MĚRNÁ KŘIVKA PRŮTOKU – ZÁSADNÍ FAKTOR KVALITY HYDROLOGICKÝCH DAT

***Pavel Polcar*[1]**

Abstrakt

Příspěvek upozorňuje na důležitost procesu transformace napozorovaných dat o výšce hladiny na údaje o průtoku, úskalí soudobých a budoucích řešení tohoto procesu a dopady na kvalitu výsledných průtokových řad.

Klíčová slova: měrná křivka průtoku (MKP), kvalita hydrologických dat

1. Úvod

Motto:
Měrná křivka průtoku zdá se být jen nepříjemným a nudným zdržením na cestě od záznamu vodního stavu ke skvělým hydrologickým objevům...

Současná dostupnost technologického vybavení umožňuje relativně snadno instalovat a provozovat monitoring výšky hladin v povrchových tocích. Vzniká tak řada nových vodoměrných profilů zakládaných různými organizacemi vedle tradičních provozovatelů monitoringu, kterými jsou ČHMÚ a podniky Povodí. Kvalita těchto nově vznikajících dat je však mnohdy diskutabilní, a to zejména s ohledem na jejich transformaci z údajů o výšce hladiny na odpovídající velikost průtoku. Konstrukce a udržování aktuálnosti měrných křivek představuje časově a kapacitně velmi náročnou práci, kterou ve svých úvahách zakladatelé nových vodoměrných profilů většinou podceňují. Následující text by snad mohl pomoci některé zjednodušené představy o aplikaci měrných křivek korigovat.

2. Proložení a tvar MKP

Nástup personálních počítačů v poslední dekádě 20. století umožnil nahradit ruční grafickou práci (proložení křivky polem bodů reprezentujících hydrometrická měření) optimalizovaným výpočetním postupem. Toto řešení může svádět k domněnce, že odstranění subjektivního přístupu zpracovatele objektivní matematikou povede ke zkvalitnění výsledku. Taková představa je ovšem zcela mylná. Komputerizace proložení přináší sice podstatnou úsporu zdlouhavé ruční práce a nezanedbatelný komfort (variantní a současné zobrazení více křivek, snadná změna měřítka, apod.), do konstrukce křivky však nepřináší žádný kvalitativně nový prvek. Naopak, automatická bezmyšlenková aplikace může způsobit chybné zhlazení tvarových nuancí křivky a vnést tak do výsledku zcela zbytečnou ztrátu přesnosti. U většiny měrných profilů nelze vystačit pouze s jedinou rovnicí měrné křivky pro celý rozsah vodních stavů. Je zcela evidentní, že strmost křivky v kynetě bude jiná než v rozlehlé inundaci. Stejně zřejmé je, že v profilech stabilizovaných měrnými prahy je v mnoha případech vytvářeno vzdutí, které je nutno popsat jiným typem rovnice než režim proudění za vyšších stavů, kdy vzdutí nízkým prahem zaniká. V našich podmínkách je nutné tímto způsobem přistupovat i k většině profilů přirozených. Za velmi nízkých stavů se zde vyskytuje vzdutí, způsobené nerovnostmi dna. Kapacitu vodoměrného profilu pak určuje zpravidla nějaký omezující příčný profil, který leží v určité vzdálenosti po proudu pod stanicí a jehož působení je podobné vlivu vzdouvacího prahu (obr. 1). V zahraniční literatuře [1] [2] je tento režim proudění nazýván „section control“, čímž se rozumí, že určujícím prvkem průtočnosti je nejbližší omezující příčný profil.



