u hráze nádrže
Fig. 15. Long-term trend of concentration of selected chlorine-acetanilide metabolites in the Švihov water reservoir dam

ZÁVĚR

Povodí VN Švihov je poměrně výrazně atropogenně ovlivněno, a to zejména přítomností a aktivitou zde žijících obyvatel a intenzivní zemědělskou činností, což má výrazný vliv na jakost vody v povodí VN Švihov a v nádrži samotné. Jakost vody je ovlivněna vyššími koncentracemi živin, zejména fosforu [2], který je příčinou vysoké eutrofizace toků, dále pesticidními látkami, které jsou používány v zemědělské produkci technických (kukuřice, řepka) a potravinářských (obilniny, brambory atd.) plodin [1]. Způsob zemědělského obhospodařování je příčinou rozsáhlé eroze zemědělské půdy a její sedimentace v tocích a nádržích. Poměrně husté lidské osídlení povodí VN Švihov má i další důsledky, neboť s živinami v odpadních vodách se do toků dostávají i další cizorodé látky, jako např. léčiva, hormonální přípravky, kosmetické přípravky, antikoroziiva, změkčovače plastů – bisfenol A a řada dalších látek lidské denní potřeby [8]. Všechny tyto specifické a přírodně nepůvodní látky vytvářejí směs (tzv. koktejl), jejíž vliv na životní prostředí nelze odhadnout, přičemž vzájemné působení látek může mít výrazný zatím blíže nedefinovaný synergický účinek [7]. Stejně jako pesticidní látky, tak i např. léčiva se mění na jednotlivé metabolické produkty, které zatím nejsou pomocí současné laboratorní techniky identifikovány, avšak lze předpokládat, že ve vodě v různých formách přetrvávají. Z porovnání aplikovaných množství pesticidních látek a měřených koncentrací v povrchových vodách lze usuzovat, že pomocí současné analytické instrumentace je stanoven pouze zlomek skutečně přítomného množství těchto látek ve vodě [7]. Pesticidní a další látky se pravděpodobně ve vodě vyskytují v dalších formách, které současná analytická technika zatím nerozpozná. Proto je důležité se této problematice věnovat a pracovat na dalším rozvoji analytických metod ve smyslu identifikace nových látek, což však pro analytické laboratoře představuje značné finanční náklady.

V důsledku intenzivní zemědělské výroby, která je významně ovlivňována dotační politikou ČR i EU, nelze jednoznačně predikovat vývoj plošného zemědělského zatížení povrchových i podzemních vod přítékajících do nádrže. Není však předpoklad výrazné změny současného stavu a současně nelze dlouhodobě predikovat ani vývoj dotační politiky EU. Rizikem je a vždy bude již započatá změna tradičních zemědělských oševních postupů a technologií a podpora plošného rozšíření technologicky využitelných plodin, např. pro výrobu biopaliv nebo jako energetický substrát pro bioplynové stanice, popř. dalších technologií nepříznivých k ochraně vody.

V rámci stanovení ochranných pásem VN Švihov na Želivce jsou pro hospodařící zemědělské organizace určena opatření k minimalizaci negativních vlivů na jakost vody v nádrži. Jedná se především o snížení vnosu reziduí pesticidních látek do povrchových vod ve vodárenském povodí a související protierozní opatření. Navržená opatření spočívají v aplikaci pozemkových úprav, ve změně způsobu hospodaření a dále v budoucí přeměně vybraných pozemků z orné půdy na trvalý travní porost. Časový horizont zatravnění některých oblastí je však v průběhu 5 až 10 let, což dále predikuje přetrvávající riziko znečištění povrchových vod pesticidními látkami.

Literatura

- [1] LIŠKA, M. a kol. Problematika výskytu pesticidních látek v povrchových vodách v povodí vybraných vodárenských zdrojů. *Vodní hospodářství*, 2015, 1, s. 14.
- [2] DOBIÁŠ, J., DURAS, J. a FOREJT, K. Změna vstupu fosforu do vodárenské nádrže Švihov a jejího povodí v období rekonstrukce ČOV Pelhřimov. *Sborník konference Vodní nádrže*, 2015, 6.–7. října 2015, Brno, Kosour D. (Edit.), s. 101.
- [3] DURAS, J. Jak se sucho 2015 projevilo v kvalitě stojatých vod. *Sborník konference Vodárenská biologie*, 2016, 3.–4. 2. 2016, Praha, Říhová Ambrožová Jana (Edit.), s. 77.
- [4] DURAS, J., MARCEL, M., ŠEBESTA, V. a NOVOTNÁ, V. Rekonstrukce ČOV Pelhřimov – řešení situace na přetížených biologických rybnících a vliv na recipient. *Vodní hospodářství*, 2015, 4, s. 1.

[5] FOLLER, J. Snížování odtokových koncentrací fosforu v boji proti eutrofizaci toků je i u malých ČOV akceptovatelným, snadno a jednoduše řešitelným požadavkem. *Vodní nádrže*, 2012, 26.–27. září 2012, Brno, Česká republika, Kosour D. (Edit.), s. 63.

[6] LIŠKA, M., SOUKUPOVÁ, K., KULE, L., METELKOVÁ, A. a KOŽELUH, M. Výskyt farmak v povrchových a odpadních vodách povodí Vltavy „ve světle“ konference Water and Health – Ženeva/Annemasse 2015. *Vodní hospodářství*, 2015, 11, s. 1.

[7] KOŽIŠEK, F. Pitná voda a relevantní metabolity pesticidů: současný stav řešení problému v České republice. *Rostlinolékař*, 2015, 5, s. 27.

[8] LIŠKA, M., SOUKUPOVÁ, K., KULE, L., METELKOVÁ, A. a KOŽELUH, M. Farmaka našich vod. *Vodní nádrže*, 2015, 6.–7. října 2015, Brno, Česká republika, Kosour D. (Edit.), s. 125.

[9] STALLMAN, R.S. and JAMES, H.S. Determinants affecting farmers willingness to cooperate to control pests. *Ecological Economics*, 2015, 117, s. 182.

Autoři

RNDr. Marek Liška, Ph.D.

✉ marek.liska@pvl.cz

Ing. Kateřina Soukupová

✉ katerina.soukupova@pvl.cz

Mgr. Jakub Dobiáš

✉ jakub.dobias@pvl.cz

Ing. Antonia Metelková

✉ antonia.metelkova@pvl.cz

Ing. Jan Goldbach

✉ jan.goldbach@pvl.cz

Ing. Tomáš Kvítek, CSc.

✉ tomas.kvitek@pvl.cz

Povodí Vltavy, s. p.

Příspěvek prošel lektorským řízením.



WATER QUALITY IN DRINKING WATER RESERVOIR ŠVIHOV ON ŽELIVKA RIVER AND ITS RIVER BASIN, WITH FOCUS ON SPECIFIC ORGANIC COMPOUNDS

LISKA, M.; SOUKUPOVA, K.; DOBIAS, J.; METELKOVA, A.; GOLDBACH, J.; KVITEK, T.

Povodí Vltavy, State Enterprise

Keywords: Švihov water reservoir — phosphorus — pesticides — drugs — point — nonpoint source of pollution

River basin of the largest drinking water reservoir Švihov on the Želivka River is distinctly anthropogenically affected both by direct human activities and also by the agriculture. The quality of the surface water is endangered in long-term period mainly by the eutrophication, pesticides pollution and erosion.

Higher concentrations of phosphorus originally from point sources cause higher degree of the river eutrophication. The way of agricultural management supports extensive farmland erosion and subsequently sedimentation of that material in the rivers and reservoirs. Increased concentrations of pesticides compounds coming mainly from agricultural production are found in drainage and surface water in the Švihov water reservoir catchment area. Not only nutrients but also other specific pollution compounds from wastewater are found in the rivers eg. drugs, hormonal substances, personal care products, anticorrosive substances, BPA and others. Pesticides and drugs turn in their individual metabolic products, which persist in various forms in the water. From the long term, the transition to the cultivation of industrial crops is very risky with serious consequences for water quality, especially in the river basin of water reservoirs.



Scénáře budoucích potřeb vody v sektoru veřejných vodovodů

LIBOR ANSORGE

Klíčová slova: budoucí potřeba vody – veřejné vodovody

SOUHRN

V předloženém článku jsou shrnuty závěry analýzy možných budoucích potřeb vody v časovém horizontu 2030–2050 pro sektor veřejných vodovodů podle vymezení užívaného ve vodní bilanci. Byly analyzovány čtyři možné scénáře vývoje, které vycházejí ze scénářů projektu Water Scenarios for Europe and for Neighbouring States. V úvodní části článku je podrobně popsán současný stav a existující prognózy dostupné v České republice. Tato podkladová data sloužila

k odvození koeficientů využitých pro kvantifikaci potřeb vody v budoucnosti. Rozpětí odvozených koeficientů a dostupné demografické prognózy sloužily k simulacím budoucích potřeb vody. Výsledky simulací ukazují, že podle dvou uvažovaných scénářů dojde k zastavení současného trendu poklesu odběrů vody pro sektor veřejných vodovodů a zachování přibližně obdobné úrovně odběrů jako v uplynulé dekádě. Naopak dva scénáře předpokládají další pokles odběrů pro sektor veřejných vodovodů.

ÚVOD

Hrozba klimatické změny vyvolala v uplynulých letech intenzivní výzkum v oblasti možných dopadů tohoto fenoménu jak na přírodní zdroje, tak na jednotlivé sektory národního hospodářství. Výsledkem tohoto výzkumu je na jedné straně kvantifikovaná informace o možných dopadech na vodní zdroje a dostupnosti vodních zdrojů [1–6], na druhé straně pak relativně nekonkrétní vyjádření budoucích potřeb vody [např. 6, 7 a další]. Důsledkem tohoto stavu je úkol „stanovení očekávaných potřeb vody podle různých scénářů klimatické změny a vývoje společnosti“ uvedený v Konceptu vodohospodářské politiky Ministerstva zemědělství do roku 2015 [8, s. 18]. V rámci projektu vědy a výzkumu TD020113 jsme se zabývali vývojem metodiky pro stanovení budoucích potřeb vody [9] a její aplikací v případové studii [10]. V následujícím textu jsou shrnuty výsledky stanovení potřeb vody pro sektor veřejných vodovodů podle různých scénářů vývoje společnosti pro řešené období 2030–2050. V sektoru veřejných vodovodů je realizováno 33 až 38 % veškerých odběrů evidovaných ve vodní bilanci a je tak po sektoru energetiky druhým největším odběratelem vod v České republice. S postupným uzavíráním tepelných elektráren v souvislosti s vytěžením zásob dostupného uhlí lze očekávat, že se sektor veřejných vodovodů dostane opět na místo největšího odběratele vod.

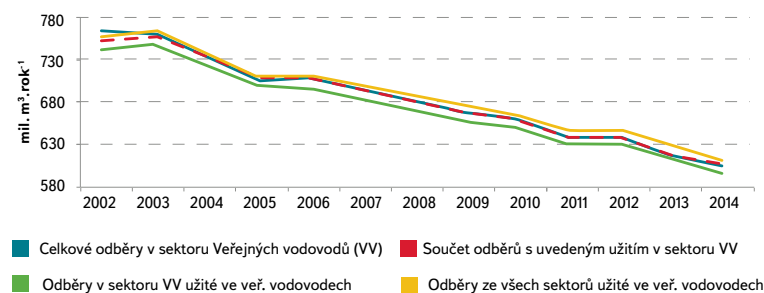
V současnosti se provádí sestavování výhledových potřeb vody v rámci vodní bilanci podle metodického pokynu MZe č. j. 25248/2002–6000 jednou za 6 let na základě „předpokládaných požadavků (nároků) na odběry vody a vypouštění vody uváděných v rámci ohlašování údajů pro vodní bilanci, případně údajů z platných povolení k nakládání s vodami“. Jak vyplývá z údajů uváděných v ohlašovacím formuláři, je vypovídací schopnost předpokládaných odběrů velmi malá – viz např. [11], kde zpracovatelé uvádí: „Analýzou údajů, které uvádějí uživatelé ve výhledových položkách, bylo zjištěno, že pro plán většinou používají hodnotu stávajícího roku. Nepouštějí se do žádných analýz a při telefonickém styku odmítají dát jakýkoliv výhled dále než na 1 rok dopředu a většinou charakterizují vývoj jako stálý bez nárůstu či poklesu.“ Reálná spotřeba vody ale není dána povolenými množstvími, nýbrž vývojem společnosti v oblasti sociální, ekonomické, demografické a technologické.

Jednou z podrobnějších studií, zabývajících se budoucími potřebami vody v České republice a využívající jiné postupy zpracování a jiná data než pouze data dostupná ve vodní bilanci, byla Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v Karlovarském kraji [4]. Studie dosud realizované v České republice se soustřeďují na řešení v rámci jednoho plánovacího cyklu, tj. s výhledem cca 6 až 10 let. Delší prognózu potřeb vody obsahoval Směrný vodohospodářský plán, který byl pravidelně aktualizován tzv. Publikacemi SVP. Poslední aktualizace prognózy potřeb vody byla obsažena v Publikaci SVP č. 44 z roku 1997 [12]. Časový horizont prognózy byl do roku 2015. Další prognózu užívání vod v České republice obsahoval tzv. Základní scénář [13] zpracovaný v rámci přípravy Plánu hlavních povodí České republiky [14] ovšem opět s časovým horizontem roku 2015. V současnosti jsou jednotlivými státními podniky Povodí zpracovány tzv. vodohospodářské bilance výhledového stavu s časovým horizontem roku 2021 [11, 15, 16]. Výsledky těchto vodohospodářských bilancí jsou pak promítnuty do kapitoly II.1.4 Plánů dílčích povodí a kapitoly II.1.6 Národních plánů povodí.

Výhledovými potřebami se zabývají také Plány rozvoje vodovodů zpracované jednotlivými kraji, viz například [17]. Tyto dokumenty zpracovávají na počátku století se však zabývaly opět obdobím do roku 2015 a jejich aktualizace se stanovením výhledových potřeb vody pro jiný časový horizont obvykle nezabývají. S ohledem na klesající dodávky vody z veřejných vodovodů je to také pochopitelné, i když se nyní v důsledku suchých období v uplynulých měsících diskutuje o potřebě aktualizace těchto dokumentů.

METODIKA A VSTUPNÍ DATA

Řešení sektoru veřejných vodovodů vycházelo z metodického postupu vyvinutého v rámci projektu TD020113 [9]. Potřeba vody pro sektor veřejných vodovodů byla definována jako množství vody odebrané z povrchových a podzemních vod s uvedeným užitím pro veřejné vodovody. Jak ukazuje obr. 1, množství vody evidované ve vodní bilanci podle vyhlášky č. 431/2001 Sb. s uvedeným využitím pro veřejné vodovody ve všech sektorech je přibližně stejné velké jako množství vody odebrané v sektoru veřejných vodovodů. Jednotlivé sledované sektory v rámci vodní bilanci jsou definovány kódem ekonomické činnosti NACE [18].



Obr. 1. Odběry povrchových a podzemních vod – veřejné vodovody (zdroj dat: vodní bilanci)

Fig. 1. Withdrawals from surface and ground water for public water supply systems (data source: water balance)

Model sektoru veřejných vodovodů pracuje se třemi hlavními komponentami a lze jej vyjádřit pomocí této rovnice:

$$Q_{VWR} = Q_{VFD} + Q_{VFO} + Q_{VNF} \quad (1)$$

Kde Q_{VWR} je voda vyrobená, určená k realizaci,
 Q_{VFD} voda dodaná (fakturovaná) domácnostem,
 Q_{VFO} voda dodaná (fakturovaná) ostatním odběratelům,
 Q_{VNF} voda nefakturovaná, zahrnující ztráty ve vodovodní síti (úniky), vlastní spotřebu (v objektech provozovatele sítě, proplachy po opravách apod.), ostatní nefakturovanou vodu (např. vodu hasební apod.) a „rezervu ve fakturaci“ (nepřesnosti měření, černé odběry).

Současný stav

A. DODÁVKY VODY OBYVATELSTVU

Množství vody dodané všem odběratelům mezi roky 1990–2014 setrvale klesá, zároveň však došlo k nárůstu podílu obyvatel napojených na veřejné vodovody z 83,2 % na 94,2 %, s tím souvisí i nárůst podílů domácností na dodávkách vody z veřejných vodovodů z 58,3 % na 67,4 % (tabulka 1). Podíl dodávek pro zemědělství z veřejných vodovodů se pohybuje mezi 1 až 2 %, přičemž na počátku 90. let tvořily dodávky vody zemědělcům kolem 3–4 % všech dodávek z veřejných vodovodů. Ostatní odběratelé včetně průmyslu odebírají přibližně jednu třetinu všech dodávek z veřejných vodovodů, přičemž v 90. letech to bylo okolo 40 %.

S nárůstem počtu napojených obyvatel a poklesem spotřeby vody z veřejných vodovodů souvisí i pokles specifické potřeby vody. Specifická potřeba vody fakturované domácnostem činila v roce 1989 171,0 l.os⁻¹.den⁻¹, zatímco v roce 2014 pouze 87,3 l.os⁻¹.den⁻¹ [18]. Pokles specifické potřeby vody je často dáván do souvislosti s nárůstem ceny vodného a stočného. Mezi roky 1994 až

Tabulka 1. Dodávky vody z veřejných vodovodů (zdroj dat: ČSÚ)
 Table 1. Supply of water from public water systems (data source: ČSÚ)

Rok	Obyvatelé zásobování vodou z veřejných vodovodů	Podíl obyvatel zásobených vodou z veřejných vodovodů	Vyrobená voda celkem	Voda fakturovaná					Podíl domácností na dodávkách vody
				celkem	v tom				
					domácnosti	zemědělství	průmysl	ostatní odběratelé	
		[%]		[tis. m ³]					[%]
1990	8 624 174	83,2	1 238 961	936 498	546 184	32 912	237 680	119 722	58,3
1991	8 658 292	84,0	1 192 198	867 002	509 436	32 143	209 137	116 285	58,8
1992	8 713 055	84,5	1 153 686	845 051	506 271			338 780	59,9
1993	8 751 159	84,7	1 076 154	743 064	438 713			304 351	59,0
1994	8 831 259	85,5	997 254	696 196	415 962			280 234	59,7
1995	8 860 400	85,8	936 187	655 852	391 332			264 520	59,7
1996	8 867 600	86,0	925 765	631 435	375 741			255 694	59,5
1997	8 866 300	86,0	870 389	604 004	365 040			238 964	60,4
1998	8 879 493	86,2	814 331	579 868	357 781			222 087	61,7
1999	8 935 860	86,9	775 958	564 157	355 108			209 049	62,9
2000	8 952 400	87,1	777 641	554 147	351 104			203 043	63,4
2001	8 980 950	87,3	753 802	535 623	339 341			196 282	63,4
2002	9 156 120	89,9	753 089	545 254	342 907			202 347	62,9
2003	9 179 350	89,8	750 514	547 169	344 663			202 506	63,0
2004	9 346 342	91,6	720 196	543 472	349 457	9 263	62 529	122 223	64,3
2005	9 376 299	91,6	698 850	531 620	338 564	9 289	64 645	119 123	63,7
2006	9 482 679	92,4	698 673	528 070	337 410	9 583	69 417	111 660	63,9
2007	9 525 078	92,3	682 804	531 697	342 417	9 087	65 884	114 309	64,4
2008	9 664 179	92,7	667 114	516 479	332 439	9 524	63 358	111 158	64,4
2009	9 732 973	92,8	653 338	504 613	328 490	8 992	59 168	107 963	65,1
2010	9 787 475	93,1	641 783	492 542	319 582	8 692	59 163	105 105	64,9
2011	9 805 365	93,4	623 059	486 019	317 163	8 477	57 539	102 840	65,3
2012	9 823 119	93,5	623 534	480 745	315 875	7 236	55 642	101 991	65,7
2013	9 854 414	93,8	600 174	471 824	313 580			158 244	66,5
2014	9 917 179	94,2	579 749	468 704	315 985			152 719	67,4

2014 došlo k nárůstu průměrného vodného a stočného z 16,71 Kč na 78,55 Kč v běžných cenách, přičemž nárůst vodného a stočného byl v každém roce vyšší než nárůst průměrných spotřebitelských cen [19]. Samotná hodnota vodného a stočného nevypovídá příliš o nákladech uživatelů na vodu. Na základě údajů o příjmech, výdajích a životních podmínkách domácností a statistiky rodinných účtů ČSÚ lze stanovit průměrný podíl nákladů na vodné a stočné z příjmů a výdajů na osobu v České republice (tabulka 2). Z údajů vyplývá, že dochází k postupnému pozvolnému nárůstu nákladů na vodné a stočné vůči čistým příjmům i výdajům (obr. 2).

Množství vody dodané domácnostem je možno vyjádřit pomocí rovnice:

$$Q_{VFD} = N_{os} \cdot q_{sp VFD} \quad (2)$$

Kde N_{os} je počet osob zásobovaných z veřejných vodovodů,
 $q_{sp VFD}$ specifická spotřeba vody na obyvatele.

B. DODÁVKY VODY OSTATNÍM ODBĚRATELŮM

Jak vyplývá z údajů o dodávkách vody z veřejných vodovodů (tabulka 1), je přibližně 30–35 % dodané vody užito v průmyslu a dalších odvětvích národního hospodářství. Z údajů o hrubé přidané hodnotě generované jednotlivými odvětvími národního hospodářství (tabulka 4) lze odhadnout, že podniky a instituce napojené na veřejné vodovody mohou generovat 60 až 90 % HDP (tabulka 3). Obdobně jako v jiných rozvinutých zemích [např. 20, 21] došlo v České republice k oddělení vývoje potřeby vody od ekonomického vývoje. Pokles potřeby vody, který sledujeme v uplynulých letech, tak není způsoben poklesem výkonnosti národního hospodářství, ale naopak tlakem na zvyšování efektivity užívání přírodních zdrojů a na zavádění úsporných opatření. Protože nejde na dostupných datech v České republice odlišit HDP vytvořené podniky napojenými na veřejné vodovody, použili jsme pro vyjádření množství vody dodané ostatním uživatelům syntetický ukazatel „ekonomické efektivity užití vody“ vyjadřující množství vody z veřejných vodovodů vztahovaný na vytvoření

HDP za celou Českou republiku. Takto stanovený ukazatel vykazuje, zejména při užití stálých cen, poměrně stabilní trend poklesu (obr. 3) přibližně o 4 % ročně.

Množství vody dodané ostatním uživatelům je tak možno vyjádřit pomocí rovnice:

$$Q_{VFO} = HDP \cdot q_{sp HDP} \quad (3)$$

Kde HDP je hrubý domácí produkt ČR,
 $q_{sp HDP}$ specifická spotřeba vody na produkci 1 Kč HDP.

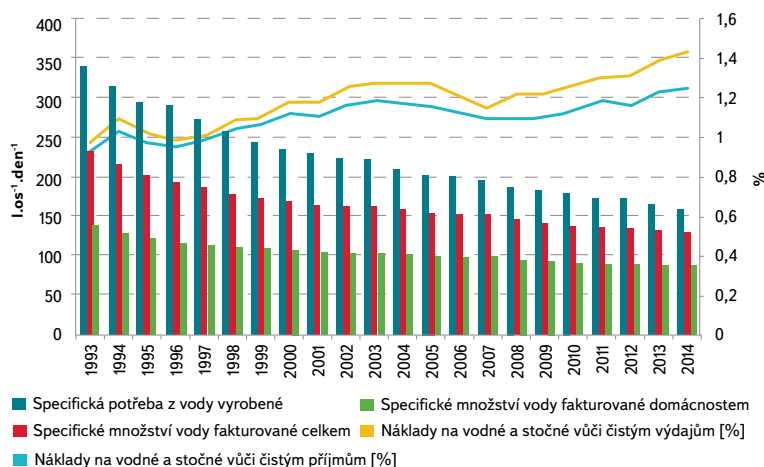
C. VODA NEDODANÁ ODBĚRATELŮM

Voda dodaná (fakturovaná) odběratelům představuje pouze část vody vyrobené vodárenskými společnostmi. Tzv. nefakturovaná voda v sobě zahrnuje ztráty ve vodovodní síti, vlastní spotřebu vody vodárenskými společnostmi a ostatní nefakturovanou vodu. Jak uvádí tabulka 5, ztráty vody se daří průběžně snižovat z 31,5 % z fakturované vody v roce 2002 na 20,5 % z fakturované vody v roce 2015. Oproti tomu se množství ostatní nefakturované vody pohybuje na úrovni cca 3,8 % fakturované vody. Dále je rozdíl mezi množstvím vody vyrobené tak, jak je ČSÚ reportují vodárenské společnosti, a množstvím vody odebrané z vodních zdrojů tak, jak je evidováno ve vodní bilanci. Vlastní spotřeba úpravami vody představuje ve vyhodnocovaném období 2002 až 2014 průměrně 3,6 % množství odebrané z povrchových a podzemních vod.

Množství nedodané vody je možno vyjádřit pomocí rovnice:

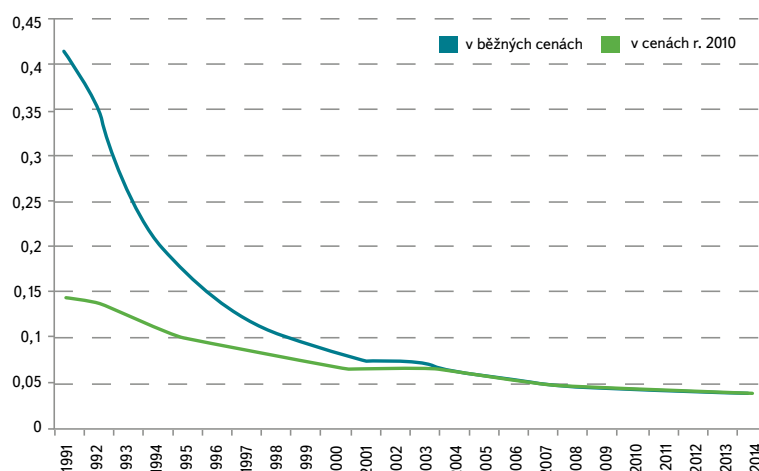
$$Q_{VNF} = k \cdot (Q_{VFD} + Q_{VFO}) \quad (4)$$

Kde k je koeficient souhrnně vyjadřující ztráty vody v síti, potřeby provozní vody, rezervu ve fakturaci a množství ostatní nefakturované vody.



Obr. 2. Vývoj specifických potřeb vody a nákladů na vodné a stočné (zdroj dat: MZE a MŽP, ČSÚ)

Fig. 2. Specific needs of water and the price of water rate and sewage charge (data source: MZE a MŽP, ČSÚ)



Obr. 3. Specifická potřeba vody dodávané z veřejných vodovodů mimo domácnosti na tvorbu HDP (zdroj dat: ČSÚ)

Fig. 3. Specific needs of water supplied from public water systems outside the households to the GDP (data source: ČSÚ)

Prognózy dostupné v ČR

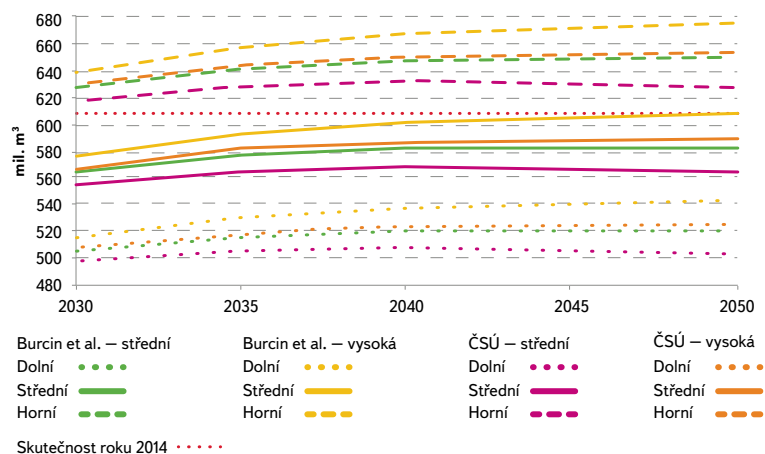
V České republice existuje několik demografických prognóz. Zejména se jedná o projekce ČSÚ [22, 23]. Dále existují projekce Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy [24, 25]. Demografické prognózy obvykle obsahují tři možné varianty (nízkou, střední a vysokou). V oblasti vývoje ekonomiky byla v rámci zpracování Aktualizace státní energetické koncepce zpracována prognóza vývoje HDP ve dvou scénářích [26].

