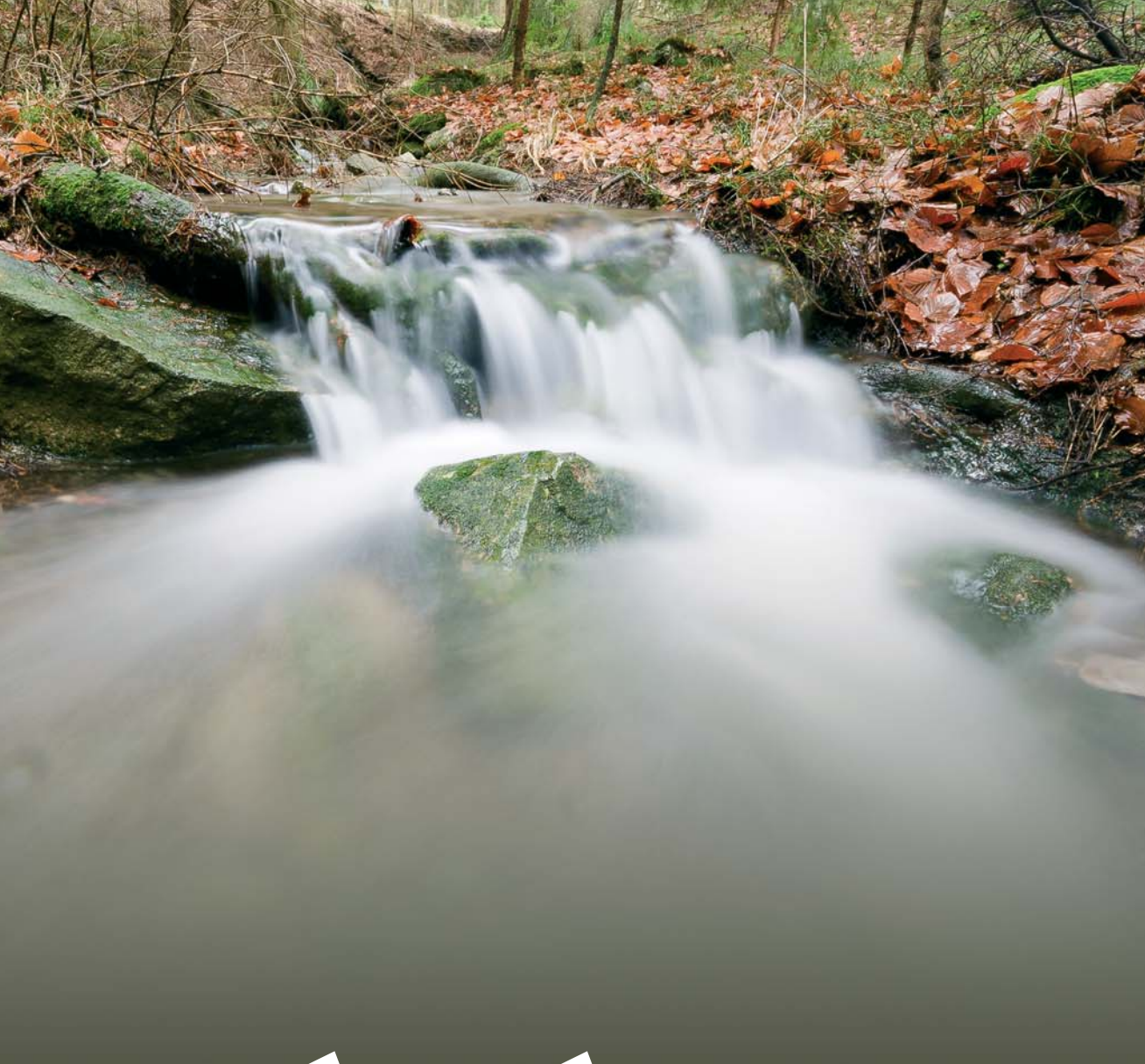


KRÁTKÉ ÚVAHY O VODĚ

ČHMÚ ve spolupráci s ČNVH u příležitosti
mezinárodního roku vodní spolupráce 2013

ČHMÚ

KRÁTKÉ ÚVAHY O VODĚ

ČHMÚ ve spolupráci s ČNVH u příležitosti
mezinárodního roku vodní spolupráce 2013

Praha 2013

Ilustrativní fotografie: Josef Cink, kolektiv autorů a archiv ČHMÚ.

© ČHMÚ

ISBN 978-80-87577-24-0

MOTTO

„Voda v nádherném moři, svém živlu, dostala chuť vystoupit nad vzduch a za pomoci ohně se zvedla jako jemná pára, téměř tak jemná jako vzduch. Vznesla se do výše a dostoupila do vzduchu ještě jemnějšího a chladnějšího a tam ji oheň opustil. Přeměnila se v malé kapičky, ty se shlukly, ztěžkly, pýcha se změnila v pád a voda spadla z nebes. Vyprahlá země ji vypila, dlouho věznila a tak si voda odpykala svůj prohřešek.“

Leonardo da Vinci

OBSAH

Úvodní slovo 5

Zajímavosti o vodě 7

A. R. Harlacher – Bytí a důležitost hydrologie 10

J. Hladný – Historické vlivy na vývoj
české hydrologické služby 16

M. Kněžek – Jednota hydrologie 32

E. Soukalová – Spolupráce podunajských
států v rámci mezinárodního
hydrologického programu UNESCO 40

J. Daňhelka – Neuspořádané myšlenky o vodě,
hydrologii a hydrolozích 48

L. Kašpárek – O povodních a lidech 64

V. Broža – Více než půl století v zaujetí
pro vodní hospodářství 72

P. Punčochář – Voda – živel, který mi učaroval 78

R. Sochorec – Voda, průvodkyně mého života 88

M. Kemel – Od vody ke karikatuře 96

ÚVODNÍ SLOVO

Valné shromážděné OSN vyhlásilo rok 2013 Mezinárodním rokem vodní spolupráce. Myšlenka vydat publikaci úvah o vodě, napsaných vybranými osobnostmi hydrologie a vodního hospodářství České republiky, vznikla jako možný příspěvek ČHMÚ, organizace s největším počtem hydrologů na našem území, právě k tomuto, z hlediska vody významnému roku.

Zadání autorům úvah bylo velice volné. Umožnilo jim pojmout příspěvky v široké škále, od výhradně osobních vzpomínek či vyjádření jejich vztahu k vodě, až po rekapitulaci jejich „srdeční“ hydrologické problematiky či shrnutí názoru na stav hydrologie a vodního hospodářství. Se žádostí o příspěvek byla oslovena řada osobností z ČHMÚ, VÚV T. G. M. nebo ČVUT, z nichž celkem sedm své zamyšlení zpracovalo, a jejich stati jsou součástí tohoto sborníku. Eseje jsou doplněny příspěvkem editora Jana Daňhelky, pro zajímavost dobovým příspěvkem A. R. Harlachera (1842 až 1890) v překladu Karla Vančury, publikaci rovněž doplňují kresby a krátké vyznání Miroslava Kemela, známého českého karikaturisty a vzděláním vodohospodáře. Přidána je i řada zajímavých faktů o vodě ve světě i v ČR a několik známých i méně známých citátů s danou tématikou.

Jako hydrolog si rovněž dovolím popsat svůj vztah k vodě jako vztah k nesmírně zajímavému předmětu zájmu, studia, sledování a pozorování, ale i předmětu vyžadujícímu péči, stejně jako respekt, neboť voda má ze své podstaty mnoho tváří a zásadně ovlivňuje téměř všechny jevy, se kterými se můžeme setkat a vnímat je všude kolem nás.

Jedna z pozoruhodných vlastností odborných disciplín, které s vodou souvisejí, jako je hydrologie a vodní hospodářství, je jejich různorodost a mnohostrannost. Můžeme se zabývat množstvím i jakostí vody, jejím pohybem, ochranou před jejími někdy ničivými účinky, využíváním jejích prospěšných vlastností, ale i kultivací a rozvojem vlastních odborných disciplín a našeho poznání, včetně souvislostí s disciplínami příbuznými, jako je meteorologie a klimatologie či hydraulika, geomorfologie nebo geologie. Co však činí tyto disciplíny ještě zajímavější, je skutečnost, že mohou přispět k řešení často velmi komplexních problémů a protichůdných zájmů týkajících se vody a jejích projevů v prostředí kolem nás.

V nádržích vodních děl například potřebujeme vodu zadržovat a vytvářet její zásobu pro různé účely jejího užívání v průběhu času. Zároveň však chceme mít k dispozici dostatek retenčního prostoru pro zadržování povodňových průtoků pro ochranu urbanizovaných území níže po toku. Protože využití celého prostoru nádrže vodního díla výhradně jen k zajištění zásobní funkce zjevně vylučuje existenci volného prostoru pro zajištění funkce ochran-

né, a naopak ponechání celého prostoru nádrže pro ochranu před povodněmi vylučuje existenci jakéhokoliv zásobního prostoru, je účelné přijmout určitý kompromis, kdy ani jedna z funkcí nebude mít k dispozici celý prostor nádrže. Jedná se o protichůdné požadavky, které lze řešit rozdělením prostoru, jež je k dispozici, na prostor zásobní a retenční.

Ovšem hladina v nádrži kolísá nezávisle na našem přání podle aktuálního přítoku do nádrže a odtoku z nádrže, a tím se mění i poměr mezi aktuálním zásobním objemem a retenční kapacitou nádrže. Protože tento poměr lze ovlivnit manipulací odtoku z nádrže, stojíme rázem před otázkou, jak manipulovat s odtokem, aby obě funkce, zásobní i ochranná, byly zajištěny co nejlépe. Závazným vodítkem je samozřejmě manipulační řád vycházející z dlouhodobého pozorování průtoku, tedy hydrologických charakteristik, ovšem jen za předpokladu a s určitou mírou spolehlivosti, že se skutečná hydrologická situace nebude příliš lišit od našeho dlouhodobého předpokladu či přijaté míry rizika nebo nenastane porucha z důvodu limitovaných technických možností vzhledem k omezenému objemu nádrže. Pokud se situace bude výrazně lišit, mohou nastat aktuální poruchy obou funkcí v případě, že nádrž bude vyprázdněna více, než může doplnit budoucí přítok, nebo bude zaplněna více, než je potřeba volného prostoru pro retenci aktuálního povodňového průtoku.

Nabízí se samozřejmě řešení vycházející z lepší znalosti aktuální hydrologické situace a využití předpovědí s co nejdelším časovým předstihem.Vzhledem k tomu, že naše možnosti a schopnosti mají oproti přírodním vlivům své meze, vždy zůstane nezanedbatelné riziko poruch, které musíme vzít na vědomí a být i na ně co nejlépe připraveni. To však neznamená, že bychom neměli usilovat o důsledný rozvoj všech odborných disciplín a rozšiřování našeho poznání. Měla by to naopak být výzva posilující naše odhodlání se s novými otázkami a skutečnostmi vypořádat s vysokou profesionalitou a nasazením a s vědomím přetrvávající, avšak často poměrně dobře kvantifikovatelné míry nejistoty.

Příkladů komplexních problémů souvisejících s vodou a vybízejících k řešení, se všemi různorodými aspekty vlivů a vztahů, se nabízí samozřejmě celá řada. Patří mezi ně například rozvoj, zkvalitňování a zpřesňování předpovědní služby, vydávání předpovědí, varovných a výstražných zpráv, další prohlubováhní spolupráce se složkami integrovaného záchranného systému, lepší zvládání povodňových rizik nebo období sucha a v neposlední řadě také pohled na vodu z hlediska její úlohy v přírodním prostředí a hledání rovnováhy mezi jednotlivými typy jejího užívání tak, aby nebyla pokládána jen za zdroj, který je pasivně k dispozici, ale i předmět ochrany, se vším respektem k jejím často neovladatelným účinkům.

Věřím, že po přečtení těchto úvah dojdete k vlastnímu zamyšlení nad vodou a svým vlastním vztahem k ní. Tím také tato publikace naplní své hlavní poslání.

Václav Dvořák
ředitel ČHMÚ

ZAJÍMAVOSTI O VODĚ

Materiály o UNESCO k „mezinárodnímu roku vodní spolupráce 2013“ [3]:

Každý rok lidstvo spotřebuje 3 800 km^3 sladké vody, z toho 70 % je použito v zemědělství, 20 % v průmyslové výrobě a 10 % v domácnostech.

Odhaduje se, že ročně zemře 3,5 milionu lidí v důsledku nedostatku vody a hygieny.

Na Zemi je 193 států (členů OSN), z nich 148 sdílí celkem 276 povodí přesahujících státní hranice. Jen 21 zemí (včetně České republiky) leží zcela v mezinárodních povodích.

Uvádí se, že mezi lety 1820 až 2007 bylo podepsáno téměř 450 dohod o mezinárodním užívání vody.

Mezi roky 2000 a 2006 bylo zaznamenáno celkem 2 163 katastrof spojených s vodou, které si vyžádaly více než 290 000 obětí, postihly a ovlivnily více než 1,5 miliardy lidí a způsobily škody za více než 422 miliard dolarů.

Uvádí se, že od roku 1900 více než 11 milionů lidí zemřelo v důsledku sucha.

Sladká voda je domovem 35 % všech obratlovců.

68,6 % sladké vody se nachází v ledovcích, 30,1 % v podzemních vodách a jen 0,26 % připadá na jezera a 0,006 % na řeky. Živé organismy obsahují 0,003 % zásob sladké vody na Zemi.

Z publikace MZe Fakta o vodě v ČR [1]:

Nejdelší řekou na území ČR je Vltava s 433 km délky.

V místě soutoku je Vltava vodnější (zhruba o 46 %), delší (o 160 km), a má větší povodí (zhruba dvojnásobně) ve srovnání s Labem.

Dlouhé umělé kanály Zlatá stoka (47 km), Opatovický kanál (30 km) a Nová řeka (13,5 km) byly vystavěny již v 16. století.

Schwanzenbergský kanál o délce 44,4 km překračuje rozvodí Labe a Dunaje a byl vystavěn na přelomu 18. a 19. století pro dopravu dřeva.

Nejvyšším vodopádem na území ČR je Pančavský vodopád v Krkonoších s celkovou výškou 148 m.

Největší přirozené české jezero je Černé jezero v ledovcovém údolí na Šumavě s plochou 18,47 ha a maximální hloubkou 39,8 m.

V současnosti největším rybníkem na území ČR je Rožmberk s rozlohou 489 ha a objemem 5,86 mil. m^3 vody. Avšak největším rybníkem naší historie byl rybník Čeperka na Pardubicku s celkovou rozlohou uváděnou až 1 200 ha, tedy 12 km^2. Rybník byl v 18. a 19. století vysušen a převeden na pole.

Ostatní zdroje:

Jako nejvydatnějším pramen je obvykle uváděn takzvaný Velký pramen v Mělnické Vrtutici, jehož vydatnost byla uváděna 140 $l.s^{-1}$, pramen však v nedávné době vyschl (i když je dnes opět aktivní). Ze sledovaných profilů ČHMÚ je nejvydatnější pramen PP0096 v Němčicích u Litomyšle s vydatností 50 $l.s^{-1}$.

Nejvydatnějším a nejteplejším minerálním pramenem je Vřídlo v Karlových Varech. Jeho průměrná vydatnost dosahuje cca 30 $l.s^{-1}$ a teplota téměř 73 °C. Jeho voda v průměru obsahuje 350 až 400 mg (objemově odpovídající cca 75 $l.s^{-1}$) volného CO_2 [4].

Nejhlubším pozorovaným vrtem je VP8433 Zubrnice s hloubkou 812 m pod terénem.

Nejvyšší výtlačná úroveň artézského vrtu v křídových sedimentech v severních Čechách dosahuje výšky 45 m nad terénem.

Největší srážkový úhrn za 24 hodin byl na území ČR zaznamenán dne 29. 7. 1897 na Nové Louce v Jizerských horách – 345 mm.

Průměrná roční výška srážek na našem území dosahuje 674 mm, což odpovídá cca 53 km^3 vody.

Průměrný odtok hlavními toky z území ČR dosahuje: Labem v Hřensku 315 $m^3.s^{-1}$, Odrou v Bohumíně 43,3 $m^3.s^{-1}$, Moravou ve Strážnici 60,2 $m^3.s^{-1}$ a Dyjí v Ladné 38,4 $m^3.s^{-1}$.

Největší historický vyhodnocený průtok na našem území nastal v srpnu 2002 v profilu Praha – Malá Chuchle na Vltavě, a to 5 160 $m^3.s^{-1}$.

Z přirozených jezer se u nás vyskytují ledovcová jezera (Černé, Čertovo, Prášilské, Plešné a Laka na Šumavě), malá jezera v opuštěných říčních ramenech, ale také sesuvem hrazené Odlezelské jezero vzniklé přehrazením údolí Mladotického potoka při povodni v květnu 1872. Jeho plocha dosahuje 4,5 ha.

První známá výška povodně, vztažená k plastice Bradáče na Karlově mostě, pochází z roku 1481.

První známý vodočet v Čechách na Vltavě zřídil ředitel Klementinské observatoře Antonín Strnad v roce 1781.

Organizovaná hydrologická služba vznikla v povodí Labe v roce 1875. Hydrografická komise pro Království české, jejíž hydrometrickou sekci vedl A. R. Harlacher, byla první podobnou službou na území Rakouska-Uherska a jednou z prvních na celém světě.

Hydrologické předpovědi jsou pro dolní Labe kontinuálně vydávány již od roku 1892.

Na území ČR leží přibližně pouze 1/3 povodí Labe. Plocha povodí Odry na území ČR tvoří jen 5,9 % celkové rozlohy povodí a z povodí Dunaje na ČR připadá jen 2,9 %.

Rozdělení zásob vody na zemi [2]:

	Objem (km^3)	% celkových zásob vody
Oceány a moře	1 338 000 000	96.5
Ledovce a trvalý sníh	24 064 000	1.74
Podzemní voda	23 400 000	1.7
(Sladká)	(10 530 000)	(0.76)
(Slaná)	(12 870 000)	(0.93)
Půdní voda	16 500	0.001
Půdní led a permafrost	300 000	0.022
Jezera z toho:	176 400	0.013
(Sladká)	(91 000)	(0.007)
(Slaná)	(85 400)	(0.007)
Atmosféra	12 900	0.001
Mokřady	11 470	0.0008
Řeky	2 120	0.0002
Živé organismy	1 120	0.0001*

*voda v živých organismech tvoří současně 0,003 % veškeré sladké vody na Zemi.

Literatura

[1] Ministerstvo zemědělství České republiky, 2013. The Facts about Water in the Czech Republic. Praha: MZe. 33 s. ISBN 978-80-7434-110-6.

[2] SHIKLOMANOV, I., 1993. World fresh water resources. In: Gleick, P. H. (ed.) Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources. New York: Oxford University Press. 473 p., ISBN: 0195076281.

[3] UNWater, 2013. International Year of Water Cooperation 2013, Campaign materials. Available at <http://www.unwater.org/water-cooperation-2013/get-involved/campaign-materials/en/>.

[4] VYLITA, B., 1990. S geologem po Karlových Varech. Praha: Ústřední ústav geologický. 174 s. ISBN 80-7075-019-7.

Bytí a důležitost hydrografie

A. R. Harlacher

(Úvodní část z dobového německého originálu [3] přeložil Ing. Karel Vančura ve spolupráci s Ing. Liborem Ellederem, Ph.D.)

Poznámka překladatele:

A. R. Harlacher uvedl tímto textem svou sérii článků v časopise die Technische Bläter, která měla souborný název „Zur Hydrographie Böhmens“. Vyňali jsme jen obecnou úvodní část, která se hodí k úvahám o vodě, jež jsou předmětem této knihy. Harlacher byl v roce 1871, kdy studii psal, již dva roky profesorem pražské německé Polytechniky. V té době mu ještě nebylo 30 let a vše, čím se zapsal do dějin techniky i hydrologie měl vlastně před sebou. Ačkoliv, v roce 1871, již začal se systematickým hydrometrickým měřením v Hřensku. O technických detailech měrného křídla, metodice měření ale i detailech prováděného měření pojednávají další stránky jeho studie, které jsme zatím nepřekládali. Období začátku 70. let 19. století se stalo pro Harlachera, velkého milovníka železnic, křižovatkou. Mnohé přírodní extrémy posunuly jeho „životní výhybku“ jednoznačně směrem k hydrologii. Je však možné, že právě i tímto textem bezděčně, či úmyslně svoje směřování uspíšil. Začal být v odborné veřejnosti chápán jako jeden z nejvýznamnějších odborníků v této oblasti, a to nejprve u nás a rodném Švýcarsku, později i jinde v Evropě. Jím tolik zdůrazňovanou systematickou hydrometrii uvedl u nás v život o několik málo let později, a to již jako přednosta nově ustavené Hydrografické komise pro Království české.“

Hydrografie jest nauka o klidovém stavu vody, jejím pohybu a rozdělení vody na povrchu zemském, což vše jest působeno skrze atmosférické srážky. Zabývá se, jinými slovy řečeno, rozdělením[1] vody v přírodě do té míry, pokud se vztahuje k zemskému povrchu. Takže zákony o klidovém stavu, pohybu a rozdělení vody v atmosféře nespadají již do oblasti hydrografie, nýbrž jedině meteorologie. Protože ale dle definice výše uvedené se hydrografie zabývá množstvím atmosférických srážek, jejich rozdělením v čase a prostoru, se v tomto bodě hydrografie s meteorologií prolínají. Sotva zde musí býti zdůrazňováno, že hydrografie sama tvoří část fyzikální geografie.

Hydrografie se nezabývá klidovým stavem, pohybem a rozdělením vod v zemi nebo pod zemskou kůrou; toto náleží více do oblasti geologie a geognosie[2].

Hlavní úloha hydrografie spočívá ve zkoumání, kolik vody z atmosférických srážek odteče prostřednictvím řek či potoků z nějakého území či povodí a kolik je spotřebováno jinak. K vyřešení této otázky nutno jest znáti průtoky[3] vody v řekách k různým časovým okamžikům, stejně tak množství

[1]Ve smyslu hydrologické bilance

[2]Termín geognosie až do začátku 19. století označoval vědu o zemské kůře, její stavbě a struktuře, patřila sem např. petrografie, morfologie či paleontologie. Odlišovala se tak od geologie později ale název zcela zmizel, takže dnes by postačoval na tomto místě výraz geologie. Z dnešního pohledu ale problematika podzemní vody patří do kompetence hydrologie, resp. patří do styčné oblasti s geologií (viz článek M. Kněžka).

[3]Harlacher užil výrazu Wassermengen

odtékající vody[4] v časových periodách (dny, měsíce, roky). K tomuto jsou nutná přesná měření. Tam, kde se tato měření ještě neprováděla, měla by se nejdříve systematicky zavésti. Ostatně uvidíme, a toť obecně známo, že lze (v rámci příčného profilu) velmi lehce stanovit množství vody v řece protékající příčným profilem za den, měsíc nebo rok, pokud člověk má při ojedinělých nízkých a občasných vysokých vodních stavech změřeny průtoky za jednu vteřinu.

Na straně jedné není pochyb o tom, že pokud se v různých zemích věnujeme měření množství vody přivedeného na zemský povrch z atmosférických srážek, prováděnému v mnoha místech (na meteorologických stanicích) většinou ze strany státu, tak na straně druhé se příliš málo činí pro ta měření, jejichž účelem jest stanoviti odtok a jinak spotřebované (z pohledu vodní bilance v přírodě) množství vody. Nauka o přímém nebo nepřímém měření vodní masy (v metrech krychlových) proteklé příčným profilem potoka, řeky či veletoku za časovou jednotku se nazývá hydrometrie. Tato měření nadále slouží ke zkoumání zákonů pohybu vody ve vodních korytech, aneb zkráceně vyjádřeno, ke zkoumání hydrauliky toku.

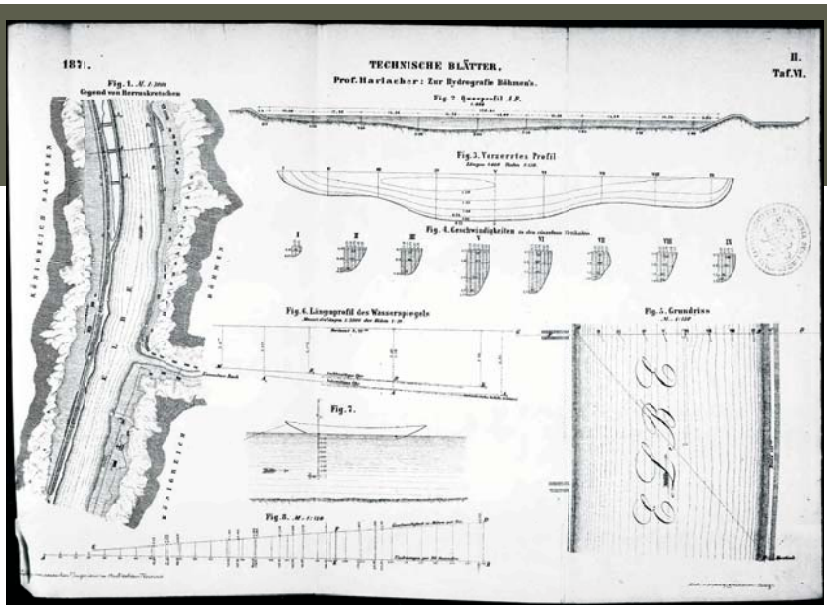
Voda na zemském povrchu jest příčinou větších změn. V čistě kapalném skupenství voda samotná svým pohybem s sebou bere pevné částice a v netušených množstvích je unáší do moře. V rámci tohoto procesu, a s ohledem na utváření koryt řek, se uskutečňují další změny, například usazování atd. Člověk pomyslí na účinky bouřících oceánů při utváření okrajů pevniny, pobřeží; na změny, které voda v pevném skupenství, jako led, vyvolává a k jakým změnám vede; na sesuvy a borcení skal, jejichž příčinou je toliko voda. Všechny změny spočívají (uvažováno z pohledu mechaniky) v přesouvání mas ve směru tíže z výše položených bodů zemského povrchu do bodů níže položených bez toho, že by se toto kdy uskutečnilo naopak. Protože se tyto změny v rámci delších časových období (tisíce, miliony let) řadí k nejvýznamnějším procesům přetváření povrchu naší planety, bádání hydrografie k řešení otázek k tomuto vztažených přispívá, toť jest pochopitelné.

Na množství vody, které se nachází na zemi a v její atmosféře, bereme-li v úvahu její všechna tři skupenství, nahlížejme jako na určité, avšak ani přibližně známé. Při určitých procesech se voda rozkládá na své složky kyslík a vodík, jejich znovuslučování je v pravdě snadné, nicméně samo od sebe se neuskutečňuje a také se vždy nutně uskutečnit nemusí. Množství takto rozloženého hydrogenia je ale ve vztahu k jeho množství celkovému považováno za velmi malé a chtěl jsem to zmínit jen proto, že nám není znám žádný další způsob, kam by se voda mohla ztrácet.

Voda se nachází ve stavu neustálého koloběhu pod zemským povrchem, na něm a nad ním. Cirkulace jest k přežití živých organismů na zemi nutná a při vlastnosti vody v přírodě zcela bez zábran a lehko přecházet v plynné skupenství a také se zřetelem na skutečnost, že v tomto stavu ji vzduch v množství větším či menším zvedá s sebou, není to ani jinak myslitelné. V obrovských objemech stoupá voda především z povrchu moří, ale také z pevniny do výšky. Množství k tomuto nutné práce[5] je nezměřitelné, teplem ale vyvolané, neboť bez tepla by nebylo výparu. Situaci bez tepla, jak by také mohla jeho existence sama býti vysvětlována, si neumíme představit. Voda obsažená v atmosféře, ale také na zemském povrchu, představuje odpovídající množství (spotřebované) práce. Je tato práce znovu odevzdávána? S určitostí musíme započítat díl té práce, která je nutná k uvedení atmosféry do pohybu (vítr), dále onen díl, který podmiňuje změny v zemské kůře, jako je formování jednotlivých usazenin. Rostliny, které by bez vody nevznikly, a ty které tu jsou, bez vody by nevytrvaly, neboť jim tato býti musí a jest přiváděna z atmosféry, vyžadují vodu k procesu svého růstu, jehož kysličník uhličitý ve vzduchu je rovněž neodmyslitelně nutným médiem.

Rostliny, které vytvářejí v atmosféře rovnováhu jednotlivých plynů tím, že kysličník uhličitý

[4]Harlacher užil výrazu abgeflossenen Wassermassen
[5]Energie



Dokumentace Harlacherových hydrometrických prací na Labi.

vdechují a kyslík vydechují, poskytují nám v nejrůznějších formách uhlík, tím i teplo a práci (parní lokomotiva), které rozmanitými způsoby využíváme, s cílem zachovati naši vlastní existenci. Rostliny potřebují k růstu stálý přísun vody, částečně přímo ze vzduchu, částečně nasáváním atmosférických srážek do půdy proniknuvších; potřebují pro účel cirkulace daleko více vody, než samy obsahují. Člověk snadno pochopí souvislost, že k množství spotřebované práce, dané ohřevem vody, kdy její množství v atmosféře bylo ponejprv ze zemského povrchu vyneseno vzhůru pomocí tepla (ze slunečního záření), musí býti nepřímo připočteno, kolik (jí) jest spotřebováno na výrobu uhlíku v rostlinách. Ostatně v zemi jsou obrovské zásoby uhlí, je to vlastně uložené teplo a práce, kteréžto se současným lidským pokolením při jejich boji o přežití náramně hodí.

Ale též lidé a zvířata potřebují ke své existenci vodu. Zatímco lidé i zvířata vodu spotřebovávají přímo, prvně jmenovaní ji využívají těmi nejrůznějšími způsoby. A jaký rozdíl spočívá ve vztahu mezi množstvím vody, které člověk ke svému životu nutně potřebuje, a množstvím, které civilizovaný člověk spotřebovává? S velkým vynaložením práce a nákladů musí být voda přiváděna obyvatelům měst; též na venkově nutno jest vodu v co možná nejčistším stavu, ve kterém se zpravidla říční voda nenachází, přivésti do co nejtěsnější blízkosti lidských obydlí. Šťastní jsou obyvatelé těch oblastí, kteréž poskytují dobrou pitnou vodu! Mnohým podnikům musí býti voda soustavně a v hojném množství přiváděna, jiné totéž vyžadují dočasně. Připomínáme vlastnosti vody, kdy tato může míti u mnohých onemocnění kurativních účinků, její schopnost vázat na sebe pevné a plynné částice a v této formě blaze a příjemně působiti. Slučování s jinými kapalinami je jednou z dalších důležitých vlastností vody. Všechny organické látky vodu ve větším či menším množství obsahují; zcela bez vody si ani lidé ani zvířata nejsou schopni obstarat k životu nutnou potravu. Pokud by voda necirkulovala a nepřecházela by z kapalného stavu do plynného, docházelo by k jejímu znečištění; za udržení své čistoty vděčí výparu. Do jaké míry by se přimícháváním cizorodých částic (látek) mohlo složení vody v průběhu tisíciletí změnit, není známo.

Voda, jako lehce tekoucí kapalina, o poměrně velké hmotnosti[6], stéká sama o sobě do níže položených míst a v podstatě jenom výparem a kondenzací může být vrácena zpět do stejné

[6]Harlacher užil spojení *verhältnissmässig grosse Gewicht*, tedy poměrně či relativně velké tíze. Pro pojem Gewicht se dnes rozumí silový účinek hmotnosti v tíhovém poli Země, tedy tíha. To je v daném kontextu nevhodný výraz, autor zjevně hovoří o specifické hmotnosti vody, proto byl užit jen výraz hmotnost, který zde postačuje.

výšky. Při přechodu z kapalného do plynného stavu voda nepojímá žádných příměsí, ty zůstávají v moři.

Jedna podílově velmi malá složka práce, která je representována vodní masou vyskytující se na výše položených částech pevniny, bývá při její cestě dolů (potoky, řeky) využívána tím nejpřímějším způsobem, voda slouží jako motor. Člověk hledá tlak (tíhu) vody pro své vynálezy (vodní kola, turbíny) při její cestě do nižších poloh, aby využil možnost přenesení pohybu na práci. Toto jest zas a znovu proměna tepla v práci. O využívání vodních sil, které jsou v přírodě na různých místech (pohoří, nížiny) ve větší či menší hojnosti k dispozici, jest záhodno v co nejvyšší možné míře usilovati; probádání hydrografických poměrů v zemi k tomuto dobře poslouží.

„Mezi životními požadavky člověka zaujímá voda jedno z prvních míst. Umíme proto její dobrodiní tak dobře a mnohými způsoby využívat, že někdy až zapomínáme, kolik na ní v běžném životě závisí. A přesto jest voda udržovatelem života, jak jednotlivců, tak celých národů“. Těmito slovy začíná Reuleaux[7] akademickou přednášku o vodě [5]. A na závěr cituje po právu velkého Řeka Pindara[8]:

„To nejkrásnější jest voda!“

Kromě toho, že lidé vodu více či méně přímo potřebují, jest voda, jak už bylo ukázáno, nezbytná pro rostliny a pro jejich růst. Tato potřeba vedla k velmi žádanému systematickému vodnímu hospodářství založenému k obdělávání půdy. Zavlažování a odvodňování, jejichž hodnota byla známa již ve starověku a kterým byla věnována ta největší pozornost, nejčastěji v jednotlivých zemích a oblastech cenu každého pozemku bohatě zúročovalo, pokud bylo pro růst rostlin zajištěno dávkování vody v pravidelných intervalech a ve vyhovujícím množství. To, co by z důvodu nedostatku vody (sucho) často zhynulo, může býti díky moudrému hospodaření s vodou zachováno. A tak zasahuje lidská ruka do přírodních zákonů, aniž by je měnila. Technická zařízení, sloužící na zemském povrchu nanejvýš k nepravidelnému přivádění vody v produkci hospodářství založeného na pěstování rostlin, nemohou se vázat toliko na jednotlivá místa v okolí, nýbrž musí pojímat celé povodí, se všemi jeho zvláštnostmi. Jeho zkoumáním se zabývá hydrografie.

Veškerá samostatná technická zařízení (vodní stavby, úpravy toků), aby byla vůči velikým přírodním korytům na pevnině neškodná (bez negativních následných vlivů), mohou býti zcela odpovídajícím způsobem uvedena v provoz jen na základě znalostí hydrografických poměrů a zvláštností (charakteristik) celého povodí.

Přírodní a umělé vodní toky (řeky a kanály), mají důležitou vlastnost sloužit jako výhodná komunikační spojení, této vlastnosti bylo užíváno již v nejranějších dobách; vodní cesty na pevnině, nehledě na rozšiřování železnic, tvoří pro lidstvo nepodcenitelný článek komunikační sítě, jejich prostřednictvím jsou přírodní zdroje i lidské výtvory pro dobro celého lidstva směňovány, bez kterého duchovní i materiální vzestup současné lidské společnosti, ano i jeho pokračování, není myslitelný. Dále jsou tu oceány, tvořící jediný prostředek ke spojení velikých ostrovů, zde je volba směru vodní cesty téměř neomezená, zatímco na řekách a kanálech jest směr cesty pro plavidla předem dán.

Bez ohledu na to, že bychom se zabývali dalšími vlastnostmi vody, která je v přírodním sys-

[7]Franz Reuleaux (1829–1905), inženýr mechaniky a učitel na Královské technické akademii v Berlíně – je považován za zakladatele kinematiky.

[8]Řecký básník Pindaros (522–443 př. n. l.) původem z Théb psal četné oslavné básně často na olympijské vítěze, zpracoval však i řeckou epiku, resp. Mytologii, např. v prvním rozsáhlém zpracování eposu o Argonautech, který se vyskytuje již u Homéra. V českém překladu zní část jeho Olympijské ódy, ze které Harlacher právě citoval, následovně: *„Tak jest. Voda je nejlepší. Zlato září jak oheň planoucí za noci. Vyniká nad všechny věci a statky. Jestliže však chceš, moje srdce, zazpívat o hrách, kromě slunce nehledej jinou hvězdu, která by víc hřála ve dne, šířic svou zář prázdným éterem. Oslav olympijské boje, výkvět všech her, závody, z nichž vyrůstají slavné hymny básníků…“*

tému tak důležitá a naštěstí v tak enormním množství se vyskytující, věříme, že jsme ukázali, jak nezbytná je znalost hydrografie ku zodpovězení mnohého z velkých otázek vztahujících se k existenci organismů, především nejvýše stojících stvoření.

Je očividné, že hydrografie má co do činění s fyzikou a mechanikou vody; že se na straně jedné zabývá záležitostmi čistě fyzikálními, na straně druhé naopak více technickými. Samotná měření vody byla skoro vždy prováděna techniky, zatímco určování množství srážek jest považováno za oblast náležející fyzikům. Ještě techničtějšího naturelu jsou výše zmíněná vodní díla; ona část hydrografie, která se zabývá otázkami bezprostředně se dotýkajícími technické oblasti, bývá často nazývána hydrotechnikou. A tak se pak často vodní stavby nazývají „hydrotechnická zařízení". Dokonce i údaje o odtékajících množstvích vody v řece a jeho zvyšování či snižování se tu a tam nazývají „hydrotechnické zprávy".

Tvrdí se, že mnohé řeky a veletoky ztrácejí století od století svou vodnost. Toto jest odůvodňováno poukazováním na výšku vodních stavů; což ale není absolutně rozhodující. Připusťme, že by ubývání množství vody v řekách bylo nepochybně prokázáno, potom je třeba se ptáti, zda-li tento stav pokračuje, co jest jeho příčinou a jaké má následky. Ubylo atmosférických srážek, nebo se zvýšil výpar? Různé příčiny mohou ovlivňovat zvýšení výparu vody poté, co se formou srážek dostala na zemský povrch. Chceme zde zmínit jen jedno: nižší intenzitu vegetace a úbytek lesů.

Tak je například ukazováno, že se výška hladiny Labe od roku 1732[9] po celou dobu snižuje (pozorování vodních stavů v Magdeburgu), a panuje názor, že obě výše uvedené příčiny zde působí společně.

Každopádně na zemském povrchu lze zásahem člověka vyvolat takové změny, že mají nutně za následek menší či větší odtok atmosférických srážek oproti většímu či menšímu výparu.

Pozorování vodočtů (měření vodního stavu řek v různých časech) jsou prováděna v mnoha zemích, alespoň na hlavních tocích, většinou ze strany státu. Obvykle jest každý den v určitém čase na vertikální stupnici (vodoměrné lati), připevněné na vhodném místě, odečtena výška vodní hladiny, zaznamenána a zaslána příslušnému zemskému technickému úřadu. Ten by čas od času (všechny měsíce, pololetí nebo roky) měl pozorování vodočtů zveřejnit, což se ale děje jen tu a tam. V žurnálech měst ležících na tocích, kde se tato měření provádějí, bývají obvykle uváděna pozorování vodních stavů často ve spojení s výsledky meteorologických pozorování, například s vlhkostí, větrem, teplotou, množstvím srážek. Publikace tohoto typu ale mají výpadky, a měly by být nahrazeny zvláštními a souvislými[10] publikacemi či řadami.

Úplná pozorování vodočtů dávají dobrý obraz o proměnlivosti úrovně nebo stoupání a klesání hladiny řeky v konkrétním místě, a sice ne v tabulkách, ale v takovém grafickém zobrazení, ve kterém vodorovnou osu tvoří čas, svislici vodní stav a jednotlivé body pojí plynulá, křivka vodního stavu[11]. Zaznamenání vodních stavů dovoluje v libovolném čase (v každé vteřině, hodině, dni či roce) určit množství vody proteklé příčným profilem, ve kterém byly vodní stavy pozorovány, pokud nedošlo na daném místě ke změně říčního koryta a pokud u několika málo vodních stavů (nízký, střední, vysoký stav) byl přesným měřením zjištěn průtok. Proteklá masa vody se u ostatních vodních stavů dá zjistit interpolací[12].

---

[9]Harlacher tehdy vycházel z četných prací, mezi nimi patrně z práce německého geografa Heinricha Berghause (1797–1884), který upozorňoval na pokles stavů Labe v Magdeburku již r. 1842 v pětidílném atlasu Grundriß der Geographie in fünf Büchern [1]. V roce 1875 uveřejnil Harlacher vlastní úvahu na toto téma v novinové sérii Böhmens Wasserfrage [4]. Později v 80. letech si nechával měření z Magdeburku zasílat. Magdeburské měření je nejstarší spojitou řadou v Evropě s počátkem r. 1827 [2].

[10]Zjevně se jedná o návrh zavedení ročenek věnovaných výlučně měřením, které by vycházely pravidelně, bez výpadků, ke kterým zřejmě z různých, např. finančních důvodů docházelo.

[11]Hydrogram

[12]Měrná křivka průtoku

Meteorologická pozorování (obzvláště měření velikosti a rozložení srážek v čase[13]), pozorování vodních stavů hlavních a vedlejších toků povodí[14] ve srážkové oblasti a odvození průtoků[15], tyto tři věci jsou nezbytně nutné k prozkoumání hydrografických poměrů a potud mají spočívat na vědeckých základech, ano a přitom musí být dány do vnitřních souvislostí. Fyzikálních, mechanických a technických znalostí v tomto ohledu jest bezpochyby zapotřebí. Teprve pak je možné více objasniti řešení otázek technických, ale i těch, které jsou obecné povahy a týkají se bilance vody v přírodě.

V oblasti hydrografie by se našel dlouhý výčet uznáníhodných bádání; přec je to totéž, jak správně říká jeden z badatelů, jako se snažit porovnávat určité vědní odvětví s nevyčerpatelným dolem na ušlechtilé kovy.

Literatura

[1] BERGHAUS, H. K. W., 1843. Grundriss der geographie in fünf büchern: Enthaltend die mathematische und physikalische geographie, die allgemeine länder- und völker- so wie die staatenkunde... Als leitfaden beim unterricht in den obern klassen von gymnasien. Grass, Barth und comp. Breslau. 1843. s. 1184.

[2] ELLEDER, L., 2010. Využitelnost proxy dat v hydrologii: rekonstrukce řady kulminačních průtoků Vltavy v Praze pro období 1118–2002. Disertační práce, Praha: PřF UK. 151 s.

