VTEI
1/2014 Ročník 56
VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

95 let
1919-2014

V letošním roce si připomene dnešní Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., 95. výročí svého založení. Vznikl v r. 1919 jako Státní ústav hydrologický. Pracoviště bylo později rozšířeno o úkoly hydrotechnického charakteru a v r. 1930 pojmenováno Státní výzkumné ústavy hydrologický a hydrotechnický T. G. Masaryka.

Po r. 1945 dochází k posílení kapacity výzkumu v oblasti čistoty a jakosti vod, čištění odpadních vod a zásobování vodou. Zároveň se rozvíjí hydroenergetický výzkum.

V roce 1951 byl ústav přejmenován na Výzkumný ústav vodohospodářský a byla zřízena pobočka v Bratislavě. Součástí ústavu byla i detašovaná pracoviště, dnešní pobočky v Ostravě (založeno 1942) a Brně (založeno 1949). V roce 1968 se bratislavská pobočka ústavu stala samostatných ústavem.

Po roce 1989 byl ústav převeden do působnosti vzniklého MŽP ČR. Hned v následujícím roce bylo do názvu ústavu vráceno jméno T. G. Masaryka, které nesl od roku 1930. Od roku 1993 začal ústav fungovat jako příspěvková organizace. V roce 1999 byla činnost ústavu rozšířena o problematiku odpadů. K 1. lednu 2007 se opatřením ministra životního prostředí č. 12/2006 stal ústav veřejnou výzkumnou institucí.

95. výročí založení Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka si chceme v průběhu roku připomenout krátkými exkurzemi do jeho historie, ale také příspěvky o současné činnosti jednotlivých útvarů instituce.

Redakce

Ohlédnutí za rokem 2013

V každém úvodním slovu za posledních pět let konstatuji, že rok předchozí byl charakterizován velkou mírou nejistoty a změnami, které se přímo či nepřímo dotýkají Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, veřejné výzkumné instituce. Rok 2013 v tomto smyslu navázal na roky předchozí – v průběhu tohoto roku došlo k zásadním změnám jak ve vnějším prostředí, ve kterém se ústav pohybuje, tak i uvnitř ústavu.

Tyto změny se odehrály nejen na vládní úrovni s následnými volbami do Parlamentu ČR, ale také na Ministerstvu životního prostředí. Ministra Tomáše Chalupu nahradil Tomáš Jan Podivínský, kterého ve funkci náměstka ministra sekce technické ochrany životního prostředí vystřídala Jaroslava Honová. Došlo ke změnám i na dalších pozicích náměstků ministra, jež se dotýkají fungování ústavu. Změnou na MŽP, která měla přímý dopad na vodní hospodářství, byla náhrada Hany Randové novým ředitelem odboru ochrany vod Karlem Vlasákem a návazně došlo k zásadním personálním změnám v téměř celém odboru ochrany vod. Změny se odehrály i v dalších organizacích, se kterými ústav dlouhodobě spolupracuje, jedná se konkrétně o Povodí Labe, s.p., Povodí Moravy, s.p., ale také Ředitelství vodních cest. Nejistota ve vnějším prostředí týkající se personálního obsazení byla charakteristická i pro náš ústav. V průběhu roku 2013 jsem byl celkem čtyřikrát pověřen řízením ústavu na dobu určitou.

I v ústavu došlo v roce 2013 k celé řadě změn. Byly reorganizovány referenční laboratoře složek životního prostředí včetně změny na pozici vedoucí odboru laboratoří, kterou se stala Eva Mlejnská. Vedoucího odboru aplikované ekologie Ondřeje Slavíka nahradila Libuše Opatřilová a tyto změny měly zásadní a pozitivní vliv na fungování těchto odborů. Dále byla provedena změna i v sekci ředitele a v sekretariátech náměstků ředitele. Byla uzavřena smlouva s novým patentovým zástupcem a byla také zahájena společná akreditace laboratoří složek životního prostředí a technologie vody. Všechny tyto změny se odehrály v návaznosti na zpracování nové strategie ústavu do roku 2020. Do přípravy zpracování této strategie byli zapojeni vybraní zaměstnanci ústavu, se kterými jsme společně absolvovali tréninky a pracovní jednání.

Dne 30. 5. 2013 se ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka, veřejné výzkumné instituci, odehrálo první neformální setkání vodohospodářů ve spolupráci s firmou Heineken a SWECO Hydroprojekt, při kterém měli odborníci z různých organizací možnost neformálně diskutovat aktuální problémy. Toto setkání se odehrálo dva dny před nástupem povodně, která zasáhla značnou část republiky, ústav nevyjímaje. Ještě před zaplavením areálu byl zaměstnanci ústavu evakuován majetek z prvního nadzemního podlaží včetně vozíku pro kalibraci hydrometrických vrtulí. Tím byly minimalizovány škody na movitém majetku, především však byla zachráněna data a informace týkající se aktuálně řešených problémů. I přes výše uvedené kroky a opatření, které jsme provedli po katastrofální povodni v roce 2002, dosáhly škody na majetku 22 mil. Kč. Nicméně v tuto chvíli jsou téměř všechny škody odstraněny a všichni zaměstnanci mohou pokračovat v řešení výzkumných projektů.

Ústav se v roce 2013 podílel na řešení projektů financovaných z Operačního programu životní prostředí, z národních prostředků Státního fondu životního prostředí i z prostředků dalších poskytovatelů – Technologické agentury ČR, Grantové agentury ČR, Ministerstva vnitra, Ministerstva zemědělství, Ministerstva kultury a též na mezinárodních projektech podporovaných z prostředků EU, např. spolupráce se saskými partnery v rámci projektu Cíl 3. Podařilo se zapojit do celé řady komerčních zakázek a projektů, které jsou jediným zdrojem pro možné kofinancování výzkumných projektů. Byl zahájen projekt Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice a bylo vypsáno výběrové řízení na subdodavatele. Ústav se prezentoval v rámci veletrhů Česká příroda, VOD-KA a v odborných seminářích a konferencích.

Chtěl bych poděkovat všem, kteří se v roce 2013 podíleli na tom, že Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, plní funkci národní a mezinárodní základny výzkumu v oblasti vod a odpadů. Dále bych chtěl poděkovat i všem zaměstnancům za nasazení při odstraňování povodňových škod po povodni 2013. A přál bych si, aby rok 2014 byl začátkem větší stability jak ve vnějším prostředí, tak i uvnitř ústavu. Doufejme, že moje jmenování od 1. 1. 2014 v souladu se zákonem č. 341/2005 Sb., o veřejných výzkumných institucích, na další pětileté období je začátkem této stability.

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

POSTUPY HODNOCENÍ VÝZNAMNOSTI ZDROJŮ A CEST EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK DO VODY

Petr Vyskoč, Hana Prchalová, Tomáš Mičaník, Pavel Rosendorf, Alena Kristová, Jitka Svobodová

Klíčová slova
emise znečišťujících látek do vod – bodové a plošné zdroje znečištění – cesty znečišťujících látek

Souhrn

Emise znečišťujících látek patří mezi významné antropogenní vlivy, které společně s hydromorfologickými vlivy nejčastěji zamezují dosažení dobrého stavu či potenciálu útvarů povrchových vod. Znečišťující látky pocházejí z různých druhů lidských aktivit (domácnosti, průmysl a zemědělství) a z různých zdrojů. Polutanty jsou transportovány do povrchových vod různými cestami: vypouštěním odpadních vod, aplikací na půdu nebo vypouštěním do ovzduší a navazující atmosférickou depozicí, přes podzemní vody. Výsledný dopad na kvalitu povrchových vod závisí na vlastnostech znečišťujících látek a jejich chování v půdě, horninovém prostředí a vodě. Projekt „Emise a jejich dopad na vodní prostředí" je zaměřen hlavně na vytvoření metodiky hodnocení významnosti zdrojů a cest emisí a její ověření na pilotních povodích. Článek stručně popisuje zásadní části vytvořené metodiky.

Úvod

Jedním z významných vlivů lidské činnosti na stav životního prostředí jsou emise z průmyslové i zemědělské činnosti, služeb a také z domácností. Slovo emise (z latinského emitto – vydávám, vysílám, vypouštím) v ekologii znamená uvolňování polutantů do prostředí. S ohledem na jednotlivé složky životního prostředí a přijímaná legislativní opatření rozlišujeme emise do ovzduší, do vod a na půdu. V tomto příspěvku jsou prezentována specifika a poznatky řešeného projektu, který si klade za cíl zhodnotit vliv emisí na stav povrchových vod a stanovit významnost (podíl) jednotlivých zdrojů a cest znečištění na celkovém vstupu znečišťujících látek do vodních toků a nádrží. Je to nezbytným předpokladem pro výběr a aplikaci vhodných opatření k dosažení dobrého stavu vod (popř. k odůvodnění výjimek tam, kde dobrého stavu nelze dosáhnout) a představuje tak nezbytnou součást plánování v oblasti vod.

Projekt „Emise a jejich dopad na vodní prostředí", jehož řešiteli jsou VÚV TGM, v.v.i., a státní podnik Povodí Vltavy, si jako cíl vytýčil vytvoření metodiky hodnocení významnosti zdrojů a cest emisí a její ověření na pilotních povodích (dílčí povodí ve správě státního podniku Povodí Vltavy doplněné – v případě nedostatku vhodných dat – o některé další lokality). Projekt je řešen v letech 2012–2014 v rámci dotačního titulu „Komplexní udržitelné systémy" Ministerstva zemědělství ČR.

Postup hodnocení emisí

Navrhované metodické postupy vycházejí z požadavků Směrného dokumentu č. 28 [1] Evropské komise pro společnou implementační strategii emisí, úniků a vypouštění prioritních látek v oblasti vodní politiky Společenství a navazují na vyhodnocení vlivů na stav vod zpracované v rámci přípravných prací pro 1. plány oblastí povodí [8]. Povrchové vody jsou v souladu s Rámcovou směrnicí pro vodní politiku Společenství 2000/60/ES [2] rozčleněny na vodní útvary, z nichž každý obsahuje měřicí profil, který je reprezentativní pro sledování jakosti povrchových vod a následné hodnocení chemického a ekologického stavu nebo potenciálu. A právě emise znečišťujících látek společně s hydromorfologickými vlivy nejčastěji způsobují nedosažení dobrého stavu či potenciálu.

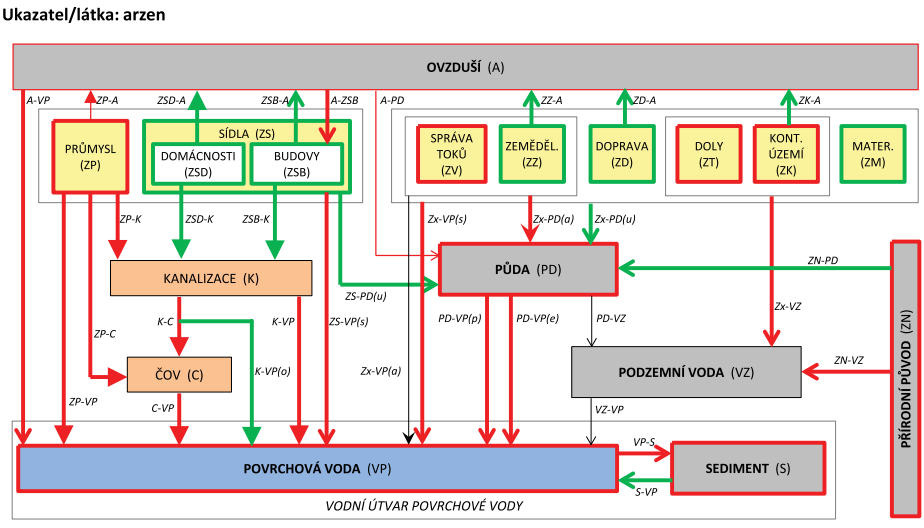
Jedním ze základních cílů tohoto projektu je umožnit, aby bylo možno pro rizikový vodní útvar, ve kterém pravděpodobně nebudou plněny jakostní cíle, kvantifikovat podíl jednotlivých zdrojů znečištění nebo stanovit významnost vlivů. Zpracovaná metodika hodnocení významnosti vlivů, jejíž principy tento příspěvek obsahuje, se skládá z několika ucelených bloků. Nejprve bylo potřeba identifikovat množinu polutantů významných pro znečišťování vod, specifikovat zdroje a cesty, jakými se do vod dostávají nebo mohou dostávat, a určit jejich významnost, popř. množství. Následně jsou charakterizovány postupy hodnocení pro jednotlivé významné cesty přenosu, dostupné datové zdroje a celkové zhodnocení pro danou znečišťující látku.

Jako podklady pro hodnocení dopadu emisí jsou v metodice uvažovány celostátně dostupné údaje shromažďované na centrální nebo regionální úrovni. Jedná se převážně o datové sady zajišťované pro potřebu veřejné správy a výstupy projektů aplikovatelných v celostátním měřítku. Přestože se při ověření metodických postupů na pilotních povodích projevily některé obtíže s dostupností, aktuálností a zpracovatelností uvažovaných dat, jejich uplatnění při hodnocení emisí může přispět ke specifikaci a odstranění případných nedostatků.

Identifikace znečišťujících látek a jejich zdrojů a cest znečištění

V prvním kroku řešení je nutné identifikovat znečišťující látky, jejichž emise mohou zabránit dosažení stanovených environmentálních cílů pro povrchové vody, a to bez ohledu na to, zda se jedná o makropolutanty (např. organické znečištění vyjádřené parametrem BSK, nutrienty P, N), nebo mikropolutanty (např. těžké kovy, perzistentní organické látky). Obecný rozsah znečišťujících látek je víceméně daný – jedná se o všechny polutanty, které jsou zahrnuty v chemickém stavu nebo fyzikálně-chemické složce ekologického stavu (všeobecné fyzikálně-chemické polutanty nebo specifické znečišťující látky. V povodích ČR bylo vyhodnocením dat z monitoringu za období 2006–2011 identifikováno cca 90 rizikových látek. Pro vybrané látky byly na základě literární rešerše a analýzy dat týkajících se zdrojů znečištění obecně určeny významné druhy zdrojů znečištění a cesty, kterými se látka může dostávat do povrchových vod. Význam zdrojů a cest pro jednotlivé látky byl určen nad společným schématem, jehož příklad je pro arzen uveden na *obr. 1* (celostátně významné zdroje a cesty jsou zobrazeny plnou tučnou čarou, lokálně významné zdroje a cesty čárkovanou tučnou čarou, zelenou čarou jsou zobrazeny cesty, které nejsou významné).

Dalším krokem hodnocení je výběr hodnocených ukazatelů na úrovni konkrétního útvaru, což je nutné kvůli tomu, aby nemuselo být hodnoceno všech 90 látek v každém vodním útvaru. K tomu by



Obr. 1. Významné zdroje a cesty přenosu arzenu do povrchových vod
Fig. 1. Significant sources and pathways of arsenic to surface water

Tabulka 1. Testování významnosti závislosti koncentrace na průtoku v profilech sledování
Table 1. Significance of concentration and flow dependency – results of testing in monitoring profiles

Látka	Medián KK	Počet profilů	Látka	Medián KK	Počet profilů
Alachlor	-0,04	154	EDTA	**-0,38**	117
Arzen	-0,19	178	Rozpuštěné látky	**-0,44**	233
Benzo(a)pyren	**0,40**	147	Rtuť	0,09	179
Chloridy	**-0,50**	233	Sírany	**-0,41**	233
Dusík dusičnanový	**0,46**	233	Tenzidy aniontové	-0,12	107
Dusík dusitanový	-0,13	233	Železo	**0,33**	233
Fosfor celkový	-0,20	233	4-nonylfenol	-0,13	41

měly být použity výsledky z existujícího monitoringu jednotlivých vodních útvarů, pokud je program monitoringu upravován podle inventarizace existujících zdrojů, popř. na základě doplňujících informací z povodí. Pro bodové zdroje znečištění by to neměl být zásadní problém, v případě plošných zdrojů znečištění je nutné hlavně vzhledem k atmosférické depozici zohlednit přítomnost zdrojů znečištění a pomocných informací – např. o užívání půdy.

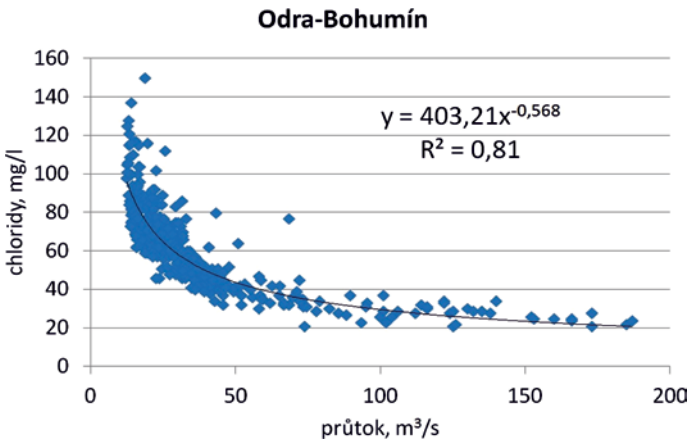
Dalším krokem je tedy určení významných cest a zdrojů na úrovni konkrétního útvaru pro rizikovou znečišťující látku. Jako základ může posloužit obecné schéma, na jehož bázi zjistíme, jaké zdroje a cesty znečištění je nutné v útvaru prověřit z dostupných podkladů. Pokud tedy např. ve vodním útvaru koncentrace arzenu překračují limity dobrého stavu, je nutné prověřit hlavně vypouštění z průmyslových zdrojů (a to i přes městskou kanalizaci), atmosférickou depozici, přítomnost dolů a výsypek a transport arzenu přes podzemní vody ze starých kontaminovaných míst a popř. z horninového prostředí (přírodní původ). V takovýchto případech se dost často zjistí, že v útvaru se nachází více zdrojů či cest, pak je nutné určit jejich významnost a v lepším případě i jejich podíl. K tomu může posloužit jednak zjišťování původu znečištění z výsledků monitoringu a/nebo bližší hodnocení jednotlivých zdrojů a cest.

Zjišťování původu znečištění analýzou dat z monitorování jakosti vod a průtoků

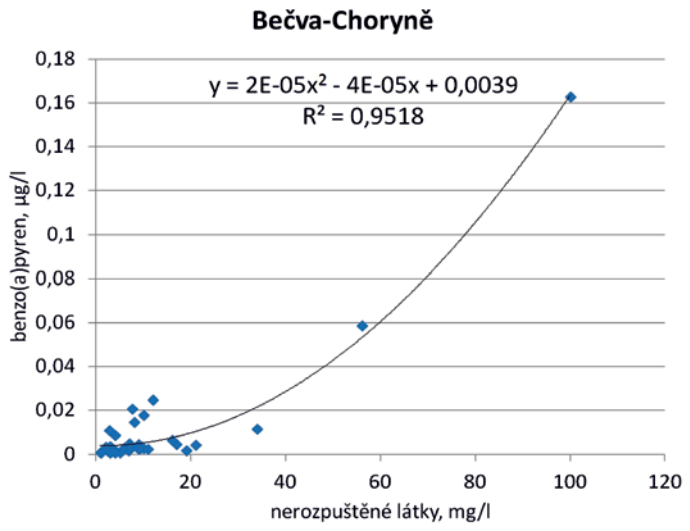
Zjednodušeně můžeme konstatovat, že bezprostřední vnos znečištění do recipientu se děje vlivem bodového a/nebo plošného znečištění, v některých případech i základním odtokem. Převládající původ znečištění v konkrétním vodním útvaru nebo vybrané oblasti povodí, tj. zda látka pochází z bodového nebo plošného znečišťování, lze do jisté míry odvodit ze změn koncentrace v závislosti na změnách průtoku. Tato závislost byla testována na výsledcích z monitoringu jakosti povrchových vod ve vybraných profilech sledování (vyhodnocení sledování jakosti vod na 230 profilech v letech 2006 až 2008). Hodnota korelačního koeficientu (KK) nad 0,3 je brána jako významná a nad hodnotou 0,5 jako velmi významná. Výsledky pro vybrané látky jsou shrnuty v *tabulce 1*.

