

VTEI

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

Jsme zde

Dlouhá by byla řada všech sešitů časopisu VTEI, které od doby jeho založení vyšly. Kdybychom byli opojeni statistikou a názornými srovnáními, mohli bychom historii časopisu vyjadřovat v metrech a v kilogramech (všech výtisků), v počtu článků či v počtu autorů či jejich váze (pochopitelně odborné).

Není to jen nedostatek obraznosti, který působí, že ničím naznačeným neargumentujeme. Je to i pocit, že kdybychom to udělali, naznačovali bychom, že něco končí, že děláme inventuru a závěrečné resumé, že prosť už jdeme od toho.

A to právě není pravda. Pokračujeme ve své práci, ve svých cílech, ambicích i poslání. Prostě: Jsme zde. Očekáváme, že mírně jiná forma našeho působení bude spíše prospěšná.

Výzkumný ústav vodohospodářský TGM je stále střediskem a největším pracovištěm výzkumu ve všech oblastech, které se týkají vody, jejího užití a ochrany i ochrany proti ní. Významně se chceme zabývat i oblastmi, které by do jisté míry bylo možno nazvat z hlediska dosavadního zaměření okrajovými, ale s vodou jednoznačně souvisejí, jako jsou voda v krajině, ohrožování vody z pozůstatků minulých činností, vliv odpadů a nakládání s nimi na vody a vůbec environmentální souvislosti vody, ale také ekonomické, právní a organizační souvislosti až po účelovou edukaci. Přitom i tento dosti dlouhý výčet je zároveň pouze letmý a zaměřený jen na hlavní prvky.

O všech našich poznatcích z uvedených oblastí, ale pochopitelně i ze základních a tradičních sfér naší činnosti, chceme v nových VTEI informovat. A nejen to:

Chceme podněcovat diskusi a výměny názorů, dát prostor i jiným pohledům a informacím.

To vše by se mělo odehrávat formou informačně bohatých sdělení, spíše kratších, i když ne vždy se to asi podaří. Stejnou formu a obsah očekáváme od externích přispěvatelů, které tímto k takové spolupráci (to je k pokračování předchozí spolupráce) vyzýváme.

Nechceme konkurovat Vodnímu hospodářství (vlastně teď našemu „domácímu“). Vzájemná těsná spolupráce navíc umožní odstranit i ty zbytky dvoukolejnosti, které se dosud ojediněle vyskytovaly.

Pochopitelně nechceme publikovat jen své výsledky, ale i názory, podněty, zkušenosti a připomínky širšího dosahu a obsahu (ve stručné a výstižné formě). Hodláme tak promlouvat i k těm odběratelům a čtenářům Vodního hospodářství, kteří VTEI dosud nesledovali.

Předpokládáme také, že se v tomto periodiku budou více vyskytovat oznámení z našeho řídicího orgánu, tj. Ministerstva životního prostředí, a z jiných jím řízených organizací.

Sami jsme zvědaví, jak se nám podaří všechna uvést, po výtce ušlechtilá předsevzetí naplnit. V tomto ohledu ale očekáváme, že nás budete kontrolovat a podle potřeby i usměrňovat.

Proto končíme výzvou: Přistup, laskavý (ale i náročný a kritický) čtenáři, otevři VTEI, čti a trvale sleduj, jak nám to jde. Budeš-li cítit jakékoli nutkání, vyměň roli čtenáře za roli autora či přispěvatele a napiš.

Těšíme se.

Ing. Václav Vučka, CSc.
ředitel VÚV TGM

GEODETICKÉ PODKLADY PRO VYHODNOCENÍ POVODNĚ V ČERVENCÍ 1997

Václav Kolář

V rámci vládního usnesení č. 475 z 26. 11. 1997 probíhal v loňském roce rozsáhlý úkol „Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997“, který byl řízen MŽP ČR, koordinován ČHMÚ a sestával z devíti dílčích úkolů. Tři z nich byly řešeny ve VÚV TGM a jejich stručný popis je obsahem tohoto a následujících dvou příspěvků.

Kromě meteorologických údajů patří mezi primární informace o povodni výškové kóty hladin za kulminace, poloha záplavové čáry v terénu a časový průběh povodňové vlny. Z nich lze následně odvodit základní hydrologické charakteristiky povodně, kterými jsou zejména kulminační průtoky, objemy zaplaveného prostoru a hloubky vody. K těmto výpočtům jsou však již nezbytné geometrické charakteristiky terénu, včetně koryta toku. Význam korektních informací o povodni je značný. Spolu s údaji o všech ostatních známých povodňových vlnách pro daný profil se následně využívají ke stanovení návrhových veličin. Návrhové veličiny slouží k určování odpovídajícího stupně povodňové ochrany, jsou využívány v územním plánování a jsou nezbytné i pro celou řadu dalších potřeb, včetně přípravy preventivních protipovodňových opatření. Protože povodně historického rozsahu mají zároveň rozhodující vliv na velikost návrhových veličin, vyžadují i po stránce zaměření a zachycení relevantních parametrů zcela mimořádnou pozornost.

Jako jeden z dílčích úkolů projektu „Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997“ byla zpracována i geodetická dokumentace pro vyhodnocení povodně. Název tohoto dílčího úkolu „Geodetická dokumentace pro vyhodnocení povodně a vytvoření digitálního modelu říčního systému v postižených oblastech“ vystihuje poměrně přesně předmět řešení. Je však nezbytné doplnit rámcovou informaci týkající se volby a velikosti zpracovaného území a formy jednotlivých výstupů.

Ukázalo se, že v rámci přidělených finančních prostředků nebude možné práce realizovat v plném rozsahu. Řídící rada projektu (ŘRP) musela hledat kompromis mezi potřebou zpracovat celé postižené území a omezenými finančními prostředky. Rozhodnutím ŘRP bylo uloženo zpracovat informace zachycující povodňovou situaci v plném rozsahu pro povodí toků Moravy, Odry i Labe a dále provést nové letecké měřické snímkování (LMS) v mimovegetačním období na území dotčeném povodní – 684 km² v povodí Moravy a 171 km² v povodí Odry; získané snímky využít k vytvoření ortofoto dokumentace v obou povodích a v povodí Moravy na stejném území vytvořit digitální model terénu.

Charakteristiky datové základny

Zdrojovou datovou základnu řešeného úkolu tvořily následující skupiny dat:

- poloha záplavové čáry zakreslená do map různých měřítek,
- body určující hranici záplavy polohově i výškově a zaměřené klasickými geodetickými metodami,
- radarové scény z družice RADARSAT,
- letecké fotogrammetrické snímky pořízené za povodně,
- letecké fotogrammetrické snímky pořízené v mimovegetačním období v květnu 1998.

Z uvedených údajů je zřejmé, že jde o shromáždění neobyčejně velkého objemu velmi různorodých dat. Jejich zdrojem byla nejen odborná pracoviště příslušných profesních institucí, ale také místní orgány státní správy a samosprávy a další subjekty. Tím byla ovlivněna i kvalita a další technické parametry zdrojových dat. K uložení dat byl vytvořen **datový sklad**, ve kterém jsou uložena tabulková i grafická data ve formátech přímo použitelných softwarovými nástroji v běžném prostředí GIS.

Tento jednotně organizovaný datový sklad má základní význam. Tvoří informační základnu všech dalších aplikací. Jeho praktické využití spočívá již v rámci tohoto projektu v poměrně korektním stanovení hranice a ploch z července 1997 ve vybraných oblastech, nezbytných pro hydrologické vyhodnocení povodňové situace. Další a nejvýznamnější využití se však předpokládá v budoucnu, a to v širokém spektru oblastí souvisejících s protipovodňovou ochranou.

Pro možnost velmi univerzální manipulace s daty a odvozování dalších podkladů byla zvolena technologie geografických informačních systémů (GIS). Práce byly prováděny v softwarovém prostředí firmy INTERGRAPH. Digitální model terénu je realizován v prostředí SiteWorks. Pro interpretaci a další nezbytná prvotní zpracování družicových scén byl použit speciální software, stejně tak byly specializovaným programovým vybavením převedeny nascanované letecké snímky do rastrového formátu.

Technologie GIS umožňuje s výhodou kombinovat tak různorodé podklady, jako jsou interpretace snímků zpracované metodami dálkového průzkumu Země, mapová díla různých měřítek, obecněji hybridní vektorové a rastrové soubory, dvou- nebo třírozměrové charakteristiky vytvořené na základě digitálního modelu reliéfu terénu (DMR), zákresy záplavové čáry z různých zdrojů, ale i jednotlivé body záplavové čáry získané pozemním měřením, to vše s odkazy na zdroj či jiné popisné údaje o původu datových objektů. Přes všechny výhody, které tato technologie má a ke kterým patří především univerzálnost využití datové základny a nepřeberná šíře možností manipulace s daty pomocí řady vlastních nástrojů, včetně analýz nad datovou základnou, je třeba upozornit na jedno omezení. Tím je relativní náročnost na technické vybavení aplikačních pracovišť a na znalosti obsluhy v použití příslušných GIS nástrojů.