Obr. 1: Kaskáda vzdutých úseků Otavy v Písku při nízkém vodním stavu

Režim proudění za vyšších stavů je nazýván „channel control“, což vyjadřuje výškové pásmo vodních stavů, ve kterém jsou určujícím faktorem průtočnosti hydraulické vlastnosti říčního koryta. Je to oblast, kde se již neprojevuje vzdutí dnovými útvary (nebo umělým prahem) a kde lze při určitém zjednodušení předpokládat proudění rovnoměrné (lépe řečeno kvazirovnoměrné) a pro odhad průtoku lze použít např. Chézyho rovnici. Mezi oběma oblastmi leží ještě přechodné pásmo („compound control“). Z toho vyplývá, že i v běžném výškovém rozsahu, kdy ještě nemusíme řešit vybřežení, máme na většině vodočetných profilů co do činění se třemi výškovými pásmy měrné křivky, které nelze vyjádřit jedinou společnou rovnicí. Hranice mezi těmito pásmy mohou být (a většinou bývají) obtížně identifikovatelné, neboť detailní tvar křivky se ukrývá v rozptylu hydrometrických měření, který je způsoben chybami měření nebo časovými změnami dnových útvarů. Při vývoji softwaru pro konstrukce měrných křivek, který je v ČHMÚ používán (WinZPV), byl proto kladen důraz na flexibilitu řešení, libovolnou volbu výškových pásem („rozpad“ jedné rovnice na více rovnic zvlášť pro každé pásmo), snadné možnosti subjektivního zásahu a propojení s dalšími podstatnými informacemi, které nelze v řešení opomíjet. Takovou informací je především velikost a tvar příčného profilu v místě vodočtu, eventuálně dalších charakteristických příčných profilů, které jsou součástí databáze a je možno s nimi pracovat. Rychle a jednoduše tak lze měrnou křivku převést na rychlostní křivku profilu ke kontrole rozmezí středních profilových rychlostí nebo naopak extrapolací středních profilových rychlostí získat extrapolovanou měrnou křivku průtoku. U složených profilů lze celé řešení provádět po částech. Program obsahuje také hydraulický modul s jednoduchými výpočty Manningovy formy Chézyho rovnice. Po zadání podélného sklonu hladiny a součinitele drsnosti tak lze provádět odhady průtoku v pásmech absence měření nebo obráceně - převádět již hotovou měrnou křivku na průběh součinitele drsnosti ve výškovém pásmu „channel control“ a ověřovat tak věrohodnost řešení. Všechny vyjmenované postupy jsou však jen pouhými nástroji v rukou zpracovatele. Kvalitu výsledného řešení určuje podstatný faktor, který se naprogramovat nedá. Tímto faktorem je vedle objektivních okolností (počet a rozsah hydrometrických měření, stabilita měrného profilu) především kvalita zpracovatele (znalosti a zkušenosti hydrologa).

3. Extrapolace

Tradičně největším problémem jsou extrapolace horního konce měrných křivek, tedy do pásma rozlivů a vysokých povodňových stavů. V tomto pásmu bývá nejméně hydrometrických měření, což má řadu snadno pochopitelných příčin – nízkou frekvenci výskytu, krátké trvání, obtížnost až neproveditelnost hydrometrických měření, nedostupnost profilů a v neposlední řadě i ohrožení zdraví či života měřičů. Extrapolace proto jsou a ještě

dlouho budou běžnou součástí práce „konstruktéra“ měrných křivek. Snaha o zkvalitnění extrapolací v širokém měřítku všech technických pracovišť ČHMÚ byla hlavním důvodem zavedení možnosti hydraulických výpočtů do programu WinZPV. Tyto výpočty jsou však zatím omezeny na jeden charakteristický příčný profil, představují spíše jakýsi dobře podložený odborný odhad, který je nutno dále zpřesňovat hydrometrickými měřeními nebo simulací matematickými modely proudění, které pracují v soustavě více příčných profilů. Tato praxe je v posledních letech běžná a uplatňuje se po výskytu všech velkých povodní (1997, 2002, 2006, 2009, 2010). ČHMÚ pak zpravidla objednává tyto práce jako externí dodávky specializovaných firem.