V případě kladného korelačního koeficientu koncentrace s průtokem roste, v případě záporného korelačního koeficientu koncentrace s průtokem klesá. U pesticidů, kde je stěžejní vnos z plošného znečištění, není korelace významná z důvodu jejich sezonní aplikace pouze ve vybraných obdobích roku. Rozpuštěné látky a snadno rozpustné látky vykazují těsnou zápornou závislost na průtoku; pocházejí převážně z bodového znečištění (*obr. 2*).

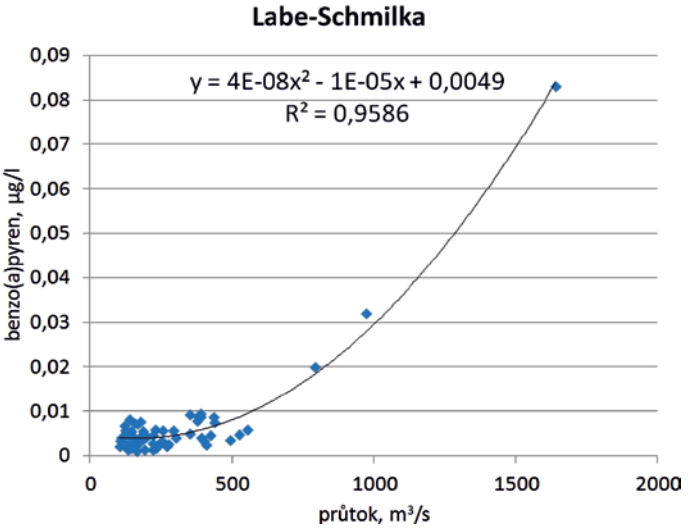
Odlišně se chovají perzistentní organické látky (např. polyaromatické uhlovodíky), které se přednostně sorbují na pevné částice určité velikosti v ovzduší i ve vodním prostředí. V důsledku smyvu z povrchů během srážkové epizody a vznosem sedimentovatelných částic a plavenin za zvýšených průtoků v recipientu vzrůstá pak jejich koncentrace v celkovém vzorku vody. Jejich koncentrace tedy závisí nejen na průtoku, ale i na koncentraci nerozpuštěných látek v toku. V případě některých toků vyššího řádu lze vypozorovat těsnou závislost (viz *obr. 3* a *4*). Pokud v grafickém znázornění koncentrace



Obr. 2. Závislost koncentrace chloridů na průtoku v profilu Odra-Bohumín (data z roku 1998, Povodí Odry, s.p.)
Fig. 2. Chloride concentrations dependency to flow in Odra-Bohumín profile (data from 1998, Povodí Odry, s.p.)



Obr. 3. Závislost koncentrace benzo(a)pyrenu na nerozpuštěných látkách v profilu Bečva-Choryně, období 2006–2008
Fig. 3. Benzo(a)pyrene concentration dependency to non-dissolved substances in Bečva-Choryně profile, 2006–2008 time period



Obr. 4. Závislost koncentrace benzo(a)pyrenu na průtoku v profilu Labe-Schmilka, období 2006–2008
Fig. 4. Benzo(a)pyrene concentration dependency to flow in Labe-Schmilka profile, 2006–2008 time period

Tabulka 2. Testování variability látkových odtoků zinku v profilu Odra-Bohumín (1998)
Table 2. Zinc emission flow variability in Odra-Bohumín profile (1998 data) – results of testing

Způsob výběru z měření:	$Q_{prům.}$ ($m^3.s^{-1}$)	$C_{prům.}$ ($\mu g.l^{-1}$)	Bilance L ($t.rok^{-1}$)	Odchylka od prům. roční bilance
1. den v měsíci (12 hodnot za rok)	48	67,5	102	+ 52 %
7. den v měsíci (12 hodnot za rok)	41,2	51,7	67	0
14. den v měsíci (12 hodnot za rok)	67,7	62,5	133	+ 98 %
21. den v měsíci (12 hodnot za rok)	35,7	49,2	55	- 18 %

na průtoku daného polutantu zvýrazníme normu environmentální kvality, můžeme tímto zjednodušeným postupem v mnoha případech rozpoznat původ znečištění podílejícího se na překračování zákonných limitů v nevyhovujících profilech.

Tento postup lze uplatnit pouze ve vodních útvarech, kde je prováděn monitoring jakosti vod a měření průtoků, a lze jím pouze rozlišit, zda se jedná o bodový, nebo plošný původ znečištění.

Nyní je potřeba si položit otázku, zda je možno tuto významnost nějakým způsobem kvantifikovat vůči reprezentativnímu profilu vodního útvaru. Pro hodnocení stavu vod je totiž směrodatná koncentrace znečišťující látky, pro kvantifikaci a odhad významnosti látkového toku profilem látkový odtok. Proto bylo v rámci přípravy metodiky provedeno testování reprezentativnosti bilance látkového odtoku v profilech sledování jakosti vodních útvarů. Na příkladu denních hodnot měření v profilu Odra-Bohumín bylo čtyřikrát vybráno 12 naměřených hodnot za rok. Vypočtená bilance znečištění byla porovnána s bilancí, ke které jsme došli součinem z průměrné roční koncentrace a průměrného ročního průtoku (n = 365). Výsledky jsou zobrazeny v *tabulce 2*.

Výsledky pro další posuzované ukazatele vycházely obdobně. Je patrná značná variabilita látkového odtoku, která je dána variabilitou průtoků ve fiktivních časech odběrů vzorků.

Pokud tedy budeme např. chtít posuzovat významnost konkrétního bodového zdroje znečištění (nebo skupiny zdrojů znečištění) srovnáním bilance vypouštěného znečištění na bilanci látkového odtoku v hodnoticím profilu, je potřeba zvolit shodné srovnávací období a průtokové poměry v recipientu blízké typu znečištění, které je posuzováno.

Atmosférická depozice

Emitované množství škodlivin do ovzduší se atmosférickou depozicí a následně povrchovým smyvem nebo přes podzemní vody dostává i do povrchových vod. V ČR jsou do ovzduší nejvíce vypouštěny kovy a polyaromatické uhlovodíky [16]. Vzhledem k dostupnosti dat byly pro hodnocení vybrány tyto znečišťující látky: kadmium, olovo, nikl, arzen, rtuť a benzo(a)pyren. Kvantifikace vstupu látek do povrchových vod přes atmosférickou depozici je dosti problematická, nicméně je možné identifikovat území, kde je riziko vstupu látek do povrchových vod přes atmosférickou depozici vysoké (tzv. „hot spots"). Je však nutné kromě údajů o atmosférické depozici použít i další dostupná data – např. obsah kovů v mechu, koncentrace látek v ovzduší, údaje o významných vypouštěních do ovzduší a údaje o krajinném pokryvu hodnoceného území (mezipovodí vodního útvaru).

K určení útvarů povrchových vod rizikových z hlediska vstupu kovů přes atmosférickou depozici byly využity údaje (mapy) ČHMÚ o plošné distribuci atmosférické depozice vyhodnocené z měření na 45 stanicích v ČR [2]. Z vybraných rizikových kovů, které jsou významné z hlediska dopadu na vodní prostředí, jsou takto hodnoceny pouze dva – Cd a Pb, u nichž je uváděna samostatně mokrá a suchá depozice, nikoliv depozice celková. Ostatní rizikové látky nejsou buď měřeny vůbec (Hg), nebo jsou udávány jen jako imisní množství v ovzduší (např. As, benzo(a)pyren). Zároveň vzhledem k malému množství dat nejsou výsledky příliš reprezentativní. Bylo proto nutné dohledat další databáze, které by poskytovaly údaje o množství kovů v atmosférické depozici. V projektu „Biomonitorovací průzkum – Vegetace (Chemické analýzy lesních bokoplodých mechů)", kterého se zúčastnilo 25 zemí a jehož součástí byl i národní biomonitorovací program ČR, zpracovaný VÚKOZ, v.v.i., byl stanoven obsah 37 prvků (kovů) v cca 282 trvalých monitorovacích plochách a naměřená data byla lineárně interpolována do izopletových map koncentrací [4].

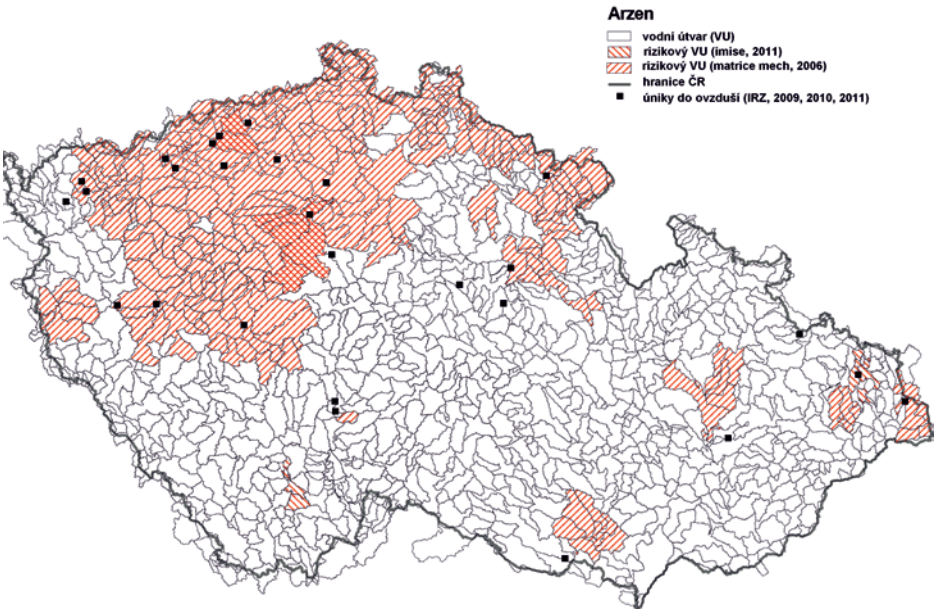
Výše uvedené údaje byly pomocí územní analýzy a kategorizace míry atmosférické depozice, popř. imisního množství v ovzduší a výskytu v „matrici mech" vztaženy k mezipovodí vodních útvarů a doplněny o údaje o podílu tříd krajinného pokryvu. Předpokládá se, že vstup látek z atmosférické depozice nebo z ovzduší do povrchových vod je vyšší na území, kde dochází k jejich smyvu ze zpevněných povrchů nebo ke spadu přímo na vodní plochu. Rovněž vyplavování některých kovů z monokulturních smrčin bude rizikovější než ze smíšených nebo listnatých lesů. Územní analýza byla doplněna o údaje emisí a přenosů znečišťujících látek z Integrovaného registru znečišťování životního prostředí (IRZ) – *obr. 5*.

Vstupy látek prostřednictvím půdy

Půdní prostředí je při transportu látek do vod významným mezičlánkem, který rozhoduje o tom, jaké množství znečištění a jakými cestami je do vod transportováno a jaká část znečištění v něm zůstane zadržena. O osudu znečišťujících látek v půdě rozhodují jejich chemické a fyzikální vlastnosti a také charakter (zejména půdní druh a půdní typ), mocnost a další vlastnosti půdního horizontu.

Mezi látky aplikované při zemědělském hospodaření na půdy, které mohou být příčinou nedosažení dobrého stavu vodních útvarů nebo překročení imisních limitů, můžeme zařadit především dusík, v menší míře fosfor a pak také zástupce široké skupiny látek používaných k ochraně rostlin – pesticidů. Půda je také významným akceptorem znečištění, které se do prostředí dostává přes atmosférickou depozici. Zde je významný především vstup některých kovů a polyaromatických uhlovodíků.

Z řady současných studií vyplývá (např. [5, 6]), že v případě dusíku převážná část znečištění povrchových i podzemních vod souvisí se zemědělským hospodařením. Projevuje se zejména vysokými koncentracemi dusičnanového dusíku ve vodách, a to především v jarním a podzimním období. Je obvyklé, že převážná část odtoku dusíku ze zemědělské půdy probíhá v jarním období od března do května [7]. Podíl mezi bilančním přebytkem dusíku, který je aplikován



Obr. 5. Útvary povrchových vod rizikové z hlediska vstupů arzenu prostřednictvím atmosférické depozice
Fig. 5. Surface water bodies at risk – arsenic from atmospheric deposition

do půdy, a množstvím, které se dostane až do podzemních nebo povrchových vod, se běžně pohybuje do 20 % a je výrazně závislý na vodnosti daného roku i předchozích let. V případě srážkově podprůměrných let dochází v půdách ke kumulaci dusičnanů a v nejbližším vodnějším roce k jejich skokovému vyplavení.

Hodnocení odtoku dusíku ze zemědělských ploch v povodí vodních útvarů je založeno na kvantifikaci aplikovaného dusíku ve formě organických hnojiv [8] na orné a ostatní zemědělské půdy a odhadu jejich transformace a odtoku do povrchových vod na základě využití území a monitorovaných dat v čistě zemědělských povodích nebo v oblastech s nízkým zastoupením sídel.

Další látkou, na kterou se oprávněně upíná pozornost, je fosfor. Jak ukazuje několik současných studií v zemědělských oblastech ČR, je odtok fosforu za běžných podmínek z orné půdy a travních porostů velmi nízký a v některých oblastech se dokonce blíží odtoku z lesních půd (viz [9, 7, 10]). Také vstupy fosforu s hnojivy na zemědělskou půdu po roce 1989 výrazně poklesly a v řadě oblastí je bilanční přebytek fosforu roven nule nebo je dokonce záporný [5]. Výraznému odtoku fosforu z ploch také brání silná vazba fosforu na půdní částice, zejména v případě dostupného množství vazebných partnerů, především železa a v některých oblastech i hliníku. Výraznějším zdrojem fosforu, který se dostává do vod z ploch, je tedy vodní eroze, která během epizodních událostí přináší velké množství převážně partikulovaného fosforu. Kvantifikace vstupu fosforu do vod je z výše uvedených důvodů rozdělena při hodnocení emisí na dvě části – jako vstup fosforu za běžných odtokových situací a jako vstup během erozních událostí. Množství fosforu vstupujícího do vod za běžných událostí je stanoveno jako průměrná roční koncentrace fosforu pro zastoupené půdní typy nebo jejich skupiny násobená specifickým odtokem a plochou příslušného půdního typu v povodí vodního útvaru. Množství fosforu vstupujícího s erozí je stanoveno jako množství fosforu v erozním smyvu násobené poměrem obohacení [11] a redukované poměrem odnosu [12].

Z pohledu nebezpečnosti účinků na vodní prostředí představují významnou skupinu pesticidy. Vzhledem k jejich velké různorodosti a dynamickému procesu povolování a zákazů pro ně nelze uplatnit stejné postupy. Velké množství informací o aplikacích pesticidů, výsledcích monitoringu nebo rizikových územích je pro většinu v současnosti i dříve používaných pesticidů publikováno v pasportech pesticidů [13] jako jednom z výsledků společného projektu ČHMÚ a ČZU [14]. Upravené výstupy z tohoto projektu jsou použity pro hodnocení emisí pesticidů na půdu.

Pro látky, jejichž užívání bylo již omezeno nebo ukončeno, ale přesto se stále objevují v povrchových vodách, nemá smysl se pokoušet o kvantifikaci vstupů do vod. Pro ostatní problematické pesticidy, které jsou dosud aplikovány ve významných množstvích a jejichž výskyt ve vodních útvarech působí nedosažení dobrého stavu, je navržen postup odhadu plošné distribuce jednotlivých pesticidů na základě množství použitých pesticidů, rozpočítaných podle typů plodin, pro které se pesticid používá. Po zahrnutí environmentálních vlastností budou pak identifikovány rizikové vodní útvary.

Jak pro vybrané pesticidy, tak pro látky, které se na povrch půdy dostávají ve větším množství ve formě atmosférické depozice, je nezbytné látky kategorizovat podle jejich vzrůstající schopnosti vázat se na půdní částice. V případě rozpustných látek je půda transportní zónou a aplikované látky představují značné riziko kontaminace podzemních vod a jejich prostřednictvím také vod povrchových. Naproti tomu znečišťující látky efektivně vázané na částice budou v převážné většině případů transportovány do vod jen při erozních událostech, což se projevuje hlavně ve svažitých oblastech v horách a podhůří.

Vstupy látek prostřednictvím podzemní vody

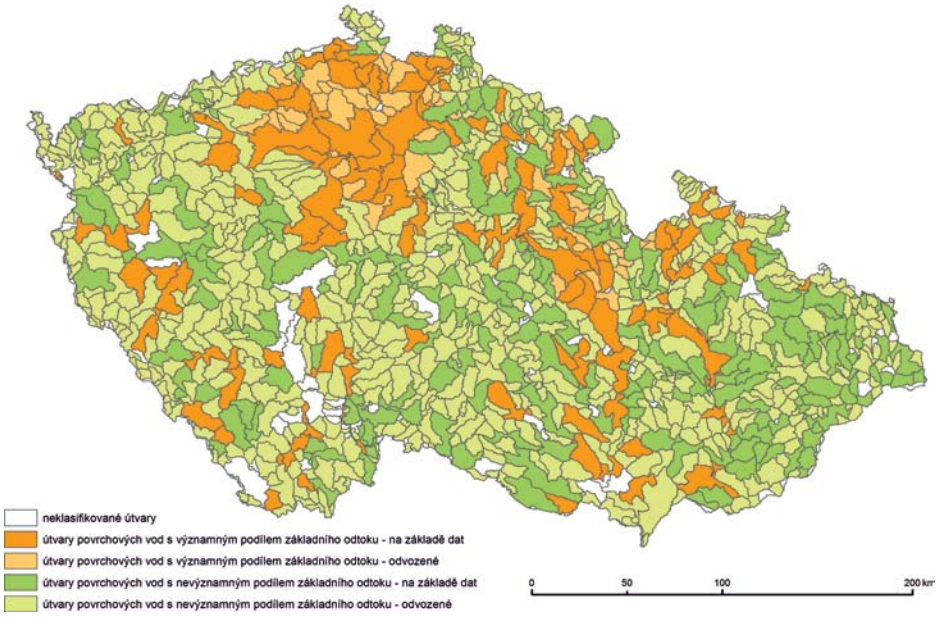
Podzemní vody jsou významnou cestou emisí znečišťujících látek z jejich záměrné aplikace na půdu (hnojení, užívání pesticidů) a vstupu polutantů na půdu z atmosférické depozice. Touto částí se detailně zabývá část vstupů látek prostřednictvím půdy. Kromě toho se však znečišťující látky dostávají do podzemních vod z dalších zdrojů znečištění – v podmínkách ČR se to týká hlavně starých zátěží (respektive kontaminovaných míst), méně často vypouštění odpadních vod do podzemní vody, popř. z bývalé či současné těžby uhlí a nerostů. Zároveň je ovšem podzemní voda obohacována o některé znečišťující látky interakcí s horninovým prostředím. Toto obohacování sice musí být započítáno do vstupů emisí, ale vzhledem k tomu, že se nejedná o antropogenní vliv, není potřeba tuto část emisí řešit formou opatření.