K zajištění záměru umožnit pozdější efektivní zpracování a analýzu shromážděných dat a provést některé analýzy ještě v rámci projektu bylo nevyhnutelné doplnit do geografické datové základny (geodatabáze) některé chybějící podklady. Šlo především o geodetické doměření terénu. Geodetické podklady byly zajištěny v rámci zhotovení digitálního modelu terénu (DMT), který byl zpracován pro vybrané úseky toků v proměnné šířce pokrývající šířku maximálního rozlivu za povodně. DMT byl vzhledem ke krátkým termínům na dokončení projektu zpracován stereofotogrammetricky na podkladě leteckých měřických snímků. V místech, kde pro omezené finanční prostředky nebylo možné zpracovat DMT v rámci dílčího úkolu, přestože to bylo považováno za účelné, bylo provedeno kompromisně alespoň letecké měřické snímkování s předpokladem, že později, již mimo projekt, bude možné snímky vyhodnotit do podoby DMT. Pro správce toků, ale i pro další účely, jsou přitom letecké snímky pořízené v krátké době po povodni využitelné samy o sobě. Přestože příprava a zpracování DMT jsou velmi nákladné, bez jeho zařazení do geodatabáze není možné plnohodnotně využít všechna ostatní shromážděná data a podklady. Všechny LMS byly zpracovány do podoby ortofotosnímků, tj. převedeny do podoby shodné s mapovým zobrazením.

Technické řešení archivace a distribuce dat je jistě významné, ale na základě zkušeností s datovou základnou Hydroekologického informačního systému ČR (HEIS) je zřejmé, že pro potenciální uživatele mají ještě větší význam administrativní a finanční podmínky získání dat. Z tohoto hlediska je dnes geodetická dokumentace vzniklá v projektu přiřazena

k datové základně HEIS ČR, kde již existují pravidla distribuce dat. Obecně je HEIS ČR otevřený systém, určený zejména pro informační zabezpečení potřeb státní správy a regionální samosprávy v oblasti životního prostředí.

Aplikace

Cílem dílčího úkolu bylo shromáždit a převést do konzistentní podoby geodetické podklady pořízené během povodně a bezprostředně po ní (letecké a satelitní snímky, zákresy záplavových čar pro různé časové horizonty, individuální zaměření maximální kulminace atp.); zpracovat maximální záplavovou čáru z dostupných podkladů ve formě vektorové vrstvy GIS, zpracovat tabulární přehled plochy rozlivů; pořídit LMS v mimovegetačním období po povodni pro vybrané úseky toků a zpracovat DMT vybraného území; provést některé analýzy dat nad DMT (vybrané příčné profily území s určením hloubek za povodně, tabulární přehled objemu rozlivů v jednotlivých úsecích řeky Moravy a Bečvy a kategorizace záplavového území řeky Moravy a Bečvy podle hloubky zátopy). Zmíněné výstupy dílčího úkolu nemohou být pokládány za úplné využití geodatabáze pořízené v rámci prací na dílčím úkolu. Její potenciální využití je mnohem širší, než umožnil omezený rozsah a časový rámec dílčího úkolu. Geodatabáze umožňuje připravovat, po doplnění DMT pro další úseky toků, podklady pro simulační výpočty šíření povodňové vlny, ve spojení s návrhovými veličinami připravovat podklady pro územní plánování a v neposlední řadě umožňuje i vyšetřování účinku variantních strukturálních i nestrukturálních opatření k posouzení stupně povodňové ochrany území.

Práce provedené v rámci dílčího úkolu lze rozdělit do tří skupin. První skupinou bylo shromáždění, digitalizace a určité analytické vyhodnocení podkladů, alespoň s částečnou geodetickou informací, dokumentující povodňovou situaci v červenci 1997. Záměrem bylo polohově vyhodnotit maximální záplavovou čáru a časový průběh záplav. Byly využity zákresy linie záplavy z map měřítek 1 : 5 000 až 1 : 25 000, scény z družice Radarsat, archivní letecké měřické snímky (LMS), klasická geodetická měření i záznamy odborných pracovišť a regionálních orgánů. Čáru maximální

Tabulka 1. Rozsah a procento zaplavené plochy podle okresů (setříděno podle velikosti zaplavené plochy)

Okres	Plocha [km ²]	Zaplavená plocha [km ²]	Zaplavená plocha [%]
Olomouc	1 450,960	173,089	11,93
Přerov	883,862	170,032	19,24
Kroměříž	797,950	107,838	13,51
Hodonín	1 086,460	106,346	9,79
Uherské Hradiště	989,456	92,288	9,33
Břeclav	1 172,600	91,967	7,84
Šumperk	1 316,080	91,813	6,98
Nový Jičín	918,585	62,888	6,85
Opava	1 146,920	57,780	5,04
Ostrava-město	214,957	57,566	26,78
Karviná	350,211	46,117	13,17
Pardubice	890,866	39,062	4,38
Zlín	1 032,110	33,127	3,21
Blansko	941,390	31,128	3,31
Bruntál	1 662,300	21,328	1,28
Frydek-Místek	1 273,970	21,035	1,65
Vsetín	1 140,960	18,620	1,63
Brno-město	230,247	5,922	2,57
Náchod	854,789	4,837	0,57
Brno-venkov	1 109,990	4,352	0,39
Ústí nad Orlicí	1 266,890	3,067	0,24
Liberec	927,519	2,626	0,28
Jeseník	721,938	2,427	0,34
Žďár nad Sázavou	1 671,730	1,325	0,08
Chrudim	1 030,090	0,307	0,03
Kolín	838,883	0,082	0,01
Hradec Králové	876,100	0,018	0,002
Celkem	26 797,813	1 246,986	4,65

záplavy by bylo účelné ještě verifikovat porovnáním s ostatními vytvořenými podklady. To však pro nutnost paralelního zpracování všech výstupů dílčího úkolu nebylo v časovém rámci úkolu již možné.

Rozdílný charakter jednotlivých podkladů měl přímý vliv na přesnost a věrohodnost stanovení linie rozlivu. Přesnost linie vyhodnocené z LMS je do 20 m. Pravděpodobnost, že byla vyhodnocena skutečně linie záplavy, je vysoká, protože snímky s neurčitelnou linií záplavy nebyly do zpracování zahrnuty. Pro každý záběr je znám přesný okamžik snímkování. U použitých družicových radarových snímků byla polohová přesnost určení linií kolem 30 m, problém však mnohdy způsobuje identifikace (klasifikace) ploch, ovlivňující přesné určení hranice záplav. Využití radarových snímků k dokumentování záplav bylo v ČR aplikováno vůbec poprvé v případě záplavy v povodí Moravy. Snímky pořízené v povodí Odry umožňují dodatečné zhotovení digitálního modelu terénu v závislosti na dostupných finančních prostředcích.

Druhou skupinu prací reprezentují ortofotosnímky zpracované pro vybraná území v povodí Moravy a Odry a digitální model reliéfu terénu pro vybraná území v povodí Moravy. Letecké snímkování bylo provedeno v mimovegetačním období v době od poloviny dubna do poloviny května 1998. Stereofotogrammetrickým zpracováním leteckých snímků byl vytvořen digitální model terénu pro vybraná území v povodí Moravy. Snímky pořízené v povodí Odry umožňují dodatečné zhotovení digitálního modelu terénu v závislosti na dostupných finančních prostředcích.

Třetí skupinou prací bylo vytvoření geograficky orientované datové základny, příprava technologie přístupu k datům a vytvoření určitých uživatelských aplikací v prostředí GIS (stanovení plochy záplavy, odvození příčných profilů a určení hloubek a objemu záplavy).

Pozemní geodetické podklady a data získaná distančními metodami v digitální podobě je možné považovat za výchozí datovou základnu pro korektní vyhodnocení povodňové situace. V ideálním případě by měla být k dispozici již v průběhu povodně a bezprostředně po ní, aby mohla být využita k operativnímu rozhodování za povodně, k orientaci o zasaženém území a k dalším závěrům, které je nutno provést při nebo bezprostředně po povodni. V delším časovém horizontu jsou tato data využitelná pro stanovení hydrologických charakteristik povodňové vlny, územní plánování, návrh technických prostředků protipovodňové ochrany aj. Významným výsledkem tohoto dílčího úkolu je ověření potřebných parametrů a technologií pořízení dat, jejich zpracování a interpretační možnosti. Práce provedené v rámci projektu představují vůbec první takto rozsáhlé zpracování geodetických dat toku a jeho okolí, které vyústily ve zpracování DMT a geograficky orientovanou databázi v GIS. Výsledky řešení byly ovlivněny řadou faktorů, které provází samotný proces pořizování snímků (počasí, viditelnost) a ostatních relevantních záznamů (obrovské objemy různorodých dat).

Tabulka 1 ukazuje jeden z výstupů, vytvořený analyticky nad zdrojovými daty – rozsah zaplavené plochy jednotlivých okresů.

Návrhy na doporučení

- V oblastech potenciálně ohrožených povodněmi, resp. v oblastech vyžadujících zvýšenou míru povodňové ochrany, zhotovit

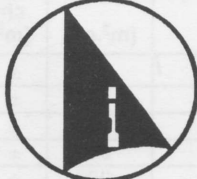
geodetickou dokumentaci s parametry, které budou umožňovat operativní využití a následné vyhodnocení dat získaných distančními metodami a případnou simulaci šíření povodňové vlny. Jde zejména o model terénu a polohopisná data významných objektů. Pilotním řešením může být výstup tohoto dílčího úkolu v oblasti toku Moravy a Bečvy.