[3] HARLACHER, A. R., 1871. Bestimmung der Wassermenge von Flüssen, und Wassermessung im Elbestrom an der böhmisch-sächsischen Gränze, Serie: Zur Hydrographie Böhmens (Erster Artikel), Technische Blätter, II, 1871, s. 81–112. ISSN 1801-8939.

[4] HARLACHER, A. R., 1875. Böhmens Wasserfrage I–VII, Série: Bohemia/1875, č. 50, 54, 55, 57, 69, 75, 76.

[5] REULEAUX, F., 1871. Über das Wasser in seiner Bedeutung für die Völkerwohlfahrt: ein akademischer Vortrag, Nicolai. Berlin. 43 s.

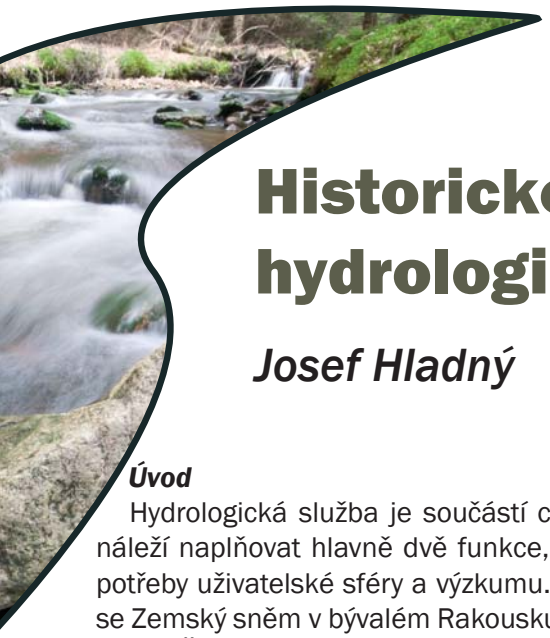
Prof. Andreas Rudolf Harlacher (1842 až 1890)

Švýcarský inženýr, profesor a rektor pražské německé Polytechniky (dnešního ČVUT), zakladatel operativní i vědecké hydrologie na našem území. Zasloužil se o rozsáhlé hydrometrické práce na Labi i dalších tocích, zdokonalil hydrometrickou vrtuli a vytvořil ve své době převratnou předpovědní metodu vodních stavů na Labi na základě měřených průtoků a postupových dob.

[13]Z textu to není zcela jednoznačné, nicméně nejspíše jde o rozložení srážek v rámci intervalu mezi pozorováním celkového spadlého množství (úhrnu), které probíhalo jednou denně.

[14]Harlacher použil termín *Niederschgs- (Fluss-) Gebiette.*

[15]Harlacher použil termín Wassermengenbestimmung. Wassermengen lze chápat v daném kontextu jako průtoky, v současné hydrologické praxi se užívá pojmu „vyčíslení průtoků“.



Historické vlivy na vývoj české hydrologické služby

Josef Hladný

Úvod

Hydrologická služba je součástí celkového oboru hydrologie. V této sounáležitosti jí přináleží naplňovat hlavně dvě funkce, a to získávat data o oběhu vody a zpracovávat je pro potřeby uživatelské sféry a výzkumu. Za léta svého trvání od svého vzniku v roce 1875, kdy se Zemský sněm v bývalém Rakousku-Uhersku rozhodl založit Hydrografickou komisi pro Království České – zárodek dnešní hydrologické služby – podléhalo plnění obou jejích základních poslání řadě různých vlivů. Některé z nich činnost budoucí hydrologické služby podporovaly, a zrychlovaly tak její vývoj, mnohé jej však naopak brzdily. U řady vývojových fází se dospělo k jejich realizaci, až nastal aplikovatelný pokrok u jiných návazných vědeckých a technických disciplín. Určité vlivy působí obecně až do dnešních časů. Následující úvahy se pokoušejí některé z těchto historických impulzů pojmenovat s ohledem na to, jak ovlivnily strukturu moderní hydrologické služby, a objasnit, čím mohou být takové zkušenosti užitečné pro další rozvoj hydrologie.

Záměrem úvahové studie tedy není podrobný popis sledu historických událostí, k nimž docházelo v průběhu vývoje hydrologické služby, ale snaha po hledání odpovědí na otázky typu např. „K čemu vede v moderní době složitost pozorování oběhu vody?“, „Jaké jsou vztahy teorie a faktů v hydrologii?“, „Je vývoj sítí pozorovacích objektů v hydrologii ukončen?“ atp. Historie vytváří v tomto případě spíše jen rámec, na jehož pozadí lze studovat souvislosti, které vedly k moderní struktuře hydrologické služby. Samozřejmě určité penzum znalostí historie je k tomu zapotřebí. Jelikož však bylo k tomu tématu již zveřejněno více studií, odkazuje se na disponibilní vydané literární zdroje [15, 13, 6, 9, 10].

1. Vznik vědecké hydrologie

Je obecně známo, že vznik, vývoj a úroveň oborů přírodních a technických věd jsou určovány, vedle vnějších faktorů (metodologie, potřeby praktického života, pokrok a vynálezy v návazných oborech, ekonomické podmínky, invenční schopnosti vědeckých pracovníků aj.), hlavně množstvím nashromážděných oborových poznatků a dostatečným povědomím o zákonitostech, jimiž se zkoumané procesy řídí.

V dlouhodobém vývoji, který směřoval k vytvoření nauky o oběhu vody – hydrologii – byla historická snaha po odkrytí tajemství dynamiky vody v přírodě, ať již v globálním měřítku na Zemi, nebo v regionu, či v určitém typu krajiny, nepochybně obzvláště usilovná a vytrvalá. Lidé potřebovali vodu hned od počátku své existence a musejí ji mít stále, v podstatě denně, ke svému životu. To platí i v poměrech, ve kterých jim hrozí v důsledku nepravidelností ve vodním oběhu drastické sucho, nebo jsou ohrožováni přívalem nadměrného množství vodního živlu, či kde jim komplikace způsobuje její ztížená dostupnost nebo špatná kvalita. Historie má řady důkazů, že to byly především problémy s vodou, které zapříčinily zánik několika ci-

vilizačních kultur, anebo byly příčinou k přesunu národů a etnik do jiných oblastí světa [20].

Přes veškeré časově se stupňující úsilí o rozuzlení záhad v oběhu vody muselo proběhnout poměrně mnoho století, než se podařilo, i když z dnešního pohledu jen poměrně hrubě, tento složitý proces objasnit. Psal se tehdy rok 1674, kdy francouzský přírodovědec Pierre Perrault zveřejnil ve své studii „O původu pramenů", na příkladu bilancování měřených srážek a odtoku v povodí horní Seiny, již exaktně formulovanou představu, která odpovídala dosud získaným poznatkům o migraci vody v přírodě [15]. Brzy potom francouzský fyzik Edme Mariotte a známý anglický astronom Edmont Halley tento názor potvrdili a objasnili původ srážek jako důsledek výparu vody z hladin moří, oceánů a povrchu pevnin.

Rok 1674 se proto považuje celosvětově za počátek vědecké hydrologie.

2. Proč bylo období potřebné k objasnění oběhu vody tak dlouhé?

Když měl Norbert Wiener [21], legendární zakladatel kybernetiky, zodpovědět otázku, kterou vědu považuje za nejsložitější, jmenoval meteorologii. Zřejmě ho fascinovalo enormní množství faktorů, které jako odezva slunečního záření, zemské endogenní energie a planetárního pohybu, ve spletitých vztazích a v rozsáhlém spektru časových i prostorových měřítek, jakož i při působení zpětných vazeb se sférami zemského systému (atmosféry, hydrosféry, biosféry a litosféry), ovlivňují krátkodobou i dlouhodobou dynamiku vzdušných mas a doprovodných meteorologických dějů. S tím jsou propojeny, zejména pokud jde o srážky a teploty, rovněž hydrologické procesy.

Přidruží-li se k mnohotvárnosti meteorologických projevů, které jsou příčinou většiny hydrologických událostí, také složitosti pohybu vody na rozmanitě hospodářsky využívaném zemském povrchu a v heterogenním půdním i horninovém prostředí, lze si zhruba představit míru obtížnosti, se kterou musí rovněž i hydrologie, ať již jako věda, nebo její část zabývající se aplikací, permanentně počítat.

Vedle zdolávání samotných komplikací spojených s věrohodným poznáváním oběhu vody to však byl také nástup stádia takového pokroku v jiných vědních disciplínách, o který se mohl opírat významně již i rozvoj vědecké hydrologie (fyzika, matematika, hydraulika, geologie, geografie aj.).

Z této vývojové linie je obecně patrné, že v hydrologii je třeba kalkulovat s řadou nejistot, které jsou důsledkem působení přemíry často prakticky nezměřitelných faktorů ovlivňujících oběh vody. Přitom se ukázalo, že také rozvoj tohoto oboru souvisí s aplikovatelným rozvojem jiných návazných vědních disciplín. Mezi nimi významnou roli ve vzájemných vztazích hraje meteorologie. Z tohoto pohledu dnešní organizační propojení meteorologické a hydrologické služby v jedné instituci – v Českém hydrometeorologickém ústavu – odpovídá přirozenému historickému vývoji.

3. Co napovídá dnešku rozdílný vývoj meteorologie a hydrologie?

Meteorologické situace a jejich dynamika se vyznačují rozměry, které často přesahují hranice států. Proto meteorologové museli intenzivně rozvíjet v rámci počátečních fází svých systematických pozorovacích aktivit i mezinárodní spolupráci ohledně výměny potřebných dat. Dnes disponují celosvětovým systémem cca 17 000 meteorologických stanic situovaných v různých územích a výškových pásmech pevnin či na speciálních lodích a bójích v určitých oblastech moří a oceánů. Takto jednotně a průběžně monitorované údaje proudí ve spojovacích sítích systému World Weather Watch – Světové služby počasí (WWW), koordinovaném Světovou meteorologickou organizací (World Meteorological Organization – WMO) v Ženevě. Spolu s dalšími informacemi (satelitní snímky, radarový monitoring, měření atmosférických prvků výškovými balóny aj.) a meteorologickými modely slouží meteorologickým službám světa k posuzování stavu počasí a předpovídání jeho vývoje.

Hydrologie, na rozdíl od převážně plošných a prostorových jevů sledovaných v meteorologii, směřovala naopak spíše k bodovému, či k více lokálnímu vymezení potřebných veličin (např. stanovit pravděpodobný maximální průtok v určitém profilu říční sítě pro stavbu mostu, přehrady, určit zabezpečenost nepodkročitelných průtoků v místě odběru pro zásobování vodou aj.). Proto aplikovaná metodologie byla hned od počátku vědecké hydrologie zaměřována na výpočty lokálního charakteru. Z toho vyplynula i specifická odpovědnost a stěžejní poslání praktických hydrologů, tj. určovat místně velikost odtoku a jeho průběh v reálném čase, anebo odvozovat pravděpodobnost jeho výskytu bez určení časového data. Při nadhodnocení zájmových veličin, zejména v době hydrologických extrémů, dochází k nákladům za nadbytečně provedená opatření, při podhodnocení ke snížení bezpečnosti a zvýšení působených škod.

Na to navazuje i dnes stále aktuální problém definovat prakticky akceptovatelné odchylky od skutečných hodnot zájmových veličin. Jde o nalezení nejzazších mezí, které umožňují hydrologům ještě přijatelně aplikovat jejich technologické a metodologické postupy. Tyto šance se ovšem mohou místně a podle hydrologických situací měnit. Ve vývoji moderní hydrologie začínají proto, avšak i z jiných důvodů, převládat tendence vyjadřovat hodnotu určované veličiny nikoliv jedním údajem, ale intervalově. Zvláště závažné je stanovení limitů, od kterých prognostici již nemohou nést odpovědnost za odvozené údaje.

„Voda je skladištěm přírody, do níž ukládá své zázraky.“

Isaac Waltonn

Dá se rovněž usuzovat, že koncentrace vědeckého vývoje hydrologie na lokální odtokové problémy poněkud oslabila (zhruba koncem 19. století) také aspekty zkoumání rozvoje globální hydrologie, ačkoliv atmosférické procesy a hydrosféra se vzájemně silně ovlivňují. Hydrologové dodnes nedisponují, na rozdíl od meteorologů, světově ujednoceným monitorovacím systémem. Zatím nelze např. bezprostředně sledovat, kolik povodní v dané chvíli ve světě právě probíhá. Jedině zpětně proveditelné globální porovnávání korespondujících si odtokových excesů nebo depresí v oběhu vody naráží na potíže způsobené především nehomogenitou dat. Příčinou jsou hlavně rozdílné definice povodní a sucha a různorodá národní úroveň měřicí techniky. Tyto překážky mohou značně ztěžovat třeba aktuální výzkum časoprostorových závislostí hydrologických situací na výskytu určitého druhu počasí v různých částech světa.

V průběhu 20. století, zejména v jeho druhé polovině, zájem o globální hydrologii začal intenzivně narůstat. Problematikou vody se celosvětově zabývalo celkem 25 mezinárodních agencií. Vedly k tomu starosti s šířením vodní krize v určitých částech světa, a hlavně otázky okolo dopadů předpokládané změny klimatu. Co vzniklo globálně, musí být také globálně řešeno. To se týká i zájmů České republiky.

Roli hegemona, pokud jde o vědecké zkoumání oběhu vody, se ujala agencie UNESCO (Organizace spojených národů pro výchovu, vědu a kulturu), role zabezpečení monitoringu hydrosféry připadla WMO.

V rámci Mezinárodního hydrologického programu UNESCO jsou v jednotlivých fázích od roku 1976 iniciovány četné mezinárodní výzkumné projekty, zabývající se mimo jiné také souvislostmi globálních toků energie, látek i vodních kvant a vyvolanými reakcemi v oběhu vody.

WMO usiluje v posledních několika dekádách o realizaci programu Světového pozorovacího systému oběhu vody (World Hydrological Cycle Observing System – WHYCOS) prostřednictvím individuálně budovaných dílčích projektů Hydrologického pozorovacího systému oběhu vody (Hydro-

logical Cycle Observing System – HYCOS) v povodích velkých řek. K uskutečnění HYCOS dochází ovšem pouze tehdy, podaří-li se sehnat patřičné finanční prostředky z mezinárodních zdrojů.

4. Vztah faktů a teorií v hydrologii

Lidé využívali vodu samozřejmě dávno před tím, než došlo ke vzniku vědecké hydrologie. Počet zařízení a zásahů do přírody, které souvisely s vodou, postupně s dobou narůstal (kolonizace zalesněné krajiny, studny, rybníky, akvadukty, vodovody, vodní kola mlýnů a hamrů, náhony, vzdouvací zařízení v korytech vodních toků, aj.). Nedostatečné znalosti o oběhu vody, a z toho plynoucí absence potřebných výpočtů, byly za těchto okolností nahrazovány lidskou intuicí a mezigenerační štafetou předávaných zkušeností s vodními problémy. Pozoruhodné je, že si některá takto realizovaná díla zachovala svou funkci až do dnešních časů (v České republice se jedná např. o rybník Rožmberk, některé staré pražské jezy aj.). Intuice tohoto druhu je schopnost, která vzniká až po delší praktické činnosti. V hydrologických kruzích ji v nadsázce označují za šestý lidský smysl. Není to sice exaktní přístup, avšak při kontrolách odvozovaných údajů se dodnes často užitečně využívá.

Ostatně i v době začátků vědecké hydrologie se s vodou nezacházelo náhle racionálněji, a lidé se nedokázali bránit proti škodlivým účinkům jejích extrémů (povodní a sucha) okamžitě, s mnohem menšími újmami na životním prostředí. Bylo třeba ještě dalších teoretických přínosů, k nimž docházelo teprve až v návaznosti na nové objevy a poznatky vynikajících fyziků, matematiků, inženýrů a přírodovědců té doby. V hydrologii se tak potvrdila také zkušenost, ověřená v dějinách i jiných vědních oborů, že skutečně revoluční a významný pokrok nevychází z empirie, ale ponejvíce z nových teorií [1, 19].

K efektivní aplikaci určité teorie ovšem dochází, jsou-li pokud možno splněny všechny její předpoklady. Vedle podmínek zabezpečujících účelové využití je to v hydrologii obvyklý požadavek na zajištění dostatečně dlouhých a nepřerušených řad pozorovaných zájmových prvků. Ve střední Evropě se začalo se systematickým pozorováním hydrologických jevů v širším rozsahu hlavně až v 19. století. Zároveň vznikaly, zejména v jeho druhé polovině, již i některé hydrografické a hydrologické služby.

Zatímco vědecká hydrologie v počátečních fázích, z hlediska organizačního a odborné specializace, se vyvíjela jako nedělitelný celek, později se začala štěpit. Od první poloviny 19. století docházelo k výraznějšímu vymezení problematiky hydrologické služby oproti ostatním oddílům hydrologie, zabývajícím se převážně aplikacemi teoretických metod. Návazně k tomu přibyl zejména ve druhé polovině 20. století ještě třetí směr, tj. rozvoj hydrologie badatelské, včetně experimentálních přístupů.

5. Proč vznikla potřeba hydrologické služby na území České republiky

Se vznikajícími hydrologickými pozorovacími objekty se rodila i potřeba vytvořit pracoviště, které by spravovalo jejich postupně budovanou síť. Cílem bylo napozorované řady údajů z těchto sítí centrálně shromažďovat, kontrolovat, zpracovávat, tzn. odvozovat žádané charakteristiky pro dané využití, a ukládat pro případné jiné účely. Šlo tak o rozvoj dnešní hydrologické služby, jejíž hlavním posláním v počátečním stádiu byl hydrografický popis vodního režimu větších toků, včetně jejich fyzickogeografických poměrů. Proto byl tento zamyšlený organizační útvar označován jako hydrografické pracoviště. Podařilo se jej v českých zemích bývalého Rakouska-Uherska realizovat až v roce 1875.

Přesvědčujícím argumentem pro decisní kruhy byly tehdy velmi zlé zkušenosti z pustošivých povodní a drastického sucha, zejména v letech 1872–1874. Teprve poté došlo k rozhodnutí založit Hydrografickou komisi pro Království české, která přesto patřila v té době k jedněm z prvních hydrografických služeb v Evropě.

Stále se zdokonalující technologické vymoženosti byly aplikovány v provozní hydrologii tepr-

ve po proběhlých extrémních epizodách spíše jako nápravné akce, místo aby uvolněné prostředky byly investovány průběžně a preventivně předem. Tato situace se opakovala nezřídka i ve 20. století; zřejmě se projevovala absence aplikace v těch letech méně rozvinuté teorie „porovnávání nákladů a přínosů". Moderní výzkumy [22] prokazují, že prostředky vložené do hydrologického rozvoje vykazují v dlouhodobém horizontu až několikanásobnou návratnost. Potřeba socioekonometrického výzkumu a rozvoje na tomto poli zůstává v České republice stále otevřeným problémem.

6. Jaké teoretické a pragmatické impulzy vedly k vývoji české hydrologické služby v 19. a 20. století

Organizační struktura systému, na jehož základě se vytvářel rámec činnosti české hydrologické služby na počátku 21. století, se vyvíjela po dobu téměř 125 let [7]. K výrazné modernizaci, klasicky dlouhodobě udržovaného zaměření pracovních útvarů na problematiku povrchových a podzemních vod, docházelo postupně po stránce organizační, technologické i personální zejména až v průběhu druhé poloviny 20. století. Proběhly instalace několika inovovaných generačních stupňů registračních přístrojů a spojovací techniky, přibyla nová oddělení, rozšířily se podstatně počty pozorovacích objektů u budovaných sítí, bylo započato s monitorováním nových hydrologických prvků, dospělo se k cennému komplexnímu vyhodnocení dosud napozorovaných údajů o vodních zdrojích na území České republiky a o míře jejich ovlivňování, byly vyvinuty spolehlivější metody pro odvozování návrhových hydrologických veličin, verifikovány a aplikovány přístupy k odvozování hydrologických charakteristik založených na deterministických a stochastických modelech, zvýšila se efektivnost hydrologických předpovědí aj.

Celkově lze shrnout, že vědomosti o povrchových a podzemních vodách a jejich režimu, získané během činnosti organizované hydrologické služby, byly cenným vkladem při vzniku organizovaného vodního hospodářství po druhé světové válce. Dnes tvoří jeden z pilířů, o něj se opírá v České republice moderní hospodaření s vodou a jeho další rozvoj.

Vývoj hydrologie však neprobíhal rovnoměrně. Ovlivňovaly jej válečné události, organizační změny, nová státoprávní uspořádání, dobové útlumy v investiční politice atp. Např. v šedesátých a sedmdesátých letech 20. století docházelo, v porovnání s jinými vyspělými hydrologickými službami v zahraničí, ke zpoždění u instalované přístrojové techniky zhruba o dva generační stupně; v České republice se tehdy používaly ještě limnigrafy s papírovou páskou, zatímco v hospodářsky vyspělých zemích v zahraničí se začaly využívat již automatizované hladinoměry se spojením on-line. Je obtížné dnes vyhodnotit dopady těchto brzdicích vlivů v souvislosti s otázkou „Co by bylo kdyby...?" Důležité je, že určitá zpomalení ve vývoji české hydrologické služby se podařilo dohnat v období po roce 1990, jak prokázala aktuální mezinárodní srovnávání.

Z podnětů, které usměrňovaly, nezřídka i s mezinárodním kontextem, vývoj české hydrologické služby v její instrumentální éře, lze jmenovat pro ilustraci několik aplikací.

6.1 Dlouhé řady hydrologických dat – brána k efektivnějšímu výzkumu vodního režimu

Prvními a relativně nejstaršími hydrologickými pozorovacími objekty v České republice byly ojedinělé vodočetné stanice povrchových vod na počátku 19. století. I pozdější, sice už systematicky prováděná, pozorování výkyvů vodních hladin byla založena na diskrétním odečítání vodních stavů dobrovolnými pozorovateli. Vycházelo se přitom z nejjednodušší teorie, že koryto vodního toku působí jako nádrž. Při stoupající tendenci vody se objem koryta naplňuje, a pokud při rozvodnění hladina přesáhne nivelitu břehových čar, vylévá se voda do okolního reliéfu, a stává se tak potenciálně škodlivým živlem. Návazně se vypovídací schopnost těchto pozorování v první polovině

20. století zvýšila prostřednictvím dodatečně zkonstruovaných měrných křivek průtoků a měřených průtokových množství. Díky tomu a původním vodočetným pozorováním Česká republika dnes disponuje i mezinárodně uznávaným souborem několika desítek více než stoletých průtokových řad [14].

6.1.1 Je stav sítí pozorovacích objektů povrchových vod již stabilizován?

Postupně rozšiřovaný počet stanic povrchových vod v důsledku různých událostí sice kolísal (např. úbytek obyvatelstva v pohraničních oblastech po druhé světové válce, devastace objektů velkou vodou, fluktuace dobrovolných pozorovatelů atp.), v dlouhodobém pojetí však vykazoval stoupající trend. Na začátku 21. století požadavků na budování nových vodoměrných stanic ubylo, takže tento stav je označován současnými hydrology za již skoro stabilizovaný. Množství stanic povrchových vod se pohybuje v České republice okolo 500 objektů, přičemž průměrná délka pozorování dosahuje 80 let.

6.1.2 Sítě pozorovacích objektů podzemních vod

Systematické pozorování podzemních vod na území ČR je mladší než u povrchových vod, datuje se od počátku třicátých let 20. století v souvislosti s plánovanou výstavbou plavebního kanálu Labe-Odra-Dunaj. Jednalo se zhruba o 250 hydropedologických sond, situovaných napříč dotčenými údolími moravských řek (HP-profilů). Délka pozorování u mnohých z nich překračuje až 70 let.

Na základě podrobného hydrogeologického průzkumu byla v průběhu šedesátých let minulého století vybudována nová státní síť pozorovacích objektů podzemních vod a pramenů se záměry: umožnit celkovou vodní bilanci území, zjišťovat doplňování zdrojů podzemních vod srážkami, řešit otázky spojené s ochranou podzemních vod zejména při jejich neúměrné exploataci, objasňovat vzájemné souvislosti s povrchovými vodami, položit základ k realizaci předpovědí podzemních vod v obdobích sucha aj.

Základní státní síť podzemních vod byla vyprojektována do tří dílčích sítí v letech 1956-1963. První z nich, nejpočetnější, byla síť mělkých podzemních vod s hloubkou vrtů do 15 m. Druhá síť hlubokých zvodní byla soustředěna do hydrogeologických struktur s plošně rozsáhlým, hydraulicky spojitým zvodněním a byla dobudována až v devadesátých letech 20. století. Třetí síť – pramenů – vznikala postupně v období let 1955–1980 na základě 1letých až 5letých vyhodnocených pozorování pramenních vývěrů. Protože životnost některých pozorovacích vrtů již vyprchala, bylo na počátku 21. století přikročeno k rekonstrukci jejich sítí s podporou EU. V první dekádě po roce 2000 byly monitorovány údaje z celkem 1 415 mělkých a ze 405 hlubokých vrtů, jakož i z 348 pramenů [17].

Rovněž i u těchto síti se předpokládá, že počet jejich pozorovacích objektů se již nebude výrazně zvětšovat.

6.2 Měření průtoků zahajuje epochu bilancování v hydrologii

Teorii rozdělení rychlostí v příčném profilu vodního toku, která byla prověřena prostřednictvím k tomu uzpůsobené hydrometrické vrtule, rozpracoval v druhé polovině 19. století

zakladatel české hydrologické služby Prof. A. R. Harlacher [6] pro potřeby hodnocení průtoků. Spolu s invenčně cenným nápadem měrné křivky průtoků (jako první využíval měrnou křivku průtoku Prof. Wiesenfeld v Praze v letech 1825–1837) tím bylo umožněno bilancování objemů vody v korytech říční sítě a porovnávání vodnosti mezi jednotlivými vodními toky. Význam průkopnických hydrometrických postupů Prof. A. R. Harlachera tak přesáhl v té době hranice Rakouska-Uherska a dá se bez nadsázky tvrdit, že tyto postupy přispěly k vývoji provozní hydrologie i v dalších zemích střední Evropy.

Napozorované průtoky a z nich odvozované objemové veličiny z postupně rozšiřované sítě vodoměrných objektů tvořily pak v první polovině 20. století jedny z podkladů pro formulaci Státního vodohospodářského plánu České republiky, který patřil k prvním toho druhu ve světovém měřítku.

Tato aplikace a opakující se požadavky rozvíjejícího se vodního hospodářství na jedné straně a nakupené řady napozorovaných hydrologických prvků (vodní stav, průtok, teplota vody, ledové úkazy, údaje o fluktuaci hladin podzemních vod) přivedly hydrologickou službu k záměru vyhodnotit vodní režim na území Česka a Slovenska komplexně. Tak vzniklo dílo „Hydrologické poměry ČSSR“ – pomník tehdejší generace hydrologů [12]. Rozsáhlá zpracování vstupních podkladů, ponejvíce z referenčního období 1931–1960, probíhala v šedesátých letech, a to manuálním způsobem, bez možnosti využít k tomu počítačů. Aplikovány byly moderní metody matematické statistiky. Výstupy byly rozděleny celkem do tří samostatných dílů ve formě mapek, tabulek, textů a grafů. Dílo bylo přijato s velkým ohlasem jak v tuzemsku, tak i v zahraničí, kde bylo považováno, v té době formou zpracování, za ojedinělé.

Při přípravě „Hydrologických poměrů ČSSR“ se v řadě případů získaly zároveň zkušenosti s již výrazným ovlivněním vodního režimu. Snaha upozornit na tyto okolnosti za účelem nápravy byla podnětem ke zpracování dalšího rozsáhlého díla „Podnebí a vodní režim ČSR“ [4] v osmdesátých letech 20. století.

6.3 Časový předstih předpovědí a jeho vliv na ochranu životního prostředí

Uplatnění teorie pohybu vody v otevřených korytech s volnou hladinou bylo podnětem pro hydrologické prognostiky odvozovat postupové doby průtoků na základě korespondujících si fází průtokových vln v následných vodoměrných stanicích. Tím se umožnilo do té doby obtížné řešení střetávání se (interference) průtokových vln v soutokových uzlech říční sítě. Návazně na tento vědecký přínos a technické možnosti využívat telegrafické hlášení o vodních stavech připravil Ing. J. Richter, nástupce Prof. A. R. Harlachera, podle jeho myšlenek metodiku pravidelného vydávání předpovědí vodních stavů a průtoků pro český úsek dolního Labe a dále pro profily Drážďany a Torgavu v trati Labe v Německu. Provoz tohoto předpovědního systému si vyžadovaly zájmy [5] nejen protipovodňové ochrany, ale i aktuální potřeby vodní dopravy, hydroenergetiky a zásobování vodou

Časový předstih předpovědí, založených na hlášení vodních stavů z horních profilů říční sítě, byl zejména ve vztahu k potřebám protipovodňové ochrany, poměrně krátký. Proto v šedesátých letech 20. století hydrologická prognóza začala používat jako další vstupní prvek do předpovědních operací údaje o spadlých srážkách. Časový předstih se tím dal prodloužit v některých říčních úsecích až na dvojnásobek, ovšem za cenu snížené přesnosti předpovědi, která poklesla v průměru z původní 5procentní chyby na 20procentní rozdíl oproti veličině skutečné. Transformace takto předpověděného objemu odtoku z naměřených srážek na jeho časový průběh v předpovědním profilu se dala odvodit na základě již v zahraničí propracované teorie jednotkového hydrogramu [23] nebo podle metody odtokových izochron [23]. Tyto postupy tvoří základ struktury srážkoodtokových předpovědních modelů, které byly implementovány v devadesátých letech minulého století v provozu státní hydrologické předpovědní služby ČHMÚ. Další prodlužování předstihu již musí kalkulovat se srážkami, které se v atmosféře

teprve tvoří a často se atmosférická voda ještě ani nenachází nad územím našeho státu. Prodlužování hydrologických předpovědí je tedy dnes podstatně závislé na pokroku meteorologických předpovědí srážek.

6.4 Katastr vodnosti toků na území České republiky

Vodohospodářské plánování, projektování, výstavba a provoz vodních děl (VD), jakož i zájmy ochrany životního prostředí, se koncem 19. století a pak již nastálo nemohly obejít bez příslušných hydrologických podkladů, tzv. návrhových dat. Posudkoví analytici hydrologické služby, jejichž posláním bylo k tomu účelu poskytovat data, se setkávali hned zpočátku s několika naléhavými potřebami.

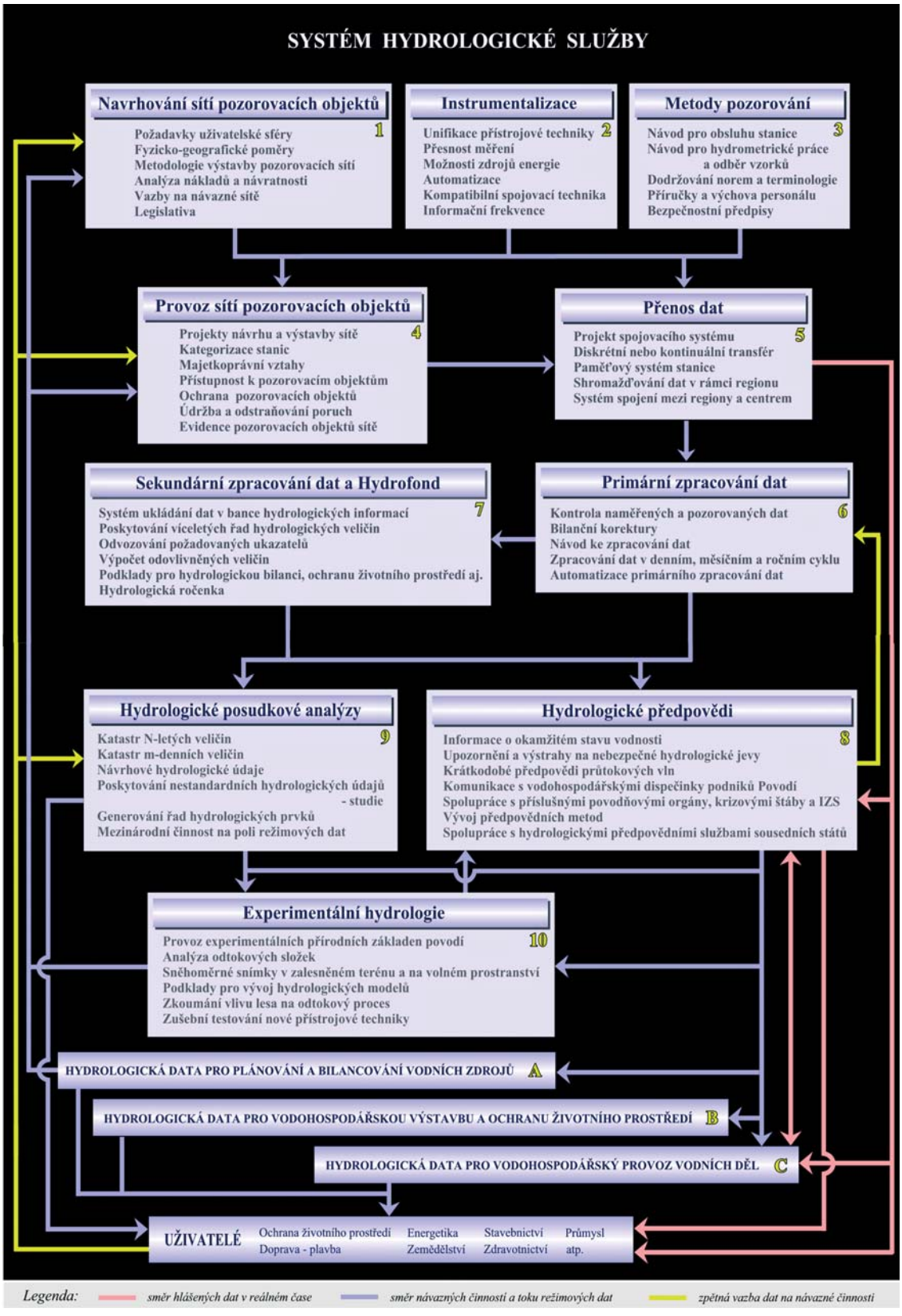
První úkolem bylo, aby produkci návrhových dat zabezpečovala ve státě jedna nezávislá instituce. To se podařilo, sice až po delší době, ještě později to bylo zajištěno i legislativně. Tak vznikly důležité předpoklady k řešení dalších dvou nutností.

Předně šlo o to zamezit, aby VD na horních úsecích říční sítě v případě jejich zatížení velkou vodou, odvozenou podle poskytnutých návrhových dat, nebyla dimenzována na větší přítok než VD situovaná v souvisejících úsecích dolních. Tomu se dalo zamezit porovnáváním již poskytnutých dat a místně orientovanou evidencí u jedné a téže instituce, která byla zároveň v roli producenta dat. Tím byla v té době už pověřená hydrologická služba.

Další potřeba spočívala v aplikaci jednotné metodiky k výpočtu návrhových dat. I to by však samo o sobě nestačilo. Scházelo by, jak prokázaly zkušenosti, opatření, které by zaručilo prošetření reprezentativnosti u zvoleného celostátně jednotného referenčního období při zpracování vstupních dat.

Různá referenční období se mohou lišit počtem výskytů maximálních průtoků a suchých odtokových period. Proto ve druhé polovině 20. století již bylo pravidelně zkoumáno, zda se dosud platná reprezentativnost vždy s prodloužením pozorování o nové desetiletí nezlepší. Pokud výsledek testu nebyl přesvědčivý, Katastr vodnosti se nepřepočítával. Dnes používá hydrologická služba, jako referenční období od roku 1981 do roku 2010.

Tak přibližně se vyvíjela historicky myšlenka Katastru vodnosti. Zatím není známo, kdo byl autorem tohoto postupu. V porovnání s jinými evropskými hydrologickými službami se jedná o originální český a slovenský způsob poskytování hydrologických režimových a návrhových dat. První doložitelné zprávy o Katastru vodnosti pocházejí z období, kdy hydrologická služba byla součástí Státního výzkumného ústavu hydrologického a vodohospodářského v Praze.


SYSTÉM HYDROLOGICKÉ SLUŽBY
Navrhování sítí pozorovacích objektů
1
Požadavky uživatelské sféry
Fyzicko-geografické poměry
Metodologie výstavby pozorovacích sítí
Analýza nákladů a návratnosti
Vazby na návazné sítě
Legislativa
Instrumentalizace
2
Unifikace přístrojové techniky
Přesnost měření
Možnosti zdrojů energie
Automatizace
Kompatibilní spojovací technika
Informační frekvence
Metody pozorování
3
Návod pro obsluhu stanice
Návod pro hydrometrické práce a odběr vzorků
Dodržování norem a terminologie
Příručky a výchova personálu
Bezpečnostní předpisy
Provoz sítí pozorovacích objektů
4
Projekty návrhu a výstavby sítě
Kategorizace stanic
Majetkoprávní vztahy
Přístupnost k pozorovacím objektům
Ochrana pozorovacích objektů
Údržba a odstraňování poruch
Evidence pozorovacích objektů sítě
Přenos dat
5
Projekt spojovacího systému
Diskrétní nebo kontinuální transfér
Paměťový systém stanice
Shromažďování dat v rámci regionu
Systém spojení mezi regiony a centrem
Sekundární zpracování dat a Hydrofond
7
Systém ukládání dat v bance hydrologických informací
Poskytování víceletých řad hydrologických veličin
Odvozování požadovaných ukazatelů
Výpočet odovlivněných veličin
Podklady pro hydrologickou bilanci, ochranu životního prostředí aj.
Hydrologická ročenka
Primární zpracování dat
6
Kontrola naměřených a pozorovaných dat
Bilanční korektury
Návod ke zpracování dat
Zpracování dat v denním, měsíčním a ročním cyklu
Automatizace primárního zpracování dat
Hydrologické posudkové analýzy
9
Katastr N-letých veličin
Katastr m-denních veličin
Návrhové hydrologické údaje
Poskytování nestandardních hydrologických údajů - studie
Generování řad hydrologických prvků
Mezinárodní činnost na poli režimových dat
Hydrologické předpovědi
8
Informace o okamžitém stavu vodnosti
Upozornění a výstrahy na nebezpečné hydrologické jevy
Krátkodobé předpovědi průtokových vln
Komunikace s vodohospodářskými dispečinky podniků Povodí
Spolupráce s příslušnými povodňovými orgány, krizovými štáby a IZS
Vývoj předpovědních metod
Spolupráce s hydrologickými předpovědními službami sousedních států
Experimentální hydrologie
10
Provoz experimentálních přírodních základen povodí
Analýza odtokových složek
Sněhoměrné snímky v zalesněném terénu a na volném prostranství
Podklady pro vývoj hydrologických modelů
Zkoumání vlivu lesa na odtokový proces
Zušební testování nové přístrojové techniky
HYDROLOGICKÁ DATA PRO PLÁNOVÁNÍ A BILANCOVÁNÍ VODNÍCH ZDROJŮ A
HYDROLOGICKÁ DATA PRO VODOHOSPODÁŘSKOU VÝSTAVBU A OCHRANU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ B
HYDROLOGICKÁ DATA PRO VODOHOSPODÁŘSKÝ PROVOZ VODNÍCH DĚL C
UŽIVATELÉ
Ochrana životního prostředí
Energetika
Stavebnictví
Průmysl
Doprava - plavba
Zemědělství
Zdravotnictví
atp.
Legenda:
směr hlášených dat v reálném čase
směr návazných činností a toku režimových dat
zpětná vazba dat na návazné činnosti

Katastr vodnosti je tedy souborem režimových údajů, vypočtených a vyvíjených podle zmíněných pravidel pro každou stanici sítě pozorovacích objektů povrchových vod, pokud její pozorování dosahuje délky zvoleného referenčního období. Skládá se z katastru N-letých průtoků a katastru m-denních průtoků, jakož i ze základních fyzickogeografických informací, jako jsou průměrné dlouhodobé roční výšky srážek a odtoku pro plochy povodí, příslušející daným profilům vodních toků. Oba dílčí katastry mají dnes vyvinutou vlastní metodiku.

Na nepozorovaných tocích se v nejširší míře používala metoda analogie. K aplikaci byl vždy zvolen jiný tok s přibližně podobnými fyzickogeografickými poměry, jaké vykazovalo povodí nepozorovaného toku. Hodnoty návrhových průtoků byly pak odvozovány na základě poměrů ploch příslušejících pozorovanému profilu a profilu, pro nějž se požadují návrhová data. Rozptyl tohoto postupu se pohyboval okolo 40 % hodnoty skutečné veličiny.

Postupnými různorodými změnami přirozeného průtokového režimu vlivem hospodářské činnosti člověka vznikl, zejména ve druhé polovině 20. století, problém, zda odvozovat Katastr vodnosti z ovlivněných, či neovlivněných průtoků. Pro vydávání návrhových dat vodohospodářské veřejnosti bylo dohodnuto jako vstupní hodnoty respektovat naměřené průtoky, tzn. včetně ovlivnění. Porovnáním s neovlivněnými průtoky lze tak určovat stupeň ovlivnění.

Další již velmi aktuální problém ve vztahu ke Katastru vodnosti spočívá v tom, že k antropogennímu ovlivňování se přidružuje potencionální vliv dopadů změny klimatu na vodní zdroje České republiky. Důsledkem je nestacionarita návrhových dat. Řešení těchto změn bude patřit nepochybně mezi prioritní úkoly hydrologie v první polovině 21. století.

7. Současná struktura systému hydrologické služby ČHMÚ

Jednoduchá struktura hydrologické služby z 19. století se postupem doby rozrostla v systém, který se skládá z jednotlivých složek činností vytvářejících bloky typově návazných provozů, jako jsou: navrhování sítí pozorovacích objektů, chod těchto sítí, primární a sekundární zpracování získaných dat a ukládání dat do Hydrofondu, odvozování a aplikace hydrologických charakteristik, napojení na různé potřeby uživatelské sféry (viz obr. systém hydrologické služby). Složky a bloky systému jsou mezi sebou propojeny pracovně i směrově. K nápravě veřejně rozšířeného názoru, že složky systému představují jednu a tutéž pracovní činnost, se ve schématu uvádí, co všechno je zapotřebí uvážit či zabezpečit, aby se pracovní zaměření jednotlivých složek dalo splnit. Z toho je patrné, že hydrologická služba je nejen systémová, avšak i značně interdisciplinárně podmíněná činnost.