Projekt je zaměřen hlavně na vstupy znečišťujících látek do povrchových vod, proto jsou emise transportované přes podzemní vody uvažovány hlavně v případě, že mohou významně ovlivnit jakost povrchových vod (v měřítku vodních útvarů). Při hodnocení míry ovlivnění povrchových vod byl uvažován podíl podzemních vod na celkovém odtoku v toku, tedy BFI (base-flow index, označující podíl základního odtoku) v dlouhodobých hodnotách vyšších než 40 až 50 % v závislosti na metodě použité k jeho stanovení (viz [15, 17]). Hodnota podílu základního odtoku byla však k dispozici pouze pro 378 profilů, což reprezentuje 320 útvarů povrchových vod tekoucích (cca 30 % z celkového počtu). Bylo tedy nutné statisticky zpracovat četnost významných a nevýznamných podílů základního odtoku podle geologických kategorií útvarů podzemních vod a následně byly přiřazeny výsledky všem útvarům tekoucích povrchových vod. Útvary povrchových vod s převažujícím podílem sedimentů svrchní křídy mají převažující profily s vyšším podílem základního odtoku.

Ve výsledku 16 % všech hodnocených útvarů povrchových vod vykazuje vyšší podíl základního odtoku (*obr. 6*), přičemž největší podíl těchto útvarů je v dílčím povodí Ohře a dolního Labe (31 %) a horního a středního Labe (29 %), kde je také nejvíce útvarů sedimentů svrchní křídy. V těchto útvarech lze tedy nejčastěji očekávat ovlivnění povrchových vod podzemními vodami.

Pro tyto útvary povrchových vod je možné vypočítat látkový odnos přes podzemní vody na základě naměřených koncentrací a velikosti základního odtoku. Pro zjednodušení se takto budou hodnotit jen útvary povrchových vod rizikové z hlediska dosažení cílů pro fyzikálně-chemické ukazatele ekologického nebo chemického stavu povrchových vod (ovšem jen v případě, že je problematický polutant relevantní pro podzemní vody).

Protože je pravděpodobné, že ne všechno ovlivnění povrchových vod lze tímto postupem identifikovat, provede se ještě jedno hodnocení, zaměřené na zjištěné vysoké koncentrace polutantů v podzemních vodách. V případě monitorovací sítě podzem-



Obr. 6. Útvary povrchových vod s významnou vazbou na podzemní vody
Fig. 6. Surface water bodies with significant relation to groundwater

ních vod, provozované ČHMÚ, která se vyhýbá bezprostřednímu znečištění, jde o objekty, kdy byla zjištěna průměrná hodnota nad 1,25násobkem limitu dobrého stavu; v případě údajů ze starých kontaminovaných míst nad tzv. emisním limitem, který je roven 20násobku limitu dobrého stavu. I zde ale bude nutná kontrola, zda je daný útvar povrchových vod problematický kvůli vyhodnocené znečišťující látce.

Pro všechny útvary povrchových vod, kde bylo zjištěno významné ovlivnění transportem přes podzemní vodu, je zároveň nutné na základě dalších údajů identifikovat zdroj znečištění podzemních vod – plošné zdroje ze zemědělství či atmosférické depozice nebo bodové zdroje (stará kontaminovaná místa či vypouštění do podzemních vod). Zatímco plošné zdroje znečištění by měly být podchyceny již v rámci hodnocení vstupů na půdu či atmosférické depozice, pro údaje o problematických bodových zdrojích znečištění podzemních vod je nutné použít výše zmíněné hodnocení.

Vypouštění do povrchových vod

Údaje o jakosti a množství vod vypouštěných do vodních toků a nádrží jsou v ČR předmětem řady celostátně vedených evidencí a registrů. Znečišťovatelé prostřednictvím Informačního systému plnění ohlašovacích povinností (ISPOP zřízen zákonem č. 25/2008 Sb.) poskytují údaje do Integrovaného registru znečištění (IRZ, podle § 3 zákona č. 25/2008 Sb. a nařízení vlády 450/2001 Sb.), postupují „základní údaje předávané znečišťovatelem vodoprávnímu úřadu, správci povodí a pověřenému odbornému subjektu" (podle § 38 zákona č. 254/2001 Sb.), podávají „poplatkové přiznání za zdroj znečišťování" (podle § 4 vyhlášky č. 123/2012 Sb.) a předávají údaje o vypouštění vod pro potřeby sestavení vodní bilance (podle § 22 zákona č. 254/2001 Sb. a vyhlášky č. 431/2004 Sb.). Vlastníci kanalizací pro veřejnou potřebu předávají údaje do Majetkové a provozní evidence vodovodů a kanalizací (podle zákona č. 274/2001 Sb. a vyhlášky č. 428/2001 Sb.). Na úrovni krajů jsou zpracovávány Plány rozvoje vodovodů a kanalizací území krajů České republiky (PRVKÚK). Významným zdrojem informací o průmyslových zdrojích znečištění je dosud Registr průmyslových zdrojů znečištění – část nebezpečné látky (RPZZ-NL), jehož vedení bylo v roce 2011 ukončeno.

Základem vyhodnocení vstupu látek do povrchových vod prostřednictvím vypouštění odpadních vod byla integrace dat z dostupných zdrojů. Tento postup byl nezbytný zejména vzhledem k různému rozsahu sledovaných ukazatelů a různým podmínkám (prahovým hodnotám charakteristik, při kterých vzniká ohlašovací povinnost) pro zařazení do evidence nebo registru. Očekávaným výsledkem je komplexní informace o vypouštěném znečištění do povrchových vod vázaná na konkrétní místo vypouštění v maximálním rozsahu sledovaných ukazatelů znečištění. Je však třeba konstatovat, že úplná propojitelnost všech relevantních databází není vzhledem ke struktuře informací a formátům zcela možná. Údaje Majetkové a provozní evidence ČOV a kanalizací (popř. s doplněním o údaje PRVKÚK) lze v kombinaci s údaji ČSÚ o počtu obyvatel (částí) obcí využít i při odhadu znečištění způsobeném domácnostmi nepřipojenými na veřejnou kanalizaci.

Údaje o vypouštění z komunálních zdrojů jsou, co se týče běžných polutantů (BSK, celkový dusík a fosfor) ve výše zmíněných evidencích celkem dobře zastoupené, stejně tak vypouštění z průmyslových podniků s vlastní čistírnou odpadních vod. Nejméně informací je však pro vypouštění specifických polutantů z městských ČOV a znečištění průmyslovými odpadními vodami zaústěnými do sběrných systémů kanalizace. Zde by kromě informací z tzv. přenosů evidovaných v IRZ (týká se jen největších průmyslových podniků) daly využít informace z Registru průmyslových zdrojů znečištění. Zároveň, i když jsou v některých případech k dispozici výsledky stanovení specifických polutantů ve vypouštěných vyčištěných komunálních odpadních vodách (zvl. pro velké městské ČOV), je pro některé polutanty obtížné rozpoznat, zda jsou jejich primárním zdrojem průmyslové odpadní vody nebo splachy z povrchu (hlavně v případě jednotné kanalizace).

Směrný dokument CIS [1] vyžaduje při hodnocení emisí z bodových zdrojů znečištění využít minimálně údaje poskytované členskými státy do Evropského registru úniků a přenosů nebezpečných látek (E-PRTR) a údaje poskytované Evropské komisi podle směrnice 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod. Vzhledem k tomu, že v ČR jsou příslušné reportované datové sady plněny údaji IRZ, resp. Majetkové a provozní evidence vodovodů a kanalizací a evidence vypouštění pro sestavení vodní bilance, je využitím dat těchto evidencí při hodnocení emisí požadavek směrného dokumentu z tohoto hlediska naplněn.

Syntéza hodnocení jednotlivých zdrojů a cest

Vnos znečišťujících látek z jednotlivých typů znečištění do povrchových vod a jejich chování ve vodním prostředí jsou ovlivňovány tolika faktory, že není možné je bezezbytku využít pro predikci ovlivnění reprezentativního profilu útvaru povrchových vod v rámci jednoho univerzálního nástroje (predikce chování polutantů je i v rámci jedné složky znečištění složitá). Pro praktickou využitelnost koncovými uživateli (správci povodí) si zpracovaná metodika klade za cíl v rámci každé hodnocené cesty přenosu znečištění do vod identifikovat charakteristiky, které mají nebo mohou mít na přenos znečištění největší vliv, představit dostupné datové zdroje a navrhnout postupy pro vyhodnocení významnosti jednotlivých zdrojů a cest pro vnos znečišťujících látek v „rizikových" vodních útvarech. Zpracovaná syntéza jednotlivých zdrojů a cest pro každý útvar povrchových vod bude obsahovat jednak všechny hodnocené znečišťující látky, existující cesty a zdroje v útvaru (v případě vypouštění a starých zátěží i jejich konkrétní identifikaci) a k nim určenou významnost. V některých případech bude možné stanovit i zjištěný podíl jednotlivých zdrojů a cest. Pro hodnocenou znečišťující látku tak bude získán soubor informací, které případně pomohou zhodnotit technickou proveditelnost a efektivnost jednotlivých opatření.

Závěr

Původnost řešení projektu spočívá v komplexním uchopení problematiky emisí a jejich vlivů na jakost povrchových vod. Zpracovaná metodika hodnocení významnosti vlivů je hlavním výstupem projektu a je strukturovaná tak, aby koncovým uživatelům – zpracovatelům plánů povodí umožňovala orientovat se v dostupných (využitelných) datových zdrojích a klíčových charakteristikách, které jakost povrchových vod v reprezentativním profilu vodního útvaru výrazně ovlivňují nebo mohou ovlivnit, a tak přispívat k neplnění stanovených environmentálních cílů. Je třeba podtrhnout, že při vytváření tohoto komplexního a pro praxi využitelného výstupu nebylo možno zacházet do podrobností a zahrnout do řešení všechny vlivy, které se napříč složkami životního prostředí na chování znečišťujících látek podílejí. Přesto věříme, že předkládaný materiál bude pro praxi přínosný a inspirující.

Poděkování

Článek vznikl na základě výzkumu prováděného v rámci projektu QJ1220346 „Emise a jejich dopad na vodní prostředí" programu zemědělského aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje Komplexní udržitelné systémy v zemědělství 2012–2018, který financuje Ministerstvo zemědělství ČR.

Ing. Petr Vyskoč, RNDr. Hana Prchalová,
Ing. Tomáš Mičaník, Mgr. Pavel Rosendorf,
Ing. Alena Kristová, RNDr. Jitka Svobodová
Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v.v.i.,
petr_vyskoc@vuv.cz

Příspěvek prošel lektorským řízením.

Literatura

[1] European Commission. Guidance Document No. 28. Technical Guidance on the preparation of an inventory of emissions, discharges and losses of priority and priority hazardous substances. 2012, 67 p. ISBN 978-92-79-23823-9.

[2] ČHMÚ. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2011. ČHMÚ, 2012, 270 s.

[3] Pitter, P. Hydrochemie. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999, 568 s.

[4] Sucharová, J., Suchara, I. a Holá, M. Obsah 37 prvků v mechu a časové a prostorové změny hodnot v České republice během posledních 15 let. Čtvrtý český biomonitorovací průzkum prováděný v rámci mezinárodního programu OSN EHK ICP Vegetace 2005/2006. VÚKOZ (Průhonice), 2008, 96 s.

[5] Rosendorf, P. (ed.) Omezování plošného znečištění povrchových a podzemních vod v ČR (projekt Rady vlády ČR pro výzkum a vývoj VaV/510/4/98). Souhrnná závěrečná zpráva za období řešení 1998–2002, 2003, 271 s.

[6] Hejzlar, J., Borovec, J., Kopáček, J., Turek, J. a Volková, A. Dlouhodobý vývoj živinového znečištění v povodí nádrže Orlík. In: Borovec, J. a Očásková, I. (eds) *Sborník příspěvků Revitalizace Orlické nádrže 2011*, 4. ročník odborné konference, Písek, 4.–5. 10. 2011. Svazek obcí regionu Písecko, Povodí Vltavy, s. p. a BC AV ČR, Hydrobiologický ústav, s. 35–42. ISBN 978–80–260–2491–0.
[7] Fučík, P., Kaplická, M., Zajíček, A. a Kvítek, T. Vyhodnocení monitoringu jakosti vod v malém zemědělsko-lesním povodí: diskrétní a kontinuální přístup. *Vodní hospodářství*, 2010, č. 8, s. 213–217.
[8] Zpráva České republiky o stavu a směrech vývoje vodního prostředí a zemědělských postupů podle článku 10 a přílohy V a o změně nebo doplnění seznamu vymezených zranitelných oblastí podle článku 3 směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeným dusičnany ze zemědělských zdrojů. MŽP, MZe, VÚV TGM a VÚRV, 2012, 98 s.
[9] Fiala, D. a Rosendorf, P. Plošné zdroje fosforu v povodí VN Orlík a její eutrofizace. *Vodní hospodářství*, 2010, s. 199–202.
[10] Fiala, D. a Rosendorf, P. Variabilita odnosu fosforu ze zemědělské půdy v měřítku mikropovodí. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 53, 2011, č. 6, s. 27–31, příloha Vodního hospodářství č. 12/2011.
[11] Sharpley, A.N. The selective erosion of plant nutrients in runoff. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1985, 49, 1527–1534.
[12] Williams, J.R. Sediment delivery ratios determined with sediment and runoff models. *Proc. 1977 Symposium on Erosion and Solid Matter Transport in Inland Water. International Association of Hydrological Sciences*, 122, p. 168–179.
[13] Pasportizace pesticidů [online]. ČHMÚ [citováno 19. 8. 2013]. Dostupné z <http://hydro.chmi.cz/pasporty>.
[14] Kodeš, V. (ed.) Výskyt a transport pesticidů v hydrosféře a nové metody optimalizace monitoringu pesticidů v hydrosféře ČR. ČHMÚ a ČZU, 2010. Souhrnná zpráva projektu MŠMT 2B06095.
[15] Kozlová, M. Metodika stanovení prahových hodnot pro podzemní vodu v interakci s povrchovou vodou. Praha: VÚV TGM, 2011, 38 s.
[16] Emise a jejich dopad na vodní prostředí [online]. VÚV TGM, 2012 [citováno 19. 8. 2013]. Dostupné z <http://heis.vuv.cz/projekty/emisevoda>.
[17] Prchalová, H. aj. Metodiky hodnocení chemického a kvantitativního stavu útvarů podzemních vod pro druhý cyklus plánů povodí v ČR. Praha: VÚV TGM, 2013, 67 s.

Approach of pollutants emission sources and pathways significancy to water (Vyskoč, P.; Prchalová, H.; Mičaník, T.; Rosendorf, P.; Kristová, A.; Svobodová, J.)

Key words
emissions of pollutants to water – point and diffuse sources – emission pathways

Emissions of pollutants are significant anthropogenic pressures with important impact to status or potential of surface water bodies. Pollutants originate from different human activities (households, industry and agriculture) and from different sources. They are transported to surface water by different pathways: waste water discharges, applications into soil or air releases and subsequent atmospheric deposition and transport by groundwater. The final impact to surface water quality is affected by pollutant characteristics and pollutants behaviour in soil, subsoil and water body as well. "Emissions and their impact to water" project is oriented on apportionment of pollutant emission from different sources and pathways methodology and its application to pilot catchments. The article is focused on basic parts of proposed methodology presentation.

PŘÍSTUP K HODNOCENÍ KULTURNÍCH PAMÁTEK Z HLEDISKA PŘÍRODNÍHO A ANTROPOGENNÍHO OHROŽENÍ

Jana Ošlejšková, Milena Forejtníková, František Pavlík

Klíčová slova
kulturní památky – ohrožení památek – metodika – povodně

Souhrn

Kulturní památky jsou významným dokladem historického vývoje, životního způsobu a prostředí od nejstarších dob do současnosti a jako takové musejí být chráněny před škodlivými vlivy. Proto je nutné v první řadě vyhodnotit míru potenciálního ohrožení vybraných kategorií památek a chráněných území významnými přírodními a antropogenními vlivy, a to jednotným postupem pro celé území ČR. Na základě aplikace navržené metodiky bude provedeno zatřídění památek podle míry potenciálního ohrožení pro každý sledovaný vliv zvlášť, následně bude provedeno komplexní vyhodnocení míry ohrožení s využitím postupů multikriteriální analýzy. Výstupy rozšíří integrovaný informační systém Národního památkového ústavu o systematické poznatky formou tematických databází a současně budou výsledky prezentovány i interaktivně prostřednictvím webové mapové aplikace pro odbornou veřejnost.

Úvod

V současnosti je pro každý státem spravovaný památkový objekt v ČR zpracována různě podrobná dokumentace, která částečně zahrnuje i možná rizika ohrožení této památky. Úroveň zpracování je většinou dána subjektivním pohledem zpracovatele, takže jednotlivá rizika mohou být u konkrétní památky nadhodnocena, nebo naopak opomenuta. Proto byl navržen a přijat projekt „Identifikace významných území s kulturně historickými hodnotami ohrožených přírodními a antropogenními vlivy", který si klade za hlavní cíl vyhodnotit míru ohrožení památek antropogenními a přírodními vlivy.

Návrh metodiky

V rámci tohoto projektu je sestavována Metodika hodnocení míry potenciálního ohrožení památek antropogenními a přírodními vlivy s cílem získat centrální a ucelený přehled o míře ohrožení památek. Středem zájmu jsou především kategorie památek nadregionálního významu, jejichž důsledná ochrana je prioritní – památky zapsané na Seznam světového dědictví UNESCO, národní kulturní památky a z plošně chráněných území pak památkové rezervace. Sledovány jsou tyto typy ohrožení:

Ohrožení říčními povodněmi

Hodnocení ohrožení projevy říčních povodní (vazba na regionální srážky) je založeno na semikvantitativní metodě zahrnující kvantifikaci povodňového nebezpečí a stanovení povodňového ohrožení pro scénáře s dobou opakování 5, 20, 100, popř. 500 let, a na následném vyhodnocení maximálního povodňového ohrožení pro danou lokalitu (Drbal aj., 2012). Oblasti s tzv. významným povodňovým rizikem a památky UNESCO budou hodnoceny i pomocí modelování hydrodynamických procesů. Tento typ ohrožení památkových lokalit dokumentuje situace z června roku 2013 (*obr. 1*).

Obr. 1. Jelení zahrada pod zámkem Český Krumlov bezprostředně po povodni v červnu 2013 (zdroj: VÚV TGM)
Fig. 1. Deer Park under the castle of Cesky Krumlov immediately after the flood in June 2013 (source: TGM WRI)

Ohrožení projevy povodní z přívalových srážek, vodní a větrnou erozí

Posouzení míry nebezpečí povodní z přívalových srážek vychází z identifikace ploch rozhodujících z hlediska tvorby povrchového odtoku ve vazbě na přítomnost kritického bodu (Drbal aj., 2009) či kritické plochy v samotném prostoru nebo blízkém okolí památky.

V důsledku mimořádných srážko-odtokových událostí může dojít k intenzivním projevům povrchového odtoku včetně vodní eroze a k zvýšenému transportu splavenin na svažitých pozemcích zemědělské půdy. Ohrožení vodní erozí půdy vychází ze stanovení míry rozrušování půdního povrchu destrukční činností dešťových kapek a míry povrchového odtoku, s následným transportem uvolněných půdních částic povrchovým odtokem (Janeček, 2012).

Základem hodnocení míry nebezpečí větrné eroze půdy je stanovení fyzikálních vlastností půdy, způsobu využití území a klimatických charakteristik území, především rychlosti větru. Při hodnocení potenciálu nebezpečí větrné eroze půdy se bude vycházet z metody stanovení používané ve VÚMOP, v.v.i., se zohledněním směru větru mezi zemědělským pozemkem a památkovým objektem.

Ohrožení sesuvy

Kategorizace svahových nestabilit je podmíněna vymezením oblastí a ploch s náchylností k porušení stability svahů, jejich registrací, dokumentací a vyhodnocením jejich případných negativních vlivů na sledované památky. Toto vyhodnocení je třeba u každého památkového objektu udělat individuálně, neboť vždy záleží na způsobu založení objektu a na aktuálním technickém stavu stavby (Šikula aj., 2013).