Scénáře vývoje společnosti

Ve světě existuje několik rozdílných scénářů vývoje. Pro řešení byly vybrány čtyři globální scénáře pro území Evropy vyvinuté v rámci projektu Water Scenarios for Europe and for Neighbouring States (SCENES) popisující stav vodního hospodářství v Evropě a vlivy působící na něj ve 3 periodách: 2008–2015; 2015–2030; 2030–2050. Zaměřili jsme se na periodu 2030–2050. Scénáře projektu SCENES vycházejí ze scénářů Global Environmental Outlook 4 [27].

Postup zpracování

Na základě scénářů projektu SCENES byly odvozeny čtyři možné scénáře vývoje v České republice nazvané „Udržitelný rozvoj“, „Politická rozhodnutí“, „Ekonomický rozvoj“ a „Bezpečnost“. Scénář „Udržitelný rozvoj“ lze charakterizovat jako vyváženě balancující požadavky ochrany životního prostředí, ekonomického růstu a sociální spravedlnosti. Scénář „Politická rozhodnutí“ akcentuje



Obr. 4. Očekávané potřeby vody v sektoru veřejných vodovodů pro scénář preferující udržitelný rozvoj

Fig. 4. Expected water consumption in the sector of public water supply systems for scenario prioritizing sustainable development

ochranu životního prostředí a omezování užívání přírodních zdrojů, prosazované na vládní úrovni a politikami EU. Scénář „Ekonomický rozvoj“ naopak předpokládá omezení vlivu politiky, omezení zásahů na ochranu životního prostředí a akcentaci ekonomického rozvoje společnosti. Scénář „Bezpečnost“ akcentuje potravinovou a energetickou bezpečnost, kdy užívání přírodních zdrojů podléhá přísné regulaci. Podrobný popis scénářů popisuje studie [10].

Tabulka 2. Srovnání nákladů na vodné a stočné s čistými příjmy a výdaji (zdroj dat: ČSÚ)

Table 2. Comparison of the price of water rate and sewage charge with net income and expenditure (data source: ČSÚ)

Rok	Celkové čisté peněžní		Náklady na vodné a stočné			Rok	Celkové čisté peněžní		Náklady na vodné a stočné		
	příjmy	vydání	celkové	Relativní k			příjmy	vydání	celkové	Relativní k	
				vydáním	příjmům					vydáním	příjmům
	[Kč.os ⁻¹ .rok ⁻¹]			[%]			[Kč.os ⁻¹ .rok ⁻¹]			[%]	
1993	40 914	39 309	382	0,97	0,93	2004	102 217	94 098	1 210	1,29	1,18
1994	46 759	44 415	493	1,11	1,05	2005	108 676	99 165	1 270	1,28	1,17
1995	54 934	52 207	539	1,03	0,98	2006	116 549	107 585	1 314	1,22	1,13
1996	63 604	60 621	605	1,00	0,95	2007	125 817	120 208	1 387	1,15	1,10
1997	70 043	68 151	695	1,02	0,99	2008	137 497	123 955	1 510	1,22	1,10
1998	76 138	73 472	799	1,09	1,05	2009	142 402	128 622	1 578	1,23	1,11
1999	80 771	78 209	872	1,11	1,08	2010	145 437	130 019	1 654	1,27	1,14
2000	83 422	79 625	944	1,19	1,13	2011	145 081	132 215	1 744	1,32	1,20
2001	90 167	84 288	1 003	1,19	1,11	2012	152 125	134 374	1 780	1,32	1,17
2002	93 153	86 874	1 090	1,25	1,17	2013	150 488	133 279	1 870	1,40	1,24
2003	98 102	91 365	1 170	1,28	1,19	2014	154 992	135 153	1 950	1,44	1,26

Tabulka 3. Hrubý domácí produkt České republiky výrobní metodou ve stálých cenách roku 2010 (zdroj dat: ČSÚ)

Table 3. Gross domestic product of the Czech Republic calculated by the production method at constant prices of year 2010 (data source: ČSÚ)

Rok	Produkce	Mezispotřeba	Hrubá přidaná hodnota	Daně z produktů	Dotace na produkty	Hrubý domácí produkt
			mil. Kč			
2005	7 989 062	4 841 166	3 145 925	420 345	-56 781	3 506 107
2006	8 774 365	5 390 626	3 381 796	426 218	-59 922	3 747 206
2007	9 451 649	5 890 462	3 557 780	458 221	-57 610	3 954 399
2008	9 631 561	5 942 720	3 685 359	433 862	-57 066	4 061 601
2009	8 845 606	5 360 701	3 482 957	438 505	-54 864	3 864 947
2010	9 258 166	5 675 297	3 582 869	427 869	-57 087	3 953 651
2011	9 511 650	5 858 045	3 653 605	433 223	-55 536	4 031 292
2012	9 314 240	5 689 288	3 626 693	424 242	-52 777	3 998 703
2013	9 246 169	5 641 991	3 606 173	417 311	-52 684	3 970 646
2014	9 580 235	5 880 736	3 700 228	408 731	-54 832	4 049 726

Tabulka 4. Hrubá přidaná hodnota podle odvětví národního hospodářství (zdroj dat: ČSÚ)

Table 4. Gross value added by industry of the national economy (data source: ČSÚ)

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
					mil. Kč					
Celkem	3 145 925	3 381 796	3 557 780	3 685 359	3 482 957	3 582 869	3 653 550	3 622 445	3 603 358	3 701 639
A	80 391	73 486	54 657	59 555	71 916	60 217	62 240	64 055	62 511	66 221
B až E	849 528	997 769	1 052 248	1 138 810	1 007 187	1 071 734	1 142 532	1 114 937	1 066 890	1 116 967
C	616 179	742 480	792 864	859 425	755 781	840 146	925 171	895 559	871 701	919 756
F	234 888	234 340	245 535	245 359	236 748	246 127	229 720	222 552	225 218	232 926
G + H + I	619 042	662 939	710 426	701 532	640 160	668 181	672 407	671 004	665 597	675 271
J	146 196	161 725	180 949	185 854	184 241	183 752	187 092	183 409	189 267	200 493
K	109 612	115 603	139 309	154 782	168 996	169 583	168 277	166 847	181 140	180 318
L	298 538	307 115	316 956	326 347	317 743	322 254	328 429	334 054	341 056	339 892
M + N	227 977	225 044	249 556	257 242	238 553	237 179	241 993	244 672	252 220	264 566
O + P + Q	528 036	522 440	526 137	535 843	538 616	542 896	536 430	536 702	538 358	540 137
R až U	86 285	94 035	95 018	86 534	82 218	80 946	84 430	83 155	82 408	83 152

Legenda:

A – Zemědělství, lesnictví, rybníkářství; B až E – Průmysl, těžba a dobývání; C – Zpracovatelský průmysl; F – Stavebnictví; G + H + I – Obchod, doprava, ubytování a pohostinství; J – Informační a komunikační činnosti; K – Peněžnictví a pojišťovnictví; L – Činnosti v oblasti nemovitostí; M + N – Profesionální, vědecké, technické a administrativní činnosti; O + P + Q – Veřejná správa a obrana, vzdělávání, zdravotní a sociální péče; R až U – Ostatní činnosti

Legend:

A – Agriculture, forestry, aquaculture; B to E – Industry, mining and quarrying; C – Manufacturing; F – Building industry; G + H + I – Trade, transport, accommodation and hospitality; J – Information and communication; K – Financial and insurance; L – Real estate activities; M + N – Professional, scientific, technical and administrative activities; O + P + Q – Public administration and defense, education, health and social care; R to U – Other activities

Tabulka 5. Závislost mezi vyrobenou vodou, fakturovanou vodou a vodou odebranou z vodních zdrojů pro veřejné vodovody (zdroj dat: ČSÚ, VÚV TGM)

Table 5. Dependence between the water produced, invoiced water and water taken from the water resources for public water supply systems (data source: ČSÚ, VÚV TGM)

Rok	Ztráty vody v trubicí síti	Voda vyrobená určená k realizaci	Nefakturovaná voda beze ztrát ve vodovodní síti	Vlastní spotřeba úpravami vody
		[% z vyrobené vody]		[%]
2002	23,78	75,52	0,71	4,16
2003	23,28	75,20	1,52	4,83
2004	21,19	75,73	3,08	2,48
2005	20,90	76,07	3,03	1,59
2006	20,70	76,01	3,29	2,13
2007	18,55	78,29	3,16	2,29
2008	19,38	77,73	2,89	3,01
2009	19,28	77,75	2,97	3,53
2010	19,69	77,40	2,91	4,10
2011	18,33	78,01	3,67	4,44
2012	19,30	77,99	2,72	4,24
2013	17,90	79,48	2,62	5,13
2014	16,56	80,85	2,60	4,86

Tabulka 6. Shrnutí scénářů užívání vody – obecné údaje

Table 6. Summary of scenarios of water use – general information

Scénář	Uvažované demografické prognózy		Scénář vývoje HDP
	počet	názvy	
Udržitelný rozvoj	4	ČSÚ – střední + vysoká, Burcin et al. – střední + vysoká	vysoký
Politická rozhodnutí	4	ČSÚ – střední + vysoká, Burcin et al. – nízká + střední	nízký
Ekonomický rozvoj	3	ČSÚ – nízká a střední, Burcin et al. – nízká	vysoký
Bezpečnost	4	ČSÚ – střední + vysoká, Burcin et al. – nízká + střední	střední

Těmto scénářům byly přiřazeny možné varianty demografického vývoje podle prognóz ČSÚ [22, 23] a pracovníků PŘF UK [24], možné scénáře vývoje HDP (tabulka 6) a odvozeny koeficienty $q_{sp,VFD}$, $q_{sp,HDP}$ a k použité v rovnicích (2), (3) a (4) (tabulka 7). Při odvození koeficientů bylo přihlédnuto k předpokládanému technologickému pokroku a společenským preferencím ochrany přírodních zdrojů v souladu s jednotlivými scénáři. Pro řešení byly scénáře vývoje HDP doplněny o střední scénář odvozený jako průměr z obou scénářů MPO [26].

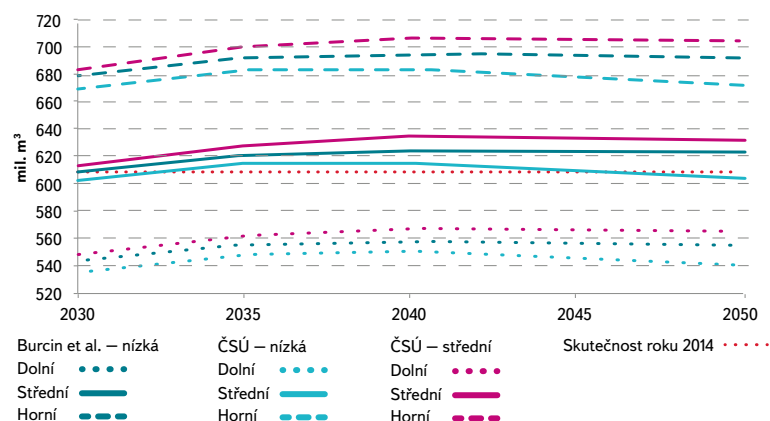
VÝSLEDKY A DISKUSE

Na základě kvantifikovaných údajů u každého scénáře vývoje české společnosti byly provedeny simulace očekávaných odběrů z povrchových či podzemních vod. Pro každý scénář vývoje společnosti byly simulovány všechny vytipované kombinace

demografických a energetických scénářů a tří variant intervalových hodnot (s uvažováním minimálních, středních a maximálních hodnot rozpětí). Kombinací vstupních hodnot vzniklo 45 možných variant. Při vývoji podle scénáře preferujícího udržitelný rozvoj (obr. 4) i scénáře preferujícího ekonomický rozvoj (obr. 6) lze očekávat odběry přibližně na současné úrovni. Naopak u scénářů preferujícího politická rozhodnutí (obr. 5) či bezpečnostní otázky (obr. 7) lze očekávat další pokles potřeby odběrů.

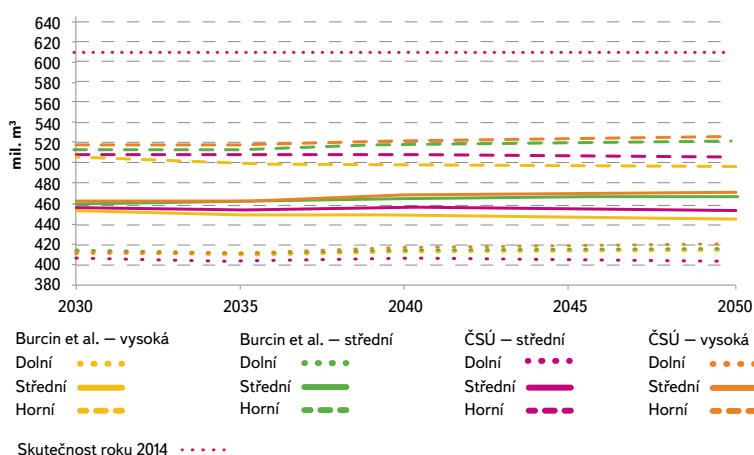
Scénáře použité pro stanovení potřeb vody představují výběr z možných alternativ budoucnosti. Vybrané scénáře postihují pravděpodobný trend spotřeby vody ve vazbě na vývoj klimatu a české společnosti v závislosti na různých faktorech a s využitím existujících vědeckých poznatků a dostupných podkladů. Neznamená to však, že budoucnost bude skutečně odpovídat numericky přesně některému z představených scénářů, ale že se budoucnost může pohybovat v mantinelech vytyčených těmito scénáři.

Hodnoty koeficientů q_{sp_VFD} , q_{sp_HDP} a k odvozené v jednotlivých scénářích budoucnosti jsou z velké části stanoveny s využitím odborných odhadů. Statistické postupy předpokládané metodikou [9] byly v důsledku dostupnosti podkladových dat využity při odvození koeficientů omezeně a musely být korigovány o očekávaný technologický vývoj a očekávané společenské preference v ochraně životního prostředí. To s sebou nese riziko ovlivnění výsledků subjektivními preferencemi řešitelů.



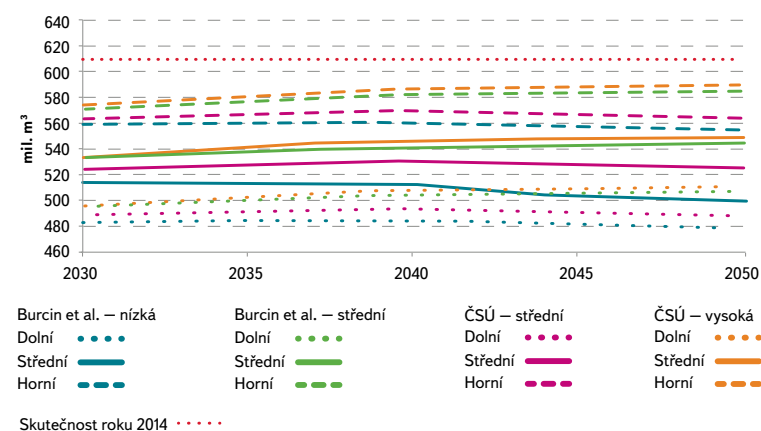
Obr. 6. Očekávané potřeby vody v sektoru veřejných vodovodů pro scénář preferující ekonomický rozvoj

Fig. 6. Expected water consumption in the sector of public water supply systems for scenario prioritizing economic development



Obr. 5. Očekávané potřeby vody v sektoru veřejných vodovodů pro scénář preferující politická rozhodnutí

Fig. 5. Expected water consumption in the sector of public water supply systems for scenario prioritizing policies



Obr. 7. Očekávané potřeby vody v sektoru veřejných vodovodů pro scénář preferující bezpečnostní otázky

Fig. 7. Expected water consumption in the sector of public water supply systems for scenario prioritizing safety issues

Tabulka 7. Shrnutí scénářů užívání vody – veřejné vodovody

Table 7. Summary of scenarios of water use – public water supply systems

Scénář	Ztráty v síti	Nefakturovaná voda beze ztrát v síti	Podíl obyvatelstva napojeného na veřejné vodovody	Specifická spotřeba obyvatelstva	Ekonomická efektivita užití vody	Korekce na v. bilanci
	[% z fakturované vody]		[%]	[l.os ⁻¹ .den ⁻¹]	[l.kč ⁻¹ HDP]	[%]
Udržitelný rozvoj	10–13	3,29–4,04	97–100	85–95	0,02–0,025	+3,5
Politická rozhodnutí	8–11	3,29–4,04	93–97	65–75	0,03–0,035	+3,5
Ekonomický rozvoj	15–20	3,29–4,04	95–100	80–90	0,028–0,032	+3,5
Bezpečnost	12–15	3,29–4,04	98–100	80–85	0,023–0,026	+3,5

ZÁVĚR

Provedené simulace naznačují, že s předpokládaným vývojem populace v České republice nelze očekávat výrazný nárůst odběrů vody pro sektor veřejných vodovodů. Dva scénáře předpokládají zachování přibližně současné úrovně odběrů s rozpětím $\pm 15\%$. Dva scénáře naopak předpokládají pokračování trendu poklesu odběrů a odběry pro sektor veřejných vodovodů by mohly v období 2030 až 2050 klesnout oproti současnosti o 15 %, resp. 25 % s rozpětím cca $\pm 10\%$.

Poděkování

Projekt TD020113 „Dopady socio-ekonomických změn ve společnosti na spotřebu vody“ byl řešen s finanční podporou Technologické agentury České republiky v rámci Programu na podporu aplikovaného společenskovedního výzkumu a experimentálního vývoje Omega.

Literatura

- [1] MRKVIČKOVÁ, M. Klimatické změny a vodní zdroje v povodí Vltavy: Modely klimatických změn pro vodní zdroje k roku 2085, *Vesmír*. 2008, roč. 87, č. 11/2008, s. 776–779. ISSN 1214-4029.
- [2] NOVICKÝ, O., P. VYSKOČ, A. VIZINA, L. KAŠPÁREK a J. PICEK. *Klimatická změna a vodní zdroje v povodí Vltavy*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2008. ISBN 978-80-85900-79-8.
- [3] KAŠPÁREK, L., A. VIZINA, R. VLNAS, P. VYSKOČ a J. PICEK. *Posouzení dopadů klimatické změny na vodohospodářskou soustavu Povodí Labe*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2008.
- [4] CIHLÁŘ, J., V. KOTEROVÁ, R. HÁLA, K. PRŮŠOVÁ, J. LENÍČEK, P. VYSKOČ, L. KAŠPÁREK, O. NOVICKÝ, V. ZEMAN, J. PICEK a A. VIZINA. *Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v karlovarském kraji*. Závěrečná zpráva. Praha: Sdružení „VRV+VÚV“, 2008.
- [5] VYSKOČ, P., A. VIZINA, L. KAŠPÁREK, J. PICEK, J. BRABEC, H. NOVÁKOVÁ, R. FILIPPI, V. KOTEROVÁ, F. SMRČKA, R. HÁLA, L. PĚKNÝ a K. PRŮŠOVÁ. *Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v Oblasti povodí Ohře a dolního Labe*. Závěrečná zpráva. Praha: Sdružení „VRV+VÚV“, 2010.
- [6] PRETEL, J., L. METELKA, O. NOVICKÝ, J. DAŇHELKA, J. ROŽNOVSKÝ a D. JANOUŠ. *Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření*. Technické shrnutí výsledků projektu VaV – SP/1a6/108/07 v letech 2007–2011. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2011.
- [7] PRAŽAN, J., P. KAPLER a A. PÍCKOVÁ. *Analýza adaptačních opatření na změnu klimatu na území ČR v oblasti zemědělství*. Výstup funkčního úkolu MZE ČR č. 4228. Praha: Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, 2007.
- [8] MZE. *Koncepce vodohospodářské politiky Ministerstva zemědělství do roku 2015* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/141438/Koncepce_VHP_MZE_2015_vc_uv927_11.pdf
- [9] ANSORGE, L. a M. ZEMAN. *Metodika pro stanovení potřeb vody na základě indikátorů hnacích sil potřeby vody* [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2015. ISBN 978-80-87402-34-4. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/projekty/TD020113/>
- [10] ANSORGE, L., J. DLABAL, M. HANEL, J. KUČERA, L. PETRUŽELA a M. ZEMAN. *Případová studie – Scénáře potřeb vody pro období 2030–50 – Sektory veřejných vodovodů a energetiky*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2016. ISBN 978-80-87402-45-0.
- [11] POLEDNÍČEK, P., J. RACÍKOVÁ a K. SAMKOVÁ. *Hodnocení období 2007–2011 a výhled do roku 2021*. Chomutov: Povodí Ohře, státní podnik, 2012. *Vodohospodářská bilance v oblasti povodí Ohře a dolního Labe*.
- [12] MŽP a VÚV TGM. *Vodohospodářský sborník (Sborník SVP ČR 1995 – II. díl)*. 44. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 1997. *Publikace SVP*.
- [13] MZE. *Základní scénář vývoje nakládání s vodami, užívání vod a vlivů na vody do roku 2015*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2004.
- [14] MZE a MŽP. *Plán hlavních povodí České republiky* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2007 [vid. 1. listopad 2012]. ISBN 978-80-7084-632-2. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/plan-hlavnich-povodi-cr/>
- [15] HAVRÁNEK, L. a Š. BLAŽKOVÁ. *Vodohospodářská bilance za rok 2011, období 2006–2011 a výhledu k roku 2021: Zpráva o hodnocení množství a jakosti podzemních vod pro území ve správě Povodí Labe, státní podnik* [online]. Hradec Králové: Povodí Labe, státní podnik, 2012. Dostupné z: http://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/VH_bilance/2011/default2011.html
- [16] HAVRÁNEK, L. a R. SKOŘEPOVÁ. *Vodohospodářská bilance za rok 2011, období 2006–2011 a výhled k roku 2021: Zpráva o hodnocení množství povrchových vod pro území ve správě Povodí Labe, státní podnik* [online]. Hradec Králové: Povodí Labe, státní podnik, 2012. Dostupné z: http://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/VH_bilance/2011/default2011.html
- [17] HYDROPROJEKT CZ. *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Středočeského kraje: A.2.2. Popis nadobecních systémů vodovodů a kanalizací, Díl 2 – Vodovody a zásobování pitnou vodou* [online]. Studie. Praha: Hydroprojekt CZ, a. s., 2014. Dostupné z: <http://www.kr-stredocesky.cz/web/20994/34>

[18] MZE a MŽP. *Zprávy o stavu vodního hospodářství České republiky. (Voda, eAGRI)* [online]. 2015 [vid. 12. červen 2015]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/osveta-a-publikace/publikace-a-dokumenty/modre-zpravy/>

[19] DUDA, J., O. LÍPA, T. PETR, V. SKÁČEL a R. HOSPODKA, ed. *Vodovody a kanalizace ČR 2014* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2015. ISBN 978-80-7434-264-6. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/434039/Rocenka_VaK_2014.pdf

[20] HOEKSMAN, L., G. NIELANDER a NIEDERLANDE, ed. *Green growth in the Netherlands*. The Hague: Statistics Netherlands, 2011. ISBN 978-90-357-2030-5.

[21] HANAK, E., J. LUND, B. THOMPSON, W.B. CUTTER, B. GRAY, D. HOUSTON, R. HOWITT, K. JESSOE, G. LIBECAP, J. MEDELLÍN-AZUARA, S. COLMSTEAD, D. SUMNER, D. SUNDING, B. THOMAS a R. WILKINSON. *Water and the California economy*. San Francisco: Public Policy Institute of California, 2012. ISBN 978-1-58213-150-4.

[22] ČSÚ. *Projekce obyvatelstva v krajích ČR do roku 2050* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2014. Dostupné z: www.czso.cz/csu/czso/projekce-obyvatelstva-v-krajich-cr-do-roku-2050-ua08v25hx9

[23] ČSÚ. *Projekce obyvatelstva České republiky do roku 2100* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2013. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/p/4020-13>

[24] BURCIN, B., Z. ČERMÁK, T. KUČERA a L. ŠÍDLO. *Prognóza vývoje počtu obyvatel v krajích České republiky do roku 2065* [online]. 2014. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/projekty/TD020113/>

[25] BURCIN, B. a T. KUČERA. *Prognóza populačního vývoje České republiky, 2008–2070* [online]. Praha: Ministerstvo práce a sociálních věcí, 2010. Dostupné z: <http://www.mpsv.cz/cs/8838>

[26] MPO. *Doplňující analytický materiál k návrhu aktualizace Státní energetické koncepce* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2014. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument158059.html>

[27] OSN. *Global Environmental Outlook Report No. 4* [online]. Malta: United Nations Environment Programme, 2007. Dostupné z: http://www.unep.org/geo/geo4/report/GEO-4_Report_Full_en.pdf

Autor

Ing. Libor Ansoerge

✉ libor_ansorge@vuv.cz

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

Príspevek prošel lektorským řízením.

FUTURE WATER NEEDS IN PUBLIC WATER SUPPLY SECTOR

ANSORGE, L.

TGM Water Research Institute, p. r. i.

Keywords: future water demand – public water systems

In this article results of analysis of future water withdrawals from water resources for public water supply systems are summarized. Time horizon for analysis is period 2030–2050. Analysis works with 4 possible scenarios of future which are based on scenarios developed in “Water Scenarios for Europe and for Neighbouring States” project. First part of the article describes current state in the Czech Republic and existing demographic prognosis. This information was used for developing of coefficients for quantification of future water demand. Variation of coefficients and existing demographic prognosis were used for simulations of future water withdrawals. Results of simulations show that two scenarios assume stagnation of water withdrawals at approximately current level and two scenarios assume the continuation of the trend of decreasing water withdrawals.

Specifika místních vodních zdrojů při zásobování obyvatelstva pitnou vodou

JOSEF V. DATEL, ANNA HRABÁNKOVÁ

Klíčová slova: pitná voda – malé vodovody – jakost vody – malé obce

SOUHRN

Článek představuje „Metodiku komplexního řízení malých vodních zdrojů pro optimální zajištění jakosti pitné vody za běžných i mimořádných situací“ [10], která je hlavním výsledkem výzkumného projektu podpořeného Technologickou agenturou ČR (TA 02020184). Jakost pitné vody místních zdrojů ve venkovských oblastech je podle údajů Státního zdravotního ústavu dlouhodobě horší než pitná voda dodávaná většími vodárenskými soustavami. Zpracovaná metodika zohledňuje specifika managementu malých vodních zdrojů za účelem dosažení dobrého technického stavu vodního zdroje a zajištění jeho optimálního provozu a ochrany. Hlavní součástí metodiky je pasportizační formulář, shromažďující všechny potřebné informace o vodním zdroji. Druhá část metodiky zahrnuje postupy odborného vyhodnocení shromážděných dat a návrh opatření ke zlepšení stavu. Závěrečná část se zabývá nouzovým zásobováním pitnou vodou na úrovni malé obce.