- Vytvořit předpoklady pro operativní pořízení a vyhodnocení družicových a leteckých radarových snímků při významných povodňových situacích. Operativní pořízení radarových družicových snímků v konkrétním čase je možné zajistit např. v rámci kanadské služby Radarsat International, Emergency Response Subscription Service. Důležité je však rychlé následné vyhodnocení, pro které je nezbytné profesionální pracoviště disponující znalostí technologie a potřebným technickým vybavením.
- Vytvořit předpoklady pro aktualizaci státního mapového díla středních měřítek v oblastech, kde bylo provedeno nové letecké snímkování. Jde zejména o převzetí nových stabilizovaných geodetických bodů, aktualizovaný výškopis a geometrii koryt toků.
- Zabezpečit aktualizaci Základní vodohospodářské mapy 1 : 50 000 na základě výsledků tohoto dílčího úkolu – aktualizace geometrie toků i ostatních vodních ploch a zákres verifikované maximální záplavové čáry.
- Zabezpečit systémové začlenění výsledku prací dílčího úkolu do systému HEIS ČR. Doplnit logický datový model HEIS ČR o nově vzniklé typy geografických dat. Vytvořit konceptuální datový model popisující vektorová i rastrová data, nezávislá na pracovním prostředí.
- Doplnit Organizační řád HEIS o ustanovení řešící otázky správy geografické datové základny zpracované v rámci projektu, včetně doplňování a poskytování údajů z této datové základny.
- U potenciálních uživatelů z okruhu subjektů státní správy a přímo řízených organizací vytvořit technické a personální předpoklady umožňující efektivní využití dat shromážděných v rámci prací na projektu a správu vzniklé databáze.
- Iniciovat navazující projekty umožňující plnohodnotné využití shromážděných geodetických dat v širokém spektru oblastí souvisejících s protipovodňovou ochranou.

Ing. Václav Kolář
VÚV TGM Praha
tel.: 02/20 197 345

Geodesic Groundwork for Assessing the Floods in July 1997 (Kolář, V.)

The article is a concise summarizing commentary on a partial task which is being solved within the project „Assessment of the Flood Situation in July 1997“. In particular, it is aimed at explicating the necessity of a correct geodesic groundwork to determine the hydrological characteristics of a flood and to rationalize flood protection. Source data are described here in a comprehensive manner, as well as the creation of a data store, the technology of primary data processing and outputs of users' applications which could be implemented within the given time horizon. On the basis of experience acquired in the course of this work, proposals are formulated in conclusion of measures leading to a rational use of relevant geodesic information during the flood and, subsequently, for the optimization of site planning, protection of landscape against floods, complex layouts of land, etc.



HYBEŠOVA 42, 656 64 BRNO
tel.: 05/43128143-294, fax: 05/43211243



AQUATEAM s.r.o.

Nabízíme přístroje pro sledování kvality pitných, technologických, odpadních vod, dávkovací čerpadla pro dávkování chemikálií

tel./fax: 0463/22306, 721929, www.AQUATEAM.cz,
e-mail: AQUATEAM@AQUATEAM.cz

HYDRAULICKÉ VYHODNOCENÍ DYNAMIKY ODTOKŮ A ROZLIVŮ

Aleš Havlík, Petr Jiřínek

Jak ukázal průběh povodňové situace v červenci 1997, proudění za těchto extrémních situací má zcela odlišný charakter v porovnání s běžnými stavy, a to jak ve vlastním korytě, tak i v celých záplavových územích. Tomu také odpovídaly extrémní morfologické změny, které se na korytech vodních toků a záplavových územích staly.

Obecně se v českých podmínkách liší hydrologický režim v závislosti na velikosti povodí. Čím je povodí menší, tím jsou větší extrémy mezi maximálními a středními průtoky a délka trvání maximálních průtoků je kratší. Extrémní povodňová situace, která se vyskytla v průběhu července 1997, byla mimořádná kromě jiného délkou trvání. Především v horských oblastech, kde jsou dílčí povodí ještě malá, trvaly extrémní povodňové stavy netypicky několik dní.

Vzhledem k velmi vysokým srážkám se vyskytly mimořádné průtoky v desítkách kubiků i na velmi malých povodích. V úsecích toků, kde sklony dna dosahují hodnot několika % a často došlo ke zničení stabilizace podélného sklonu dna stupni a přehrázkami, převyšovaly běžné průřezové rychlosti v korytech hodnoty 3 m.s^{-1} , v některých případech dosahovaly až vysokých hodnot 5 m.s^{-1} (naměřeno pracovníky ČHMÚ Ostrava).

Vzhledem k velkým rychlostem proudění nejen v korytě, ale i široké inundaci, neodolal kořenový systém stromů. Toto splávl bylo unášeno vodním proudem do níže ležících úseků. V profilech, kde unášecí schopnost toku byla již nižší než odpory vzniklé třením, kterým působilo koryto proti tomuto pohybu, nebo se vyskytla nějaká překážka na toku, došlo k vytvoření zácpy tvořené nejen splávlím, ale i velkým množstvím splavenin. Tyto bariéry dosahovaly často výšky i několika metrů. V okamžiku, kdy statické i dynamické síly působící na bariéru přesáhly soudržné síly uvnitř bariéry, došlo k jejich protržení. Následkem tohoto jevu byly velké průtokové vlny v níže ležících úsecích. Tyto jevy nebyly charakteristické pouze pro horní části povodí, ale vyskytovaly se rovněž ve středních částech povodí.

Pro střední části povodí byly charakteristické rychlosti proudění v korytě běžně větší než 2 m.s^{-1} . Šířky záplavových území se zde pohybovaly řádově již v několika stovkách metrů. Rovněž v těchto úsecích bylo proudění velmi dynamické. Na hladině se objevovaly nestabilní vlny vysoké i více metrů.

Především pro dolní úsek řeky Moravy a Odry jsou charakteristické velmi malé sklony území v okolí vodních toků, včetně podélného sklonu dna vlastního koryta a velmi široké inundační prostory. Šířka záplavových území zde dosahuje i několika kilometrů. Z důvodu zajištění protipovodňové ochrany bylo v minulosti na dlouhých úsecích koryto obou toků upraveno, zvolená kapacita koryta byla zajištěna kromě jiného podélným ohrázováním.

Protože průběh povodně z července 1997 měl velmi výjimečný charakter, nestačily provedené úpravy zabránit výraznému vyběžení vody, a to pro nedostatečnou úroveň těchto hrází nebo jejich protržení, což byl velmi častý jev. Díky tomu docházelo k zaplavení rozsáhlých inundačních prostor.

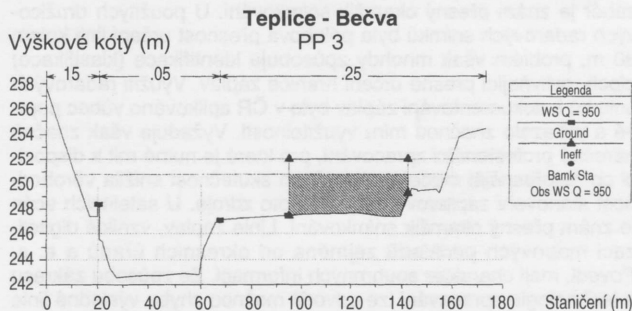
Odhady kulminačních průtoků pomocí matematických modelů

Zpracovatel: Ing. Aleš Havlík, CSc. – VÚV TGM

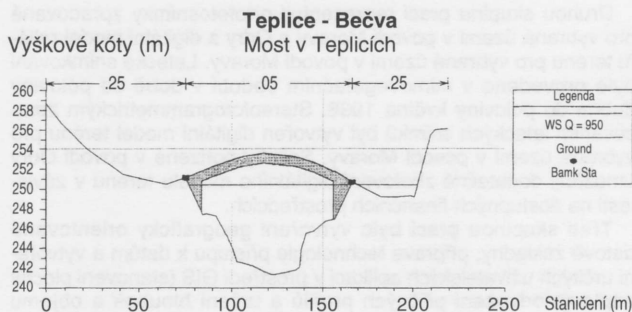
V průběhu povodňových situací se často vyskytují situace, kdy selžou standardní postupy ČHMÚ na vyhodnocení jejich průběhu nebo nejsou jejich výsledky plně důvěryhodné, a to především v době jejich kulminace. Za extrémních povodní může vlivem morfologických změn dojít ke zničení profilu limnigrafické stanice nebo v lepším případě k přerušení předávání a archivace měřených dat o průběhu vodních stavů. Dalším důvodem může být například změna příčného profilu limnigrafické stanice ucpáním mostního profilu splávlím či splaveninami.

V takových případech musí být hledány jiné přístupy, které nám umožní průběh povodňové situace vyhodnotit. Jedním z přístupů, který je možné v dané situaci použít, je simulace proudění ve zvolených úsecích pomocí hydraulických matematických modelů. Užitím modelů neustáleného proudění (ať již 1-D nebo 2-D) se můžeme pokusit zrekonstruovat časový průběh povodňové vlny ve vybraných říčních úsecích; k vyhodnocení pouze kulminačního průtoku v potřebných profilech říčních tratí postačují modely ustáleného nerovnoměrného proudění.

Pomocí matematických modelů byly vypočteny pravděpodobné hodnoty kulminačních průtoků celkem ve 27 vybraných úsecích toků povodí Labe, Moravy a Odry. Typický způsob zpracování (výpočet nerovnoměrného proudění v několika profilech vybraného úseku) dokumentují obr. 1 a 2 – zpracování profilu Teplice na Bečvě užitím modelu HEC-RAS (vyvinut US Army Corps of Engineers). Výsledky výpočtů jsou shrnuty v tab. 1 až 3.