Ohrožení průmyslovou činností

Významným aspektem z hlediska potenciálního ohrožení památek průmyslovou činností je jejich lokalizace v bezprostřední blízkosti průmyslových zdrojů. Míra ohrožení kulturních památek potenciální havárií je závislá na množství nebezpečných hořlavých a výbušných látek umístěných v těchto objektech a zařízeních a na vzdálenosti od památkových objektů. Hodnocení ohrožení památek v důsledku úniku nebezpečných látek při povodních je založeno na Metodice pro identifikaci a hodnocení lokalit se zdroji rizik kontaminace životního prostředí nebezpečnými látkami při povodních a pro klasifikaci míry rizika (Danihelka, Karberová a Chlubna, 2012).

Ohrožení atmosférickými spady

Pro hodnocení působení atmosférických spadů na památky jsou důležitými polutanty především oxid siřičitý, oxidy dusíku, které spolu s ozónem a kyslíkem urychlují oxidaci oxidu siřičitého na kyselinu sírovou, a tuhé znečišťující látky v ovzduší. Tyto polutanty mají výrazný degradující vliv např. na sochařské solitéry a veškeré vnější povrchy kulturních památek, jejich původcem jsou městské aglomerace, doprava i průmysl. Hodnocení každé památky pak vyplyne z konkrétní emisní situace na daném místě.

Ohrožení vodních prvků, na vodu vázaných biotopů a vegetace památek, parků a zahrad

U specifických památek a chráněných území, kde jsou předmětem ochrany např. zahrady, parky, vodní plochy a vodní prvky, jsou hodnocena vybraná relevantní rizika ohrožení jejich stavu z hlediska změn jakostních charakteristik vodního prostředí a na vodu vázaných biotopů, včetně změn druhové diverzity. Tyto změny mohou mít významný dopad na stav a kulturní hodnotu těchto památek a území. Zohledněno je např. ohrožení znečištěním vypouštěným do vodního prostředí, výskyt období sucha i šíření invazivních druhů.

Bioohrožení památek mikroorganismy původem z vodního prostředí

Hodnocení vychází především z šetření aktuálního stavu památky a potenciálu kontaminace a rozvoje biologického agens (původce) v daných podmínkách. Součástí hodnocení je vyplnění podrobného formuláře v kombinaci se sestaveným atlasem různých typů projevů bioohrožení (skvrny, škůdci apod.).

Vzhledem k širokému odbornému rozsahu se na zpracování některých témat podílejí kromě řešitelů z VÚV TGM, v.v.i., který je hlavním nositelem tohoto projektu, i odborníci z dalších institucí – České geologické služby (sesuvy), Centra dopravního výzkumu, v.v.i., (atmosférická depozice) a Mendelovy univerzity v Brně (biotopy a vegetace).

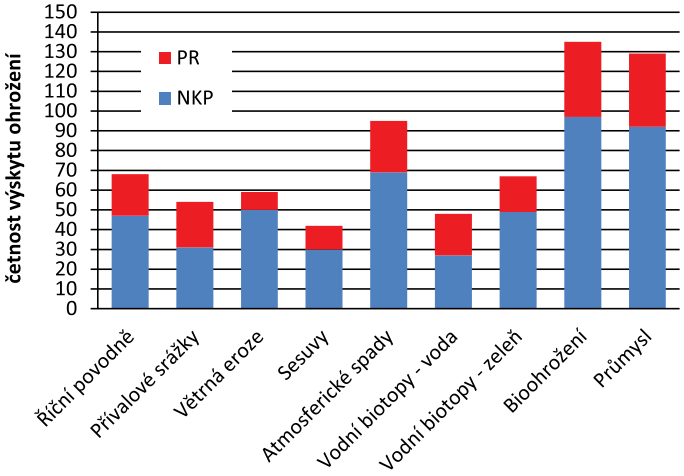
Dotazníkový průzkum

Souběžně s takto úzce odborně pojatým hodnocením zpracovávají odborníci z NPÚ dotazníky vztahující se k ohroženosti vyšších kategorií chráněných památek všemi vybranými typy ohrožení. Vyplnění dotazníků poskytlo přehled o tom, kde vidí největší problémy lidé, kteří jsou s památkovými objekty a jejich ochranou denně v kontaktu. Diskuse nad vyplněnými dotazníky přinesla také ujasnění terminologie a pojmů napříč různými odbornostmi, v některých případech obrátila pozornost k některým poněkud opomíjeným negativním vlivům.

Dosud bylo tímto způsobem posouzeno 270 národních kulturních památek (NKP) včetně chráněných památek UNESCO a památkových rezervací (PR) v devíti krajích. Počet památek ovlivněných jednotlivými typy ohrožení z celkového počtu dosud hodnocených je patrný z grafu na *obr. 2*. I když v každém kraji dotazníky vyplňoval jiný pracovník a do hodnocení tak vstupovalo subjektivní hledisko, podíl památek ovlivněných jednotlivými typy ohrožení se na větším hodnoceném území srovnává. Z grafu lze usuzovat, že celkově menší význam mají ohrožení spojená s geografickými podmínkami. Ohrožení průmyslem, primární i sekundární (větrná eroze, atmosférické vlivy), se projevuje na vyšším počtu památek.

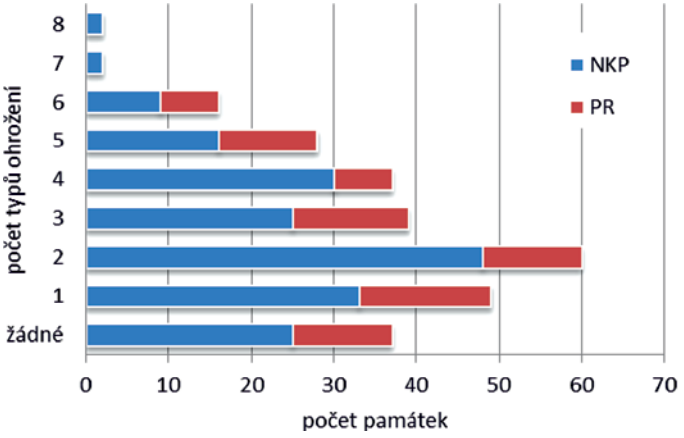
Nejvýraznější je ovšem počet památek hodnocených pod vlivem bioohrožení mikroorganismy. Svou roli v tom hraje všudypřítomnost těchto organismů spolu s často nedostatečným zabezpečením objektů proti vlhkosti. Jistý vliv na toto hodnocení může mít i mikroklima Jihočeského kraje. Jen v tomto kraji je takto ohroženo 41 památkově chráněných objektů.

Závažné poznatky vyplývají z grafu na *obr. 3*, který ukazuje jednoznačnou převahu památek ovlivněných některým typem ohrožení



Obr. 2. Vyhodnocení dotazníků – souhrn ohrožení památek devíti krajů

Fig. 2. Evaluation questionnaires – a summary of heritage threats of nine regions



Obr. 3. Památky ovlivněné více typy ohrožení

Fig. 3. Monuments affected by more types of threat

nad neovlivněnými. Nejvíce objektů je hodnoceno jako ohrožené dvěma různými typy negativních vlivů, vyskytují se ovšem i případy, kdy se projevují téměř všechna definovaná ohrožení. Tyto poznatky korespondují i s výzkumy ve světě, kdy ve většině případů musejí památky také čelit více zdrojům ohrožení najednou. Přitom kombinace některých vlivů mohou působit agresivněji než jako pouhý součet dopadu každého vlivu jednotlivě. V případě objektů hodnocených v dotazníkové akci se nejčastěji vyskytuje kombinace průmyslového ohrožení a atmosférických spadů, časté jsou také kombinace bioohrožení s atmosférickými spady nebo i s průmyslem. Je na dalším výzkumu a řešení tohoto projektu rozhodnout, které kombinace ohrožení mohou být pro památkově chráněné objekty nejrizikovější.

Dotazníková akce přinesla množství důležitých poznatků. Na rozdíl od původních záměrů projektu bude provedena i ve zbývajících krajích, aby pokryla Národní kulturní památky a Památkové rezervace na celém území České republiky.

Aplikace návrhu metodiky

Aplikace navržených postupů v rámci jednotlivých typů ohrožení probíhá na vybraných památkách, kterým je přiřazována informace o míře potenciálního ohrožení pro každý hodnocený vliv zvlášť. Jako příklad aplikace metodiky zde uvádíme ohrožení projevy z přívalových srážek.

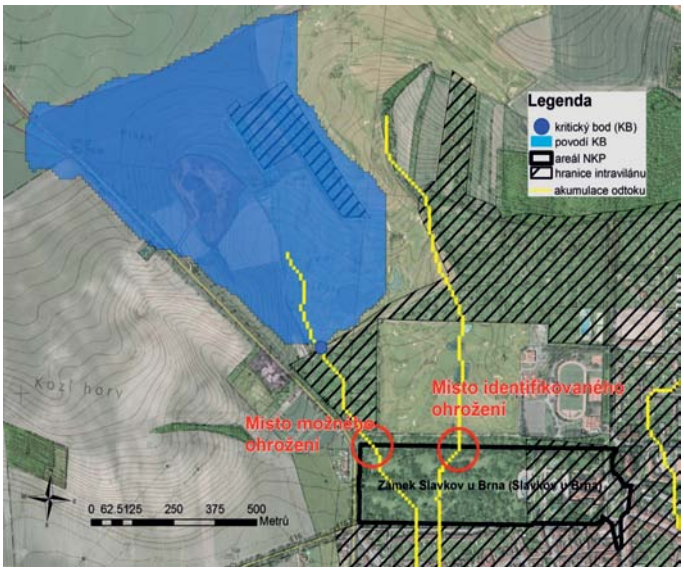
Povodně způsobené krátkodobými srážkami velké intenzity jsou charakteristické svým velmi rychlým vývojem. V časovém období desítek minut až několika hodin dochází zejména na malých vodních tocích k prudkému vzestupu hladiny, avšak po její kulminaci většinou dochází k podobně rychlému poklesu. Nebezpečí přívalových povodní spočívá také ve velké rychlosti proudu, který s sebou navíc unáší množství pevného materiálu, jako je půda, části stromů a větví, ale i části pobořených domů, mostů aj. Škody tedy vznikají nejen zaplavením, ale také dynamickými účinky proudící vody. Významnou roli při dopadu přívalové srážky sehrává sklonitost území a také jeho aktuální retenční schopnost. Povodně z přívalových srážek představují nejpočetnější případy povodňového ohrožení (Matějíček a Hladný, 1999).

Hodnocení ohrožení památkových objektů projevy z přívalových srážek vychází z metodiky založené na identifikaci kritických bodů (Drbal aj., 2009), která byla aplikována na vybraných kulturních památkách, např. v lokalitě NKP zámku Slavkov u Brna, za účelem posouzení vhodnosti použití této metody pro další řešení. Na základě provedených analýz byl ve vzdálenosti cca 350 m nad severozápadním rohem areálu zámku identifikován kritický bod (KB). Terénním šetřením byla následně ověřena jeho lokalizace, byl posouzen potenciál ohrožení povodněmi z přívalových srážek celé NKP a byla identifikována dráha soustředěného odtoku (DSO) nad severní zdí zámeckého parku v prostoru golfového hřiště (*obr. 4*). Negativní vliv přitékajících vod od severo-západního rohu a identifikované DSO (*obr. 5*) se prokázal i při povodňové situaci v květnu 2010, kdy byla narušena zeď zámeckého parku v délce cca 60 m (*obr. 6*).

Z terénního ověření využitelnosti této metody vyplynulo, že identifikovaný bod leží cca 350 m nad severozápadním rohem zámeckého parku, tedy nad místem možného ohrožení (*obr. 4*), což bylo způsobeno jednak vlivem použitých podkladových dat (vrstvy tzv. „intravilánů") a jednak zvolenými kritérii finálního výběru KB.

Uvedená zjištění v nedostatcích identifikace KB ve všech posuzovaných oblastech vedla k návrhu změn v metodice (Drbal aj. 2009), se zaměřením na detailnější hodnocení ohroženosti konkrétních objektů. Při stanovení tohoto nebezpečí je tedy nutné vycházet z přítomnosti kritického bodu v samotném prostoru nebo blízkém okolí památkového areálu či památkového objektu. Po provedených úpravách původní metodiky byl pro posouzení míry nebezpečí povodní z přívalových srážek využit následující postup:

- vygenerování drah soustředěného odtoku (velikost přispívající plochy ≥ 0,15 km^2);
- vymezení KB a jejich první výběr (průsečík hranice zastavěného území obce včetně památkových objektů a linie dráhy soustředěného odtoku);
- stanovení přispívajících ploch KB;
- stanovení fyzicko-geografických charakteristik přispívajících ploch KB (sklon, druh pozemku, % orné půdy);



Obr. 4. Potenciální ohrožení povodněmi z přívalových srážek – NKP zámek Slavkov u Brna
Fig. 4. The potential threat of flash floods –Slavkov u Brna chateau

Obr. 5. Ukázka směrů přitékajících vod k severní zdi areálu zámku
Fig. 5. Illustration of directions of inflowing water to the north wall of the chateau park

Obr. 6. Narušená zeď zámeckého parku pod identifikovanou drahou soustředěného odtoku
Fig. 6. The destroyed wall of the chateau park under the identified water way of the concentrated runoff

- finální výběr KB prostřednictvím vybraných charakteristik a jejich kritérií:
  - velikost přispívající plochy 0,15 –10,0 km^2,
  - průměrný sklon přispívající plochy ≥ 3,5 %,
  - podíl plochy orné půdy v povodí ≥ 40 %,
  - ukazatel kritických podmínek F ≥ 1,85, kde

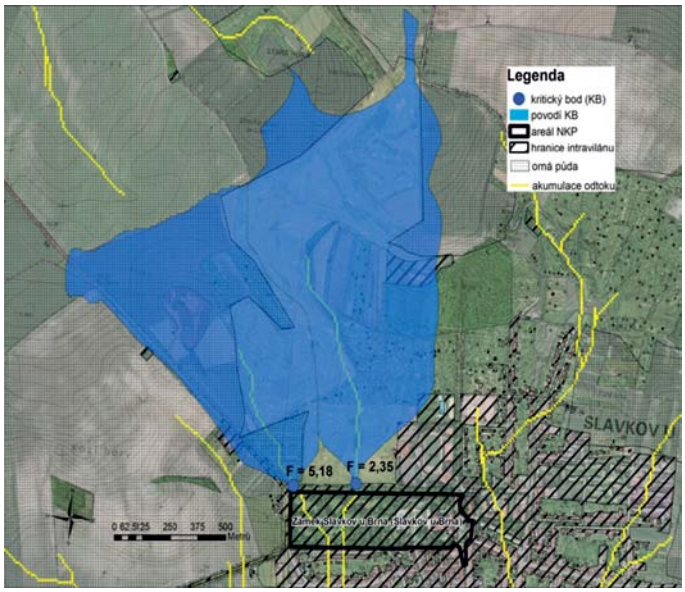
$$F = P_{p,r} . H_{m,r} . (a_1 . I_p + a_2 . ORP + a_3 . CNII)$$

a – vektor vah [1,48876; 3,09204; 0,467171],
$P_{p,r}$ – relativní hodnota velikosti přispívající plochy (vzhledem k max. 10 km^2) [-],
I_p – hodnota průměrného sklonu přispívající plochy [%],
ORP – podíl plochy orné půdy [%],
CNII – hodnoty CNII pro území ČR,
$H_{m,r}$ – relativní hodnota úhrnu jednodenních srážek s dobou opakování 100 let pro území ČR (vzhledem k max. 285,7 mm) [-].

V případě ploch povodí se zastoupením orné půdy nižším než 40 %, popř. ploch zcela zalesněných:
- velikost přispívající plochy 0,6–10,0 km^2;
- průměrný sklon přispívající plochy ≥ 5 %.

Takto navržený postup identifikace míry nebezpečí povodní z přívalových srážek byl ověřen na NKP zámek Slavkov u Brna (*obr. 7*), NKP zámek Valtice a NKP zámek Lysice. Na základě provedeného ověření navržené metodiky lze konstatovat, že bylo dosaženo uspokojivé shody v identifikaci kritických míst z hlediska potenciálního ohrožení před projevy povodní z přívalových srážek, a k těmto místům byla stanovena míra nebezpečí reprezentovaná hodnotou ukazatele kritických podmínek F.

Obdobným způsobem, tj. podrobným popisem použité metody hodnocení a jejím testováním na vhodných památkových objektech, je postupováno i u dalších uvažovaných typů ohrožení.



Obr. 7. Vyjádření míry povodňového nebezpečí z přívalových srážek – zámek Slavkov u Brna
Fig. 7. Expression of flood risk degree from torrential rains –Slavkov u Brna chateau

Závěr

V druhém roce řešení projektu byl připraven návrh Metodiky hodnocení míry potenciálního ohrožení památek antropogenními a přírodními vlivy, který podrobně popisuje hodnocení pro jednotlivé typy ohrožení. Pro zhodnocení dopadu působení všech posuzovaných vlivů na danou památku je nezbytné i s ohledem na možné spolupůsobení některých vlivů (což může jejich negativní účinek zesílit) provést komplexní vyhodnocení míry ohrožení. Multikriteriální přístup umožní vyhodnotit míru ohrožení památek a památkových rezervací z pohledu sledovaných ohrožení při zohlednění jejich vzájemných možných vazeb a důležitosti z hlediska dopadu a možnosti případné obnovy škod (včetně časového hlediska). Metodika bude aplikována na společných lokalitách, výstupy rozšíří integrovaný informační systém Národního památkového ústavu a výsledky budou rovněž uveřejněny prostřednictvím webové mapové aplikace.

Poděkování
Tento příspěvek vznikl v rámci projektu DF12P01OVV035 – Identifikace významných území s kulturně historickými hodnotami ohrožených přírodními a antropogenními vlivy, který je řešen s finanční podporou Ministerstva kultury v rámci Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI).

Literatura

Danihelka, P., Karberová, M. a Chlubna, L. (2012) Identifikace a hodnocení objektů a zařízení se zdroji rizik kontaminace vodního prostředí nebezpečnými chemickými látkami při povodních. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, ročník 54, č. 1, s. 2–5, příloha *Vodního hospodářství* č. 2/2012.

Drbal, K. aj. (2012) Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. Brno: VÚV TGM a Praha: MŽP, 92 s.

Drbal, K. aj. (2009) Metodický návod pro identifikaci KB. MŽP, 7 s.

Janeček, M. aj. (2012) Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika. Praha, 113 s. ISBN 978-80-87415-42-9.

Matějíček, J. a Hladný, J. (1999) Povodňová katastrofa 20. století na území České republiky. MŽP, 60 s.

Šikula, J. aj. (2013) Identifikace významných území s kulturně historickými hodnotami ohroženými přírodními a antropogenními vlivy. Identifikace a vyhodnocení míry potenciálního ohrožení vybraných památkových objektů sesuvy. Brno: Česká geologická služba, 189 s.

Mgr. Jana Ošlejšková, Ing. Milena Forejtníková, Ing. František Pavlík
Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v.v.i., Brno
jana_oslejskova@vuv.cz, milena_forejtnikova@vuv.cz, frantisek_pavlik@vuv.cz
Příspěvek prošel lektorským řízením.

Approach to the evaluation of cultural monuments in terms of natural and anthropogenic threats (Ošlejšková, J.; Forejtníková, M.; Pavlík, F.)

Keywords
cultural monuments – threat of the monuments – methodology – floods

Cultural monuments are an important proof of historical development, lifestyle and environment from the earliest times to the present, and that's why must be protected from harmful influences. For this purpose it is necessary first of all to evaluate the potential threats degree to selected categories of monuments and protected areas by significant natural and anthropogenic effects using uniform procedure throughout the Czech Republic. Based on the proposed methodology the classification of monuments will be made according to potential threats degree for each of monitored impact separately, then a comprehensive evaluation of the threat will be undertook by using multi-criteria analysis procedures. In the form of thematic databases outputs will complement the integrated information system of the National Heritage Institute by systematic knowledge. In the same time the results will be presented interactively via web mapping applications for professionals.