Přeměna dlouho udržované původní struktury na dnešní moderní systém hydrologické služby, který tvoří základ jejího organizačního uspořádání při vstupu do 21. století, proběhla ponejvíce v letech 1950–2000. Proto byly, jako základ referenčního období k těmto úvahám, zvoleny roky za období 1875–2000.

Hydrologická služba provozovala ke konci 20. století již klasické sítě pozorovacích objektů povrchových vod a podzemních vod i pramenů, dále sítě mladšího data pro pozorování teplot vody a splavenin na vodních tocích. V současné době se rozvíjí rovněž síť stanic pro pozorování kvality povrchových a podzemních vod. V zimním období jsou na tocích zaznamenávány ledové jevy ve staničních profilech.

Z klasických sítí pozorovacích objektů byly vybrány stanice, jejichž funkce byla rozšířena o hlášení napozorovaných prvků, jako základ hlásného systému hydrologické předpovědní služby ČHMÚ.

U objektů povrchových vod došlo také k jejich kategorizaci. Do 1. kategorie byly zařazeny stanice, jejichž význam v porovnání s ostatními má strategickou funkci. Prakticky to znamená, že v případě výpadku hlášení z více ostatních stanic, jsou hlášení z objektů 1. kategorie schopny zprostředkovat alespoň přibližný obraz o vývoji hydrologické situace v dané oblasti. U těchto stanic byla zvýšena jejich odolnost vůči devastaci velkou vodou a měřicí zařízení v nich byla zdvojena.

Rozčlenění jednotlivých složek systému hydrologické služby do podrobných úkonů se považuje za natolik srozumitelné, že není třeba žádný komentář, s výjimkou několika poznámek k některým blokům.

7.1 Zabezpečení podmínek pro víceúčelové využívání dat

Ranný vývoj sítí nejstarších pozorovacích objektů povrchových vod v první polovině 19. století probíhal bez projektů a podpůrné metodologie. Teprve později, při zahušťování počtu zakládaných stanic podle místních potřeb rozvíjejících se hospodářských sektorů a povodňové ochrany, se z bilančních důvodů, po zahájení systematického sledování průtoků, započalo přihlížet také ke struktuře říční sítě (potřeba instalace stanic na přítocích do úseku, rozdělování delších tratí u páteřních toků na kratší úseky). Testovacím kritériem byly rovněž přírůstky průměrných průtoků z mezipovodí. Také se rozšiřovalo pozorování ve staničních profilech o nové prvky, jejichž charakteristiky či vztahy se opíraly o synchronní průtokové údaje, jako je např. koncentrace splavenin, závislost teploty vody na velikosti průtoku atp. Přitom uživatelské požadavky na tyto nové údaje nemusely být, a ani většinou nebyly, totožné s požadavky budoucího, zatím v té době neznámého dalšího využití. Proto třeba rozmístění stanic pro pozorování splavenin zatím nebylo konfrontováno s polohou oblastí náchylných ke zvýšené erozi půdy. Rovněž profily zvolené pro měření teploty vody nebyly zatím prověřovány s ohledem na potencionální nebezpečí tepelného znečistění u některých úseků vodních toků.

U sítí podzemních vod se muselo při rozmisťování pozorovacích vrtů přihlížet k hydrogeologické struktuře povodí, která byla ovšem časem postupně upřesňována. Navíc, při ustavení statní sítě podzemních vod a pramenů v letech šedesátých a při její rekonstrukci počátkem první dekády 21. století, přibyly nové požadavky na využití, takže rozmístění pozorovacích objektů bylo nutné upravit (viz kapitolu 6).

Dosahovaná přesnost metody analogie se liší hlavně podle velikosti povodí. U malých povodí (zhruba do 100 km^2), kde existuje větší rozpětí mezi dosaženým maximem a minimem průtoků, bývá přesnost odhadu poměrně horší. To byl také jeden z důvodů, proč mezi roky 1940–1970 probíhala éra vývoje a aplikace vzorců pro odhady maximálních průtoků na ma-

lých povodích [3]. Prokázalo se opět, že snahy po perfekcionismu jsou bezvýsledné, různé vzorce poskytovaly rozdílné výsledky. Tento přístup přivedl však hydrology k důkladnějšímu zkoumání vlivů faktorů fyzickogeografického prostředí na odtokový proces. Návazně se to odrazilo na zvýšené aplikaci matematickostatistických multivariačních metod, jako jsou faktorová analýza a shluková analýza při zkoumání srážkoodtokových vztahů. Předtím, než bylo přikročeno k jejich formulaci, se považovalo za nutné prošetřit pořadí důležitosti jednotlivých faktorů a jejich vzájemných kombinací.

7.2 Hydrologické informace jako nosiče hodnot po svém uplatnění

Blok zahrnující hydrologické posudkové analýzy a hydrologické předpovědi je v podstatě jakýmsi zúročením činností hydrologické služby, které mu na pracovní technologické lince předcházejí (provoz existujících sítí pozorovacích objektů, zpracování získaných dat a odvozování příslušných charakteristik). Zatímco posudkoví analytici se zabývají režimovými typy dat, prognostici využívají v předpovědních operacích údajů pořízených „in real time".

Výsledky aplikovaných činností obou kategorií mají poměrně výrazný dopad na ekonomiku vynakládaných prostředků pro racionální hospodaření s vodou a ochranu životního prostředí před škodlivými účinky povodní a sucha. Návratnost vynaložených nákladů se dá přitom prakticky jen těžko přímo prokazovat, protože hydrologům není známa finanční částka plánovaná pro realizaci investičního záměru. K ilustraci si lze aspoň hrubou řádovou analýzou návrhových veličin učinit přibližnou představu o jejich finančním významu. V jednom roce vyřídí hydrologičtí analytici ČHMÚ v průměru okolo 3 000 posudků s požadovanými návrhovými daty. Při tom jde v drtivé většině o údaje v nepozorovaných profilech. Cenová hodnota jednotlivých investic a vodohospodářských záměrů se jen odhaduje. S největší pravděpodobností se pohybuje v řádech mezi 10^5 až 10^6 Kč. Sumárně za rok za všechny požadavky se může tedy jednat o částky mezi 3.10^7 až 3.10^9 Kč. Používají-li hydrologové–analytici k výpočtu metodu analogie s udávaným průměrným rozptylem ± 40 %, znamená to, že mohou v těchto případech ovlivňovat částky v řádech od 10^5 až do 10^7 Kč.

Hydrologické předpovědi vyvolávají ekonomické dopady zvláště za extrémních situací, a to vytvářením potenciálně výhodnějších informačních podmínek vedoucích k záchraně lidských životů a k omezování újmy na zdraví postižených obyvatel, pokud jsou ovšem správně a pohotově interpretovány. Zahraniční výzkumy [23] odhadují, že se správně fungujícím předpovědním systémem a povodňovou službou se v nejlepších případech dají povodňové škody snižovat až o 30 % jejich skutečné hodnoty. Je to však nepřímo úměrně závislé na extremitě rozvodnění. S větší extremitou povodně možnosti snižovat povodňové škody klesají.

7.3 Výstražná činnost hydrologické předpovědní služby v období povodní a sucha

Moderní systém hydrologických předpovědí se vyvíjel v průběhu několika desetiletí, zejména po roce 1960 [11], kdy byla organizačně ustavena státní hydrologická předpovědní a výstražná služba u ČHMÚ. Dnes se dá již o tomto aparátu tvrdit, že momentu překvapení v důsledku výskytu velkých povodní regionálního typu je již schopen zabránit. Potíže v předpovídání povodní působí však přívalové deště, jejichž jádra jsou sice na radarech sledovatelná, ale postrádají se při tom údaje, kde a kolik vody z nich v určitou chvíli vypadne. A právě tyto informace rozhodují, zda povodeň vznikne, jaké bude tempo zdvihu stoupající hladiny a jaký maximální vrchol bude dosažen. Z těchto důvodu se začaly v České republice rozvíjet lokální výstražné systémy. V podstatě se jedná o automatické hlásiče informací o dosažení nastavených limitů kritických úhrnů spadlých srážek a předání těchto výstražných signálů do služebny s nepřetržitým provozem. Rovněž se již rozvinuly nové metodické přístupy k předpovídání odtoku z přívalových srážek [2].

Extrémní povodeň 1997 a následující poměrně početné výskyty dalších povodňových událostí jakoby již potvrzovaly původní hypotetickou představu [8], že žijeme v období povodňového ne-

klidu. To znamená, že bude docházet k častějším rozvodněním, se zvýšenou frekvencí extrémních povodní. Povodňové události v přelomových dekádách 20. a 21. století vyvolaly intenzivnější výzkum povodňových jevů, zvýšil se počet budovaných protipovodňových opatření, zlepšila se koordinace státních záchranných složek (IZS – Integrovaný záchranný systém), viz [16] a byla k tomu přijata příslušná legislativa. Povodně v roce 1997 a 2002 nebyly podle analýzy uskutečněné v Ústavu fyziky atmosféry Akademie věd České republiky ty nejhorší povodňové případy (představovaly zhruba dvě třetiny maximálně možných povodní), které mohou postihnout území České republiky, viz [18]. Se situací, kdy mohou nastat povodňové pohromy, při kterých budou překonána všechna existující protipovodňová opatření, je nutno tedy stále kalkulovat.

Poněkud méně intenzivní stupeň pozornosti než protipovodňovým aktivitám je v České republice zatím věnován ochraně před škodlivými účinky sucha. Schází především formulace stupňů ohrožení nedostatkem vody, které by umožnily, při jejich dosažení v rámci permanentního sledování hydrologických a meteorologických situací, přechod na adaptibilní způsob hospodaření s vodou a vyhlašování regulačních opatření pro místní odběry vody. Obdobně, jako jsou formulovány povodňové plány, je třeba připravit bilanční plány pro případ drastického nedostatku vody, pro nouzové zásobování obyvatelstva i veřejné vybavenosti vodou, plány pro využívání objemů vody z rezervních malých vodních nádrží aj.

7.4 Experimentální povodí jako doplněk činnosti hydrologické služby

Když se má hydrologická služba rozhodnout při výběru z více možných metodických přístupů, kterému z nich dá přednost při monitorování v celoústavní síti pozorovacích objektů z hlediska provozuschopnosti, ekonomických nákladů a dosahované přesnosti, potřebuje si testování vyzkoušet předem na menší ploše. Obdobně je tomu i při výběru relativně optimální volby z alternativních nabídek přístrojové techniky. Především však s vývojem hydrologických modelů narostla postupně potřeba znalosti atomizovaných složek odtokového procesu (jako jsou intercepce, detence, infiltrace, perkolace, hypodermický odtok, základní odtok, saturovaný odtok, vratný odtok, transpirace, evapotranspirace atd.), což se dá provádět ještě únosně na plochách menších povodí speciálními technologickými postupy. K zakládání tzv. experimentálních povodí pro řešení zmíněných, ale i celé řady různých dalších hydrologických problémů, vyzvalo UNESCO v sedmdesátých letech 20. století. Na území bývalého Československa bylo založeno okolo 40 takových experimentálních základen. V českých zemích k tomu vedly, kromě rozvoje srážkoodtokových modelových přístupů, vážné problémy s měřením a bilancováním zásob vody ve sněhové pokrývce v zalesněném terénu a na volném prostranství. Navržená metodika zpřesnila předpovědi odtoku z tajícího sněhu hlavně v období jarního tání.

Závěr

Na základě předcházejících úvah lze konstatovat.

1. Oběh vody je velmi složitý proces, který je jen značně obtížně měřitelný.
2. Hydrologové se proto musí při odvozování bilančních charakteristik a při předpovídání vývoje oběhu vody soustředit především na používání dominantních faktorů. Snaha po perfekcionistické formulaci vztahů potřebných pro tyto účely se míjí účinkem.
3. Poskytování hodnoty požadovaných hydrologických veličin jediným číslem neodpovídá charakteru podmínek, kterými se liší od skutečné hodnoty. Lépe vyhovují data udávaná intervalem jejich možného rozptylu.
4. Je mylné se domnívat, že intenzivnější rozvoj globální hydrologie nepatří mezi aktuální priority v hydrologickém výzkumu České republiky. V důsledku toho schází např. poznatky o vlivu klimatických oscilací na vznik případných časoprostorových souvislostí mezi výskytem výrazného počasí někde na zahraničním území a mimořádnou hydrologickou situací v České republice atp.

5. Do stálého zdokonalování hydrologické služby je třeba investovat, protože vynaložené náklady se podle zahraničních výzkumů postupně několikanásobně vracejí. Za tím účelem je žádoucí i v České republice aplikovat a rozvíjet analýzu „nákladů a návratnosti".
6. Zvláště důležitá je v tomto ohledu péče o stálou modernizaci hydrologické předpovědní služby. Potřebné investice by neměly být uvolňovány až po proběhlé extrémní hydrologické situaci, ale preventivně a průběžně předem.
7. Publikace „Hydrologické poměry ČSSR" prokázala, že ve vodohospodářské veřejnosti, na školách a ve výzkumných ústavech je takový komplexní způsob zpracování informací o režimu vodstva na území České republiky velmi vítaný a žádoucí. Mělo by se tedy v tomto úsilí pokračovat.
8. Úkolem s nejvyšší prioritou bude zřejmě řešení problému nestacionarity hydrologických dat v souvislosti se změnou klimatu a antropogenního ovlivňování krajiny. Návazně bude třeba předem zajistit u výzkumných složek, aby se v časovém předstihu zkoumaly teoretické aspekty nestacionarity, než nastane situace, kdy bude hydrologická služba s nestacionaritou již nucena zacházet při poskytování dat.
9. Je třeba vyrovnat úroveň aktivit v ochraně proti škodlivým účinkům sucha s úrovní rozvoje protipovodňové ochrany. Zatím schází ukazatel–stupeň ohrožení nedostatkem vody. Na jeho podkladě by krizové orgány mohly vyhlašovat zavedení adaptibilního hospodaření s vodou a potřebná regulační opatření při zásobování. Výchozím podkladem by byly smluvené limity malých průtoků, na jejichž výskyt by upozorňovala hydrologická služba.
10. Nelze vyloučit, že se mohou vyskytnout povodňové pohromy s ještě větší extremitou, než byly povodně v roce 1997 a 2002. V povodňových plánech a v činnosti hydrologické předpovědní služby je třeba proto zohlednit i situace, při kterých budou překonána všechna disponibilní protipovodňová opatření.

Literatura

[1] CONANT, J. B., 1952. On Understanding Science. New York: Mentor.

[2] ČEKAL, R., 2011. Průvodce informacemi pro povodňové orgány. Praha: ČHMÚ. 32 s. ISBN 978-80-86690-93-3.

[3] ČERKAŠIN, A., 1964. Hydrologická příručka. Praha: HMÚ.

[4] ČERVENÝ, J., 1984. Podnebí a vodní režim ČSSR. Praha: Státní zemědělské nakl. 414 s.

[5] DANĚK, J., 1976. 80 let vydávání krátkodobých hydrologických předpovědí v povodí Labe. Praha: HMÚ. 40 s.

[6] DAŇHELKA, J. – ELLEDER, L. et al., 2012. Vybrané kapitoly z historie povodní a hydrologické služby na území ČR. (Selected chapters from the history of floods and hydrological services in the Czech Republic). Praha: ČHMÚ. 182 s. ISBN 978-80-87577-12-7.

[7] DAŇKOVÁ, H. – HLADNÝ, J. – KULHÁNEK, V., 1975. Pozorování a vyhodnocování povrchových a podzemních vod hydrologickou službou HMÚ. Praha: HMÚ. 67 s.

[8] ELLEDER, L., 2010. Využitelnost proxydat v hydrologii: Rekonstrukce řady kulminačních průtoků Vltavy v Praze pro období 1118–2002. Praha: PřF KFGG. 152 s.

[9] HLADNÝ, J., 2000. Hrozba vodní krize a strategické úkoly hydrologie. Sborník z 5. národní konference Hydrologické dny 18.–21. září. Plzeň: ČHMÚ. s. 1–12.

[10] HLADNÝ, J., 2009. Vývojové trendy české hydrologické služby. Meteorologické Zprávy, roč. ***62****, č. 5, s. 148–152. ISSN 0026-1173.*

[11] HLADNÝ, J., 2012. Vznik Státní hydrologické předpovědní služby v roce 1960. In: Vybrané kapitoly z historie povodní a hydrologické služby na území ČR. ČHMÚ. s. 149–162.

[12] HMÚ, 1965–1970. Hydrologické poměry Československé socialistické republiky. Díl I.–III., Praha: HMÚ. s. 414 (I. díl), s. 573 (II. díl), s. 405 (III. díl).

[13] KRŠKA, K. – VLASÁK, V., 2008. Historie a současnost Hydrometeorologické služby na jižní Moravě. Praha: ČHMÚ. 254 s. ISBN 978-80-86690-52-0.

[14] NOVOTNÝ, J., 1960. Dvě stoleté hydrologické řady průtokové na českých řekách. In: Sborník prací – svazek 2. Praha: HMÚ. s. 126.

[15] NOVOTNÝ, J., 1963. Stručné dějiny hydrologie. In: Sborník prací – svazek 1. Praha: HMÚ. s. 38–60.

[16] OBRUSNÍK, I., 2011. Early Warning For FlashFloods. International Workshop. 1. vydání. Praha: ČHMÚ. 94 s. ISBN 978-80-86690-91-9.

[17] PAVLÍKOVÁ, D., 2009. Státní síť podzemních vod na počátku 21. století a činnosti s ní spojené. In: Sborník z Mezinárodního hydrogeologického kongresu 31. 8.–3. 9. 2009. VŠB Ostrava. s. 27–30.

[18] ŘEZÁČOVÁ, D. – PEŠICE, P. – SOKOL, Z., 2005. An estimation of the probable maximum precipitation for river basins in the Czech Republic. Atmospheric Research 77. 407–421.

[19] SELEY, H., 1967. Od snov k objevom. Věda a současnost. Bratislava: Obzor. 503 s.

[20] SVOBODA, J., 2002. Utajené dějiny podnebí. Řídilo počasí dějiny lidstva? Praha: Ivo Železný. 1. vyd. 202 s. ISBN 80-237-3701-5.

[21] WIENER, N., 1963. Kybernetika a společnost. (The Human Use of Human Beings). Překlad v českém jazyce. Praha: ČSAV. s. 216.

[22] WMO, 1990. Economic and social benefits of meteorological and hydrological services. Proceedings of Technical Conference WMO. No 733. Geneva: WMO. p 26–30.

[23] WMO, 1994. Guide to hydrological practices. Data acquisition and processing, analysis, forecasting and other aplication. No 168. Geneva: WMO. p. 458–465.

Ing. Josef Hladný, CSc. (1932)

Nestor české hydrologické služby. Významně se podílel na založení sítě regionálních hydroprognózních pracovišť. Dlouhodobě řídil hydrologickou službu ČHMÚ, pod jeho vedením byly vytvořeny zásadní metodické postupy operativní hydrologie, vyšla rozsáhlá publikace Hydrologické poměry ČSR, vznikla databáze hydrologických dat HYDROFOND, byla založena experimentální povodí v Jizerských horách. Stal se prvním laureátem ceny A. R. Harlachera za mimořádný přínos české hydrologii.

EXISTUJE ZPŮSOB, JAK ZPŘESNIT HYDROMETEOROLOGICKÉ MODELY.
NARVAT ŘEKY DO ROUR A KRAJINU VYBETONOVAT.

Jednota hydrologie

Miroslav Kněžek

Režim oběhu vody v přírodě má stálé vzájemné vztahy. Nikoliv neměnné, ale vzájemně se podmiňující. Již nevím, kdo řekl, že v hydrologii je k řešení jedna bilanční rovnice. Odtok rovná se srážky minus ztráta. Konkrétní potřeba a podrobnost řešení pak tyto složky rozvádějí, nebo zjednodušují. Odtok může být povrchový, podzemní, hypodermický, může obsahovat umělé zásahy do něj, mění se jeho časové rozložení a řada dalších faktorů. Podrobněji členit lze i srážky a ztráty.

Domnívám se, že snaha o rychlé řešení jednotlivých úkolů v hydrologii vedla i vede ke zjednodušování vzájemných vztahů v hydrologickém cyklu, často i k negování některých vzájemně se ovlivňujících faktorů.

Když jsem před 59 lety nastoupil do Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka (VÚV), byly k hydrologii dva přístupy. Inženýrský, reprezentovaný vysokými školami technického zaměření – převážně stavebními fakultami a geografický, reprezentovaný školami s přírodovědným zaměřením. První z nich vycházel téměř výlučně z údajů o naměřených průtocích, druhý sice vztahoval jejich velikost k přírodním poměrům, ale na druhé straně do značné míry pomíjel význam technických ovlivnění. Díky tomu v padesátých a ještě začátkem šedesátých let téměř absentovala snaha o vzájemné propojení hydrologických složek odtoku.

Hydrologie povrchových vod byla zaměřena především na povodňové stavy (ochrana před povodněmi) a využívání vodní energie. Cílem tedy bylo zpracování podkladů pro hydrotechnickou výstavbu. Malým průtokům byla věnována minimální pozornost.

Přírodovědné zaměření vycházelo především z regionalizace odtoků ve vztahu ke geografickým charakteristikám. Pro přesnější zpracování však bylo relativně málo podkladů i znalostí o vlivu lidské činnosti na tvorbu odtoku.

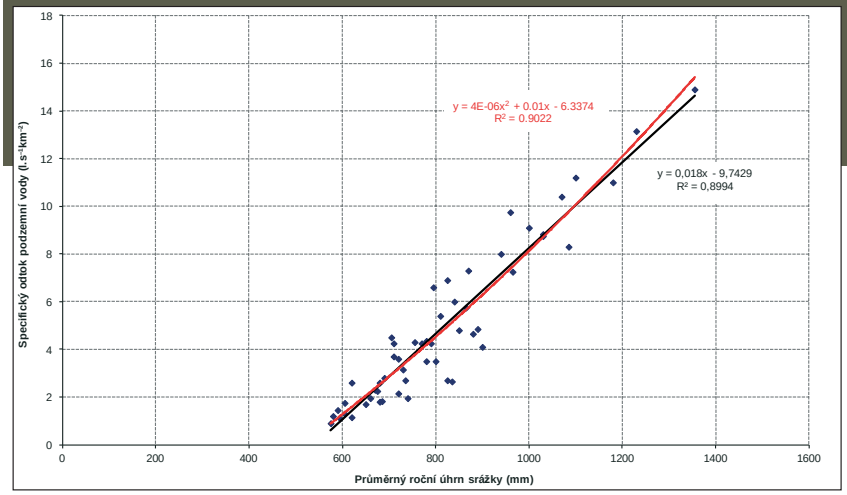
Je však třeba uvést, že již existovaly snahy o propojení těchto přístupů, např. práce Oty Hynieho, vycházející při stanovení přírodních zdrojů podzemních vod z hodnocení odtokových poměrů, a práce Františka Slepičky, vycházející z rozboru výtokových čar.

Následující léta přinesla množství nových poznatků, často měnících zažité představy. Vzhledem ke svému zaměření se budu zabývat především vztahem povrchových a podzemních vod. Musím říci, že ani v současnosti se jejich vzájemnému propojení nevěnuje dostatečná pozornost. Ve vodním hospodářství stále převládá zaměření na protipovodňovou ochranu oproti potřebě nalepšení, nebo alespoň dalšího nezhoršování režimu malých průtoků[1], který je přitom již na mnoha malých tocích blízko kritickému stavu. Malé průtoky jsou tvořeny podzemní složkou odtoku. Přitom i dnes v hydrogeologických hodnoceních zůstává hlavním bilančním kritériem zásob podzemních vod jejich využitelnost pro vodárenské zásobování. Je

[1]Režim malých průtoků popisuje chování odtoku v podmínkách sucha, kdy odtékající vody pochází ze zdrojů podzemní vody. Za limit kritického sucha je na vodních tocích obvykle považován tzv. 355denní průtok. Tedy průtok, který je dosažen, nebo překročen v dlouhodobém průměru během 355 dní v roce, což znamená, že pouze 10 dní v průměrném roce, neboli cca 3 % dní je takové sucho. Z ekologického hlediska se však může jednat o průtoky znatelně vyšší.

tak dobré si připomenout, že velikost podílu podzemních vod na celkovém odtoku z povodí byla pro území celé republiky stanovena v roce 1982 v rámci úkolu Odtok podzemní vody na území Československa [8]. Pro mnohé bylo překvapujícím zjištění, že nejmenší podíl odtoku z podzemních vod na celkovém odtoku v jejich průměrných hodnotách byl v labské facii České křídy (Cidlina, Mrlina) 18–20 %. Jako průměrný můžeme označit podíl podzemního odtoku 30–35 %, který byl vyhodnocen pro Jihočeské pánve, západní část Českého středohoří, Plzeňskou pánev, glacigenní a fluviální uloženiny na Ostravsku. Tuto velikost má i vyčleněný podíl podzemního odtoku v průtocích celého povodí Labe v Děčíně. Velký podíl podzemního odtoku, celkově 50–80 %, byl zjištěn pro oblasti České křídové pánve s písčitým až slinito-písčitým vývojem sedimentace. Největší specifické odtoky podzemní vody pak byly zjištěny v nejvyšších oblastech Jizerských hor, Krkonoš, Orlických hor, Hrubého Jeseníku a Šumavy, kde jejich velikost přesahovala 10 $l.s^{-1}.km^{-2}$.

Oproti dřívějším názorům, často však přetrvávajícím i nyní a považujícím podzemní odtok na území krystalinických hornin[2] a většině silně diageneticky zpevněných sedimentů[3] za bezvýznamný, se prokázala celkem jednoznačná závislost průměrné velikosti podzemního odtoku na velikosti úhrnu srážek. Platí to i pro vrchovinné, podhorské a dokonce i pro horské oblasti platformního základu Českého masivu. Lze je s určitým zjednodušením pokládat regionálně za hydrogeologicky relativně stejnorodé, bez ohledu na charakter hornin (jejich stratigrafickou



Obr. 1 Závislost průměrného specifického odtoku podzemní vody na průměrné výšce srážek [7].

příslušnost a petrografický charakter). Je to tím, že v přípovrchové zóně zvětralin, zasahující obvykle do hloubky několika desítek metrů (zpravidla 30–40 m), dochází k relativně intenzivnímu proudění podzemních vod a regionální či lokální rozdíly velikosti podzemního odtoku vyplývají především z rozdílnosti klimatických a morfologických poměrů různých oblastí.

Tento poznatek tak zdůvodňuje použití podobných metod hodnocení podzemních i povrchových vod.

Vycházíme-li z výše uvedené převažující závislosti velikosti podzemního odtoku na srážkách a morfologii povodí, pak při posuzování vývoje přírůstku podzemní vody do vodních toků v jejich podélném profilu můžeme konstatovat obdobnou závislost jako u povrchových toků. Vy-

[2]Krystalinické horniny zahrnují např. žuly a ruly. Jsou to horniny nepropustné, kde pohyb podzemních vod je vázán na systém puklin v horninových tělesech a zvětralinovou přípovrchovou zónu.

[3]Diageneticky zpevněné sedimenty jsou horniny zpevněné mechanickými nebo chemickými změnami, neprošly však metamorfózou při vysokém tlaku a teplotě.

loučíme-li případy hydrogeologické neuzavřenosti příslušného povodí[4] zjišťujeme, že velikost specifického odtoku se postupně zmenšuje s menšími sklony svahů a poklesem srážkových úhrnů. Výjimky z tohoto pravidla se projevují především v místech křížení koryta toku s oblastmi nepravidelností geologické stavby, především při křížení s tektonickými poruchami (zlomy). Naopak význam členitosti povodí a srážek vyniká v hydrogeologicky aktivních strukturách, zejména v písčité facii křídové pánve. Nejvýraznější vliv podzemních vod na celkovou velikost odtoku mají ale samozřejmě krasové oblasti.

Geologická stavba povodí má však zásadní význam i pro roční chod odtoku. Pokud v povodí dochází k velké podzemní akumulaci, ovlivňuje geologie povodí i dlouhodobé kolísání velikosti základního odtoku, resp. jeho statistický popis (pomocí statistických parametrů jako jsou rozdělení zabezpečenosti, čára překročení atd.).

I přes rozhodující význam klimatických a morfologických poměrů však nelze ve všech případech zanedbat vliv petrografických a strukturně geologických faktorů. Např. hodnoty podzemního odtoku ze Západních Beskyd, které jsou budovány flyšovými horninami, patří velikostí i podílem na celkovém odtoku mezi území s nejmenšími hodnotami v rámci ČR. Dokládá to rozdílný charakter odtoku v prostředí s malou akumulační schopností, menším vsakem a silně omezeným pohybem podzemní vody v nepatrně propustných puklinách.

V současnosti již není pochyb o nutnosti hodnocení režimu podzemních vod komplexními kvantitativními metodami, a nikoliv jen podle kolísání hladiny podzemní vody ve sledovaných vrtech. Platí to i pro prognózy jejich stavu. Vyplývá z toho však i nutnost znalosti vzájemného vztahu mezi úrovněmi hladin, velikostí podzemního odtoku a velikostí přirozené akumulace podzemní vody v geohydrologicky aktivních strukturách.

Tím se dostáváme k nutnosti hodnocení jak povrchových, tak i podzemních vod podle obdobných metodických postupů. Kvalitativně vyšší stupeň hospodaření s využitelnými zásobami podzemních vod totiž umožní až spolehlivé kvantitativní prognózy jejich režimu.

Jednotu vztahu povrchových a podzemních vod můžeme dokumentovat na příkladu srovnání změn hydrologického režimu v Polické pánvi (povodí Metuje) a vrcholového povodí Divoké Orlice po stanici Klášterec nad Orlicí [8]. První povodí je oblast s hlubokým oběhem a velkou přírodní akumulací podzemních vod, druhé naopak oblast s relativně mělkým oběhem v krystalinické struktuře. V obou případech jsme využili výsledky zpracování hydrologické bilance modelem SIMBA [4].

Polická pánev je hydrogeologicky uzavřeným křídovým rajonem o ploše 240 km^2, se třemi hlavními zvodněmi[5] a mocností křídové výplně[6] pánve až přes 200 m. Podle výsledků matematického modelování [10] jsme pro Polickou pánev stanovili velikost aktivních zásob podzemní vody (objem podzemní vody nad úrovní příslušné erozní základny[7], která může přispívat k odtoku v povrchových tocích). Zajímavostí je, že z 5 vrtů použitých pro odvození separačního vztahu vykázal pro oba vodoměrné profily nejlepší výsledky vrt VS 3 Adršpach, ze struktury nad Skalským zlomem. Pro profil Teplice nad Metují (89 km^2) to není překvapující, protože tzv. Skalská struktura tvoří podstatnou část povodí po tento vodoměrný profil. Pro profil Hronov (240 km^2) však tvoří struktura nad Skalským zlomem jen 30 % plochy celého povodí. Dokládá to, že jeden reprezentativní vrt, použitý k separaci základního odtoku, jako ukazatel režimu podzemní vody, nemusí reprezentovat skutečné kvantitativní velikosti rozkyvu hladin podzemní vody, ale přesto může postihnout jejich režim.

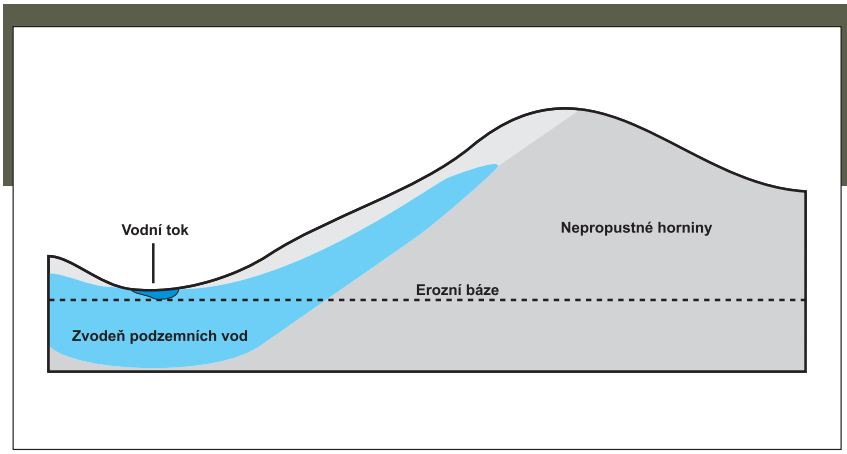
---

[4]Hydrogeologická neuzavřenost povodí znamená, že podzemními strukturami odtéká voda, která v povodí napadla v podobě srážek, do jiného povodí mimo uzávěrový profil.

[5]Zvodeň je hydraulicky jednotná a souvislá akumulace podzemních vod.

[6]Křídovou výplní se rozumí sedimenty křídového stáří, v tomto případě zejména pískovce.

[7]Erozní základna je nadmořská výška nejnižšího bodu povodí. Nic, co se nachází pod touto nadmořskou výškou, nemůže povodí pomocí gravitačních sil opustit.



Schematické zobrazení erozní báze ve vztahu ke zvodni.

V dalším kroku jsme vytvořili vztah mezi změnou zásoby podzemních vod (odvozenou z velikostí odtoku v suchých obdobích, kdy celý odtok pochází jen z podzemních vod) a změnou úrovní jejich hladiny. (Pomocí analýzy dat z celkem 18 vrtů s relativně souvislou řadou účelového pozorování od roku 1976 do 1990). Ukázalo se, že prakticky použitelný pro odhad deficitu zásoby podzemní vody je i pro tento účel vztah k údajům vrtu VS 3.

Pro zajímavost uvádíme, že největší pokles zásob podzemní vody podle modelové bilance byl v hodnoceném období pro profil Teplice nad Metují celkem $0{,}80.10^6$ m^3, což odpovídá výšce 9 mm a zaznamenanému průměrnému poklesu hladin ΔH 2,21 m. Výsledky pro profil Hronov jsou $4{,}09.10^6$ m^3, 17,04 mm, ΔH 2,94 m.

Porovnáme-li tyto poklesy zásob s velikostí aktivních zásob, vidíme, že u profilu Teplice nad Metují – díky velké zásobě v Adršpašsko-Teplické struktuře 24.10^6 m^3 – tvoří největší pokles z celého hodnoceného období jen 3,3 % aktivní zásoby. U profilu Hronov 79.10^6 m^3 je to 5,2 %.

Avšak v suchém roce 2004 byl pokles zásob podzemní vody pro profil Teplice nad Metují $6{,}48.10^6$ m^3, tj. 27 % celkové průměrné aktivní zásoby a pro Hronov $29{,}44.10^6$ m^3, tj. 37 % celkové průměrné aktivní zásoby. Úrovně hladiny podzemní vody se v posledních letech snižovaly, v roce 2004 byly o 2,26 m níže než v roce 2002. To na jedné straně sice zhruba odpovídá velikosti jednoroční dotace odtoku podzemními vodami, na druhé straně to však je přibližně 5 % celkové aktivní zásoby. Za stávajících klimatických podmínek zde tedy nedochází ke kritické situaci.

Povodí Divoké Orlice po Klášterec nad Orlicí odpovídá svou velikostí 155 km^2 řádově velikosti povodí Metuje v Polické pánvi, je však tvořeno krystalickými horninami a z hydrogeologického hlediska je jeho protikladem. Je to převážně horské povodí, kde zejména velikost srážek (roční úhrn činí více než 1 100 mm, zatímco v Polické pánvi dosahuje 732 mm) umožňuje relativně pravidelné doplňování zásob podzemních vod srážkami. Jejich maximální akumulace je přibližně 40 až 50.10^6 m^3, vlivem velkých sklonů k místním erozním základnám je skutečně využitelná akumulace odhadována zhruba jen na 10 % maximální hodnoty.

Pro posouzení přirozených akumulačních možností tohoto povodí jsme zpracovali vztahy mezi poklesem zásob podzemní vody (podle bilančního modelu) a poklesem vydatnosti tří pozorovaných pramenů. Maximální pokles zásoby za modelované období 1971–2000 byl 22 mm, čemuž odpovídá množství podzemních vod $3{,}41.10^6$ m^3.

Důležité však je, že porovnáme-li zjištěný pokles zásoby v řešeném období s odhadovanou disponibilní zásobou 4 až 5.10^6 m^3, vidíme, že dotační možnosti tohoto povodí jsou prakticky vyčerpány již za současných poměrů a při změně klimatických poměrů nelze počítat s vyrov-

návacím účinkem podzemní akumulace na režim minimálních průtoků, a toky zde tak mohou v budoucnosti vysychat.

Pro zajímavost uvádíme, že při nejnižším dosaženém stavu zásob byl modelový průtok 0,42 $m^3.s^{-1}$ (2,7 $l.s^{-1}.km^{-2}$), což jsou hodnoty dobře odpovídající údajům podle publikace Hydrologické poměry ČSR [2] ze šedesátých let (Q_{355} = 0,44 $m^3.s^{-1}$). Přitom průměrná velikost podzemního odtoku je 1,05 $m^3.s^{-1}$ (6,8 $l.s^{-1}.km^{-2}$), což je 33 % odtoku celkového. Rovněž tyto údaje dobře odpovídají dlouhodobým charakteristikám [9].

Domnívám se, že uvedené příklady hodnocení odtoku podzemních vod a změn jejich přirozené akumulace naznačují směr a potřeby dalšího hodnocení jejich režimu jako podkladu pro skutečné hospodaření s vodou, které se navíc neobejde bez podložených prognóz. To vše bude vyžadovat zpracování jak modelů hydrologické bilance pro reálné postižení přírodních procesů a jejich přirozených, zčásti i vyvolaných změn, tak hydraulických modelů pro mimořádné situace odtoku povrchových vod a u podzemních vod pro jejich hospodárné využívání.

Hodnocení jednotlivých prvků hydrologické bilance

Z uvedeného v předchozí části vyplývá, že veličinou nejvíce ovlivňující jak povrchový, tak podzemní odtok jsou atmosférické srážky. Jako nejjednodušší postup pro výpočet odtoku se jeví stanovení velikosti srážkového úhrnu pro plochu povodí a od něj pak odečíst velikost evapotranspirace. Je však třeba si uvědomit, že určení ročního srážkového úhrnu přímo na místě staničního srážkoměru je zatíženo chybou do 10 %. Další nepřesnosti vznikají při extrapolaci tohoto údaje na hodnocenou plochu i při použití pokročilých statistických metod a respektování charakteristik povodí ovlivňujících velikost srážkových úhrnů, jako jsou vliv nadmořské výšky, morfologie terénu ve vztahu k převládajícímu směru postupu srážkových front a v neposlední řadě i rozdělení úhrnů podle skupenství srážek. Hustota srážkoměrné sítě je tím, co má zásadní vliv na spolehlivost všech výpočtů srážkových úhrnů na plochu hodnoceného povodí.

Srážková data by měla být získána ze sítě stanic homogenních z hlediska jejich konstrukce. Zjednodušeně lze říci, že přesnější srážkoměry (např. v úrovni terénu s větší záchytnou plochou) by udaly větší hodnoty srážkových úhrnů.

Komplikovanější oproti stanovení srážkových úhrnů je určení velikosti evapotranspirace. Její přímé měření je obtížné i na výzkumných stanicích. Je proto určována z rozdílů mezi srážkami a odtokem, nebo vzorců na základě jiných meteorologických veličin. Výsledky prvního postupu jsou uvedeny v Hydrologických poměrech ČSSR [2] a při dalších zpracováních odtokových poměrů ČHMÚ. Poznamenáváme, že tzv. Turcova metoda, dříve často užívaná v hydrogeologické praxi, je jen zobecněním těchto konkrétních údajů.

Poslední prací u nás publikovanou o metodách výpočtů potenciální evapotranspirace je článek Berana a kol. [1]. Autoři porovnali metodu Oudina využívající jako vstup pouze teploty vzduchu a metodu vycházející z údajů o vegetačních zónách, využívající teploty a vlhkosti vzduchu. Prokázali, že pro využití v modelu hydrologické bilance BILAN jsou výsledky Oudinovy metody lepší pro většinu z testovaných 13 povodí. Celkový průměr relativních odchylek výpočtu od měřených odtoků byl 14 %.

Z uvedených údajů vyplývá, že i v relativně nejjednodušších podmínkách musíme i při uplatnění základního bilančního vztahu počítat s nejméně 15% nepřesností výsledku. To je při ročním srážkovém úhrnu 650 mm celých 97,5 mm. To odpovídá průměrnému ročnímu odtoku 3,1 $l.s^{-1}.km^{-2}$. Je tedy zřejmé, že je nezbytné použít výpočtové metody, které obsahují verifikaci výsledku podle naměřených reálných hodnot některého z prvků hydrologické bilance, nejčastěji průtoku v závěrovém profilu hodnocené oblasti.

Zvětšující se velikost územního výparu při prokázaném vzestupu teploty v posledních 14 letech dosahuje přinejmenším lokálně významných hodnot. Na mnoha místech se původně obecně před-

pokládaná drenážní funkce menších toků[8] i v časovém úseku malých průtoků změnila vzhledem k dostupnosti vody pro transpiraci rostlin v pořiční zóně na funkci infiltrační. Za takovéto situace ale nedojde ke zvětšování složky zásob podzemní vody na úkor povrchového odtoku.

Shrnuji tedy, že využití regresního vztahu mezi srážkou a odtokem pro odhad průměrného dlouhodobého odtoku je jednoduché, ale využitelné jen za předpokladu, že klimatické poměry se dlouhodobě významně nemění. To v současné době ani pro poměry v ČR neplatí, zřetelně se projevuje oteplování, v některých oblastech se mírně mění i režim srážek. V takové situaci je vhodné pro odhad využít složitější přístup, založený na rovnici hydrologické bilance a zaměřit se na výpočet odtoku přímo z rovnice hydrologické bilance, na základě odhadu velikosti územního výparu, neboť ten může být změnou teploty nejvíce ovlivněn. Veličinou, z které je odvozován skutečný územní výpar, je potenciální evapotranspirace.