Obr. 1. Údolní profil na Bečvě v Teplicích 200 m nad lávkou



Obr. 2. Příčný profil lávkou přes Bečvu v Teplicích

Tabulka 1. Výsledky výpočtů kulminačních průtoků v průběhu povodňové situace v červenci 1997 pomocí matematických modelů na vybraných úsecích toků povodí Labe

Tok	Profil	$Q_{\max}$ [$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$]	Odhad chyby [$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$]
Labe	Nad nádrží Labská	145	± 15
Labe	Pod nádrží Labská	180	± 15
Labe	Němčice	540	± 75
Divoká Orlice	Kostelec	180	± 30
Tichá Orlice	Malá Čermná	255	± 25
Orlice	Týniště	500	± 75
Stěnova	Otovice	105	± 20
Novohradka	Uhřetice	55	± 10
Třebovka	Hvězda	57	± 10
Třebovka	Hylváty	65	± 5
Loučná	Litomyšl	60	± 10
Loučná	Cerekvice	72	± 15

Tabulka 2. Výsledky výpočtů kulminačních průtoků v průběhu povodňové situace v červenci 1997 pomocí matematických modelů na vybraných úsecích toků povodí Moravy

Tok	Profil	$Q_{\max}$ [$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$]	Odhad chyby [$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$]
Hučivá Desná	Kouty nad Desnou	75	± 15
Desná	Kouty nad Desnou	135	± 25
Desná	Šumperk	180	± 30
Bečva	Teplice	950	± 150
Morava	Raškov	300	± 50
Morava	Moravičany pod Třebůvkou	750	± 100
Morava	Olomouc	850	± 120
Morava	Napajedla	1000	± 150
Morava	Hodonín	900	± 100

Poznámka: Průtok v Šumperku byl stanoven pouze pro levou proudnici (pravá proudnice protékala přímo městem).

Tabulka 3. Výsledky výpočtů kulminačních průtoků v průběhu povodňové situace v červenci 1997 pomocí matematických modelů na vybraných úsecích toků povodí Moravy

Tok	Profil	Q _{max} [m ³ .s ⁻¹]	Odhad chyby [m ³ .s ⁻¹]
Opava	Pod Vrbnem	320	± 50
Opava	Zátor	380	± 75
Opava	Brantice	375	± 50
Opava	Opava	690	± 75
Opava	Holasovice	650	± 75
Opava	Děhylov	750	± 75
Opavice	Albrechtice	135	± 25
Olše	Darkov	450	± 60

Poznámka: Uváděné výsledky simulací průtoků nelze chápat jako hodnoty kulminačních průtoků v daných lokalitách. Všechny výpočty sloužily jako podklad DÚ 3 celého projektu, ve kterém byly hodnoty kulminačních průtoků stanoveny na základě porovnání více metod a postupů.

**Dokumentační studie
povodňové situace v červenci 1997
v povodí Tiché a Divoké Orlice**

Zpracovatel: Ing. Václav Eliáš, CSc., a kol. – ÚH AV ČR

Od 15. 7. 1997 pořizovala skupina pracovníků Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR značky maximálního zatopení a jejich fotodokumentaci v povodí Tiché a Divoké Orlice v obcích: Nekoř, Líšnice, Žamberk, Helvíkovice, Mladkov, Těchonín, Sobkovice, Jablonné n. O., Verměřovice, Letohrad a Dolní Libchavy. Na základě sebraného materiálu, záznamů stanice NOEL-2000 provozované ÚH AV ČR v Klášterci n. O. (která byla činná po celou dobu povodně) a dalších podkladů poskytnutých pobočkou ČHMÚ v Hradci Králové byl proveden odhad kulminačních průtoků v následujících vybraných profilech:

Tichá Orlice	limnigraf Sobkovice	Q _{max} = 105 m ³ .s ⁻¹
	vodočet Dolní Libchavy	Q _{max} = 183 m ³ .s ⁻¹
Divoká Orlice	limnigraf Klášterec n. O.	Q _{max} = 115 m ³ .s ⁻¹
	limnigraf Nekoř	Q _{max} = 123 m ³ .s ⁻¹

V místech, kde nebyl použitelný hydrografický záznam a příslušná měrná křivka, byl proveden odhad průtoků podle doporučení normy ČSN ISO 1070 Měření průtoku kapalin v otevřených kory-

tech. Pro posouzení doby opakování (čáry n-letých povodní) byly využity záznamy historických povodní uvedené v Dílčím SVP II – Orlice, Praha 1955.

**Studie dvourozměrného proudění
v okolí limnigrafické stanice Týniště**

Zpracovatelé: Ing. Petr Valenta, CSc., Ing. Jana Valentová, CSc. – Hydroexpert, spol. s r. o.

Inundační území v okolí limnigrafické stanice Týniště nad Orlicí má velmi složitou topologii. Zhruba v ř. km 30,8 je příčně přehrazeno násypem komunikace. Koryto Orlice překonává tato komunikace pomocí silničního mostu, v inundačním území je průchod povodňových průtoků umožněn pomocí celkem pěti inundačních mostků. Vlastní koryto Orlice mění v inundačním území několikrát směr a vede v určitém úseku dokonce kolmo na podélnou osu inundace. Cílem výpočtů provedených v rámci této studie bylo orientačně vyšetřit pomocí dvourozměrného matematického modelu složitý charakter proudění vody v dané oblasti a poskytnout v relativně velmi krátké době objednateli podklady pro rozhodování o tom, zda a jakým způsobem lze pro další práce použít jednoduchý či větvový jednorozměrný model.

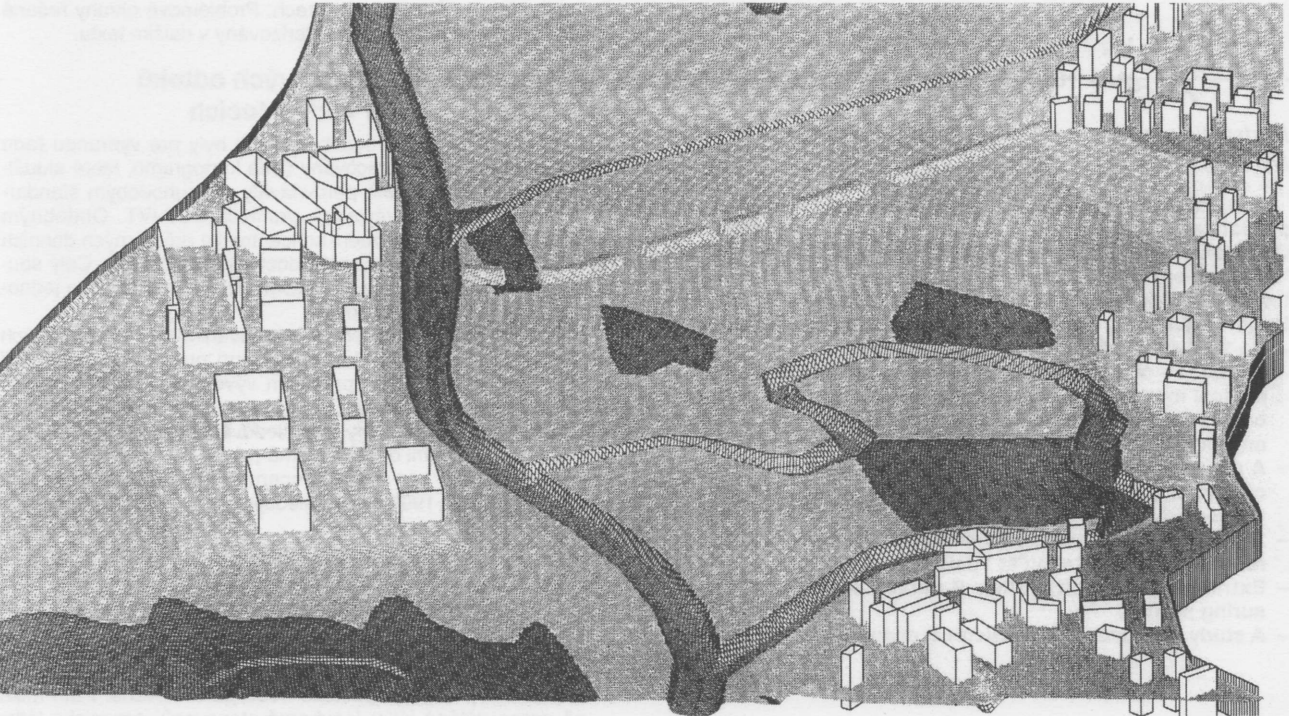
Pro numerické modelování byl použit model FAST 2D, který umožňuje řešit ustálené i neustálené dvourozměrné proudění vody s volnou hladinou. Model používá metodu konečných objemů, která tvoří přechod mezi metodou sítí a metodou konečných prvků.

Při praktické aplikaci modelu je řešená oblast nejprve pokryta křivočarou výpočetní sítí; v další fázi se doplňují souřadnice konečných objemů a informace o nadmořské výšce terénu ve všech bodech výpočetní sítě, vytváří se tak digitální model terénu. Součástí tvorby modelu terénu je zohlednění zástavby, event. dalších prvků, které představují úplné, nebo částečné překážky proudění (obr. 3).

Výsledky simulací matematickým modelem zahrnují:

- a) proudové pole s půdorysným průběhem proudnic,
- b) detail rychlostního pole v blízkosti silničního mostu v Týništi nad Orlicí,
- c) rozdělení modelované oblasti podle rychlostí proudění,
- d) půdorysné zobrazení prostorového průběhu hladiny,
- e) hloubky vody v modelované oblasti.

Výsledky ukazují, že i při velkých povodních se větší část průtoku soustřeďuje v korytě řeky. Značná část proudu se ovšem rozlévá do inundačního území, na dvou místech přitom dochází ke křížení hlavních směrů proudění v korytě a v inundačním území.



Obr. 3. Dvourozměrný model povodně na Orlicí; třírozměrné zobrazení modelu terénu – detail dolní části modelu (zpracoval HYDROEXPERT, s.r.o.)