Culligan
Technologie úpravy pitných a průmyslových vod
Originální patentovaná filtrační technika pro:
- úpravy pitných vod
- energetiku
- dočištění odpadních vod
- chladící a průmyslové okruhy

Culligan Czech s.r.o.
K Šancím 50, 163 00 Praha 6
Tel./fax: 235 300 604, 235 300 573
praha@culligan.cz, www.culligan-praha.cz

HYDRAULICKÝ VÝZKUM ZIMNÍHO REŽIMU PLAVEBNÍHO STUPNĚ DĚČÍN

Petr Bouška, Pavel Gabriel, Ondřej Motl, Ján Šepeľák

Klíčová slova
plavební stupeň Děčín – hydraulické modelování – ledové jevy

Souhrn

V článku jsou po stručné analýze možností vzniku a vývoje ledových jevů v dosahu plavebního stupně Děčín uvedeny výsledky výzkumu optimálních manipulací jezovými uzávěry na hydraulickém modelu 1 : 70 za účelem účinného uvolňování ledů z horní do dolní zdrže plavebního stupně. Zvláštní pozornost byla věnována možnostem uvolňování plavební dráhy včetně rejd plavební komory při počátcích ledových jevů na vodní cestě a při uvádění vodní cesty do provozu na začátku oblevy. Výzkum vyústil v návrh potřebných opatření zajišťujících bezproblémový zimní režim vodního díla a minimalizaci délky omezení plavebního provozu.

1 Úvod

Výstavbou plavebního stupně Děčín se dosáhne zlepšení plavebních hloubek na požadovanou úroveň v úseku od konce jeho vzdutí po státní hranici ČR/SRN. Plnosplavnost v tomto úseku bude omezována pouze za mimořádných přírodních podmínek – při převádění povodní nebo v obdobích tuhých zim.

V průběhu delších období tuhých mrazů bývá plavební provoz omezován, resp. přerušován z důvodu výskytu, tvorby a vývoje ledových jevů různého druhu. Z historických pozorování a záznamů vyplývá, že v minulosti docházelo během tuhých zimních období na dolním Labi v oblasti Děčína k tvorbě a chodu ledů, i k souvislému zámrzu celé řeky. Kalamitní situace vznikaly na Labi zejména při zimních ledových povodních, jako tomu bylo v letech 1940 až 1943, 1947 a zejména na přelomu let 1978–1979.

Je zřejmé, že ani v budoucnu nelze na dolním Labi vyloučit výskyt period tuhých zim provázených ledovými povodněmi a chodem ledů s nebezpečím výskytu ledových nápěchů a bariér. Při očekávaných klimatických změnách se riziko těchto jevů bude ještě zvětšovat [1]. Na dolním Labi v oblasti plánovaného plavebního stupně Děčín je třeba reálně počítat s možností výskytu zimních ledových povodní, a to v době mrazů nebo v době oblevy při tání sněhu a provázených chodem ledů (viz např. zprávy státního podniku Povodí Labe [2–6]).

K zimním ledovým povodním dochází při průtocích nižších než katastrofálních, nicméně jejich ničivé účinky mohou být daleko větší než při povodních letních. V případě vytvoření zácpy může vzniklá ledová bariéra způsobit vzdutí hladiny až o několik metrů a katastrofální záplavu území nad ní. Pokud by došlo k takové události v oblasti Děčína, znamenalo by to zaplavení rozsáhlých částí intravilánu města. Opatření na zvládání, resp. zmírňování těchto kalamitních situací tedy nabývají na mimořádné důležitosti.

Účinný prostředek, kterým lze zabránit ničivým účinkům ledových povodní, představuje samotný plavební stupeň. Vhodnou manipulací jezovými uzávěry lze rozrušovat tvorbu souvislé ledové pokrývky a případné zácpy a zajistit účinný transport ledů a ledové tříště do úseku řeky pod plavebním stupněm.

Úkolem výzkumu byl návrh potřebných stavebních, technologických a organizačních opatření zajišťujících bezpečný provoz vodního díla a minimalizaci délky omezení plavebního provozu v podmínkách zimního režimu. Zadavatelem výzkumu bylo Ředitelství vodních cest ČR a práce byla financována z prostředků Státního fondu dopravní infrastruktury v rámci přípravy investiční akce Zlepšení plavebních podmínek na Labi v úseku Ústí nad Labem–státní hranice ČR/SRN – plavební stupeň Děčín.

Po analýze možností vzniku a vývoje ledových jevů v dosahu plavebního stupně Děčín byl realizován výzkum optimálních manipulací jezovými uzávěry za účelem účinného transportu ledů z horní zdrže plavebního stupně do říčního úseku pod ním. Výzkum byl prováděn na hydraulickém modelu v měřítku 1 : 70, vybudovaném ve velké hale hydraulické laboratoře Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v.v.i. Přitom vzhledem k reálným podmínkám zimního režimu na dolním Labi byly zvlášť zkoumány optimální manipulace zajišťující co nejdelší udržení plavebního provozu na začátku mrazového období a manipulace umožňující jeho co nejrychlejší obnovení na začátku oblevy.

2 Udržování plavební dráhy na začátku mrazového období

2.1 Charakteristika ledové situace

Výskyt ledových jevů začíná na dolním Labi po 2 až 3 dnech celodenních mrazů. Výstavbou plavebního stupně Děčín vznikne na dolním Labi nový úsek plavební dráhy s malou rychlostí vody, který bude zamrzat dříve než za současného stavu. Plavební stupeň musí být konstruován a provozován tak, aby v jeho zdrži nevznikaly podmínky pro předčasné zastavení plavby.

Za nízkých průtoků (do cca 200 $m^3.s^{-1}$) se led v plavební dráze vyskytne nejdříve ve zdrži nad plavebním stupněm, kde jsou nejmenší rychlosti proudění vody. Hladina zde bude rychle zamrzat rozšiřováním břehového ledu. Výše na toku se před zamrzlou hladinou bude tvořit nápěch z ledové tříště a ledové kaše. Zamrzlá hladina před jezem bude překážkou pro průchod ledu, před okrajem ledové pokrývky bude přitékající led vytvářet tenkou vrstvu, která bude postupovat proti vodě.

Za středních průtoků (do cca 350 $m^3.s^{-1}$) se objeví ledové jevy o něco později. Hladina před jezem zamrzne, teprve až se dostaví chod ledové mázdry, která neprojde zdrží a ucpe hladinu. Po zastavení pohybu ker se dostaví zámrz hladiny, který rychle postoupí proti vodě. Před zamrzlou hladinou se bude hromadit přitékající ledová kaše. V místě větší rychlosti proudění vody se může vytvářet krátký ledový nápěch.

Za průtoků větších než 350 $m^3.s^{-1}$ jezová zdrž nezamrzne ani za tuhých mrazů a v úseku před jezem bude docházet k chodu ledové kaše. Výše na toku, kde budou velké rychlosti proudění vody, se bude vyskytovat vnitrovodní led téměř v celém říčním profilu. Trupy lodí budou přicházet do kontaktu s aktivním vnitrovodním ledem, který se bude na nich přichytávat. Hrozí, že lodě obrůstané ledem budou vyřazovány z provozu a lodní provoz bude muset být zastavován.

Za nízkých a středních průtoků jsou plavidla podle dosavadních provozních zkušeností schopná proplouvat ledovou pokrývkou do tloušťky asi 0,10 m. V době, kdy bude ledová pokrývka ještě tenká, budou ji plavidla rozlamovat a vytvoří si v ní při dostatečné intenzitě plavebního provozu volnou plavební dráhu, resp. při menší intenzitě s pomocí dostatečně silného remorkéru (s ledoborcovým nástavcem). Nezbytnou podmínkou pro zajištění plavebního provozu je převádění rozlámaného ledu plavebním stupněm do dolní zdrže.

Soustředěním průtoku a uvolněním ledu v plavební dráze dojde k usměrnění proudu. V uvolněné plavební dráze budou větší rychlosti vody než před zamrznutím a zvýšená rychlost bude snižovat tvorbu ledu. Plavební provoz za této ledové situace by mohl být i trvalý, podmínkou je dostatečně četné proplouvání lodí a odstavení vodní elektrárny z provozu.

2.2 Metodika a program výzkumu

Cílem experimentů bylo zjistit nejvhodnější způsob odvádění ledů na začátku mrazového období z volné plavební dráhy v horní zdrži plavebním stupněm do dolní říční tratě, jakož i možnost plavby lodí touto plavební drahou vytvořenou v ledové celině za současného transportu ledů.

K simulaci ledových ker na modelu byly použity destičky z polypropylenu o rozměrech přibližně 30 x 30 mm (ve skutečnosti 2 x 2 m) a tloušťce odpovídající ve skutečnosti tloušťce ledu 0,07 až 0,10 m. Pro znázornění souvislé zamrzlé hladiny v horní zdrži mimo volnou plavební dráhu byly použity tenké desky z polystyrénu o tloušťce 10 mm.

Výzkumné práce zahrnovaly následující kroky:

– nejprve byla při vhodně zvoleném malém průtoku nastavena hladina v horní zdrži na kótu 124,50 m n. m. s odpovídající úrovní hladiny na konci modelu;
– poté byla v horní zdrži podél volné plavební dráhy (v horním úseku široké 50 m a před plavebním stupněm se zvětšující na šířku horní

Obr. 1. Zamrzlá nádrž s volnou plavební dráhou
Fig. 1. Frozen basin with free fairway

Obr. 2. Foto- a videodokumentace pokusu
Fig. 2. Photo and video experiment documentation

rejdy a levého jezového pole) vymodelována souvislá zamrzlá hladina pomocí polystyrénových desek, přičemž volná plavební dráha byla vyplněna ledy z polypropylenových destiček (*obr. 1*);
– na modelu byl nastaven požadovaný průtok, zvolený způsob převádění ledů plavebním stupněm (plavební komorou, resp. levým jezovým polem) a odpovídající úroveň hladiny v dolní vodě – až po dosažení ustáleného stavu při hladině v horní zdrži 124,50 m n. m.;
– následovalo proplavování ledů z plavební dráhy v horní zdrži plavební komorou, resp. levým jezovým polem do říčního úseku pod plavebním stupněm.

Transport ledů byl od momentu počátku jejich převádění plavebním stupněm fotograficky dokumentován v pravidelných intervalech (cca 30 s); kromě toho byl pořizován videozáznam a poznatky z průběhu pokusu (*obr. 2*).

S přihlédnutím k obvyklým klimatickým a hydrologickým podmínkám v obdobích nástupu mrazů byl problém udržování volné plavební dráhy v horní zdrži a transportu ledů plavebním stupněm zkoumán při čtyřech charakteristických průtocích Labem: Q_{345d} = = 117 $m^3.s^{-1}$, Q_{270d} = 169 $m^3.s^{-1}$, Q_{180d} = 248 $m^3.s^{-1}$ a Q = 350 $m^3.s^{-1}$. Při všech pokusech byla vodní elektrárna odstavena z provozu.

Realizovaný program experimentů zahrnoval:
– převádění ledů plavební komorou, plavební komorou a levým jezovým polem, resp. levým jezovým polem,
– plavbu motorové nákladní lodě MNL 11600 a typového tlačného soulodí 1+1 udržovanou plavební dráhou v horní zdrži plavebního stupně při průtoku Q = 248 $m^3.s^{-1}$, převáděném jednak plavební komorou, jednak levým jezovým polem.

Ve všech zkoumaných případech byla hladina v horní zdrži plavebního stupně udržována na kótě 124,50 m n. m.

2.3 Realizace experimentů a jejich zhodnocení

Nejdříve byla zkoumána možnost transportu ledů z plavební dráhy vytvořené v ledové celině horní zdrže plavební komorou v časech mezi proplavováním lodí. Při všech průtocích bylo možno pozorovat vcelku účinný transport ledů volnou plavební drahou i horní rejdou, avšak pod horním ohlavím plavební komory docházelo ke kupení ledů, které potom postupně po shlucích odplouvaly plavební komorou do dolní tratě pod plavební stupeň (*obr. 4*). Udržování volné plavební dráhy v horní zdrži odváděním ledů z této dráhy plavební komorou proto nelze doporučit.

Při transportu ledů z plavební dráhy v ledové celině současně plavební komorou (v časech mezi proplavováním lodí) a levým jezovým polem se tento transport v porovnání s předcházejícím případem zrychlil. Při stejných přepadových výškách obou hradicích konstrukcí se chod ledů dělil v úrovni ohlaví dělicí zdi rejdy přibližně na dvě poloviny, z nichž jedna směrovala k levému jezovému poli a druhá k horním vratům plavební komory. Při převádění ledů přes horní vrata plavební komory však docházelo opět – zejména při větších průtocích – k jejich hromadění v prostoru pod horním ohlavím.

V třetí sérii experimentů byla zkoumána možnost transportu ledů z plavební dráhy, vytvořené v ledové celině horní zdrže, pouze levým jezovým polem. Ledy byly v tomto případě transportovány

Obr. 3. Hromadění ledů při Q = 117 $m^3.s^{-1}$
Fig. 3. Ice cumulation at Q = 117 $m^3.s^{-1}$

Obr. 4. Transport ledů levým jezovým polem
Fig. 4. Left weir section ice transportation

v souvislém pásu, který směřoval z volné plavební dráhy plynule do předpolí levého jezového pole. V průběhu převádění ledů levým jezovým polem pod plavební stupeň byly ledy z horní rejdy plavební komory – zřejmě vlivem zpětného proudění – postupně stahovány do předpolí jezu, takže v horní rejdě zůstávalo jen menší množství ledů, které by nicméně bylo nutné přepustit plavební komorou. Při převádění ledů přes hradicí konstrukci v levém jezovém poli docházelo k většímu či menšímu hromadění ledů ve vývaru, ledy však z něho plynule, resp. po shlucích odplouvaly do podjezí (*obr. 4*). V širokém korytě říčního úseku pod plavebním stupněm se potom již jednalo o bezproblémový transport rozptýlených ledů.

Převádění rozlámaných ledů z volné plavební dráhy v horní zdrži levým jezovým polem do říčního úseku pod plavební stupeň se ukázalo jako účinné.

Při následujících experimentech byly ověřovány plavební podmínky při průtoku Q = 248 $m^3.s^{-1}$ a plavbě volnou plavební drahou, vytvořenou v ledové celině horní zdrže, za současného transportu rozlámaného ledu levým jezovým polem. Použity k tomu byly dálkově ovládané modely typových plavidel – motorové nákladní lodě MNL 11600 a tlačného soulodí 1+1, zatížené na maximální ponor. Celkem byly realizovány čtyři plavby, a to motorové nákladní lodě MNL 11600 směrem proti proudu a po proudu a typového tlačného soulodí 1+1 směrem proti proudu a po proudu.

Plavba motorové nákladní lodě MNL 11600 směrem proti proudu proběhla bez problémů (*obr. 5*). Loď proplula celou volnou plavební dráhou zcela plynule, včetně úseku, kde byly transportované ledy směrovány do předpolí levého jezového pole. Při plavbě směrem po proudu se dařilo při vhodné volbě rychlosti plavby v celém úseku sledovat optimální trajektorii plavební dráhy. Napříč šikmému chodu ledů byl příslušnými manévrovacími zásahy zajištěn i plynulý vjezd do horní rejdy plavební komory.

Plavba typového tlačného soulodí 1+1 směrem proti proudu byla provázena hrnutím části ledů před podhonovou přídí tlačného člunu a jejich podsouváním pod okraje ledové celiny. Příslušným zvýšením výkonu motorů tlačného remorkéru a vhodným manévrováním v oblasti výjezdu z rejdy plavební komory se však i zde podařilo proplout optimální trasou plavební dráhy. Poněkud obtížnější se ukázala plavba tlačného soulodí směrem po proudu (*obr. 6*).

Náročnější na ovládání bylo vplouvání do rejdy plavební komory, kde bylo soulodí stahováno směrem k předpolí jezu. Kromě toho soulodí před sebou hrnulo ledy až do rejdy, kde došlo k jejich nakupení před vraty plavební komory. Je zřejmé, že tyto ledy bude třeba odtransportovat do dolní říční tratě plavební komorou.

3 Uvolňování plavební dráhy na začátku oblevy

3.1 Charakteristické ledové situace

Po období tuhých mrazů s přerušeným plavebním provozem dochází k oblevě, kdy je snaha co nejdříve uvolnit plavební dráhu a znovu obnovit plavební provoz.

Pokud není obleva razantní a není doprovázena vydatnými dešťovými srážkami, průtoky vody v toku se zvýší nevýrazně a dochází k pozvolnému tání ledu v toku, jehož rychlost závisí na velikosti průtoku. Odtávání ledové pokrývky bude probíhat od VD Střekov po toku a ledových poměrů ve zdrži plavebního stupně Děčín se po dlouhou dobu nedotkne. Okraj ledové pokrývky bude ustupovat, ale do jezové zdrže dostoupí až po několika dnech. Ve zdrži bude probíhat především tání horního povrchu ledové pokrývky a její vnitřní tání.

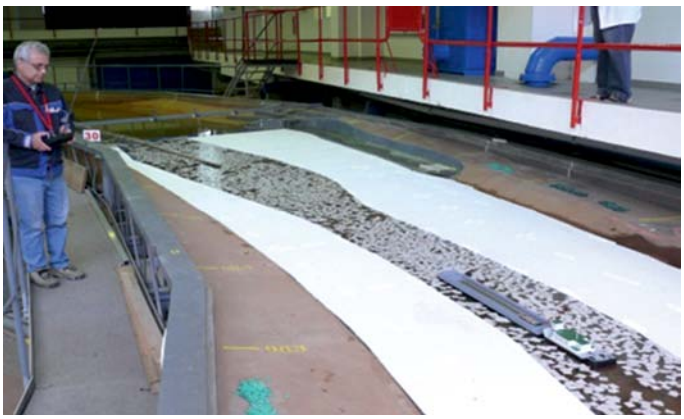
Rozpouštění ledové pokrývky proudící vodou nezajistí vždy uvolnění plavební dráhy za přijatelnou dobu. Bude muset být uvolňována rozlamováním ledové pokrývky technickými plavidly. K němu však bude možno přistoupit až v době, kdy bude probíhat vnitřní tání ve větším rozsahu a ledová pokrývka bude mít již malou pevnost.

Za prudké oblevy, doprovázené deštěm a podstatným zvýšením průtoku, vznikají složitější a někdy i nebezpečné ledové situace. Dochází k odchodu ledu. V případě Labe lze v úseku mezi Střekovem a stupněm Děčín očekávat dva odlišné odchody ledu. První se bude vyskytovat po mrazovém období s nízkými průtoky a druhý po mrazovém období se středními průtoky. Za velkých průtoků zdrž nezamrzá.

Za nízkých průtoků (do cca 200 $m^3.s^{-1}$) se bude nesourodá ledová pokrývka vyskytovat i nad jezovou zdrží. Pokrývka nebude úplně souvislá a bude z povrchového a kašovitého ledu. Její pevnost bude malá a dojde k jejímu odchodu za poměrně malého průtoku. Odcházející led se však zastaví před tlustou a pevnou ledovou pokrývkou ve zdrži před jezem a vytvoří se ledová zácpa, která se po určité době prolomí.

Za středních průtoků (do cca 350 $m^3.s^{-1}$) se pevná ledová pokrývka vytvoří jen ve zdrži. Odchod ledu bude probíhat přerušovaným postupem ledové zácpy, přičemž se na něm bude podílet jen led vyskytující se v úseku mezi VD Střekov a plavebním stupněm Děčín. Vzhledem k tomuto omezenému množství ledu bude zácpa poměrně malá.