ÚVOD

Zásobování kvalitní pitnou vodou patří k současnému standardu evropské civilizace. Česká republika dlouhodobě přispívá k vysoké úrovni ochrany zdraví obyvatelstva dodávkami zdravotně nezávadné pitné vody. Jakost pitné vody dodávané v malých obcích s vlastními vodními zdroji je ale dlouhodobě méně vyhovující než ve velkých distribučních sítích a v nejdůležitějších ukazatelích nejvyšších mezních hodnot se v posledních letech celkově dále zhoršuje [1, 2].

Management malých vodních zdrojů (s důrazem na obce do 1000 obyvatel s vlastními místními zdroji vody a případně malé vodárenské operátory) má svá specifika a současná legislativní, technická i právní řešení většinou odrážejí situaci velkých sídel a velkých vodárenských společností [3]. Ty disponují širokou škálou odborníků, technických zařízení, mají možnost soustředění finančních prostředků, legislativa jim ukládá mnohem častější četnost vzorkování, takže mohou rychleji zareagovat na případné problémy atd.

Odrázkem tohoto stavu je skutečnost, že v menších obcích jsou mnohem častěji porušovány legislativní limity pro pitnou vodu a obyvatelstvo venkova tak má v některých územích méně kvalitní pitnou vodu. Problematická situace u malých zdrojů zásobování pitnou vodou je výsledkem kombinovaného působení řady příčin jak historických, tak současných, jak je komplexně a podrobně uvádějí předchozí publikace [4, 5]. Některé z nich lze zdůraznit i zde:

- Nižší úroveň ochrany malých zdrojů – ochranná pásma se podle zákona o vodách č. 254/2001 Sb. stanovují povinně jen pro zdroje s odběrem nad 10000 m³ za rok.

- Významné nedostatky a neúplnost v evidencích malých odběrů (odebíraná množství podle vyhlášky č. 431/2001 Sb., i jakost surové vody podle vyhlášky č. 428/2001 Sb.) ukazují, že pro některé malé obce je náročné nejen technické zajištění vodárenských odběrů, ale i administrativa kolem provozování místního vodovodu.
- Významně nižší četnost rozborů surové vody (podle vyhlášky č. 428/2001 Sb.), v nejnižší kategorii do 500 zásobovaných obyvatel se jedná pouze o jediný krácený monitorovací rozbor ročně. U vyrobené pitné vody jde o 2 krácené monitorovací rozborů ročně a 1 úplný rozbor 1x za dva roky. Pravděpodobnost detekce občasných problematických stavů je tedy velmi nízká.
- Neexistují žádné legislativní požadavky na pravidelné kontroly stavu klíčových součástí vodárenského systému zásobování pitnou vodou, zhodnocení potenciálních rizik a provedení nápravných opatření. Orgány hygienické služby zaměřují svoji pozornost především na vyrobenou pitnou vodu. Kontrola a údržba vlastních jímacích objektů a dalších technických zařízení vodovodního systému (řady, vodojemy aj.) zůstává na provozovateli a jeho odpovědném přístupu. Vyhlášená ochranná pásma a stanovená omezující opatření v nich se podle zkušeností autorů kontrolují u malých zdrojů jen sporadicky, vodoprávní úřady své kompetence v tomto směru příliš často nevyužívají.
- Malé zdroje mají obvykle jen velmi jednoduchou technologii úpravy (někdy pouze desinfekci), a někdy ani není správně obsluhována, takže často technologie úpravy a desinfekce vody nedosahuje optimální účinnosti.
- Nedostatek odborných znalostí a odborného zázemí na straně provozovatele. Odpovědné osoby malých vodovodů často nemají ani potřebné vzdělání, ani znalosti. Jsou dokonce případy (např. u gravitačních zdrojů), kdy provozovatel nezná přesné umístění jímacích zářezů, pramenních jímek apod., a jak se do nich dostat.

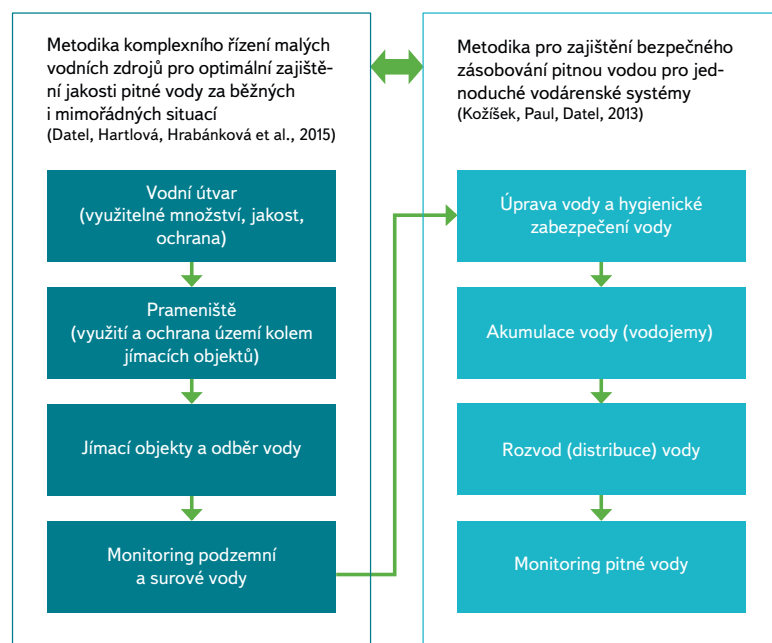
MALÉ VODNÍ ZDROJE V PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY

V ČR žije podle údajů ČSÚ (2012) 1800 000 lidí v 4846 obcích menších než 1000 obyvatel. Vodovody jsou evidovány v celkem 5036 obcích, z nichž 87 % jsou malé obce do 2000 obyvatel. Přibližně 1200 obcí (vesměs obce malé a nejmenší) nemá veřejný vodovod, obyvatelé jsou tedy odkázáni na individuální zdroje, případně obecní studny [6]. Odhadem polovina z těchto obcí je odkázána na místní vodní zdroje nebo individuální domovní studny svých obyvatel; jedná se vesměs o vodu z podzemních zdrojů. V České republice je tak cca 1 mil. obyvatel zásobovaných pitnou vodou z malých vodovodů, veřejných a domovních studní. Jedná se o zásobování menších obcí, které nejsou a mnohdy ani do budoucna nebudou moci (pro odlehlost, obtížnost přístupu, horský terén apod.) být napojeny na větší veřejné vodovody. Zajištění jakosti

těchto zdrojů je vzhledem k jejich roztroušenosti mnohdy problematické. Pro účely projektu byla na celostátní úrovni provedena podrobná analýza odběrů podzemních vod pro pitné účely z hlediska jejich lokalizace a velikosti, aby byla získána co nejlepší představa o rozsahu této záležitosti a z toho vyplývající důležitost a náročnost řešení.

Podle zákona o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. je ustanoveno celkem 2130 vodárenských operátorů (formálně pro zabezpečení nouzového zásobování, prakticky se ale kryjí s operátory běžného zásobování), z nichž přes 95 % se týká opět jen malých obcí (pouhých cca 100 největších operátorů pokrývá podle zdrojů z Ministerstva zemědělství až 80 % obyvatelstva soustředěných v největších sídlech). Současný stav zásobování vodou venkova se tak vyznačuje roztržitostí, nekonceptností a nekoordinací.

Zpracované metodice (z důvodu komplexního pohledu na zásobování pitnou vodou) předchází metodický materiál s názvem Metodika pro zajištění bezpečného zásobování pitnou vodou pro jednoduché vodárenské systémy [3], která pokrývá problematiku technického systému vodovodního zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Metodika zpracovaná ve spolupráci Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM a Státního zdravotního ústavu primárně reflektuje zdravotně-hygienický pohled na stav a rizika vodovodně-technické části komplexního systému zásobování pitnou vodou, počínaje odběrem surové vody z přírodního prostředí. Vzájemný vztah obou metodik zobrazuje schéma na obr. 1. Popis metodických přístupů a způsobu řešení obsahuje [6, 7].



Obr. 1. Schéma vztahu obou metodik a zařazení hlavních částí komplexního vodárenského systému do obou metodik [10]

Fig. 1. Chart showing relation between two methodologies and inclusion of main parts of a complex water supply system to the two methodologies [10]

Při rozboru situace se také vycházelo z hlášení odběratelů odběrů (podle vyhlášky č. 431/2001 Sb. „O obsahu vodní bilance“), kteří mají povinnost předávat údaje příslušným správcům povodí, pokud je odběr větší než 6 000 m³ v kalendářním roce nebo měsíční odběr přesahuje 500 m³. Do hodnocení byly zařazeny odběry využívané pro pitné účely zařazené podle odvětvové klasifikace ekonomických činností OKEČ a také nové klasifikace CZ-NACE. K datu zahájení projektu, kdy byla provedena analýza (tedy 2012), bylo evidováno pro účely vodní bilance na území ČR 2 685 odběrů vody (vesměš šlo o odběry podzemní vody), které se využívají pro pitné účely a jejichž velikost nepřekračuje 2 l/s.

Tyto malé odběry podzemní vody byly rozděleny do čtyř kategorií. Největší množství těchto odběrů má velikost do 0,5 l/s (52 %), v kategorii od 0,5 do 1 l/s je 27,3 % odběrů, od 1 do 1,5 l/s je 13,5 % odběrů a v poslední kategorii od 1,5 do 2 l/s je 7,2 % odběrů podzemních vod. Je nutné si uvědomit, že počet nejmenších odběrů bude ve skutečnosti ještě mnohem vyšší, jen nejsou úředně vykazovány. Část odběrů je hlášena krajským úřadům a příslušnému správci povodí v rámci vyhlášky č. 428/2001 Sb. a jsou obsaženy v interní databázi webové aplikace VÚV TGM. Z geografického rozložení malých odběrů vyplývá, že se ve velké míře vyskytují v horských oblastech a také v místech mimo velké městské aglomerace. Některé z nich leží v chráněných oblastech přirozené akumulace vod nebo ve zranitelných oblastech, což může částečně pomáhat zajišťovat jejich kvalitu z obecného hlediska, nicméně to nic nevyovídá o skutečné kvalitě jímané vody.

Z provedené analýzy je možné učinit dílčí závěr, že evidence podle vyhlášky 431/2001 Sb. nepokrývá ani zdaleka všechny malé zdroje pitné vody, protože se povinnost evidence nevztahuje na zdroje nejmenší (odběr menší než 6 000 m³ za rok, tzn. cca 0,2 l/s). Zdroje s vydatností pod 0,2 l/s však mohou zásobovat sídla nebo jejich části až do 150–200 obyvatel. Z toho vyplývá, že nezanedbatelná část obyvatelstva venkovských oblastí je zásobována vodou z tzv. místních vodovodů, které nejsou evidovány a jejichž jakost je sledována v neznámém rozsahu, nesystematicky, prakticky na úrovni individuálních zdrojů vody (domovní studny), kde jakost odebírané vody je plně na odpovědnosti uživatele studny.

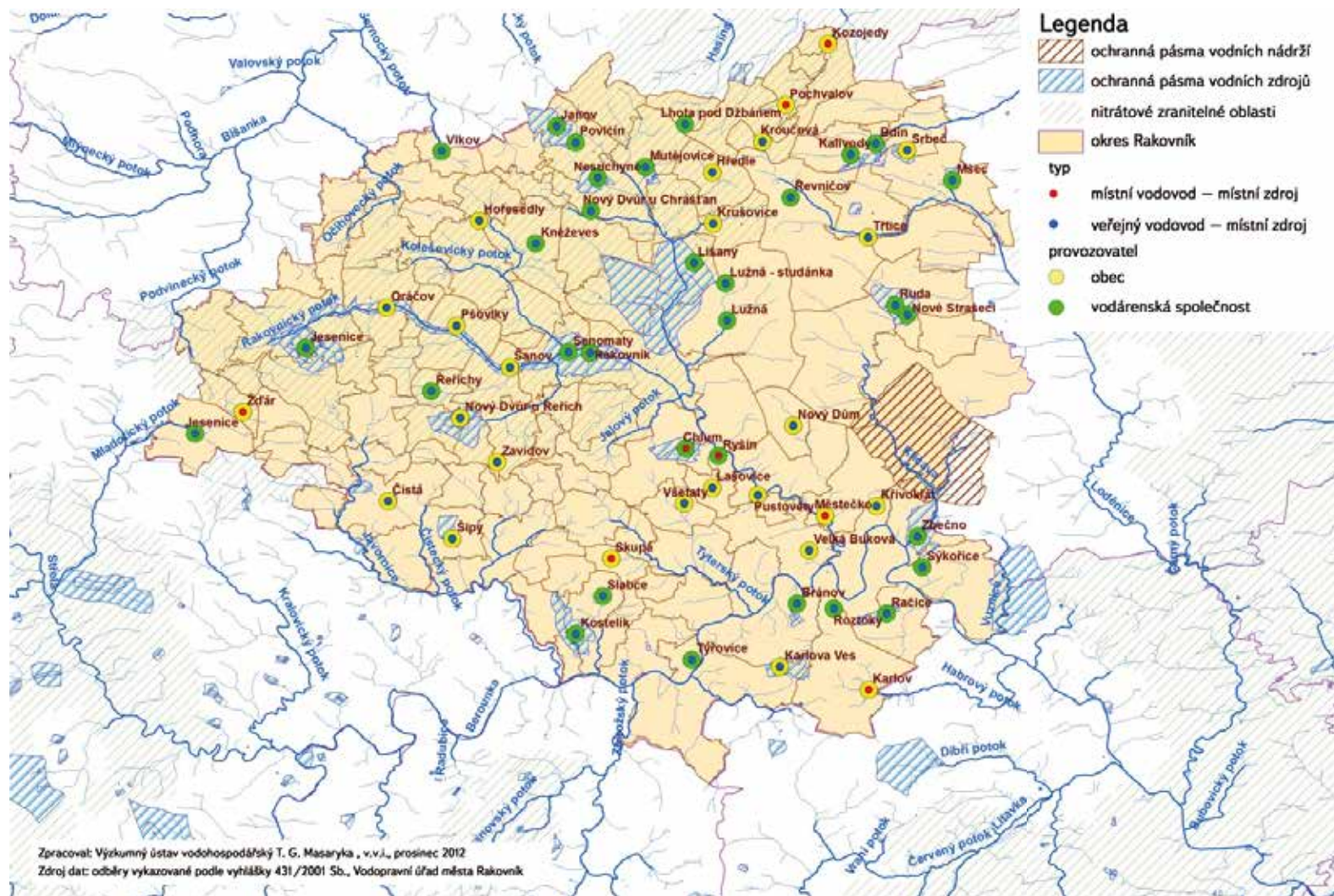
ANALÝZA SITUACE V PILOTNÍM OKRESE RAKOVNÍK

Za účelem přesnějšího odhadu míry podchycení malých vodních zdrojů ve výše zmíněné databázi byla podrobně prověřena situace v měřítku jednoho okresu. Cíleně byl vybrán okres Rakovník, protože hydrologická bilance je zde velmi napjatá, jsou zde problémy s vodními zdroji povrchových i podzemních vod. Byl zde proto předpoklad (který se bohužel nepotvrdil), že evidence odběrů bude na mnohem lepší úrovni než v oblastech, kde je vody dostatek.

Na území okresu Rakovník bylo zjištěno celkem 58 odběrů podzemních vod určených pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou [8–10], viz obr. 2. Tyto zdroje jsou provozovány jednak vodárenskými společnostmi (převážně RAVOS, Vodárny Kladno Mělník aj.) a také obcemi, na jejichž území se zdroj nachází. V převážné části je na ně napojen veřejný vodovod, v osmi případech je zdroj označen za místní, popř. záložní a je využíván pro místní vodovod. Pro účely bilance je hlášeno podniku Povodí Vltavy 27 odběrů. Je to dáno hlavně ohlašovací povinností podle vyhlášky o bilanci, která se týká odběrů větších než 6 000 m³ v kalendářním roce nebo měsíčního odběru většího než 500 m³. Z daného porovnání vyplývá, že 31 (převážně nejmenších) zdrojů není správci povodí evidována, tedy více než polovina všech zdrojů. Je pravděpodobné, že odběry u těchto neevidovaných zdrojů většinou nepřesáhnou hranici 6 000 m³ ročně, a uvedené hodnoty znamenají využitelnou vydatnost nebo povolený odběr.

Z 58 provozovaných zdrojů jich samy obce provozují 27, tedy 47 %. Toto je cílová skupina řešeného projektu, protože jde především o malé obce, které nedisponují potřebnými odborníky, znalostmi ani technickým zázemím k provozování svého vodovodu, někdy není ani potřebný zájem z vedení obce.

Z daných informací lze učinit závěr, že nejmenší využívané vodní zdroje jsou nejen často neevidované (protože mají odběr pod stanovenou hodnotou, takže není povinnost evidence), ale i nesystematicky spravované velmi omezenými možnostmi těch nejmenších obcí. Jejich množství celostátně odhadujeme na úrovni kolem 40 % počtu evidovaných odběrů, v odlehlejších pohraničních oblastech to může být i více, naopak v urbanizovaných oblastech s oblastními a skupinovými vodovody nebudou tvořit významnou skupinu. Jde tedy cca o 1 000 odběrných míst v ČR, kterých se tato metodika týká.



Obr. 2. Odběry pitné vody v okrese Rakovník s uvedením typu vodovodu a provozovatele [10]

Fig. 2. Abstraction of drinking water in the district Rakovník specifying a water supply system and an operator [10]

PLÁNY BEZPEČNÉHO ZÁSOBOVÁNÍ VODOU (WATER SAFETY PLANS) PRO MÍSTNÍ VODOVODNÍ SYSTÉMY

Z hlediska zabezpečení jakosti vody existuje jak v ČR, tak v jiných zemích EU zajímavá, varovná a výrazná korelace mezi mírou překročení měrných hodnot a velikostí zásobované oblasti. Zatímco u největších oblastí nalézáme nedodržení limitů zdravotně závažných ukazatelů (s nejvyšší mezní hodnotou – NMH) jen u asi 0,02 % stanovení, u nejmenších oblastí je to asi 1 % vzorků. U ukazatelů s mezní hodnotou (MH), které se vztahují především k ovlivnění organoleptických vlastností vody, ale do určité míry mají také zdravotní význam, je pak rozdíl ještě větší: u velkých oblastí byla četnost nedodržení MH 0,5–0,8 %, u malých oblastí okolo 3 % [1, 3].

Ještě více vynikne kritická situace u malých zdrojů tehdy, podíváme-li se na vodovody, u kterých byla udělena nějaká výjimka. Ze 124 veřejných vodovodů, na které byly v roce 2012 uděleny v ČR výjimky z nejvyšších mezních hodnot, bylo plných 114 malých vodovodů zásobujících méně než 1000 obyvatel [3].

Přístup na základě analýzy rizik a kritických kontrolních bodů, který platí pro výrobce potravin na základě nařízení EP a Rady č. 852/2004 (ES), je v současné době postupně zaváděn i pro výrobce pitné vody. Postup známý pod názvem „water safety plans“ prosazuje také Světová zdravotnická organizace a Mezinárodní asociace pro vodu (IWA) a u nás Státní zdravotní ústav. Publikace [3] obsahuje mimo jiné podrobnou metodiku zpracování plánu pro zajištění bezpečného zásobování pitnou vodou, speciálně rozpracovanou pro prostředí malých vodárenských systémů v českém jazyce.

JAK ZLEPŠIT ÚROVEŇ ZÁSOBOVÁNÍ VODOU NA ÚROVNI MALÉ OBCE S MÍSTNÍMI VODNÍMI ZDROJI?

Existuje několik nutných předpokladů, jejichž splnění se předpokládá, pokud se má v malých vodárenských systémech dosáhnout zásobování kvalitní pitnou vodou [10]:

- Vedení obce si musí být vědomo zásadní důležitosti dostatku dobré pitné vody pro rozvoj obce a spokojenost svého obyvatelstva.
- Musí být určen konkrétní pracovník, který bude osobně odpovídat za stav obecního vodovodu, a musí disponovat podporou vedení obce.
- Vedení obce si musí být vědomo, že dobrý stav zdrojů vody, jejich zajištění, ochrana a technický stav vodovodního systému něco stojí – konkrétní finanční prostředky.
- Musí být správně stanovena cena vody, zahrnující všechny náklady spojené s provozováním vodovodu a jímacího objektu.
- Nezanedbatelnou výhodou je dobrá a účinná úroveň spolupráce vedení malé obce s příslušnými orgány státní správy (vodoprávní úřad, hygienická služba), které mohou být zdrojem cenných metodických a administrativních informací a rad pro danou obec.

Z metodického pohledu musí provozovatel malého vodárenského systému zajistit čtyři základní okruhy činností:

- pasportizace a doplnění všech potřebných údajů o vodním zdroji, jímacím objektu a vodovodním systému;
- kontrola zabezpečení množství a jakosti jímání a pitné vody, její úpravy a distribuce, zhodnocení stupně zranitelnosti vodního zdroje a potřebné úrovně jeho ochrany, identifikace rizik a nedostatků;
- návrh opatření ke zlepšení situace a jejich postupná realizace v podmínkách malé obce;
- zásobování vodou v mimořádných a nouzových situacích.

Pasportizace údajů o využívaném vodním zdroji

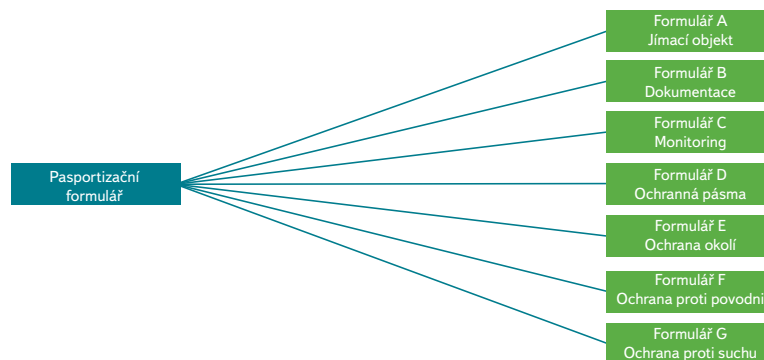
Shromáždění všech dostupných údajů a dat o využívaném vodním zdroji je činnost, kterou je do značné míry schopen zajistit malý provozovatel vodovodu svými vlastními silami. Pasportizační formulář se skládá z celkem 51 okruhů otázek, které pokrývají všechny potřebné relevantní informace o využívaném vodním zdroji.

Jde o následující okruhy dat (obr. 3):

- Informace o jímacím objektu (studna, pramenní jímka, jímací zářez apod.), provedených průzkumech a technických pracích, včetně zaměření objektů a jejich zákresu v mapě (9 otázek);
- Veškerá technická, odborná a správní dokumentace (odborné zprávy, správní rozhodnutí, povolení a stanoviska, technické projekty, vyjádření, korespondence aj.) a další související podklady (5 otázek);
- Údaje o zajišťovaném monitoringu podle požadavků platných předpisů, především vyhlášky č. 428/2001 Sb., popř. 431/2001 Sb., údaje o množství a jakosti jímání surové a vyrobené pitné vody, včetně používané správné metodiky vzorkování (5 otázek);
- Ochranná pásma vodního zdroje a omezující opatření v nich, včetně identifikace majitelů dotčených pozemků a úrovně spolupráce s nimi (6 otázek);
- Zranitelnost a ochrana území kolem jímacích objektů, identifikace možných zdrojů znečištění a dalších potenciálně rizikových antropogenních aktivit v okolí (14 otázek);

F. Vliv povodňové situace (kvantitativní i kvalitativní), včetně bleskových povodní, na stav a využívání jímacího objektu a vodního zdroje (útvary) (6 otázek);

G. Vliv deletrvajícího období sucha (kvantitativní i kvalitativní) na stav a využívání jímacího objektu a vodního zdroje (útvary), včetně analýzy dlouhodobějších trendů (6 otázek).



Obr. 3. Struktura formuláře s údaji o využívaném vodním zdroji, které jsou rozdělené do sedmi částí [10]

Fig. 3. Structure of the form with data of a used water resource, which are divided into 7 sections [10]

V rámci „water safety plans“ [3] dále proběhne analýza vlastního vodárenského systému od úpravy, přes akumulaci až po distribuci vyrobené pitné vody obyvatelstvu.

Zhodnocení zabezpečení množství a jakosti jímání vody

V podstatě se jedná o odborné zhodnocení shromážděných dat v předchozím kroku. Jde o specializovanou odbornou činnost, která už nemůže být provedena na úrovni malé obce, ale následující okruhy prací a problémů musí být posouzeny příslušnými odborníky (odborně způsobilý hydrogeolog, vodohospodář, chemik, hygienik apod.):

- Celkové zhodnocení stavu vodního zdroje a jímacích objektů;
- Zhodnocení stupně zabezpečení jakosti a množství jímání vody;
- Zhodnocení ochrany a zranitelnosti vodního zdroje a jímacích objektů;
- Zhodnocení technického stavu vlastního vodovodního systému;
- Identifikace nedostatků a nejistot v celkové zabezpečení zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

Návrh opatření ke zlepšení situace

Tato část metodiky je velmi závislá na odborné erudici a zkušenostech oslovených odborníků, jde o jejich hlavní vklad a pomoc obci. Jedná se o stěžejní část metodického přístupu, kde se zúročí náročnost předchozích dvou kroků. Návrh možností zlepšení situace v zásobování obyvatelstva může pokrývat následující směry:

- řízení a organizaci odběru;
- dokumentaci prací;
- technickou konstrukci jímacích objektů;
- zajištění potřebné ochrany vodního zdroje;
- správný rozsah monitoringu množství a jakosti jímání vody;
- zvýšení odolnosti vodního zdroje proti hrozcím rizikům;
- nastavení účinného kontrolního systému, zahrnujícího i možnosti externí pomoci s řešením budoucích problémů, včetně účinné spolupráce s vodoprávními orgány.

Naprostou klíčovou součástí výše uvedených návrhů je jejich vyhodnocení z hlediska náročnosti těchto kroků (technické, finanční, personální, odborné) a jejich prioritnosti. Technický způsob realizovatelnosti a stanovení doporučeného pořadí uskutečňování musí respektovat omezené zdroje (hodnocení realizovatelnosti v podmínkách malé obce).

Nouzové zásobování vodou v malých obcích

V oblasti nouzového zásobování vodou v mimořádné situaci je stav na úrovni malých obcí značně neuspokojivý. Většina malých obcí spoléhá na základě analýzy dat z PRVKÚK (krajských plánů rozvoje vodovodů a kanalizací) na dovoz vody cisternami, případně balenou vodu, a to prostřednictvím Integrovaného záchranného systému, nouzových vodárenských operátorů, potažmo Služby nouzového zásobování vodou, tedy na vnější pomoc v rámci krizového řízení.