Extrapolace měrných křivek

Cílem této části úkolu byla extrapolace měrných křivek profilů ČHMÚ s využitím dat a zaznamenaných údajů z povodně v červenci 1997. Vypočtené extrapolované křivky byly porovnány s dosavadními; tato porovnání jsou často obtížná, neboť v některých profilech došlo k morfologickým či jiným geometrickým změnám průtočného průřezu.

V rámci úkolu byly provedeny extrapolace měrných křivek v následujících profilech:

Labe-Němčice, Orlice-Týniště nad Orlicí, Divoká Orlice-Kostelec nad Orlicí, Stěnova-Otovice

Zpracovatel: doc. Ing. Karel Mareš, CSc., a kol. – FSv ČVUT Morava-Raškov

Zpracovatel: Ing. Aleš Havlík, CSc. – VÚV TGM

Morava-Kroměříž, Moštěnka-Prusy, Olše-Věřňovice

Zpracovatel: doc. Ing. Jaromír Říha, CSc., a kol. – FAST VUT Brno

Morava-Strážnice

Zpracovatel: Ing. Václav Eliáš, CSc., a kol. – ÚH AV ČR

Studie extrémních morfologických změn vodních toků

Zpracovatelé: Ing. Aleš Havlík, CSc. – VÚV TGM,

prof. RNDr. Jan Kalvoda, DrSc., a kol. – PřF UK,

Ing. Petr Sklenář – FSv ČVUT

Tato část práce má metodický charakter a jsou v ní též uvedeny typické příklady z povodňemi postižených povodí. Jejím cílem bylo vysvětlit z geomorfologických hledisek problematiku povodňových situací na Moravě v roce 1997 a navrhnout priority, kterými by se měl zabývat výzkum reliéfu v povodích postižených povodněmi.

Při posuzování geomorfologických procesů a jevů, které následovaly po extrémních srážkách v červenci 1997, vycházeli zpracovatelé z obecných zákonitostí vývoje reliéfu a zároveň uvážili vybrané případy z Evropy a světa s podobnými klimatomorfologickými znaky.

Geomorfologické výzkumy povodňových situací na celé planetě zcela jasně dokazují, že povodně je třeba respektovat jako všeobecné a obvyklé přírodní jevy, které jsou podstatnou součástí dlouhodobého vývoje krajiny. Tento aspekt fluvialních modelačních procesů může být podstatný i při vyčíslování povodňových škod, neboť řada změn povrchových tvarů nemusí být do kategorie škod vůbec zařazována a ani technicky napravována. Respektováním chodu přírodních procesů a jevů tak lze dospět k efektivní geoeologické strategii nejen při prevenci přírodních ohrožení a rizik, ale zejména při odstraňování následků náhlých nebo i katastrofických geodynamických událostí.

Ing. Aleš Havlík, CSc. (FSv ČVUT)

Ing. Petr Jiřinec (VÚV TGM), tel.: 02/20 197 363

Hydraulic Assessment of Runoff and Overbank Flow Dynamics (Havlík, A., Jiřinec, P.)

The article brings information on the results of solving the partial task No. 4 "Hydraulic Assessment of Runoff and Overbank Flow Dynamics" which was part of the project "Assessment of the Flood Situation in July 1997", co-ordinated by the Czech Hydrometeorological Institute (ČHMÚ). The Project was being solved within the period November 1997 - June 1998, comprising the following pursuits:

- Estimates of culmination flow-rates by means of mathematical models in altogether 27 selected stretches of water bodies in the catchment areas of the Rivers Elbe, Morava and Odra.
- A documentary study of the July 1997 flood situation in the catchment areas of the Rivers Tichá Orlice and Divoká Orlice.
- A study of two-dimensional streaming in the vicinity of the recording gauge station at Týniště.
- Extrapolation of altogether 9 curves of the ČHMÚ measuring profiles.
- A study of extreme morphological changes of water bodies.

VLIV POVODNĚ V ČERVENCÍ 1997 NA JAKOST POVRCHOVÝCH A PODZEMNÍCH VOD

Pavel Rosendorf

V rámci dílčího úkolu „Vliv povodně na jakost povrchových a podzemních vod“ si autorský kolektiv koordinovaný z VÚV TGM stanovil za cíl shromáždit dostupné údaje o jakosti vod na území postiženém povodní a jednoduše a srozumitelně je zpracovat a vyhodnotit.

Značným problémem, se kterým se museli řešitelé potýkat, byla omezená dostupnost a četnost výchozích měřených údajů. Již v počátku bylo zřejmé, že parametry jakosti vody, na rozdíl od některých hydrologických charakteristik, nelze zpětně dopočítat nebo rekonstruovat a pro získání co nejkomplexnější dokumentace nezbyde jiné východisko než shromáždit a využít údaje, které byly získány běžně prováděnými odběry jakosti vody v rámci různých monitorovacích aktivit (zejména monitoring Státní sítě sledování jakosti vody v tocích – SSSJVT – provozované ČHMÚ, údaje monitoringu Státní meliorační správy, příležitostné odběry Výzkumného ústavu vodohospodářského v Praze, Brně a Ostravě, údaje získávané v jednotlivých povodích akciovými společnostmi Povodí Labe, Povodí Moravy a Povodí Odry). Nevýhodou takového zdroje dat byl již samotný systém, jakým je běžný monitoring založen a provozován. Monitoring sledování jakosti vod není a ani nemá být uzpůsoben pro monitorování náhlých událostí a havárií, ale podchycuje vývoj jakosti vody v daném odběrovém profilu nebo objektu pravidelnými odběry v delším časovém intervalu. I proto se pro většinu odběrových míst v povrchových a podzemních vodách podařilo pro období povodně získat pouze jeden údaj a jen ve výjimečných případech údajů více.

Pro vyhodnocení plavenin byly použity údaje z denního sledování ČHMÚ. Pro zpracování vývoje jakostních parametrů v rozlích v povodí Moravy byl v posledním týdnu července 1997 zahájen speciální monitoring na více než dvaceti lokalitách za součinnosti pracovníků VÚV TGM v Brně a Povodí Moravy, a. s., v Brně. Pro zpracování a vyhodnocení změn jakosti podzemních vod byly shromážděny údaje z 15 jímacích území, které poskytly bezplatně organizace provozující na těchto jímacích územích odběry vody.

Součástí úkolu bylo také dokumentování a zhodnocení důsledků havárií průmyslových zdrojů znečištění a výpadků čistíren odpadních vod a jejich vlivu na jakost vod. Podklady pro tuto část získali řešitelé z velké části od České inspekce životního prostředí. Doplňující údaje byly získány vlastním šetřením a dotazováním v jednotlivých postižených provozech. Problémové okruhy řešené v rámci úkolu jsou stručně charakterizovány v dalším textu.

Změny koncentrací a látkových odtoků pro ukazatele jakosti vody v tocích

Ze získaných údajů o vodách v tocích byly pro vybranou řadu ukazatelů jakosti vody zpracovány série kartogramů, které aktuální koncentrace za povodně porovnávaly s dlouhodobým standardem koncentrací v uzávěrových profilech SSSJVT. Obdobným způsobem byly po pronásobení koncentrací a průměrných denních průtoků vypočítány a vyneseny hodnoty látkových toků. Celý soubor kartogramů je uložen na CD-ROM, kde je navíc možno jednoduše další kartogramy generovat.

Současně s tímto celoplošným zpracováním byly v jednotlivých hlavních povodích (Labe, Moravy a Odry) provedeny detailnější studie. V povodí Labe byl zpracován vývoj koncentrací v podélném profilu Labe a Chrudimky, v povodí Moravy obdobně podélný profil Moravy a v povodí Odry byla sledována jakost vody v profilu Odra-Bohumín denními odběry vzorků (obr. 1).

Hlavní poznatky pro vývoj koncentrací a látkových toků za povodně v červenci 1997 jsou následující:

- Vývoj a ovlivnění koncentrací sledovaných parametrů v tocích lze rozdělit do tří skupin:
- Koncentrace v povodňovém období vzrostly ve srovnání se standardním obdobím 1992–1996, popř. i překročily maximálně naměřené hodnoty. Týká se to zejména okruhu látek, které lze označit jako nerozpuštěné nebo partikulované. Patří mezi ně nerozpuštěné látky (souborné stanovení), organické látky vyjádřené jako CHSK nebo BSK₅, řada kovů (např. železo nebo hliník), ale také vodivost.

- Koncentrace v povodňovém období poklesly, někdy až na úroveň minimálních hodnot srovnávacích období. Do této skupiny lze počítat řadu látek rozpuštěných, např. chloridy, sírany, dusičnany, vápník, amoniak a v některých případech i fosfor.
- Koncentrace se vyvíjely v závislosti na určitém zdroji znečištění bodového a méně často i plošného charakteru. Pravidelně však docházelo ke vzrůstu koncentrací jak v povodňovém období, tak i po odeznění povodně. Do okruhu těchto látek patří zejména organické polutanty PCB, PAU, NEL a mikrobiální znečištění uváděné např. jako koliformní bakterie.
- Vývoj látkových toků jednoznačně dokumentuje masivní odnos řady látek z povodí. Nejvýrazněji se vysoké látkové odtoky projevily na parametrech, které i za povodně dosahovaly vysokých koncentrací, tedy nerozpuštěné látky, organický uhlík, železo apod. V těchto případech byly odnasy běžně vyšší než maximální hodnoty nalézané ve srovnávacím období let 1992–1996. Velké látkové odtoky se však výrazně projevily i v parametrech, u kterých došlo během vysokých průtoků k poklesu koncentrací. Sem patří s výjimkou amoniakálního dusíku a chloridů řada parametrů označených v předchozím členění jako rozpuštěné. V řadě případů došlo k vyrovnání nebo překročení maximálních hodnot nalézaných ve srovnávacím období 1992–1996. Obdobně významný byl odnos specifických organických látek (PCB, PAU) a koliformních bakterií (nebo jinak stanoveného mikrobiálního znečištění) v povodí Moravy a Odry, kde došlo k vážnějším únikům látek do recipientu a haváriím řady čistíren odpadních vod.