O tom, že územní výpar závisí na velikosti potenciální evapotranspirace, není pochyb. Méně zřetelné je, že na většině našeho území závisí územní výpar zcela zásadně na dostupnosti vody pro vypařování a tedy na srážkách. Upozornili na to už Kašpárek a Krejčová [3]. Je to způsobeno tím, že v nižších i středních nadmořských výškách je ve vegetačním období často dostatečný přísun energie pro to, aby se z půdy a z vegetace vypařila všechna voda, která je k dispozici ze srážek i v zásobě v půdě. Územní výpar pak není omezen přísunem energie (charakterizovaný velikostí potenciální evapotranspirace), ale velikostí srážek (aktuálních i předchozích).

Je tedy zřejmé, že jednoduché výpočty zejména pro stanovení režimu podzemních vod zpravidla poskytují zkreslené výsledky.

Přírodní zdroje podzemních vod jsou vyjadřovány v objemových jednotkách za čas a jsou tedy i z tohoto hlediska součástí hydrologického cyklu. V současné době sice řady pozorování srážek a průtoků značně přesahují dobu soustavného pozorování řady vydatností pramenů a hladin v pozorovacích vrtech, nicméně jejich souběh je dostatečný pro stanovení vzájemného ovlivňování. Vývoj metod hodnocení hydrologické bilance vytvořil dostatečnou základnu pro modelování všech složek hydrologického cyklu. A to nejen z hlediska dlouhodobých průměrů, nebo relativně krátkých řad pozorování, ale umožňuje jejich extrapolaci do dlouhodobých řad, včetně kolísání jednotlivých prvků. Je prokázáno, že odtok podzemních vod a tvorba jejich přírodních zdrojů, jsou proměnné nejen v ročním, či sezónním chodu, ale kolísají i v měřítku desetiletí. Ukázalo se, že dlouhodobé přirozené změny stavů podzemních vod a tím i jejich odtoku odpovídají prakticky vždy kolísání klimatických veličin, zejména atmosférických srážek a teploty vzduchu [5]. Pro metodiku stanovení přírodních zdrojů podzemní vody z toho vyplývá, že výsledky krátkodobých účelových pozorování je třeba vždy posoudit z hlediska jejich možné dlouhodobé proměnlivosti, a přiřadit jim tak odpovídající pravděpodobnostní ohodnocení. Nejčastěji užívané srovnání s dlouhodobým průměrem srážek bez uvažování možného zpoždění projevů jednotlivých bilančních složek (např. změn zásoby podzemní vody), nedává reálné hodnoty zabezpečenosti přírodních zdrojů.

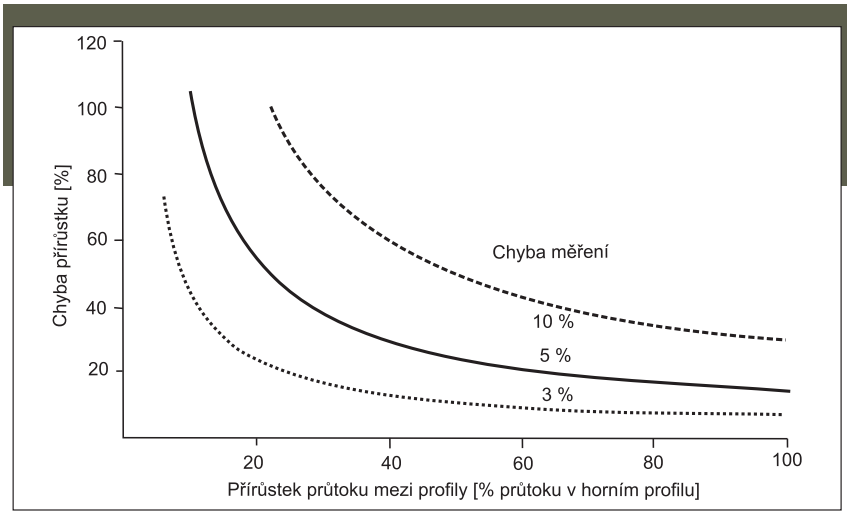
Časový průběh dotace i odtoku podzemní vody má značnou variabilitu a bez jejího uvážení nelze spolehlivě stanovit zabezpečenost jejích přírodních zdrojů, a tím méně případných odběrů.

Hydrologický model, i když je kalibrován podle kratšího (několikaletého) období, umožní díky dostupným dlouhodobým řadám srážek a dalších meteorologických prvků odhadnout kolísání podzemního odtoku i v podmínkách, které se během kratšího období pozorování ukazatelů podzemních vod nevyskytly.

V rajonech s významnými odběry podzemní vody má značný význam pro odhad přirozených zásob podzemních vod evidence a informace o těchto odběrech.

Pro výpočet hydrologické bilance vyrovnávající naměřené hodnoty je optimální použití mo-

[8]Drenážní funkce spočívá v tom, že při vyšší úrovni hladin podzemní vody oproti hladině v toku dochází k průsaku do koryta. Infiltrační funkce toku nastává při opačném vztahu hladin.



Obr. 2 Závislost chyby stanovení přítoku z mezipovodí na jeho relativní velikosti, statistická skladba chyb.

delu chronologické hydrologické bilance BILAN a z něj odvozené verze. Model byl vyvinut ve VÚV, odzkoušen na desítkách povodí v ČR i na povodích v zahraničí. Standardní verze modelu pracuje v měsíčním kroku, existuje však i verze s denním krokem výpočtu. Vstupními hodnotami jsou časové řady výšek srážek, řady průměrné teploty vzduchu, zjištěné velikosti přítoků povrchových i podzemních vod. Při odhadu parametrů modelu se zadávají řady průměrných odtokových výšek v závěrovém profilu povodí.

Výpočtem se modeluje potenciální evapotranspirace, územní výpar, infiltrace do zóny aerace, průsak touto zónou, zásoba vody ve sněhu, zásoba vody v půdě a zásoba podzemní vody. Odtok je modelován jako součet tří složek – dvou složek přímého odtoku (zahrnující i hypodermický odtok) a základního odtoku. Ten lze považovat za odhad části podzemního odtoku z povodí protékající závěrovým profilem.

Často je při hodnocení průtoků užívána metoda jejich podélného profilu (PPP). Pro její jakékoliv využití (např. vliv morfologie, nepravidelností geologické stavby, umělého ovlivnění) je třeba si uvědomit, že je nutně zatížena chybou vyplývající z dosažitelné přesnosti přímých hydrometrických měření (3–10 %). Pro ilustraci uvádím výsledky rozboru chyby stanovení přítoku z mezipovodí [6].

Na tomto obrázku jsou zobrazeny skladby relativních chyb stanovení přírůstku z mezipovodí v % v závislosti na procentním přírůstku průtoku mezi měřenými profily pro předpoklad, že chyba měření je 5 %, resp. 10 %. Prakticky maximální dosažitelnou přesnost charakterizuje graf pro 3 %.

Když za mezní přijatelnou chybu stanovení přítoku z mezipovodí zvolíme např. hodnotu 50 %, shledáme, že při chybě měření 5 % jí dosáhneme jen, pokud přírůstek průtoku z mezipovodí je větší, než cca 15 %, při chybě měření 10 % jí dosáhneme jen, pokud přírůstek z mezipovodí je větší než cca 33 %.

Z tohoto rozboru vyplývá, že velikost nepřesnosti stanovení přítoku z mezipovodí by při takto zjednodušeném posouzení na větších tocích až mnohokráte překročila vlastní tvorbu přírodních zdrojů. U relativně malých toků je zase menší i velikost příronu z mezipovodí a pro získání reprezentativních dat by byl tedy nutný statisticky potřebný počet měření na obou profilech (alespoň 20), lépe zavedení kontinuálních plně stabilizovaných vodoměrných profilů.

Z uvedeného je zřejmé, že pro hodnocení variability režimu jak povrchových, tak podzemních vod je vzhledem k časové variabilitě jevů a dosažitelné přesnosti přímých měření nezbytné vycházet z dlouhodobého sledování prvků hydrologické bilance, pokud možno s verifikací výsledků podle naměřených reálných hodnot některého z výpočtem neovlivněného prvku.

Ukazuje se, že průměrné velikosti odtoku povrchových i podzemních vod jsou ovlivňovány stejnými veličinami a jejich výpočet je zatížen obdobnými chybami. Nemá tedy smysl oddělovat od sebe základy hydrologie povrchových a podzemních vod. Naopak jejich užší propojení přispěje ke zkvalitnění výsledků hodnocení u obou těchto nedílných složek.

Literatura

[1] BERAN, A. – HORÁČEK, S. – HANEL, M., 2011. Zjednodušení metody výpočtu potenciální evapotranspirace v nové verzi modelu Bilan. VTEI, příloha Vodního hospodářství, mimořádné číslo III/2011, příloha Vodního hospodářství č. 11/2011. s. 17–19.

[2] HMÚ, 1965–1970. Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, Díl I.–III. Praha: HMÚ. 414, 573, 405 s.

*[3] KAŠPÁREK, L. – KREJČOVÁ, K., 1993. Time series of areal precipitation and land surface evaporation as components of water balance. In: Proceedings of the International Symposium on Precipitation and Evaporation. Bratislava. Vol. **3**. p. 201–207.*

[4] KAŠPÁREK, L., 1998. Regional study on impacts of Climate change on hydrological conditions in teh Czech republic. Práce a studie. Praha: VÚV TGM. sešit 193.

[5] KAŠPÁREK, L., 2009. Analýza citlivosti hydrologické bilance na změny srážek a relativní vlhkosti vzduchu při zvyšování teploty vzduchu. VTEI, příloha Vodního hospodářství 51 (2). s. 3–5.

[6] KAŠPÁREK, L. – KNĚŽEK, M., 2012. Bilance podzemních vod kvartérních hydrogeologických rajonů. Zpráva VÚV TGM.

[7] KAŠPÁREK, L. – DATEL, J., 2012. Rebilance zásob podzemních vod, Metodika stanovení průměrné hodnoty přírodních zdrojů podzemních vod kvartérních hydrogeologických rajonů. Praha: VÚV T.G.M., v. v. i. 27 s.

[8] KNĚŽEK, M. – KRÁTKÁ, M., 2006. Kvantifikace režimu podzemních vod při extrémních hydrologických situacích. Sborník semináře Podzemní voda ve vodoprávním řízení. ČVTVS.

[9] KRÁSNÝ, J. – KNĚŽEK, M. – ŠUBOVÁ, A. – DAŇKOVÁ, H. – MATUŠKA, M. – HANZEL, V., 1982. Odtok podzemní vody na území Československa. Praha: HMÚ v SNTL. 52 s.

[10] MILICKÝ, M. – UHLÍK, J. – KRÝZA, J., 2001. Vnitrosudetská deprese – hydrogeologické a hydrologické hodnocení, modelové řešení proudění podzemní vody. Praha. Progeo s.r.o.

RNDr. Miroslav Kněžek, CSc. (1930)

Hydrolog, specializující se na problematiku podzemních vod a jejich interakce s vodami povrchovými. Podílel se na vytvoření metod hodnocení a bilance zásob podzemních vod na území České republiky, přitom jeho snahou v celé odborné činnosti bylo zdůrazňování jednotnosti vzájemného působení všech složek hydrologické bilance. Dlouhodobě působil ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka, a to i jako vedoucí oboru hydrologie. Obdržel cenu A. R. Harlachera za mimořádný přínos české hydrologii.

Spolupráce podunajských států v rámci mezinárodního hydrologického programu UNESCO

Eva Soukalová

Úvod

V dnešním stále se globalizujícím světě si už neumíme představit bez mezinárodní spolupráce prakticky žádný obor lidské činnosti. I na první pohled tak apolitická věda, jakou je hydrologie, se čas od času stává součástí politického dění a je jím ovlivňována. Občas se uplatňuje v ekonomice a přispívá i k řešení problémů sociálních. Při práci na některých projektech hydrolog zjišťuje, že je nucen se zabývat i odtažitými otázkami spíše politické povahy, k jejichž řešení nebyl v rámci odborného růstu patřičně připravován. Sama hydrologie prochází určitými proměnami a vývojem v návaznosti na vývoj politické situace uvnitř hranic příslušného státu. Bez nadsázky lze říci, že podle pozornosti, jaká je politickými orgány věnována hydrologické službě, si lze vytvořit jistý obraz o stupni vyspělosti státní administrativy.

V minulém století, v období studené války, politický vývoj vědecké mezinárodní spolupráci vůbec nepřál. O to podivuhodnější je, že právě tehdy došlo v hydrologii k přípravě pozoruhodných mezinárodních hydrologických projektů, do kterých se postupně zapojili odborníci ze států s naprosto odlišnými politickými systémy. Počáteční impulz ke spolupráci dal americký hydrolog R. C. Nace [1] když v roce 1961 na mezinárodním fóru prohlásil, že *„…pro řešení problému zásobování lidstva vodou je nezbytně třeba dokonalé znalosti vodních zdrojů dostatečných ke splnění takového úkolu a potřebné vědecké poznatky je třeba připravit v pojmech, které mohou pochopit všechny národy“*. Díky této iniciativě a pod vedením UNESCO se tehdy dokázalo zdánlivě nemožné; byla zahájena Mezinárodní hydrologická dekáda, která později plynule přešla do Mezinárodního hydrologického programu (IHP) a v této formě funguje dodnes. Tak dlouho trvající a úspěšný program je v porovnání s jinými přírodními vědami zcela ojedinělý. Již v době svého vzniku plně odpovídal dnes populárnímu, avšak tehdy ještě zcela neznámému, principu trvale udržitelného rozvoje, jehož smyslem je zajistit potřeby generací současných, aniž by byly ohroženy potřeby generací příštích.

V počátečních fázích IHP byla i v povodí Dunaje zorganizována z iniciativy Národních výborů pro hydrologii (včetně bývalé ČSFR) Regionální spolupráce podunajských států v oboru hydrologie. Na území České republiky byla veškerá činnost spojená s touto regionální spoluprací do r. 1993 řízena federálním Česko-Slovenským výborem pro hydrologii (ČSVH). Po novém státoprávním uspořádání se začal koordinátor od r. 1994, pokud jde o povodí Moravy, obracet na českou složku bývalého ČSVH. Byla jsem jmenována jako expert za povodí Moravy v Českém hydrometeorologickém ústavu a spolu s Ing. Josefem Hladným, předsedou Národního výboru pro hydrologii, pověřena zastupovat Českou republiku při odborných jednáních.

Český národní výbor pro hydrologii (ČNVH) je českým pokračovatelem Československého vý-

boru pro hydrologii (ČSVH), který byl ustavený na základě usnesení Předsednictva vlády ČSSR č. 96 z 3. srpna 1975 o účasti Československa na Mezinárodní hydrologické dekádě a k národnímu zabezpečení Mezinárodního hydrologického programu (International Hydrological Program – IHP) Organizace spojených národů pro výchovu, vědu a kulturu (UNESCO). Po novém státoprávním uspořádání ČSFR ke dni 1. 1. 1993 přešla činnost, týkající se vztahů České republiky k IHP UNESCO, na českou složku bývalého ČSVH. Východiskem k tomuto postupu byla státní dohoda o rozdělení ČSFR, která mimo jiné deklarovala, že vztahy k mezinárodním agenciím uzavřené před rozdělením nebudou obě nově vzniklé republiky rušit. Nové podmínky si vyžadovaly na národní úrovni i úpravu vztahů IHP k ostatním aktivitám v oboru hydrologie, tj. zejména ve vztahu k Programu hydrologie a vodních zdrojů (HWRP) Světové meteorologické organizace (WMO) a k aktivitám Mezinárodní asociace hydrologických věd (IAHS).

Český národní výbor pro hydrologii má následující poslání:
- koordinuje činnost hydrologických, vodohospodářských a jiných pracovišť, podílejících se na realizaci IHP v České republice,
- udržuje styk s Mezivládní radou IHP a se sekretariátem UNESCO, jakož i s národními výbory pro hydrologii v jiných státech v souladu s politikou Česká Komise UNESCO, vyjadřuje se k dokumentům IHP UNESCO, navrhuje české zástupce do orgánů IHP a jmenuje národní korespondenty,
- koordinuje na národní úrovni aktivity v rámci IHP UNESCO s programy WMO, které se zabývají problematikou vody.

Předchůdcem Mezinárodního hydrologického programu byla Mezinárodní hydrologická dekáda v letech 1964–1975. Ta se přetransformovala na trvalý program, který je organizovaný ve zpravidla 6letých cyklech, tzv. fázích. V současné době probíhá VII. fáze programu. Do programu je zahrnuta i regionální spolupráce podunajských států v oblasti hydrologie.

Povodí Dunaje

Povodí řeky Moravy patří do povodí řeky Dunaje. Řeka Morava je významným levostranným přítokem Dunaje. Její povodí tvoří 3 % z celkového povodí Dunaje, které má plochu 817 000 km^2 a žije zde asi 2,8 mil. obyvatel. Řeka Dunaj s délkou 2 857 km a ročním průměrným průtokem v ústí do Černého moře 6 855 $m^3.s^{-1}$ je dvacátou první největší řekou na světě a druhou největší řekou v Evropě (po Volze). Průměrná nadmořská výška povodí je 475 m n. m. Povodí se může rozdělit na horní část povodí (mezi pramenem a Děvínskou branou), centrální část a dolní část (mezi Iron Gate a ústím Dunaje do Černého moře).

V současné době 19 států sdílí povodí Dunaje, 13 zemí má povodí od 1,46 do 28.43 % celkové plochy povodí Dunaje, ty se také nazývají podunajské státy (Německo, Rakousko, Česká republika, Slovensko, Maďarsko, Slovinsko, Chorvatsko, Bosna a Hercegovina, Srbsko, Rumunsko, Bulharsko, Moldávie, Ukrajina). Největší podíly povodí náleží Rumunsku (28,43 %), Maďarsku (11,39 %), Srbsku (9,9 %) a Rakousku (9,88 %). V roce 1971 bylo jen 8 podunajských států a 4 periferní státy, v současné době je 13 podunajských + 6 periferních států (Černá Hora, Švýcarsko, Itálie, Polsko, Albánie, Makedonie).

Začátek hydrologické spolupráce podunajských států

V roce 1971 hydrologové v té době 8 podunajských zemí založili regionální spolupráci s cílem poskytovat stálé hydrologické informace pro celé povodí Dunaje. Od roku 1987 je tato spolupráce vedena v rámci Mezinárodního hydrologického programu UNESCO. Spolupráce byla postupně koordinována Národními výbory pro hydrologii Německa, Rakouska, Slovenska, Maďarska, Srbska, Chorvatska a v současné době Rumunska.

Spolupráce navazovala mimo jiné na činnost Dunajské komise se sídlem v Budapešti, která byla ustanovena podle pravidel Bělehradské dohody z roku 1948. Dunajská komise měla za účel regulovat plavební podmínky Dunaje jako mezinárodní vodní cesty. Sovětský delegát prof. Korzun navrhl v roce 1971 nový projekt – kompilaci vodní bilance v povodí Dunaje. Hlavním cílem zavedením nového tématu byl sběr dat, harmonizace a publikační informace charakterizující víceletý průměrný vodní cyklus povodí Dunaje.

Naneštěstí jen čtyři státy z tehdy osmi podunajských států jmenovaly experty do pracovní skupiny vědecké skupiny hydrologie Dunajské komise: Československo, Maďarsko, Bulharsko a Sovětský svaz. Čtyři ostatní státy, Spolková republika Německo, Rakousko, Jugoslávie a Rumunsko se z politických důvodů zdržely.

Výzkumné ústavy čtyř států připravily, pod vedením Výzkumného ústavu vodohospodářského (VÚVH) Bratislava, již v letech 1972–1973 vodní bilance pro národní podíly svých povodí v povodí Dunaje, zahrnující mapy izolinií tří hlavních komponent vodní bilance (srážky, evapotranspiraci, odtok). Informační hodnota výstupu byla samozřejmě omezená kvůli chybějícím údajům ostatních podunajských států.

Rámec spolupráce osmi podunajských států byl ustanoven v roce 1974 po mnohačetných předcházejících jednáních. První skupina (Bulharsko, Československo, Maďarsko a Sovětský Svaz) pokračovala ve svých aktivitách pod vedením pracovní skupiny Dunajské komise, hydrologové nově připojených států (Rakousko, Německo, Jugoslávie a Rumunsko) začali spolupracovat pod vedením Národních výborů pro hydrologii pro IHP UNESCO pod koordinací Technického sekretariátu v Bělehradě. Koordinátoři z Bratislavy a Bělehradu synchronizovali své aktivity. Jednacími jazyky byly němčina a ruština.

První fáze spolupráce podunajských států (1974–1986):

Publikace Monografie Dunaje

Spolupráce, která začala v roce 1971 vodní bilancí povodí Dunaje, byla rozšířena. Cílem hydrologů bylo vypracovat monografii povodí Dunaje, která měla následující tři kapitoly:

1. Fyzické, geografické a vodohospodářské charakteristiky povodí Dunaje (Jugoslávie)
2. Charakteristiky odtokového režimu (Sovětský svaz)
3. Hydrologická bilance (Maďarsko)

Všech osm podunajských států dodalo podklady pro všechny tři kapitoly. Tři mapy izolinií (měřítko 1:200 000) pro průměrné srážky, evapotranspiraci a odtok za období 1931–1970 vydalo VITUKI v Budapešti.

Setkání expertů podunajských států

Po vydání publikace Monografie Dunaje v roce 1986 se konala v dubnu 1987 schůzka představitelů Národních výborů IHP podunajských států v Budapešti. Účastníci expertního jednání se dohodli, že je nutné pokračovat ve spolupráci. Jako vzor si zvolili hydrologickou spolupráci států v povodí Rýna.

Byly také formulovány následující principy spolupráce:

- Cílem kooperace je zpracování vědeckých témat společného zájmu a týkajících se celého povodí Dunaje a pravidelné aktualizace vybrané části Monografie Dunaje. Práce budou financovány vždy jedním podunajským státem na základě dobrovolnosti.
- Jednání expertní skupiny se budou pořádat každým rokem v různých podunajských státech.

- Hlavním koordinátorem spolupráce bude po určitou dobu jedna instituce nebo jeden expert z podunajských států doporučený Národním výborem IHP a schválenými ostatními účastníky.
- Pracovním jazykem pro jednání a publikace je němčina a ruština.

Principy spolupráce byly podepsány představiteli osmi Národních výborů IHP. I v dnešní době, kdy spolupracuje 13 podunajských států, jsou principy stále považovány za základní zásady spolupráce. Přibyl třetí jednací jazyk, a to angličtina, a některé další díly Monografie Dunaje byly již publikovány v angličtině.

Další fáze spolupráce po roce 1987

Podle návrhu sovětské delegace na ustavující schůzi v roce 1987 bylo pořadí hlavních koordinátorů kooperace podle hydrologického pořadí států (od pramene po ústí). Takové pořadí převažovalo, hlavní koordinátoři byli:

- během II fáze kooperace (1987–1992) Německý Národní výbor IHP/OHP (prof. K. Hofius),
- během III fáze (1993–1998): rakouský Národní výbor IHP (prof. F. Nobilis, dr. O. Behr a prof. D. Gutknecht),
- během IV fáze (1999–2002) slovenský Národní výbor IHP (dr. P. Miklánek a dr. P. Petrovič),
- během V. fáze (2003–2005) maďarský Národní výbor IHP/OHP (dr. M. Domokos),
- během VI. fáze (2006–2008): srbský Národní výbor IHP (prof. M. Miloradov)
- během VII. fáze (2009–2011): chorvatský IHP (D. Biondič), Chorvatsko předčasně ukončilo funkci koordinátora spolupráce a předalo ji Rumunsku, (2012–doposud): rumunský Národní výbor IHP (S. O. Negru).

V období od roku 1987 vznikalo dalších 13 následujících prací **Monografie Dunaje**:

Projekt č. 1: Režim plavenin a sedimentů na Dunaji a hlavních přítocích (H–1993).
Projekt č. 2: Teplotní a ledový režim Dunaje a jeho hlavních přítoků (SK–1993).
Projekt č. 3: Dlouhodobé kolísání srážek v povodí Dunaje (A–1998).
Projekt č. 4: Střetávání se povodňových vln na Dunaji a jeho hlavních přítocích (FR, Jugoslávie–1998).
Projekt č. 5.1: Seznam hlavních hydrotechnických staveb v povodí Dunaje (RO–1999).
Projekt č. 5.2: Aktualizace analýzy vodního režimu (D–1999).
Projekt č. 5.3: Aktualizace vodní bilance (D–1999).
Projekt č. 6.1: Paleografie Dunaje a jeho povodí (H–1999).
Projekt č. 6.2: Regulace řeky Dunaje (SK–1999).
Projekt č. 6.3: Brody na řece Dunaj (H–1996).
Projekt č. 7: Analýza ročních maximálních průtoků (RO–1999).
Projekt č. 8.1: Hydrologická bibliografie vztažená k povodí Dunaje (D–1998).
Projekt č. 8.2: Kódování a číslování v povodí Dunaje (SLO–1998).
Projekt č. 9: Povodňový režim řek v povodí Dunaje (SK–doposud)
Projekt č. 10: Společná hydrologická metabáze v povodí Dunaje (H, D–2009).
Projekt č. 12: Bilance sedimentů v povodí Dunaje (A–zatím nepublikováno).
Projekt č. 13: Minimální průtoky a hydrologické sucho v povodí Dunaje (BG–doposud).

Jedním z nejvýznamnějších projektů, které byly v povodí Dunaje řešeny, je vodní bilance. Tento projekt řídil RNDr. Pavel Petrovič z VÚVH v Bratislavě a Česká republika se projektu ak-

Obr. 1 Pavel Petrovič (VÚVH Bratislava) a Eva Soukalová (ČHMÚ) na 18. pracovním zasedání v Brně v roce 2004.

tivně zúčastnila. Tři mapky izolinií evapotranspirace, srážek a odtoků jsou znázorněny na obrázcích 2, 3 a 4.

10. zasedání pracovní skupiny pro regionální spolupráci podunajských států v hydrologii se konalo poprvé v České republice ve dnech 3.–7. 6. 1996 v Lednici. Jednání se zúčastnilo 25 zástupců podunajských států. V rámci jednání se uskutečnila i návštěva vodního díla Nové Mlýny.

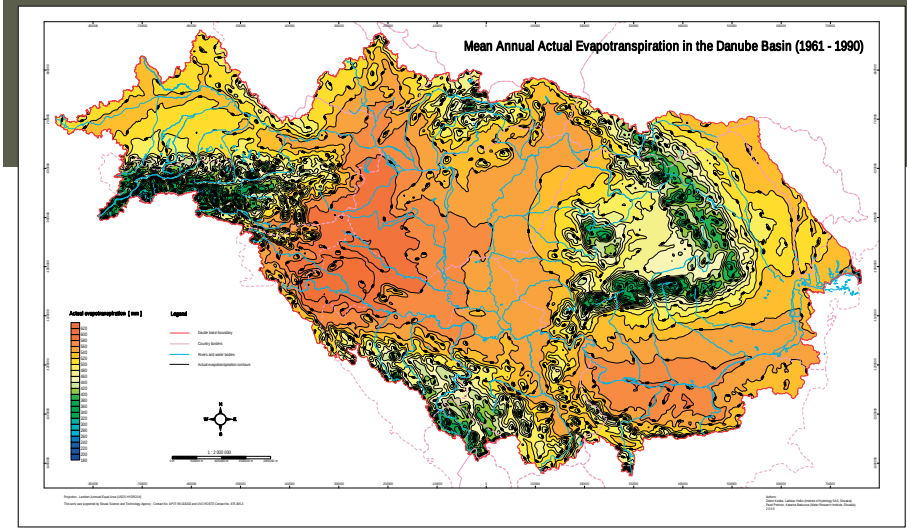
18. zasedání pracovní skupiny proběhlo v Brně dne 29. srpna 2004 při příležitosti konání Konference podunajských států. S přechodem na jednací jazyk angličtinu se tehdy podstatně zkrátila doba jednání.

Konference podunajských států

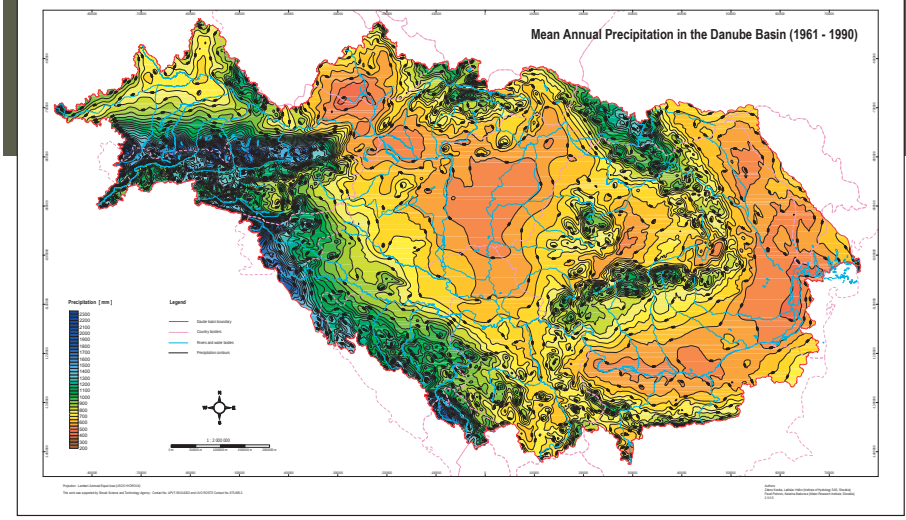
Pravidelně pořádané konference podunajských států o hydrologických předpovědích jsou v evropském měřítku jednou z mála veřejných tribun pro výměnu zkušeností z rozvoje této poměrně mladé disciplíny. Konaly se proto od roku 1961 každým druhým rokem střídavě na území některého ze států v povodí Dunaje. V posledních letech se konference konaly již jen každým třetím rokem z důvodu problémů s jejich financováním.

Po novém státoprávním uspořádání v roce 1993 připadla České republice samostatná odpovědnost za řešení příslušných problémů vůči řece Dunaj. Do rámce s tím spojených aktivit, které vyvíjejí podunajské státy společně, patří i pořádání mezinárodních konferencí. V roce 2004 se konala v Brně XXII. Konference podunajských států. Jejími hlavními organizátory byly Český hydrometeorologický ústav a Povodí Moravy, s. p. Na konání konference přispěly finančně UNESCO Venice Office, Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zemědělství, Povodí Moravy, s. p., Výzkumný ústav vodohospodářský a Český hydrometeorologický ústav. Cílem konference bylo získání informací o nových metodických postupech, modelových technologiích a výsledcích výzkumu na úseku hydrometeorologických předpovědí, vodohospodářských, bilančních a hydrologických přístupech pro realizaci zásad udržitelného rozvoje, hodnocení vlivu fyzickogeografického prostředí, klimatických faktorů a antropogenních zásahů do hydrosféry krajiny v povodí Dunaje. Konference se zúčastnilo více než 200 účastníků, 145 příspěvků od více než 280 autorů bylo zasláno do sborníku. Povodí Moravy, s. p. zajistilo exkurzi na vodní dílo Vranov na řece Dyji. Konference byla hodnocena jako jedna z nejúspěšnějších.

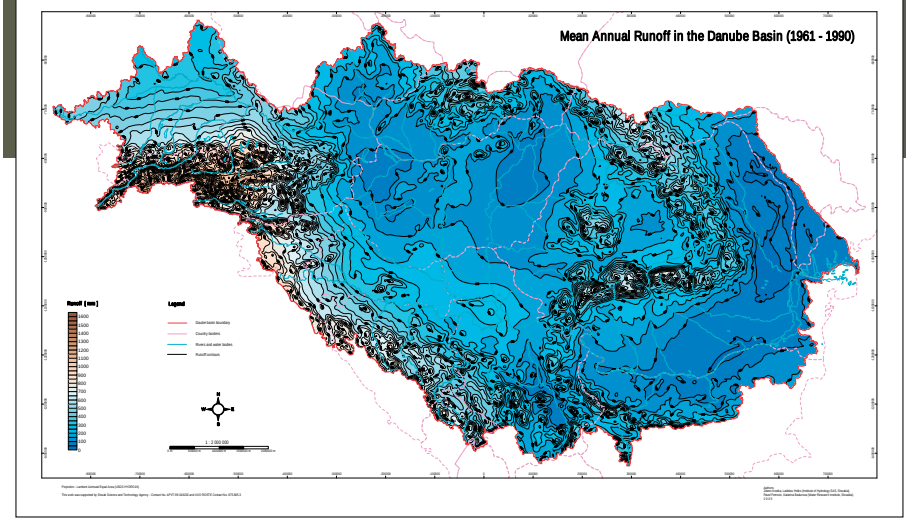
XXVI. Konference podunajských států se má konat v Německu v Deggendorfu v září 2014.



Obr. 2 Průměrné roční hodnoty evapotranspirace v mm za období 1961 až 1990.



Obr. 3 Průměrné roční hodnoty srážek v povodí Dunaje za období 1961 až 1990.



Obr. 4 Průměrné roční odtoková výška v mm v povodí Dunaje za období 1961 až 1990.

ROK	ČÍSLO	ZEMĚ	MĚSTO
1961	I.	Maďarsko	Budapešť
1963	II.	Rakousko	Graz
1965	III.	Rumunsko	Bukurešť
1967	IV.	Československo	Bratislava
1969	V.	Jugoslávie	Bělehrad
1971	VI.	SSSR (Ukrajina)	Kyjev
1973	VII.	Bulharsko	Varna
1975	VIII.	Německo	Regensburg
1977	IX.	Maďarsko	Budapešť
1979	X.	Rakousko	Vídeň
1982	XI.	Rumunsko	Bukurešť
1984	XII.	Československo	Bratislava
1986	XIII.	Jugoslávie	Bělehrad
1988	XIV.	SSSR (Ukrajina)	Kyjev
1990	XV.	Bulharsko	Varna
1992	XVI.	Německo	Kelheim
1994	XVII.	Maďarsko	Budapešť
1996	XVIII.	Rakousko	Graz
1998	XIX.	Chorvatsko	Osijek
2000	XX.	Slovensko	Bratislava
2002	XXI.	Rumunsko	Bukurešť
2004	XXII.	Česká republika	Brno
2006	XXIII.	Srbsko	Bělehrad
2008	XXIV.	Slovinsko	Bled
2011	XXV.	Maďarsko	Budapešť
2014	XXVI.	Německo	Deggendorf

Tab. č. 1 Přehled konferencí konaných v podunajských státech.

Hlavními tématy konference bude hlavně hydrologické modelování, předpovědi povodní, ale i klimatické změny a vodní režim.

Budoucnost hydrologické spolupráce podunajských států

Dne 29. 6. 1994 byla podepsána Úmluva o spolupráci pro ochranu a únosné využívání Dunaje s úmyslem iniciovat řešení závažných problémů v povodí. V roce 2003 se zrodila myšlenka oslavit a popularizovat Dunaj a vznikl Den Dunaje. Tímto dnem vyhlásila Mezinárodní komise pro ochranu Dunaje symbolicky 29. červen. Den Dunaje se od té doby slaví v České republice tak jako v mnoha dalších zemích jeho povodí.

Pro naplňování cílů Úmluvy byla založena Mezinárodní komise pro ochranu Dunaje (MKOD), která se podobně jako Mezinárodní komise pro ochranu Labe (MKOL) zavázala k plnění úkolů souvisejících s implementací Směrnice 2000/60/ES, ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky v celém povodí Dunaje v souladu s článkem 3 této směrnice.

Vznikem MKOD se oslabila spolupráce podunajských států v rámci IHP UNESCO. Vznikly následující problémy:

- menší profesionální zkušenosti v některých nových podunajských státech,
- nejistoty ve financování spolupráce,
- vyšší věk mezinárodních expertů spolupráce a nedostatek mladých expertů připravených připojit se ke skupině.

Na posledním setkání expertů v Bukurešti v roce 2012 bylo konstatováno, že jednotlivé státy by mohly přispívat na činnost sekretariátu, který by profesionálně řídil setkání expertů (podobně jako je tomu v Rýnské komisi).

Každopádně by si vlády podunajských států měly uvědomit důležitost a nezbytnost dalších aktivit a kroků pro zlepšení hydrologické spolupráce podunajských států, která dosud byla jednou z nejefektivnějších svého druhu.

Účast na jednáních podunajských států byla pro mě velkým přínosem, zdrojem poznání úrovně hydrologie v tak rozlišných státech, jaké jsou v povodí Dunaje. Na spolupráci se podílela hlavně pobočka ČHMÚ v Brně. ČR nebyla sice nikdy koordinátorem spolupráce ani vedoucím projektu, ale vždy jsme v termínech plnili zadané úkoly. Nezbývá než doufat, že nastupující česká hydrologická delegace přispěje důstojně k pokračování této spolupráce.

Literatura

[1] BALEK, J., 2000. Česká a slovenská hydrologie v mezinárodním kontextu. In: Sborník z konference Hydrologické dny 2000 v Plzni. Praha: ČHMÚ. s. 13–17. ISBN 80-85813-76-9.

[2] BRILLY, M., 2010. Hydrological processes of the Danube River Basin. Springer. 436 s. ISBN 978-90-481-3422-9.

[3] UNESCO, 2013. Danube Cooperation. [cit. 17. října 2013]. Dostupné na WWW: *<http://www.unesco.org/new/en/venice/natural-sciences/water/danube-cooperation/>.*

Ing. Eva Soukalová, CSc. (1951)

Hydroložka, vedoucí oddělení hydrologie pobočky ČHMÚ v Brně. Zabývá se problematikou podzemních vod, včetně statistických metod predikce jejich režimu. Českou republiku dlouhodobě zastupuje v mezinárodních aktivitách v povodí Dunaje, za spolupráci s Rakouskem obdržela zlatou medaili za zásluhy o stát Dolní Rakousko.

Neuspořádané myšlenky o vodě, hydrologii a hydrolozích

Jan Daňhelka

Voda, ač tvoří jen asi dvě desetitisíciny hmoty Země a celý její pozemský objem by se vešel do koule o poloměru necelých 700 km, je velmi rozmanitá ve svých vlastnostech, projevech a procesech. Napsat komplexní úvahu o vodě a vědě o ní v celé šíři není v silách jednotlivce a několika stránek textu. Dovolím si Vám proto předložit pouze několik neuspořádaných myšlenek o vodě a hydrologii.

Myšlenka první: voda jako zvláštní matérie

Voda je fascinující látka. Ne, opravdu nemám na mysli občas se objevující pseudo hypotézy o tom, že voda reaguje na své okolí v podobě tvorby různě uspořádaných krystalů při svém zmrznutí apod. Takové záležitosti jsou zcela mimo mé exaktní a pragmatické osobnostní založení, proto o nich nehodlám ani diskutovat ani je vyvracet. Na mysli mám skutečné základní fyzikální a chemické vlastnosti vody jako látky na straně jedné a na druhé straně pak naprostou výjimečnost vody v dynamice všech dějů na naší planetě.

„Voda je H_2O, dva díly vodíku, jeden díl kyslíku, ale je tu ještě něco třetího co „dělá“ vodu a nikdo neví co to je.“

D. H. Lawrence

To samotné složení je unikátní a nelineární uspořádání molekuly vody (nebo též chemicky „oxidanu“) způsobuje, že každá molekula vody disponuje dvěma tzv. vodíkovými můstky, což je slabá schopnost vazby na okolní molekuly. Díky tomu je voda nejuniverzálnější rozpouštědlo, díky tomu vytváří povrchové napětí, a tak tvoří zakulacený povrch kapek, což umožňuje na hladině chodit vodoměrkám, či plavat malé minci.

Z hodin fyziky ze základní školy víme o zvláštních vlastnostech vody vázaných na teplotu. Ty především umožňují život v té podobě jako ho známe na Zemi. Voda se jako tekutá vyskytuje v poměrně úzkém rozmezí teploty a tlaku (při normálním tlaku mezi 0 a 100 °C) – ostatně celá Celsiova teplotní škála je založena právě na rozdílu mezi teplotou tání a teplotou varu vody při normálním pozemském tlaku vzduchu. Aby to bylo ještě složitější a více fascinující, voda má velmi velkou tepelnou kapacitu (4 180 $J.kg^{-1}.K^{-1}$) a pro překonání změny skupenství z vody na led jí musí být odebráno poměrně velké množství tepla (334 $kJ.kg^{-1}$). Totéž platí i při změně z vodní páry na kapalnou vodu (2 257 $kJ.kg^{-1}$). Zde je to však ještě komplikovanější. Předně, voda se začíná vařit již dříve v závislosti na tlaku vzduchu – tedy, čím nižší tlak, tím menší je teplota potřebná k varu vody. Kondenzace vodní páry nastává za různé teploty, tzv. rosný bod,

jehož hodnota je závislá na teplotě vzduchu a jeho vlhkosti. Kondenzace a výpar jsou potom jevy s rozsáhlým praktickým uplatněním – naše těla je využívají k ochlazení, kdy kapičky potu jsou z naší pokožky vypařovány. A na výpar se spotřebuje teplo, které je odebráno částečně i našemu tělu. Chlazení či ohřívání párou, resp. vodou je pak i samozřejmým technologickým postupem, který využíváme od domácností přes automobily po jaderné elektrárny.

Další obecně známou vlastností vody je její měnící se hustota v závislosti na teplotě. Všichni si pamatujeme, že voda je nejhustější při přibližně 4 °C, a voda při této teplotě tedy klesá ke dnu, což umožňuje přežívat vodním živočichům i tehdy, pokud zamrzne hladina. Voda je také v podstatě nestlačitelná.

Těchto, ve srovnání s jinými látkami často atypických vlastností a chování, běžně využívá flóra (kypření půdy při promrzání), fauna (přežívání vodních živočichů při zámrzu hladiny), ale často, a často intuitivně, i my. Někdy se jim příroda naopak snaží bránit; např. zmrznutí vody v buňkách živých organismů by je při přeměně z kapaliny na krystalky ledu a zvětšení jejich objemu zahubilo.