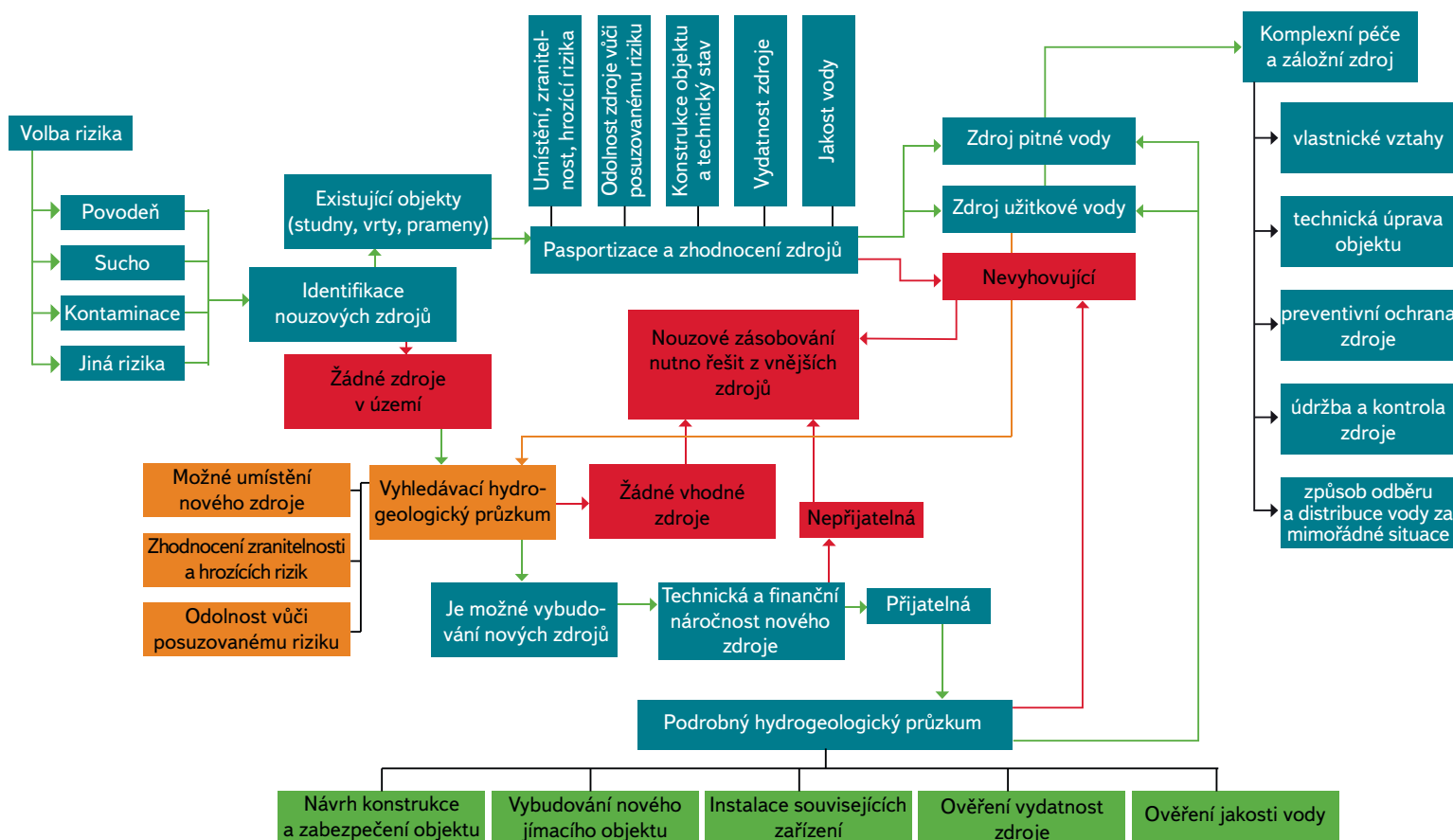
Je nutno ale zdůraznit, že je všestranně výhodné (pro obec, místní obyvatele i pro stát), když bude obec disponovat svými vlastními zdroji pro nouzové zásobování svých obyvatel, pokud přírodní podmínky katastrofu obce takového řešení dovolí. Výhodnost mít svůj vlastní zdroj vody pro různé mimořádné situace vyplývá ze tří aspektů [9, 10]:

- aspekt solidarity – pokud má obec možnost mít svůj vlastní vodní zdroj, není solidární spoléhat se na pomoc zvenku, aby se integrovaný záchranný systém (jehož možnosti budou vždy omezené) mohl soustředit na pomoc opravdu potřebným;

- aspekt subsidiarity – neefektivnější rozhodnutí jsou činěna na nejnižší možné úrovni, v tomto případě na úrovni obce, protože zde jsou nejlepší informace o skutečných potřebách obyvatelstva, a nehrozí proto ani nebezpečí plýtvání zdroji (např. zbytečně velkým rozsahem pomoci), ani přehlédnutí oprávněných potřeb (v důsledku pozdní nebo nedostatečné pomoci);
- aspekt lepšího komfortu pro obyvatelstvo – místní zdroj vody může být obyvatelstvu k dispozici rychleji, může poskytnout větší množství vody a často i lepší kvality, než při spoléhání se na pomoc zvenčí. Jde o aspekt důležitý zvláště pro odlehle a malé obce v případě vzniku mimořádné situace většího rozsahu – v takovém případě stát bude postupně zasahovat podle důležitosti, počtu obyvatelstva apod. a hrozí tak reálná možnost výrazného zpoždění potřebné pomoci.

Metodika identifikovala prioritní rizika s větší pravděpodobností výskytu s ohledem na současné poměry a podmínky v rámci ČR pro malé vodní zdroje. Jde o stav povodňové situace, déletrvajících sucha a ekologické havárie v blízkosti vodního zdroje.

V katastru příslušné obce a blízkém dostupném okolí by měla proběhnout v předstihu před vznikem mimořádné situace pasportizace existujících dalších objektů podzemních vod (vedle jímacího objektu pro zásobování vodou za běžných podmínek) podle jejich využitelnosti v závislosti na typu hrozícího rizika. Pasportizace by zahrnovala studny, prameny, vrty různého původu, výskytu důlních, drenážních a dalších vod v blízkosti obce apod.



Obr. 4. Schéma postupu vyhledání vodních zdrojů pro nouzové zásobování vodou (zeleně jsou označeny cesty směřující k vyřešení nouzového zásobování z místních zdrojů, oranžově jsou označeny cesty hledající řešení problémů a červeně problémy a překážky neumožňující zajištění nouzového zásobování vodou na lokální úrovni) [10]

Fig. 4. Chart of a procedure to find local water resources for emergency water supply (paths that successfully find emergency water supply from local resources are green, paths seeking solutions to problems are marked in orange, problems, and obstacles not providing water supplies at the local level are marked in red) [10]

V případě, že vhodné existující zdroje pro nouzové zásobování pitnou či užitkovou vodou vyhovující jakosti, dostatečné vydatnosti a odolnosti proti danému riziku nebudou nalezeny, je možné se pokusit najít zdroje nové na základě vyhledávacího hydrogeologického průzkumu. Ten by mohl být následován podrobnou etapou průzkumu (pokud by byla přijatelná technická a finanční náročnost vybudování nového zdroje), v jehož rámci by se potřebné záložní zdroje již přímo vybudovaly. Následně by pak bylo nutné zajistit průběžnou dlouhodobou péči a údržbu o tyto záložní zdroje, aby byly v případě odstavení běžných zdrojů schopny rychlého zprovoznění (technická úprava objektu, zajištění ochrany okolí, pravidelná kontrola technického stavu, vyřešení způsobu odběru vody a distribuce v mimořádné situaci atd.).

Komplexní postup řešení nouzového zásobování vodou na úrovni malé obce zobrazuje schéma na *obr. 4*.

K metodice je přiloženo i doporučení Státního zdravotního ústavu z 8. 8. 2007 „Nouzové zásobování pitnou vodou“, které upravuje postup kontroly jakosti pitné vody v mimořádné situaci a uvádí minimální nutné požadavky na jakost pitné vody v situacích, kdy není možné plně zajistit plnou aplikaci platných standardů.

ZÁVĚR

Pokud jsou splněny předpoklady uvedené v úvodu předchozí kapitoly, je poměrně dobrá pravděpodobnost, že obec bude mít své vodní zdroje v pořádku. Některé obce mají štěstí, že přírodní podmínky v jejich katastru zajistily dostatek kvalitní vody s nízkou zranitelností, takže i bez přílišné péče o vodní zdroje mají dostatek dobré vody.

Jsou ale naopak i obce, které se setkávají s tak velkými problémy kolem zajištění zdrojů pitné vody, že na místní úrovni jsou – i v případě zájmu vedení obce – těžko řešitelné, a když ano, tak za neúnosné finanční a technické náročnosti. V takovém případě je rozumné řešení spočívat se na skupinový nebo oblastní vodovod, pokud je taková možnost. Jinak nezbyvá, než aby obec našla potřebné finanční prostředky a za spolupráce příslušných odborníků se pokusila problém řešit, včetně vyhledání jiného lepšího zdroje vody na svém katastru, pokud ten stávající není dále použitelný.

Ne pro každou obec je tedy možná a rozumná cesta mít vlastní zdroj vody. V případě, že ale obec svůj tradiční a kvalitní vodní zdroj má, není rozumné se ho zbavovat, naopak je třeba o něj pečovat, aby mohl sloužit i následujícím generacím. V tomto smyslu může být důležitost zachování místního zdroje pitné vody na podobné úrovni jako důležitost zachování školy, obchodu, kostela, zdravotnického střediska, historické památky nebo okolní přírody. Místní zdroj vody tak může být důležitou součástí sebeuvědomění venkovské komunity v rámci péče o svoji obec a krajinu, která je jejich domovem.



Vodní zdroj Radějov



Jímací území Omice s oplocením ochranného pásma 1. stupně



Jímací území Omice – zhlaví čerpací studny



Velký Šenov – pohled do sběrné studny jímacího zájezu

Poděkování

Příspěvek byl podpořen Technologickou agenturou ČR č. TA02020184 Zajištění jakosti pitné vody při zásobování obyvatelstva malých obcí z místních vodních zdrojů, který byl v letech 2012–2015 řešen ve Výzkumném ústavu vodohospodářském TGM, v. v. i., se společností GEOtest, a. s., a za spolupráce se Státním zdravotním ústavem.

Literatura

- [1] GARI, D.W. a F. KOŽÍŠEK. Zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody. Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR. Odborná zpráva za rok 2011. Praha: Státní zdravotní ústav, 2012.
- [2] KOŽÍŠEK, F. Problematika malých zdrojů pitné vody. *Vodní hospodářství*, 2011, 6, s. 225–227, ISSN 1211-0760.
- [3] KOŽÍŠEK, F., J. PAUL a J.V. DATEL. Zajištění kvality pitné vody při zásobování obyvatelstva malými vodárenskými systémy. Praha: VÚV TGM, 2013, 114 s., ISBN 978-80-87402-26-9.
- [4] TUHOVČÁK, L., J. RUČKA, F. KOŽÍŠEK, P. PUMANN, J. HLAVÁČ, M. SVOBODA aj. *Analýza rizik veřejných vodovodů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010, 254 s., ISBN 978-80-7204-676-8.
- [5] DATEL, J.V., L. HARTLOVÁ, A. HRABÁNKOVÁ a J. NOVOTNÁ. Optimální zajištění jakosti pitné vody v malých vodárenských systémech. *Vodní hospodářství*, 2014, 8, s. 1–4, ISSN 1211-0760.
- [6] DATEL, J.V. aj. TA02020184 Zajištění jakosti pitné vody při zásobování obyvatelstva malých obcí z místních vodních zdrojů, Odborná zpráva o postupu prací a dosažených výsledcích za rok 2012. MS. Praha: VÚV TGM, 2013.
- [7] DATEL, J.V. aj. TA02020184 Zajištění jakosti pitné vody při zásobování obyvatelstva malých obcí z místních vodních zdrojů, Odborná zpráva o postupu prací a dosažených výsledcích za rok 2013. MS. Praha: VÚV TGM, 2014.
- [8] DATEL, J.V. a HRABÁNKOVÁ, A. Specifika řízení a provozu malých vodních zdrojů. *Sborník odborné konference Podzemní vody ve vodárenské praxi 2*. Dolní Morava: Studio Axis, 2015.
- [9] DATEL, J.V., L. HARTLOVÁ, A. HRABÁNKOVÁ a J. NOVOTNÁ. Zajištění jakosti pitné vody při zásobování obyvatelstva malých obcí z místních vodních zdrojů. *Vodní hospodářství*, 2015, 12, s. 1–5, ISSN 1211-0760.
- [10] DATEL, J.V., L. HARTLOVÁ, A. HRABÁNKOVÁ, Z. PIŠTORA, J. KUČERA, J. NOVOTNÁ a F. PASTUSZEK. Specifika provozu a řízení malých vodních zdrojů. Praha: VÚV TGM, 2015, 120 s., ISBN 978-80-87402-43-6.

Autoři

RNDr. Josef V. Datel, Ph.D.

✉ josef_datel@vuv.cz

Ing. Anna Hrabánková

✉ anna_hrabankova@vuv.cz

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

Příspěvek prošel lektorským řízením.

SPECIFICS OF LOCAL WATER RESOURCES IN SUPPLYING THE POPULATION WITH DRINKING WATER

DATEL, J. V.; HRABANKOVA, A.

TGM Water Research Institute, p. r. i.

Keywords: drinking water — small water supply — water quality — small municipalities

The paper summarizes the „Methodology for comprehensive management of small water resources to ensure optimal quality of drinking water in normal and emergency situations“ that is a main result of the research project supported by the Technology Agency of the Czech Republic (TA 02020184). Quality of drinking water from small water sources – according to data of the Czech National Health Institute – has long been worse than water from larger water-supply networks. The finished methodology takes into account specific features of the management of small water resources, in order to ensure the good technical state and the optimal operation and protection. The main part of the methodology is a detailed form, understandable to non-experts, comfortable for collecting all necessary information about the water resource. The second part of the methodology involves technical evaluation processes of data collected and a design of measures to improve the situation. The final section deals with emergency supply of drinking water at the level of small municipalities.



Reliability assessment of levees based on failure investigations

TORSTEN HEYER

Keywords: levee failure – reliability – logit model – flood hazard – risk analysis

SUMMARY

Flood risk of levee protected areas stems from the possibility of levee failure due to overtopping, breaching or uncontrolled seepage. In most cases, levee breaching leads to highest damages as such events occur suddenly and can hardly be forecasted. In this article, levee failure is referred to levee breaching only. Whenever levees break during flood events, the reasons and processes of failure are of main interest in subsequent investigations. Within such surveys extensive levee data is gathered. In this article, a multivariate, statistical model, called levee failure logit model (LFLM), is presented that allows the utilization of such data to assess the reliability of levees. Thus, the failure probability of a levee section can be expressed numerically depending on its current load and its local conditions. The approach will be demonstrated with respect to the levee failures that occurred in the German federal states of Saxony and Saxony-Anhalt during the floods 2002 and 2013 in the Labe catchment.

INTRODUCTION

Numerous extraordinary flood events that occurred in Middle Europe during the last twenty years seem to prove the IPCC's climate change predictions of an increase of extreme hydrologic events in terms of frequency and intensity. Exemplarily, the return periods of the Labe (in German „Elbe“) floods at gauge Dresden (Saxony) were 100 to 200 years in 2002 and 50 to 100 years in 2013 with another major flood event in 2006. The European floods in 2002 with an overall damage of approximately 15 billion EUR (of which 9 billion EUR only in Germany) were probably the main drivers for the preparation and implementation of the EU Floods Directive in November 2007 requiring all member states to develop flood risk management plans for endangered regions until the end of 2015. These plans are incorporating technical as well as non-technical measures. Regarding the technical measures, flood levees continue to be the most important flood mitigation structures. In this context, recent flood events

revealed that long stretches of existing river levees need to be resurveyed, strengthened or reconstructed, since levees broke at many locations. In most cases, the higher discharges and water levels respectively exceeded the design conditions. However, a survey of levee failures during the 2002 flood in Saxony [1] showed, that levees also broke at sections that were considered safe according to the results of conventional levee stability computations. On the other hand, levees resisted at spots where such computations predicted failure for the given conditions. The reason for the aforementioned phenomena is the uncertainty deriving from [2]:

- the randomness of natural processes (natural uncertainty),
- measurement errors (data uncertainty),
- model simplifications and assumptions (model uncertainty),
- parametric errors (uncertainty in parameter relations, e.g. soil type vs. permeability),
- operational uncertainty (e.g. dens and tunnels of burrowing animals).

In many cases, the occurrence of inhomogeneities (structural, biological, soil-mechanical or other) in a levee section triggers a failure process (fig. 1). As conventional stability computations that are usually conducted on basis of two-dimensional, vertical finite-element-models do not incorporate the occurrence of such discontinuities, their suitability for reliability assessment of levees is questionable. To bypass some of these facts, the approach presented in herein is based on the collection and statistical evaluation of data from failed and non-failed levee sections in order to predict a levee's failure probability and to identify the main drivers for the failure. So far, the application of the approach is limited to (quasi-) homogeneous levees that had been in operation for many decades („old levees“) and do often not meet current design standards.



Fig. 1. Levee failure at the Mulde River (Saxony) during the flood 2002 (photo: Ott, 2002)

Obr. 1. Selhání hráze na řece Mulda (Sasko) během povodní v roce 2002 (fotografie: Ott, 2002)

METHODOLOGY

Levee failure databases

Whenever a levee fails during a flood event the question about the reasons for failure arises. In most cases, the failure process itself was neither observed (by eye witnesses) nor measured (e.g. saturation or deformation process). Moreover, the local conditions of the levee at the point of failure are unclear as there usually is a larger time gap between the date of survey and the time of failure. Thus, the only way to investigate the possible sources of the failure is to collect all data available for the levee section within a post event analysis. Aerial photographs and laserscanning data, taken from a satellite, a plane/helicopter or nowadays also from unmanned aerial vehicles (UAV) can be an important source of information, e.g. in order to identify the levee's geometric properties, if the levee section was overtopped or if tree growth was present at the breach. Other conditions, such as the inner structure of the levee or the subsoil conditions, remain widely unknown, and can only be estimated by setting the properties equal to the levee sections adjacent to the breach. There are numerous examples where institutions or researchers stored the levee failure data in appropriate tables or databases [1, 3]. In the Czech Republic, levee failures during the flood 1997 were investigated in the Morava and Odra catchment [4, 5]. In many cases the data was used for basic descriptive statistics only and simple univariate statistical analysis was conducted. To the author's knowledge, Uno et al. [6] were the first to analyse the failure data in a more sophisticated manner by utilizing data of failed and non-failed levee sections in Japan for multivariate, statistical analysis by means of the logistic regression method.

Logistic regression

The method of logistic regression allows an exploratory data analysis, aiming for the identification of correlations between several parameters within a system. Although it has been widely used in the field of medicine, social science or economics it is not very common in engineering (table 1).

The application of logistic regression is preferable, whenever dependencies between several factors and observed events are undoubted, but the processes leading to the observation are uncertain. Regression models generally aim for the prediction of the outcome of a dependent variable (response variable), Y , given a set of influencing factors, X_i (equation 1). Although not compulsory, logistic regression is often used when the response variable has binary realisations (dichotomous variable), e.g. „failure“ or „non-failure“ [7].

$$X_1, X_2, \dots, X_k \Rightarrow Y_{(0,1)} \quad (1)$$

Table 1. Sample applications of logistic regression

Tabulka 1. Ukázka aplikace logistické regrese

Field	Variables, X	Response, Y
Medicine	age, smoker (y/n), blood pressure...	coronary heart disease (diseased/not diseased)
Sociology	age, social background, gender...	drug addiction (addicted/not addicted)
Transportation	age, season, distance...	means of transport (car/bike/public transport/...)

A specific characteristic of logistic regression models is the ability to combine variables of different scale levels. Metric-scaled (cardinal) parameters are commonly used in engineering. Non-metric (categorical) parameters can be subdivided in nominal and ordinal variables (table 2).

Table 2. Scale levels
Tabulka 2. Úrovně měření

Scale	Properties	Example
<i>non-metric scales (categorical)</i>		
nominal	qualitative classification without ranking	gender (female/male)
ordinal	qualitative classification with ranking	quality (good/satisfactory/poor)
<i>metric scales (cardinal)</i>		
interval	with regular numeric distances; without fixed origin	temperature (celsius-scale)
ratio	with regular numeric distances; with fixed origin	kinematic parameters (velocity, weight...)

Whenever regression parameters are linked linearly, we refer to generalised linear regression models. The link between the combined regression parameters X and the response variable Y is defined by a link function. In the case of logistic regression the logistic function is used (equation 2, fig. 2).

$$P(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (2)$$

In this respect, P(z) represents the probability that the binary response variable Y has the realisation of y = 1. The logistic function is given in equation (2), belongs to the group of sigmoid functions. Since the functional values can be interpreted as probabilities in the range of 0 < P(z) < 1 its usage is popular in probability theory. Therefore neither certain, P(z) = 1, nor impossible, P(z) = 0, events will be predicted. Using this approach a logistic regression model computes the occurrence probability of an event P(z)_{y=1} depending on the value of the parameter z, which is often called „logit“. The logit z is an index that combines all regression parameters X_i by means of a linear sum. The logits of a data sample with n observations are calculated by using equation (3).

$$\vec{z}^T = \vec{\beta}^T \cdot \underline{X}^T \quad (3)$$

with:

$$\vec{z} = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_n \end{bmatrix} \quad \vec{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} \quad \underline{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nk} \end{bmatrix}$$

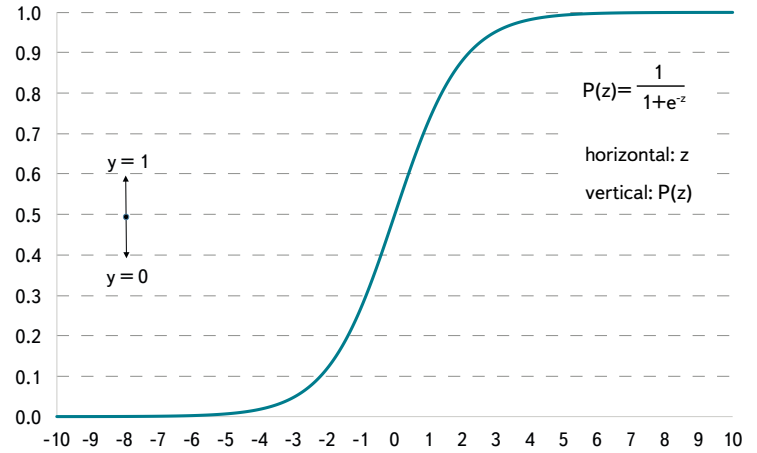


Fig. 2. Logistic function (cumulative density function)

Obr. 2. Logistická funkce (funkce kumulativní hustota)

Thus, the logit of the n-th observation derives from:

$$z_n = \beta_0 + \sum_{i=1}^k (\beta_i \cdot x_{ni}) \quad (4)$$

- where z_n is logit for the n-th observation,
- β_0 constant,
- β_i regression coefficient of parameter X_i ,
- x_{ni} value of parameter X_i in the n-th observation.

While the values of the matrix X are the results of a levee survey, the values of $\vec{\beta}$ will be determined within the model calibration using the maximum likelihood method. It is obvious that the applicability of a logistic regression model for a particular problem depends strongly on the data availability, on the structure of the data sample (number of failures and non-failures) and on the selected set of regression parameters.

General logit model considerations

The setup of a logistic regression model (logit model) for the reliability analysis of levees requires the availability of sufficient data for failed and non-failed sections. Although it is desirable that data extend and data quality is equally good for both groups (failures and non-failures) of the sample, the failure records usually have data gaps. Basically, there are two options to deal with such data shortcomings, which is either to disregard (= lose data) records or parameters with incomplete information in the logit model or to fill the gaps with assumed values (= add uncertain data). In the next step appropriate explanatory parameters X_i need to be selected from the data sample, which shall be included in the logit model in order to predict the value of the response variable Y. From a strict mathematical point of view, this can be done by a parameter reduction procedure, which is generally aiming for the quantification of the influence of each individual parameter X_i on the response Y. While for metric parameters a likelihood ratio test is often used, the significance of non-metric parameters is analysed by contingency tables. In both cases, the χ^2 -test quantifies the significance of the parameter. Subsequently to the univariate significance tests, the significance of possible parameter combinations can be tested as well. More detailed information regarding possible variable selection strategies are given in [7].

While the setup of a logit model containing only a few most significant parameters might be appropriate e.g. for medical studies, a levee failure logit model needs to consider a larger number of influencing parameters, also in order to be accepted as a predictive tool in the engineering community. Thus, an alternative strategy of including all parameters that fulfil minimum data requirements was chosen, disregarding the univariate significance of the individual parameters. This means, that the model focuses more on the prediction of $P(z)$ using all available information instead of identifying the parameters with the highest significance to the response. However, in this case, model overfitting may become an issue which may lead to a reduced predictive power of the logit model. As a rule of thumb, the number of explanatory variables within a logit model shall not exceed the tenth part of the smaller group's number of records in the sample. Exemplarily, if there were 100 failure records within a data sample the maximum number of parameters to be included was 10.

Characteristic parameters of the levee failure logit model

As mentioned above, a crucial task in the setup of a levee failure logit model is the determination of the parameters that might trigger or affect levee failure. Experts agree that levees often fail at sections with inhomogeneities, which may have a biological or structural cause (fig. 3). Those parameters are usually only measurable on a categorical (non-metric) scale (e.g. nominal: present/not present). While analytical approaches typically include only metric parameters (geometrical, geotechnical, mechanical,...), the proposed method can combine both, metric and non-metric factors.

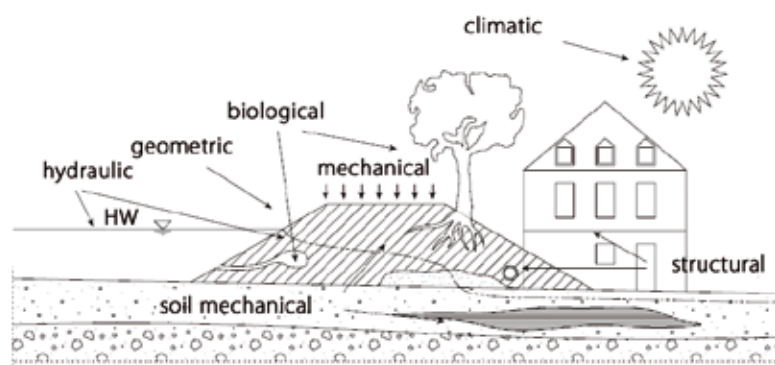


Fig. 3. Parameter classes and sources of inhomogeneities in levees
Obr. 3. Třídy parametrů a zdroje nehomogenity v hrázích

In [8] a logistic regression model for levee failure predictions was set up and calibrated using a training sample containing 648 records of levees in Saxony, most of them situated along the Mulde River. Further details about the model can be found in [9]. The original sample included 36 records of failed levee sections. In total up to 24 parameters (11 metric, 13 non-metric) were investigated during the model setup (table 3). Within this set of parameters, the discharge ratio, the approaching flow angle and the width of the flood plain represent the hydraulic impact on each levee section. While the two latter factors are

self-explanatory, the discharge ratio is defined by the ratio of flood discharge to the bankful discharge at each section. Alternatively, a ratio of the water level and the levee crest height could be used as regression parameter, if both values were known. Thus, the uncertainty deriving from the possible dynamic change (e.g. seasonal change) of the local Q-h-relation could be reduced.