Změny koncentrací a odtoku plavenin

Hodnocení vývoje koncentrací a odtoku plavenin bylo soustředěno převážně do povodí Moravy (osm vodoměrných stanic) a Odry (šest stanic) a odběr vzorků probíhal v době průchodu povodňové vlny na některých stanicích v povodí Moravy až 5–6krát za den. Koncentrace plavenin dosahovaly mimo horní toky pouze průměrných hodnot vyskytujících se při zvýšených průtocích vody. Maxima koncentrací se shodně na všech moravských profilech vyskytla v době rychlých nástupů první povodňové vlny (obr. 2). Kulminace průtoků vody nebyly současně provázeny maximy koncentrací plavenin, protože docházelo k rozlivům vody

mimo koryta řek. Odtoky plavenin dosáhly v důsledku extrémních průtoků vody naopak velmi vysokých hodnot. Údaje o odtoku plavenin informují o mohutném transportu nerozpuštěných látek a umožnily vyčíslit i sedimentaci těchto látek v podélném profilu toků. V řadě případů překročila suma odnosu plavenin v červenci 1997 průměrný roční odnos za období 1986–1995 (obr. 3). Významné bylo usazování velkého množství plavenin od Kroměříže níže po toku Moravy a v povodí Odry v oblasti Ostravy.

Vývoj jakosti vody v rozlivech

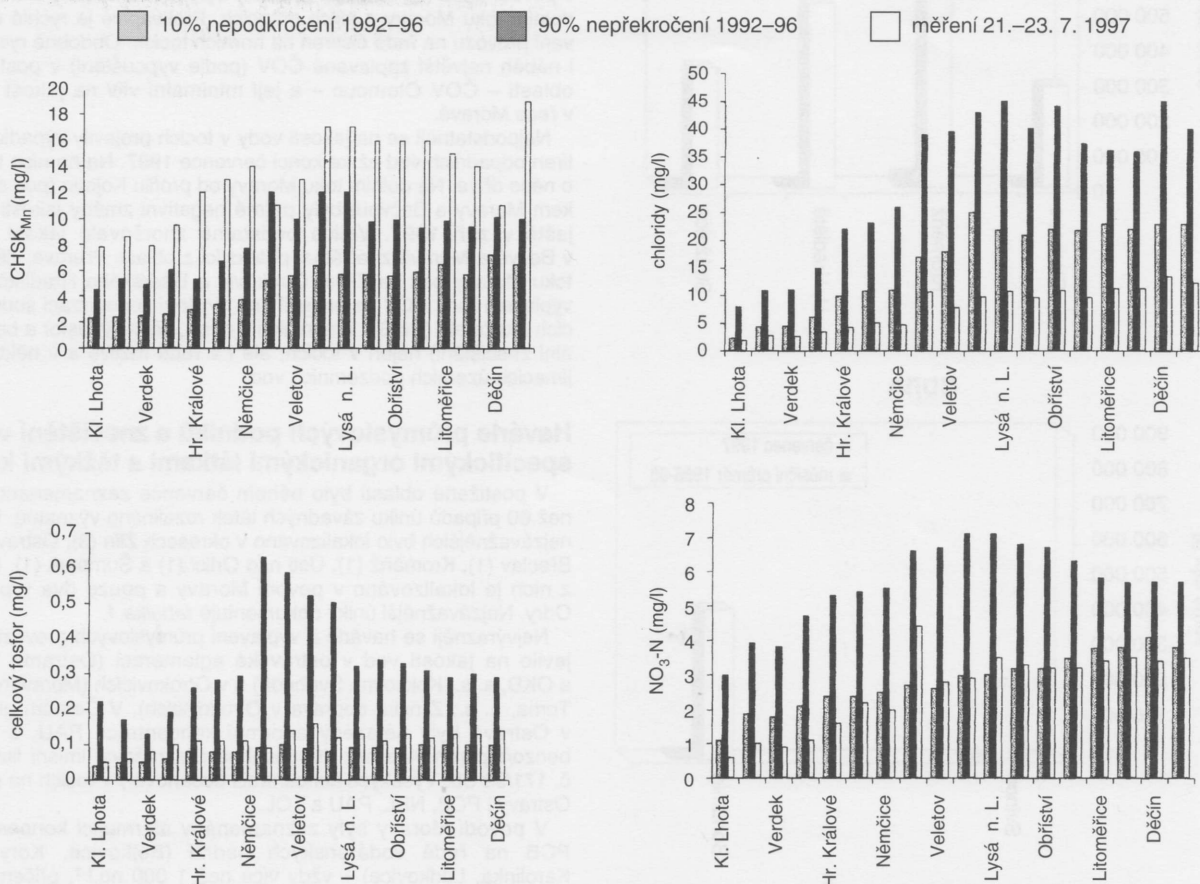
Ve 29 zvolených rozlivech v povodí Moravy byly v druhé půli července 1997 zahájeny pravidelné odběry vzorků v týdenním intervalu. Byly sledovány jak běžné ukazatele jakosti vody, které měly popsat obecný vývoj jakosti vody v rozlivech, tak i speciální stanovení, která měla dokumentovat zejména průnik znečištění a jeho další transformaci v rozlivech.

V řadě rozlivů mimo koryta vlastních toků byl zaznamenán charakteristický vývoj alkality, vápníku za současného zvyšování koncentrací celé řady těžkých kovů a fosforu, které však nebyly z pohledu jakosti vody významné. Zaznamenány byly i velmi nízké koncentrace dusičnanů. V rozlivech, které vznikly v místech již existujících slepých ramen nebo podmáčených niv, tento trend zaznamenán nebyl. V řadě rozlivů v blízkosti průmyslových zdrojů znečištění byly zaznamenány vysoké koncentrace PCB, PAU a v menší míře i NEL. Zejména v hodnotách PCB přetrvávaly vysoké koncentrace až do konce sledování v měsíci září 1997 (obr. 4).

Změny jakosti podzemních vod

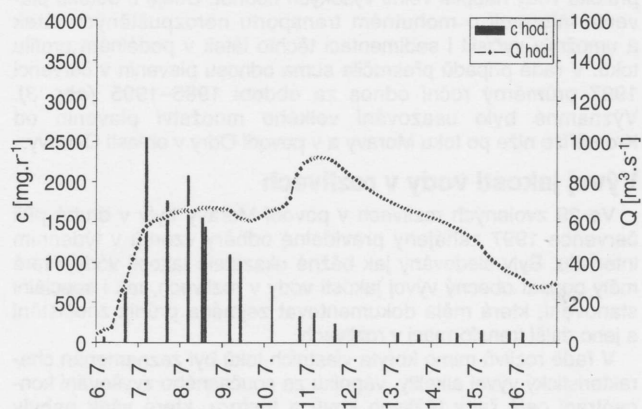
K hodnocení jakosti podzemních vod bylo vybráno 15 jímacích území (10 v povodí Moravy, 5 v povodí Odry), která odebírají vodu z kvartérních náplavů. Byly analyzovány odběry za povodně a po jejím odeznění a výsledky konfrontovány s dlouhodobým vývojem. Ve většině jímacích území se povodeň projevila zvýšením mikrobiálního znečištění (psychrofilní, mezofilní a koliformní bakterie) a na řadě území i zvýšením koncentrací síranů. Naopak pokles koncentrací byl zaznamenán u chloridů a méně pravidelně i u dusičnanů. V jímacím území Moravská Nová Ves bylo zaznamenáno zvýšení ropných látek (NEL). Obtížné bylo zhodnocení změn dusitanů, které se pohybovaly na hranici detekce a amon-

LABE - podélný profil



Obr. 1. Koncentrace vybraných ukazatelů jakosti vody v podélném profilu Labe ve dnech 21.–23. 7. 1997

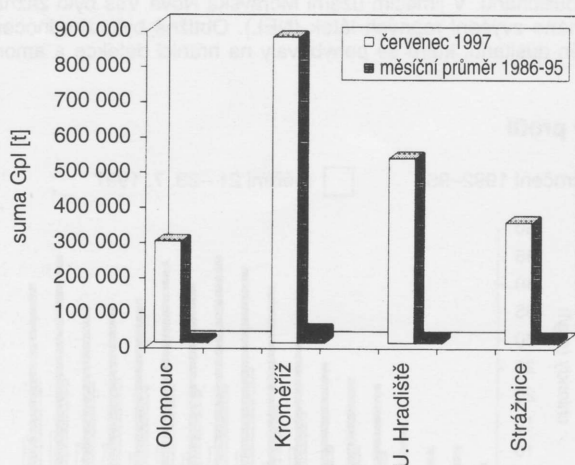
MORAVA - Uherské Hradiště



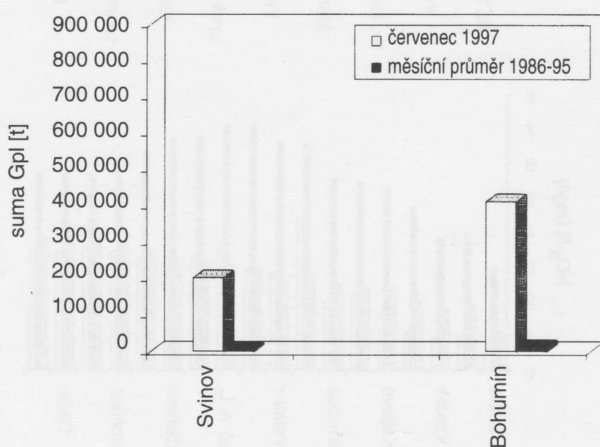
Obr. 2. Hodinové koncentrace plavenin a průtok za průchodu povodňové vlny v první polovině července 1997 v měrném profilu Morava-Uherské Hradiště

ných iontů, u kterých došlo před časem ke změně metody stanovení. Rozdílné chování a někdy i protichůdné průběhy na jednotlivých jímácích územích mohou vyplývat z jejich rozdílného umístění v povodí, jiného časového průběhu zasažení během povodně, kdy docházelo k výrazným změnám koncentrací ve velmi krátkém časovém období, popř. z rozdílné četnosti odběru vzorků. Příklad vyjádření vývoje jakosti vody ve vybraném jímácím území je na obr. 5.