Není třeba zdůrazňovat, že chybná extrapolace způsobuje fatální důsledky v kvalitě napozorovaných průtokových řad a jejich dalším použití. Po výskytu srpnových povodní roku 2002 musela být v zasažených povodích přepracována návrhová data N-letých průtoků. Důvodem nebyl jen výskyt extrémní povodně, která byla na většině postižených stanic absolutně největší za dobu instrumentálního pozorování. V mnoha případech průchod povodňové vlny ozřejmil způsob protékání staničních lokalit v extrémních podmínkách. Pro řadu stanic pak byly na základě stop kulminační hladiny sestaveny matematické modely proudění umožňující zpřesnit hodnoty kulminačních průtoků. Ty byly nezávisle stanoveny i extrapolačními metodami ČHMÚ a vzájemně porovnány. Dlužno říci, že ve většině případů bylo dosaženo dobré shody, považujeme-li vzájemné odchylky v hodnotách kulminačních průtoků menší než 10 % za uspokojivé. Kromě toho se někde podařilo provést i přímá velmi cenná hydrometrická měření za extrémních stavů, jejichž výsledky byly do řešení samozřejmě zahrnuty. Celkový soulad průtokového vyhodnocení byl současně prověřován bilancováním průchodu povodňových vln soustavou stanic. Vedlejším efektem komplexu těchto prací byly nové extrapolace měrných křivek, které musely být v některých případech uplatněny i zpětně. V takových případech bylo pak nutné opravit i kulminace větších povodní v historických řadách. Na následné změně návrhových hodnot Q_N se tak podílely vedle výskytu extrému ještě opravy některých datových řad.

4. Krátkodobé časové změny MKP

Diskutabilním problémem je dynamická hystereze měrných křivek, všeobecně známý jev popsaný a teoreticky vysvětlený v odborné literatuře, nicméně praktických zkušeností dovedených do konkrétních číselných hodnot je u nás minimum. Dynamická hystereze je významná pouze při výskytu strmých povodňových vln. Bohužel jejich průchod vodoměrným profilem je většinou spojen se současně probíhající morfologickou změnou tvaru koryta a to i v případech stanic stabilizovaných dnovými prahy. I kdybychom měli kapacitu a technické možnosti provádět sérii hydrometrických měření na vzestupné i sestupné větvi vlny, výsledky budou vždy ovlivněny oběma jevy, které od sebe nelze prakticky oddělit. Pro teoretický odhad velikosti dynamické hystereze lze použít Jonesovu rovnici ve tvaru:

$$Q_{neust}/Q_{ust} = (1+1/v_{post} \,.1/i \,.\, dh/dt)^{1/2}$$

vyjadřující poměr velikosti neustáleného a ustáleného průtoku, kde v_{post} je postupová rychlost povodňové vlny, i je sklon ustálené hladiny a dh/dt je gradient časové změny vodního stavu. Kladné znaménko v závorce platí pro vzestupnou větev vlny, pro sestupnou je třeba jej změnit na záporné. Z rovnice lze odvodit dvě všeobecné zásady – čím větší strmost povodňové vlny (gradient změny stavu) a čím menší podélný sklon hladiny při ustáleném proudění, tím větší je vliv dynamické hystereze. Podle doporučení uvedených v literatuře [1] [3] má smysl zabývat se dynamickou hysterezí pouze u toků s malým podélným sklonem dna, jehož hodnota se blíží 1 promile nebo je menší. Druhým kritériem je potenciální velikost dynamické hystereze, která by měla být alespoň srovnatelná s pravděpodobnou chybou měření velkých průtoků. Doporučená spodní hranice je cca 8 – 10 procent, pokud vychází odhad menší, bude vliv hystereze promíchán s chybami měření a to i v podmínkách ideálně stabilního profilu.

Abychom citovaná doporučení převedli do praxe, byl učiněn pokus o výpočet možného vlivu hystereze na výběru stanic v povodí horní Vltavy. Jako stanice s největším potenciálním

vlivem dynamické hystereze byl vyhodnocen Písek na Otavě díky malému podélnému sklonu dna (0,0008) a výskytu poměrně strmých povodňových vln. U nejstrmější vlny (max. gradient 60 cm/hod) byla zjištěna největší odchylka od ustáleného průtoku velikosti 6 %. Avšak i v Písku, stejně jako u ostatních hodnocených stanic, se ukazuje, že velikost největších odchylek je menší než očekávaná chyba měření povodňových průtoků. Je tedy zřejmé, že kvantifikovat dynamickou hysterezi v takových podmínkách přímým měřením je více než obtížné. Výsledky výpočtů jsou podle velikosti seřazeny v tabulce 1.