Table 3. Regression parameters in original levee failure logit model [8]

Tabulka 3. Regresní parametry v původním logistickém modelu selhání hráze [8]

Parameters			
metric		non-metric	
<i>nominal</i>			
X_1	inner levee height [m]	oxbow crossing	X_{12}
X_2	outer levee height [m]	neighbouring water body	X_{13}
X_3	inclination of inner slope	alluvial clay (thickness < 1 m)	X_{14}
X_4	inclination of outer slope	bridge connection	X_{15}
X_5	cross section area of levee body	tree growth on/near levee	X_{16}
X_6	angle of approaching flow	transverse structure	X_{17}
X_7	expansion index	levee crossing	X_{18}
X_8	width of flood plain		
<i>ordinal</i>			
X_9	discharge ratio	inner slope stability	X_{19}
X_{10}	crest width	outer slope stability	X_{20}
X_{11}	base width	percolation hazard	X_{21}
		erosion hazard	X_{22}
		uplift hazard	X_{23}
		suffusion hazard	X_{24}

RESULTS AND DISCUSSION

The extraordinary flood event in 2013 gave the chance to test the levee failure logit model that was calibrated with data from 2002 flood (LFLM 2002), since numerous levee failures occurred. In the federal state of Saxony-Anhalt 9 of the total 12 levee failures could be used for testing the logit model, although only 16 of the possible 24 regression parameters could be included [10]. The regression parameters that represent the results of the classic stability calculations (X_{19} – X_{24}) had to be neglected since there was no information available. In order to test the predictive power of the model, the records of the 9 failed levee sections were fed into the

Table 4. Computed failure probabilities at levee sections, that failed during the 2013 flood in Saxony-Anhalt

Tabulka 4. Vypočítané pravděpodobnosti selhání v sekcích hráze, které nevydržely záplavy v roce 2013 v Sasku-Anhaltsku

Predictions	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6	LF7	LF8	LF9
LFLM 2002	0.045	0.001	0.189	0.009	0.014	0.007	0.285	0.001	0.090
LFLM 2013	0.814	0.190	0.975	0.129	0.588	0.152	0.804	0.080	0.739

LFLM 2002, after the model was recalibrated for the included 16 regression parameters. In the next step, the records of the 9 failed levee sections were added to the training data sample, so the data set now contains 657 records in total with 45 records of failed levee sections. As the training data sample was extended, a recalibration of the LFLM could be conducted. The updated model is now referred to as LFLM 2013. The failure probabilities that were computed using the LFLM 2002 and LFLM 2013 for the 9 failed levee sections in Saxony-Anhalt are summarised in *table 4*. *Table 5* contains the regression coefficients for both models.

Table 5. Regression coefficients of the LFLM 2002 and LFLM 2013
Tabulka 5. Regresní koeficienty LFLM (logit model selhání hráze) 2002 a LFLM 2013

i	Parameters X	Regression coefficients β_i	
		LFLM 2002	LFLM 2013
	constant (β_0)	-10.636	-6.193
1	inner embankment height	0.613	0.808
2	outer embankment height	-1.704	-1.545
3	inclination of inner slope	0.443	0.387
4	inclination of outer slope	-0.079	-0.357
5	crest width	-0.167	-0.049
6	base width	-0.040	0.160
7	cross section area of levee	0.162	0.069
8	discharge ratio	3.455	1.158
9	width of flood plain	-0.002	0.000
10	bridge connection	-8.079	-8.017
11	levee crossing	0.767	0.701
12	neighbouring water body	0.075	0.816
13	transverse structure	2.921	2.540
14	oxbow crossing	2.335	1.547
15	tree growth on/near levee	2.652	2.291
16	alluvial clay (thickness < 1 m)	1.990	1.724

Assuming that a failure probability of $P(z) > 0.5$ predicts a levee failure (since a failure is more likely than a non-failure), it can be seen that none of the actual levee failures were predicted by the LFLM in the status of 2002. Thus, the LFLM in status 2002 could not be validated. However, if the records of the 2013 failures are included in the LFLM (status 2013), failure is now predicted for 5 of the 9 cases. This can be expected, as recalibration aims per se for a better fit of the model to the extended data sample. *Table 6* and *7* summarise the predictions for the whole data sample (failed and non-failed sections) for each model.

Table 6. Contingency table for the application of LFLM 2002
Tabulka 6. Kontingenční tabulka pro použití LFLM 2002

		Observation			
		Failure	Non-failure		
		$y_o = 1$	$y_o = 0$	total	
Prediction	Failure	$y_p = 1$	16	4	20
	Non-failure	$y_p = 0$	29	608	637
total			45	612	657

Table 7. Contingency table for the application of LFLM 2013
Tabulka 7. Kontingenční tabulka pro použití LFLM 2013

		Observation			
		Failure	Non-failure		
		$y_o = 1$	$y_o = 0$	total	
Prediction	Failure	$y_p = 1$	20	6	26
	Non-failure	$y_p = 0$	25	606	631
total			45	612	657

It shows that the updated model predicts 20 of the 45 observed failures correctly. In total $20 + 606 = 626$ cases match the observed response of the levee sections, which leads to a hit ratio of 95.3% ($626/657$). Besides the ability of quantifying the failure probability section by section the determined regression coefficients are of main interest. In a simple consideration positive coefficients cause an increase, negative coefficients a decrease in the failure probability if the corresponding parameter is exclusively increased by one unit. This only holds true for regression parameters that are not correlated to each other, which is not the case in the LFLM (e.g. geometric parameters are strongly correlated). Referring to the nominal parameters, it shows that, except for the parameter „bridge connection“, all coefficients are positive, stating that the presence of these attributes is leading to a higher probability of failure. Thus, it can be proven statistically, that e.g. tree growth on levees is forcing failure.

CONCLUSION

Due to the necessity of evaluating or even quantifying load dependent failure probabilities of levees section by section, the idea and the application of a levee failure logit model was demonstrated. One major advantage of the presented method is the possibility to account for influencing factors that undoubtedly affect a levee's stability but cannot be expressed on a metric scale. The approach allows the incorporation of past event observations for predicting a levee's reliability in future flood events. Perspectively, increasing the data sample with records of non-failed and failed levee sections is desirable in order to improve the predictive power and also the model's quality from the mathematical point of view (e.g. to avoid overfitting).

An advanced LFLM could be used as a standalone approach for a rough regional reliability assessment of levees. As large levee surveys are planned or already under way (e.g. National Levee Database in the United States, [11]), in which comprehensive levee data will be acquired, it is expected that LFLMs

might become more popular in the future. Finally, the idea of establishing a database administrating data from European levees (including levee failures) shall be put forward.

Thanks

The author would like to thank the State Reservoir Administration of Saxony and the State Authority for Flood Protection and Water Management Saxony-Anhalt for supporting the research.

Literature

- [1] HORLACHER, H.-B., HEYER, T., and BIELAGK, U. *Analyse der Deichbrüche an Elbe und Mulde während des Hochwassers 2002 im Bereich Sachsen*. Dresden: Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Technische Universität Dresden, 2005.
- [2] POHL, R. Probabilistische Aspekte der hydraulischen Bemessung. *Technische Hydromechanik*, Vol. 4. Berlin, Germany: Verlag Bauwesen, 2016, p. 237–285.
- [3] NAGY, L. and TÓTH, S. *Detailed technical report on the collation and analysis of dike breach data with regard to formation process and location factors*. H-EURAqua Ltd., 2005.
- [4] Kadeřábková, J., Golík, P. a Říha, J. Historické povodně a poruchy ochranných hrází v Povodí řeky Moravy. *Vodní hospodářství*, 10/2005, s. 285–287.
- [5] Glac, F. a Říha, J. Výsledky průzkumu poruch ochranných hrází v Povodích řek Moravy a Odry. *Vodohospodářský spravodajca*, 1–2/2012, s. 16–19.
- [6] UNO, T., MORISUGI, H., SUGII, T., and OHASHI, K. Application of a logit model to stability evaluation of river levees. *Journal of Natural Disaster Science*, Issue 9, 1987, p. 61–77.
- [7] HOSMER, D.W., LEMESHOW, S., and STURDIVANT, R. X. *Applied Logistic Regression*. New York, USA: Wiley, 2013. ISBN 978-0-470-58247-3.
- [8] HEYER, T., HORLACHER, H.-B., and STAMM, J. *Multicriteria stability analysis of river embankments based on past experience*. In: Proceedings „First European IAHR Congress“, Edinburgh, UK, 2010.
- [9] HEYER, T. and STAMM, J. Levee reliability analysis using logistic regression models – abilities, limitations and practical considerations. *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, 2013, p. 77–84.
- [10] HEYER, T., GÖTZ, D., and STAMM, J. *Analyse der Deichbrüche während des Hochwassers 2013 in Sachsen-Anhalt*. Dresden, Germany: Project report, 2015.
- [11] US ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE). *National Levee Database*. Accessed March 2016. Dostupné z: <http://nld.usace.army.mil/egis/f?p=471:1>

Author

Dr.-Ing. Torsten Heyer

✉ torsten.heyer@tu-dresden.de

Technische Universität Dresden
Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik (IWD)

Příspěvek prošel lektorským řízením.

POSOUZENÍ SPOLEHLIVOSTI HRÁZÍ NA ZÁKLADĚ PROŠETŘENÍ JEJICH SELHÁNÍ

HEYER, T.

Technická univerzita v Drážďanech

Klíčová slova: poruchy hrází – spolehlivost – logit model – povodňové riziko – riziková analýza

Povodňová rizika v územích chráněných podélnými hrázi vycházejí z možnosti selhání hrází v důsledku přelití, porušení nebo nekontrolovaného prosakování vody. Ve většině případů vede porušení hráze k vyšším škodám v důsledku toho, že se tyto události vyskytují neočekávaně, a lze je stěží předvídat. Hráze se mohou porušit kdykoliv během povodňové události. Důvody a procesy vedoucí k selhání hrází jsou hlavní náplní následného šetření. V rámci tohoto šetření byla shromážděna rozsáhlá báze dat o hrázích. Článek popisuje více-rozměrný statistický model (Levee Failure Logit Model – LFLM). Tento model umožňuje posouzení spolehlivosti hrází. Model předpokládá, že pravděpodobnost poruchy hráze může být stanovena v závislosti na aktuálním zatížení a místních podmínkách. Tento přístup je aplikován na selhání hrází, ke kterým došlo v povodí Labe v německých spolkových zemích Sasko a Sasko-Anhaltsko během povodní v letech 2002 a 2013.

Periodické vysychání toků: další faktor negativně ovlivňující populace našich raků

JITKA SVOBODOVÁ, DAVID FISCHER, EVA SVOBODOVÁ, PAVEL VLACH

Klíčová slova: *Austropotamobius torrentium* – *Astacus astacus* – sucho – negativní faktory – invazní druhy – račí mor

SOUHRN

Periodická sucha v malých vodních tocích jsou způsobena klimatickými změnami, ale i nevhodným hospodařením se srážkovou i povrchovou vodou. Působí-li tyto faktory najednou, dochází k rychlým poklesům vodní hladiny až úplnému vyschnutí dlouhých úseků toků. Takové změny jsou pro vodní faunu, potažmo zvláště chráněné druhy raků, často fatální.

Tento příspěvek přináší řadu příběhů roku 2015 spojených se suchem, raky a jejich záchrannými transfery. Tyto záchranné transfery byly v mnoha případech provedeny neodborně, bez patřičných povolení a mohly více uškodit než pomoci. Proto se tento příspěvek zabývá též legislativními a odbornými aspekty takovýchto záchranných transferů a navrhuje postupy, jak v těchto případech správně postupovat.

ÚVOD

Na přelomu tisíciletí byla na mnoha tocích opakovaně zaznamenána historická minima v průtocích za období, během nichž jsou toky sledovány [1]. V roce 2003 a 2015 hladiny řek viditelně poklesly zejména po průběhu extrémně teplého počasí. Velmi nízké průtoky až vyschnutí toku mají závažné dopady na přežívání vodních organismů, ale negativně ovlivňují i jakost vody [2]. Kromě ryb ohrožují vyschlé toky i vodní makrozoobentos, mezi který patří i kriticky ohrožené druhy raků.

V České republice se vyskytuje pět druhů raků, jen dva jsou zde ale původní – rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium* Schrank, 1803) a rak říční (*Astacus astacus* L.). Oba druhy patří mezi zvláště chráněné druhy v kategorii kriticky ohrožený [3, 4]. Kromě těchto dvou druhů se v ČR vyskytuje rak bahenní (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823), původem z východní Evropy. Byl u nás vysazován na konci 19. století jako náhrada za račím morem zdecimované populace raků říčních. I přesto je chráněn zákonem, a to jako ohrožený druh [3, 4].

Další dva nepůvodní druhy, rak pruhovaný (*Orconectes limosus* Rafinesque, 1817) a rak signální (*Pacifastacus leniusculus* Dana, 1852) pochází ze Severní Ameriky a jsou spojeny s račím morem – onemocněním, způsobeným parazitickou řasovkou (oomycetou) hnilečkem račím (*Aphanomyces astaci* Schikora, 1906). Americké druhy raků, samy vůči infekci výrazně odolné, jsou přenašeči tohoto onemocnění, a v důsledku jejich opakovaných nechtěných (v polovině 19. století) nebo záměrných (v druhé polovině 20. století) introdukcí do Evropy decimuje tato nemoc populace původních raků již po desítky let.

Kromě vysychání toků existuje v současné době celá řada vlivů, které mají negativní dopad na populace původních raků. Jedná se především o změny v hydromorfologii toků [5], predaci [6] nebo lokální otravy [7, 8]. Nejvýraznější hrozbou však stále zůstávají americké druhy raků a jejich šíření; ať již přirozenou

cestou po Labi z Německa, tak i nezodpovědnými přenosy raků na nové lokality, především sportovními i profesionálními rybáři nebo akvaristy [9].

Na vysychání lokalit se podílí řada faktorů. Prvotní význam mají postupné změny klimatu, doprovázené především nerovnoměrnou distribucí srážek. Dalším takovým faktorem je hospodaření se srážkovou vodou: úkolem je především zabránit rychlému odtoku srážkových vod, a naopak podporovat zadržení vody v krajině. Bohužel v řadě případů se děje pravý opak – celé plochy jsou betonovány nebo asfaltovány, takže dešťová voda rychle odtéká kanalizačními svody do vodních toků. Ty byly v minulosti v rámci proti- nebo popovodňových úprav v celých úsecích napřímeny a kanalizovány a jejich hloubková diverzita je pak minimální. Následné sucho způsobí, že celé stovky metrů koryt vodních toků jsou zcela bez vody – v napřímeném korytu voda odtéče, místo aby v době sucha zůstala v hlubokých tůňkách, sloužících jako dočasné refugium pro množství vodní fauny. Posledním, i když nezanedbatelným faktorem působícím často paralelně s oběma výše uvedenými, je ještě nevhodné hospodaření s vodou, která ve vodních tocích zůstává. Sem patří především hospodaření na rybnících v povodí – jedná se v zásadě o nedodržování manipulačního řádu; v době sucha se snaží rybářský hospodář zachránit spíše „vlastní ryby“ v rybníce než navazující vodní toky. Nezanedbatelné je také využívání vody v obydlích v blízkosti vodních toků, především na zalévání zahrad, trávníků nebo čerpání vody do bazénů.

Při dlouhotrvajícím suchu hladiny vodních toků stále klesají, v menších tocích stoupá teplota vody a její jakost se zhoršuje. Se zvyšující se teplotou a vyšším znečištěním klesá ve vodě obsah kyslíku, tak potřebného pro život vodních organismů. V řadě případů jsou jako první postiženy ryby, především druhy náročné na obsah kyslíku, jako jsou ryby lososovité, pstruh nebo lipan, dále vranka obecná nebo střevle potoční. Při snižující se hladině se ryby stahují do tůní a je jen otázkou, zda daná tůň při pokračujícím vysychání skutečně poslouží jako dobré refugium. Do tůní se stahují i raci; ti jsou ovšem oproti rybám ve výhodě. Ve vhodných podmínkách (ve vlhku, např. pod převislými břehy, v norách, pod kameny) dokáží přežít i v toku, který je zcela bez vody, ostatně i jako další druhy makrozoobentosu. Je ovšem třeba zdůraznit, a zde se vracíme k tématu úprav dna a břehů vodních toků, že tok musí takové podmínky poskytovat (zastíněná místa, substrát různé zrnitosti, úkryty v podobě kořenové vegetace nebo balvanů).

PŘÍBĚHY ROKU 2015

Prvním zdokumentovaným případem vlivu sucha na raky v roce 2015 byla „záchrana“ raků na Janovském potoce. Raci byli na tento potok vysazeni v roce 2007, a to nejspíš bez důkladného průzkumu lokality, protože zde dochází k vysychání toku opakovaně. V roce 2015 zde však došlo k velmi rychlému úbytku vody.



Následkem toho se chopila iniciativy místní skupina ochránců přírody, kteří bez příslušných výjimek a povolení provedli transfer do řady toků v okolí, přestože jim byl autory tohoto článku doporučen jiný postup. V důsledku toho byli vyšetřováni ČIŽP – zcela relevantně, protože tento zásah mohl nadělat více škody než užítku (viz dále).

K záchrannému transferu se uchýlili také na říčce Brzina na Příbramsku. Zde pracovníci společnosti Ochrany fauny ČR přestěhovali přibližně pět set raků do náhonu Kunclova mlýna, který leží v údolí řeky Brziny. Také Brzina má problémy s vodou každý rok, ale většinou se nízké průtoky objevují až v září. Podobný transfer zvažovali ochránci přírody také na Jesenicku, kde bylo na potoce Krasovka jednou z alternativ záchrany raků z vysychajícího toku přemístit je do nižších vodnatějších částí toku. Tato varianta je v případě záchranných transferů z důvodu sucha vždy preferovaným řešením – samozřejmě v případě, kdy se podmínky (rozuměj typ habitatu a kvalita vody) příliš neliší.

K největšímu úhynu došlo na řece Třebovce v České Třebové. Efekt sucha zde byl umocněn přívalovým deštěm – prudký déšť se silně ohřál na rozpálené asfaltové ploše přiléhající k toku a stekl přímo do řeky. Otázkou je, zda se do ohřáté vody nevyplavily toxické látky z místní komunikace. V řece uhynulo asi 300 kg raků a ryb.

V řadě případů byla mezi suchem a úhynu nalezena také jasná spojitost s již uvedeným nevhodným hospodařením na rybnících. Například na Svinařském potoce došlo v srpnu roku 2015 následkem zavření výpusti rybníka a nedodržení minimálního zůstatkového průtoku k úhynu ryb i raků. V toku se sympatricky vyskytuje rak říční a rak kamenáč. Případem se zabývala ČIŽP, ale potok byl již tak vyschlý, že i po zásahu ČIŽP, na jejíž podnět byl zvýšen průtok vody v potoce pod rybníkem, nedošlo ke zvýšení hladiny vody v místech s výskytem raků. Ačkoliv Svinařský potok je silně meliorován, v místech s výskytem raků je lemován smíšeným lesem, který rakům poskytuje dostatek úkrytů v kofenech stromů zasahujících do toku a také stín, potřebný k překonání kritického období. Oba druhy tak mohly přečkat nepříznivé období v refugijích; definitivní záchranu pro oba druhy raků přinesla až změna počasí s dlouho očekávanými srážkami. Dalším místem sporu se stala říčka Desná u Litomyšle, kde podle tvrzení ochránců přírody ze záchranné stanice měly mít rybníky u Budislavi zavřené výpustě. Případem se zabýval odbor životního prostředí v Olomouci, tvrzení se ale nepotvrdilo. Následkem sucha na říčce uhynulo pět set raků, dalších asi tisíc raků se ochráncům povedlo zachránit. Ve spolupráci s hasiči byla zatopena tůň, kam se přeživší raci stáhli a ochránci je poté rozvezli do okolních lomů, kde by měli sucho přežít.

V roce 2015 negativně ovlivnilo zhoršené podmínky na tocích i čerpání vody z toků. Na Trusovickém potoce došlo k téměř naprostému vyschnutí toku, neboť voda byla odčerpávána na zavlažování chataři, zahrádkáři a provozovateli sportovního hřiště. K velkému odběru vody dochází i proto, že obec využívá potok na obměnu vody v místním koupališti. Je zdokumentováno, že tento jev se zde opakuje každoročně. V extrémně teplých letních měsících došlo v letech 2012 a 2015 téměř k vyschnutí potoka a ryby buď uhynuly, nebo byly přesunuty do jiných řek. V roce 2015 bylo magistrátem města Olomouc na popud MO ČRS Olomouc zakázáno jakékoli čerpání vody z potoka. A podobně jako v případě Janovského potoka, přestože jsou na tomto toku opakovaně problémy s množstvím vody a vysycháním, byli zde v roce 2007 vysazeni (v rozporu s legislativou) raci říční.

Nejzávažnějším problémem sucha a s ním spojenými záchrannými transfery je ovšem případná spojitost s račím morem. Přestože symptomy provázející nákazu račím morem jsou charakteristické (raci jsou neklidní, opouští úkryty, hynou, zatímco ryby bez problémů přežívají), pro neodborníky mohou umírající raci nakažení račím morem vypadat velmi podobně jako raci umírající v důsledku nízké kvality vody nebo „sucha“. V roce 2015 došlo k úhynu na Kornatickém a Hádeckém potoce na jižním Plzeňsku. Tento úhyn byl bohužel způsoben račím morem. Byl řešen na úrovni státní správy (MŽP, KÚ Plzeňského kraje), rybářů (ZÚS ČRS) a také v médiích. V následujícím měsíci došlo ke zhoršení

sucha v okolních tocích, na Chocenickém potoce a na Přešinském potoce. Zde došlo k příkladnému řešení – rybářský hospodář oznámil celou situaci jednomu z autorů tohoto článku (P. Vlach) a následně byl proveden odborný transfer D. Fischerem. Úhyny, ohlášené na Chocenickém potoce OŽP MěÚ v Blovicích, byly konzultovány s P. Vlachem; v tomto případě se jednalo většinou o svlečky raků (viz dále). Pozitivní na celé věci byl fakt, že veřejnost informovaná o rizicích račícího moru reagovala uváženě a správně.

V roce 2014 byl na řece Vrchlici u Denemarkova mlýna zaznamenán hromadný úhyn raků. Byl vyloučen vliv havárie jakosti vody, zato po odborném vyšetření byl potvrzen račí mor. Populace raků nad přehradou u Chlístovic zůstala zachována – přehrada působila jako migrační bariéra a postup onemocnění tokem se zastavil. V červenci roku 2015 však byla Vrchlice nad přehradou v okolí obce Chlístovice téměř suchá; přestože neuplynul ani rok od nákazy račím morem a pravděpodobnost, že někteří nakažení jedinci nebo alespoň spory ještě mohly zůstat živé, byla velmi vysoká, místní obyvatelé přenesli živé raky do dolního toku – na místo infekce (ústní sdělení Ing. T. Just).

ZÁVĚR ANEB CO NIKDY NEDĚLAT, A CO NAOPAK UDĚLAT

Situace roku 2015 se může kdykoliv opakovat. Letošní zima nepřinesla dostatek sněhových srážek, což může vést k poklesu hladiny podzemních vod a společně s nedostatkem srážek v letním období budou uživatelé tlačeni k co největšímu zadržování vody v nádržích nebo na jezích.

JAK SE TEDY ZACHOVAT, POKUD NALEZNEME VYSYCHAJÍCÍ TOK, VE KTERÉM HYNOUT RACI

V první řadě – pro laika je obtížné odlišit invazní severoamerické druhy raků od druhů původních. Jsou časté případy, kdy laická veřejnost v dobré víře zachraňovala nepůvodní druhy raků, jako je rak pruhovaný nebo rak signální. Pokud jsou tyto invazní raci přeneseny na lokality s výskytem raka říčního nebo raka kamenáče, hrozí velké nebezpečí, že celá populace našich původních raků vyhyne v důsledku infekce račím morem, kterým mohou být přeneseny raci s vysokou pravděpodobností nakažení. Ale ani pokud raci nakažení račím morem nejsou, nemají naši raci ještě vyhráno. Invazní raci jsou daleko agresivnější, častěji a dříve se rozmnožují a mají daleko více potomků [10]. Mnohdy je jen otázka času, za jak dlouho původní raky, ale i další vodní živočichy z lokality vytlačí.

Lepší variantou je, pokud ochránci přírody zachraňují původní raky, ale i zde hrozí mnoho rizik např. v podobě přenosu různých nemocí na nové lokality, které opět mohou vyhubit původní populaci raka říčního nebo kamenáče v jiném povodí. Na každé lokalitě je jen omezený počet úkrytů a pokud jsou raci přeneseni na jiný potok nebo rybník, dojde ke konkurenčnímu boji o vhodné úkryty, o potravu atd. Slabší a menší raci v tomto případě skončí jako potrava pro silnější jedince. Jedinou útečou tak je, že raci nehynou přímo před očima ve vyschlém toku, ale podlehnou až v následném konkurenčním boji ukryti pod hladinou.

Ale i nalezené „mrtvolky raků“ mohou být pro laika zavádějící. Rak rychle roste, a proto se až několikrát ročně svléká a v toku po něm zůstane tzv. svlečka (exuvie), kterou laik rozezná od mrtvého raka jen stěží – vodítkem může být zápach, zatímco svlečka nezapáchá, zápach delší dobu mrtvého raka představuje velmi intenzivní zážitek. Konkrétně druhá polovina léta je obdobím, kdy dochází ke svlékání raků, takže při podrobném průzkumu lze snadno zjistit, že raci se uchýlili do vlhkých úkrytů, a ve vysychajícím potoce leží jen jejich odložené exuvie.



Rak signální a rak bahenní

Záchranný transfer raků není záležitostí pro laika [11]. Pokud je jasné, že chceme přemístit původní druhy i přesto, že víme, že populace je zdravá, je tu další problém – a to najít vhodnou lokalitu, na kterou budou raci přemísťeni. Pokud se podaří nalézt potok, kde zaručeně (ale to nelze nikdy stoprocentně zaručit) nejsou naši původní raci, má to vždy nějaký důvod – jakost vody v toku nevyhovuje nárokům raka říčního nebo kamenáče, na potoce dochází k haváriím jakosti vody, v potoce je málo úkrytů, není zastíněný nebo se někde v povodí nacházejí invazní raci.

Všechny výše vyjmenované důvody vedly k zavedení platné legislativy [3, 4], která raka říčního i raka kamenáče řadí mezi druhy kriticky ohrožené. Z těchto důvodů jsou manipulace s jedinci všech vývojových stádií, stejně jako škodlivé zásahy do jejich přirozeného vývoje i biotopu, zakázány. Je zakázáno raky chytat, rušit, přemísťovat, držet, chovat v zajetí, dopravovat, prodávat, vyměňovat, nabízet za účelem prodeje nebo výměny, zraňovat, ničit, poškozovat či usmrčovovat, a to ve všech jejich vývojových stádiích. Stejně jako zvláště chráněný živočich je chráněn i mrtvý jedinec tohoto druhu, jeho rozpoznatelná část nebo výrobek z něho. Chráněná jsou rovněž jimi užívaná přirozená i umělá sídla a jejich biotop.

Proto s raky ve vysychajících tocích pokud možno nemanipulujte a informujte o situaci místně příslušný odbor životního prostředí obce s rozšířenou působností nebo regionální pracoviště Agentury ochrany přírody a krajiny ČR. Ti zajistí odborné posouzení a identifikaci, o jaký druh raků se jedná, aby nedocházelo k neefektivní a především nežádoucí záchraně zavlečených druhů a přenosu račího moru, a případně navrhnou a zkoordinují další opatření.

Poděkování

Článek vznikl s podporou grantu EHP z Islandu, Lichtenštejnska a Norska Monitoring lokality soustavy Natura 2000 jako nástroj pro efektivní management a ochranu autochtonních populací raků.