Obr. 5. Plavba MNL 11600 proti proudu
Fig. 5. Up-stream navigation of cargo ship type MNL 11600



Obr. 6. Plavba tlačného soulodí po proudu
Fig. 6. Down-stream navigation of push tug

3.2 Metodika a program výzkumu

Předmětem modelového výzkumu bylo vyšetření optimálních manipulací na plavebním stupni za účelem účinného uvolňování ledů z horní zdrže na začátku oblevy a jejich transportu do říčního úseku pod plavebním stupněm. Při tomto výzkumu se vycházelo z respektování zásady, že manipulacemi na vodním díle by se neměly vyvolávat výraznější průtokové změny (kladné i záporné vlny), které by se propagovaly do úseku pod ním a dále až na německý úsek Labe. Opětné obnovování plavebního provozu mělo přitom prioritu před udržováním provozu vodní elektrárny.

K simulaci ledových ker na modelu byly použity parafinové destičky nepravidelného tvaru o tloušťce odpovídající ve skutečnosti tloušťce ledu 0,30 až 0,35 m.

Problematika transportu ledů byla zkoumána při dvou provozních situacích:

a) Uvolňování ledů z horní zdrže (*obr. 7*) s hladinou na kótě 124,50 m n. m. různými manipulacemi jezovými uzávěry, resp. převáděním ledů plavební komorou přes částečně spuštěná vrata v horním ohlaví komory, a to při třech charakteristických průtocích Labem – Q_{345d} = = 117 $m^3.s^{-1}$, Q_{180d} = 248 $m^3.s^{-1}$ a Q = 350 $m^3.s^{-1}$

Realizovaný program se skládal z experimentů zahrnujících:

- převádění ledů při průtoku Q = 248 $m^3.s^{-1}$ středním, pravým, resp. levým jezovým polem,
- převádění ledů plavební komorou při průtoku Q = 117 $m^3.s^{-1}$, resp. 248 $m^3.s^{-1}$,
- převádění ledů při průtoku Q = 350 $m^3.s^{-1}$ plavební komorou a levým jezovým polem, středním jezovým polem, resp. středním a levým jezovým polem.

Během všech pokusů byla vodní elektrárna odstavena z provozu.

Experimenty probíhaly v těchto krocích:

- nastavení průtoku, zvoleného způsobu převádění ledů plavebním stupněm a odpovídající úrovně hladiny v dolní zdrži – až po dosažení ustáleného stavu při hladině v horní zdrži 124,50 m n. m.;

Obr. 7. Horní zdrž naplněná krami
Fig. 7. The upper basin filled with ice floe

Obr. 8. Dávkování ledů na začátku modelu
Fig. 8. Ice adding at the beginning of the model

– osazení nosníku na zachycení ledů a naplnění horní zdrže ledovými krami (*obr. 8*);
– začátek pokusu odebráním nosníku zachycujícího ledy v horní zdrži;
– foto- a videozáznam transformace ledů v průběhu pokusu, záznam poznatků včetně registrace celkové doby proplavování.

b) Převádění ledů plavebním stupněm při úplně vyhrazených uzávěrech jezu a třech charakteristických průtocích Labem – Q = 350 $m^3.s^{-1}$, Q_{30d} = 633 $m^3.s^{-1}$ a $Q_{max,pl}$ = 1 140 $m^3.s^{-1}$; plavba je zastavena, plavební komora je uzavřena

Program experimentů v tomto případě zahrnoval:
– převádění ledů při průtoku Q = 350 $m^3.s^{-1}$ úplně vyhrazeným středním jezovým polem,
– převádění ledů při průtoku Q = 633 $m^3.s^{-1}$ všemi třemi úplně vyhrazenými jezovými poli,
– převádění ledů při průtoku Q = 1 140 $m^3.s^{-1}$ všemi třemi úplně vyhrazenými jezovými poli.

Postup provádění experimentů byl obdobný jako v předcházejícím případě, pouze ledy byly na začátku modelu ručně dávkovány se zvolenou intenzitou ledochodu (*obr. 8*).

Ve všech případech byl určitým ukazatelem pro účinnost zkoumané manipulace čas potřebný na proplavení příslušného množství ledů z horní zdrže do dolního říčního úseku.

3.3 Realizace experimentů a jejich zhodnocení

Nejdříve bylo zkoumáno uvolňování ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n. m. převáděním průtoku Q = 248 $m^3.s^{-1}$ postupně středním, pravým a levým jezovým polem; plavební komora byla přitom uzavřena a malá vodní elektrárna odstavena z provozu.

Postup uvolňování ledů byl ve všech zkoumaných případech obdobný. Ledy byly transportovány v horní zdrži rovnoměrně po celé její šířce, načež byly postupně stahovány k vyhrazenému poli z celého předpolí jezu a vodní elektrárny. Vývar se zaplnil ledovými krami, které však z něho odplouvaly do dolní vody (*obr. 9*). Ledy byly nasávány do předpolí jezu i z horní rejdy plavební komory. Určité množství však v rejdě zůstalo, a proto nezbývalo než ho odplavit do dolního úseku plavební komorou. Na konci pokusu bylo předpolí jezu zcela bez ledů, rovněž vývar byl téměř bez ledů.

Soustředěný transport ledů jedním jezovým polem z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n. m. při průtoku Q = 248 $m^3.s^{-1}$ řekou se ukázal jako velmi účinný. Mezi transportem ledů středním, pravým, resp. levým jezovým polem nebyl pozorován významný rozdíl. Za nejefektivnější lze však označit transport středním polem, který umožňuje v krátkém čase odplavit veškerý led z předpolí jezu a malé vodní elektrárny a při němž dochází k nejmenšímu hromadění ledů ve vývaru a nejplynulejšímu odplavování ledů do dolní vody. Převádění ledů při průtoku Q = 350 $m^3.s^{-1}$ tento závěr jen potvrdilo.

Při převádění ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n. m. za nízkých průtoků Q = 117 $m^3.s^{-1}$ až 248 $m^3.s^{-1}$ pouze plavební komorou se ledy v horní části zdrže pohybovaly po celé její šířce. Poté směřovaly především do horní rejdy plavební komory, avšak postupovaly i k jezu a vodní elektrárně. Ledy procházející rejdou přepadaly přes vrata a hromadily se pod horním ohlavím, odkud byly po shlucích postupně odplavovány komorou do dolní vody. Na konci pokusu byla horní rejda zcela očištěna od ledů, poměrně značná část ledů však zůstala před jezovými poli a před vtokem do vodní elektrárny. Rovněž prostor za svodidlovou stěnou horní rejdy zůstal plný ledů.

Uvolňování ledů z horní zdrže plavebního stupně na začátku oblevy pouze plavební komorou se ukázalo jako nevhodné. Led je třeba převádět při nízkých průtocích jedním z jezových polí, plavební komoru je vhodné využívat pouze pro odvádění ledů z prostoru horní rejdy.

Obr. 9. Transport ledů středním jezovým polem
Fig. 9. Middle weir section ice transportation

Obr. 10. Převádění ledů při Q = 633 $m^3.s^{-1}$
Fig. 10. Ice transportation at Q = 633 $m^3.s^{-1}$

Z porovnávacích pokusů s uvolňováním ledů z horní zdrže při středních průtocích okolo Q = 350 $m^3.s^{-1}$ vyplynulo, že dostatečně efektivně lze převádět ledy přes dvě jezová pole při udržování hladiny v horní zdrži na kótě 124,50 m n. m., tj. bez vyvolávání průtokových změn pod plavebním stupněm.

Při pokusech s transportem ledů za vysokých průtoků v řece (Q = = 633 a 1140 $m^3.s^{-1}$) se vycházelo z poznatku, že v tomto případě nedochází k souvislému zámrzu hladiny ve zdrži plavebního stupně. Ledy byly převáděny úplně vyhrazenými jezovými poli, plavební komora byla uzavřena a vodní elektrárna odstavena z provozu. Ledochod byl simulován ručním dávkováním ledových ker na začátku modelu (*obr. 8*) se zvolenou intenzitou asi 0,5.

Chod ledů se v horní zdrži přitlačoval ke konkávnímu břehu. Ledy byly plynule převáděny do dolní vody především pravým a středním jezovým polem (*obr. 10*). Levým polem téměř žádný led nepřecházel, nicméně veškerý led byl z horní zdrže plynule transportován, určité množství ledů zůstalo jen v horní rejdě plavební komory. Ve vývaru jezových polí docházelo k hromadění ledů, z něhož byly ledové kry postupně odplavovány jednotlivě nebo ve shlucích do říčního úseku pod plavebním stupněm, kde již byl zaznamenán plynulý odchod ledů.

4 Shrnutí

Z výzkumu možností udržování volné plavební dráhy v horní zdrži plavebního stupně na začátku mrazového období vyplynuly tyto poznatky:

- lze očekávat, že po 2 až 3 dnech tuhých mrazů se v horní zdrži plavebního stupně vytvoří za obvykle nízkých nebo středních průtoků souvislá ledová celina;
- podle dosavadních provozních zkušeností bude možné zachovat nepřerušený plavební provoz do té doby, pokud tloušťka ledové pokrývky nepřesáhne hodnotu asi 0,1 m;
- v době, kdy bude ledová pokrývka ještě tenká, ji budou plavidla rozlamovat a vytvoří si v ní při dostatečné intenzitě plavebního provozu volnou plavební dráhu, resp. při menší intenzitě s pomocí dostatečně silného remorkéru (s ledoborcovým nástavcem);
- uvolňování ledů z horní zdrže plavebního stupně na začátku mrazového období a jejich odvádění plavební komorou se ukázalo jako nevhodné – plavební komoru lze využívat pouze pro odvádění ledů z prostoru horní rejdy, a to po příslušné úpravě jejího horního ohlaví;
- rozlámaný led lze z plavební dráhy v horní zdrži nejúčinněji odvádět do dolní říční tratě pod plavební stupeň levým jezovým polem, malá vodní elektrárna musí být v té době odstavena z provozu;
- experimenty na modelu potvrdily schůdnost plynulé plavby motorové nákladní lodě MNL 11600 i typového tlačného soulodí 1+1 volnou plavební drahou vytvořenou v ledové celině za současného transportu ledů levým jezovým polem, a to v obou směrech.

Z výzkumu účinného uvolňování ledů z horní zdrže plavebního stupně na začátku oblevy vyplynula tato doporučení:

- manipulacemi na vodním díle by se neměly vyvolávat výraznější průtokové změny, které by se propagovaly do úseku pod ním a dále až na německý úsek Labe;
- pro včasné obnovení plavby je nezbytné provést ve zdrži rozrušení ledové pokrývky technickými plavidly; přistupuje se k němu obvykle po 2 až 3 dnech trvání oblevy, kdy teplé počasí a sluneční záření vyvolá v ledové pokrývce vnitřní tání a pevnost pokrývky významně poklesne;
- za nízkých průtoků se ukázal jako účinný soustředěný transport ledů středním jezovým polem z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n. m., který umožňuje v krátkém čase plynule odplavit veškerý led z předpolí jezu a vodní elektrárny;
- za středních průtoků bude vhodné převádět ledy přes dvě jezová pole při hladině v horní zdrži na kótě 124,50 m n. m., za vysokých průtoků bude nejlépe převádět ledy všemi třemi úplně vyhrazenými jezovými poli;
- uvolňování ledů z horní zdrže plavebního stupně na začátku oblevy plavební komorou se ukázalo jako nevhodné – ledy je třeba převádět jezem a plavební komoru lze využívat pouze pro odvádění ledů z prostoru horní rejdy.

Výsledky tohoto výzkumu jsou využívány při projekční přípravě a byly impulsem ke zcela novému řešení podjezí plavebního stupně, který dříve vyhověl pro převádění běžných i povodňových průtoků, ale až tento výzkum odhalil možné slabiny navrženého technického řešení při zimním režimu. Výzkum tedy potvrdil skutečnost, že kromě nezbytného prověření optimální funkce vodního díla při převádění běžných a povodňových průtoků je stejně tak důležité prověřit i chování v zimním režimu, které může mít přímý dopad na technické řešení stavby.

Lze předpokládat, že při realizaci doporučených stavebních, technologických a organizačních opatření se po výstavbě plavebního stupně Děčín zlepší podmínky plavebního provozu v dotčeném úseku Labe i v zimních obdobích provázených výskytem ledových jevů.

Literatura

[1] Horáček, S., Kašpárek, L. a Novický, O. Dopady změny klimatu na hydrologickou bilanci a vodní zdroje a návrhy adaptačních opatření v sektoru vodního hospodářství. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2007.

[2] Zídek, J. Zimní provoz na dolním Labi (Mělník–Hřensko), leden 1979. Ústí nad Labem: Povodí Labe, závod Dolní Labe, 1979.

[3] Povodí Labe, s.p., závod Dolní Labe. Vyhodnocení mimořádných zimních jevů na Labi v úseku Mělník–Hřensko v období zimy 2008–2009. Roudnice n. L., 2009.

[4] Povodí Labe, s.p., závod Dolní Labe. Vyhodnocení mimořádných zimních jevů na Labi v úseku Mělník–Hřensko v období zimy 2009–2010. Roudnice n. L., 2010.

[5] Povodí Labe, s.p., závod Dolní Labe. Vyhodnocení mimořádných zimních jevů na Labi v úseku Mělník–Hřensko v období zimy 2010–2011. Roudnice n. L., 2011.

[6] Petr, J. Sledování meteorologických veličin a zimních jevů na LVC v zimním období 2010/2011. Povodí Labe, s.p., Hradec Králové, 2011.

[7] Bouška, P., Gabriel, P., Matoušek, V., Motl, O. a Šepeľák, J. Výzkum plavebního stupně Děčín – účinný transport ledů. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., závěrečná zpráva výzkumného úkolu č. 9156. Praha, 2011.

[8] Matoušek, V. Zimní režim toků a vodních cest. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl díky výzkumnému úkolu s názvem „Výzkum plavebního stupně Děčín – účinný transport ledů", který byl řešen v rámci projektu „Zlepšení plavebních podmínek na Labi v úseku Ústí nad Labem–státní hranice ČR/SRN – Plavební stupeň Děčín" na základě smluvního vztahu mezi Ředitelstvím vodních cest ČR a Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i. Kolektiv autorů děkuje ŘVC ČR.

Ing. Petr Bouška, Ph.D.,
prof. Ing. Pavel Gabriel, DrSc.,
Ing. Ondřej Motl, Ing. Ján Šepeľák
VÚV TGM, v.v.i., Praha
Petr_Bouška@vuv.cz

Příspěvek prošel lektorským řízením.

Hydraulic Research of the Děčín Barrage in Winter Regime (Bouška, P.; Gabriel, P.; Motl, O.; Šepeľák, J.)

Key words
the Děčín barrage – hydraulic research – ice phenomena

The article presents the research results of optimal handling with hydrostatic gates on the hydraulic model of the Děčín barrage in scale 1 : 70 for the effective release of ice from upper to lower basin. It also contains a brief analysis of the possible formation and development of ice phenomena at the Děčín barrage area. Special attention was given to the possibility of releasing the fairway including upstream and downstream lock approach at the beginning of ice phenomena and setting the waterway into service at the beginning of thaw. The research resulted in the design of the necessary measures to ensure the smooth winter regime of the hydraulic structure and minimizing the length limitation of navigation.

VODNÉ A STOČNÉ – DŮVODY A MOŽNOSTI ROZŠÍŘENÍ PRAVIDEL CENOTVORBY

Lubomír Petružela, Lenka Slavíková

Klíčová slova
vodné – stočné – cena – rámec regulace

Souhrn

Účelem příspěvku je upozornit na zásadní změnu funkce vodného a stočného v systému distribuce služeb veřejných vodovodů a kanalizací a jejich sociálních a ekologických efektů. Je oprávněné se domnívat, že aktuálně nastavený rámec pro distribuci veřejných služeb a jejich regulace nepůsobí na tlumení nežádoucích trendů vývoje, ale vytváří podmínky pro jejich prohlubování. Za jednu z příčin je možno považovat dosud velmi jednoduchý princip regulace, založený na předpokladu společenských priorit a autoritě státu oproti ekonomickým zájmům a tržním motivům.

Závěry směřují k variantě změny regulace v tomto rámci. Jde tedy především o využití cenové regulace k ovlivnění chování poptávky (demand management) při zachování ostatních prvků regulace.

Úvod

Vývoj a mechanismus stanovení ceny vodného a stočného v ČR se neliší od ostatních evropských zemí.[1] Institucionální a provozně-technické podmínky oboru vodovodů a kanalizací (dále jen VaK)[2] se formovaly na podobných principech. Význam ekonomické regulace a jejích rozdílů se dostává do popředí s růstem nákladů na tyto služby. Národní specifika ekonomického a finančního řízení a regulace oboru vedou k diferencím. Jednotná legislativní úprava v EU přitom neexistuje.

Hovoříme-li o „vodném a stočném" jako ceně za veřejnou službu – dodávky pitné vody nebo odkanalizování a čištění odpadních vod, je nutno přihlédnout k tomu, že se jejich reálná role v procesech určujících nabídku (rozvoj veřejných vodovodů a kanalizací) i poptávku (struktura a reakce spotřebitelů) v ČR za posledních zhruba dvacet let zásadně proměnila.

Do pozadí ustoupila tradiční funkce poplatku (včetně paušálního nebo s nulovou výší) za veřejnou službu s cílem motivovat snížení zdravotních a hygienických rizik v aglomeracích nebo lokalitách chudých na kvalitní zdroje a zvýšení sociální úrovně přednostně v domácnostech. Rámec jednotného hygienického standardu (kvalita pitné vody, limity znečištění čištěných vod) byl zachován, ale do popředí se prosadila fiskální funkce ceny (zahrnuje postupně plné provozní náklady – včetně provozních investic – na obnovu a rozvoj infrastruktury neúplně, nejednotně). Aktuálně se klade důraz na funkci vodného a stočného jako hlavního (nebo jediného) nástroje plné finanční návratnosti všech nákladů konkrétní provozní soustavy vodovodů a kanalizací.

Základní charakteristikou uvedeného období je masivní pokles spotřeby v rámci příslušných vodohospodářských služeb. Trend byl interpretován jako provozně-ekonomický problém (růst relativní váhy fixních nákladů, omezení prostoru pro řízení nákladů jako důvod k dalšímu zvyšování ceny a pokles využití provozních kapacit). Celkový užitek standardní dodávky (nezávadnost, kontinuita, náhradní zajištění) pro spotřebitele s cenou neroste. S nižší spotřebou pak efekt selektivně klesá.

Využití vodného a stočného k „řízení" poptávky se stává aktuálním a významným prvkem regulačního rámce a alternativou na straně vlastníka a provozovatele. V praxi jde o profesionální uplatnění pravidel regulace vyplývající se zákonných a prováděcích norem (MZe, MF)[3] a také přehledné a jasné vysvětlení skladby ceny zákazníkům.

Příspěvek je zaměřen na problematiku diverzifikace tarifů vodného a stočného jako nástroje aktivního působení na poptávku v kontextu udržitelného rozvoje.

Problémy a řešení

Základní struktura problému

Interakce mezi nabídkou a poptávkou po pitné vodě a kanalizačních službách vedou k rozdílně se projevujícím krátkodobým[4] rovnováhám. V daném mechanismu je prvotním impulsem cena nastavená na straně nabídky, reakcí pak odebrané množství na straně poptávky. Ne vždy je výsledný stav uspokojivý. Reálný trend rostoucích cen a klesajících odběrů (*obr. 1*) je problémem pro spotřebitele i provozovatele a správce infrastruktury.