Tolik tedy nezbytný úvod v podobě stručného faktografického výčtu, přičemž se omlouvám za opakování obecně známých skutečností. Považuji ale za nutné takto začít, protože z hlediska fyzikálních a chemických vlastností já osobně neznám výjimečnější sloučeninu. Většinu času si to vůbec neuvědomujeme, ale to, že látka tak výjimečná, jako je voda, vůbec existuje, je možná (spolu s životem) tím největším zázrakem našeho vesmíru.

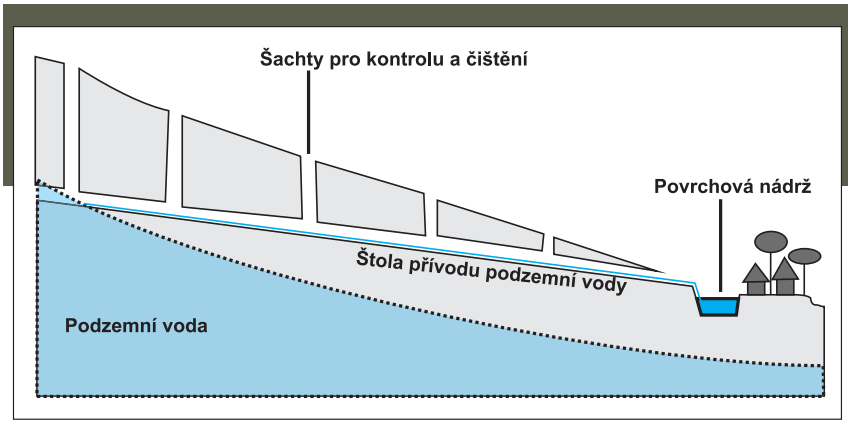
Myšlenka druhá: voda jako síla

Význam vody v dynamice přírodních dějů pozorovali lidé odnepaměti. Možná nejvýstižněji její roli shrnul Leonardo da Vinci, který řekl, že: *„Voda je hnací silou přírody“*. Pozorování účinků a síly vody pak krystalizovalo v Ovidiův výrok *„Gutta cavat lapidem“* (Kapky vody vymelou i kámen) avšak podobná přísloví či citáty se v různých podobách a variantách objevují v podstatě u všech starověkých civilizací. Dodejme, že z dynamických exogenních procesů je jich opravdu většina spojena s vodou – při chemickém zvětrávání v tropických vlhkých oblastech voda působí jako rozpouštědlo. Při mechanickém zvětrávání působí dynamická síla dopadajících vodních kapek, povrchový odnos a stružková eroze je výsledkem proudění vody po povrchu, při mrazovém zvětrávání působí objemové změny při přechodu skupenství mezi kapalnou vodou a ledem, pohyb ledovců prostřednictvím detrakce, deterze a abraze vytváří hluboká horská údolí, tající sníh vytváří nivální deprese. Tekoucí voda a pohybující se ledovce přemísťují a usazují materiál. Také vznik v podstatě všech svahových pohybů je spojen s vodou jako moderátorem procesu.

Již dlouho si říkám, že voda a její působení v neživé přírodě by si zajisté zasloužilo exkluzivní televizní dokumentární seriál, který by pro popularizaci věd o vodě udělal totéž, co David Attenborough udělal pro zoologii.

Lidé samozřejmě procesy působení vody pozorovali a výsledky svého pozorování transformovali do využití její energie. Řeky, jezera a moře se brzy staly dopravními tepnami a liniemi šíření osidlování, neboť člověk začal stavět plavidla. První zemědělské komunity začaly budovat kanály pro zavlažování polí, později vznikaly podzemní kanály, zvané *karez*, vedoucí vodu tunelem s čisticími šachtami od zdrojů podzemní vody do jednotlivých měst a vesnic. Energie vody byla využita při čerpání vodními koly *noria*, a samozřejmě také pro pohon mlýnů. A mohli bychom pokračovat např. až k moderním přečerpávacím elektrárnám.

Bylo by nadbytečné podrobněji popisovat význam vody pro život na Zemi, od okamžiku jeho vzniku, přes osidlování oceánů až po každou jednotlivou živou bytost, která je tvořena z velké části právě vodou. Napadlo mne však, podívat se na samotnou vodu jako na „živý organizmus“. (Prosím všechny čtenáře, aby následující řádky brali s velkou nadsázkou, ostatně myslím, že poprvé mě tato věc napadla ve stavu těsně před usnutím, a tak je na ni třeba i pohlížet. Ale přesto si dovolím s touto myšlenkou trochu pohrát.).



Obr. 1 Schéma karezu.

Asi znáte hypotézu Gaia, která zjednodušeně řečeno vnímá celou Zemi jako jeden organizmus. Nemohla by tím organizmem ale být vlastně jen voda? Tím by se tato „hypotéza" mohla rozprostřít po celém vesmíru. Na Zemi by se jednalo o úspěšný organizmus, který se vyvinul do komplexního, neustále obíhajícího vodního cyklu, jehož součástí jsou i veškeré živé organizmy (vznikly ve vodě a jsou tvořeny vodou). Komety obsahující zmrzlou vodu nebo pravděpodobně i voda na planetě Mars by mohla být menším hybernujícím (zmrzlým) organizmem a našli bychom i místa, kde vodní organizmus byl, ale zmizel – zemřel. Vlastně by tak možná mohl mít pravdu Douglas Adams ve své kultovní komediální sci-fi knize Stopařův průvodce po galaxii (The Hitchhikers guide to the galaxy [1]), kde na závěr vyjde najevo, že celá Země a lidstvo bylo jen gigantickým superpočítačem provozovaným myšmi za účelem zjištění, jaká je *„zásadní otázka života, vesmíru a všeho"* (přičemž odpověď na tuto otázku byla známa již dříve a je *„42"*). Jen tím počítačem (?), nebo možná tím, kdo počítač řídí (?) je voda.

Ne opravdu si nemyslím, že výše uvedené je skutečnost, jen se tím snažím vyjádřit, že čím víc o tom přemýšlím, tak bych svůj vztah k přírodě a k vodě zvlášť vyjádřil jako velký respekt, místy přecházející v úžas nad její komplexností i detaily.

Myšlenka třetí: minulost hydrologie v Čechách

Hydrologie v Čechách, na Moravě a ve Slezsku má dlouhou historii. Její prvopočátky lze najít u přísežných mlynářů ve 14. století, kteří vyměřovali a hlídali stavby a užívání jezů a vody. V moderní podobě je rozvoj hydrologie spojen zejména s osobou švýcarského inženýra a vysokoškolského profesora Andrease Rudolfa Harlachera. Ten při svém působení na pražské německé Polytechnice prováděl hydrometrické práce zejména na Labi u Děčína, navrhoval přístroje, vodní stavby a vodohospodářská řešení a od roku 1875 budoval první hydrologickou službu v povodí Labe, včetně vodoměrných sítí, metod pro zpracování a hodnocení údajů a tvorbu předpovědí. Při poznávání a dokumentaci jeho aktivit se vynořuje jeho obraz jako vskutku renesanční a nesmírně činorodé osobnosti, až tak trochu vyvstává obava o to, aby se v očích veřejnosti nestal druhým Járou Cimrmanem.

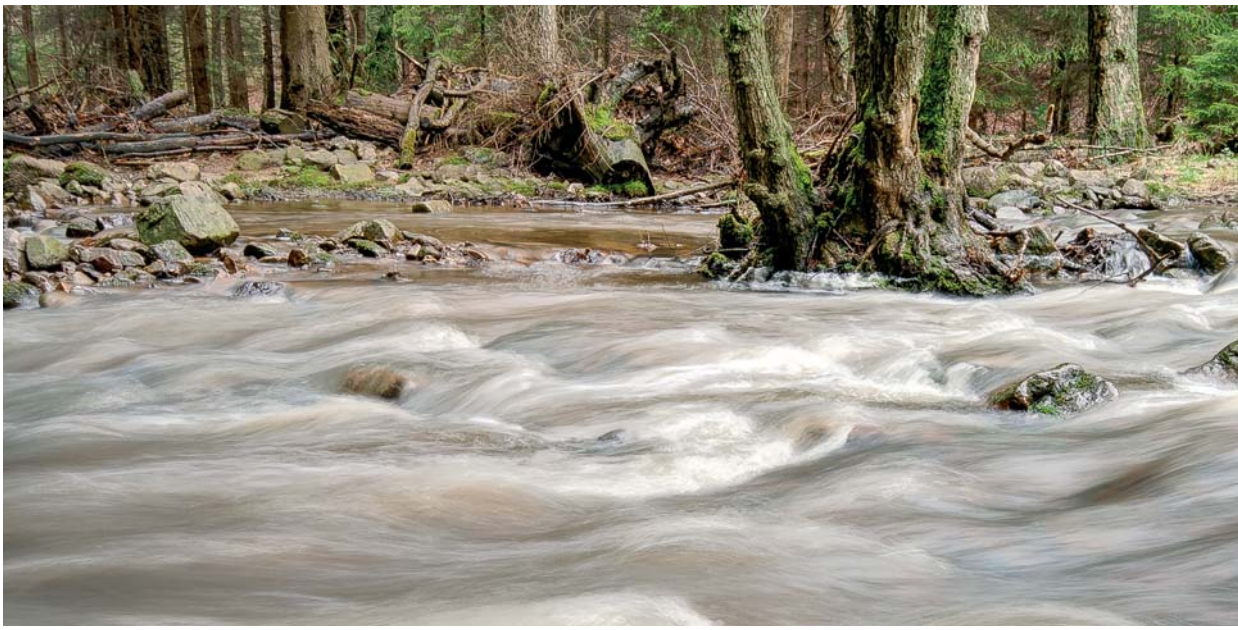
V době Harlachera byla česká aplikovaná hydrologie naprostou světovou špičkou a dalo by se říci, že na jeho odkaz navázala celá řada osobností, které ovlivnily vývoj hydrologie ve světovém měřítku. Dovolím si jmenovitě zmínit alespoň tři z nich.

Jan Smetana (1883–1962) stál u zrodu Státního ústavu hydrologického (později Státních výzkumných ústavů hydrologického a hydrotechnického T. G. Masaryka a dnes Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v. v. i.), který v letech 1926 až 1935 řídil. Poté působil jako profesor na ČVUT a jako děkan jeho Vysoké školy inženýrského stavitelství. Později zakládal a řídil, v letech 1953 až 1962, Laboratoř vodohospodářství (dnes Ústav pro hydrody-

namiku AV ČR), do světové hydrologie se zapsal zejména díky svým vědeckým pracím v oboru hydrauliky a aktivitám v Mezinárodní asociaci hydrologických věd (International Association of Hydrological Sciences – IAHS), jejímž byl zakládajícím členem. Díky jeho vlivu se v roce 1927 v Praze konalo generální shromáždění IAHS a Smetana působil v některých dílčích komisích IAHS, jako viceprezident Mezinárodní komise pro povrchové vody (International Commission on Surface Water – ICSW), v letech 1927 až 1930, jako prezident Mezinárodní komise pro systémy vodních zdrojů (International Commission on Water Resources Systems – ICWRS), a to v letech 1948 až 1951, a především byl v období let 1933 až 1936 druhým prezidentem celé IAHS.

Jaromír (Jerry) Němec (1926–2010) je bez nadsázky otcem operativní hydrologie ve Světové meteorologické organizaci (World Meteorological Organization – WMO). Pro WMO pracoval od roku 1965 v oddělení hydrometeorologie a v roce 1968 se stal prvním ředitelem úseku Hydrologie a vodního hospodářství v rámci sekretariátu WMO. Na této pozici setrval až do roku 1987. Přitom je třeba si uvědomit, že v té době se pozice hydrologie ve WMO teprve utvářela, často s velkými problémy, neboť byla vnímána jako poněkud cizorodý prvek v meteorologickém světě. Každopádně zásluhou Jaromíra Němce bylo vymezení aktivit operativní hydrologie jako kompetence a zájmu WMO v oboru hydrologie. Díky jeho organizačním schopnostem vznikly mnohé projekty a aktivity, zejména jmenujme program transferu technologie v hydrologii (Hydrological Operational Multipurpose System – HOMS) a projekty spolupráce v rozvojových zemích. Stál také na počátku spolupráce zemí v povodí Nilu v šedesátých letech. Velmi přispěl ke spolupráci mezi WMO, UNESCO a IAHS, i když často jeho vystupování bylo mírně řečeno bouřlivé, téměř vždy nakonec dosáhl úspěchu v podobě plodné spolupráce různých zemí, institucí i osobností.

Pokaždé, když se účastním jednání na půdě WMO či UNESCO, jméno Jerryho Němce se objeví okamžitě, když se řekne Česká republika. Všichni přitom vzpomínají na jeho obrovský přínos pro hydrologii, z nějž dodnes v rámci WMO těží. Bohužel si však často povzdechnou i nad tím, že z toho, jak některé projekty nyní vypadají, a že význam hydrologie je na úrovni Spojených národů upozaďován některými módními tématy v přírodních vědách, by Jerry radost rozhodně neměl.



Vít Klemeš (1932–2010) je v mých očích největším moderním filozofem hydrologie. S částečným využitím jeho slov by se dalo říci, že jeho snahou bylo, aby se hydrologie nepřipojila k alchymii a astrologii v kronikách diletantství. Klemeš po roce 1968 odešel do Kanady, kde působil zejména v Národním hydrologickém výzkumném centru tamního Ministerstva životního prostředí. Na mezinárodním poli, kromě významu jeho vědeckých prací a pojednání, je nutné uvést jeho působení ve funkci prezidenta IAHS (1987–1991).

Namísto pokusu o popis a shrnutí jeho myšlenek si zde dovolím uvést volný překlad abstraktu jeho článku „Diletantství v hydrologii: přerod nebo osud?“ z roku 1986: *„Neuspokojivý stav hydrologie je výsledkem rozporu mezi teoretickým rozpoznáním hydrologie jako samostatné vědy a praktické nemožnosti studovat ji jako primární vědeckou disciplínu, ale pouze jako doplněk vodohospodářského inženýrství, geografie či geologie. Výsledkem je, že perspektiva hydrologů je výrazně uchýlená pod vlivem jejich primárních disciplín a jejich hydrologické vzdělání má značné mezery, které ústí v řadu různých miskoncepcí. Tento stav často znemožňuje hydrologům rozlišovat mezi hydrologií a vodním hospodářstvím, hydrologií a statistikou, fakty a předpoklady, vědou a pragmatickými postupy spolu z toho vyplývajícím nebezpečím jak pro vědecký rozvoj hydrologie, tak pro její praktické uplatnění. Nebezpečí narůstá s rozvojem počítačových „hydrologických“ modelů, jejichž snadno dosažitelná schopnost trefit se do dat je prezentována jako důkaz jejich správnosti a ospravedlnění pro jejich použití k pro uživatele atraktivním, avšak hydrologicky neobhajitelným extrapolacím.“*[4]

Mohli bychom zde uvést i řadu dalších osobností s celosvětovým dosahem, dovolím si upozornit například na Jaroslava Martince, jednoho z nejvýznamnějších představitelů hydrologie sněhu. Po emigraci působil ve švýcarském Davosu, je autorem koncepčně velmi zajímavého a netradičního modelu SRM (Snow Runoff Model). Je jedním z prvních hydrologů, kteří se věnovali problematice izotopů v hydrologii a jeho práce ze 60. let na povodí v krkonošském Modrém dolu stály na počátku formování nejmodernějších poznatků v teorii tvorby odtoku, tzv. paradoxu staré vody (viz hydrologie jako věda i umění).

Domácí hydrologie v Čechách však vždy byla na vysoké úrovni, dlouhodobě jsme budovali velmi kvalitně fungující hydrologickou službu, ve druhé polovině 20. století česká hydrologie a vodní hospodářství vyvážely know-how do rozvojových zemí. I dnes se Česká republika aktivně podílí na rozvoji hydrologické služby např. v Moldávii či Gruzii.

Myšlenka čtvrtá: hydrologie jako věda i umění a soubor mýtů a omylů

Hydrologie je věda, ale i umění. V hydrologii jsou používány vědecké postupy, vznikají a jsou testovány vědecké hypotézy, ale současně pro dosažení aplikovaných výsledků, např. hydrologická bilance povodí, konstrukce měrné křivky, predikce průtoku, je často nutné zapojení

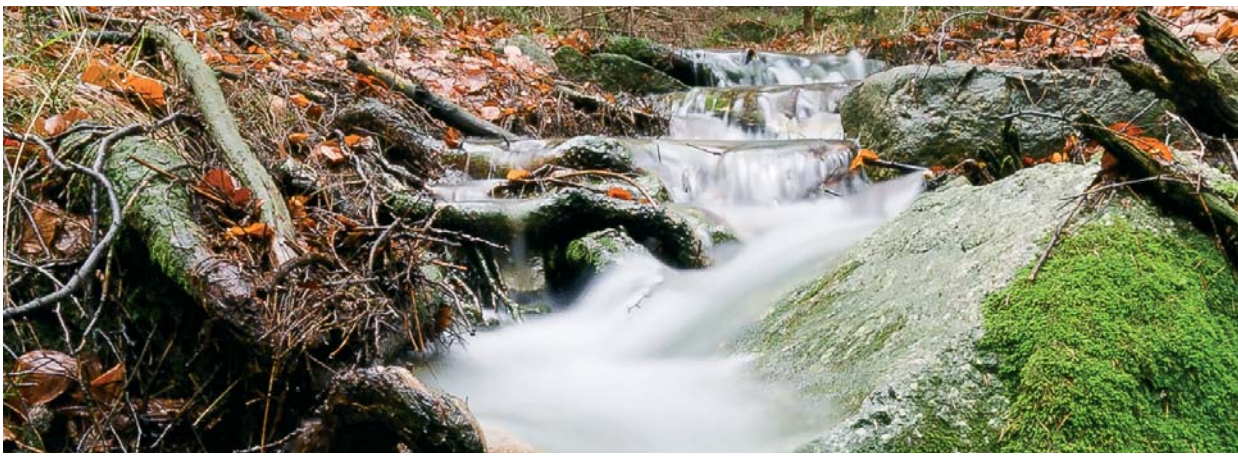
citu a šestého smyslu hydrologa k tomu, aby dosáhl požadovaných praktických výsledků. Hydrologie je tedy také umění. Přitom je třeba si uvědomit, že slovo umění má v tomto kontextu jak pozitivní, tak negativní konotaci. Tou pozitivní je dokumentace srdečního vztahu hydrologů k oboru, tou negativní je skutečnost, že někdy jde o porušení vědeckých postupů za účelem vyhovění potřebám praxe, zejména vodohospodářské.

Z velké části dosud platí postřehy Klemeše [4] staré více než čtvrt století: hydrologie je sice vnímána jako samostatná věda, ale ve skutečnosti je roztroušena, zejména v univerzitní sféře, po různých jiných oborech a hydrologem se člověk stává s určitou odbornou predispozicí, ať už směrem k inženýrskému, geografickému či jinému pojetí. Dochází-li však k přílišné snaze o vyhovění praktickému využití „hydrologických čísel“, rozplývá se věda, ztrácí se vědecké postupy a metody, a vznikají výstupy bez vazby na hydrologické poznání, které je nahrazeno statistikou, extrapolací a různými neověřenými modely.

Mimochodem, od doby napsání Klemešova článku se významně změnil pohled na teorii odtoku a míru poznání zákonitostí tvorby odtoku (paradox staré vody). To jen potvrdilo, že do té doby používané modely trpěly zásadním nedostatkem v podobě věrného vystižení fyzikálních procesů, které se snažily popisovat a simulovat. Bohužel tento nedostatek přetrvává. Namísto konstrukce nových modelů s odpovídající schematizací jsou rozvíjeny metody asimilace dat, ansámblových a multi-model předpovědí, velmi náročnými statistickými metodami a postupy se vyjadřuje nejistota modelů apod. To je samozřejmě nezbytné pro praktické použití, ale musíme si být vědomi toho, že jde doslova o z nouze ctnost, a nesmíme nezaměňovat uvedené postupy za prokázané vědecké hypotézy.

Působil jsem většinu svého profesního života jako hydroprognostik, a tak jsem se vlastně vždy dopouštěl extrapolací pozorovaných průtokových řad a mým cílem bylo získat „to potřebné číslo“, které vyžadují vodohospodáři a povodňové orgány. Současně však má hydroprognóza tu výhodu, že výsledky jsou verifikovány během několika málo hodin, a člověk proto netrpí přílišnou důvěrou v čísla a rovnice prostě proto, že je pravidelně konfrontován s jejich selháváním. Při zjišťování chyb a snaze je pro příště eliminovat jsem pak (nejspíše kvůli chybějícímu inženýrskému vzdělání) uvažoval spíše o reálně probíhajících procesech a o tom, proč je nedokážeme správně vystihnout, než o tom, jakými matematicko-statistickými metodami výsledek dále zpracovat, aby se zvýšila úspěšnost předpovědí. I když samozřejmě ani tohoto přístupu se zcela nevzdávám.

V kontrastu s obecným skepticismem prognostiků, resp. mnou subjektivně pozorovaným uvědoměním si nedostatků a nepřeceňování našich schopností, je sebejistota řady hydrologů zabývajících se modelováním neověřitelných veličin a událostí. Na mysli mám nejen problematiku odhadu křivek dob opakování extrémních hydrologických událostí, ale především



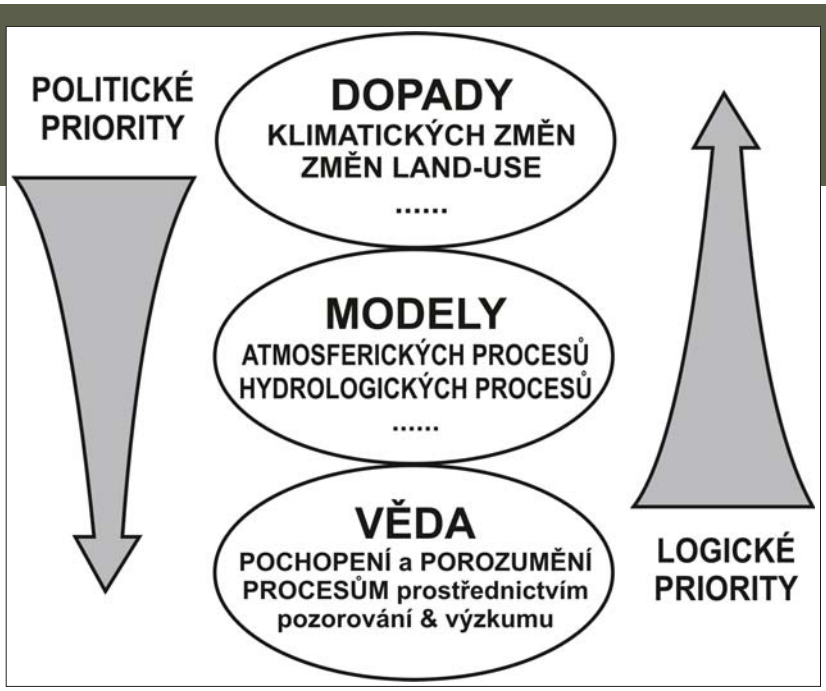
klimatickou a jiné změny a jejich hydrologické konsekvence. Je to už několik let, kdy jsem sledoval prezentaci práce jednoho ze svých mladých kolegů, který se zabýval modelováním změny odtoku v důsledku změny tzv. land-use. Vybral povodí a sestavil pro něj hydrologický model, poté si řekl, že se změní land-use a ubude plocha lesa. Model spočítal s touto variantou a prezentoval výsledek, že odtok při stejných srážkách naroste o X %. V čem je problém? V tom, že použil CN křivky, tedy metodu založenou na předpokladu, že jiný land-use produkuje jiný odtok, ale hlavně v tom, že výsledky prezentoval jako důkaz toho, že při změně rozlohy lesa v jeho povodí dojde ke změně odtoku. Ač uvedený výsledek se zdá být logický a v souladu s očekáváním, chybí mu dvě důležité věci. Prvním z nich je fyzikální mechanismus simulace, který chybí. Druhým pak důkazní nedostatek – na začátku si stanovil předpoklad a z něj vyvodil závěry, kterými zpětně dokládá správnost svého předpokladu. Problém je, že závěry by mohly předpoklad vyvrátit, pokud by s ním byly v rozporu, ale nikdy ho nemohou potvrdit. Co když je totiž předpoklad nepravdivý, jaké závěry z něj mohou vyplývat? Měl jsem tehdy vstát a protestovat, ale neudělal jsem to. Dnes věřím, že bych tak již učinil v zájmu hydrologie.

Mým názorem, pokud jde o globální oteplení, nebo spíše klimatickou změnu, je, že je nezbytné si uvědomit, že o přírodě, včetně atmosféry, vlivu Slunce, oceánu a vzájemných interakcí, toho pořád příliš mnoho nevíme. Rozhodně ne tolik, aby se ve skutečnosti nemohlo ukázat, že řada věcí funguje úplně jinak, než si dnes myslíme. Pokud se tedy objeví velmi silná vyjádření, jak bude svět vypadat za 50 či 100 let, vědec by je měl vždy odmítnout a zpozornět. Jakoukoliv vědeckou hypotézu lze definitivně totiž pouze vyvrátit. I když najdeme důkazy pro její podporu, neznamená to, že později nemůžeme nalézt jiný důkaz, který ji vyvrací. Přitom platí, že ani tisíc důkazů pro nemá sílu jediného solidního důkazu proti. To platí pro vědu jako celek, nehledě na to, zda jde o astrofyziku, biologii, či hydrologii a klimatologii.

Bohužel, zejména v případě neověřitelných extrapolací do budoucnosti je často zjevný politický či společenský tlak na vědce ve smyslu předkládaných výsledků, a zejména jejich interpretace. Na protichůdnost politických preferencí a obecné logiky upozornil Klemeš ve své prezentaci *„Political pressures in water resources management: Do they influence predictions?"* [3] (obr. 2). Domnívám se, že hydrologie by se měla vyvarovat toho, co občas vidíme u klimatologů, kteří se dopouštějí jednoznačně politických proklamací „we must act now". Velkým neštěstím je přitom to, že tak vycházejí vstříc požadavkům politických priorit, a proto se čím dál častěji stává, že narůstají finanční zdroje vynakládané na odhad dopadů v sebeneuvěřitelnějších činnostech a segmentech, ale nedostává se prostředků pro základní měření a pozorování!

Příhodnou analogii uvedla na svém blogu [2] Tasmin Edwards (klimatoložka Univerzity v Bristolu): *„Hydroprognostik vytváří mapu pravděpodobnosti povodně, nerozhoduje ale o tom, jaká je úroveň přijatelného rizika, ani jak nejlépe využít finanční prostředky k jeho snížení."* Doplním, že by ani neměl dávat jednoznačná doporučení v tomto směru – připomnělo mi to, jak se takovým hodnotícím a doporučujícím prohlášením snažím vyhýbat v rozhovorech za povodní a těsně po nich, doufám, že z větší části úspěšně.

Věda se musí oprostit od emocí, které vedou vždy k úpadku nebo zastavení vědeckého poznání, neboť vědec, který si vytváří citový vztah ke své hypotéze, má tendenci ji bránit i proti jasným důkazům. Příkladů vyvrácených hypotéz, a často bolestivého procesu, který k tomu vedl, nabízí historie celou řadu. Od obligátního připomenutí poznání, že Země je kulatá, přes přechod z Ptolemaiovského modelu vesmíru, jehož středem byla Země, k dnešnímu modelu rozpínajícího se univerza. Z hydrologie uveďme příklad již zmíněné změny představy o způsobu proudění vody v půdě (na hypodermický odtok nelze jednoduše aplikovat Darcyho rovnice) a po jejím povrchu. Mimochodem, v tomto případě ještě stále zůstává mnoho neznámého a to, jak opravdu voda při dešti odtéká, je pro nás stále trochu záhadou.



Obr. 2 Protichůdnost politických priorit a obecné logiky dle Klemeše [3].

Vodní cyklus si zkrátka před námi dosud uchovává některá tajemství. My si však při jeho poznávání často situaci sami komplikujeme vlastní částečnou zaslepeností. Již byla řeč o ovlivnění hydrologů jejich vzděláním. Mimochodem v Čechách dominuje, alespoň se tak domnívám, technický pohled na vodní cyklus. Projevuje se tím, že vodu vnímáme zejména jako věc, s níž máme hospodařit. Takový pohled je správný pro vodohospodáře, který má hospodaření s vodou opravdu v popisu práce, ale ne pro hydrologa. Jsme k tomu však historicky predisponovaní. Hydrologie má doslova ve vínku téměř absolutní propojení s praxí ve formě vodohospodářského nakládání s vodou, neboť od samotného počátku existoval tlak na praktické (technologické) zajištění lidských potřeb užívání vody. Ten sice vedl k významnému rozvoji metod a postupů, na druhou stranu to někdy znamenalo zúžení rozvoje na technologické aspekty vodního hospodářství a pomíjení poznávání přírodních zákonitostí. Výsledkem je například terminologie, která hovoří o odtokové ztrátě (rozuměj množství vody, která neodteče vodními toky, což je mimochodem většina), evapotranspirační ztrátě, počáteční ztrátě. Samozřejmě však nejde o ztráty, jde jen o odbočky či smyčky v koloběhu vodního cyklu, které my nazíráme optikou inženýra stojícího na břehu řeky.

Navíc naše predispozice k tomuto zúženému pohledu na vodní cyklus je i rázu geografického. Žijeme v oblasti, kde je vody dostatek. Jiný pohled velmi dobře ilustruje můj zážitek z prvního kurzu, pojmenovaného „hydrometeorologický kurz“, jež jsem absolvoval v Izraeli. Čtyři týdny jsem čekal, kdy se šířeji dostane na téma tvorby odtoku. Nedočkal jsem se. Většina kurzu se zabývala problematikou evapotranspirace a její rolí ve vodním cyklu, prostě proto, že v suché oblasti Izraele je voda, která se vypařuje, tím zásadním. Jejich pohled na koloběh vody využívá jinou perspektivu, která je dána jinými praktickými požadavky i osobními zkušenostmi, chcete-li zážitky, s vodou a jejím výskytem v krajině a okolí.

Jen pro ilustraci, malá úvaha o tom, co všechno nevidíme, nebo vnímáme jen neostře, díky našim predispozicím. Průměrné srážky v ČR dosahují ročně cca 674 mm, to odpovídá celkem $5{,}3.10^{11}$ kg vody. Pokud zjednodušeně uvážíme průměrnou výšku území a její rozdíl oproti nejnižšímu bodu, jímž od nás voda odtéká, tak při vědomí velkého zjednodušení můžeme říci,

že tato voda disponuje celkovou potenciální energií okolo 1 700 gigajoulů (přitom skutečně odteče jen okolo 30 % srážkové vody). Pokud uvážíme, že ze stejného objemu srážek se ho část vypaří – řekněme, že jen jedna třetina – pak na skupenskou přeměnu na vodní páru musí být spotřebováno celkem 400 000 GJ. Čili energeticky námi opomíjená část vodního cyklu o několik řádů převyšuje tu část, jíž maximum energie věnujeme my.

Bohužel hydrologie má oproti některým jiným vědním oborům určitou nevýhodu z hlediska aplikace vědeckých metod – většinou nejsme schopni přenést pokusy do laboratoří, nemůžeme jevy ani přímo pozorovat a měřit; to platí třeba i pro základní veličinu, jakou je průtok, nemluvě o procesech v půdě a v ploše povodí apod. Ale vlastně i toto dodává hydrologii zvláštní půvab.

Některé hydrologické problémy jsou zkrátka jen stěží uchopitelné, ale i to je svým způsobem pozitivní posun, vždyť voda samotná je neuchopitelná.

Paradox staré vody:

Bylo zjištěno, že zatímco ve srážkách je poměr izotopů kyslíku O^{16} a O^{18} v čase velmi výrazně proměnný, ve vodních tocích je jeho hodnota relativně vyrovnaná. Z toho vyplývá, že voda, která odtéká v přirozených povodích, nepochází přímo z aktuálně spadlých srážek, ale byla v povodí v půdě již dříve, strávila zde dostatečný čas, během nějž se promíchala. To znamená, že i při povodních většina vody odtéká pod povrchem, nikoli po povrchu. Stáří odtékající vody přitom i na malých povodích dosahuje většinou několika týdnů až měsíců!

Mokřady a vodní cyklus

Jedním ze zažitých omylů o fungování vodního cyklu je tradovaná domněnka, že mokřady, bažiny a rašeliniště fungují jako houba, která při srážkách vodu zadržuje a za sucha ji dotuje do vodních toků. Něco takového může nastat, pouze pokud je u mokřadu přirozeně či uměle regulována kapacita odtoku. Pokud tomu tak není, funguje mokřad vlastně opačně. V okamžiku, kdy do něj dopadají srážky, stávají se přímo součástí odtoku, neprochází půdou, kde by byly zadržovány a zpožďovány. Proto lze na mokřad pohlížet jako na nepropustný povrch, zejména po-

kud je spojen s vodními toky, voda okamžitě odtéká. Bylo to dokázáno mimo jiné tím, že v bažinaté krajině se často paradox staré vody uplatňuje výrazně méně než jinde – srážková voda tak rychleji proniká do vlastní říční sítě. Naopak v době sucha mokřad ve srovnání s okolím vypařuje mnohem více vody. V okolí je totiž evapotranspirace limitována množstvím dostupné vody, zatímco v mokřadu je jí dost pro to, aby míra aktuální evapotranspirace v podstatě dosahovala úrovně potenciální evapotranspirace. To samozřejmě neznamená, že je to špatně, ale je třeba si uvědomit, že voda z mokřadu se nedostane do vodního toku, ale do atmosféry.

Myšlenka pátá: o vodě a člověku – hlavně o povodních a předpovědích

Člověk je s vodou v každodenní interakci, často si to však uvědomí až v okamžiku, kdy se vyskytne hydrologický extrém, kterým se mu voda připomene. V roce 2013, mezinárodním roce vodní spolupráce, se navíc připomněla tím, jak rychle dokáže z jednoho extrému – povodně – během několika týdnů přejít do extrému druhého – sucha. Bohužel platí, že člověk i společnost rychle zapomínají a voda se, jakoby naschvál, často rozhodne dlouho nepřipomínat, aby pak mohla o to silněji a nečekaněji udeřit. Výroky *„co tu bydlím, tak tady voda nikdy nebyla“* a *„najednou tu bylo spousta vody“* tak většinou dělí jen několik hodin a jedna praktická demonstrace tvorby odtoku z intenzivních srážek.

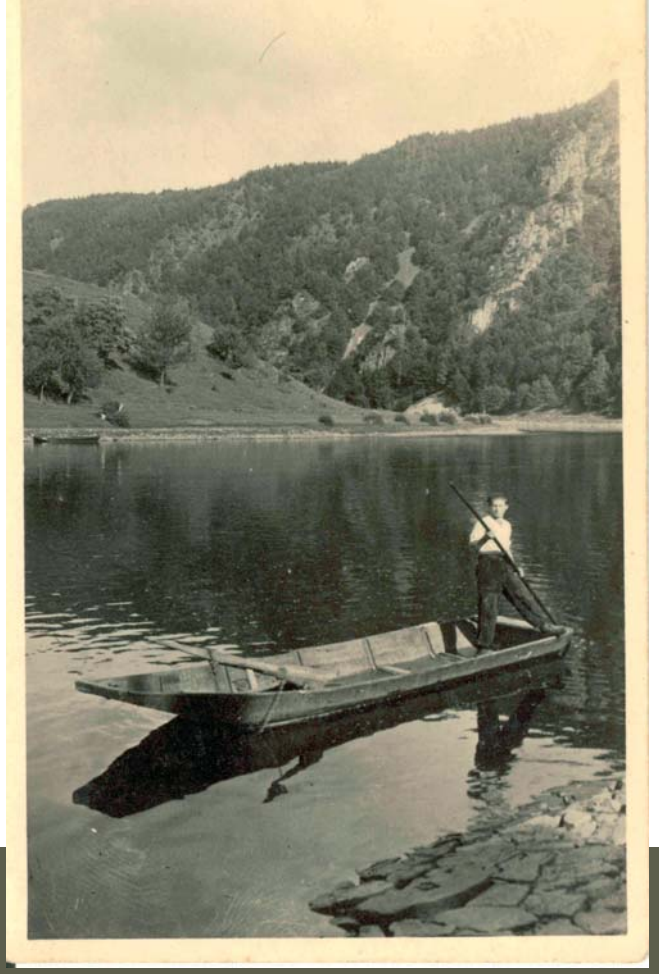
Po takové demonstraci síly bohužel obvykle nastává hledání viníka v jakémsi řetězci viny: vyplavení obviňují starostu nebo vodohospodáře, že špatně manipulovali na nádržích nebo se nestarali o řeku, vodohospodáři řeknou, že nebyla přesná předpověď, prognostik může už jen obvinit přírodu, že je příliš složitá a nevypočitatelná.

Na druhou stranu existují i opačné případy. Kdysi mi někdo vyprávěl příběh z roku 1976, kdy přišlo velké sucho. V jakési malé vsi jeden z obyvatel, kromě na svou úrodu na zahrádce, začal vodu lít i okolo zdí svého domu, pochopitelně za velkého veselí sousedů. Ti se ho po večerech v hospodě vyptávali, proč si zalévá dům. Odpovědí jim bylo, že děda mu vždy říkal, že až bude velké sucho, má zalévat dům. Jeho domek byl jediný z okolních, který nepopraskal, když se jeho jílovité podloží sesedlo, protože ztratilo vázanou vodu.

Je třeba říci, že sucho, jako hydrologický extrém, poněkud trpí mediální vděčností povodní, a je tak opomíjeno, ač jeho ekonomické důsledky mohou škody z povodní hravě přesáhnout. I díky vybudovaným vodním nádržím a naší schopnosti s vodou hospodařit se nám již dlouho nenaskytl pohled například na vyschlou Vltavu. Díky rozvinutému vodárenství nepociťujeme problémy s nedostatkem pitné vody v domácnostech. To však neznamená, že nebezpečí sucha pro nás neexistuje, jen ho jako společnost nevnímáme tak intenzivně, jak bychom měli. Obávám se však, že za mého života ještě dojde ke změně této skutečnosti, stejně jako povodeň 1997 otevřela naše oči směrem ke znovuobjevení naší povodňové zranitelnosti.

Vraťme se však k tématu povodní – každá z nich je jiná, každá z nich je přitom výsledkem stejných procesů. V dubnu 2012, na Valné hromadě ČUTVHS, jsem svou prezentaci zakončil následujícími slovy: *„Příští povodeň v Praze může opět změnit naše chápání limitů možného, může být úplně jiná, než ty minulé. Na druhý pohled pak ale nejspíše zjistíme, že vlastně byla hodně podobná tomu, co už známe, jen jsme tu podobnost před a během jejího průběhu nemuseli vidět.“* Čtrnáct měsíců poté přišla povodeň, která byla specifická tím, že srážky zasáhly oblast povodí těsně nad Prahou a povodeň do Prahy přišla mnohem dříve, než by se dalo dle analogií s jinými povodněmi očekávat.

Žijeme na střeše Evropy, a tak naše povodně vždy budou rychlé. Navíc struktura našeho osídlení, se spoustou malých sídel často ležících na malých tocích, znamená, že musíme k povodním přistupovat poněkud jinak než obyvatelé podél dolních toků velkých řek, kam povodeň přichází delší dobu, ale déle i trvá. V našich podmínkách hraje v protipovodňové ochraně o to významnější roli předpovědní povodňová služba, a zejména její výstrahy, které opravdu mají



Dědeček obsluhující přívoz na Vltavě v Oboze.

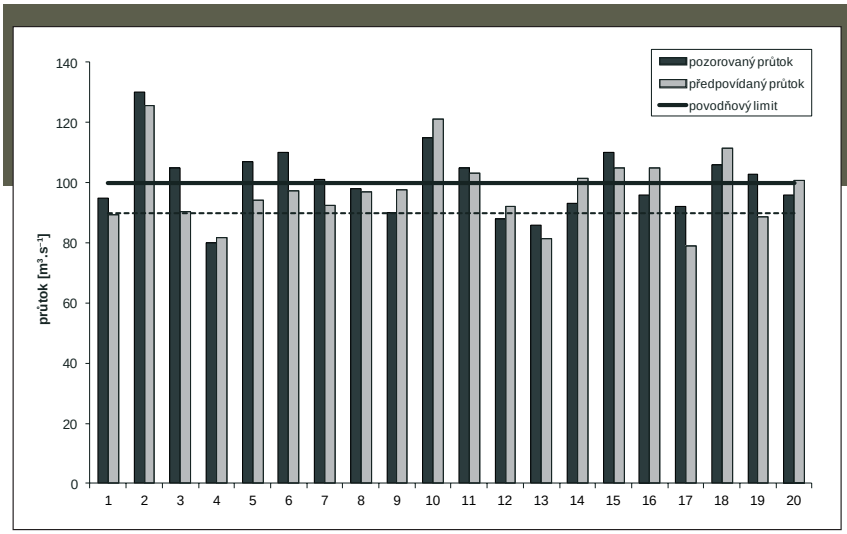
potenciál zachraňovat životy. Naopak naše schopnost predikovat s dlouhým předstihem, který by umožnil i aktivity vedoucí k omezení škod (vyklizení majetku, výstavba ochranných valů apod.) bude vždy omezená a možná jen na dolních tocích jako je Vltava, Labe, nebo Morava.

Bohužel, aspekt rychlého vývoje povodní s sebou přináší, při snaze předpovídat na více než jednotky hodin dopředu, nutnost uvažovat i s předpovědí srážek. Její zahrnutí do výpočtů znamená vždy, spolu s prodloužením předstihu předpovědi, i zvýšení nejistoty jejich výsledků.