Literatura

- [1] DAŇHELKA, J., BOHÁČ, M., CRHOVÁ, L., ČEKAL, R., ČERNÁ, L. aj. *Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015. Předběžná zpráva*, Český hydrometeorologický ústav, 2015, 73 s.
- [2] Zahrádková, S., Hájek, O., Treml, P., Pařil, P., Straka, M., Němejcová, D., Polásek, M. a Ondráček, P. Hodnocení rizika vysychání drobných vodních toků v České republice. *VTEI*, roč. 57, 2015 č. 6, s. 4–16.
- [3] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.
- [4] Vyhláška MŽP ČR č. 395 /1992 Sb.
- [5] VLACH, P., HULEC, L., and FISCHER, D. Recent distribution, population densities and ecological requirements of stone crayfish. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 13, 2009, p. 394–395.
- [6] FISCHER, D., PAVLUVČÍK, P., SEDLÁČEK, F., and ŠÁLEK, M. Predation of the alien American mink, *Mustela vison* on native crayfish in middle-sized streams in central and western Bohemia. *Folia Zoologica*, 58, 2009, p. 45–56.
- [7] SVOBODOVÁ, J., DOUDA, K., FISCHER, D., LAPŠANSKÁ, N., and VLACH, P. Toxic and heavy metals as a cause of crayfish mass mortality from acidified headwater streams. *Ecotoxicology*, 2016, v recenzním řízení.
- [8] VLACH, P., SVOBODOVÁ, J., and FISCHER, D. Stone crayfish in the Czech Republic: how does its population density depend on basic chemical and physical properties of water? *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2012, 407, 5.
- [9] ŠTAMBERGOVÁ, M., SVOBODOVÁ, J., and KOZUBÍKOVÁ E. *Raci v České republice*. Praha: AOPK ČR, 2009, 255 s.
- [10] VORBURGER, C. and RIBI, G. Aggression and competition for shelter between a native and an introduced crayfish in Europe. *Freshw. Biol.*, 1999, 42, p. 111–119.
- [11] KOZÁK, P., KOUBA, A., BUŘIČ, M., KUKLINA, I., FOŘT, M., VESELÝ, L. a POLICAR, T. *Záchranné transfery raků*, Sborník abstraktů z XV. České rybářské a ichtyologické konference (RyblKon 2016), 73 s.

Autoři

RNDr. Jitka Svobodová¹
✉ jitka_svobodova@vuv.cz

Mgr. David Fischer²
✉ david-fischer@centrum.cz

Eva Svobodová¹
✉ eva_svobodova@vuv.cz

RNDr. Pavel Vlach, Ph.D.³
✉ vlach.pavel@mybox.cz

¹ Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

² Hornické muzeum Příbram

³ Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni

Příspěvek prošel lektorským řízením.

PERIODIC DROUGHTS IN STREAMS: THE NEXT NEGATIVE FACTOR INFLUENCING CRAYFISH POPULATIONS

SVOBODOVA, J.¹; FISCHER, D.²; SVOBODOVA, E.¹; VLACH, P.³

¹TGM Water Research Institute, p. r. i.

²Mining Museum Příbram

³Center of Biology, Geosciences and Environmental Education, Faculty of Education, University of West Bohemia

Keywords: *Austropotamobius torrentium* – *Astacus astacus* – drought – negative factor – invasive species – crayfish plague

Periodic droughts in small streams are caused by climate changes but also by the inappropriate management of precipitation and surface water. If these factors act simultaneously, water level rapidly declines even up to the complete drying up of long sections of the stream. Such changes are often fatal for aquatic fauna and particularly for protected crayfish species.

This contribution brings a couple of stories in 2015 connected with drought, crayfish and their rescue transfers. These rescue transfers were made incorrectly in many cases, without the appropriate permission and could hurt more than help. Therefore, this contribution also deals with legislative and technical aspects of such rescue transfers and also suggests how to properly proceed in these cases.

Simulace dopadů modifikací platby k úhradě správy vodních toků a správy povodí

LENKA SLAVÍKOVÁ, ONDŘEJ VOJÁČEK, LUBOMÍR PETRUŽELA

Klíčová slova: povrchová voda – povolení k odběru vody – platba – ekonomická efektivnost – cenová elasticita – správa povodí – model

SOUHRN

Česká republika za dobu své samostatné existence zaznamenala na svém území významné hydrologické extremity v podobě povodní a sucha. Došlo zároveň k posunu požadavků uživatelů na dodávky povrchové vody: od samotného množství k jejich spolehlivosti, bezpečnosti a kvalitě. To se odrazilo v reálných a plánovaných investičních i provozních opatřeních, která zvyšují náklady vodohospodářské služby správy vod, potřebu jejího pokrytí a cenu povrchové vody. V důsledku toho jsou diskutovány různé formy modifikace regulace přístupu k povrchové vodě, jako jsou např. možnosti omezení dlouhodobě nevyužívaných rezervovaných limitů vody v rámci existujících povolení. Článek představuje vytvořený mikrosimulační model, který umožňuje porovnávat různé varianty modifikace a nastavení platby k úhradě správy vodních toků a správy povodí, včetně jejich dopadů na cenu povrchové vody pro uživatele, pokrytí nákladů správců povodí prostřednictvím příjmů ze zpoplatněných odběrů povrchové vody a relace odebraného a povoleného množství povrchové vody.

ÚVOD

V důsledku zvyšování frekvence hydrologických extremit na území ČR (sucho, povodně) dochází k diskusím o změnách regulace nakládání s povrchovou vodou [1, 2]. Nositelem těchto diskusí je kromě jiných i meziresortní pracovní skupina VODA-SUCHO¹, která v roce 2014–2015 sestavila materiál „Příprava realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody“, jež byl v červnu 2015 schválen Vládou ČR. Materiál specifikuje řadu konkrétních technických, legislativních, ale i ekonomicky orientovaných nástrojů. Jako samostatný úkol je definován požadavek „Vypracovat analýzu účinného omezení dlouhodobě nevyužívaných rezervovaných limitů pro odběr vody vedoucí k jejich racionálnímu využití (v duchu user-pay principu), a tím ke snížení potenciálního zatížení vodního zdroje“.

V letech 2014–2015 byl ve spolupráci IREAS a VÚV TGM řešen projekt TA ČR, jehož výstupy se výše uvedenému samostatnému úkolu věnují. Problému existence nevyužívaných rezervovaných limitů pro odběr povrchové vody se věnoval příspěvek Slavíková a Petružela [3] v rámci tohoto periodika. Cílem aktuálního článku je představit filozofii a praktickou využitelnost vytvořeného mikrosimulačního modelu určeného k analýze dopadů modifikací platby k úhradě správy vodních toků a správy povodí. Za účelem požadovaného omezení dlouhodobě nevyužívaných rezervovaných limitů je navrhováno rozdělení této platby na dvě složky: a) platbu za rezervované množství povrchové vody, b) platbu za skutečně odebrané množství povrchové vody, a to ve zvoleném vzájemném poměru (např. 20 : 80), který zajišťuje zachování výchozí úrovně platby.

Článek stručně shrnuje hlavní oblasti tohoto přístupu: zdroje dat, jejich úpravu pro použití v modelu a jeho strukturu, časový rámec analýzy a časové horizonty uvažované v modelu a konečně výsledky a možné náměty plynoucí z analýzy a jejich interpretace. Metodika popisující využitelnost modelu byla certifikována (číslo osvědčení 68156/2015-MZE-15121) a předána hlavnímu uživateli (MZe ČR) k využití. Aplikace modelu může přinést řadu výsledků přesahujících rámec ilustračních příkladů v tomto příspěvku.

STRUKTURA MODELU

Modelování změny platby k úhradě správy vodních toků a správy povodí se provádí s využitím historických dat o odběrech povrchové vody v letech 2001–2013, shromažďovaných ve veřejné databázi na základě zákona² Souhrnné vodní bilance pro hlavní povodí České republiky, kterou zajišťuje MZe ČR společně s MŽP ČR prostřednictvím VÚV TGM. Ze vstupních dat byly vyloučeny záznamy, u nichž bylo zaznamenáno překročení povoleného množství – celkem cca 4 % pozorování (více o práci se zdrojovými daty viz [4]). Analýzu dopadů modifikací zpoplatnění povrchové vody lze v modelu provádět:

- pro jednotlivá nebo pro všechna správní povodí³ celkem,
- s využitím dat o odběrech povrchové vody v jednotlivých letech nebo za celé sledované období 2001–2013,
- odděleně pro podniky vodovodů a kanalizací (VaK) a průmyslové podniky nebo pro všechny odběratele celkem.

Tyto parametry volí uživatel modelu jako východiska analýzy. Klíčovým počátečním vstupem je rovněž specifikace současné jednotkové platby za odběr povrchové vody (Kč/m³) pro konkrétní povodí, resp. průměrné⁴ jednotkové platby za všechna správní povodí celkem (či jiné libovolně zvolené úrovně platby) a její následné rozdělení na dvě související složky:⁵

- platbu za povolené množství povrchové vody,
- platbu za skutečně odebrané množství povrchové vody.

Rozdělení platby nastaví uživatel modelu jako procentuální poměr obou složek v celkové platbě za odběr. Váha obou částí platby (součet 100 %) nezmění současnou úroveň zpoplatnění a demonstruje princip, při němž nejde primárně o navýšení celkových plateb za povrchovou vodu, ale o změnu předmětu (základu) zpoplatnění s cílem motivovat uživatele k racionálnímu rozhodnutí jak o objemu odběru, tak i objemu požadavku na něj. Model následně simuluje (postupně ve třech krocích, kterým odpovídají jednotlivá období – viz dále), jakým způsobem změna zpoplatnění povrchové vody ovlivní celkový výběr poplatků, celkový objem povoleného a odebraného množství povrchové vody apod. oproti výchozímu stavu.

Časový rámec analýzy

Analýza se provádí ve třech na sebe navazujících fázích: krátkém, středním a dlouhém období. S délkou období vzrůstá i počet ovlivněných ukazatelů.

V **krátkém období** (1–2 roky od provedení změny) sledujeme vliv modifikace zpoplatnění povrchové vody na celkový výnos (příjem) plynoucí správci povodí z platby k úhradě správy vodních toků a správy. Jelikož většina odběratelů má povoleny výrazně vyšší odběry vody, než ve skutečnosti realizuje, lze předpokládat nárůst celkových příjmů ve všech případech, kdy platba za povolené množství povrchové vody není nulová⁶. V krátkém období nedochází ke změnám celkového povoleného ani odebraného množství vody z důvodu omezené možnosti odběratelů reagovat na změnu zpoplatnění.

Ve **středním období** (3–5 let od provedení změny) modelujeme dopad změny zpoplatnění povrchové vody na povolené množství. Lze očekávat, že po zavedení platby za povolené množství dojde u odběratelů k racionalizaci (snížení) nerealizovaných nároků v důsledku nákladové optimalizace. Míra této racionalizace se provádí ve třech variantách:

1. odběratelé sníží povolené množství na úroveň svého nejvyššího ročního odběru zaznamenaného v období 2001–2013 (hodnota je generována automaticky),
2. odběratelé sníží povolené množství na hodnotu odvozenou z průměrného ročního odběru (hodnotu zadává uživatel modelu),
3. odběratelé sníží povolené množství na hodnotu odvozenou z nejvyššího ročního odběru (hodnotu zadává uživatel modelu).

V rámci výsledků modelování se porovnávají dopady tohoto přizpůsobení na celkový výběr plateb, a to ve výchozím, krátkém a středním období. Zatímco v krátkém období dochází k nárůstu celkového výběru plateb, ve středním období (po určité míře optimalizace povoleného množství) se tento výběr snižuje. Zůstává však obvykle mírně nad úrovní výchozího stavu, jelikož uživatelé vody počítají s určitou variabilitou odběrů a povolení dimenzují na předpokládané horní hranici potřeby vody. Model rovněž zobrazuje změnu průměrné platby za m³ povrchové vody. Je však nutné zdůraznit, že tato platba je ve skutečnosti diverzifikována pro jednotlivé uživatele v závislosti na výši jejich nerealizovaného odběru.

V **dlouhém období** (6 a více let od provedení změny) vstupují do analýzy další faktory v podobě technologických inovací a jiných možností snížení odběrů povrchové vody. Může proto docházet ke snížení odebíraného množství vody (v závislosti na její rostoucí ceně). Vztah mezi změnou ceny a následnou změnou poptávaného množství určité komodity v ekonomii zachycuje tzv. cenová elasticita poptávky. Ta vyjadřuje, jak se změní poptávané množství při změně ceny (platby) – tzn., jak vysoká je citlivost odběratelů na změnu ceny. V obecné rovině platí, že čím více má určitý statek či komodita substitutů a čím více je zbytný, tím je poptávka elastičtější (i malá změna ceny může způsobit významnou změnu poptávaného množství), a naopak (typicky udávanými příklady neelastických komodit jsou tabákové výrobky, alkohol, pohonné hmoty atd. – není za ně náhrada a spotřebitel je vnímá jako nezbytné, proto u nich pozorujeme malé změny v poptávaném množství, když cena roste). U vody (povrchové, k závlahám i pitné), kdy je nenahraditelná dodávka vázaná na technicky náročné, nákladné a neduplicitní systémy, se proto setkáváme s neelastickou poptávkou, jejíž absolutní hodnoty se pohybují v intervalu 0–1. V dostupné aktuální literatuře lze pro tento segment nejčastěji nalézt elasticitu poptávky ve výši 0,1–0,7 [5–8].

V rámci modelu elasticity poptávky, tedy odhadu reakce spotřeby na cenu, nastavuje jeho uživatel a může tedy modelovat různé varianty a porovnávat dílčí výsledky působení tohoto faktoru. Doporučenou expertní hodnotou pro model je elasticita ve výši 0,3. Logika tohoto parametru ve vztahu k celkovým výsledkům modelování je tedy tato:

1. ve výchozí situaci byla stanovena (vložená) určitá platba za m³ povrchové vody,
2. následně dochází k rozložení platby na dvě části a ke zpoplatnění povoleného množství, což vede (kvůli nedočerpávání povolení) k nárůstu platby za 1 m³ povrchové vody,
3. odběratelé snižují svá povolená množství, avšak ponechávají si určitou rezervu s ohledem na variabilitu odběrů (nečerpají 100 % povolení)⁷, tj. platba za m³ je mírně vyšší než ve výchozím období,
4. v dlouhém období pak předpokládáme reakci odběratelů na tuto situaci, tedy snahu snížit spotřebu vody kvůli její vyšší ceně. Do jaké míry odběratelé na zvýšení ceny reagují, určuje volitelný parametr elasticity poptávky. Čím vyšší hodnota parametru, tím vyšší snížení odběrů vody.⁸

Stejná a různá úroveň plateb

V krátkém období volí uživatel modelu nastavení počáteční výše platby za povrchovou vodu, se kterou se dále pracuje. Vstupní variantou je nastavení statické úrovně platby pro všechny roky a správce povodí, která však méně odráží skutečné relace. Druhou možností je zvolit regionálně diverzifikovanou a dynamickou platbu – v takovém případě pracuje model s daty odvozenými z reálných historických plateb za odběr povrchové vody pro různé roky a správce povodí. Tyto platby jsou vloženy na zvláštních listech s názvem „různé ceny“. Modelování lze pak provádět pro každé povodí samostatně (tj. nikoliv za celou ČR).

Interpretace výsledků

Výsledky získané modelováním různých variant plateb ukazují dopady modifikace ekonomických nástrojů na regulované subjekty (odběratele), rozpočty správců povodí a jednotkovou platbu za povrchovou vodu. Umožňují s využitím reálných dat podchytit, jak velké redistribuční dopady lze očekávat např. při zpoplatnění povoleného množství povrchové vody ve výši 1 Kč/m³, a to v podmínkách celé ČR nebo po jednotlivých povodích. S ohledem na dlouhé období umožňují rovněž modelovat dopady nárůstu celkové platby za povrchovou vodu (ke které v čase dochází) na její odběry.

Pokud by např. došlo k rozdělení průměrné platby z roku 2013 ve výši 4,08 Kč/m³ bez DPH [9] v poměru 25 : 75, kdy 25 % (tedy cca 1 Kč) by byla platba za rezervaci vody a 75 % platba za skutečný odběr vody, lze očekávat následující vývoj:

- **KRÁTKÉ OBDOBÍ:** nárůst průměrné platby ze 4,08 Kč/m³ na 5,31 Kč/m³ s tím, že výše platby by byla diverzifikována podle povodí a podle uživatelů v závislosti na jejich poměru mezi rezervovaným a skutečně odebíraným množstvím.
- **STŘEDNÍ OBDOBÍ:** pokles průměrné platby z 5,31 Kč/m³ v krátkém období na 4,41 Kč/m³ v důsledku přizpůsobení odběratelů (redukce zbytných nároků). Modifikace platby tak způsobí průměrný cenový nárůst o cca 8 % oproti výchozí situaci. Mírné navýšení platby je způsobeno skutečností, že odběratelé si ponechávají určitou rezervu zohledňující variabilitu jejich skutečných odběrů.

Příklad dopadů výše uvedené modifikace na konkrétní odběratele ilustruje *tabulka 1*.



Tabulka 1. Příklady dopadů přizpůsobené platby na různé odběratele povrchové vody (zdroj: Modelové výpočty z dat Souhrnné vodní bilance pro hlavní povodí České republiky)
Table 1. Examples of payment modification impacts on different surface water users

	Podnik X	Podnik Y	Podnik Z
Povolené množství v m ³	20 000	120 000	300 000
Odebírané množství v m ³	12 000	80 000	130 000
Platba celkem před modifikací v Kč (4,08 Kč/m ³)	48 960	326 400	530 400
KRÁTKÉ OBDOBÍ: Platba po modifikaci celkem v Kč (1 Kč/m ³ povolení, 3,08 Kč/m ³ odběr)	56 960	366 400	700 400
Redukce povoleného množství z podnětu podniků na (v m ³)	16 000	85 000	150 000
STŘEDNÍ OBDOBÍ: Platba po modifikaci celkem v Kč (1 Kč/m ³ povolení, 3,08 Kč/m ³ odběr)	52 960	331 400	550 400
Nárůst platby celkem oproti stavu před modifikací (%)	8 %	1,5 %	3,8 %

EKONOMICKÉ ASPEKTY

Zpoplatnění povoleného množství odběru povrchové vody nezávisle na skutečném čerpání lze považovat za poplatek za službu správcům povodí, kteří nesou náklady spojené s nabídkou povrchové vody v celkovém rozsahu jejího užívání. Tato služba je v současné době de facto bezplatná, resp. hrazená všemi uživateli v platbě za odebranou vodu bez ohledu na jejich nároky, a jako taková je výrazně nadužívána, což vytváří formální (nikoliv faktický) tlak na zdroje povrchové vody. Subjekty platí poplatek pouze za skutečně odebrané (zpoplatněné) množství vody bez ohledu na to, kolik si v rámci svých povolení rezervují. Správci povodí však ve střednědobém horizontu odhadují poptávku (potřebu) a dimenzují nabídku vody s ohledem na rezervované objemy. V střednědobém horizontu plánů povodí (6 let) takto určená potřeba, v případech nevyváženosti mezi zdroji a potřebou vody – nedostatkem vody (mj. také účinkem variability klimatu) ovlivňuje i dlouhodobá investiční opatření a rozhodnutí.

Ekonomické přínosy reálné modifikace platby proto souvisí s motivací subjektů na straně poptávky po povrchové vodě k dobrovolné redukci zbytných nároků, a tím k uvolnění prostoru k optimalizaci a vydávání nových povolení k odběru povrchové vody v případech jejího nedostatku. Racionalizace požadavků na straně poptávky dlouhodobě koriguje i potřebu investic ve vodním hospodářství, včetně nákladů nutných k jejich údržbě a provozu. Celkově dochází k efektivnější alokaci povrchové vody i optimalizaci veřejných výdajů ve vodním hospodářství.

S potenciálním zavedením nového poplatku (resp. jeho vydělení ze stávající platby k úhradě správy vodních toků a správy povodí v samostatné složce platby) se pojí obavy týkající se zdražení povrchové vody (včetně dopadů na ceny pitné vody) a rovněž výpadku příjmů správců povodí při poklesu platby za odběr (jak vlivem snížené sazby, tak i snížením zpoplatněného odběru v důsledku celkových vyšších nákladů uživatele na povrchovou vodu). Simulační model ukazuje cestu,

jak změnu způsobu zpoplatnění navrhnout, aby u těch subjektů, které plně využívají své povolení, nedošlo k navýšení celkové platby za povrchovou vodu (resp. dojde k jejímu mírnému snížení). Vyšší náklady ponese pouze ti odběratelé, kteří na základě vlastního rozhodnutí významně nedočerpají povolená množství. Vzájemný poměr obou plateb lze navrhnout v různých variantách, aby se zohlednily reálné náklady správců povodí na rezervaci vody v toku nebo nádrži. Při navržení nového nástroje lze modelovat varianty zachovávající příjmy správců povodí a výrazně nezvyšující výdaje na povrchovou vodu pro konečné odběratele.

ZÁVĚR

Výsledky modelu umožňují porovnávat různé varianty modifikace a nastavení platby k úhradě správy vodních toků a správy povodí, včetně jejich dopadů na cenu povrchové vody pro uživatele, pokrytí nákladů správců povodí prostřednictvím příjmů ze zpoplatněných odběrů povrchové vody a relace odebraného a povoleného množství povrchové vody. Výsledkem aplikace jsou pak základní podklady (v různých variantách scénářů) k hodnocení dopadů změn v regulaci nakládání s povrchovými vodami na dotčené subjekty (*stakeholders*), zejména správce povodí a uživatele vody. Mohou tak být využity při aktualizaci koncepčních materiálů ve vodním hospodářství ČR [10].

Výsledky jsou využitelné jako objektivní podklady odvozené z průběžných veřejných informačních systémů (vedených na základě legislativy) pro posuzování vlivu změn ve vodních právech a ekonomických nástrojů v oblasti vodního hospodářství [11] a nakládání s vodami, které musí být upraveny zákonem (zejména zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách). V případě legislativních návrhů změn jsou výstupy přímo uplatnitelné v rámci hodnocení dopadů regulace (tzv. RIA).

Udržitelnost fungování modelu ve smyslu platnosti principů, disponibilních dat a výsledků bez zásadních změn a úprav lze vymezit ve střednědobém časovém horizontu (5–7 let). Za předpokladu stability vodního práva v rámci EU a implementovaných prvků vodohospodářské legislativy v ČR lze udržitelnost odhadnout i déle. Model může být v kombinaci s dalšími analytickými nástroji a přístupy využit pro hlubší a detailnější analýzu fungování vodního sektoru v ČR a k odborné ekonomické interpretaci mechanismu a nástrojů vodní politiky (včetně reverzní úlohy, tj. modelování systému cílových žádoucích ekonomických nástrojů a parametrů v podmínkách blízkých reálné ekonomice sektoru).

Vytvořená metodika i model jsou přístupné zde: <http://www.ireas.cz/cz/zamereni/33-zivotni-prostredi/projekty/131-vek>.

Poznámky

1. O činnosti pracovní skupiny viz zde: <http://www.vuv.cz/index.php/cz/problematika-sucha/mezirezortni-komise-voda-sucho>
2. Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci, k provedení § 22 odst. 2 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách
3. Správní povodí jsou vymezena rámcem působnosti správců povodí, státních podniků Povodí (Labe, Vltava, Ohře, Morava a Odry), které zároveň podle § 101 vodního zákona stanovují v tomto rámci cenu povrchové vody.
4. Vážený průměr cen množství skutečně odebrané povrchové vody v jednotlivých správních povodích
5. Obě složky platby jsou konstruovány jako tzv. volumetrické, odvozené od objemu, i když odlišného (povoleného, skutečně odebraného), čili nikoli jako pevná platba a platba za odebrané množství, jak je zvykem u jiných typů dvousložkových cen

6. Šlo by o případy, kdy povolené množství je skutečně odebráno a/nebo přečerpáno, kdy však odběratel platí sankční sazbu za takové podle § 116 a § 125a vodního zákona
7. S přílišnou redukcí povoleného množství roste riziko přečerpání odběrů a sankce vycházející ze sazby 40 Kč/m³
8. Dlouhodobě lze počítat i s možným vlivem zvýšení sankční sazby v § 116, resp. § 125a vodního zákona. Účinnost zavedeného nástroje – platby za povolené množství – bude proto také záviset na stabilitě odběru konkrétního uživatele povrchové vody, jeho výkyvech a poměru potenciální úspory snížením povolení a zvýšení nákladů při přečerpání

Příspěvek prošel lektorským řízením.

ANALYSIS OF MODIFICATIONS OF THE PAYMENT FOR THE SURFACE WATER IN THE CZECH REPUBLIC

SLAVÍKOVÁ, L.¹; VOJACEK, O.²; PETRUŽELA, L.³

¹Institute for Economic and Environmental Policy, Faculty of Social and Economic Studies, University of J. E. Purkyně in Ústí nad Labem

²Faculty of Mechanical Engineering, Czech Technical University in Prague

³TGM Water Research Institute, p. r. i.

Keywords: surface water – permit for water withdrawal – payment – economic efficiency – price elasticity – river basin management – model

Recently, the Czech Republic has been affected with negative impacts of hydrological extremes (such as floods and droughts). This is the reason why different types of regulation modifications have been discussed in order to address increasing water scarcity and variability throughout a year. One issue is to address non-used excessive surface water claims (water is reserved but not withdrawn). New payments might be introduced. The paper describes the simulation model to assess impact of the new economic instrument introduction.

Poděkování

Článek vznikl v rámci řešení projektu TA ČR Omega č. TD020020 s názvem Zvýšení efektivity využívání povrchových vod posílením ekonomických nástrojů v rámci existujících alokačních mechanismů.

Literatura

[1] MRKVIČKOVÁ, M., VLNAS, R. a BERAN, A. Testování indikátorů sucha a nedostatku vody navrhovaných Evropskou komisí na pilotním povodí ČR. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2011, roč. 53, mimořádné číslo III, s. 2–6.

[2] NOVICKÝ, O., VLNAS, R., KAŠPÁREK, L., VIZINA, A. aj. *Časová a plošná variabilita sucha v České republice – závěrečná zpráva k projektu č. SP/1a6/125/08*. Praha: VÚV TGM, 2011.

[3] SLAVÍKOVÁ, L. a PETRUŽELA, P. Povolené versus reálné odběry povrchových vod v ČR – analýza dat a institucionální kontext. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2015, roč. 57, č. 3, s. 1–3.

[4] SLAVÍKOVÁ, L. a kol. *Analýza odběrů povrchové vody v ČR v letech 2001–2013*, 2014. Dostupné z: http://www.ireas.cz/images/publikace/vek_publicace.pdf, 3. 6. 2015.

[5] ARBUÉS, F., GARCÍA-VALIÑAS, M.A., and MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review, *Journal of Socio-Economics*, 2003, n. 32, p. 81–102.

[6] RENZETTI, S. *The Economics of Water Demands*. New York: Springer, 2002. ISBN 978-0-7923-7549-4.

[7] REYNAUD, A. Modelling Household Water Demand in Europe. *JRC Technical Reports*, European Commission, 2015. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/modelling-household-water-demand-europe-insights-cross-country-econometric-analysis-eu-28-countries?search>, 6. 10. 2015.

[8] PETRUŽELA, L. a DLABAL, J. Analýza faktorů a vztahů ovlivňujících stav a výhled zdrojů a potřeb užití vody v zájmovém povodí (Ohře). *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2011, roč. 53, č. 4.

[9] MZe. *Zpráva o stavu vodního hospodářství ČR v roce 2013*, 2014. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/341044/Modra_zprava_2013_komplet.pdf, 10. 12. 2015.

[10] MZe. *Koncepce vodohospodářské politiky Ministerstva zemědělství do roku 2015*, 2011. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/141438/Koncepce_VHP_MZE_2015_vc_uv927_11.pdf, 12. 9. 2014.

[11] SLAVÍKOVÁ, L. a kol. *Ekonomické nástroje k adaptaci vodního hospodářství ČR na změnu klimatu*, 2011. Dostupné z: http://www.ieep.cz/download/projekty/www_sek/sek_ekon.pdf, 9. 9. 2014.