Tab. 1: Příklady vlivu dynamické hystereze (odhad dle Jonesovy rovnice)

Img. stanice	tok	sklon dna	vlna z roku	max. gradient	post. rychlost	Qneust./Qust
Nový Jičín	Jičínka	0,0025	2009	114 cm / 10 min	2,50 $m.s^{-1}$	1,14
Písek	Otava	0,0008	1940	60 cm / 1 hod	1,60 $m.s^{-1}$	1,06
Č. Budějovice	Vltava	0,0013	2002	50 cm / 1 hod	1,50 $m.s^{-1}$	1,03
Pilař	Lužnice	0,0014	2002	32 cm / 1 hod	0,94 $m.s^{-1}$	1,03
Bechyně	Lužnice	0,0016	2002	50 cm / 1 hod	1,30 $m.s^{-1}$	1,03
Roudné	Malše	0,0015	2002	28 cm / 1 hod	1,38 $m.s^{-1}$	1,02
Podedvory	Blanice	0,0080	2009	20 cm / 10 min	1,70 $m.s^{-1}$	1,01

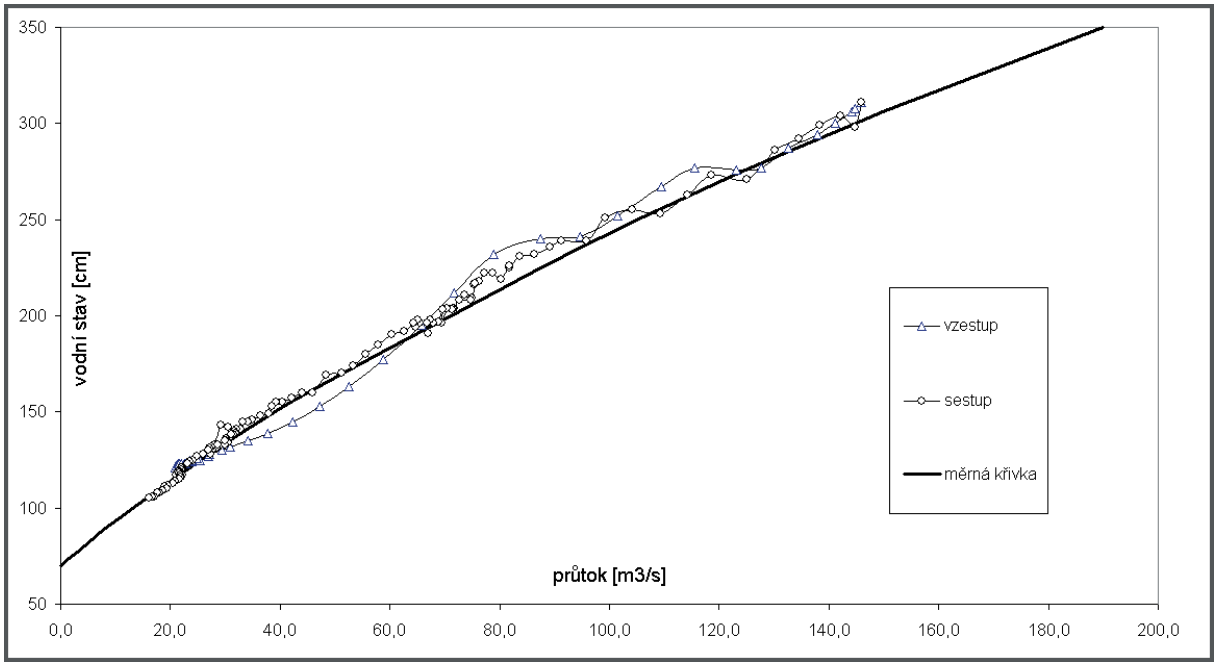
Zajímavý přístup ke kvantifikaci dynamické hystereze je popsán v [4]. Předmětem části této práce je rozbor průběhu mimořádné povodňové vlny z června 2009 na řece Jičínce ve vodoměrné stanici Nový Jičín. Průchod vlny byl simulován matematickým modelem neustáleného proudění HEC-RAS 4.0. Simulovaný časový průběh průtoku pak ve vazbě na limnigrafický záznam vodního stavu vytvořil pravděpodobný obraz hysterezní smyčky. Nezávisle byly provedeny výpočty pomocí Jonesova vzorce a výsledky porovnány. Obě metody vykázaly ve výsledcích velmi dobrou shodu. Největší odchylka neustáleného průtoku na vzestupné větvi vlny od průtoku ustáleného dosáhla až 14 %. Vzhledem k poměrně velkému sklonu dna (0,0025) je to neočekávaně velká hodnota. Vysvětlení spočívá v mimořádné extremitě gradientu vodního stavu, který zde v maximu dosáhl až neuvěřitelné velikosti cca 1 m za 10 minut (viz Tab.1 – první řádek). Z hlediska přesnosti výsledků je však nutné mít na paměti souběžně probíhající morfologické změny koryta, kterými byl zcela jistě ovlivněn záznam vodního stavu. Nicméně práce přináší potěšující zjištění, kterým je potvrzení oprávněnosti použití jednoduché Jonesovy metody pro odborné odhady velikosti dynamické hystereze.