Z pohledu životního prostředí (a vlivů změn klimatu) je pokles užití vody interpretován pozitivně – jako ochrana a úspora přírodního zdroje. Uvážíme-li však hodnotu a obrovské veřejné investice do infrastruktury, pak je na místě otázka, zda se spotřebou vody neklesá i efektivnost těchto investic. Podíl obyvatel připojených na veřejné zásobování a likvidaci odpadních vod indikuje dosažený zdravotní standard a bezpečnost dodávek pitné vody i hygienické odstranění splašků. V daném uspořádání ale zároveň dokládá, jak narůstá prakticky úplná závislost na podmínkách dodávky, zejména v aglomeracích.

Problém, že využití komfortu služby veřejných vodovodů a kanalizací může narážet na bariéru ceny, je brán v úvahu při zvažování podmínek bezpečných dodávek vody (Bonnská charta, princip 8).

Pokud takový stav nastane, vyvolá celý vějíř problémů, při jejichž řešení nelze spoléhat na spontánní opětovné vyvážení systému. Problémy, ponechány bez regulace, se budou prohlubovat, a to i následkem vlivů z volného tržního prostředí (ziskové motivy dodavatelů stavebních prací, technologií, surovin a energií operujících na volném trhu).

Problémy se koncentrují do tří okruhů. Jejich pořadí a naléhavost a rovněž představy o řešení se liší podle toho, zda je posuzujeme ze strany nabídky, nebo poptávky. Obecným měřítkem je ale účinnost řešení a jeho trvalé působení – čili udržitelnost. Aktuální trendy ukazují na:

- omezení až zastavení toku sociálních a ekologických užitků implicitně vázaných na distribuci vody jako ekonomické komodity; problémy a jejich řešení jsou vymezeny pojetím zajištění vody jako veřejné služby a vody jako komodity;
- snižování nákladové efektivnosti dodávky vlivem rostoucích nákladů a nevyužití kapacit (a rostoucí vliv „utopených" nákladů v ceně) včetně oslabení role ceny v mechanismu návratnosti nákladů; problémy ovlivňuje i obsah služby (vliv dalších požadavků na náklady a návratnost);
- dopady na straně poptávky (nepřiměřené šetření vodou, „rivalita" nákladů na vodné a stočné a jiných rovněž nezbytných potřeb a služeb, tendence k individualizaci zásobování); hranice mezi stavem převládajícího vlivu poptávky a řídicí role jednotné ceny a stavu, ve kterém roste role poptávky a příjmové (důchodové) a sociální pozice odběratelů, není ostrá, ale její překročení zásadně mění situaci.

Řešení v prvních dvou problémových okruzích přesahují k institucionálním změnám dlouhodobé povahy. V širším pojetí sem patří i teoretická východiska regulace služby vodovodů a kanalizací a dopady řešení „mimo obor" (např. sociální příspěvky na bydlení, zdanění služby atp.).

Třetí okruh zahrnuje i problémy relativně nezávislé na institucionálním a organizačním rámci. Zaměříme se na jeden z nich: možnost ovlivnění chování poptávky použitím inovovaného cenového nástroje, založeného na diverzifikaci tarifní soustavy. I když se tento přístup může jevit jako výrazný zásah do platné úpravy a regulace cenotvorby v oboru VaK ČR, jde ve skutečnosti o konzervativní řešení, které neklade nároky na zásadní změnu institucionálního rámce (vlastnictví infrastruktury, převažující oddílný způsob provozování atp.). To omezuje účinnost řešení a zčásti využitelnost jen pro některé

1 Platí to jak pro křížové dotování cen mezi domácnostmi a ostatními odběrateli před rokem 2000, tak i pro volbu jedno- nebo dvousložkové ceny podle platné úpravy.
2 Ve smyslu služeb WSS (*water supply and sanitation*).
3 Zejména zákon č. 274/2001 Sb., prováděcí vyhláška č. 248/201 Sb., zákon o cenách a věstníky MF.
4 Zhruba v rozsahu jednoho roku, střednědobé jsou silněji ovlivněné 4–5letým investičním cyklem, dlouhodobé reagují na vlivy v průběhu desetiletí.

konkrétní situace. Následuje však vývoj, kterým prošly tarify v jiných síťových oborech (např. elektroenergetice), ale nelze ho vydávat za univerzální odpověď na otázky poklesu odběrů nebo sociální přijatelnosti vodného a stočného obecně.

Jedním (ne jediným) z ukazatelů a současně příčin problémů tohoto typu může být nesoulad mezi prakticky rovným reliéfem cenové hladiny vodného a stočného (v rámci provozovaného regionu) a čím dál členitějším příjmovým reliéfem domácností.

Interakce ceny (vodné a stočné) a spotřeby

Růst cen – pokles spotřeby

Reakce spotřeby na růst cen vodného a stočného při zafixovaných podmínkách dodávky (jednotné pro všechny, standard kvality, kontinuity, doby na opravu výpadku) je bezprostřední a do značné míry nevyhnutelná. Vysvětlení, které nabízí interpretace tohoto vztahu v rámci „tržního" chování, je sice rámcové, ale pro další výklad postačující. Je schopné postihnout i odlišnosti vývoje v „přechodných" ekonomikách[5] včetně ČR a zavést nás k aktuálním problémům.

Cenová a důchodová[6] elasticita

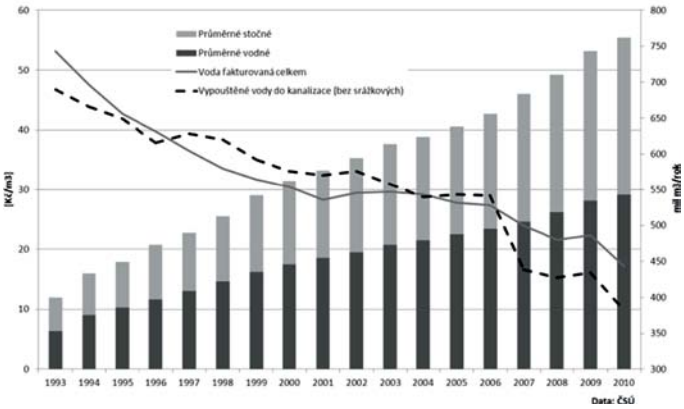
Reakce spotřeby na prudké zvyšování cen vodného a stočného pro domácnosti (a to i přes tlumící efekt křížové dotace užívané do roku 2000) ukazuje, že poptávka po pitné vodě není učebnicově „nepružná", ale zahrnuje i množstevní segment, na který spotřebitel může rezignovat. Růst cen vyvolal počáteční úspory v užití vody, což je jistě velmi dobrý ekologický efekt (nižší spotřeba elektřiny a chemikálií při výrobě a především nižší objem znečištěných vod), pokud byl založen na snížení ztrát nebo dokonce plýtvání u provozovatele i uživatele vody. Pokles vodárenských odběrů v posledních dekádách o téměř polovinu je významným faktorem při hodnocení zatížení zdrojů a zčásti i recipientů, tedy ve strategii zmírnění dopadů klimatické změny a adaptace na ně v klíčovém sektoru zásobování obyvatelstva pitnou vodou a zajištění kanalizačních služeb. Rovněž růst cen odráží zdravý vývoj, pokud je nesen zahrnutím plných nákladů (včetně externích a nákladů na kvalitu dodávky) do ceny služby.

Mechanický vývoj tohoto trendu však vytváří nesoulad cyklu obnovy provozního kapitálu a infrastrukturních investic. Dlouhodobé a fixní náklady tlačí na cenu a její další nárůst i další pokles spotřeb. Vedle ceny se začíná projevovat i schopnost spotřebitele najít v domácím rozpočtu prostředky na úhradu dodávky. Přestože z pohledu nabídky je výsledek podobný – odběry klesají nebo v lepším případě stagnují, na straně poptávky sílí skupina spotřebitelů, kteří již neřeší „co jiného je možno získat za uspořenou vodu", ale „kolik vody si mohu dovolit, aniž bych na ni musel vydávat i část svého příjmu určenou pro jiné, také nezbytné potřeby."

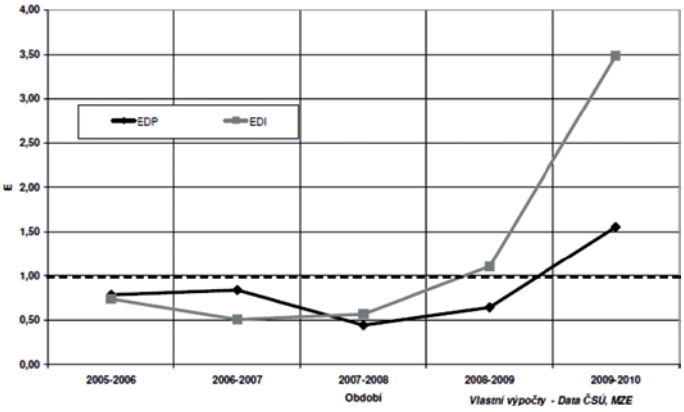
V reálném světě je reakce poptávky domácností ovlivňována řadou často velmi specifických faktorů (včetně efektu zpoždění reakce na skutečné výdaje za vodu – tam, kde je, jako v ČR, zálohová platba). Analýza dostupných statistických dat pro domácnosti ČR potvrzuje teoretické předpoklady jejich chování (*obr. 1*). Obecně se cenová a důchodová elasticita v období 2005–2010 pohybuje od pásma neelastické poptávky (mezi 0 a 1) k elastické. Reálně to znamená, že vliv ceny i příjmu spotřebitele na odebrané množství v konci období spíše roste. Přestože trend je u jednotlivých příjmových skupin diferencovaný a přechodné faktory, které ho utvářejí, jsou proměnné (v daném období vliv globální ekonomické krize na náklady, výkon ekonomiky a příjmy, dynamika vývoje dalších nákladů na bydlení a poměrně malý podíl vodného na nákladech domácností atp.), svědčí spíše o tom, že další omezení spotřeby vody je možné a naopak nenasvědčuje tomu, že by se „nůžky" mezi poklesem spotřeby a růstem cen spontánně uzavřely.

Plochý cenový a členitý příjmový (důchodový) reliéf

Přestože analýza reálných dat v chování spotřebitelů pitné vody v ČR potvrzuje obecné teoretické předpoklady, je obtížné brát je jako jednoznačný nebo jediný základ opatření k ovlivnění (cílenému řízení) poptávky. Detailnější analýza ukáže sice očekávaný, ale



Obr. 1. Ceny a spotřeba služeb vody – ČR
Fig. 1. Prices and consumption of water and sewage services – Czech Republic



Obr. 2. Vývoj cenové (EDP) a důchodové (EDI) elasticity poptávky – pitná voda (ČR)
Fig. 2. Trend of price (EDP) and income (EDI) elasticity of demand – drinking water (Czech Republic)

významný fakt, že zdánlivě homogenní poptávka domácností[7] po pitné vodě ve skutečnosti sestává z odlišných objemových segmentů diferencovaných podle příjmu domácnosti. V situaci podobné té, která převažuje v cenotvorbě provozovatelů vodovodů v ČR, je cena prakticky pasivním nástrojem k dosažení návratnosti nákladů na výrobu a distribuci vody a dalších regulací uznaných nákladů a její „reliéf" (závislost ceny na množství) je zcela plochý (horizontální). Naproti tomu reliéf spotřeby podle příjmů domácností je členitý a má očekávaný tvar: specifická spotřeba na člena domácnosti roste s příjmem (*obr. 3*).

Jednotný cenový tarif[8] znamená, že domácnosti v nižších příjmových skupinách mohou nakoupit méně vody a některé typy využití jsou pro ně limitovány cenou. Nejde přitom o to, že by voda nebyla doceněna nebo její služby nebyly na hranici nezbytnosti, ale náklady na její pořízení se dostávají do střetu s jinými nezbytnými náklady. Nezbytné potřeby domácností se v určitém rozsahu stávají rivalitními statky. Nahlížíme-li na úsporné chování nižších příjmových segmentů, pak je jejich subjektivní „cena" vody, daná marginálními náklady na jednotku vody, kterou si ještě mohou dovolit, vysoká.

*Obr*ázek *3* zároveň znázorňuje stav (čárkovaná hladina), ve kterém cena, jeden z nejvýznamnějších nástrojů na straně nabídky, svůj potenciál nevyužívá.

Řešení a nástroje

Na problém růstu cen vodného a stočného a poklesu spotřeby, nebo alespoň jeho část vyvolanou diferenciací reálné kupní síly domácností, lze v zásadě reagovat dvěma způsoby:

5 *Transition economy* – v přechodu od centrálně řízené k tržní ekonomice. Přechod vytváří podmínky působící na spotřebitele podobným způsobem. Například Schleich et al. uvádí, že v Německu při sjednocení (1990) dosahovala spotřeba vody v obou částech cca 145 l na osobu a den. Do roku 2005 se úsporami snížila ve starých spolkových zemích na cca 130 l, zatímco v nových spadla k 92 l.

6 Spojení vychází z ustáleného ekonomického termínu „důchod" (*income*). Dále je tento termín nahrazen běžným pojmem „příjem".

7 Odpovídá pojmu *„residential water demand"*; atributy homogenity reprezentuje stejná kvalita, jednotné podmínky dodávky ve smlouvě mezi dodavatelem a domácností a stejná cena nebo cenový mechanismus v rámci provozní soustavy.

8 V základní variantě jednosložkové ceny.

a) za předpokladu, že cenový mechanismus a jeho distribuční účinek považujeme za perfektní, nezbývá než problém řešit obecně, mimo systém vodného a stočného. Takovým řešením jsou sociální nebo jiné podpůrné dávky skupinám občanů s nižšími příjmy, založené na principu, že pokles konzumace pitné vody pod určitou mez nebo překročení podílu výdajů za vodné (a stočné) z čistých příjmů domácností je sociální problém (nikoli v úzkém pojetí nouze nebo chudoby, ale také jako možné zdravotní a hygienické riziko, které by se nemuselo omezit na přímo dotčené skupiny). Diskuse konstrukce a účinnosti nástrojů sociálního systému daleko přesahuje rámec tohoto článku, nicméně vliv tohoto řešení na zmíněný problém je zjevně mnohonásobně podmíněný (byl by účinný, kdyby příjemce dávky použil navýšení účelově na pitnou vodu, kdyby křížová elasticita spotřeby ostatních nezbytných komodit byla fixní, kdyby systém dávek byl regionálně diferencovaný nebo cena vody centrálně sjednocená, kdyby nebyla cenová a příjmová (důchodová) diferenciace mezi regiony, včetně ceny vodného atp.). Toto řešení by rovněž bylo mimo rámec oboru VaK.

b) za předpokladu, že cenový nástroj má vliv na poptávku, diverzifikací tarifního systému vodného (a stočného) v rámci oboru VaK. Takové řešení rovněž není tak citlivé na vliv podmínek uvedených v předchozím, nebo je přímo eliminuje. Příkladem může být tarifní systém IBT (increasing block tariffs) – „rostoucích blokových tarifů“[9] demonstrovaný na konkrétních hodnotách pro ČR (pro praktické uplatnění by samozřejmě bylo nutné rozpracovat pro regionální úroveň, blízkou nebo odpovídající vodárenským soustavám zastřešených jednotnou cenou).

Pokud rozdělíme celkovou spotřebu do dvou nebo více bloků a každému přiřadíme rozdílnou cenu – podprůměrnou u nižšího a nadprůměrnou u vyššího, pak je možné plochý cenový reliéf přiblížit příjmovému. V příkladě znázorněném na *obr. 3* čárou „cena“ je výsledná teoretická cena spotřebitelů v jednotlivých příjmových skupinách domácností odvozená od nastavení 1. bloku na objem cca 26 m^3/osobu/rok s cenou 30 Kč/m^3 a cenou v 2. bloku (odvozenou od celkové stejné spotřeby všech domácností) na cca 52 Kč/m^3. Ve skutečnosti toto rozdělení, které zvýhodní uživatele s nižší spotřebou, zvýší cenu pro uživatele vyššího bloku v řádu procent.

Přizpůsobením cenového a příjmového reliéfu lze dosáhnout zastavení poklesu poptávky po pitné vodě a možná její mírné oživení. Je nutné počítat i s dalšími vlivy, které mohou tento účinek zastírat.

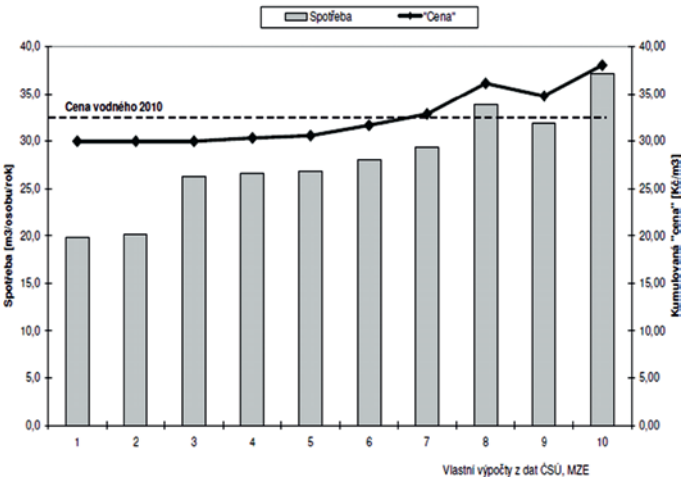
Přestože elasticita je uzančně vyjádřena kladným číslem, ve skutečnosti může charakterizovat jak situaci poklesu poptávky vlivem vyšší ceny, tak naopak. Kromě zmíněných přechodných a makroekonomických faktorů zde působí i efekt hystereze, čili obnovení spotřeby při poklesu ceny nemá stejnou trajektorii jako její utlumení při růstu ceny.

Diskuse

Rostoucí blokový tarif nevyžaduje dodatečné měření spotřeby, ale rozdělení naměřených odečtů podle bloků a blokových cen. Lze jej rovněž kombinovat s dvousložkovou cenou (aplikovat na měřenou – volumetrickou – část platby). Objemové bloky a ceny lze aplikovat dokonce i na paušální platby, pokud jsou odvozené ze směrných čísel (odvození teoretické spotřeby podle počtu členů domácnosti a dalších charakteristik) v případě, že měření chybí. Jelikož rostoucí blokový tarif vždy vychází z celkových uznaných nákladů na výrobu a distribuci pitné vody a jejího fakturovaného objemu v rámci provozní soustavy (regionální ceny), nepřekračuje pravidla regulace a věcného usměrňování cen v tomto oboru.

Závěr

Diverzifikace cenových nástrojů v oblasti VaK – v zaváděcím období možná ve formě fakultativního řešení (volitelného na úrovni správce – vlastníka vodovodu, podobně jako je tomu nyní u dvousložkové ceny) může sloužit k přesnějšímu nastavení mechanismu distribuce služeb v zásobování pitnou vodou (a paralelně odkanalizování a čištění odpadních vod z domácností), v reakci na specifické a lokální dopady změn klimatu i tendence v chování spotřebitelů. Rostoucí blokový tarif je příkladem takového řešení, které však nemůže být všelékem na protisměrné tendence růstu cen vodného a stočného a poklesu konzumace služeb veřejných VaK nebo přiblížení návratnosti nákladů a rentability provozu. Po dalším rozpracování pro praktické účely se může rozšířit potenciál tržně konformních nástrojů bez zásadních nároků na změny cenové regulace v oboru. Proces novelizace zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, je vhodným kontextem pro diskusi takovýchto nástrojů.



Obr. 3. Spotřeba pitné vody v domácnostech podle příjmových decilů (1 nejnižší;10 nejvyšší) – ČR, 2010
Fig. 3. Drinking water consumption in households by income deciles (1 lowest, 10 highest) – Czech Republic, 2010

Literatura

[1] EUREAU (2004) Bonnská charta pro bezpečnou pitnou vodu. Dostupné on line: http://www.vakinfo.cz, cit. 9. 5. 2012.