To mimo jiné přináší hydrologům problém, který by se dal nazvat preferovanou předpovědní strategií, nebo též dilematem vyjícího vlka. Jde o analogii pohádky o pasáčkovi, který z nudy několikrát zburcoval lidi, že vlk chce napadnout stádo, lidé se vždy seběhli a zjistili, že šlo o planý poplach, a tak když vlk skutečně stádo napadl, na pasáčkovo volání o pomoc již nikdo nereagoval. Podobně, pokud by se výstrahy na nebezpečí k lidem dostávali příliš často, jejich pozornost a ochota na ně odpovídajícím způsobem reagovat zákonitě poklesne. Na druhou stranu, jestliže hydrologové budou chtít snížit počet falešných výstrah, neobejde se to bez současného nárůstu nebezpečí, že některá povodeň zůstane nepředpověděna a lidé nebudou varováni. Balancování mezi těmito dvěma riziky je opravdu hrou na ostří nože.

Pro ilustraci je na následujícím obrázku a uveden teoretický příklad. Řekněme, že máme tok, kde je nebezpečné překročení povodňového limitu 100 $m^3.s^{-1}$. Vytvořili jsme náhodně 20 povodňových průtoků blízkých této hranici a současně odpovídající předpovědi, které se náhodně liší do 15 % velikosti průtoku „pozorovaného“. Pokud bychom věřili předpovědi absolutně, tak celkem v pěti případech (povodně 3, 5, 6, 7 a 19) povodeň nepředpovíme, ale ve skutečnosti k ní dojde. Proto můžeme přijmout opatrnější strategii a snížit si úroveň, při níž již budeme před nebezpečím povodně varovat (čárkovaná čára), jenže potom zvýšíme počet falešných varování – původně byly tři (povodně 14, 16 a 20, kdy jsme povodeň předpověděli a nepřišla), nyní jich bude o tři více (povodeň 8, 9 a 12), ale ubude nepředpověděných překročení 100kubíkového limitu na jediný případ (povodeň 19). Otázka je, která strategie je lepší, a pro jakého uživatele?

Dovolím si uvést další ze závěrů, který poměrně často opakuji ve svých prezentacích: *„Hydrologická předpověď je nejlepší možný odborný odhad nejistého budoucího vývoje průtoku na základě aktuálních dat, nástrojů, znalostí a zkušeností! Jde pouze o podklad k rozhodování, nikoliv o vlastní rozhodnutí.“* Vlastně tím chceme říci to, že předpovědi nikdy nebudou



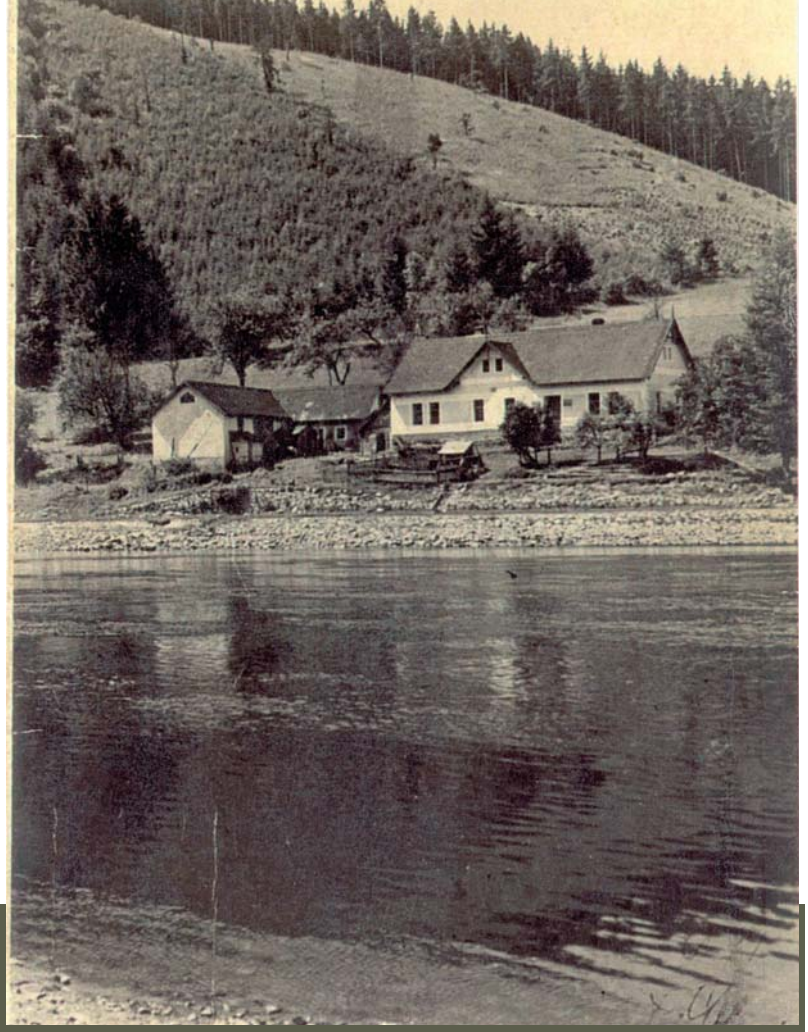
Obr. 3 Teoretické povodně a jejich předpovědi (vysvětlení v textu).

absolutně přesné, ale i to, že každý uživatel může každou předpověď vnímat, hodnotit a interpretovat odlišně. I proto dlouhodobě propagujeme jako správný směr přechod k pravděpodobnostním předpovědním produktům. Ty udávají pravděpodobnost překročení libovolných limitů, a dávají tak možnost uživatelům vytvořit si vlastní rozhodovací procesy odpovídající jejich potřebám (v závislosti na potenciálu škod apod.).

V podstatě to však představuje změnu v tom, kdo v celém řetězci protipovodňové ochrany činí rozhodnutí. Stávající systém deterministických předpovědí totiž mimo jiné znamená, že podstatná část rozhodování probíhá již na předpovědním pracovišti, které tuto jedinou variantu předpovědi připraví. Ostatní se pak již odkazují na danou informaci a často s ní zacházejí bez uvažování nejistoty (*„ale my jsme postupovali přesně podle předpovědi, která udávala kulminaci 273 $m^3.s^{-1}$“*). Osobně se domnívám, že změna, kdy by se rozhodování na základě pravděpodobnostní předpovědi přesunulo až na vodohospodáře a povodňové orgány, je správná, neboť si nemyslím, že „hydrologové jsou placeni za rozhodování“, na rozdíl například právě od povodňových orgánů. Hydroprognostici by se tak vymanili z výše uvedeného cyklu hledání viníků povodně, což by pro ně bylo rozhodně pozitivní zprávou. Chápu však, že z druhé strany takové nadšení nelze očekávat. Pravděpodobnostní předpověď totiž vždy vyjde – vždy totiž udává, byť sebemenší, pravděpodobnost, že skutečnost bude mimo vyznačený rozsah. Hydrolog tak vždy může říci, že zde byla pravděpodobnost, sice menší, než řekněme 5 %, že povodeň přijde.

Na druhou stranu, sebedokonalejší a sofistikovanější předpovědní postupy nejsou schopny analýzy a syntézy, kterou provádí lidský mozek. Zkušenost odvozená z empirických pozorování je podle mne důležitá a hydroprognostici by se tak neměli vzdávat své role při tvorbě předpovědí a jejich interpretací. Krásným příkladem takové, dalo by se říci až pranostiky, je hydrologické moudro koncentrované do věty „na mokrou zem rádo prší“. Každý hydroprognostik vám subjektivně potvrdí, že tomu tak prostě je. Navíc lze pochopit, že existuje i fyzikální vysvětlení. Jednak z nasyceného povodí dochází k většímu výparu, je více vody v atmosféře, často velká labilita vzduchu, zejména po letních povodních, což přispívá k tvorbě konvekčních srážek. Navíc se toto promítá i do odtoku, půda je nasycena, a proto již nepojímá další vodu, také hydropedologické výzkumy ukazují, že v nasycené půdě zůstává při dalších srážkách uzavřený vzduch, který tak dále omezuje retenční schopnost půdy.

Z vlastního pozorování pak mohu uvést zkušenost, že v situacích výskytu tlakové níže nad Evropou mají meteorologické modely tendenci vždy srážkovou činnost ze střední Evropy odsou-



Rodinná „vorařská“ hospoda v Oboze, dnes na dně Slapské nádrže.

vat dále k východu rychleji, než jaká je skutečnost. Většinou tak srážky trvají o jeden až dva dny déle, než se z počátku předpokládalo. Zde fyzikální vysvětlení poskytnout bohužel nedokážu.

Soužití člověka s vodou se ve svém způsobu stále proměňuje. Po každých povodních prudce naroste zájem o protipovodňovou problematiku, vyrojí se doslova stohy článků a diskuzí o tom, jak neblaze na povodně působí stav naší krajiny, jak se nepodařilo zrealizovat, co všechno se mělo udělat od poslední povodně. Jenže záhy je v obecném mediálním světě téma povodně přebyto nejnovějším vývojem ekonomickým, politickým, nebo společenským. V odborných a vědeckých rubrikách se téma udrží možná několik měsíců, ale po roce až dvou letech již nastane situace, jako by skoro žádná povodeň nikdy nebyla, alespoň pokud jde o obecnou veřejnost, život je zkrátka už jinde, a to až do příští povodně.

Společnost si tak na vodu vzpomene, jen tehdy, když to potřebuje. Optimističtější pohled je na jednotlivce. Každý má k vodě nějaký vztah, možná o něm nikdy nepřemýšlel, možná by ho nedovedl slovy popsat, ale věřím, že snad každý považuje vodu za výjimečnou věc na tomto světě.

S potěšením jsem sledoval svou malou dcerku, jak byla fascinována napouštěním vany z vodovodního kohoutku a pokoušela se rukou proud vody uchytit, vzpomněl jsem si přitom na sebe. Přesně to samé jsem dělal já a ač jsem věděl, že to není možné, představoval jsem si, že na ten nejkratší a nejmizivější okamžik přeci jen proud uchopím. Myslím, že každý hydrolog se o to vlastně obrazně pokouší celý svůj život.

Myšlenka šestá: co potřebuje česká hydrologie

Domnívám se, že pro hydrologii, resp. vodní hospodářství u nás v současnosti existují některé nepříznivé faktory. Jejich odstranění, či alespoň zmírnění by z mé perspektivy výrazně pomohlo k tomu, aby česká hydrologie udržela a dále rozšířila svůj význam na národní i světové úrovni.

Prvním problémem, který však není jen problémem českého prostředí, ale většiny evropských států, je rozdělení kompetencí v oblasti vody, vodního cyklu a vodního hospodářství mezi více vládních rezortů. Operativní hydrologická služba a vodní hospodářství by profitovaly

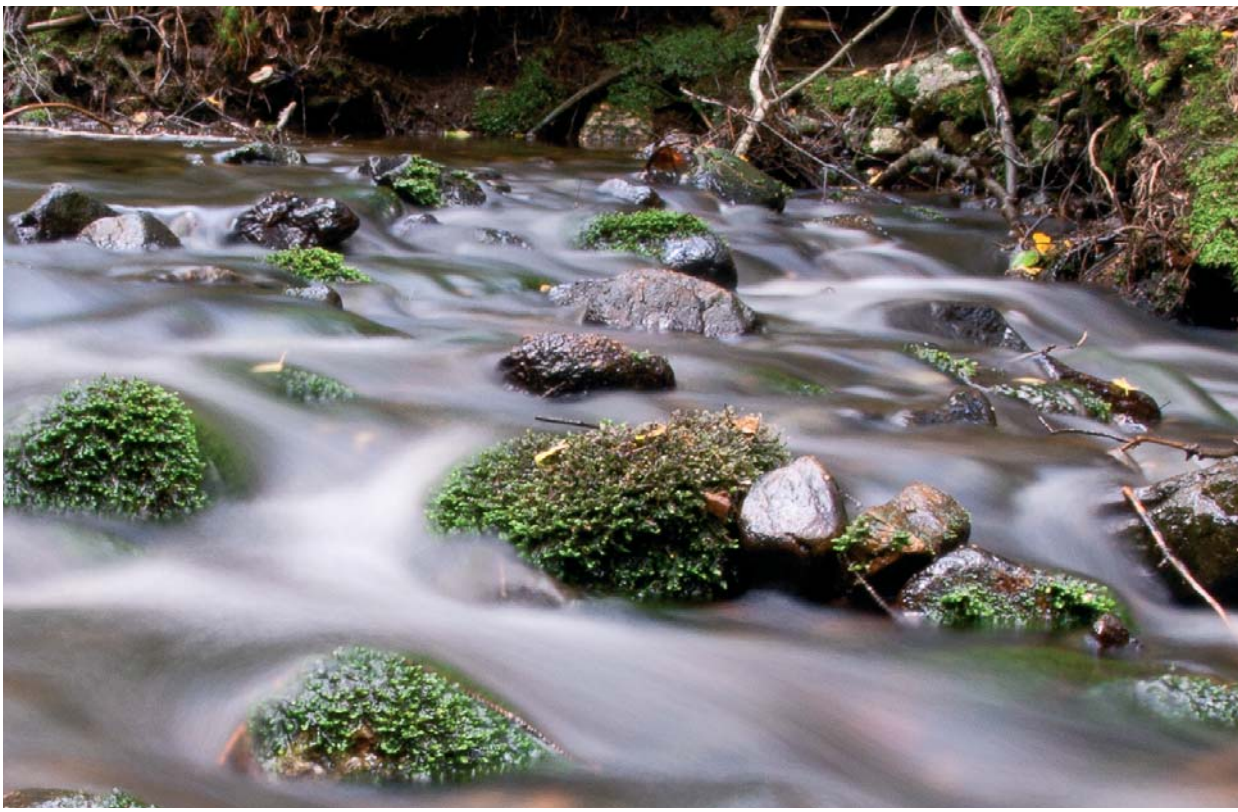
z jednotného zastřešení, které by odstranilo určitou konkurenci rezortů, částečnou duplikaci aktivit, a umožnilo by tak soustředit síly a prostředky k rozvoji. Bohužel, není momentálně asi reálné, aby vzniklo samostatné ministerstvo vodního hospodářství, nebo agencie typu ústřední vodohospodářské správy. Aktuální začlenění hydrologie a vodního hospodářství do několika ministerstev, kdy v rámci každého jde o výrazně minoritní obor, který nemůže konkurovat hlavním agendám, však pro ně rozhodně není příznivé.

Podobně osamostatnění potřebuje hydrologie v rámci kategorizace vědních disciplín. Význam vody je neoddiskutovatelný, přesto z některých stran není hydrologie vnímána jako silný samostatný obor. Setkal jsem se s tím, že např. někteří meteorologové a klimatologové na hydrologii nazírají jako na vědní disciplínu pouze navazující na jejich vědní obor. Atmosférickou část vodního cyklu považují za svou doménu a odvozují z toho, že hydrologie meteorologii a klimatologii životně potřebuje, a to činí jejich vědní disciplíny nadřazené hydrologii. Nemusím říkat, že jsem přesvědčen, že tomu tak není.

Vyloženě komické (ale i tragické) je zařazení hydrologie v rámci kategorií vědních oborů Grantové agentury ČR do jedné skupiny s astronomií a astrofyzikou (a dále fyzikou atmosféry, meteorologií, klimatologií a fyzickou geografií). Lze jen těžko pochopit, jak k něčemu takovému mohlo dojít, protože vidět právě mezi těmito vědami úzkou příbuznost prostě nelze. Bohužel neblahým důsledkem je znevýhodnění hydrologie v soutěži o vědecké projekty, kdy při nastavených hodnoticích kritériích s astronomy nelze úspěšně soutěžit – vědní obory, jejich pracovní postupy i výsledky jsou zkrátka diametrálně odlišné. Mimochodem, hydrogeologie je jako obor součástí geologických věd s geofyzikou, geochemií a geologií!

Výše uvedené faktory jsou z hlediska hydrologie externí, ty následující jsou však v podstatě zcela v rukou samotných hydrologů a vodohospodářů.

Moje cesty do zahraničí mne utvrdily, že například ve srovnání s prostředím ve Spojených státech postrádáme samostatný studijní obor hydrologie. V žádném případě tím nemyslím, že stáva-



jící obory, fakulty a katedry technických i přírodovědných vysokých škol, vychovávající hydrology a vodohospodáře, nejsou kvalitní a neposkytují dostatečnou úroveň vzdělání. Domnívám se však, že vždy jsou ovlivněny a poněkud vychýleny tu ke stavitelství, tu k ekologii (myšleno věda o vztazích živých organismů) a nevychovávají čistokrevné hydrology, kteří by uvažovali celý hydrologický cyklus – propojení povrchových a podzemních vod, roli evapotranspirace a atmosférické části oběhu vody apod. Možná i proto již řadu desetiletí chybí v Čechách reprezentativní učebnice hydrologie...

Co rovněž chybí, je podle mého názoru činorodé a funkční fórum či platforma pro spolupráci v oblasti vědy a transferu jejích poznatků do praxe. Zatímco fungují některé technicky orientované organizace (CZWA – Asociace pro vodu ČR, sdružující firmy, organizace a jednotlivce působící v oblasti vodárenství a čištění vod, ČNVHVS – Česká vědeckotechnická společnost vodohospodářská), které disponují profesionálním aparátem (sekretariátem financovaným z členských příspěvků), Český národní výbor pro hydrologii, jako plně dobrovolná skupina bez finančních prostředků, se teprve pokouší o svůj rozvoj po letech, kdy v podstatě tento rozvoj závisel na aktivitě jediné osobnosti. Zcela chybí cosi jako „učená společnost hydrologická“, sdružující jednotlivé vědce a odborníky (tedy analogie například k České meteorologické společnosti, či České kardiologické společnosti apod.).

Ze všech uvedených skutečností a myšlenek vyplývá, že hydrologie, a ta česká zvláště, by velmi potřebovala popularizaci, v našem prostředí tedy taková hydrologická „Okna vesmíru dokořán“ a hydrologického popularizátora jako byl v tomto pořadu Dr. Grygar.

Závěr

Voda mě fascinuje a mám k ní velký respekt, ač jsem například nikdy netíhl k vodním sportům, zjistil jsem později, že ze strany dědečka naše rodina k vodě měla blízko. Moji předkové totiž provozovali vorařskou hospodu a k ní přináležející přívoz v Oboze na Vltavě (mimochodem oboje je dnes poměrně hluboko pod hladinou Slapské přehrady).

Můj druhý dědeček se mě často ptal: *„To mi řekni, jak tě to napadlo, že se dáš na takovouhle práci?“*, čímž myslel hydrologii. Říkal to v kontextu, toho, že při volbě vysoké školy mi radil spíše ekonomiku, protože s ní se uživím, ale se zpožděním byl rád, že jsem ho neposlechl. Pravda je, že jsem mu nikdy nedokázal odpovědět, možná to byla náhoda, možná si mě voda takhle sama našla.

Literatura

[1] ADAMS, D., 1979. The Hitchhiker's Guide to the Galaxy. Pan Books. UK. 180 p. ISBN 0-330-25864-8.

[2] TASMIN, E., 2013. All models are wrong. blog. Dostupné na WWW: <http://blogs.plos.org/models/>.

[3] KLEMEŠ, V., 2008. Political pressures in water resources management: Do they influence predictions?", which he gave in the International Interdisciplinary Conference on Predictions for Hydrology, Ecology, and Water Resources Management. Prague. Dostupné na WWW: <http://itia.ntua.gr/en/docinfo/887/>.

[4] KLEMEŠ, V., 2000. Common sense and other heresies, Selected papers on hydrology and water resources engineering. Canadian Water Resources Association. Cambridge. 378 p. ISBN 1-896513-18-2.

RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D. (1976)

Hydrolog ČHMÚ. Působil jako hydroprognostik, mimo jiné za povodně 2002. V současnosti působí jako náměstek ředitele ČHMÚ pro hydrologii, zodpovědný za organizaci hydrologické služby na území České republiky; angažuje se i na mezinárodním poli, např. v aktivitách Komise pro hydrologii Světové meteorologické organizace.

O povodních a lidech

Žiji tu už 50 let a takhle velkou povodeň jsem nezažil, kdo za to může?

Ladislav Kašpárek

Jednou z přirozených vlastností člověka je přisuzovat vlastním zkušenostem podstatně větší váhu než zprostředkovaným informacím. V mnoha případech je to správné, zejména pokud ze svých poznatků vyvodí rozumné závěry. Pokud jde o povodně, je třeba vzít do úvahy, že délka lidského života je velmi krátký časový úsek, ve kterém se variabilita a různé typy povodní mohou, ale také vůbec nemusí projevit. Takže vlastní zkušenosti mohou být pro racionální rozhodování nedostatečné.

Když se zajímáme o velké povodně, je třeba si uvědomit, že se v současné i budoucí době mohou vyskytnout extrémní případy obdobné jako v několika minulých stoletích nebo i povodně větší. Není ani žádný důvod domnívat se, že příští extrémní povodeň bude stejného typu jako ta, kterou jsme zažili. V následujícím textu popíši několik příkladů zúžených náhledů na problematiku povodní. Pokusím se je s využitím zkušeností získaných při vyhodnocování povodní a současného stavu poznatků o povodňové problematice komentovat. Připomínám, že extrémní povodně byly pracovníky ČHMÚ pro doplnění informací získaných ze soustavných vodoměrných pozorování expedičním způsobem zaměřovány a vyhodnocovány systematicky cca od roku 1970, VÚV se na této činnosti podílel od roku 1987. Počínaje povodní z roku 1997 byly všechny velké povodně vyhodnoceny nejen z hlediska meteorologie a hydrologie, ale i dalších hledisek.

Hydrologové a vodohospodáři, kteří tradičně využívali informace o historických povodních, si byli vědomi, že „povodňový klid“, který nastal během dvacátého století (na menších tocích se sice občas extrémní povodně vyskytly, skutečně velké regionální povodně nikoliv) je jen epizodou, která nebude trvat neomezeně dlouho. Přes opakované upozorňování a demonstrace toho, co může nastat, dokonce ve formě filmu, odpovědní pracovníci řídicí sféry (zcela jistě ministerstev a pravděpodobně až do úrovně obcí) se ochranou před povodněmi zabývali ve zcela nedostatečné míře. Teprve extrémní povodeň z roku 1997 na Moravě a ve východních Čechách a následně i povodeň z roku 2002, která zasáhla zejména povodí Vltavy, se staly podnětem ke změně přístupu a řešení protipovodňových opatření na úrovni legislativní, organizační a zčásti i technické.

Výskyt období, ve kterém se nevyskytly extrémní povodně, patrně není náhodný. Absence extrémních regionálních povodní v podstatné části dvacátého století a současné na velké povodně bohaté období jsou zřejmě projevem periodického kolísání, viz box 1.

Přílišné spoléhání na poznatky z poslední povodně očividně ovlivnilo i parametry současného systému ochrany Prahy pomocí mobilních zábran. Pokud jde o výšku hladiny, je dimenzována na dosti extrémní průtok, resp. vodní stavy vyšší, než za povodně ze srpna 2002. Pokud jde o rychlost vzestupu, je jeho posuzování podle této povodně nedostatečné. Nezbytný čas pro výstavbu zábran je 48 hodin. Jak by byla ochráněna Praha při povodni obdobné té z květ-

na 1872, kdy příčinná srážka spadla na povodí Berounky pod Plzní v odpoledních hodinách, depeše o průtrži mračen přišla v 6 hodin večer a Vltava v Praze kulminovala následující den cca ve 14 hodin [4]. Maximální hladina za této povodně dosáhla téměř úrovně povodně z června 2013. Od začátku deště do kulminace v Praze uplynulo tehdy 24 hodin. Přitom povodeň přitékala jen z Berounky (Vltava dokonce nějaký čas tekla nad soutokem s Berounkou proti obvyklému směru proudění), takže zmenšování průtoku manipulacemi nádrží vltavské kaskády, umožňující vyklízení lodí a výstavbu mobilních stěn by nebylo možné.

Když se přeneseme z řídicí a odborné sféry na úroveň pracovníků orgánů menších obcí a občanů, nelze se příliš divit, že když se po desítkách let zkušeností s menšími povodněmi začnou vyskytovat jedna za druhou povodně extrémní, setkáme se s postoji a reakcemi, které někdy nejsou zcela racionální.

Velmi častá je představa, že po povodni s relativně dlouhou dobou opakování by se neměla dlouho vyskytnout povodeň obdobně velká. Ve skutečnosti pro to žádný důvod není. Náhodný proces vzniku povodní není tombola, kde se již vylosované číslo nevrací do klobouku.

Dalším mylným názorem je, že „v minulosti tak velké povodně nebyly“. Z pozorování vodních stavů v devatenáctém století a z rozboru historických dat se ukazuje, že extrémní povodně se vyskytovaly v celém posledním tisíciletí a že povodeň z roku 2002 zřejmě nebyla největší, která Prahu postihla. Ani vyhodnocení povodní za období 1 000 let neposkytuje záruku, že se nemůže objevit povodeň překračující historické maximum. Samozřejmě nelze srovnávat maximální povodně ve střední Evropě s maximálními povodněmi na Zemi, řádový rozdíl však naznačuje, že naše „obalová čára maximálních průtoků“ neudává nepřekročitelnou mez, viz box 2.

U veřejnosti, zčásti i u odborníků z jiných oborů než hydrologie, se dosti často setkáváme s názorem, že extrémní povodně jsou následkem změn vegetačního krytu, zejména menšího zalesnění, nárůstu urbanizovaných ploch a velkoprostorového zemědělství. V tomto případě záleží na tom, o jaký typ povodně jde.

U povodní z krátkodobých přívalových dešťů tyto vlivy skutečně a někdy významně působí. Při výskytu regionálních povodní způsobených několikadenními dešti je jejich vliv o jeden řád slabší než vliv rozhodujících činitelů, což je zejména výška srážek, intenzita srážek a míra nasycení povodí vodou před povodní, viz [9]. A velikost regionálních srážek na způsobu využití území nijak nezávisí.

V minulosti byl vliv zalesnění povodí na tlumení povodní zřejmě přeceňován. Nechtěný „velkoplošný experiment“ odlesnění Krušných hor ukázal, že vliv odstranění imisemi zničených lesních porostů velkého rozsahu se na režimu povodní prakticky neprojevil, viz box 3.

V poslední době se i v odborné veřejnosti spojuje větší četnost extrémních povodní s klimatickou změnou, která se projevuje oteplováním. To je prokazatelné, ale pokud jde o změny extrémních srážek, názory se různí a shrnutí poznatků o povodních v České republice [2] i na mezinárodní úrovni [5] dospělo k závěru, že prozatím se vliv změny klimatu na povodně neprokázal.

Výše uvedené domněnky lze do jisté míry přisoudit omezené míře obecné úrovně znalostí a informovanosti obyvatelstva z oblasti hydrologie i přežívání některých starších, neprokázaných hypotéz.

Po všech velkých povodních se pak opakuje situace, kdy část lidí, které povodeň postihla, hledá „kdo za to může“, což souvisí s tím, že si často nechtějí přiznat vlastní pochybení, které spočívá v tom, že například rodinný dům nebo velmi často chatu postavili nebo koupili v zatopované říční nivě nebo přímo v povodňovém řečišti. Nejsou schopni se v plné míře vyrovnat s tím, že někdy i opakované zaplavení jejich nemovitostí s příslušnými následky je způsobeno přirozeným jevem, kterým povodeň je, a umožněno jejich předcházejícím nesprávným rozhodnutím a nezřídka i nesprávným postupem stavebních úřadů.

V případě některých lokálních povodní z přívalových dešťů na malých povodích lze poměrně snadno zjistit, že odtok z polí, na kterých jsou pěstovány širokořádkové plodiny, zejména kukuřice, je podstatně větší než z polí se vzrostlým obilím, z luk, pastvin a z lesa. Kukuřice sice povodeň nezpůsobuje, ale zejména pokud již z předcházejících dešťů a následným vyschnutím je pod řídce pokrytým povrchem zhutněná krusta, zmenšuje zásadním způsobem vsakovací schopnost půdy a vytváří podmínky pro vznik povrchového odtoku a silnou erozi půdy. To je známo již řadu desetiletí, jsou vyzkoušeny i agrotechnické postupy které propustnost půdy zachovají. Zatím jsem však ještě neviděl, že by je někde zemědělci použili. Erozní důsledky pěstování kukuřice jsou většinou zcela zřejmé, kromě nich však k zmenšení vsakovací schopnosti půdy přispívají i další důsledky intenzivního zemědělství, například zhutnění podpovrchové vrstvy dlouhodobým používáním těžké techniky a absencí orby tak hluboké, aby ji narušila, nebo aplikace pesticidů, které ovlivňují půdní faunu. Ta je podstatná pro tvorbu preferenčních cest umožňujících větší infiltraci intenzivních srážek. Současný způsob obhospodařování zemědělské půdy, kdy na téměř třech čtvrtinách její plochy se střídá jen obilí, řepka a kukuřice, zákonitě vede k soustavnému snižování hloubky půdního profilu.

V konkrétních případech se všechny uvedené vlivy přispívající ke zvětšení povodňového odtoku projevují souhrnně a v různé míře nejen podle podílu orné půdy v povodí, ale zejména v závislosti na charakteru přívalové srážky. Čím je vyšší její intenzita, tím působí více.

Intenzivní deště se až na výjimečné situace vyskytují na omezené ploše, takže způsobují lokální rozvodnění.

Lokální přívalové povodně, i když jejich následky jsou pro postižené obce katastrofální, ze své podstaty nepostihují tolik lidí, jako povodně regionální, které mívají silnější společenskou odezvu.

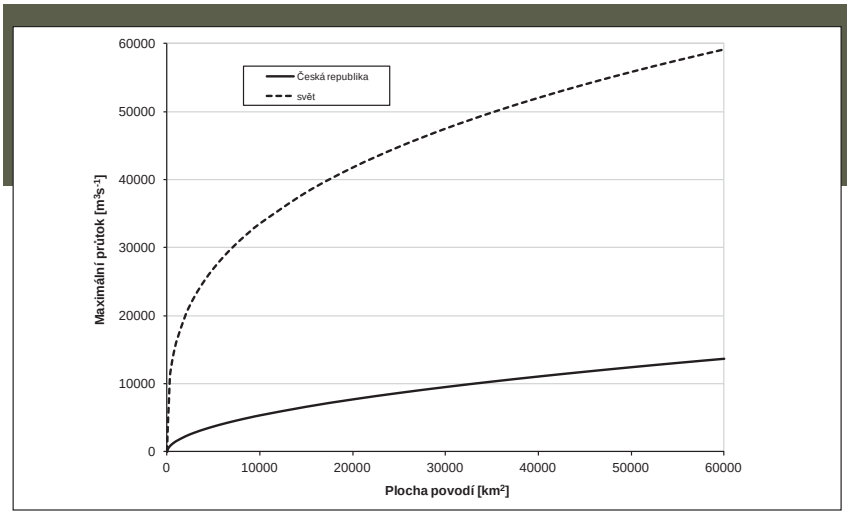
U velkých regionálních povodní i v případě přívalových povodní na malých tocích, pokud jsou v povodí vodní nádrže, se opakovaně setkáváme s názory, že povodně byly zvětšeny nebo alespoň nedostatečné zmenšeny jejich vlivem. To se opravdu stává v případě protržení hrází rybníků, u historických i současných extrémních povodní to je jev poměrně častý. Pozornost veřejnosti je však zaměřena hlavně na velké nádrže. V České republice, kromě protržení přehrady na Bílé Desné 18. září 1916, které nenastalo za povodně, se žádná velká přehrada neprotrhla. Manipulace nádrží za povodní se řídí manipulačními řády, které u některých nádrží umožňují určité zmenšení povodňového kulminačního průtoku, většinou jen u menších povodní. Zvětšovat kulminační průtok manipulační řády nepovolují, a zpravidla by to ani ne-

šlo technicky provést. Možnosti zmenšení povodňových průtoků jsou u většiny nádrží značně omezené, a to i při optimálních manipulacích.

Hlavní zdroj toho, že se od nádrží očekává za povodní větší účinek, spočívá v tom, že jen v prvním období výstavby přehradních nádrží v Čechách cca do let třicátých 20. století, byla důvodem pro jejich výstavbu ochrana před povodněmi. Tyto vesměs menší nádrže na menších tocích svoji ochrannou funkci plní, ale dosah jejich ochranného vlivu s narůstající plochou povodí po proudu toku dosti rychle klesá. Naprostá většina přehrad postavených po druhé světové válce vytvořila nádrže, jejichž účelem bylo a je zabezpečit odběr vody (nejčastěji pro zásobování obyvatelstva, ale i pro průmysl a závlahy a minimální průtoky) i v případě dlouhodobého sucha, u některých nádrží i energetické využití. Setkal jsem se poměrně často s tím, že i lidé s vysokoškolským vzděláním přestali vnímat to, že bez vodních nádrží a vodárenských systémů by zejména ve větších městech nebylo samozřejmostí, že téměř vždy mohou použít pitnou vodu, bez omezení a v zajištěné kvalitě, a zcela vážně se dotazovali, „k čemu ty přehrady jsou“. U nádrží s primárně zásobní funkcí se většinou počítá i s ochranným protipovodňovým účinkem, ten však téměř vždy není tak velký, aby významně zmenšil extrémní povodně.

Opakovaně se objevují tendence redukovat zásobní funkci stávajících nádrží ve prospěch protipovodňové ochrany. To však hromadně nelze, zejména když projekce změny klimatu pro naše území počítají s větším nebezpečím sucha. Zkušenosti ze západní Evropy, kterou v roce 2003 postihlo významné sucho, ukazují, že jak lidské ztráty, tak ekonomické škody způsobené suchem spojeným s vlnou veder byly větší než od povodní z roku 2002.

Sucho, pokud jde o náhodnost výskytu, si nijak nezadá s povodněmi. Letos uplynulo již 66 let od katastrofálního sucha z roku 1947. Povědomí o tom, že se podobný případ může zopakovat, již není příliš silné. Doufejme, že náš stát v dohledné době nepostihne, protože míra přípravy na něj odpovídá stavu přípravy na povodně před rokem 1997.



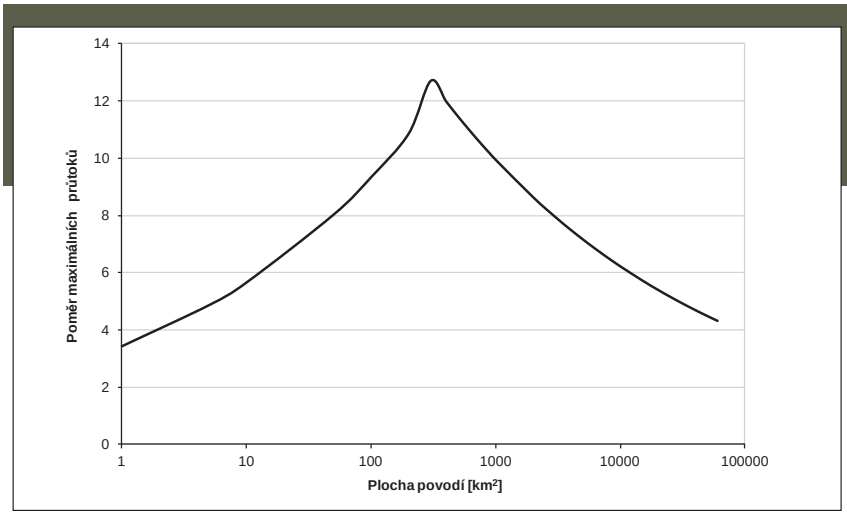
Obr. 1 Maximální pozorované průtoky ve světě a v České republice.

Box 1

Kolísání četnosti výskytu extrémních povodní

I. Charvátová [7] prokázala, že periodické změny charakteru pohybu Slunce kolem těžiště sluneční soustavy se projevují například kolísáním vulkanické aktivity Země. Slunce se vlivem gravitace velkých planet vychyluje z centra sluneční soustavy. Jde o jev, který má periodický charakter s délkou cyklu 179 let. V každém cyklu je v posledních 50 letech pohyb Slunce uspořádaný, v předcházející části cyklu chaotický.

Na studie Charvátové navázal L. Elleder [3], kterému se podařilo rekonstruovat velké povodně, cca nad úrovní 50letého kulminačního průtoku, na Vltavě v Praze z období 1119–2002. Zjistil, že žádná z extrémních povodní se nevyskytla v některém z 50letých „uspořádaných" období, ve všech šesti posuzovaných cyklech. Právě probíhající cyklus začal v roce 1956, předcházelo období „povodňového klidu" 1905–1956.



Obr. 2 Poměr maximálních pozorovaných průtoků ve světě a v České republice.

Box 2

Porovnání maximálních pozorovaných průtoků ve světě a v České republice

Jako přílohu zprávy [1] Metodické postupy odvozování návrhových extrémních povodní pro posuzování bezpečnosti přehrad jsem zpracoval přehled povodní z let 1970–1995 a shromáždil v té době známé informace o maximálních průtocích za celé období předcházejících vodoměrných pozorování i výsledků z expedičních průzkumů povodní. Podle těchto dat jsem sestrojil graf vymezující hranici, po kterou sahají při dané ploše povodí maximální specifické průtoky $m^3s^{-1}km^{-2}$ (tj. průtok kterými přispíval 1 km^2 plochy povodí). Do současnosti je graf pracovníky ČHMÚ doplňován podle vyhodnocení extrémních povodní, jen v minimu případů jej vyhodnocené průtoky překročily. Na obr. 1 je tento vztah transformován do jiné formy, ve které je pro plochu povodí vynesena velikost maximálního průtoku. Pro porovnání je vynesen i obdobný vztah pro pozorovaná maxima z celého světa podle [10]. V použitém rozmezí ploch od 1 km^2 do 60 000 km^2 jsou to zejména data z toků v oblasti západního pobřeží USA a z jihovýchodní Asie, zvláště z jihovýchodní části Číny [6]. Klimatické i orografické podmínky v těchto oblastech jsou samozřejmě pro vznik extrémních povodní podstatně odlišné než ve střední Evropě. Přesto až řádově větší hodnoty světového grafu varují před tím, abychom graf odvozený z dat v ČR považovali za mez, která nemůže být překročena. Zajímavá je informace, kterou ukazuje obr. 2, na kterém je poměr maximálních pozorovaných průtoků ve světě a v ČR. V oblasti velmi malých ploch povodí jsou světová maxima jen cca 3krát až 4krát větší, v oblasti povodí o ploše cca 200 až 900 km^2 více než 10krát větší a pro plochu povodí Labe v Děčíně jen 4,5krát větší.

Box 3

Jak se nepotvrdily odhady vlivu odlesnění na výskyt povodní na tocích v Krušných horách

V roce 1978 za účasti pracovníků jedenácti odborně zdatných organizací proběhlo expertní řízení, jehož účelem bylo odhadnout zvětšení povodňových průtoků následkem odlesnění Krušných hor v důsledku imisí poškozených a zničených lesů. Expertní řízení připravilo podklady pro stanovení změn hydrologického režimu povrchového odtoku v souvislosti s řešením ochrany povrchových dolů v podkrušnohorské oblasti. Míra navýšení N-letých průtoků měla vzhledem k rozsahu dimenzovaných staveb neobvykle velký ekonomický dopad. Největší rozpětí měly odhady relativního zvětšení stoletých maximálních průtoků. Pro předpoklad úplného odlesnění povodí (původně zcela zalesněného) se pohybovaly v rozmezí 20 % (dolní mez odhadů z posudku Hydrometeorologického ústavu, založeného na korelační analýze pozorovaných dat [8], až 300 % (horní mez odhadů z posudku Katedry hydrologie a hydrauliky ČVUT Praha, podle literárních poznatků zejména z USA). Výsledkem expertního řízení byl návrh zvětšit stoleté průtoky o 5 až 15 % pro 10 % zmenšení plochy jehličnanů v závislosti na prognóze úspěšnosti a kvality nového zalesnění. Skutečný vývoj ukázal, že na tocích Krušných hor i v povodích s velkou mírou odlesnění se žádné extrémní zvýšení četnosti ani velikosti povodní neprojevilo. Průměr ročních maxim z tohoto období nevybočil z rozmezí kolísání v období před začátkem intenzivního odlesňování. Vysvětlení spočívá v tom, že schopnost vsakovat vodu na plochách pokrytých výsadou náhradních porostů a buření, která pokryla odlesněné plochy velmi rychle, se nijak podstatně nelišila od předcházejícího stavu. Rozhodující činitel, lesní půda, zůstal zachován. V krátkém kritickém období bezprostředně po odlesnění se nevyskytla žádná extrémní srážka.

Literatura

[1] ČHMÚ, 1996. Metodické postupy odvozování návrhových extrémních povodní pro posuzování bezpečnosti přehrad. Výzkumná zpráva.

[2] DAŇHELKA, J. et al., 2011. Dopady změny klimatu na extrémní hydrologické jevy. In Pretel, J. Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření. Závěrečná výzkumná zpráva úkolu SP/1a6/108/07, s. 58–81.

[3] ELLEDER, L., 2010. Využitelnost proxy dat v hydrologii: rekonstrukce řady kulminačních průtoků v Praze. Doktorská disertační práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta. 150 s.

[4] ELLEDER, L. – KULASOVÁ, B. – DAŇHELKA, J., 2012. Přívalová povodeň 25. a 26. května 1872 a možnost protipovodňové ochrany. In: Vybrané kapitoly z historie povodní a hydrologické služby na území ČR. Praha: ČHMÚ. s. 100–118. ISBN 978-80-87577-12-7.

*[5] HIRSCH, R. M. – RYBERG, K. R., 2012. Has the magnitude of floods across the USA changed with global CO2 levels? Hydrolological Sciences Journal, **57 (1)**, p. 1–9, DOI: 10.1080/02626667.2011.621895. ISSN 0262–6667.*

*[6] CHAOQUN, L. – GUOAN, W. – RONGRONG., L., 2013. Maximum observed floods in China. Hydrological Sciences Journal, **58 (3)**, p. 728–735. ISSN 0262-6667.*

[7] CHARVÁTOVÁ, I., 2000. The cycle of 2402 years in solar motion and its response in proxy records. GeoLines, 11, s. 12–14. ISSN 1210–9606.

[8] KAŠPÁREK, L., 1978. Regresní analýza činitelů, které ovlivňují q100. Příloha Expertního po-

sudku Odhad změn hydrologických parametrů povrchového odtoku pro vybrané toky Krušných hor. Praha: HMÚ. 11 s.