MORAVA



ODRA

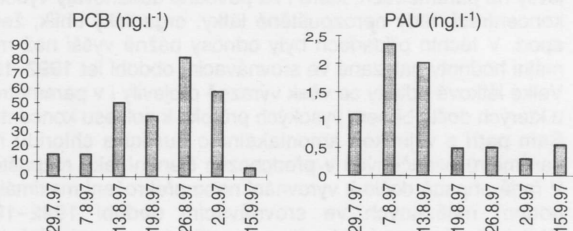


8 Obr. 3. Odtoky plavenin Gpl (t) za červenec 1997 na vybraných stanicích ČHMÚ

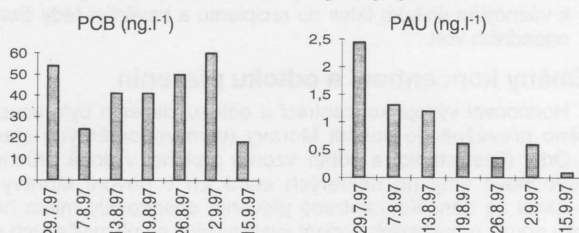
Vliv výpadků čistíren odpadních vod na jakost vod

Pro zhodnocení vlivu výpadků ČOV na jakost vod byly vybrány pouze čistírny, které se rozsahem odstávky a množstvím vypouštěných odpadních vod výrazně podílely na znečišťování recipientu. Pominuli jsme případy, kdy ČOV nebyly v provozu pro výpadky elektrického proudu, a kde jinak nedošlo k poškození nebo zaplavení, a dále i případy malých ČOV, jejichž roční suma vypouštění BSK₅ nepřekročila 3 t.

Lokalita PMP 12 – Ostrožská N. Ves – přírodní koupaliště



Lokalita PMP 13 – Chylický rybník



Obr. 4. Vývoj koncentrací PCB a PAU na lokalitách PMP 12 a PMP 13

Nejvíce postižených čistíren odpadních vod (které byly zahrnuty do vyhodnocení) se nacházelo v povodí Moravy (21), nejméně v povodí Labe (5). Nejdelší výpadky byly zaznamenány u ČOV na dolním toku Moravy a jejích přítocích. Překvapivé je rychlé obnovení provozu na řadě čistíren na horních tocích. Obdobně rychlý je i náběh největší zaplavené ČOV (podle vypouštění) v postižené oblasti – ČOV Olomouc – a její minimální vliv na jakost vody v řece Moravě.

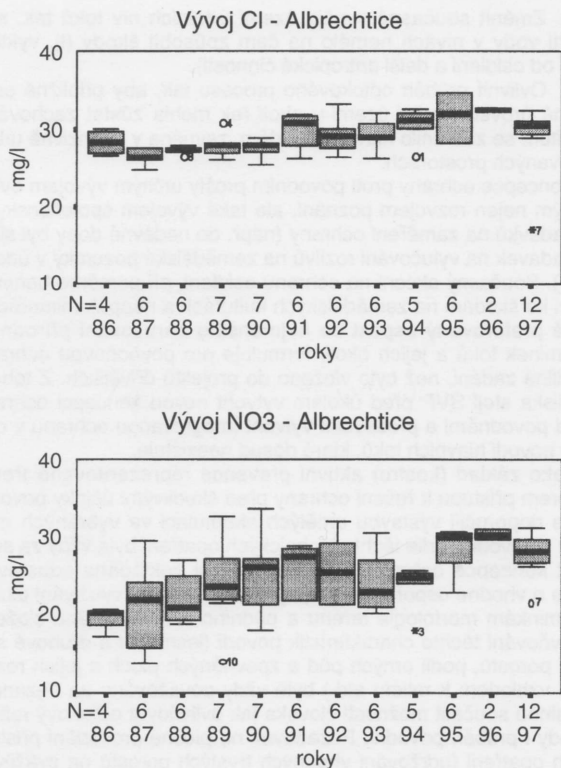
Nejpodstatnější se na jakosti vody v tocích projevil výpadky čistíren odpadních vod až ke konci července 1997. Na horních tocích o něco dříve. Na dolním toku Moravy od profilu Kojetín (pod soutokem Moravy s Bečvou) byly patrné negativní změny jakosti vody ještě v září 1997. Velice podstatně zhoršovalo jakost vody v Bečvě a Moravě znečištění přítékající z oblasti Přerova, dále na toku Moravy pak ze Zlína, Otrokovice a Uherského Hradiště. Vliv vyplavení řady ČOV se projevil i na zvýšení koncentrací souvisejících ukazatelů (CHSK, amoniakální dusík, celkový fosfor a bakteriální znečištění) nejen v tocích, ale i v řadě rozlivů a v některých jímácích územích podzemních vod.

Havárie průmyslových podniků a znečištění vod specifickými organickými látkami a těžkými kovy

V postižené oblasti bylo během července zaznamenáno více než 60 případů úniku závadných látek rozdílného významu. Devět nejzávažnějších bylo lokalizováno v okresech Zlín (3), Ostrava (2), Břeclav (1), Kroměříž (1), Ústí nad Orlicí (1) a Šumperk (1). Sedm z nich je lokalizováno v povodí Moravy a pouze dva v povodí Odry. Nejzávažnější úniky dokumentuje tabulka 1.

Nejvýrazněji se havárie a vyplavení průmyslových provozů projevilo na jakosti vod v ostravské aglomeraci (Ostrava Vlček a OKD, a. s., Koksovna Svoboda) a v Otrokovici (Moravan, a. s.; Toma, a. s.; Zlínská doprava v Otrokovici). V Černém příkopu v Ostravě byly nalezeny enormní koncentrace PAU, z nichž benzo(a)pyren více než 200násobně překračoval imisní limit NV č. 171/92 Sb. Vysokých koncentrací dosahovaly v tocích na území Ostravy i PCB, NEL, PAU a TOL.

V povodí Moravy byly zaznamenány alarmující koncentrace PCB na řadě vodárenských nádrží (Bojkovice, Koryčany, Karolinka, Ludkovice) – vždy více než 1 000 ng.l⁻¹, přičemž NV č. 171/92 Sb. stanovuje obsah přípustného znečištění PCB na úrovni limitu detekce (pro ostatní toky 25 ng.l⁻¹). V těchto přípa-



Obr. 5. Vývoj koncentrací chloridů (Cl) a dusičnanů v jímacím území Albrechtice-město v letech 1986–97. Koncentrace z období povodně je vyznačena číslicí 7 u značky v obou grafech

dech nejsme schopni určit zdroj znečištění bez podrobnější analýzy situace v jednotlivých povodích.

Při posuzování toxického rizika v povodí Odry byla zaznamenána pozitivní změna v parametru toxického rizika, působeného organickými látkami ve čtyřech z pěti sledovaných profilů. I přes tuto výraznou změnu se zlepšení neprojevovalo na celkovém toxickém riziku, protože další hodnocená složka, toxické riziko působené anorganickými látkami, byla srovnatelně vysoká, nebo dokonce v případě profilu Opava v říčním km 72,6 o dva stupně vyšší než před povodní. Zajímavé je zjištění, že zatímco se na toxickém riziku působeném anorganickými látkami před povodní podílely ve všech sledovaných profilech pouze měď a zinek, po povodni se v odběrových profilech na Odře a také na Opavě v ř. km 72,6 projevuje významné toxické riziko působené rtuť. Toto zjištění nepřímo potvrzuje i zvýšené obsahy rtuť ve vzorcích vody v profilu Odra-Bohumín po povodni.

Tabulka 1. Nejzávažnější případy úniku závadných látek z průmyslových podniků v povodní zasažených oblastech; zpracováno z podkladů ČIŽP

Město, obec	Provoz	Okres	Únik závadných látek
Povodí Moravy			
Bzenec	Kovo Bzenec, a. s.	Břeclav	K úniku závadných látek nedošlo.
Kroměříž	PAL Magneton Kroměříž, a. s.	Kroměříž	Došlo k úniku ropných látek ze sanovaného stáčiště mazutu.
Lanškroun	TES Likl, a. s., Lanškroun	Ústí nad Orlicí	Kontaminovaná voda zaplavila rozsáhlou plochu města. Půdní profil byl zasažen do hloubky 30 cm NEL a PCB.
Otrokovice	Moravan, a. s., Otrokovice	Zlín	Bylo vyplaveno několik desítek tun ropných látek do řeky Moravy.
Otrokovice	Toma, a. s., Otrokovice	Zlín	Unikly toxické látky, zejména chemikálie s obsahem chromu do řeky Moravy.
Otrokovice	Zlínská doprava, a. s., Otrokovice	Zlín	Došlo k úniku ropných látek v množství do 10 tun do řeky Moravy.
Šumperk	EZANOVA, a. s., Šumperk	Šumperk	Došlo k vyplavení 1 000 l olejů a silně alkalické vody s obsahem chromu. Byla zjištěna kontaminace studny ropnými látkami.
Povodí Odry			
Ostrava	Ostramo Víček, s. r. o.	Ostrava	Došlo k úniku 450 t upotřebených olejů.
Ostrava	OKD, OKK, a. s., Koksovna Svoboda	Ostrava	Bylo vyplaveno cca 40 tun síranu amonného do řeky Odry.