[2] Franquesa, B.L. et al. (2011) Water Affordability in Europe. Athens Week, 2009. Dostupné on line: http://eau3e.hypotheses.org, cit. 12. 3. 2011.

[3] Chan, N.W.W. (2012) Urban water pricing: equity and affordability. Global Water Forum, Discussion Paper 1209. Dostupné on line: http://www.globalwaterforum.org, cit. 3. 4. 2012.

[4] OECD (2010) Innovative financing Mechanism for Water Sector. ISBN 978-184-3393-66-5.

[5] OECD (2003) Social Issues in the Provision and Pricing of Water Services. ISBN 92-64-09991-3.

[6] Petružela, L., Jílková, J., Slavíková, L., and Jansa, D. (2009) The Problem of Social Acceptability of Water and Sewage Tarrifs in the Czech Republic. In Žák, M. Sustainability Accounting and Reporting at Macroeconomic and Microeconomic Level. Brno, 25. 5. 2009. Praha: Linde, 2009, p. 37–40. ISBN 978-80-86131-83-2.

[7] Schleich, J. and Hillenbrand, T. (2009) Determinants of residential water demand in Germany. *Ecological Economics* 68, p. 1750–1769.

[8] Slavíková, L., Petružela, L. a Jílková, J. (2012) Ekonomické nástroje k podpoře adaptace vodního hospodářství na změnu klimatu. *VTEI*, 54, č. 1, s. 5–7, ISSN 0322-8916, příloha *Vodního hospodářství*, č. 2/2012, ISSN 1211-0760.

[9] Vykydal, M. (2010) Obnova – základní princip vodárenství. *Sborník konference Pitná voda 2010*. Č. Budějovice: W&ET Team, s. 17–20, ISBN 978-80-254-6854-8.

[10] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu.

Ing. Lubomír Petružela, CSc.[1], Ing. Lenka Slavíková, Ph.D.[2]
[1]VÚV TGM, v.v.i., petruzela@vuv.cz,
[2]IEEP, VŠE, slavikova@ieep.cz

Příspěvek prošel lektorským řízením.

Water and sewage charges: Reasons and possibility of extending pricing rules (Petružela, L.; Slavíková, L.)

Key words
water – sewerage – price regulation framework

9 Přestože v principu jde o systém křížové dotace, není totožný s úpravou platnou pro vodné a stočné v ČR do roku 2000, založené na křížové dotaci cen domácností z cen ostatních odběratelů (koeficient 5 ve formuli výpočtu).

The purpose of this paper is to draw attention to a fundamental change in the function of water and sewerage services in the distribution system of public water and sewer systems and their social and environmental effects. It may be argued that currently set the framework for the distribution of public services and their regulation does not act to control undesirable trends but creates conditions for deepening them. One of the reasons that may be considered yet is a very simple regulation principle, based on the assumption of social priorities and the authority of the state from economic interests and market considerations.

The conclusions aim to the option of a regulation change in this framework. It means mainly the usage of the price regulation to influence the behavior of demand (demand management) while keeping the other elements of regulation.

Významné jubileum Ing. Ivana Nesměráka

Koncem loňského roku oslavil Ing. Ivan Nesměrák, dlouholetý výzkumný pracovník Výzkumného ústavu vodohospodářského, 80. výročí narození. Lze říci, že nejde o jubileum vodohospodáře „na zaslouženém odpočinku", ale plně profesně aktivního pracovníka věnujícího se již od počátků své odborné kariéry problematice ochrany (především povrchových) vod. O tom svědčí například to, že i když již není v současnosti oficiálně zaměstnán, byla ve VÚV TGM v poměrně nedávné době (v roce 2010) vydána v rámci ediční řady „Výzkum pro praxi" jeho monografie věnující se problematice komunálních čistíren odpadních vod.

Studium na ČVUT v Praze, stavební inženýrství se zaměřením na zdravotní techniku, ukončil v roce 1956. V té době ještě málokterý odborník „tušil", že právě tento obor byl pravděpodobně jedním z prvních, který by bylo do určité míry možné označit za již převážně ekologicky orientovanou disciplínu.

Po skončení školy Ing. Nesměrák nastoupil (na základě tzv. „umístěnky") na Krajský úřad v Ústí nad Labem (kde existoval tzv. vodohospodářský orgán prvního stupně). Náplní práce referenta na tomto úřadu/„orgánu" byla v podstatně obdobná agenda jako je tomu dnes na vodoprávních úřadech. S ohledem na jeho profesi šlo především (z hlediska ochrany povrchových vod) o povolování výstavby čistíren odpadních vod či posuzování nové výstavby velkých průmyslových podniků.

Za jeden z největších problémů v oblasti ochrany vod by bylo v té době možné označit enormní emisní zatížení vypouštěnými odpadními vodami s vysokými koncentracemi fenolů z výroby plynu z hnědého uhlí (později, po přechodu na zemní plyn tento ožehavý problém zanikl). Náš jubilant se tehdy plně podílel na řešení „krizové" situace jako jeden z prvních členů Československého fenolového výboru. Problematice fenolových odpadních vod se věnoval převážně v letech 1959–1964. To již byl zaměstnán v instituci s názvem „Vodohospodářský rozvoj a výstavba" (VRV).

Později se začal věnovat oblasti ochrany vod v teoreticky orientované rovině. Plně se zaměřil na studium vhodných metod hodnocení a modelování jakosti vody v tocích a na problematiku algoritmizace závislosti koncentrace vybraných ukazatelů jakosti vody na průtoku naměřeném v příslušném čase odběru kontrolního vzorku.

V roce 1971 byl podnik VRV pověřen zpracováním 2. vydání Směrného vodohospodářského plánu České republiky, jenž měl zhodnotit aktuální stav a zpracovat prognózu a koncepci rozvoje vodního hospodářství do roku 2000. Ing. Nesměrák se stal koordinátorem a hlavním řešitelem kapitoly 4 (Jakost vody v tocích) a 7 (Veřejné kanalizace a čistírny odpadních vod). Je zapotřebí zdůraznit, že následně schválený Směrný vodohospodářský plán se stal základním směrným materiálem pro rozhodování územních vodohospodářských orgánů státní správy a správců vodních toků. Prosazoval nejen emisně-imisní princip ochrany vod, to znamená nejen regulaci vypouštění odpadních vod na určité standardy, ale též neopomíjel aspekt vlivu vypouštěného znečištění na tok (v souladu s principy nařízení vlády č. 25/1975 Sb.).

V roce 1976 se Ing. Nesměrák stal zaměstnancem našeho ústavu (část pracovníků tehdejšího VRV byla delimitována do VÚV). Opět se specializoval na problematiku hodnocení a modelování jakosti vody v tocích. Kromě teoretických analýz se též podílel na zpracování regionálních studií, které byly v této době zpracovávány v souvislosti s rozvojem velkých průmyslových podniků a též s komplexním řešením otázky zásobování hlavního města Prahy pitnou vodou.

V období 1981–1989 se především věnoval problematice metod hodnocení časových řad jakosti vody (jako výstupů z automatických analyzátorových stanic), základům modelování jakosti vody v tocích a jakosti vody v údolních nádržích a problematice tzv. plošného znečištění. Rovněž zpracovával řadu podkladů pro legislativu. Jako nejvýznačnější výstup z této doby lze označit ČSN 75 7221 – Klasifikace jakosti povrchových vod.

Na začátku 90. let působil Ing. Ivan Nesměrák jako koordinátor značně rozsáhlého Projektu Labe I. v období 1990–1994. Cílem tohoto projektu bylo poznat tehdejší stav (jakosti vody i zdrojů znečištění) – zejména z hlediska do té doby nesledovaných prioritních polutantů (těžkých kovů a specifických organických látek) a nedostatečně sledovaných nutrientů. Na základě poznání daného stavu a vytýčení požadovaných cílů byla pak zpracována „Koncepce ochrany vod v povodí Labe". Do této etapy spadá i spolupráce v rámci Mezinárodní komise pro ochranu Labe (účast v pracovní skupině „Akční programy" a skupině expertů „Cílové záměry" i v pracovní skupině „Měření"). Podílel se též na formulaci „Naléhavého programu MKOL" a „Akčního programu Labe". Ve stejné době také zpracovával řadu odborných podkladů nezbytných pro návrh paragrafového znění nařízení vlády č. 171/1992 Sb., kterým se stanoví ukazatele přípustného stupně znečištění vod.

V období 1995–1998 byl řešitelem dílčího úkolu 03 „Hodnocení nápravných opatření a jejich nákladů a přínosů" Projektu Labe II, který se podrobněji věnoval některým specifickým problémům. V rámci této etapy se zaměřil na ekonomické aspekty výstavby a provozu komunálních čistíren odpadních vod a na problematiku harmonizace české legislativy s legislativou EU. Výstupem zpracovaných analýz bylo výsledné zhodnocení velkých komunálních čistíren odpadních vod z hlediska dodržování jednotlivých legislativních předpisů (Bulletin Projektu Labe č. 10). Dále byl spoluřešitelem „Syntézy výsledků Projektu Labe II" zpracované metodikou OECD (EEA), tj. modelem PSR (DPSIR) na základě časových řad od r. 1970. Ve stejném období též zpracovával téměř veškeré nezbytné podklady pro návrh paragrafovaného znění nařízení vlády č. 82/1999 Sb., kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod.

V období 1999–2002 byl řešitelem DÚ 07 v Projektu Labe III, rovněž se účastnil při zpracování Projektu Labe IV (2003–2006). Ve stejném období zpracovával podklady pro paragrafované znění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech – následně pak pro novelu č. 229/2007 Sb. Podrobně se zabýval stanovením emisních limitů kombinovaným způsobem, který požaduje čl. 10 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Na závěr popisu jeho odborné činnosti bychom rádi zdůraznili, že celá jeho profesní činnost byla propojena snahou o racionální a účinný přístup k ochraně vod.

Nelze též opomenout mimořádnou publikační činnost Ing. Ivana Nesměráka. Nejprve je zapotřebí uvést jeho nejvýznamnější (v souhrnném katalogu a databázi Národní knihovny ČR uvedené) monografie. Celkem jsou pod jeho jménem evidovány (též plně veřejně dostupné) následující publikace:

NESMĚRÁK, Ivan. *Analýza časových řad jakosti vody v tocích*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984. 225 s. Práce a studie, sešit 160.

NESMĚRÁK, Ivan. *Projekt Labe: zpráva pro přejímací řízení MŽP ČR*. Praha: VÚV TGM, 1991.

NESMĚRÁK, Ivan a kol. *Projekt Labe: výsledky a přínosy*. Praha: VÚV TGM, 1995, 40 s. ISBN 80-85900-06-8.

NESMĚRÁK, Ivan, NOVICKÝ, Oldřich a BLAŽKOVÁ, Šárka (eds) *Projekt Labe II.* Praha: VÚV TGM, 1998, 52 s. ISBN 80-85900-25-4.

NESMĚRÁK, Ivan. *Systém environmentálních indikátorů v ochraně jakosti vod v ČR*. Praha: VÚV TGM, 2006, 15 s. ISBN 80-85900-68-8.

NESMĚRÁK, Ivan. *K problematice náhrad hodnot pod mezí stanovitelnosti při chemických analýzách a monitorování stavu vod: vliv náhrady hodnot pod mezí stanovitelnosti polovinou meze stanovitelnosti na statistické charakteristiky souborů hodnot.* Praha: VÚV TGM, 2009, 108 s. Výzkum pro praxi, seš. 57. ISBN 978-80-85900-90-3.

NESMĚRÁK, Ivan. *Základní statistické charakteristiky rozdělení průtoků, koncentrací a látkových toků na přítocích a odtocích z komunálních čistíren odpadních vod.* Praha: VÚV TGM, 2010, 143 s. Výzkum pro praxi, seš. 59. ISBN 978-80-87402-02-3.

Kromě uvedených monografií je Ing. Ivan Nesměrák autorem dalších publikačních výstupů, které však (bez ISBN) nelze zařadit mezi „oficiální" monografie. Jejich odborná úroveň je však s nimi plně srovnatelná. Jejich počet je nepřeberný – s ohledem na časovou náročnost takového zjišťování lze jen konstatovat, že jubilant by si zcela jistě zasloužil zpracovat samostatný příspěvek plně se věnující jeho výjimečně rozsáhlé bibliografii. Nicméně i tak se pokusíme o (možná jen přibližný) odhad. Podle dostupných podkladů je zřejmé, že rozsah všech publikačních výstupů k roku 2000 činil přibližně 150 (jde o monografie, výzkumné zprávy, články v odborných časopisech, příspěvky ve sbornících či legislativní podklady). Období po roce 2000 je již možné hodnotit s větší mírou přesnosti. Celkem v této době Ing. Nesměrák publikoval 40 výstupů. Byl autorem tří monografií a 15 článků (v čas. VTEI, SOVAK, EKO, Vodní hospodářství). Zbylé výstupy (22) jsou různého charakteru. Jde převážně o legislativní podklady (včetně metodických pokynů) a příspěvky ve sbornících. Nebudeme daleko od pravdy, když o tomto významném jubilantovi prohlásíme, že byl souhrnně autorem či spoluautorem přibližně 200 výstupů různého druhu.

Po této rekapitulaci publikační činnosti jubilanta bychom mu rádi popřáli nejen další úspěchy v jeho odborných aktivitách, ale též zdraví a životní pohodu. V nemalé míře pak i dostatek času k tomu, aby se mohl věnovat i svým dalším osobním zájmům (vážné hudbě, literatuře a výtvarnému umění).

Kolegové z VÚV TGM

Budování areálu dnešního VÚV TGM

Ústav byl založen při Ministerstvu veřejných prací jako Státní ústav hydrologický usnesením ministerské rady z 19. prosince 1919. Organizační práce byly zahájeny 13. 10. 1920 podle ideového návrhu Dr. Ing. Jana Smetany. Od roku 1922 se již ústav věnoval svému poslání – výzkumu, zprvu vesměs hydrologickému. Po prvních deset let se pracovalo ve stísněných poměrech na několika pracovištích rozptýlených po celé Praze.

Výzkumné práce však byly limitovány nevyhovujícím rozmístěním ústavu. Proto se již od roku 1921 uvažovalo o výstavbě nové budovy v Praze. Šlo o nalezení nejvhodnějšího místa. Navrženy byly dvě varianty – na ostrově Štvanici a v Podbabě. Státní regulační komise se vyslovila proti návrhu umístit ústav na Štvanici, proto na schůzi této komise 16. 11. 1921 předložil Dr. Ing. Jan Smetana předběžný návrh na umístění ústavu v Podbabě s přibližným rozpočtem 5,5 milionu Kčs. Projekt byl zadán stavební firmě Záruba-Pfeffermann, autorem definitivního architektonického řešení byl architekt František Bartoš. Stavbu prováděla Českomoravská stavební akciová společnost, stavební správou a dozorem byl pověřen Dr. V. Jelen. Instalační práce byly zadány firmě Českomoravská-Kolben-Daněk, stavidla a jeřáby instalovala firma bratrů Prášilových. Se stavbou se začalo v roce 1927. Nejprve byl dokončen tárovací žlab (1930), pak budova A s hydrotechnickou laboratoří o dvou sálech, strojovnou se čtyřmi čerpadly a velkým žlabem pro pokusy s vlečením těles, kancelářemi, fotolaboratoří a dílnami.

Protože se ve výzkumném programu stále častěji objevovaly i úkoly hydrotechnického charakteru, bylo rozhodnutím Ministerstva veřejných prací z 18. srpna 1925 schváleno zřízení hydrotechnického ústavu a v roce 1930 začala instituce se souhlasem prezidenta republiky používat název Státní výzkumné ústavy hydrologický a hydrotechnický T. G. Masaryka.

Protože pro řešení požadovaných úkolů kapacita budovy nestačila, byla vybudována budova B, s jejíž stavbou se započalo r. 1931; dokončena byla roku 1933 nákladem 2,315 milionu Kčs. U příležitosti dokončení areálu navštívil v tomtéž roce institut i prezident republiky Tomáš Garrigue Masaryk.

Poválečný rozvoj československého hospodářství staví vodohospodářský výzkum do nové role. Významně se rozvíjí hydroenergetická výstavba, což přináší ústavu řadu nových úkolů pro hydrologický a zejména hydraulický výzkum. K jejich zvládnutí je třeba ústav rozšířit a modernizovat – proto se staví třetí provozní budova C (výstavba 1948–1950) s novou hydrotechnickou laboratoří. Celkový rozsah kryté laboratorní plochy tím vzrostl na 1 840 m^2 a k dispozici byla i nekrytá plocha na dvoře ústavu s rozsahem do 2 700 m^2. V budově C byla později vybudována i aerodynamická laboratoř, jež se brzy stala významnou součástí experimentální základny ústavu.

Významná změna v náplni ústavu nastala v souvislosti se zákonem č. 261/49 Sb., ze dne 9. ledna 1951, jímž byl místo dosavadních ústavů zřízen Výzkumný ústav vodohospodářský v Praze s pobočkou v Bratislavě, a to jako resortní výzkumný ústav.

Další léta přinesla sice řadu organizačních změn i změn v zaměření výzkumu, ale z hlediska budování areálu nedošlo k žádným významnějším akcím. Teprve rok 2002 se katastrofální povodní zapsal do historie ústavu a následně měl vliv i na další dostavbu areálu. Pražské pracoviště ústavu, které bylo vltavskou vodou zatopeno až do výše 6 m, zaznamenalo obrovské materiální škody, zejména na zařízení a vybavení. Zničena byla stanice pro kalibraci vodoměrných vrtulí, knihovna i podstatná část archivovaných výzkumných zpráv a veškeré vnitřní vybavení v dosahu vodního živlu. Budovy, kromě jedné provizorní, při povodni obstály, interiéry však vyžadovaly zásadní rekonstrukci. Také možnost opakování povodně zapříčinila, že byla změněna dispozice jednotlivých budov, cenné přístroje, materiály i zdroje informací byly přemístěny do vyšších pater a podle bezpečných projektů byla postavena nová budova laboratorního zázemí ústavu pro oblast vody i odpadů. V roce 2005, kdy byla otevřena, tak byly stísněné podmínky pro činnost ústavu definitivně vyřešeny.

V tomto výčtu nelze pominout ani vznik a vývoj detašovaných pracovišť ústavu. V roce 1942 bylo zřízeno pracoviště v Ostravě, jež mělo řešit vodohospodářskou problematiku v povodí Odry a z něhož se r. 1968 stala pobočka ústavu. Moderních prostor se dočkala v roce 1997.

V roce 1949 bylo zřízeno samostatné vodohospodářské pracoviště také v Brně se zaměřením na problematiku vody v povodí Moravy. Výstavba moderní budovy pro tuto pobočku (též od r. 1968) pak byla dokončena v roce 2005. Bratislavská pobočka ústavu se v rámci federalizace v roce 1968 stala samostatným ústavem – Výskumný ústav vodného hospodárstva.

Dnešní stav areálu včetně budov mimopražských poboček tak umožňuje rozvinout výzkum ve všech směrech na vysoké úrovni.

Redakce

VTEI 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.

Redakční rada: RNDr. D. Baudišová, Ph.D., Ing. Š. Blažková, DrSc., Ing. P. Bouška, Ph.D., prof. Ing. A. Grünwald, CSc., doc. Ing. A. Havlík, CSc., prof. Ing. P. Pitter, DrSc., prof. RNDr. A. Sládečková, CSc., prof. Ing. J. Zezulák, DrSc.

Ročník 56

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

VÚV TGM

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
Podbabská 30
160 00 Praha 6
IČO 00020711

Kontakt: Mgr. S. Garcíová
tel.: 220 197 282, e-mail: garciova@vuv.cz