Autoři

doc. Ing. Lenka Slavíková, Ph.D.¹

✉ slavikova@ieep.cz

Ing. Ondřej Vojáček, Ph.D.²

✉ ondrej.vojacek@gmail.com

Ing. Lubomír Petružela, CSc.³

✉ lubomir_petruzela@vuv.cz

¹Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku, Fakulta sociálně ekonomická, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

²Fakulta strojní, České vysoké učení technické v Praze

³Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.



Potok Bradava

Autoři VTEI

Ing. Libor Ansoerge

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ libor_ansorge@vuv.cz
www.vuv.cz



Zaměstnancem VÚV TGM od roku 2011. V roce 1997 ukončil inženýrské studium na Fakultě stavební Českého vysokého učení technického v Praze, obor Vodní hospodářství a vodní stavby. V současné době je na stejné fakultě studentem doktorského studijního programu obor Životní prostředí se zaměřením na budoucí potřeby vody. Jako hlavní řešitel nebo člen řešitelského týmu se podílí či podílel na řešení několika výzkumných projektů.

RNDr. Josef Vojtěch Datel, Ph.D.

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ josef_datel@vuv.cz
www.vuv.cz



Absolvoval Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze (PřF UK), obor Hydrogeologie a inženýrská geologie (1987), RNDr. v oboru Hydraulika a hydrologie podzemních vod (1988) a v roce 2008 obhájil doktorskou disertační práci v oboru Regionální hydrogeologie termálních vod. V letech 1988–1996 pracoval jako samostatný hydrogeolog ve firmě Vodní zdroje, a. s., na úseku ochrany a sanace vod. Od roku 1996 působil jako odborný asistent na PřF UK, kde byl od roku 2008 vedoucím oddělení hydrogeologie. Od roku 2011 působí ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka jako vedoucí oddělení hydrologie a současně působí jako vyučující na PřF UK. Věnuje se ochraně vod, regionální hydrogeologii, hydrologii podzemních vod a managementu vodních zdrojů. Od roku 1996 je předsedou České asociace hydrogeologů (ČAH) a od roku 2016 předsedou Českého komitétu Mezinárodní asociace hydrogeologů (IAH). Je jedním z hlavních a dlouholetých organizátorů českých hydrogeologických kongresů. V posledních letech se zabýval výzkumnými projekty na témata managementu malých vodních zdrojů, zranitelných oblastí, znečišťování vod ze zemědělské výroby nebo konceptuálních a matematických modelů proudění a transportu látek v lokalitách jaderných elektráren Dukovany a Temelín.

Dr.-Ing. Torsten Heyer

Technická univerzita Drážďany

✉ torsten.heyer@tu-dresden.de
www.tu-dresden.de



Dr.-Ing. Torsten Heyer pracuje v Ústavu vodních staveb a aplikované hydromechaniky na Technické univerzitě v Drážďanech. V roce 1999 ukončil studium stavebního inženýrství na Technické univerzitě v Drážďanech, včetně jednoletého pobytu na Heriot-Watt University v Edinburghu. Pracoval jako vývojový inženýr v přístavní stavební firmě v Rostocku v Německu. Kromě přednášení na školách v oblasti říčního, navigačního, pobřežního a námořního inženýrství se věnuje hlavně výzkumu analýz rizik spojeného s povodňovými cestami a posouzením bezpečnosti hrází. V současné době je jeho hlavním zaměřením výzkum analýzy povodňových rizik na základě spojení 3D modelů měst s hydronumerickými modely a šetření technických opatření k ochraně hráze před zavrtávajícími se zvířaty.

RNDr. Marek Liška, Ph.D.

Povodí Vltavy, s. p.

✉ marek.liska@pvl.cz
www.pvl.cz



Vedoucí útvaru vodohospodářských laboratoří státního podniku Povodí Vltavy. Vystudoval obor Hydrobiologie na Katedře parazitologie a hydrobiologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze. Zde dále pokračoval v doktorském studiu zaměřeném na bioakumulaci stopových prvků v biomase vodních organismů. Po ukončení studií pracoval v laboratoři Úpravny vody Želivka a od roku 1996 pracuje v útvaru vodohospodářských laboratoří státního podniku Povodí Vltavy. Odborně se zabývá problematikou monitoringu toků a nádrží, hodnocením ekologického a chemického stavu vod (zejména živin). V posledních letech se také zaměřil na studium a hodnocení pesticidních látek, farmak a dalších specifických látek v našich povrchových vodách.

doc. Ing. Lenka Slavíková, Ph.D.

Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku, UJEP

✉ slavikova@ieep.cz
www.ieep.cz



Výzkumná pracovníce a učitelka na Fakultě sociálně ekonomické Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. Absolvovala VŠE v Praze, obory Hospodářská politika a Ekonomika životního prostředí. Dlouhodobě se věnuje problematice nástrojů v ochraně životního prostředí a jejich aplikaci na oblasti vodního hospodářství. V roce 2009 dokončila doktorát se zaměřením na ekonomické teorie relevantní pro ochranu životního prostředí a jejich aplikace na složku voda. V roce 2015 získala titul docent v oboru Veřejná ekonomie na Masarykově univerzitě v Brně.

RNDr. Jitka Svobodová

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ jitka_svobodova@vuv.cz
www.vuv.cz



Je zaměstnancem oddělení ochrany vodních ekosystémů ve VÚV TGM od roku 1998. V roce 1983 absolvovala obor Ochrana přírodního prostředí na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Podílí se na řešení projektů Monitoring lokalit soustavy Natura 2000 jako nástroj pro efektivní management a ochranu autochtonních populací raků, kde je hlavním řešitelem. Členem řešitelského týmu byla v projektech Výzkum a ochrana hydrosféry – Podmínky zachování výskytu zvláště chráněných druhů vodních a mokřadních organismů se zaměřením na problematiku ekologie raka kamenáče a raka říčního, Emise a jejich dopad na vodní prostředí, Revize odhadů zabezpečení odběrů vody pro NJZ EDU – III. etapa: Posouzení jakosti vody v profilu Jihlava pod VD Mohelno, Erozní smyv – zvýšené riziko ohrožení obyvatel a jakosti vody v souvislosti s očekávanou změnou klimatu.

Rozhovor s prezidentem Mezinárodní komise pro ochranu Dunaje Ing. Petrem J. Kalašem

Co je Mezinárodní komise pro ochranu Dunaje a čím se zabývá?

Mezinárodní komise pro ochranu Dunaje (MKOD) je jednou z největších mezinárodních aktivit v ochraně vod. Počátky ochrany řeky Dunaje sahají do osmdesátých let, kdy byla v Bukurešti v roce 1985 podepsána Deklarace na ochranu Dunaje. V roce 1992 na podnět Evropských společenství zahájil činnost Environmentální program Dunaj podporovaný z mezinárodních zdrojů, který se už týkal celého povodí Dunaje. Mezinárodní komise pro ochranu Dunaje byla založena za účelem naplňování Úmluvy o spolupráci pro ochranu a únosné využívání Dunaje (Dunajská úmluva), která byla předložena k podpisu 29. června 1994 v Sofii. Česká republika ji podepsala a zároveň ratifikovala 10. března 1995. Úmluva vstoupila v platnost dne 22. října 1998. Jejimi smluvními stranami jsou Bosna a Hercegovina, Bulharsko, Česká republika, Chorvatsko, Maďarsko, Moldávie, Německo, Slovensko, Slovinsko, Srbsko, Černá Hora, Rakousko, Rumunsko, Ukrajina a dříve Evropská společenství.

Mezi hlavní cíle úmluvy patří:

- dosažení udržitelného rozvoje vodního hospodářství, včetně ochrany a rozumného využívání povrchových a podzemních vod,
- omezení nebezpečí havárií s možností úniku látek nebezpečných pro vodní prostředí,
- snížení povodňového nebezpečí,
- přispívání ke snižování znečištění Černého moře ze zdrojů v povodí Dunaje.

Mezinárodní komise pro ochranu Dunaje se rovněž zavázala k plnění úkolů souvisejících s implementací směrnice 2000/60/ES ustávající rámec pro činnost společenství v oblasti vodní politiky (tzv. Rámcová směrnice o vodách) v celém povodí Dunaje v souladu s článkem 3 této směrnice.

Mezinárodní komise pro ochranu Dunaje disponuje strukturou pracovních skupin, ve které působí experti členských států a EU za účelem plnění cílů stanovených úmluvou.

V roce 2016 předsedá ČR MKOD. Jaké jsou priority českého předsednictví?

V rámci MKOD je zaveden rotační systém předsednictví v anglickém abecedním pořadí, kdy se jednotlivé státy střídají v předsednictví MKOD vždy na jeden rok. Česká republika přebrala pro letošní rok předsednictví od Chorvatska, v roce 2017 bude MKOD předsedat EU. Tyto státy tvoří tzv. Troiku, která je poradním orgánem MKOD a slouží také k zajištění kontinuity předsednictví.

Česká republika na jednání vedoucích delegací ve Vídni v prosinci 2015 představila své priority, kterými jsou:

- aktivní podpora realizace dvou strategických plánů – Mezinárodního plánu povodí Dunaje a Mezinárodního plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Dunaje,
- problematika povodní a sucha jako reflexe globální klimatické změny s propojením na cíle udržitelného rozvoje,
- podpora stávající spolupráce v regionu včetně zprostředkování know-how, zkušeností a uplatnění inovativních technologií.

Jaké jsou hlavní problémy a výzvy v povodí Dunaje? A jak může ČR k jejich řešení přispět?

Členské státy MKOD stanovily pro plánovací období 2016–2021 následující významné vodohospodářské problémy v mezinárodním povodí Dunaje:

- znečištění organickými látkami,
- znečištění živinami,
- znečištění nebezpečnými látkami,
- hydromorfologické změny.

K řešení těchto otázek obecně ČR přispívá implementací plánovaných opatření v národní části mezinárodního povodí Dunaje. Z pozice předsedající země chceme s ostatními zeměmi sdílet zejména zkušenosti a také informovat o možnostech financování mezinárodních projektů, jejichž realizace přispěje k řešení zmíněných vodohospodářských problémů v mezinárodním povodí Dunaje.

Jednou z hlavních výzev a zároveň příležitostí v povodí Dunaje je počet a ekonomická různorodost států v povodí a potřeba koordinace povinností států EU s možnostmi států mimo EU tak, aby byly naplňovány požadavky evropských směrnic v oblasti ochrany vod.

I v této oblasti může ČR, která se od svého přistoupení k Dunajské úmluvě v průběhu času stala členským státem EU, sdílet nejen své zkušenosti, ale také expertní znalosti a technologie.



Předání předsednictví a symbolické láhve vody z Dunaje České republice (Petr J. Kalaš vlevo) z rukou Chorvatska (Dražen Kurečić vpravo)

Česká republika neleží přímo na Dunaji, a proto není v ČR povědomí o souvislosti mezi ochranou této řeky a ČR. Myslíte si, že předsednictví v MKOD by to mohlo změnit? Jak byste mohl přispět k tomu, aby byla problematika Dunaje a jeho přítoků viditelnější v České republice?

Jako jeden z 15 signatářů Dunajské úmluvy je ČR propojena s programem ochrany Dunaje prostřednictvím povodí řeky Moravy a řadou národních expertů zapojených do tematických pracovních skupin v rámci MKOD. Předsednictví ČR vytváří příležitost k meziresortnímu rozšíření již dobře etablovaného expertního povědomí o ochraně Dunaje. Za tímto účelem byla započata meziresortní spolupráce pod vedením Ministerstva životního prostředí s Ministerstvem pro místní rozvoj, Ministerstvem zahraničních věcí, Ministerstvem zemědělství a Úřadem vlády České republiky. V rámci tohoto uskupení jsou diskutovány možnosti podpory českého předsednictví ze strany jednotlivých sektorů. Dochází tak k přenosu informací o Dunaji a o MKOD dále mimo vodohospodářský sektor.

Navíc postupná realizace obou strategických plánů bude vytvářet projektové příležitosti i pro české poradenské firmy a průmyslové podniky.

Jako prezident MKOD jste předsedal 3. ministerské konferenci MKOD, která se konala 9. února ve Vídni. Jak byste zhodnotil konferenci a její výstupy? Co myslíte, že by mělo být učiněno, aby se udržel vysoký politický zájem o hospodaření s vodou v povodí Dunaje?

Význam 3. ministerské konference spočíval zejména v přijetí Dunajské deklarace, která mimo jiné obsahuje přijetí Mezinárodního plánu povodí Dunaje a Mezinárodního plánu pro zvládnání povodňových rizik v povodí Dunaje pro období 2016–2021 přítomnými ministry a vysokými představiteli 14 členských zemí a EU. Toto politické přijetí na vysoké úrovni vytvořilo silný mandát pro postupnou implementaci navržených opatření. Cílem českého předsednictví je tento vysoký politický zájem udržovat. Proto připravuji na jedné straně osobní návštěvu některých zemí MKOD za účelem diskuse možné koordinace mezinárodních a národních finančních programů. Současně bude důležité udržovat aktivní činnosti sekretariátu a pracovních a expertních skupin MKOD, která je předpokladem pro úspěšnou implementaci obou zmiňovaných mezinárodních plánů.

MKOD koordinuje práce v přeshraničním kontextu v rámci celého povodí Dunaje. Jak podle Vás souvisí tyto práce s globálními akcemi od přizpůsobení se změně klimatu k cílům udržitelného rozvoje?

Implementace navržených opatření k ochraně Dunaje je rovněž příkladem lokální a regionální adaptace na globální dopady klimatických změn. Zmíněná priorita českého předsednictví v oblasti povodní a především sucha je přímo zaměřena na spolupráci ke zmírnění klimatických dopadů v podunajském regionu. Rovněž řada mezinárodně přijatých cílů udržitelného rozvoje je aktuální v regionálním kontextu povodí Dunaje, spolupráce v rámci MKOD by měla dále usnadnit naplňování těchto cílů.

Víte o nových iniciativách nebo mezinárodních organizacích v Dunajském regionu, se kterými by mohlo být přínosné navázat spolupráci v oblasti vodního hospodářství?

Vedle pokračování přínosné spolupráce se stávajícími partnery MKOD je cílem českého předsednictví identifikovat a vytvářet nová přínosná strategická partnerství. Slibnými příklady je navázání kontaktů na vysoké úrovni a potvrzení zájmu o partnerství a spolupráci ze strany Organizace spojených národů pro zabezpečení potravinové bezpečnosti a zemědělství (UN FAO) a Světové podnikatelské rady pro udržitelný rozvoj (WBCSD). Zatímco FAO svými regionálními programy posílí potřebné zapojení sektoru zemědělství, jednoho z hlavních zdrojů znečištění Dunaje živinami, do dalšího snižování těchto negativních dopadů, spolupráce s WBCSD by měla posílit roli privátního sektoru při implementaci obou mezinárodních plánů.

Redakce



Fotografie ministrů a vysokých představitelů MKOD v rámci 3. ministerské konference (9. 2. 2016, Vídeň)

2/5–30/6/2016

Výstava – Zatopené kulturní a přírodní dědictví jižní Moravy

www.zatopene-dedictvi.eu

MORAVSKÝ ZEMSKÝ ARCHIV V BRNĚ
Palachovo nám. 1, po–ne 9–17 h

Pořádá Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., v rámci projektu NAKI Ministerstva kultury ČR a Moravský zemský archiv Brno ve spolupráci s Výzkumným ústavem Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., Ústavem geoniky AV ČR, v.v.i., a Povodím Moravy, s.p.



ZATOPENÉ
KULTURNÍ A PŘÍRODNÍ DĚDICTVÍ
JIŽNÍ MORAVY



MORAVSKÝ ZEMSKÝ ARCHIV V BRNĚ
Palachovo nám. 1
po-ne 9 - 17h

2/5 - 30/6/2016

www.zatopene-dedictvi.eu

Pořádá Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., v rámci projektu NAKI Ministerstva kultury ČR a Moravský zemský archiv Brno ve spolupráci s Výzkumným ústavem Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., Ústavem geoniky AV ČR, v.v.i., a Povodím Moravy, s.p.



Pietro Angelo Secchi a jeho stopadesátiletá deska

Druhým rokem běží v ČR projekt občanské vědy Měření průhlednosti vody na rybnících. Druhým rokem se na stovkách rybníků intenzivně měří průhlednost vody, a to ve třech klíčových obdobích: v druhé polovině dubna a června a na přelomu srpna a září. Druhým rokem si doma stovky dobrovolníků vyrábí Secchiho desky, aby mohli pomoci v ochraně tzv. deštníkového druhu potápky černokrké, ale i dalších druhů živočichů a rostlin vázaných na mokřady. Připomeňme si v rámci stopadesátiletého výročí „vzniku“ tohoto limnologického nástroje osobu jeho „objevitele“, astronoma, meteorologa, přírodovědce a jezuitu Pietra Angela Secchiho.

Hádám ostatně, že jen málokterý odborník četl normu ČSN EN ISO 7027:2000 (757343) Jakost vod – Stanovení zákalu. Stejně tak vzácným bude mezi vodohospodáři výkon tzv. průhledové zkoušky, ale ani metrologičtí puristé netuší, co za poklad skrývá definice: „Zkušební deska pro měření průhlednosti, vyrobená z litého bronzu a potažená bílým plastem, připevněná na řetízek nebo na tyč.“ Většina z povolání bere do ruky Secchiho desku a finesy definice je nechávají zcela chladné. Rovněž tak mne. Tedy do chvíle, než jsem začal „podporovat“ projekt Měření průhlednosti vody na rybnících a musel zodpovědět překvapivě banální otázku: „Jak přesně má ta deska vypadat?“ Proto jsem se značnou pilí prohledal málo známé texty. V následujícím článku bych chtěl seznámit čtenáře s nálezy vnesenými z hlubin zapomnění. Je mým přáním, abyste se pak na webu www.voda.birds.cz zapojili do projektu České společnosti ornitologické, který podporují Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Česká limnologická společnost a Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy.

PIETRO ANGELO SECCHI

Když před 150 lety vyšel v pařížských zprávách ze zasedání Akademie věd (Comptes Rendus de l'Académie des sciences) čtyřstránkový článek O průhlednosti moře, skoro nikdo neočekával, autory zřejmě nevymýšlejí, že se stane něčím přelomovým. Je pravda, že za dopisem projednaným na zasedání ze 17. července 1865 byl podepsán (jako druhý za kapitánem lodi Alessandro Cialdim) také italský meteorolog, astronom, fyzik, ředitel vatikánské observatoře a jezuita Pietro Angelo Secchi. A je také pravda, že o rok starší italská předloha článku je se svými 32 stranami mnohem podrobnější. Ve zpětném pohledu na Secchiho celoživotní dílo nám ale přesto připadá, že plavba na korvetě *Neposkvrněná* počítá v okolí *Civitavecchia* měla spíš charakter „nedělního pikniku“. Posuďte sami.

V roce 1865 byl Pietro Angelo Secchi, SJ (Societas Jesu), ve vědeckých kruzích již dostatečně známý jakožto autor obsáhlého *Souhrnu fyziky sluneční soustavy* (1859) či revidovaného *Struveova katalogu dvojhvězd* (1859), kterých během sedmi let práce potvrdil přes 10 000. Díky fotografování zatmění Slunce (1860) prokázal, že koróna a protuberance jsou vlastní projevy Slunce. Jeho fotografie musely být velmi kvalitní. Ostatně jeho snímky měsíčního kráteru Copernicus se rozhodla distribuovat mezi ostatní astronomy sama Královská společnost v Londýně. Secchi měl na kontě mj. také primát ve studiu spekter Uranu a Neptunu.

Ano, byla to doba rozmachu spektrálního měření. Připomeňme stručně, že sice již padesát let byl znám objev 574 absorpčních čar ve slunečním záření (1814) slavného optika Josepha Fraunhofera. Nicméně až v roce 1859 chemici Robert Bunsen a Gustav Kirchhoff svými heidelbergkými pokusy poskytli vysvětlení jejich původu. Fraunhofer byl také prvním, kdo díky své výjimečně kvalitní optice zjistil, že Sírius a další hvězdy nejvyšší magnitudy se absorpčním

spektrům od Slunce podstatně liší. Byl to ale až Secchi, kdo díky systematickému pozorování dokázal, že některé absorpční čáry nemají původ v atmosféře Slunce, ale v atmosféře Země. Pro limnologii klíčový rok 1865 zastihl Secchiho uprostřed jeho největšího díla, katalogizace hvězd. Tento italský astronom na základě pozorování spekter 4000 hvězd vytvořil jejich první klasifikaci (1868). Přičemž čtyři hlavní skupiny doplnil později objevem tzv. uhlíkatých hvězd. Dodejme na závěr spektroskopického odbočení, že i tak mistrovský systematick se „tesařsky utnul“, resp. přehlédl jednu maličkost. Roku 1868 amatérský pozorovatel Slunce Norman Lockyer prohlásil, že ve slunečním spektru našel jednu čáru, která nepatří žádnému z dosud známých prvků. Pozorování výrazně žluté emisní čáry provedl sice až v říjnu, tedy dva měsíce po Juliu Janssenovi, ale s kolegou chemikem pohotově pojmenoval nový prvek po řeckém bohu Slunce. Jednalo se mj. o první chemický prvek objevený dříve mimo Zemi než na Zemi.

Leč vraťme se k dokončení pestrého výčtu Secchiho prací. Z počátku kariéry se v meteorologických bádáních věnoval výzkumu elektrického pole Země, polárních září, blesků, vzniku krup a všeho podstatného k prognostice počasí. Stranou zájmu nezůstal ani magnetismus, protože Secchi založil magnetickou observatoř (1858). Slávu mocných a lidu získal za vynález meteorografu, automatického záznamníku denního průběhu tlaku, teploty, deště, směru větru a relativní vlhkosti. Insignie důstojníka Čestné legie převzal od Napoleona III. a Řád zlaté růže od krále Brazílie, obojí na světové výstavě v Paříži (1867). Ještě předtím se stihl věnovat trigonometrii Via Appia a Vatikánu, a to tak důkladně, že se jeho měření stala základem geodetického popisu Apeninského poloostrova a jižní Evropy.

Životopisné medailonky se uzavírají členstvími, učiňme tak i zde. P. A. Secchi byl zvolen členem britské Královské společnosti v Londýně, francouzské Akademie v Paříži i ruské Akademie v Sankt-Petěrburgu. Podle jiných pramenů také akademií v Bruselu, Madridu, Filadelfii a Berlíně. Není zkrátka divu, že po Secchim nesou jména nejen krátery na Měsíci a Marsu, planetka a kometa, ale také sestava kamer umístěných na dvojici družic STEREO asynchronně obíhající Slunce (vypuštěny r. 2006). Tyto kamery umožňují sledovat výrony koronárních hmoty ve 3D projekci od jejich vzniku až po dopad na Zemi a mj. tak varovat naši elektronickou civilizaci.

DESKA

Trpělivě se ptáte, jak do úctyhodného seznamu zapadá limnologicky zřejmě nejprimitivnější nástroj, Secchiho deska? Vraťme se k přelomovému článku z roku 1865 a na moře. Hloubka vody se tehdy měřila na nejpraktičtější známé jednotky, tedy sáhy. Byť asi nebyly u všech mužů a posádek zcela jednotné, upažení lodníka je při uchopování kotevního lana zcela přirozeným pohybem (1 fathom, česky sáh = 6 stop = 18 dlaní = 72 palců a tedy 1,8288 metru). Lodníky ovšem zajímala také zcela prostá věc, maximální průhlednost moře. Jednak kvůli základní bezpečnosti plavby, ale také z prozaičtějších důvodů, při hledání vraků a pokladů ze starých lodí. Secchi vůbec nebyl první, kdo průhlednost měřil a rozhodně nebyl první, kdo vynalezl „bílou desku“. Nebyl by to ovšem on, kdyby se úkolu neujal zcela systematicky.

Začněme ale popořádku. V elektronicky dostupné literatuře se jako nejstarší měření průhlednosti moře opakovaně uvádí pozorování kapitána Johna Wooda Jr. z roku 1677. Ten při hledání Severní cesty se svojí fregatou *Speedwell* zaznamenal do deníku: „Voda mezi krami a zemí je nejslanější, co jsem kdy chutnal,



a o poznání těžší, zejména však je také nejprůhlednější na světě... mohl jsem vidět dno v 80 sázích vody velmi hladce a mohl jsem vidět lastury na dně velmi hladce." Aby byly překonány obtíže pozorování při neklidné hladině, byla vynalézána důmyslná podvodní kukátka a „stolečky“ na zklidnění hladiny. Hlavní prvek instrumentu, tedy ponořovaná část, prodělal v 19. století „bouřlivý“ vývoj.

První záznam ponoření bílé desky za účelem zjištění průhlednosti pochází podle znalců od Adelberta von Chamisso a datuje se rokem 1815. Nicméně již zde nacházíme pravděpodobně první povýšení talíře z důstojnické jídelny na vědecké zařízení, když čteme: „For want of this, a white earthen plate, or a board covered with white stuff, might be used.“ Osvědčil se mu mnohem lépe, než na laně připevněný červený hadr.

Další zásadní poznatek k metodice přinesl Xavier de Maistre (1832), když čtvercový plech natřený bíle pozoroval nejlépe: „pod stínem deštníku, kterýž byl držen nad mojí hlavou“. Další námořníci alternovali s bíle natřeným hrncem, obručkami obalenými bílou látkou, aby překvapivě skončili u jídelních talířů. Aby si čtenář nemyslel, že čte aprílový příspěvek, citujme ze zápisů plavby 1838–1842: „First we tried an iron pot, painted white, next we tried a sphere of hoops, covered with white cotton cloth. Then we tried a mere hope, covered with a canvas. At last we took a common white dinner plate. It was good enough.“

Originálně se problematiky doslova „musel chopit“ Michael Faraday, když při plavbě parolodí přes zakalenou Temži v r. 1855: „vzhled a smrad přinutil jich věnovat pozornost vodě. Řeka byla plná neprůhledné bledě hnědé tekutiny. K řádnému otestování stupně průhlednosti, natrhal jsem jednu bílou kartu na kousky, omočil je, aby lépe klesaly pod hladinu.“

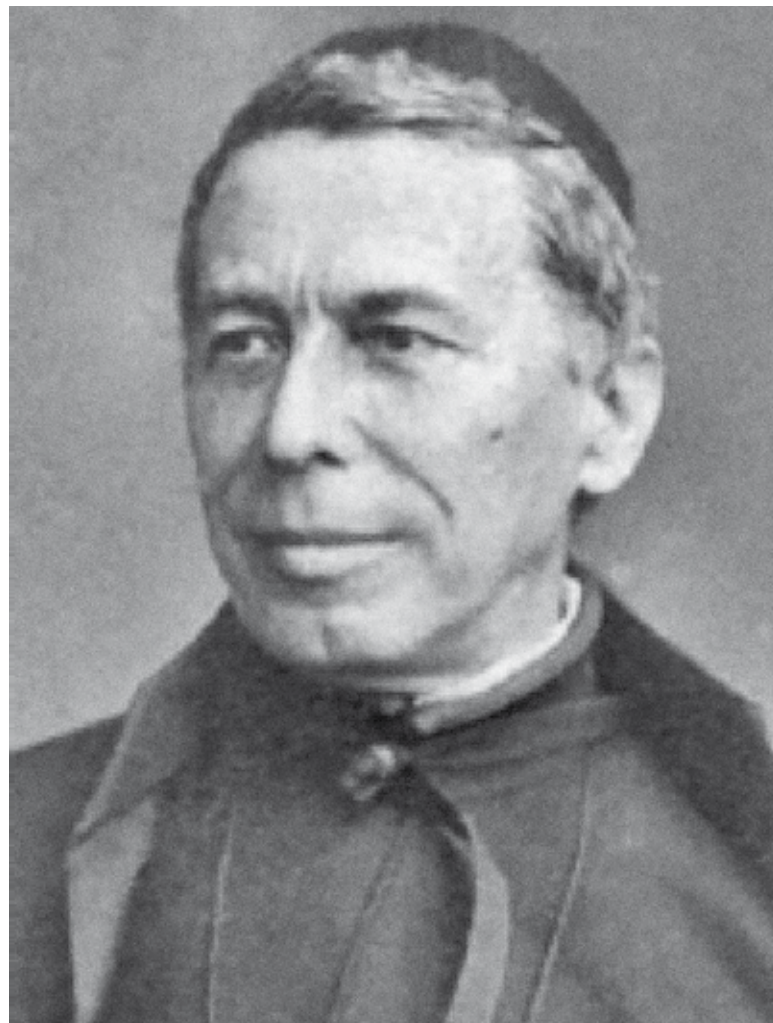
Pozorný čtenář zajisté tuší, že se historický exkurz blíží klíčovému letopočtu 1865 a spravedlivě očekává zápletku. Ta přichází zaslouženě s trpkou vzpomínkou Josefa Romana Lorenze, později rytíře von Liburnau. Jmenovaný, jakožto přírodovědec, později ministerský úředník mocnářství a nakonec prezident rakouské Meteorologické společnosti podnikl roku 1858–60 výzkumy v Kvarnerském zálivu, aby prozkoumal fyzikální poměry a rozšíření organismů. Samozřejmě, že opakovaně měřil průhlednost vody bílým diskem. Nenapadlo jej však, byť dílo vykonal celých sedm let před Secchim, aby „diskovou metodu“ (das Scheiben System) pojmenoval podle sebe!