*[9] KAŠPÁREK, L. – PELÁKOVÁ, M., 2013. Vliv fyzicko-geografických charakteristik na velikost povodně v srpnu 2002. VTEI, **55**, 3, s. 17–20, příloha Vodního hospodářství 6/2013. ISNN 0322-8916.*

[10] WMO, 2009. Manual on estimation of probable maximum precipitation (PMP), Geneva: WMO. no. 1045, 259 p. ISBN 978-92-63-101045-9.

Ing. Ladislav Kašpárek, CSc. (1942)

Pracoval nejprve v ČHMÚ, později přešel do Výzkumného ústavu vodohospodářského, T. G. Masaryka. Věnuje se problematice povrchových vod, statistickému zpracování časových dat a trendů, hodnocení zdrojů vody apod. Významně přispěl ke vzniku metody výpočtu hydrologických charakteristik. Jeho kolegové na něm oceňují mimo jiné schopnost použít složité vědecké metody a postupy pro praktická vodohospodářská řešení.

Více než půl století v zaujetí pro vodní hospodářství

Vojtěch Broža

Místo úvodu

Při jedné ze zastávek Víta Klemeše, který byl asi náš ve světě nejznámější hydrolog a vodohospodář (mj. byl zvolen presidentem Mezinárodní asociace pro vědeckou hydrologii), v Praze, jsme se v rozhovoru dostali k úvahám, zda jsme či nejsme vědci v našem oboru. Oba vzděláním stavební inženýři vodohospodáři zabývající se problémy praxe a působící ve vědeckovýzkumných institucích, s původními poznatky a metodickými postupy v oboru. On argumentoval tím, že naše přístupy k problémům hydrologie jsou převážně inženýrské, takže z hlediska zásad vědeckého bádání s námi asi nebude vše v pořádku. Jelikož jsem věděl, že V. Klemeš, zřejmě odborně nezpochybnitelná autorita, někdy dráždí kolegy v oboru pochybami o původnosti a účelnosti jejich prací a provokativními úvahami, příliš jsem neoponoval.

Na tuto debatu jsem si vzpomněl později, když v jedné z publikací našeho významného historika D. Třeštíka jsem narazil na pár odstavců, v nichž se souhlasem komentoval, co o vědě napsal T. H. Kuhn. Podle něj je věda jen to, na čem se shodne mocensky etablovaná většina zavedených vědců. Rozhoduje nijak blíž nedefinovaná shoda tzv. vědecké komunity. To má důsledky pro udělování vědeckých hodností, publikování v tzv. impaktovaných periodikách, databáze ohlasů atd. Přitom v tom je silný prvek moci, který má velkou váhu i při získávání prostředků na výzkum, resp. rozdělování z obecně omezeného celkového objemu. Jak příznačné pro současnou dobu. Má to jen málo společného s objektivní skutečností, s novými dílčími poznatky a objevy, jejich syntézou atd.

Pro hydrologii a vodní hospodářství, které u nás společně po léta vytvářely oficiální vědní obor, je charakteristické, že se účelně prolínala teorie s praktickou aplikací – s interaktivní motivací. U nás velmi ceněný A. R. Harlacher se svými průkopnickými přínosy zejména v hydrometrii byl také odborník, který koncepčně řešil např. návrh nádrže pro zásobování Mariánských Lázní vodou a podílel se na unikátním vodním díle Kamenička, jehož účelem bylo zajistit vodu pro další rozvoj Chomutova. Velmi efektivní vzájemná inspirace hydrologie a vodního hospodářství, prolínání teorie a praktických aplikací, přínosy jak pro rozvoj poznání, tak pro řešení náročných vodohospodářských problémů jsou ostatně zřejmé v průběhu desetiletí až do současnosti.

Pro zajímavost připomínám, že po roce 1990, kdy byl ustaven rezort životního prostředí, se vyskytl názor, že vodní hospodářství je něco uměle vytvořené v období „totality“. Je skutečností, že ještě kolem roku 1960 v angličtině ani francouzštině nebylo snadné najít vhodný odborný ekvivalent; uplynulo pár roků a nové termíny se ve světových jazycích objevily. Důležitější ale je, že objektivně existující náročná odborná vodohospodářská problematika byla obecně uznána.

Voda pro všechny

V dnešní době pociťujeme nedostatek tolerance. Typické pro nás je, že nejlíp víme, co a jak by měli dělat ti druzí, sami často nelibě neseme omezování pravidly, které se nám nelíbí.

Od základní školy jsme vedeni k tomu, abychom pochopili, že voda je základ života, nejvýznamnější součást životního prostředí. Učíme se o jejím výskytu a oběhu na Zemi.

Rozdílné přírodní poměry v různých oblastech světa jsou příčinou toho, že přístup jednoho každého z nás k vodě není „rovnoprávný". Voda tak získává strategický význam a může lákat různé subjekty, které mají zájem o co největší podíl na moci, k zneužití reality nerovnoměrného rozložení vodního bohatství. Proto považuji všechny mezinárodní akce, které opakovaně připomínají, že voda na Zemi je opravdu pro všechny a že je nutno si ji považovat, za velmi potřebné. Přesto konflikty, v nichž voda bude mít hlavní (nebo zástupnou) úlohu, považuji i do budoucna za reálné. Pro spíš úsměvnou ilustraci tu připomínám drobnou příhodu, která se stala Stanislavu Novotnému, významnému vodohospodářskému odborníkovi, když před lety vysvětloval na Vysočině význam zvýšeného vodárenského využití nádrže Vír na Svratce pro brněnskou aglomeraci a další oblasti na jižní Moravě (S. Novotný byl kdysi také „poctěn" jistou nátlakovou ekologickou iniciativou titulem ropáka, což osobně chápu jako doklad až bigotní společenské netolerance). Po hodinovém výkladu povstal v sále jeden přítomný a provokativně pronesl něco v tom smyslu, že by rád věděl, proč vlastně má být voda z Vysočiny posílána nějakým Brňákům.

Environmentálně přiměřené aktivity lidí, ochrana přírody a vodní hospodářství

Pojmy udržitelný rozvoj, environmentální kompatibilita a mnohé další se objevily jako produkt doby, pro niž je charakteristické zásadní zvýšení významu ochrany přírody při snahách o zachování, popř. jistý růst životního standardu lidí, vyvolávajících další nároky na využívání přírodních zdrojů, změny v krajině a produkci znečištění, to vše při rychlém růstu počtu obyvatel na Zemi. Jedná se převážně o složité a citlivé sociálně politické problémy, na jejichž řešení neexistuje recept; názory jsou často protichůdné. Tato skutečnost charakterizuje dnešní diversifikovanou společnost, která se po zavrhnutí teze, že technický pokrok vyřeší většinu problémů, dostala do poněkud chaotického stavu předkládání nejrůznějších představ a koncepcí – bohužel bez podložených argumentů a navazujícího úsilí o jejich realizaci.

Když si před více než sto lety naši předchůdci postupně uvědomili velmi omezené vodní bohatství na našem území a potřebu s vodou hospodařit a také chránit se před ničivými účinky povodní, v čemž jim pomohl i výskyt velkých povodní i významných období sucha na přelomu 19. a 20. století, hledali v rámci daného společenského uspořádání východiska. Dospěli k potřebě úprav odtokových poměrů v povodích a soustředili se hlavně na vodní nádrže a úpravy toků.

Po vzniku samostatného státu v roce 1918 bylo možno zaznamenat širokou podporu pro všestranné využívání vod, ať se již jedná o využití vodní energie, vodní dopravu, ochranu před povodněmi i vodu v zemědělství. Státní podporu měl i výzkum – již v roce 1919 byl založen Státní hydrologický ústav, od počátku s podstatně širším odborným záběrem.

Pozornost se v té době zaměřila na vyhledávání lokalit vhodných pro zadržování vody v povodích v zájmu hospodaření s vodou, většina známých přehradních profilů byla již tehdy uváděna v různých studiích, popř. publikacích. Problémy jakosti vody a ochrany vod přitom tehdy ještě nebyly nijak naléhavé.

Narušení kontinuity vývoje druhou světovou válkou, nacistickou okupací v letech 1939–1945, i v období před válkou, bylo jistě mimořádné. Zajímavé je, že všechny projekty nádrží i dalších vodních děl nebyly přerušeny ani v době, kdy bylo nutno vynakládat značné prostředky na opatření proti válečnému ohrožení.

S ukončením války nastalo v rámci obnovy státu pro vodní hospodářství období až euforické. Projevily se tu aktivity významných osobností oboru, které se zaměřily jak na konkrétní projekty, tak na potřeby v budoucnu. Zásadním výstupem byl tzv. Státní vodohospodářský plán (SVP), který na podkladě zhodnocení přírodních poměrů státu, předpokladů budoucího rozvoje ekonomiky a společnosti předložil ucelenou nabídku komplexního využívání vodního

bohatství státu. Ani v době vzniku SVP nebyla problematika ochrany vod tak naléhavá jako několik let později. Již před půl stoletím se u nás dospělo ke koncepci provozu a správy vodních toků po ucelených povodích. Byly položeny základy vodního hospodářství jako samostatného odvětví. Že nešlo jen o proklamaci, to prokazují konkrétní požadavky uplatňované v projektech. Stačí jako příklad uvést požadavek na zajištění minimálního průtoku na Vltavě v Praze hospodařením s vodou v nádržích Orlík a Slapy v zájmu zásobování vodou obyvatelstva a zemědělství, plavby i prostředí městské aglomerace (šlo o zvýšení minimálního průtoku na více než trojnásobek). V době absolutní převahy hydroenergetických nároků v celé Evropě to byl jistě pozoruhodný záměr. Přitom se sledovaly i možnosti omezení negativních dopadů výstavby nových vodních děl na prostředí, např. návrhem rozsáhlých nápravných opatření v oblasti zátopy orlické nádrže, řešením sociálních aspektů vyvolaných nezbytným přesídlením obyvatel atd. – to vše v dobách, kdy pojem životní prostředí ještě nebyl na světě. Bohužel v dalších letech byly tyto snahy vodohospodářů administrativně omezovány.

V průběhu let se ukázalo, že nároky na odběry vody je nutno regulovat. Představa, že stát zajistí bezplatně všechny požadavky na vodu, vedla k jejich přehánění do budoucna. Kupodivu pomohlo malé zpoplatnění, zdaleka neodpovídající reálným nákladům na zajištění dodávky vody. Po roce 1970, kdy nebyl dostatek prostředků pro další výstavbu, se ve vodním hospodářství pod heslem racionalizace budovala často jen díla mimo sféru hlavních problémů odvětví, např. opatření v zájmu rozvoje těžby uhlí v severních Čechách, rozvoj významných zdrojů vody byl utlumen. Výrazně narůstaly problémy se znečištěním a ochranou vod. Postupně se rozvíjely snahy v zájmu ochrany životního prostředí odmítat další výstavbu vodních děl na tocích.

V převratné době po roce 1990 byly rozpaky, zda rozestavěné nádrže, některými politiky označované jako megalomanské, dokončit. U nás se to týkalo hlavně soustavy Novomlýnských nádrží na Dyji (v podstatě již dokončené), Hněvkovic a Kořenska pro jadernou elektrárnu Temelín a významné víceúčelové nádrže Slezská Harta na Moravici.

I když se projekty podařilo dokončit, byť s četnými překážkami, skutečností bylo, že na prahu nové éry společenského vývoje se u nás nepřipravovala realizace žádného díla pro úpravu odtokových poměrů v povodích.

S postupným začleňováním do Evropské Unie i se změnami priorit, které přinesla zásadní transformace politického a ekonomického systému, se hlavní zájem ve vodním hospodářství soustředil na problematiku ochrany vod, s důrazem na výstavbu nových čistíren odpadních vod a větší účinnost jejich funkce. Zásadně se však změnil pohled na vodní bohatství státu; hlavním předmětem zájmu se staly ekologické funkce vody. V rámci Evropy nově prosazované plánování v oblasti vod, na rozdíl od našich tradic, v podstatě pomíjí kvantitativní hlediska,

---

„Všechna voda má skvělou paměť a navždy se bude snažit dostat zpět, kde už byla.“

Toni Morrison

---

většinou se soustřeďuje jen na zlepšení ekologického stavu. Snahy z naší strany o vyvážený přístup v této oblasti se dnes prosazují velmi obtížně. Bez průkazu se proklamuje teze, že tzv. zelená infrastruktura zabrání suchu i povodním (např. Blueprint EK), což je nesmysl a snad neudržitelné i jako politická deklarace. Zdůrazňování všestranného významu tzv. zelené infrastruktury pro zvýšení kvality prostředí i života lidí jistě má velký význam, nemělo by však být příliš vzdálené od skutečnosti.

Velmi významným podnětem pro naše vodohospodáře se stal výskyt extrémních povodní, který byl odstartován v létě 1997, vyvrcholil v roce 2002 a pokračuje do dnešních dnů, s další extrémní povodní v západní polovině Čech počátkem června 2013 a zvlášť nebezpečnými lokálními přívalovými povodněmi... Je skutečností, že upozorňování rozhodujících činitelů ani některé varovné události před rokem 1997 nepřinesly žádoucí účinek, až extrémní povodňové škody a ztráty na lidských životech vyvolaly zvýšenou celospolečenskou pozornost. Přitom se již dříve vodohospodáři v součinnosti s hydrology věnovali metodickým problémům odhadu charakteristik extrémních povodní, hlavně v zájmu hodnocení vybudovaných přehrad za povodní. Potřeba kvalitně zhodnotit vyskytnuvší se extrémní povodňové epizody byla samozřejmě dalším podnětem pro rozvoj aplikované (inženýrské) hydrologie.

Pro Českou republiku trvale nejzávažnějším problémem zůstává nedostatek vody v suchých obdobích, seskupujících se často do dvou až tří let po sobě – i když takové výrazné sucho jsme řadu let nezažili. Proto současná generace nemůže mít autentické zkušenosti v tomto směru, v rámci systému zvládání krizových situací zkušenost z období sucha chybí, upozornění vodohospodářů veřejnost příliš nevnímá.

Co na závěr?

Vícekrát bylo řečeno, že zkušenosti z dopadů extrémních přírodních jevů, jako jsou zemětřesení, povodně, extrémní sucha atd., jsou mezi generacemi převážně nepřenosné.

Přesvědčili jsme se o tom i u nás, hlavně při výskytu velké povodně ve východní části státu v roce 1997 a v řadě případů v rámci následujícího „povodňového období".

Pokud jde o sucho, problémy se v poslední době projevily jen lokálně a krátkodobě, protože tak výrazná suchá období, jaká byla např. v sedmdesátých letech 19. století, v letech 1904, 1933–1935, 1947 i 1950–1954 se již po léta nevyskytla, obdobně jako tomu bylo před rokem 1997 u velkých povodní.

Ve skutečnosti problémy sucha občany nezajímají, pro media nejsou atraktivní, nadále přetrvává ohrožení povodněmi. Ani mezi některými odborníky se sucho nepovažuje za problém, vždyť odběry vody výrazně poklesly, takže z minulosti existují značné rezervy v kapacitách významných vodních zdrojů.

Extrémní sucha se na našem území bezpochyby vyskytnou, bohužel jejich výskyt v průběhu let, natož průběh a hloubku deficitu vody nejsme schopni ani zhruba odhadnout. V současném období hydrologických extrémů není vyloučeno, že budou extrémnější než ta, která máme díky hydrometrii archivována z minulosti. Jejich hlavní dopad lze očekávat hlavně v obecně environmentální resp. ekologické oblasti. Koryta vodních toků bez průtoku, s výjimkou vody vypouštěné z čistíren odpadních vod, poklesy hladin podzemní vody obecně i v poříčních zónách, vyschlé rybníky i mokřady.

I v případě, že se dále zdokonalí předpovědi výskytu extrémních hydrologických jevů a budou fungovat evropská centra jejich sledování, na rozdíl od povodní pro zvládání sucha nejsou reálně k dispozici operativní nástroje pro omezení ztrát. Účinným prostředkem tu je zásoba vody akumulovaná v povodích před nástupem období sucha s regulovatelným využíváním po celou předpokládanou dobu trvání jevu. V našich podmínkách s trváním sucha tři až pět měsíců tzv. zelená infrastruktura (mokřady, pobřežní zóny, inundace) nemůže mít schopnost dopady sucha účinně omezit. Pokud se v zájmu ochrany přírody a ekologie brání realizaci účinných akumulací vody v povodích (zatím poslední nádrž se zásobní funkcí se projektovala před více než čtvrt stoletím), nic se v zájmu zmírnění negativních dopadů sucha – bez ohledu na předpokládané důsledky změny klimatu – neudělalo. Soupis očekávaných změn a adaptačních opatření na papíře problémy neřeší.

Pro státní sféru jsou rozporné názory odborníků výhodné; není nutno vynakládat prostředky ze státního rozpočtu. Rovněž představitelé obcí jsou spokojeni. Pokud se opravdové sucho vyskytne, bude třeba najít viníka – samozřejmě to budou vodohospodáři. Obdobně jako po extrémních povodních se najdou experti, kteří za podpory medií budou šířit názory, že dosavadní koncepce selhala atd. Sucho na rozdíl od povodní u nás není krátkodobou episodou, stejně tak možnosti nápravy jsou komplikovanější, realizace dlouhodobá. I tak odezní, po jisté době se objeví protichůdné názory, jak problémy řešit – jak je v dnešní diversifikované společnosti standardní.

Lidé už přežili horší věci než velké povodně či nějaké sucho. Proti minulosti při obecném nedostatku vody alespoň v pořícních zónách podél vodních toků, kde bude možno hospodařit s vodou akumulovanou ve vodních nádržích vybudovaných v minulosti, budou následky sucha mírnější – díky více než stoletému úsilí našich předchůdců – vodohospodářů, kteří využili daných společenských podmínek pro uskutečnění opatření v zájmu využívání a ochrany našeho vodního bohatství.

Zřejmě není reálné zajistit zmírnění škod v důsledku výskytu hydrologických extrémů s účinkem na celé rozloze povodí či dokonce státu, a to bez ohledu na opatření, která se použijí. Shodně mluvíme o potřebě zvýšit retenční a akumulační schopnost území. Hydrologové spolu s vodohospodáři navrhují východisko, spočívající v postupném budování dalších vodních nádrží s možností zadržovat vodu a regulovat odtok v souladu s předpoklady projektu. V souladu se staletou tradicí u nás mají smysl pro společnost i ochranu prostředí. Stejné pochopení pro jejich potřeby by měli nacházet u odborníků zaměřených na ochranu přírody a ekologii. Akumulační a retenční kapacita inundačních a pobřežních zón vodních toků, mokřadů popř. dalších přírodních prvků v našich podmínkách není dostatečná pro patrné zmírnění negativních dopadů hydrologických extrémů. Pokud nebude zájem na nalezení kompromisu přijatelného pro obě strany, žádné účinné opatření se neuskuteční. Přitom bude třeba vyváženě bilancovat požadavky na vodu v zájmu společnosti i ekologie.

Stále zůstáváme na střeše Evropy a vodou, která k nám přichází převážně ze srážek sice obnovitelně, ale značně nerovnoměrně, příliš neoplýváme a musíme s ní hospodařit.

Naši předchůdci před desítkami let byli příkladem pro ostatní. Snažme se o to i my.

Prof. Ing. Vojtěch Broža, DrSc. (1935)

Český vodohospodář a vysokoškolský pedagog na pražském ČVUT, specializující se na problematiku přehradních nádrží. Podílel se na projekčních pracích nádrží Orlík, Hracholusky nebo Vrchlice. Za 40 let akademické praxe vychoval a ovlivnil několik generací vodohospodářů. Je předsedou České vědeckotechnické vodohospodářské společnosti a Českého přehradního výboru.

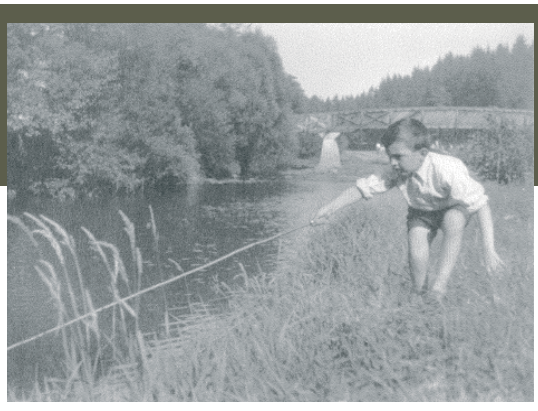
Voda – živel, který mi učaroval

Pavel Punčochář

Ano, musím po téměř třech čtvrtinách století svého života tento fakt potvrdit. Vše vlastně vzniklo tak, že jsem prvních 20 let života trávil asi 30 m od řeky Sázavy, na Českomoravské vrchovině ve Světlé nad Sázavou. Hučení vody blízkého jezu, vzdáleného asi 100 m, byla nádherná noční kulisa a ukolébavka, která mi od té doby chybí, i když bydlím asi minutu chůze od řeky Berounky v Radotíně. V blízkosti však jez není. Můj zájem o vodu začal rybařením; děda, tatínek i bratr byli zanícení rybáři a moje nejhezčí prázdniny i volné chvíle patřily pobytu kolem Sázavy, ať ve Světlé, nebo v Chřenovicích, Budči, Vlastějovicích. S odstupem žasnu, jak mne rodiče nechávali již v předškolním věku samotného chytat na „lískový bič“ ze schůdků, kam se tehdy chodilo máchat prádlo, což bylo na konci čtyřicátých let v Sázavě běžné. Svou první rybku jsem ulovil samostatně a bez dohledu kohokoliv v pěti letech – byla to ouklej pruhovaná, která je dnes na seznamu ohrožených druhů. To byla sláva!

Řeka Sázava mi zkrátka učarovala. Během studií na gymnáziu, tehdy Jedenáctileté střední škole, v Ledči nad Sázavou jsem dvakrát denně projížděl „posázavským pacifikem“ podél nejkrásnějšího úseku Sázavy, Stvořidel. Koryto zde má největší spád z celého vodního toku dlouhého 220 km. To už bylo v době, kdy řada škrobáren na horním úseku Sázavy v Ronově, Přibyslavi, Pohledštích Dvořácích, Havlíčkově Brodě a Okrouhlici během kampaně zatěžovala vodní tok Sázavy tak, že rybí populace částečně vyhynuly a ve větší vzdálenosti od posledního provozu se změnily, neboť přežily pouze druhy ryb odolné vůči nízkým koncentracím kyslíku ve vodě. Zmizely parmy, podoustve, boleni – o střevlích a vrankách ani nemluvě. A peřeje ve Stvořidlech způsobily zázrak: organické látky byly mineralizované za spotřeby kyslíku podél vodního toku Sázavy a ve Stvořidlech se díky aeraci proces samočištění, jak jsem se o něco později dozvěděl z literatury, nejen dokončil, ale úroveň nasycení kyslíkem stoupla natolik, že od Ledče nad Sázavou už zase rybí osídlení bylo téměř původní.

Zde považuji za nutné udělat první odbornou odbočku. Současný stav rybího osídlení horního toku Sázavy musím se znepokojením charakterizovat jako povážlivý. Výstavba čistíren odpadních vod a snížení provozů potravinářského průmyslu a doplnění technologií u zacho-



Na rybách na Sázavě v Chřenovicích (prázdniny 1951).

valých podniků vedly jednoznačně k zásadnímu zlepšení jakosti vody. Paradoxně, ryb obecně spíše ubylo, stejně jako druhové rozmanitosti, a na úsecích, které byly tehdy vzdálenější od zdrojů znečištění, se v šedesátých a sedmdesátých letech běžně vyskytovaly ve značné biomase odolné druhy ryb, zejména líni, tloušti, jelci – proudníci, plotice a v zárostech vegetace vyrůstající ze dna byl ráj pro plevelné ryby a současně tedy i pro dravce – štiky. Dnes bohužel není nic takového k vidění a domnívám se, že důvodem není jen ochuzení koncentrace živin ve vodě, ale zejména zabahnění a zanesení koryta následkem vysoké eroze zemědělské půdy. Absence ledochodů (poslední skutečně pořádný pamatuji zhruba v polovině padesátých let minulého století) koryto nevyčistí, pískové a štěrkové lavice se zde nevyskytují a zjevně vymizela vhodná trdliště k přirozené reprodukci rybích druhů, které bývaly přítomny. Sportovní lovci se orientují hlavně na vysazování kaprů, násady ostatních druhů ryb jsou méně časté anebo realizovány ve velikosti plůdku, což zjevně není účinné. A tak se s lítostí dívám na ploché, mělké koryto v místech, kde byly tůně, vrbové porosty zasahující ze břehů do vody, které tvořily ideální podmínky pro rozvoj rozmanité rybí fauny. Myslím, že ichtyologové by měli situaci v našich řekách podrobněji zmapovat a navrhnout systémová opatření k nápravě. Obávám se, že moje pozorování na Sázavě určitě není ojedinělé.

Zmíněný proces samočištění v Sázavě a trvalý zájem o procesy a děje ve vodách mne přivedly ke studiu na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze (UK), které jsem zahájil v roce 1960 a hned v prvních měsících se hlásil ke specializaci hydrobiologie. Pedagogy jsem tehdy lehce zaskočil, měl jsem zájem o vyhraněné téma: procesy a rychlost samočištění. A navíc jsem se speciálně zajímal o málo známou skupinu vodních živočichů – vodule (vodní roztoče, kteří mi také učarovali). Pak nastala krásná léta, diplomová práce o změnách jakosti vody v Botiči od Průhonic do Prahy v době prvního napuštění Hostivařské nádrže. Při návratech na Vysočinu jsem sbíral a určoval vodule, sledoval jakost vody v kaskádě rybníků (pro sportovní rybářské organizace) a měřil koncentrace kyslíku v zatopených lomech (první moje publikace v roce 1965). Zkrátka vodě jsem totálně propadl.

Po ukončení studia jsem zvolil, namísto asistenta na Přírodovědecké fakultě UK, studijní pobyt a následně vědeckou aspiranturu v Hydrobiologické laboratoři Československé akademie věd (ČSAV). Tam byla skvělá sestava vědeckých pracovníků opravdu zanícených pro výzkum vodních procesů. Vedl ji doc. RNDr. Jaroslav Hrbáček, DrSc., který mi byl a stále je vzorem. Bohužel nás nedávno navždy opustil. A tak jsem se přes hydrobiologii dostal postupně k vodnímu hospodářství, protože vazby kvalitativních parametrů a množství vody, doby zdržení a hydraulických podmínek, včetně využívání statistických metod k vyhodnocování souborů dat, byly běžnou součástí práce, kterou jsem orientoval na vodní toky. Orientaci na tekoucí vody jsem neopustil ani při kandidátské dizertaci z oblasti mikrobiální ekologie zaměřené na nárostovou biomasu bakterií s následnými efekty na mineralizaci organických látek v porovnání s efekty unášené biomasy ve vodním sloupci. Hydrobiologická laboratoř ČSAV i v tehdejší době uzavřených hranic udržovala zahraniční kontakty s renomovanými limnologickými pracovišti celého světa. Pracovníci laboratoře sice nemohli běžně vyjíždět, návštěvy ze zahraničí však byly velmi časté, neboť výsledky týmové práce na řešení limnologie údolních nádrží byly v celém světě ojedinělé a mnohaletá pozorování Vltavské kaskády (v pravidelných třítýdenních intervalech) představovala nejdelší časové řady údajů na světě.

Nyní, při zpětném ohlížení za tehdejší výzkumnou prací v Československu v oblasti péče o vody a jejich jakost, musím konstatovat, že existovaly zjevné absurdní paradoxy. Rozvíjená strategie posílení vodních zdrojů vytvářením akumulací v nádržích byla bezpochyby správná s ohledem na odtok prakticky všech vod z našeho území („střecha Evropy“). Vodohospodářské inženýrství bylo na vysoké úrovni, svědčí o tom řada významných přehrad, při jejichž stavbě byly vyzkoušeny různé typy konstrukcí. Výuku a rozvoj vodního hospodářství zajišťovali

odborníci evropského a světového formátu, způsob plánování ve vodním hospodářství a péče o rozvoj vodních zdrojů byly skutečně špičkové. V naprostém kontrastu s tím byla ovšem péče o jakost vod, jakkoliv byla proklamována a „starala“ se o ni Státní vodohospodářská inspekce. Většina vodních toků byla devastována zátěží odpadních vod, stav se spíše zhoršoval, a výzkumníci hledali způsoby k posílení přírodních (samočisticích) procesů, vyvíjeli způsoby optimálního hodnocení jakosti vod a rozsahu monitorování kvality namísto razantního tlaku na politiky k výstavbě čistíren odpadních vod a uplatnění kvalitních technologií. Přitom příklady ze západní Evropy byly nasnadě. I tam prošly vodní zdroje etapou zhoršení kvality, po které následovala intenzivní péče o očistu. Metody, ovšem nákladné, byly známy. Přesto se v tehdejším politickém uspořádání nepodařilo tak zjevnou věc prosadit nebo uchopit, a to bylo na povážlenou.

Ke změně došlo, jak jinak, až v posledních 23 letech; mapy čistoty našich vodních toků z let 1990–1992 jsou nesrovnatelně „červené“ (silně znečištěné vody) oproti současnosti, kdy převládá zelená i modrá barva ve znázornění kvality a červenají se jen 2–3 úseky, spíše lokální. Ovšem oproti situaci významných vodních toků nemají drobné vodní toky ani nyní „na růžích ustláno“. Kanalizační síť v malých obcích, pořízená v „akcích Z“ v letech socialismu, byla vybudována především pro odvedení srážkových vod, nicméně se do ní vtipně (obvykle bez povolení) napojovaly přípojky splaškových vod ze sousedících domů, takže vše bylo a dokonce dosud je odváděno do nejbližší vodoteče. Kvalitu vody v těchto recipientech ovlivňuje pouze poměr splašků k velikosti přirozených průtoků dotčené vodoteče. Tento dluh minulosti je třeba opravdu urychleně napravit. Ovšem cena bude opět vysoká; např. z projektů připravených k žádosti o dotaci nebyl jen na Ministerstvu zemědělství (MZe) uspokojen objem nákladů za 16 mld. Kč. Odtok živin, zejména sloučenin fosforu a dusíku, se stal od 60. let minulého století černou můrou vodohospodářů prakticky ve všech státech Evropy. Zátěž živinami vede ke stále výraznější eutrofizaci a ta se zejména v nádržích projevuje mohutným rozvojem fytoplanktonu (sinic a řas), a tedy žlutozelenými zákaly, povlaky na hladině, sníženou průhledností, a za teplých dnů vede dokonce k úhynu ryb, o ztížení úpravy ve vodárenství a o nemožnosti rekreace nemluvě.

Opět jsme svědky překvapivé orientace řady výzkumných pracovišť: namísto razantního tlaku na ozdravění povodí příslušné nádrže (tedy eliminaci zátěže živinami z bodových zdrojů, omezení eroze) obsahují navrhovaná výzkumná řešení odstraňování živin až v přítocích do ná-

drží, tedy za nízkých koncentrací živin po naředění. Nebo se speciálními chemickými činidly snaží zamezit rozvoji sinic a řas ve vodě v nádržích. Navíc jsou rozvíjeny metody na identifikaci nežádoucích látek produkovaných sinicemi (cyanobakteriemi – cytotoxiny), to vše namísto systémového ozdravění povodí a eliminace vlivu mnohaletých sedimentů. O tom, že to je možné, i když zdlouhavé, svědčí opět výsledky ze zahraničí. Například koncentrace sloučenin fosforu ve vodě Bodamského jezera se systematickým odstraněním zátěže v povodí a přítocích podařilo snížit dokonce na nižší koncentrace, než byly v počátcích hospodářského rozvoje okolní krajiny. Samozřejmě ve vodárenských nádržích je obtížné odstínit důsledky mnohaletých sedimentů, které představují „vnitřní zátěž" živinami. V tomto případě lze využít možnosti ovlivnění funkce ekosystému k zamezení rozvoje fytoplanktonu biomanipulací, konkrétně řízením skladby biocenóz tak, aby i při zátěži živinami byly řasy kontrolovány mikroskopickými filtrátory (zooplanktonem) v nádrži. Jejich vysokou přítomnost umožní výskyt dravých druhů ryb, které kontrolují výskyt drobných ryb a zamezí jim v nadměrné likvidaci potřebných filtrátorů. Mimochodem, právě tato možnost ovlivnit fungování vodních ekosystémů ve stojatých vodách má svůj světový původ právě ve výše zmíněné Hydrobiologické laboratoři ČSAV a ideovým autorem byl již připomínaný doc. Hrbáček. Nyní se tento přístup vyučuje i používá všude tam, kde lze rybí obsádku dravců udržet a zároveň se nedaří omezit důsledky vysoké trofie při zachování vysoké průhlednosti vody jinak, než řízenou rybí obsádkou. To je velmi důležité zejména u vodárenských nádrží. Zdánlivě jednoduchý postup však má v sobě háček. Převaha dravých druhů ryb se dá jen obtížně dlouhodobě udržet na skutečně efektivní úrovni; dravce je třeba kontinuálně dosazovat a zároveň zabránit jejich (často nelegálním) odlovům. Jak nasazování, tak ochrana nádrží mají své trhliny, takže po čase stejně vzrůstá biomasa malých plevelných ryb a efekty biomanipulace se sníží.

V mém profesním vývoji ovšem nastal zlom na konci 70. a začátku 80. let. Bylo politicky rozhodnuto, že v Praze je přílišná koncentrace „vzdělanců" a je třeba je trochu rozvrstvit mimo Prahu. Část biologických pracovišť byla přesunuta do Českých Budějovic k vytvoření Jihočeského biologického centra, včetně „mé" Hydrobiologické laboratoře. Moje rodinné rozvažování bylo přetěžké, ale nakonec jsem se rozhodl zůstat v Praze a změnil jsem působiště. Po dvouleté epizodě na pracovišti aeroekologie v Ústavu krajinné ekologie ČSAV, jež zůstalo v Praze, jsem po konkurzním řízení zakotvil ve Výzkumném ústavu vodohospodářském v Podbabě a vedl Mikrobiologickou laboratoř. Bez vody to opravdu nešlo a historii i činnost tohoto ústavu jsem bral (a beru dosud) s velkým respektem. To byla líheň odborníků s praktickou orientací na vodní hospodářství. Nemohu nezmínit např. testování konstrukce a funkcí Vltavské kaskády na velkém modelu na nádvoří ústavu nebo účast na zpracování vodohospodářských plánů. Málokdo si nyní uvědomuje, že tento ústav byl po desetiletí nejenom líhní vodohospodářů, ale

Odběry nárostů ze dna řeky během pobytu v Hydrobiologické ČSAV (červenec, 1977).

i institucí zajišťující některé činnosti dnešního Českého hydrometeorologického ústavu či Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd. Z pobočky v Bratislavě pak vznikl Výskumný ústav vodného hospodárstva, který existuje ve Slovenské republice doposud.

Tehdy jsem, kromě zavádění moderních metod mikrobiologie vody a také rozvoje systému akreditování vodohospodářských laboratoří při jejich metodickém vedení, rozšiřoval své vzdělání. Jednalo se především o doplnění poznatků oblasti hydrologie, vodohospodářského inženýrství a hydrauliky s cílem umět interpretovat terénní výsledky hodnocení jakosti vody ve vodních tocích a pochopit procesy transformace látek ve vodních tocích. Mými školiteli – spolupracovníky byli zejména RNDr. Václav Zajíček, CSc. (žel, už není mezi námi), Ing. Mirek Kněžek, CSc. a Ing. Slávek Kašpárek, CSc., (oba jsou ještě stále činní, což je výborné), Ing. Antonín Pavlík a také Ing. Václav Zeman, CSc. z tzv. „vodorozvoje". Práce na experimentálním povodí (v katastru Ovesné Lhoty na Vysočině), orientované na odtokové poměry ze sklonitých ploch s navazujícím odvodněním, byly skutečně komplexní, s hodnocením vlivu zemědělství, hnojení, infiltrace, povrchového odtoku a dopadů na recipienty drenážních vod. Výsledky nakonec souborně zpracoval Ing. Vladimír Švihla, DrSc., z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd a je velká škoda, že později, v rámci restitucí, bylo toto experimentální povodí zrušeno, pozorovací vrty zlikvidovány a veškeré práce ukončeny. Nyní by se bezpochyby velmi hodilo opět k řadě testovacích pokusů k návrhům úpravy vazeb mezi zemědělským hospodařením a vodními poměry, včetně kvalitativních parametrů.

A tak přišel další zásadní zlom v mém životě s vodou: politicko-ekonomické změny v ori-

---

„Jestli je na této zemi kouzlo, pak je obsaženo ve vodě."

Loran Eisely

---

entaci naší země v letech 1989–1990. Jako celoživotní nečlen KSČ, nevedený v kádrových rezervách, jsem se přihlásil do konkurzu vypsaného na místo ředitele ústavu, ve kterém jsem čtyři roky pracoval. Ihned po revoluci se měnil také název ústavu. Opět se vrátilo připojení jména jeho zakladatele, T. G. Masaryka, který zřídil v roce 1919 původní instituci, Výzkumný ústav hydrologický, který patří k nejstarším ústavům tohoto druhu v Evropě. Potěšilo mne, že v Nizozemí byl první takový ústav založen až o rok později, což Holanďané brali na vědomí s mírnou závistí. Do funkce jsem byl jmenován v roce 1990 prvním ministrem životního prostředí České republiky, RNDr. Bedřichem Moldanem, CSc., a tak byla odstartována moje, řekněme manažersko-úřednická kariéra.

Nechci vypisovat problémy tehdejšího období, ale do roka po mém nástupu do funkce, kdy se ministrem životního prostředí stal Ing. František Benda, CSc., jeden z jeho náměstků přišel s námětem na zrušení ústavu s odkazem, že jde o „moloch minulého období socialismu". Situace byla vážná, ale podařilo se, díky finančním prostředkům z Evropské unie, zajistit posouzení stavu ústavu komisí odborníků, specialistů na vodní hospodářství z Velké Británie. Z posouzení vyplynulo, že taková instituce, jako VÚV T. G. M., je bezpochyby zapotřebí pro podporu výkonu státní správy a koncepční činnosti, i když je třeba upravit strukturu a provést cílenou transformaci ústavu tímto směrem. Od těchto expertů zaznělo poprvé varování: „Pokud by si výzkumná instituce „musela" vydělat více než 30 % financí nezbytných na provoz, přestává mít výzkumný charakter, stává se závislou na konzultačních službách a na standardní komerční činnosti v soutěži s menšími firmami a podnikateli." To by nutně likvidovalo skutečný výzkumný charakter a koncepční podporu státní správy a honba za finančními zdroji by zaměstnala

Podpis dohody o spolupráci mezi VÚV TGM a ústavem Riza v Nizozemí (Lellystad, 1995).

duševní potenciál instituce tak, že její know-how by začalo výrazně klesat. Na tomto místě musím položit otázku, zda nedávné zařazení VÚV T. G. M. mezi veřejné výzkumné instituce bylo vhodné, neboť je nepochopitelně provázeno výrazným snížením podpor z Ministerstva životního prostředí (MŽP), ačkoliv, paradoxně, takovou instituci nutně potřebuje. Současný stav podpor a financování ústavu vede k devastaci nejen rozvoje, ale dokonce i k potlačení dosud existujících know-how v koncepčních a strategických otázkách vodního hospodářství ČR, které ústav historicky měl, a má velmi negativní vliv na udržení a pokrytí všech mezinárodních závazků ČR, které jsou s gescí MŽP spojeny a které odbor ochrany vod MŽP nemůže odborně či personálně pokrýt.

V devadesátých letech minulého století bylo nutné v rámci cílené transformace VÚV T. G. M. soustředit rozptýlená pražská pracoviště z šesti míst do jednoho areálu v Podbabě, stabilizovat sounáležitost poboček ústavu (v Brně a Ostravě) s cíli pražského centra, přehnaný počet pracovníků během tří let snížit o 50 % a rozvíjet zahraniční styky, které do té doby byly velmi omezené a soustředěné zejména na účast v aktivitách Rady vzájemné hospodářské pomoci zemí socialistického bloku.

Rád bych uvedl, že zahraniční spolupráci se dařilo rozvíjet. Tehdy byla velmi příhodná situace a řada států západní části Evropy byla velmi nakloněna spolupráci s Československem a později s Českou republikou. Tak se podařilo do roku 1996 uzavřít dohody a smlouvy s dvanácti zahraničními partnery, včetně konkrétních projektů, z nichž část byla finančně kryta ze zahraničí. Podobně se dařila i příprava Strategie rozvoje ústavu a postupná orientace na týmovou spolupráci oproti dosud převládajícím stylům individuálních a často roztříštěných projektů. Zejména projekty na zlepšení péče o ochranu Labe, Moravy a Odry, které vytvářely podporu aktivit ČR v Mezinárodních komisích pro ochranu Labe, Odry a Dunaje, byly příležitostí k takovému integrovanému řešení, které vyžadovalo spolupráci v týmu. Pracovníci ústavu se do práce v uvedených komisích zapojovali, a tak se komunikace se sousedními zeměmi rozrůstala i nad rámec stávajících Komisí hraničních vod, které byly již tehdy historicky vytvořeny.

Také jsem rád vstoupil do práce těchto komisí, abych si trochu zpříjemnil trvalé aktivity managementu podniku odbornou prací. Věnoval jsem se především Mezinárodní komisi pro ochranu Labe, jejímž členem jsem od roku 1991, a po 16 let jsem vedl pracovní skupinu Ekologie. A přiznám se, že setkávání, diskuse a příprava publikací ve spolupráci s německými kolegy pro mne byly velmi přínosné a užitečné, ačkoliv občas také bouřlivé. Nikdy nezapomenu na roztrpčení německých přispěvatelů do publikace Ekologická studie Labe a jeho pobřežních zón, kterým jsem v roli editora zkrátil dodané texty o více než polovinu s tvrzením, že mnohasetstránkovou publikaci by málokdo četl. Situace po vydání to potvrdila, německá verze publikace byla velmi ceněna a náklad byl do roka rozebrán a tehdejším spoluautorům patří dodnes můj trvalý dík.