Lze tedy jen doporučit aplikaci Jonesovy metody k prověření potenciálně náchylných vodoměrných stanic na případech reálných vln, tak jako to bylo učiněno v případě povodí horní Vltavy. Domnívám se však, že výsledky povedou k obdobnému závěru: Vliv dynamické hystereze měrné křivky v našich podmínkách je v absolutní většině případů překryt mnohem markantnějšími změnami dalších faktorů, které během průchodu povodňové vlny ovlivňují kapacitu říčního koryta, v nichž dominantní roli hraje tvarová změna průtočného průřezu.

Z hlediska kvality měrné křivky v oblasti povodňových průtoků může být na některých stanicích významným jevem i tzv. hystereze kinematická, která souvisí se vzájemnou výškovou polohou hladin nad a pod vodoměrným profilem. Na rozdíl od hystereze dynamické, kde je rozdíl podélného sklonu hladiny při neustáleném proudění způsoben pouze průchodem povodňové vlny, v případě kinematické hystereze je přídavný sklon hladiny způsoben velmi odlišným tvarem říčního koryta a přilehlého terénu nad a pod vodoměrným profilem. Typickým příkladem může být stanice Pilař na Lužnici, kde je říční koryto nad měrným profilem ohrázováno, zatímco těsně pod profilem prudce klesá úroveň obou břehů. Konfigurace koryta pod profilem tak způsobuje rozsáhlé rozlivy i za vodních stavů, kdy je proud nad profilem ještě sevřen bočními hrázemi. Při průchodu povodňové vlny

tak dochází k rozdílnému chování hladiny nad a pod vodoměrným profilem. Zatímco v ohrázovaném korytě nad stanicí hladina reaguje bezprostředně na změnu průtoku, v prostoru pod stanicí dochází k pomalejšímu vzestupu či poklesu vlivem plnění či prázdnění rozlehlých inundací. Ve vodoměrném profilu to pak vyvolává v různých fázích průchodu vlny různý sklon hladiny odlišný od sklonu při ustáleném proudění. Tento přídavný sklon může být až o řád vyšší než při běžné dynamické hysterezi. Kvantifikaci jevu je možno provést pouze přímým měřením při výskytu povodňové vlny nebo simulací modelem neustáleného proudění. Obdobné problémy související se změnou sklonu hladiny může způsobovat proměnlivé vzdutí v úseku řeky pod profilem. To může být zaviněno nejčastěji povodňovou situací na přítoku, pokud vyloučíme nevhodně situované případy stanic v dosahu vzdutí pohyblivých vzdouvacích objektů. Všechny tyto výše popsané komplikace lze označit souhrnným názvem hystereze, neboť vztah mezi vodním stavem a průtokem opisuje více nebo méně složité smyčky a po obnovení počátečních hydraulických podmínek se vrátí na původní hodnoty. V tom tkví nebezpečí těchto jevů – probíhají skrytě a pokud neprovádíme hydrometrická měření průběžně po dobu trvání vlny, nelze je zpětně měřením kvantifikovat.