JIŽ 150 LET

Na tomto místě se ovšem vkládá do historie limnologie Pietro Angelo Secchi a parní korveta Neposkvrněné početí, píše se rok 1864. Secchi jako obvykle postupuje zcela systematicky, jak můžete snadno sami nahlédnout z následující excerptce jeho francouzského článku.

„Secchi sleduje a zaznamenává všechny meteorologické a astronomické okolnosti měření. Zkouší několik velikostí disku, počínaje deskou 3,73 m velkou, aby optimalizoval průměr na 0,40 m. Mění jejich povrchy co do barvy i materiálu. Měří při různých deklinacích Slunce, při různém stavu oblohy, při různých klidné či zčeřené hladině. Pokusy opakuje na několika místech plavby, na různých stranách lodi a také sestupuje do člunu těsně k hladině, aby výsledek srovnal s měřením z paluby. Používá i spektrograf, ale bez výrazného zpřesnění výsledku.“

Koncem dubna je moře dokonale čisté a nemíchané, nacházejí se 6–12 mil od pobřeží, nad hloubkou 300 m. Třetí den plavby jsou podmínky obzvláště příznivé, a tak je průhlednost naměřena dokonale přesně a má hodnotu 44 až 45 metrů. Vítězí porcelán. Spolehlivý je pohled ze člunu od hladiny a velký stín na vodě. Malý disk je hůře rozeznatelný, ale postačuje vzhledem k odchylkám od velkého a jednodušší manipulaci. Bílé mraky snižují průhlednost oproti jasné obloze až o 4 m. Pečlivě jsou zaznamenány změny barvy vody s rostoucí hloubkou, postupně od odstínů nazelenalé a nakonec modré barvy, která postupně tmavne. Pak deska mizí z dohledu lidského oka, tedy je k nerozlišení od okolní vody. Žluté disky mizí v poloviční hloubce. Analýza spektroskopem vykazuje postupné mizení červené barvy, poté žluté a nakonec zelené barvy. Protože indigo a modrá zůstávají beze změny, je barva mořské vody modrá až do fialova.



Pietro Angelo Secchi, SJ (18. 6. 1818–26. 2. 1878), (zdroj Wikipedie)

Secchi správně usoudil, že těžko zjistí maximální průhlednost, dokud nebude přesně znát absorpci atmosféry. Stejně tak je správný postřeh, že zmizí-li deska z dohledu, ještě to neznamená, že v dané hloubce již není světlo. Nemůže tedy stanovit hloubku úplné absorpce světla, ale pouze maximální průhlednosti, potažmo viditelnosti dna. Aby světlo dorazilo do našeho oka, musí urazit dvojnásobnou vzdálenost, která je rozhodně větší než naměřená průhlednost. Věří tedy v záznamy jiných pozorovatelů, v mořích jako je Středozemní, v rozsahu 50 m, těžko však 60 m. Pochybuje o záznamech 100–200 m tím spíše, že málokteré dno je stejně odrazivé jako dno talíře. Dodává nicméně, že by bylo vhodné zopakovat tato měření i v jiných mořích.“

V říjnu 1864 je uveřejněno zmíněných 32 stran v italském „Il Nuovo Cimento“, následujícího roku vychází stručná stať francouzsky v Comptes Rendus a začátkem 20. století je pojem „Secchi disc“ již běžně používán. A takový je základ měření průhlednosti vody. Zůstane zřejmě navěky nerozhodnuto, proč padla volba na dnešní průměr 30 cm (užíváno při výzkumu na moři, protože ve sladkých vodách bohatě postačuje 20 cm), ale porcelánové, resp. kameninové talíře zřejmě nemohly příliš vybočit z průměru a Secchiho velikost 40 cm se možná z ekonomických důvodů dlouho neudržela.

ZÁVĚR

Dodejme na závěr, že život Pietra Angela Secchiho, SJ, byl s vodou osudově spjat nejméně třikrát. Poprvé, když s dalšími jezuity prchal do USA před italskou revolucí roku 1848 a jeho spolubratr a učitel Francesco de Vico zemřel po plavbě do Londýna na tyfus. Tentýž de Vico ještě sepsal mladému bratrovi doporučení na místo ředitele observatoře, se kterým se Secchi, který zatím dokončil doktorát z teologie, vrátil o dva roky později do Vatikánu. Observatoř hbitě přesunul do chrámu sv. Ignáce, kde vybudoval moderní instituci, postupně ji vybavil svými přístroji a zůstal jejím ředitelem až do své smrti roku 1878. Podruhé, byť okrajově, se voda dotýká Secchiho osudu v rané fázi jeho meteorologických studií, když se zabýval povahou dobré pitné vody a původem „římského klimatu“. Konečně potřetí byl k vodě vztažen během jara 1864. To už ale třímal v ruce desky, z nichž jedna navždy ponese jeho jméno.

Poděkování

Práce nebyla podpořena žádným grantem a vznikla na sklonku astronomického jara ve snaze povzbudit kolegy limnology a vodohospodáře k zapojení se do akce „Měření průhlednosti vody na rybnících“ i v nastávajících měsících léta 2016. Kdyby někdo i po přečtení článku pochyboval o jednoznačné definici měřidla, necht' zjistí, že ČSN 75 7343 je doopravdy vyčerpávající: „V typickém provedení jde o disk průměru 200 mm, do kterého je vyvrtáno šest děr, každá průměru 55 mm, rozmístěných na kružnici průměru 120 mm“. Spolu s většinou prohlašuji, že jsem takové provedení v životě neviděl.

Použité odkazy a literatura

Osnovu pro úvodní historickou část jsem čerpal z vynikající knihy: Heather Couperová a Nigel Henbest (2009): Dějiny astronomie – Universum, Praha. Z anglického originálu: The History of Astronomy (2008), přeložil Marek Chvátal, ISBN 978-80-242-2367-4.

Detaily Secchiho života jsou převzaty zejména z webu (přístup 20. 6. 2015) www.newadvent.org/cathen/13669a.htm a z wikipedie heslo Angelo_Secchi. Stejně tak doplnění detailních informací z historie astrofyziky je z angl. verze wikipedie (přístup 20. 6. 2015), hesla Joseph_von_Fraunhofer; Helium; STEREO.

Historii měření průhlednosti (část Deska) jsem obsáhle čerpal z práce Wernand, M.R. (2010): On the history of the Secchi disc.– *J. Eur. Optical Soc.* 5: 6.

Excerpt Secchiho vlastní práce pochází z francouzského originálu: Cialdi, M. and P. A. Secchi (1865): „Sur la transparence de la mer.“ *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences* 61: 100–104. Děkuji na tomto místě p. Josefu Vopršálkovi za pomoc s pochopením textu.

Italský originál práce mi nebyl v době sepsání článku dostupný. Secchi, P. A. (1864): „Relazione delle esperienze fatte a bordo della pontificia piroscafo l'Immacolata concezione per determinare la trasparenza del mare; Memoria del P. A. Secchi.“ *Il Nuovo Cimento* 20(1): 205–238.

Autor

Mgr. Daniel Fiala

✉ daniel_fiala@vuvv.cz

Oddělení ochrany vodních ekosystémů, VÚV TGM, v. v. i.



Zapojte se do ochrany potápky černokrké

JAK NA TO?

1. vyrobte si Secchiho desku
2. změřte průhlednost rybníka ve svém okolí
3. zapište údaje na webu ČSO (<http://voda.birds.cz>)

POMOZTE NÁM ZMĚŘIT PRŮHLEDNOST VODY V RYBNÍCÍCH!

Nádherně a nápadně zbarvená potápka černokrká – pták roku 2015, je veřejnosti téměř neznámá. Jejich počty se u nás v minulosti dramaticky měnily. V padesátých a šedesátých letech hnízdily potápky černokrké v koloniích i o několika stovkách párů. V roce 2014 se podařilo najít jen 50 hnízd. „Takto drastický pokles dříve silné populace nemá v evropském kontextu obdoby. Například v Polsku či Německu se potápkám stále daří dobře. Příčiny úbytku tedy musíme hledat u nás doma,“ říká ornitolog a specialista na potápky Jaroslav Cepák z ČSO. O potápce černokrké se dozvíte více, pokud si přečtete zvláštní číslo časopisu Ptačí svět na <https://cs.publero.com/reader/59176> nebo si objednáte jeho tištěnou verzi.

Pro potápku černokrkou je životně důležitá průhlednost vody v rybnících, kde hnízdí. Pokud je voda zakalená, těžko najdou potravu, protože ji jednoduše nevidí. V České republice je dnes podle různých odhadů necelých 120 000 ha mokřadů (1,5 % rozlohy země), z toho 52 000 ha připadá na rybníky. Rybníky a zejména jejich příbřežní pásmo (litorál rybníků) jsou mnohdy lokálním centrem biodiverzity a jsou často předmětem zájmu státní ochrany přírody.

Rybníky mají kromě rybochovné (produkční) funkce i celou řadu mimoprodukčních funkcí (rekreace, sport, protipovodňová ochrana, dotace vodních toků při suchu, atd.).

Drtivá většina z cca 20 000 rybníků je ale v současnosti postižena eutrofizací, tedy nadměrným přísunem živin, zejména fosforu. Ať už jde o úmyslné hnojení za účelem vysokých přírůstků ryb (především kapra) nebo znečištění z přítoků, takto zatížené rybníky nemohou plnit svoji ekosystémovou službu. Přírozená retence fosforu v průtočných rybnících je kvůli tomu bohužel značně snížena. Mezi největší původce znečištění rybníků v současné době patří odpadní vody z vesnic a měst, hnojení rybníků a erozní splachy z orné půdy. Česká republika dosud postrádá účinné limity pro vypouštění fosforu v odpadních vodách a aplikace legislativních předpisů je značně benevolentní.

Zajímavostí je, že v renesanci dosahovala celková rozloha rybníků 180 000 ha a České země patřily k evropským velmocem v chovu ryb. Dubraviova kniha Libellus de piscinis et piscium patřila mezi nejdůležitější knihy své doby a na díla českých rybníkářů se hledělo po celé Evropě s velkým respektem. Tehdy ale produkce kapra dosahovala asi 50 kg/ha, oproti dnešním 500 kg/ha.

Jak je to u nás s průhledností vody v rybnících se rozhodla zjistit Česká společnost ornitologická ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v. v. i. Vyhláší proto celostátní akci pro veřejnost „Pták roku – měření průhlednosti vody na rybnících“

Podrobné informace k akci naleznete na: <http://voda.birds.cz>

Mgr. Daniel Fiala
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
Podbabská 2582/30, Praha 6, 160 00

✉ daniel_fiala@vuv.cz
tel: +420 220 197 348



Foto: Martin Mecnarowski – www.photomecan.eu

Neinvazivní a šetrné postupy řešení kvality prostředí a údržby vodních prvků v rámci památkové péče – představení projektu

Výzkumný tým složený z pracovníků brněnské pobočky VÚV TGM a referenčních laboratoří v Praze začal od března 2016 pracovat na řešení výzkumného projektu DG16P02M032 „Neinvazivní a šetrné postupy řešení kvality prostředí a údržby vodních prvků v rámci památkové péče“. Projekt je podpořen v rámci výzvy NAKI II vyhlášené Ministerstvem kultury ČR v roce 2015. Záměrem projektu je přispět k naplnění globálního cíle výzvy č. 2: Kulturní dědictví, specifický cíl č. 2.2: Technologie a postupy pro ochranu kulturního dědictví a cíl č. 2.1: Výzkum a jeho uplatnění – kulturní dědictví a území s historickými hodnotami. Projekt bude řešen v období 2016 až 2019.

Rámcovým cílem řešení projektu je komplexní teoretické a praktické zpracování problematiky kvality prostředí vodních prvků kulturních památek a historických sídel v kontextu památkové péče s ohledem na posouzení vlivu možných změn klimatu. Řešení zahrnuje ověření environmentálně šetrných a neinvazivních technologií udržení či zlepšení kvality vodního prostředí a snižování množství a nebezpečných vlastností dnového sedimentu nádrží areálů kulturních památek a historických sídel za použití moderních a šetrných technologií a biologicko-enzymatických preparátů.

Dalším okruhem řešení otázky kvality vodního prostředí okrasných nádrží je optimalizace složení rybích obsádek těchto vodních prvků a jejich množství při zachování požadavků na všechny funkce objektů z pohledu památkové péče a kulturního dědictví. Zohledněn bude i historický vývoj a přístup k chovu ryb a analýza možností uplatnění historických zkušeností v současnosti a v budoucnosti za působení předpokládaných socio-ekonomických a přírodních podmínek.

Projekt svým zaměřením částečně navazuje na výzkumný projekt DF12-P010VV035 „Identifikace významných území s kulturně historickými hodnotami ohrožených přírodními a antropogenními vlivy“ z první výzvy NAKI řešený týmem pracovníků brněnské pobočky VÚV TGM ve spolupráci s Národním památkovým ústavem (NPÚ) v letech 2012 až 2015. Cílem uvedeného projektu bylo vyhodnotit míru potenciálního ohrožení národních kulturních památek a památkových rezervací významnými přírodními, průmyslovými a zemědělskými riziky, a to jednotným postupem pro celé území ČR. Jedním z deseti vnějších vlivů, kterými se projekt zabýval, bylo i hodnocení stavu a kvality prostředí vodních prvků a na vodu vázaných biotopů.

Při řešení byly použity dva základní přístupy, které se průběžně vzájemně ovlivňovaly. Zkušenosti a poznatky správců památek byly pro všechny hodnocené památky zaznamenány formou dotazníkového šetření, kdy pracovníci příslušného územního odborného pracoviště NPÚ vyplnili pro každou památkovou lokalitu dotazník s vyjádřením ANO × NE ke všem hodnoceným externím vlivům. Druhý přístup představoval odborné posouzení možného působení sledovaných jevů na památky s využitím mapových analýz, dostupných databází, terénních šetření, modelování procesů a mikrobiologických i chemických analýz. Výsledkem je certifikovaná metodika Forejtníkové a kol. (2015), která představuje standardizovaný metodický postup hodnocení míry potenciálního ohrožení památek antropogenními a přírodními vlivy využitelný pro památky různého typu i opakovaně v čase.

Vybrané výsledky hodnocení památkových lokalit (zejména lokalit Světového kulturního dědictví) jsou volně dostupné pro širokou veřejnost prostřednictvím interaktivní webové mapové aplikace Konvita a kol. (2015) umístěné jak na stránkách VÚV TGM, tak i na novém Geoportálu NPÚ. K dispozici jsou



výsledky z dotazníkových šetření i z odborného hodnocení ohrožení památek. V rámci činností na novém projektu NAKI II budou některé lokality vybrané podle výsledků dotazníkových šetření podrobněji posouzeny z pohledu stavu a kvality prostředí vodních prvků a stávající webová aplikace bude o tyto poznatky rozšířena, resp. aktualizována.

Literatura

Forejtníková, M. a kol. *Metodika hodnocení míry potenciálního ohrožení památek antropogenními a přírodními vlivy*. Brno: VÚV TGM, 2015. Osvědčení č. 98, č. j. MK 16529/2016 OVV.

Konvit, I. a kol. *Ohrožení památkově chráněných objektů vnějšími vlivy – webová mapová prezentace [on-line]*. Brno: VÚV TGM, 2015. Dostupné z: https://geoport.npu.cz/ohrozene_pamatky/; <http://ohrozenepamatky.vuv.cz/index.php/cz/>

Autoři

Ing. Miloš Rozkošný, Ph.D.

✉ milos_rozkosny@vuv.cz

Ing. Miriam Dzuráková

✉ miriam_dzurakova@vuv.cz

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

XXIV. konference Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství

Již tradiční XXIV. konference Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství se uskutečnila ve dnech 2.–4. 5. 2016 v hotelu Clarion v Českých Budějovicích. Odborným garantem byl Ing. Eduard Hanslík, CSc. (VÚV TGM, v.v.i.) a organizačním garantem Ing. Václav Bečvář, CSc. (ČVTVHS). Konference se zúčastnilo 58 odborníků, z toho 50 z České republiky a 8 ze Slovenské republiky. Konference se konala prakticky přesně 30 let po havárii jaderného reaktoru v Černobylu. Přehlednou přednášku k této události připravil prof. RNDr. L. Mátel, CSc. (UK Bratislava). Reziduální znečištění hydrosféry a dalších složek životního prostředí v důsledku havárie v Černobylu stále trvá. Sledování časově prostorových změn je zajišťováno mj. v programu sledování vlivu Jaderné elektrárny Temelín na okolí. O zaměření tohoto programu podal podrobnou informaci Bc. F. Lysáček (ČEZ, a. s., JETE). Dále byly podány informace o legislativě a jejích změnách v problematice radioaktivních látek se zvláštním zaměřením na hydrosféru.

Podrobně bylo referováno o ukazatelích přípustného obsahu radioaktivních látek ve vodách v nařízení vlády č. 401/2015 Sb. v návaznosti na tritium v pitných vodách a povrchových vodách (Ing. E. Hanslík, CSc., Ing. E. Juranová, RNDr. D. Marešová, Ph.D., Ing. B. Sedlářová, Ing. T. Mičaník – VÚV TGM, v.v.i.). Vlivem očekávaných změn tzv. atomového zákona na vyhlášku o monitorování radioaktivních látek v problémovém okruhu hydrosféra se zabývala E. Šindelková, CSc. (SÚJB, RC České Budějovice). Problematika výskytu a chování tritia v hydrosféře byla předmětem více příspěvků. Dobami dotoku tritia v profilech Vltava-Kořensko, Solenice a Praha-Podolí a Labe-Hřensko za období 2008–2015 se zabývali Ing. E. Juranová, Ing. E. Hanslík, CSc., RNDr. D. Marešová, Ph.D., Ing. L. Kašpárek, CSc., a doc. Ing. M. Hanel, Ph.D. (VÚV TGM, v.v.i.). Rozdělení tritia ve vertikálních profilech VN Orlik sledovali a hodnotili RNDr. D. Marešová, Ph.D., Ing. E. Hanslík, CSc., Ing. E. Juranová, Ing. B. Sedlářová (VÚV TGM, v.v.i.) a Ing. J. Duras (Povodí Vltavy, s. p.). Vývoj biomasy fytoplanktonu v monitorovaných tocích povodí Vltavy po zahájení provozu JE Temelín sledovali a vyhodnotili za období 2001–2015 RNDr. B. Desortová, CSc., a Ing. E. Hanslík, CSc. (VÚV TGM, v.v.i.). Podrobným hodnocením pozadí při měření objemové aktivity tritia ve vodách se zabývali RNDr. G. Wallová, Ph.D., Ing. Z. Kulichová a RNDr. J. Merešová, Ph.D. (VÚVH). Stejný kolektiv sledoval objemové aktivity tritia v lokalitě nejstaršího slovenského poutnického místa Mariánka v návaznosti na možné ovlivnění stavební činností. Další část programu zahrnovala stanovení specifických radioaktivních látek. Jednalo se o stanovení radia 226 ve vodách pomocí impregnovaného polyamidového vlákna (doc. RNDr. S. Dulanská, Ph.D., prof. RNDr. L. Mátel, CSc., RNDr. V. Gardoňová, Bc. L. Škvarková, Bc. L. Ripelová – Příf UK Bratislava). Metody stanovení radonu 222 ve vodách – problematiku odběru vzorků a dobu zdržení před analýzou shrnul Ing. T. Bouda, CSc. (ALS Czech Republic, s.r.o.). Metodu stanovení uhlíku 14 v kapalných výpustech jaderných elektráren a dosažené výsledky prezentovali Ing. I. Světlík, Ph.D. (ODZ ÚJF AV ČR, v.v.i.), Mgr. M. Feigl, Ph.D. (SÚRO, v.v.i.), Mgr. M. Kurfířt, Ing. J. Pospíchal (ČEZ, a.s., JETE), Ing. L. Tomášková, Mgr. P. Šimek, Mgr. Ing. T. Kořínková, Ph.D. (ODZ ÚJF AV ČR, v.v.i.).



O výsledcích izolace technecianu z vodných roztoků na uhlíkových sorbentech informovali prof. RNDr. R. Rajec, DrSc., a RNDr. O. Roskopfová, Ph.D. (UK Bratislava). Přehled platných norem pro stanovení radioaktivních látek ve vzorcích vody, včetně odběru vzorků, souvisejících norem i názvoslovných, prezentovali Ing. L. Fremrová (SWECO Hydroprojekt, a. s.) a Ing. E. Hanslík, CSc. (VÚV TGM, v.v.i.). Odpoledne 3. 5. 2016 se uskutečnila zajímavá exkurze na Informační středisko Jaderné elektrárny Temelín (Zámeček). V závěru jednání bylo doporučeno uspořádat již XXV. konferenci Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství v roce 2018.

Autor

Ing. Eduard Hanslík, CSc.

✉ eduard_hanslik@vuv.cz

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

Zpráva o průběhu semináře Vodovody a kanalizace – hlavní problémy správy, provozu a investičního rozvoje

Seminář organizovaný Odbornou skupinou Vodovody a kanalizace České vědeckotechnické vodohospodářské společnosti, z. s., ve spolupráci s VRV a. s. (Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a. s.), se uskutečnil dne 11. května 2016 v sídle společnosti – Novotného lávka 200/5, Praha 1.

Cílem semináře, v souladu se získanou Akreditací vzdělávacího programu podle § 31 zákona č. 312/2002 Sb. (IČ žadatele 00538752 a RČ u MV: VSP 67/90-R), bylo prohloubení znalostí a kvalifikace účastníků semináře v oblasti výkonu státní správy a regulace provozování vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu (dále jen „VaK“) podle relevantních právních předpisů (zejména zákona o VaK, vodního zákona a zákona o cenách).

Obsah semináře byl prioritně zaměřen na:

- nástroje regulace správy a provozování vodovodů a kanalizací z úrovně „ústředního regulačního úřadu“ – odboru dozoru a regulace pro vodárenství MZe;
- výkon státní správy vodoprávními úřady na úrovni pověřených obcí a krajských úřadů;
- kompetenci samosprávných obcí, krajů a ministerstev při správě a provozu vodovodů a kanalizací;
- zajišťování obnovy a rozvoje vodovodů a kanalizací v souladu s požadavky zákona o VaK.

Jednotlivé prezentace se soustředily na právní aspekty, informace a praktické zkušenosti při regulaci správy a provozování a investičním rozvoji oboru VaK v souladu s vodohospodářskou legislativou. Na semináři přednášeli odborníci v problematice výkonu státní správy a regulace a řízení správy a provozování na úseku VaK:

- Ing. Radek Hospodka, ředitel odboru dozoru a regulace ve vodárenství, MZe,
- prom. práv. Jaroslava Nietscheová, členka rozkladové komise MZe,
- Ing. Jan Plechatý, předseda odborné skupiny VaK ČVTVHS, z. s.,
- Ing. Miloslava Melounová, místopředsedkyně odborné skupiny VaK ČVTVHS, z. s.,
- Ing. Eva Krocová, předsedkyně Kontrolní komise SOVAK ČR,
- Ing. František Smrčka, Vodohospodářský rozvoj a výstavba a. s., ředitel divize.

Semináře se zúčastnilo 85 odborníků, převážně z řad obecních, městských a krajských úřadů (51 zástupců) i ústředních úřadů státní správy (MZe a MŽP).

Na základě vyhodnocení „Dotazníku ke vzdělávacímu programu“ lze konstatovat:

- A. Všichni účastníci považují za vhodné pokračovat v aktualizaci probíraných otázek; převážná většina (80%) 1× ročně (20% 1× za 2 roky).
- B. Téměř všichni účastníci vyhodnotili za nejlepší přednesené informace příspěvky dvou přednášejících, a to:
 - a. Ing. Melounové (kompetence vlastníků VaK – měst/obcí při správě a provozování VaK),
 - b. prom. práv. Nietscheové (výkon státní správy vodoprávními úřady na úrovni pověřených obcí a krajských úřadů).

Celkově lze konstatovat, že seminář se setkal vesměs s velmi dobrou odezvou účastníků, což se projevilo v závěrečné diskusi, ve které účastníci přednesli i konkrétní návrhy na obsahové zaměření příštího semináře (zejména oblast ekonomiky VaK).

Autor

Ing. Jan Plechatý

✉ plechaty@vrv.cz

ČVTVHS, z. s., předseda OS Vodovody a kanalizace
a odborný garant semináře

VTEI/2016/3

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 58



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

Redakční rada:

Mgr. Mark Rieder (šéfredaktor), RNDr. Dana Baudišová, Ph.D., Ing. Petr Bouška, Ph.D.,
RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D., doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur, Mgr. Róbert Chriaštel,
Mgr. Vít Kodeš, Ph.D., Ing. Jiří Kučera, Ing. Milan Moravec, Ph.D., Ing. Josef Nistler,
Ing. Jana Poárová, Ph.D., RNDr., Přemysl Soldán, Ph.D., Dr. Ing. Antonín Tůma

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. ret. nat. Slavomír Vosika

Výkonný redaktor:

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, Jitka Svobodová, Miroslav Barankiewicz, MZA Brno, Zdeněk Vladík,
Zdeňka Zemánková, Anna Pecková

Grafická úprava, sazba, tisk:

ABALON s.r.o., www.abalon.cz

Náklad 1800 ks

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

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



PŘÍVOZ NA CHOLÍNĚ

Přívoz na Cholíně se nacházel na významné silnici spojující Dobříš a Sedlčany. Převáželo se zde jak na klasické pramičce, tak na velkém na laně zavěšeném prámu pro povozy a auta. Na levém břehu Vltavy, přímo u přívozu, stála známá plavecká hospoda rodiny Weidenthalerů. Právě od přívozu na Cholíně cestoval v roce 1920 a 1921 po Vltavě také T. G. Masaryk při svých návštěvách profesora Drtiny v nedalekém Hněvšíně. Dnes stojí na místě přívozu betonový most přes Slapské jezero. Fotografie z první poloviny dvacátých let 20. století. *Text a fotografie z archivu Vojtěcha Pavelčíka, www.stara-vltava.cz*

VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODOHOSPODÁŘSKÝ
T.G. MASARYKA

veřejná výzkumná instituce

VTEI.cz