Z dnešního pohledu si uvědomuji, že tehdy bylo v ústavu velmi málo pracovníků, kteří by opravdu o mezinárodní spolupráci a „evropské výsluní" stáli (opožděně musím dát za pravdu své zesnulé manželce, která mne před tímto úskalím varovala). Kromě omezeného počtu těch, kteří byli schopni komunikovat anglicky nebo německy, neexistovala skutečně aktivní zahraniční politika ústavu. Většina zahraniční spolupráce do roku 1989 představovala aktivity v Radě vzájemné hospodářské pomoci mezi socialistickými státy a týkala se zejména sjednocení analytických metod a standardů. S odstupem vím, že moje tehdejší idealistické ambice na rychlé zařazení VÚV T. G. M. mezi významné vodohospodářské instituce Evropy většina osazenstva nevnímala vždy pozitivně, stejně jako orientaci na publikování výsledků, propagační činnost a vytváření kolektivů pro společná projektová řešení. Navíc tehdejší klima svědčilo podnikání, privatizaci a mnoho pracovníků ústavu odcházelo za vyššími výdělky do soukromého sektoru. Bohužel v řadě případů to byli ti kvalitní.

Ve svém životě „s vodou" však nemohu nezmínit pozoruhodnou situaci z roku 1994, z doby „privatizační euforie", kdy vznikl cílený záměr na privatizaci ústavu, připravený několika vodohospodářskými odborníky „zavedenými" v předlistopadovém období. Jejich snaze o zprivatizování ústavu, bez ohledu na nabídku, že mi ponechají určitou část stále státní, jsem nakonec zabránil a navíc s úsměvnou dohrou. Aktéři totiž museli zaplatit právní výlohy na ochranu ústavu před svým nezákonným jednáním. Celá situace však měla – jak jinak – své pozdější důsledky a zpětně si opět uvědomuji svoje tehdejší podcenění „kamarádských vazeb". Takže v roce 1997 jsem byl odvolán z funkce ředitele ministrem Jiřím Skalickým přímo na návrh mého tehdejšího nadřízeného náměstka, kterým se stal jeden z navrhovatelů privatizace ústavu (ostatní se uplatnili ve vedení ústavu ihned po mém odvolání). Vše se odehrálo v době vládních změn po „Sarajevském atentátu". Celá záležitost měla dohru v tisku, nenechal jsem si líbit pomluvu z tiskové zprávy MŽP o mém údajně špatném hospodaření ústavu, což byl nucen na základě prokazatelných skutečností pan ministr na své tiskové konferenci dementovat.

Ale zpět k vodám, vlastně k povodním. V roce 1997 zasáhla Moravu první katastrofická povodeň a já jsem se velmi angažoval v zapojení do interpretace jejího průběhu a hodnocení (v tisku, v televizi) a spřátelil se velmi s pracovníky, tehdy akciových společností Povodí. Hltal jsem historickou literaturu i zkušenosti ze zahraničí a také hledal své další angažmá, abych nemusel sdílet pozici „poradce" pana ředitele VÚV T. G. M, Ing. Václava Vučky. V tehdejším období se začala rozrůstat skupina vodního hospodářství na MZe, neboť se panu ministrovi Ing. Josefu Luxovi podařilo, oproti záměru MŽP, vytvořit „agenturu" zastřešující podniky Povodí a převést tyto podniky do gesce MZe. Tím se činnosti formující se sekce vodního hospodářství a obsahující dosud pouze správu vodovodů a kanalizací velmi významně rozrostly s cílem vytvořit strukturu ústředního vodoprávního úřadu ČR. V této situaci jsem byl přijat tehdejším vrchním ředitelem sekce vodního hospodářství Ing. Janem Plechatým a skvělým panem ministrem Luxem 1. února 1998 na MZe.

Velmi podstatná akcelerace činností vodního hospodářství na MZe nastala příchodem Ing. Karla Turečka do funkce náměstka v roce 2000, kdy vznikl samostatný úsek vodního hospodářství. Pod jeho vedením byl konečně naplněn úkol připravit a prosadit nový vodní zákon, který po více než šest let bezvýsledně připravovali na MŽP. Tento nový vodní zákon byl skutečně potřeba, aby nahradil již překonaný zákon z roku 1973, a reagoval tak na všechny politicko-ekonomické změny, ke kterým došlo od roku 1989. Na základě zákona o kompetencích bylo vodní hospodářství uspořádáno do nového vodního zákona (č. 254/2001 Sb.) prostřednictvím „sdílených kompetencí", které byly zformulovány pod vedením úseku vodního hospodářství MZe a zahrnují přesně stanovený výčet kompetencí pro MŽP, Ministerstvo dopravy a Ministerstvo obrany, takže ostatní se stalo kompetencemi MZe. Přijetí tohoto nového zákona byl bezpochyby velký úspěch, tehdejší přetahování o kompetence mezi MZe a MŽP

provázely přípravu zákona po celou dobu projednávání nejenom ve vládě, ale také v Parlamentu ČR, nicméně původní návrh MZe na uspořádání kompetencí byl přijat a spolu s kolegy (zejména Ing. Mirkem Králem, CSc.) jsem hrdý na argumentační výkony před zákonodárci, které jsme tehdy vynaložili v úsilí o prosazení varianty MZe při diskusích ministrů (Ing. Jana Fencla za MZe a RNDr. Miloše Kužvarta za MŽP).

Vodohospodářská „rodina" si občas stěžuje na toto rozdělení kompetencí, které působí problémy díky rozdílným postojům „technických pohledů" MZe a snahám maximální ochrany přírody MŽP. Osobně se, po řadě let tohoto sdílení kompetencí, domnívám, že naopak umožňuje kontroverzní postoje a záležitosti vydiskutovat, i když mnohdy zdlouhavě, mezi zástupci obou těchto resortů. Nakonec se vesměs daří najít vybalancovaná řešení. Ovšem s jednou podstatnou výhradou – ochrana před povodněmi by nikdy neměla být na MŽP. Toto zařazení údajně vzniklo tak, že v parlamentních diskusích o dělení kompetencí bylo řečeno, že ochrana jakosti vod, ochrana vodních zdrojů má také obdobu v ochraně před povodněmi. Je samozřejmě evidentní, že realizaci protipovodňových opatření, manipulace na nádržích, odstranění povodňových škod – to jsou činnosti správců vodních toků (s. p. Povodí a Lesy ČR), tedy zjevně ve sféře MZe, které je jejich zakladatelem. Řízení povodňové ochrany a povodňových komisí by tedy logicky mělo být součástí těchto hlavních aktivit a tedy na MZe. Bohužel tomu tak není, s tímto problémem žijeme a přináší řadu komplikací, zejména proto, že na ochranu před povodněmi mají experti z MŽP jiný názor, který preferuje přírodě blízká opatření. Nebýt této skutečnosti, bylo by možné model sdílených kompetencí posuzovat jako vcelku bezproblémový. Právě nyní, v době nezbytného zkvalitnění povodňové ochrany v důsledku zvýšeného výskytu povodňových situací, probíhá zavádění Povodňové směrnice (2007/60/ES) s vymezením oblastí povodňových rizik a akcí na snížení negativních dopadů, se rozdílné pohledy obou resortů mohou začít významně a (pravděpodobně) nepříznivě projevovat.

Od velké povodně v roce 1997 na Moravě se tématu hydrologických extrémů – nejen povodní, ale i sucha a možných dopadů předpokládané změny klimatu, snažím velmi věnovat. Vždyť jde o trvale aktuální situaci, neboť období po povodni je obdobím před (další) povodní, jen jsme jako obyvatelé odvykli jejich existenci po téměř stoleté absenci jejich výskytu. Věnoval jsem značné úsilí zahraniční spolupráci, zejména v letech 1998–2003 (hlavně s Dánskem, Nizozemím a Německem), a získání sofistikovaných softwarů pro matematické modelování povodní i přímou pomoc ve vybavení technikou. Také školení odborníků se dařilo. Během těchto činností jsem se velmi spřátelil s naší vodohospodářskou elitou, s pány profesory Ladislavem Votrubou, Adolfem Paterou, Vojtěchem Brožou, s pány docenty Karlem Marešem, Karlem Vránou. Spolupráce pokračuje, nyní především s pány docenty Ladislavem Satrapou, Pavlem Fošumpaurem a řadou dalších nejenom z ČVUT, ale také z České zemědělské univerzity (ČZU), zejména s pány profesory Svatoplukem Matulou, Pavlem Kovářem, Petrem Skleničr-

Převzetí presidenství Mezinárodní komise pro ochranu Odry (Wroclaw, 2010).

kou a rovněž z Jihočeské university (z Fakulty rybářství a ochrany vod, profesorem Otomarem Linhartem, docentem Pavlem Kozákem a dalšími). Jsem jim za diskuse a získávání jejich odborných pohledů velmi vděčný.

Právě na základě diskusí s výše jmenovanými odborníky vidím stále zřetelněji, že pojetí prevence před povodněmi sice může s výhodou kombinovat technická a přírodě blízká opatření, nicméně rozhodující efekty spočívají v technických řešeních. A nejedná se zdaleka o hráze a betonové stavby, jak se vesměs těmto řešením podsouvá. Výstavba poldrů, odsazení podélných hrází, úpravy manipulačních řádů, to vše jsou konkrétní opatření, která lze efektivně posoudit a efekty vyhodnotit. Naproti tomu teze o zachycení vody v lépe obhospodařované krajině v rozsahu, který zabrání povodním, je nerealistická, což se opakovaně prokázalo v historii výskytem extrémních povodní ve 13. a 14. století a nakonec i v recentních povodních po roce 1997. Při za sebou jdoucích srážkových epizodách je území nasyceno a vše rychle odtéká po povrchu, obdobně jako při rychlém jarním tání a odtoku vody po zmrzlém povrchu půdy bez efektivního vsáknutí.

Ještě horší je doktrína, že vhodné hospodaření a úprava krajiny v povodích umožní zadržet bez akumulace v nádržích průběžně dostatek vody i na překlenutí suchých období, která by se měla prodlužovat a prohlubovat při případném nástupu změny klimatu. To jsou doktríny ochránců životního prostředí, se kterými nemohu, a zjevně obecně nelze, souhlasit. Když při různých diskusích s ochránci přírody a ekology využívám výhody přírodovědného vzdělání a vyvracím některé jejich návrhy a naopak vnímám mnohé jejich oprávněné stesky a kritiku úprav koryt vodních toků, necitlivé odstranění povodňových škod apod., vysloužil jsem si před několika lety nálepku, že jsem horší technokrat, než vlastní inženýři. Bylo pozoruhodné, že mi to sdělil původním povoláním inženýr, který se naopak zhlédl v ochraně přírody a aktivitách nevládních organizací. Doufám, že to není tak zlé a že při výuce předmětu vodní hospodářství na Jihočeské univerzitě svůj údajně technokratický pohled dostatečně vyvážím pozitivním pohledem přírodovědným.

Co říci na závěr? Snad jen tolik, že můj současný „úřednický život“ spočívá na informacích, výsledcích a znalostech nasbíraných v různých oborech a pracovních příležitostech během profesního života. Nedovedu si ho představit bez odborných činností spojených s vodou. Snad proto mne práce na ministerstvu těší, umožňuje nejen získávat mnoho dalších nových informací, ale dovoluje mi i pocit, že mohu zúročit poznatky nasbírané v průběhu svého života „s vodou“.

Chci poděkovat všem trpělivým čtenářům, pokud dočetli až sem, a asi se jim musím omluvit za to, že jsem svůj vztah k vodě neuměl popsat jinak než průběhem svého profesního života, přitom jde o prosté konstatování: „Vše, co se týká vody, mám rád“.

RNDr. Pavel Punčochář, CSc. (1944)

Odbornou dráhu začínal jako vědecký pracovník Hydrobiologické laboratoře Československé akademie věd., později působil jako vedoucí mikrobiologické laboratoře ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. M., jehož se posléze stal prvním porevolučním ředitelem. Od roku 1998 pracuje na Ministerstvu zemědělství, kde dlouhodobě působí jako vrchní ředitel sekce vodního hospodářství. Zastupuje ČR v různých mezinárodních institucích, mimo jiné jako prezident Mezinárodní komise pro ochranu Labe a Mezinárodní komise pro ochranu Odry.

JAK JSTE PŘIPRAVENI NA PŘÍVALOVOU VLNU POBITEVNÍCH GENERÁLŮ ?

Voda, průvodkyně mého života

Rostislav Sochorec

Voda, která patří k základním složkám života, provází člověka celý život. S vodou se však setkáváme při různých příležitostech a je také možné, že se stane předmětem našeho povolání. Do takové situace jsem se dostal osobně, aniž bych si to předem naplánoval, nebo byl k tomu jinou osobou motivován. Až do toho okamžiku, kdy jsem se o možnosti zabývat se tímto oborem celý život dozvěděl, byly mé kontakty s vodou na úrovni prakticky každého člověka na světě. Přesto určitý vyhraněný vztah k vodě mám od svého útlého mládí, které jsem prožil na Jižní Moravě v dolním povodí Dyje nedaleko od Břeclavi. Tato oblast s minimálními srážkami a v létě s vysokým výparem vedla každého racionálního člověka k velké úctě a šetrnosti s vodou, což zůstalo trvale zakotveno v mém životě.

Můj kladný vztah k vodě mne vedl po roce 1945 do organizace Vodních junáků, která však byla v období socializace naší společnosti po únorových událostech zrušena. Přesto nikdy nezapomenu na naše vodácké výpravy po řekách.

Můj první vážný úmysl zaměřit se pracovně na práci s vodou se objevil až v roce 1954, kdy jsem se dověděl o zřízení a činnosti Hydrometeorologického ústavu. Do HMÚ jsem nastoupil v závěru roku, kdy již od začátku prosince jsem „z pilnosti“ ústav navštěvoval a na různých úkolech jsem bezplatně vypomáhal. Přijímací dekret do zaměstnání, zaslaný panem Josefem Zítkem, ředitelem ústavu, byl pro mne jako dárek k Vánocům. V té době jsem vůbec nemohl předpokládat, že se s ním budu setkávat nejen jako s ředitelem ústavu, že budeme spolu přednášet na Podnikové technické škole HMÚ a nakonec se stane mým přítelem v osobním životě. To vše však nastalo až po mé několikaleté službě v ústavu.

V HMÚ, na pracovišti v Brně, jsem nastoupil jako pomocný technik do skupiny podzemních vod, vedené Ing. Dr. Janem Vávrou. Dostal jsem za úkol zpracování měření hladin podzemní vody (PZV) v povodí Odry v úzkoprofilových vrtech, sestavených do hydropedologických profilů, vedených kolmo na předpokládaný průběh před mnoha stoletími proponovaného kanálu Odra-Dunaj. Při kontrolních měřeních objektů PZV se v té době používalo Rangovy píšťaly zavěšené na ocelovém pásmu, kontinuální měření hladiny PZV, případně teploty vody, prakticky neexistovalo. Současně jsem se s Dr. Vávrou zúčastňoval hydrologického průzkumu pramenů v povodí Moravy. Zde jsem se poprvé dostal do styku s vodou, když jsem se zkřehlýma rukama (bylo to v zimním období) osazoval přenosné přepadové zařízení a do kalibrované nádoby jsem měřil vydatnost pramenů.

Jsem od přírody zvídavá bytost a z toho rezultoval můj velký zájem o vše možné, čím se HMÚ zabýval. Navíc mladý muž v dobré fyzické kondici, lačný po každé „zábavné výzvě“ asi poněkud kontrastoval s ostatními zaměstnanci brněnského pracoviště, sestávajícího většinou z úředníků staršího věku. To nejspíše vedlo vedoucího pracoviště Ing. Dr. Miroslava Čermáka k rozhodnutí, že mne po půl roce přeřadil do skupiny povrchových vod, kde byly podstatně větší nároky na fyzický výkon pracovníků, především při terénních měřeních průtoků na řekách.

Práce v úseku povrchových vod se mi zdála zajímavější právě tím, že jsem se bezprostředně dostal do kontaktu s vodními toky. Zvládnout techniku vlastního měření průtoků pomocí bro-

dění, měření z člunu a mostních konstrukcí byla pro mne práce natolik zajímavá, že fyzické nároky měření mi připadaly zanedbatelné. Přitom vyhodnocení průtoků v síti stanic jsem bral jako snahu člověka poznat část koloběhu vody v přírodě. Způsob vyhodnocování průtoků byl, stejně jako dnes, založen na převodu průměrných vodních stavů na průtoky pomocí měrné křivky, jejíž platnost se ve stanicích ověřila občasnými kontrolními měřeními. Praktická mechanizace prací byla zpočátku téměř nulová, poněvadž ústav byl vybaven počítacími stroji v minimální míře. Přirozeně jsem se tak v té době začal zajímat o různé techniky měření s využitím matematiky a fyziky a dalších oborů, které do ní náleží, což se časově vhodně prolnulo s mým započatým studiem na vysoké škole. Jedním ze vzorů, jak umět při povodních změřit rychlosti vody, sklony hladiny a rozměry průtočného profilu, potřebné k vyhodnocení průtoků, byl pro mne Ing. Alexander Čerkašin, který si uměl poradit za všech i nepředvídaných okolností, především pak právě při povodni. Ze studia na vysoké škole jsem uměl odhadnout, kdy a za jakých okolností je možné použít určitých zjednodušujících způsobů měření při dodržení požadované přesnosti. K uplatnění hydraulických výpočtů při vyhodnocování velkých vod mne vedl na vysoké škole profesor Jiří Kunštátský svým zásadním požadavkem, aby postup měření a jeho vyhodnocování odpovídalo fyzikálním zákonům a bylo matematiky správné. Profesor Kunštátský byl studentům vzorem také svým životem, zasvěceným hledání co nejsprávnější-

---

„Ze všech dějů na naší planetě – geologické pohyby, rozmnožování a zánik živých organismů, či dokonce sklony k ničení jistých druhů (na mysl přicházejí sloni a lidé) – žádná síla není větší než hydrologický cyklus.“

Richard Bangs, Christian Kallen

---

ho vyjádření přírodních zákonů. Se zájmem jsem naslouchal vyprávění starších kolegů, kteří vzpomínali na práci ještě mladého inženýra Kunštátského v hydrotechnickém a hydrografickém oddělení na Zemském úřadě v Brně, odkud část pracovníků v roce 1954 přišla do ustavujícího se Hydrometeorologického ústavu.

Proudící voda však mohla být při měřeních v povrchových vodách i nebezpečná. To jsem si osobně ověřil při jedné cestě do povodí řeky Bečvy při zvýšených průtocích. To jsem již první školení o měření průtoků broděním měl za sebou. Zásadou při těchto měřeních bylo, že fyzicky nejnáročnější práce při měření dělal ten pracovník, který měl největší fyzickou zdatnost. Tato poznámka se může zdá být úsměvná, ale kdo fyzicky nevyzkoušel, co je to brodění v dravém proudu štěrkonosné řeky, neumí si to představit. Tehdy poprvé v životě jsem zkusil, jakou sílu má proudící voda. Ve snaze přebrodit řeku Bečvu u vodoměrné stanice ve Vsetíně, abych napnul kalibrované ocelové lanko přes řeku a měření se mohlo zahájit, po několika krocích v proudu řeky jsem viděl, že řeku se mi přebrodit nepodaří. Proto jsem se snažil vrátit zpět ke břehu postupným couváním, poněvadž v proudu řeky nebylo možno se otočit z bezpečnostních důvodů. Po půl hodině se mi podařilo vrátit zpět na břeh za neustálého sjíždění po pohybujícím se stěrkokamenitém dně. Tato příhoda se mi mohla stát osudnou. Podobné zkušenosti z terénních měření vedly k upřesnění bezpečnostních pokynů pro měřicí práce v terénu. To se stalo v době, kdy se pracovníkům HMÚ jen snilo o tom, že jednou budou k měření středních a větších průtoků používat hydrometrické lanovky, nebo měřicí techniky na jiných principech, než je hydrometrická vrtule.

První léta mého zaměstnání v HMÚ bylo období, kdy jsem si dálkovým studiem zvyšoval svou kvalifikaci na Vysoké škole stavitelství v Brně, později Vysokém učení technickém v Brně. Mé za-

měření v zaměstnání mne vedlo ke studiu oboru vodohospodářského, hydrotechnického. Možnost studovat pro mne byla vzácností, proto jsem studium bral s největší odpovědností. Navíc mne motivoval zájem o obor, v němž jsem již pracoval a měl jsem tak i praktické zkušenosti. Byl jsem hrdý, že jsem každou zkoušku udělal bez opakování s výborným, výjimečně velmi dobrým hodnocením a šestileté dálkové studium se mi podařilo dokončit již za pět let státní závěrečnou zkouškou (30. 11. 1959) a obhajobou diplomové práce: *Hydrologická studie s návrhem jezu na Moravě u Kroměříže*. Tématem této hydrologické studie bylo zpracování měření podzemních vod v hydrologickém profilu u Bělova jako podklad pro zakládání stavby jezu.

V zaměstnání i při dálkovém studiu se mi vždy osvědčoval přístup, který jsem si naordinoval po ukončení Reálného gymnázia v Brně Králově Poli, když jsem dostal zákaz studia na vysokých školách a následně jsem byl zařazen do Vojenských táborů nucených prací: lidé politicky nespolehliví v období budování socializmu u nás museli prokázat, že umí pracovat lépe než ostatní, aby mohli získat lepší zaměstnání. V práci, ale hlavně při jednání s lidmi, mi rovněž vždy velmi pomohly zásady uvedené v publikaci od Dalea Breckenridge Carnegie: Jak získávat přátele a působit na lidi [1].

Z působení v Brně mám velmi milé vzpomínky na celou řadu mladých kolegů, kteří do ústavu nastoupili na sklonku padesátých let, a mezi nimiž jsem získal mnoho přátel, jako byli mladí inženýři Vladislav Kříž, Josef Hladný, Jaroslav Balek, Otakar Malý. Je zajímavé, že po mnoha desetiletích práce u ústavu se každý z nich stal významným odborníkem v oboru hydrologie. Přátelství s většinou z nich mi vytrvalo až do dnešních dnů.

Má práce u ústavu v Brně byla v roce 1958 přerušena na základě podání informace o mém závadném třídním původu na politická místa. Abych neztratil zaměstnání v HMÚ, požádal jsem o přeložení na pracoviště do Ostravy. Podání bylo projednáno v Ostravě až v následujících letech, při tom byl kladně hodnocen můj dobrovolný přechod do oblasti s trvalým nedostatkem pracovníků s tím závěrem, že na pracovišti nebudu vykonávat žádnou vedoucí funkci.

Mohu říci, že teprve až na pracovišti HMÚ v Ostravě se mi vlastně plně otevřely možnosti praktického studia hydrologie. Nedostatek pracovníků v Ostravě pro mne znamenal, že má působnost se z víceméně rutinního vyhodnocování průměrných průtoků ve stanicích rozšířila i o speciální hydrologické problémy, jakými bylo vyhodnocování povodní, matematicko-statistické zpracování prvků průtokového režimu, a to maximálních průtoků a jejich vztahu ke srážkám, minimálních průtoků a doby jejich trvání, tvarů návrhových povodňových vln a další. Prakticky jsem měl možnost v tomto rozsahu experimentovat v celém povodí Odry. Navíc jsem si udržel možnost pracovat s daty a experimentovat ve výzkumných stanicích Kychová a Zděchov v povodí Vsetínské Bečvy, které jsem měl v kompetenci již v dřívějších letech v Brně. Pokud se chtěl v oněch dobách člověk seznámit s nejmodernějšími vědeckými poznatky a metodami, musel sáhnout po odborné hydrologické literatuře v angličtině a hlavně v ruštině. Nad jejich čtením a i překlady jsem strávil řadu večerů. A to přesto, že od mládí jsem byl zaměřen spíše na exaktní obory, matematiku a fyziku. Filologické předměty mi dělaly značné potíže, přesto jsem v překládání vytrval. Naštěstí z ruštiny jsem měl dobré základy z gymnázia, kde nás učil rodilý Rus (Evgenij Nikanorovič Zemskov), který česky mluvil velmi málo, a tak jsme chtě nechtě mluvit rusky museli my. Pro zdokonalení angličtiny jsem po několik let navštěvoval Jazykovou školu v Ostravě. Překlady a z nich získané informace byly neocenitelným podkladem pro zpracování a publikaci odborných prací, většinou ve Sbornících prací a dalších materiálech HMÚ nebo v odborných časopisech [např. 3, 5].

Domnívám se, že pracoviště v Ostravě se v šedesátých letech stalo velmi významným střediskem HMÚ po stránce odborné, a proto při zpracování celostátní publikace Hydrologické poměry ČSSR [2] jsme se Vladislav Kříž, Václav Richter a já stali autory nebo vedoucími autorských kolektivů jednotlivých kapitol. Jako ocenění mé odborné a publikační činnosti jsem

R. Sochorec, V. Richter (zleva) a V. Kříž (zcela vpravo) při zakládání novostavby ostravské pobočky.

vnímal mé dlouholeté členství ve Vydavatelské komisi HMÚ, kde nám rukami, resp. odborným posouzením prošla celá řada prací z oboru hydrologie.

Po velkých povodních v šedesátých letech byla v HMÚ zřízena Krajská povodňová vodohospodářská informační střediska (KPVIS), já osobně jsem se samozřejmě účastnil budování tohoto střediska v Ostravě. V té době jsme navázali úzkou spolupráci s vedoucími a pracovníky těchto KPVIS po celé republice, např. v Banské Bystrici a Košicích, zvláště pak v ústředních pracovištích ústavu v Praze a Bratislavě.

Protože se v HMÚ dlouho projevoval nedostatek pracovníků s vhodným středoškolským vzděláním, byla zřízena Podniková technická škola, ve které jsem dostal za úkol přednášet předmět Základní zpracování hydrologického materiálu, pro který jsem připravil také odborné texty [5]. Školou prošla celá řada zaměstnanců a zaměstnankyň, s řadou z nich jsem měl možnost v pozdějších letech spolupracovat.

Pracoviště ústavu v Ostravě bylo původně umístěno v nájemních prostorech, bez větší perspektivy rozšíření. V době, kdy ke zpočátku čistě hydrologické složce byla přidána i skupina klimatologie a později i skupina čistoty ovzduší, se prostorová situace stala neudržitelnou, a vedení ústavu rozhodlo o výstavbě vlastní budovy ostravské pobočky. Úkol to byl prakticky pro celý ostravský kolektiv, pro mne byl ještě okořeněn tím, že jako jediný stavební inženýr na pracovišti jsem obdržel poctu v podobě pověření odborným investorským a stavebním dozorem při stavbě nové budovy. Když jsme budovu v roce 1968 otvírali, byla zajištěna perspektiva pracoviště na mnoho let dopředu, a když dnes ústav navštívím, mám dobrý pocit, že se udělala rozumná věc.

V šedesátých letech se v hydrologické službě začaly zavádět výpočetní metody, které měly zkvalitnit zpracované údaje jak při vyhodnocování hydrometrických měření, tak při digitalizaci

měření vodních stavů v té době již kontinuálního v celé síti. Výsledky se začaly automaticky ukládat do databází. Digitální technika měření se začala uplatňovat v podzemních vodách, kde měření v úzkoprofilových vrtech bylo na ústupu, naopak se dobudovala základní síť podzemních vod umožňující nasazení nové měřicí techniky. V problematice povrchových vod jsem se v té době jako velmi důležité a přínosné snažil prosazovat využití údajů ze srážkoměrné sítě HMÚ při bilančním hodnocení odtoku v měsíčním cyklu.

Jednou z inovačních změn v měření, především středních a větších průtoků, byla možnost využití radionuklidů. Tato metoda mne oslovila jako perspektivní přínos v problematických hydrologických úlohách a chtěl jsem její využití v HMÚ prosadit. Abych mohl pracoviště s ionizačním zářením v Ostravě odborně vést, musel jsem se navrátit ke studiu, konkrétně k postgraduálnímu studiu na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské na ČVÚT v Praze. Technologie přípravy radioindikátoru (Chrom^{51}Cr v koplexonu EDTA) byla převzata z Ústavu jaderného výzkumu v Řeži u Prahy. Techniku pro bezkontaktní měření radioizotopu ve vodě (přenosný radiometr RP 24 s vodotěsnou scintilační sondou) připravil Ústav radiometrické techniky v Ostrově nad Ohří. První měření tohoto druhu jsme uskutečnili na Vydře v červnu 1968, pozdější, nejprve zkušební, později provozní měření se dělala již v povodí Odry. Vzhledem k tomu, že využití radionuklidů se projevilo jako perspektivní, přikročilo se k vybudování vlastní radioizotopové laboratoře HMÚ přímo na pobočce v Ostravě přestavbou a rekonstrukcí budovy pobočky. Projekční i stavební činnost při rekonstrukci pobočky, při které se vybudovaly také laboratoře pro čistotu ovzduší, opět s poukazem na mou stavební kvalifikaci na vysoké škole, spadla do klína mé osobě. Vybudovaná radioizotopová laboratoř byla začleněna do odboru hydrologie na pobočce v Ostravě, který jsem v té době řídil. Kromě měření průtoků jsme aplikovali nové měřicí metody ke zjišťování postupových dob průtočných množství na řekách v různých částech celé republiky, později ke zjišťování hydraulických parametrů čistíren odpadních vod, především na Moravě. Toto pracoviště po řadu let zajišťovalo měření jako jediné v republice. Laboratoř byla zařazena do aplikovaného výzkumu a v pětiletých cyklech řešila různé metody měření v hydrologii povrchových a podzemních vod a při měření výšky sněhové pokrývky. Výsledkem výzkumných úkolů byly výzkumné zprávy, publikace v odborném tisku u nás i v zahraničí a na odborných konferencích. Jeden z přínosů pro hydrologii bylo měření nestacionárního proudění v povrchových tocích, při kterém jsem se vrátil ke své zamilované hydraulice. K obecnému použití radioindikátorových metod však u nás nedošlo, poněvadž náklady na měření byly vysoké a požadavky na zajištění bezpečnosti při práci s jaderným materiálem se postupně stále zvyšovaly. Radioindikátorové metody však našly značného uplatnění především ve zdravotnictví a specifickém výzkumu hydraulických otázek proudění vody v otevřených korytech.

Vzhledem k tomu, že žádné pracoviště Akademie věd, které se zabývalo hydrologií, u nás nemělo vlastní radioizotopové laboratoře, měl jsem příležitost zastupovat tato pracoviště při jednáních v rámci socialistických států, nejčastěji v Bulharsku, SSSR, Polsku a ČSSR. Právě při zasedání u nás probíhalo zkoumání nestacionárního proudění při změně průtoků pomocí radioizotopů a srovnání měření s hydraulickými metodami. Byla to pro mne léta neustálého studia odborné literatury a hledání praktických aplikací. Při tom jsem mnohokrát využil všech svých znalostí jak z oboru vodního hospodářství, tak radioizotopů, zvláště dozimetrie, jednalo se tak v podstatě o multioborový výzkum a praktickou aplikaci.

Po reorganizaci ústavu na tzv. technologické členění hydrometeorologické služby byly zrušeny všechny oborově řízené útvary a já jsem byl pověřen vedením oddělení laboratoří na pobočce. Oddělení sestávalo z radioizotopové laboratoře a z laboratoře čistoty ovzduší, kde se zajišťovaly rozbory vzorků z měření oxidu siřičitého a polétavého prachu ze staniční sítě. Po katastrofě na atomové elektrárně v Černobylu radioizotopová laboratoř začala okamžitě s měřením vzorků polétavého prachu na radiospektrometru, kterým byla vybavena. Výsled-

ky měření ukazovaly podstatně vyšší zamoření, než oficiálně přiznávala Krajská hygienická stanice v Ostravě. O naše měření byl velký zájem a byli jsme podrobení neohlášené kontrole Hlavního hygienika ČSSR, při které nás zachránilo, že měření jsme měli podložené měřením rozložení srážek na našem území z klimatické sítě ústavu. Výsledky našich měření pak byly předávány pouze nejvyšším politickým a správním organům a nesměly být volně zveřejňovány.

Za zmírněných politických poměrů v šedesátých letech jsem byl přijat ke studiu vědecké aspirantury při zaměstnání. Když už jsem měl za sebou řadu zkoušek a připravoval dizertační práci o tvaru návrhových povodňových vln, politické přiostření poměrů po roce 1970 mě donutilo, abych se ze studia odhlásil, a tak si zachoval zaměstnání v ústavu.

Výsledky svých zkušeností z oboru hydrologie jsem však měl možnost od roku 1970 uplatnit při přednáškách Mezinárodního Postgraduálního kurzu UNESCO v Hydrologii, který probíhal každý druhý rok na VŠZ v Praze-Suchdole. Byl určený pro vysokoškolsky graduované účastníky z anglicky mluvících rozvojových zemí a každého běhu se kurzu se mohlo též zúčastňovat několik vysokoškolsky graduovaných osob z ČSR, obyčejně nejméně jeden z HMÚ. Pro mne to byla škola života, poněvadž do každého běhu přednášek na téma: Hydrometeorological and Hydrological Networks jsem se snažil zařazovat poslední znalosti s tohoto oboru z odborné praxe.

V roce 1990, po konkurzním řízení, jsem byl jmenován ředitelem pobočky ČHMÚ v Ostravě, kde jsem měl možnost uplatnit nejen svých 35 let zkušeností z práce v ústavu, ale také si dále otestovat své organizační schopnosti, které jsem postupně získával při řízení menších útvarů na pracovišti, jako bylo oddělení povrchových vod, útvar hydrologie, oddělení laboratoří. V té době jsem narazil na další obor, který mne zaujal, aplikaci výpočetní techniky, která se postupně v HMÚ začala používat v masovém měřítku. V předchozích letech se při řešení studií používalo výpočetní techniky od děrnoštítkových strojů až po digitální počítače u jiných organizací, v devadesátých letech jsme měli již vlastní střední počítač na pobočce a první personální počítače zapojené do počítačové sítě. V době mého středoškolského a vysokoškolského studia pochopitelně tento obor ještě nebyl přednášen a patřil spíše do science fiction. Pamatuji, že při nástupu do zaměstnání v padesátých letech bylo běžným výpočetním prostředkem logaritmické pravítko, ruční mechanické, později elektricky ovládané kalkulačky a sčítačky. Pamatuji se, jak se mi s uvolněním embarga na výpočetní techniku v pozdějších letech poprvé do rukou dostala programovatelná kalkulačka od firmy Texas Instrument a na ní jsem používal program pro výpočet hydrometrického měření. První vlastní PC s procesorem 386 jsem si pořídil až v roce 1992. V té době člověk musel k jeho používání ovládnout operační systém DOS a Windows 3.11 a další programy užívané v ústavu. Zaujaly mne ale rovněž taje hardwaru osobních počítačů a jejich staveb. Výpočetní technika se tak stala mým dalším předmětem trvalého zájmu. Když jsem na konci roku 1995 přestal vykonávat funkci ředitele pobočky, zůstal jsem dále pracovat v ústavu. V té době jsme se rozhodli využít zejména možností programování v tabulkovém procesoru Excel při zpracování hydrologických posudků a hydrologických studií.

V posledním období mého zaměstnání u ústavu jsem měl možnost prožít největší známou velkou vodu v povodí Moravy a Odry. Bylo to v roce 1997, kdy jsem po celou dobu povodně měl možnost organizovat a účastnit se terénních měření. Po odeznění povodně pak jejího vyhodnocení a následně přepracování katastru velkých vod. Považoval jsem to vše za celoživotní odměnu mé práce hydrologa, kdy jsem mohl uplatnit vše, co jsem po odborné stránce za celý život získal. I v pozdějších letech, kdy jsem již byl v důchodu, přizvalo mne vedení ČHMÚ ke spolupráci při vyhodnocení povodně 2002 v Čechách [4]. Tehdy i v pozdějších letech jsem se snažil své zkušenosti předávat mladším pracovníkům z mých zamilovaných oborů, jako je využití hydrauliky při extrapolaci měrných křivek či indikátorové měřicí metody, zejména na pracovištích v Ostravě a Praze.

Mám-li shrnout, jak mne voda v životě provázela, mohu říci, že její vliv se rozdělil do dvou fází, které se však vzájemně prolínaly. Teoretické základy znalosti z vědních disciplín fyziky, a dá se říci i matematiky, jsem čerpal od tety z matčiny strany S. M. RNDr. Jaromíry Němcové, první ředitelky gymnázia kongregace Dominikánek u nás. Ten kladný vztah, který jsem k těmto vědám získal, mne provázel nejen po dobu studií na střední a vysoké škole, ale prakticky mi zůstal po celý život. Pokud se mi podařilo alespoň částečně tyto disciplíny uplatnit při studiu dalších předmětů, stalo se pro mne vše snadnějším. Další prohloubení při uplatňování těchto oborů v praxi jsem získal studiem u Prof. Ing. Jiřího Kunštátského, DrSc. na VUT v Brně.

To však nestačí, aby člověk byl v životě úspěšný a jeho práce přinášela společnosti užitek. Vytrvalost v práci, ať fyzické či duševní jsem zdědil po největším vzoru svého života a to svém otci Ing. Dr. Rostislavu Sochorcovi, který neváhal položit svůj život za demokracii a lidská práva v prvních měsících hrůzovlády po únoru 1948. Jeho heslo: *„Mám jen to, co udělám pro druhé“* jsem převzal a snažil se je dodržovat. Práce pro druhé byla obecně jakákoliv prospěná práce pro společnost i lidi samé. Zamiloval jsem si obor hydrologie, protože přinášela poznání vodního režimu, což je základ pro využití vody pro společnost. Proto jsem se celý život snažil, aby se práce v HMÚ přibližovala mým zásadám. Tam jsem poznal spoustu lidí, se kterými se mi dobře spolupracovalo a rád na ně vzpomínám. Kdybych měl znovu prožít svůj život, potom bych jej chtěl prožít znovu a stejným způsobem, jako tento současný, jen snad toho lidského utrpení, které zasáhlo nejen členy naší rodiny, by mohlo býti méně.

Literatura

[*1] CARNEGIE, D. B., 1936. How to Win Friends and Influence People, Simon and Schuster, New York. 291 p. ISBN 1-4391-6734-6.*

[2] HMÚ, 1965–1970. Hydrologické poměry Československé socialistické republiky. Díl I.–III. Praha: HMÚ. s. 414, 573, 405.

[3] KŘÍŽ, V. – KUPČO, M. – SOCHOREC, R., 1979. Měření průtoků. Praha: HMÚ. s. 150.

[4] MŽP, 2003. Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002. Praha: MŽP. přer. str.

[5] SOCHOREC, R., 1970. Učební texty pro pomaturitní studium Sv. 18. Základní zpracování hydrologického materiálu. Praha: HMÚ. 188 s.

Ing. Rostislav Sochorec (1931)

Celý svůj profesní život strávil ve službách hydrologie na Moravě a ve Slezsku. Pomáhal vybudovat a rozvíjet hydrologické pracoviště pobočky ČHMÚ v Ostravě, přitom spoluvytvářel pracovní metody praktické hydrologické služby, věnoval se i vědeckým metodám, např. izotopové hydrologii, a to vše s neutuchajícím a nakažlivým elánem a optimismem. Obdržel cenu A. R. Harlachera za mimořádný přínos české hydrologii.

ZAČÍNÁM MÍT POCIT, ŽE SE NÁS NĚKDO SNAŽÍ ZKOMPROMITOVAT...

Od vody ke karikatuře

Miroslav Kemel

Vystudoval jsem stavební fakultu obor Vodní hospodářství, vodní stavby. V oboru jsem se pohyboval pouze dva roky, pak jsem šel na volnou nohu jako karikaturista. Zřejmě k velikému zklamání svého otce, který na stavební fakultě učil hydrologii a doufal, že budu v jeho šlépějích pokračovat a zdědím po něm jeho rozsáhlou knihovnu odborné literatury. Byl ale velkorysý a respektoval mé rozhodnutí.

Něco o vodě vím, nejsem odborník, ale povědomí o širších souvislostech a dopadech lidského konání na přírodu a oběh vody v přírodě mám asi o něco větší než obyčejný smrtelník. Vím, že existují různé modely na sběry dat, jejich způsoby vyhodnocování, předpovědi srážek, průtoků. Spočítat bych samozřejmě už nic neuměl, ale kdysi jsem z toho skládal zkoušky…

Co je ve mně hluboce zakotveno, je respekt k přírodě. Nejraději bych ji nechal působit naprosto volně, bez omezení, bez velkých zásahů do jejího přirozeného řádu. Věřím v její hlubokou moudrost, a že všechno v ní má svůj smysl, i když nám není úplně znám.

Žijeme však v době, ve které už není moc míst na Zemi, kde je příroda nedotčena. Existují veliké aglomerace, kde žijí miliony lidí, a v takovémto prostředí nezbývá nic jiného, než se pokusit eliminovat nepříznivé dopady vodního živlu na životy lidí pomocí vodních staveb, úprav toků a přitom minimalizovat naopak negativní vliv těchto staveb na přírodu. Těžký úkol, nesnadný a nikdy nekončící… Smekám před lidmi, kteří tyto protichůdné zájmy dokáží vnímat a citlivě posuzovat, před odborníky, kteří tomuto přístupu zasvětili svůj profesní život stejně, jako můj otec.

Nestal jsem se vodohospodářem, ale karikaturistou. Tématu vody se však věnuji rád a díky pravděpodobným změnám klimatu se domnívám, že k tomu budu mít stále více příležitostí. Role karikaturisty je jasná: upozorňovat na různá nebezpečí, skryté motivy mocných, lidskou pýchu a nadutost ve svém vztahu k přírodě kolem nás. A přehánět, což je výsostným právem karikaturisty.

Miroslav Kemel (1963)
Vystudoval vodní hospodářství na ČVUT, avšak následně sběhl k umělecké kariéře karikaturisty, malíře a písničkáře. Denně publikuje své karikatury v nejvýznamnějších českých denících.

SKUTEČNĚ VYSPĚLÉ CIVILIZACE BUDOU NA VODĚ NEZÁVISLÉ...

KRÁTKÉ ÚVAHY O VODĚ

Vydalo nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, Praha 2013
1. vydání, 98 stran. Náklad 500 výtisků
Vytiskla tiskárna František Maitner, K Lochkovu 175, 154 00 Praha 5

ISBN 978-80-87577-24-0

ISBN 978-80-87577-24-0