Pro představu, s jakou přesností vystihuje měrná křivka průtočnou kapacitu vodoměrného profilu při průchodu extrémní povodňové vlny, byl sestrojen graf na obr. 2. Byl získán bilančním výpočtem přítoku do nádrže Husinec na Blanici během průchodu extrémní vlny na konci června 2009 (Q_{kulm} cca 50 až 100letý). Vypočítané přítoky jsou vyneseny proti záznamu vodního stavu přítokového limnigrafu v Podedvorech. Oscilace kolem pravděpodobné střední měrné křivky mohou mít více příčin: pohyb splavenin - odplavení balvanů břehového opevnění, z nichž největší měl váhu několika set kilogramů, vytváření dočasných překážek ze splávi, tvarové změny profilu. V úvahu je nutné vzít i možné chyby či nepřesnosti výpočtu. Vliv dynamické hystereze v tomto případě můžeme zcela pominout (viz Tab.1 – poslední řádek).



Obr. 2: Krátkodobé oscilace průtoku při průchodu extrémní povodňové vlny

5. Dlouhodobé časové změny MKP

Na rozdíl od hysterezních jevů lze měřením zpětně prokázat morfologické změny říčního koryta. Změna tvaru a velikosti průtočného průřezu je nejčastější příčinou změn měrných křivek. Periodické střídání erozivních a sedimentačních procesů je přirozeným projevem pohybu vody v krajině. Pokud nechceme všechny měřené úseky toků přebudovat v betonová koryta, musíme se smířit s tím, že s obdobnou periodicitou je nutné měnit i měrné křivky. Zatímco však přírodní proces tvarování koryta probíhá spontánně v závislosti na unášecí schopnosti říčního proudu, tvorba a korekce měrných křivek je činnost pohříchu antropogenní, reagující na změny s nevyhnutelným menším či větším zpožděním. Pro opravu měrné křivky je zpravidla potřeba alespoň dvou či (lépe) více hydrometrických měření za různých vodních stavů, jejichž získání trvá určitou dobu (cca několik měsíců). Pokud je změna profilu náhlá (průchod vlny), lze alespoň zhruba určit její časovou polohu a novou měrnou křivku uvést do života se zpětnou platností. Pokud však změna probíhá pozvolna nebo její časovou polohu nelze přesněji určit, nutně vznikají v určitém období na konci platnosti staré křivky diference vyčíslených průtoků od průtoků reálných. U pozvolna probíhajících změn říčních koryt se tomuto jevu ani při nejlepší vůli nelze vyhnout, neboť měrnou křivku měníme skokově. Metoda pozvolné změny měrné křivky zatím nebyla vynalezena. Určitou redukci tohoto nepříjemného problému přináší výstavba stabilizačních prahů v měrných profilech. Ale ani dobře navržený a fungující práh nemůže daný jev zcela odstranit, protože průtočnou kapacitu ovlivňuje kromě prahu ještě určitý úsek přirozeného koryta pod profilem.

6. Důsledky

Shoda mezi skutečností a časovou řadou průtoků, vyhodnocených prostřednictvím měrných křivek, je proto vždy částečně snížena vlivem souhrnu výše popsaných jevů, jejichž výčet ani není úplný. I dobře zkonstruovaná měrná křivka v tradiční podobě je určitou schematizací časově proměnného vztahu vodní stav – průtok, s hypoteticky středními hodnotami u krátkodobých hysterezních změn a skokovou reakcí na změny pozvolnější. Přílišná prodleva těchto skokových změn pak může být příčinou zkreslení výsledné průtokové řady. Při formulování závěrů statistických zpracování časových řad je proto potřeba mít tuto okolnost na paměti a porovnat citlivost či zranitelnost výsledků s velikostí možných chyb souvisejících s měrnou křivkou. V této souvislosti nelze než doporučit k přečtení práci [5].

7. Závěr

Závěrem se nabízí otázka, jak by mohl budoucí technologický pokrok zvýšit kvalitu průtokových dat. Největší slabinou tradičního přístupu jsou časové prodlevy mezi jednotlivými hydrometrickými měřeními a nedostatečné pokrytí amplitudy kolísání vodního stavu. Odpovědí by tedy mohlo být kontinuální měření rychlosti např. ultrazvukovými průtokoměry. Poslední generace těchto přístrojů, zdá se, disponuje velkou přesností i spolehlivostí. Problémem však bude sledování změn průtočného průřezu a měření za povodňových stavů (nutnost instalace více horizontálních paprsků). Technicky by se zřejmě i tyto potíže daly vyřešit, zůstává však kardinální problém složité instalace a zejména pořizovacích nákladů. Nakolik by bylo zvýšení kvality výsledných průtokových dat efektivní v porovnání s podstatně zvýšenými náklady na jejich získání?

Na úplný závěr připojím poněkud optimističtější příklad, který dokládá, že problém kvality měrných křivek není specialitou ČHMÚ, ale trápí hydrologické služby i v ostatních státech. V letech 2007 až 2009 ČHMÚ (pobočka ČB) absolvoval proti své vůli test kvality hydrologických dat v konfrontaci s Rakouskou hydrologickou službou. Jednalo se o neshodu hodnot N-letých průtoků v hraničním profilu Malše. Např. v hodnotě 100letého průtoku činil rozdíl 45 % české hodnoty (113 $m^3.s^{-1}$ ČR versus 62 $m^3.s^{-1}$ Rakousko), přičemž vyšší údaje z české strany vycházely hlavně z pozorování v Kaplici, nižší údaje rakouské strany z pozorování v Leopoldschlagu. Plocha povodí Malše v Kaplici je více než dvojnásobná proti

ploše povodí hraničního profilu, zatímco rakouská stanice Leopoldschlag leží v blízkosti hranice. Výpočet QN z české strany je proto ještě komplikován vzdáleností stanice od státní hranice. Je založen na unikátní metodě plošné extrapolace, známé spíše pod používanějším názvem „katastr vodnosti“. Velký rozdíl v hodnotách QN byl příčinou vleklých jednání v rámci Komise pro hraniční vody. Obě strany byly politicky donuceny změnit svá data tak, aby se výsledky sblížily. ČHMÚ snížil své údaje subjektivně v mezích možností plošné extrapolace až o 24 % v hodnotě Q_{100}. Rakouská strana v rámci svých možností své údaje zvýšila o 13 % v hodnotě Q_{100}. Ani poté nebylo dosaženo shody, neboť výsledný rozdíl byl 18 %. Protože ČHMÚ využil svých možností změny výsledků v rámci přijatelných limitů na maximum, odmítl již dále ustupovat. Po dalších jednáních přistoupila rakouská strana k revizi svých dat. Byla tak zjištěna chybná extrapolace měrné křivky v Leopoldschlagu, vytvořena nová křivka extrapolovaná hydraulickým modelem a výpočty všech dalších potřebných veličin byly provedeny znovu. Nová rakouská hodnota v podstatě potvrdila správnost hodnoty české, ovšem té původní! Uvedený příklad potvrzuje fatální vliv kvality měrných křivek na hodnoty návrhových průtoků. Současně poskytl ČHMÚ zadostiučinění nejen ve věci kvality pozorování a měrných křivek, ale i potvrzení správnosti používaných metod plošné extrapolace.

Literatura

[1] HERSCHY, R. W., 1995. Streamflow Measurement, Second Edition. Chapman & Hall, London, ISBN 0 419 19490 8.

[2] Manual on Stream Gauging, 1980. Volume 2, Computation of Discharge, WMO.

[3] Hydrology Project, 1999. Training module 29: How to establish stage discharge rating curve, Delft Hydraulics.

[4] BENEŠOVÁ, M., 2010. Extrapolace měrných křivek průtoku. Diplomová práce ČVUT Praha.

[5] KAŠPÁREK, L., 2009. O možnostech rekonstrukce vyčíslení řad průtoků. VTEI, mimořádné číslo, roč. 51, str. 13 – 16.

Kontakty na autora

1 Český hydrometeorologický ústav, pobočka České Budějovice, e-mail: polcar@chmi.cz