Závěrem

Snahou při zpracování úkolu (i vzhledem ke krátké době jeho řešení) nebylo dopodrobna popsat veškeré změny v jakosti vody za povodně a vyhodnotit příčiny těchto změn, ale shromáždit v dané chvíli dostupné a věrohodné údaje o jakosti vody a poskytnout první názor na vývoj jakosti vody během povodně. Autoři chtěli zároveň poukázat na významnost rozdílu mezi posuzováním jakosti vody z pohledu koncentrací ve srovnání s hodnocením látkových toků. Každý z nich totiž podává zásadní informaci, jejíž využití je rozdílné. Zatímco hodnoty koncentrací hrají významnou roli při posuzování rizika kontaminace a hygienického dopadu povodně na jakost vod a současně na zdraví člověka, látkové odtoky dokumentují významný transport látek v rámci celé zasažené oblasti a často i transport za hranice území České republiky. Propojení obou informací poskytuje ucelený pohled na vývoj jakosti vod za povodně a umožňuje další, podrobnější analýzu získaných výsledků v budoucnosti. Získané poznatky je možné využít i při plánech jak nakládat s povodními v budoucnu, jak zajistit, aby nedocházelo k dalším haváriím, které ohrožují nejen jakost vod, ale působí i kontaminaci půd a ohrožení zdraví lidí. Určitým mementem by měly být výsledky získané v rámci tohoto projektu i při úvahách o způsobech nakládání s krajinou jako celkem a s vodou jako její integrující složkou ve všech podobách.

Poděkování

Upřímné poděkování patří zejména všem řešitelům úkolu, kteří se podíleli na shromáždění a zpracování velkého množství nesourodých podkladových materiálů s výstupem do závěrečné dokumentační zprávy. Dále i oblastním inspektorátům ČIŽP a ústředí ČIŽP v Praze za poskytnutí podkladových materiálů, které umožnily dokumentovat vliv havárií průmyslových podniků a ČOV na jakost vod. V neposlední řadě patří poděkování provozovatelům 15 jímacích území podzemních vod, kteří bez finančních nároků poskytli data o jakosti odebrané vody.

Mgr. Pavel Rosendorf
VÚV TGM Praha
tel.: 02/20 197 413

Influence of the Floods in July 1997 on the Quality of Surface and Ground Waters (Rosendorf, P.)

There have been assembled and elaborated available data on water quality from the entire area of the affected territory. The elaboration concerned seven scopes of the problem: a) changes of concentrations in indicators related to the quality of water in water bodies; b) changes of matter flows in indicators related to the quality of water in water bodies; c) changes of concentrations and suspended solids runoff; d) development of the quality of water in overbank flows; e) changes of groundwater quality; f) influence of breakdowns of wastewater treatment plants on water quality; g) industrial accidents and water pollution by specific organic

matters and heavy metals. It has been shown that a considerable increase in concentrations of matters occurred mainly with particulate matters (e.g. suspended solids and organic matters, and some metals), mostly at the start of the flood wave. By contrast, in a number of cases the concentrations of dissolved matters in particular (e.g. chlorides, nitrates, ammoniac) sank to a very low level. In almost all followed indicators the values of matter flows reached extreme values and often exceeded the maximum values in comparison with the period 1992-1996 which was used for reference. Runoffs of suspended solids within the spell of the floods exceeded, at a number of measuring profiles, the annual mean values for the period 1986-1995. Influence of the floods on the quality of ground waters was widely different in accordance with localization, time effect on the followed recipient areas and the remoteness of pollution sources. Breakdowns of wastewater treatment plants had a negative impact on water quality at first on higher situated water bodies of the affected area, where a swift drop in flood flow-rates took place. Especially in the lower stretch of the River Morava and in places with a longer work stoppage at some wastewater treatment plants the negative effect of breakdowns was felt until the beginning of September 1997. In terms of pollution by specific organic matters and heavy metals, the most affected areas were the Ostrava conurbation in the Odra River basin and the area of Otrokovice in the Morava River basin.

Results, assembled as part of the task, provide a general information about water quality changes during the floods, from which proposals may come up towards limiting the negative influence of flood situations in the future.

OVĚŘENÍ TRANSFORMAČNÍHO ÚČINKU RETENČNÍM OBJEMEM NÁDRŽÍ HANUŠOVICE A MOHELNICE

Karel Drbal, Evžen Polenka

Povodňové události z července r. 1997 a 1998 znovu otevřely problémy spojené s možností lidské společnosti takovým přírodním jevům úspěšně čelit. Výše celkových škod nutí k zamyšlení nad otázkou, zda existují reálně dostupná (finančně, technicky a z environmentálních hledisek přijatelná) opatření, která by dokázala v budoucnu – při opakování obdobných situací – tak velkému rozsahu škod zabránit.

Příčiny povodní

Z prací zaměřených na vyhodnocení povodně v r. 1997 vyplývá, že základní příčinou byly mimořádně vydatné a dlouhotrvající srážky soustředěné především do horských oblastí severovýchodu republiky, kde pramení toky povodí Odry, Moravy a Labe. Z podrobného vyhodnocení vyplynul důležitý závěr, že váha ostatních příčin vzniku a okolností průběhu povodňových průtoků byla ve vývoji povodňové situace v červenci 1997 málo významná až zanedbatelná. Pro úvahy o reálných opatřeních na ochranu před vznikem dalších obdobných škod je samozřejmě podstatná i pravděpodobnost možného opakování podobných situací. Toto vyhodnocení je však při současných, relativně skromných znalostech dlouhodobých řad průtokových extrémů obtížné. Opakovatelnost průtoků je hodnocena v jednotlivých profilech říční sítě v intervalu 50 až 150 let, i když opakovatelnost podobné srážkové situace má pravděpodobně ještě delší periodicitu. K podobně extrémním průtokovým stavům však mohou vést i jiné meteorologické příčiny, jako např. dešťové srážky do tajících sněhových zásob při zmrazlém půdním podkladu apod. Všechny tyto okolnosti výskytu povodňových situací je nutné pečlivě posuzovat při úvahách a rozhodování jakým způsobem reagovat na hrozbu a nebezpečí, které vyplývá z přirozeného výskytu povodní.

Možnosti reakce

Možnosti, jak reagovat na nebezpečí vyplývající z podobných přírodních situací, lze v hlavních rysech rozdělit na tři základní směry:

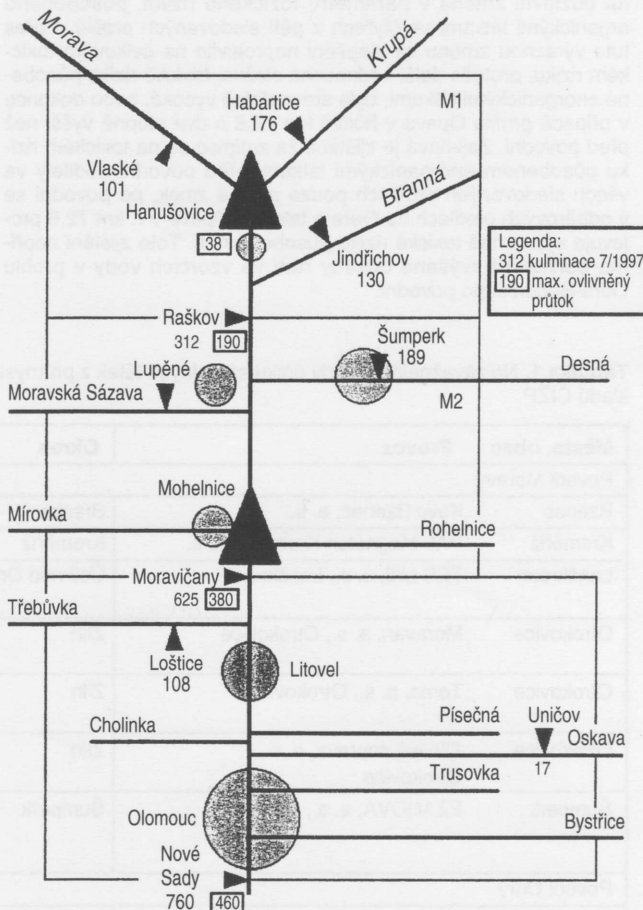
1. Uskutečňovat pouze záchranná a pasivní zabezpečovací opatření až při vzniku další povodňové situace.

2. Změnit současné využití území údolních niv toků tak, aby rozdílné vody v nivách nemělo na čem způsobit škody (tj. vyklidit nivu od osídlení a další antropické činnosti).

3. Ovlivnit průběh odtokového procesu tak, aby přibližně současná úroveň využití území v okolí řek mohla zůstat zachována a přitom se zabránilo hlavním škodám, zejména v intenzivně urbanizovaných prostorech.

Koncepce ochrany proti povodním prošly určitým vývojem ovlivněným nejen rozvojem poznání, ale také vývojem společenských požadavků na zaměření ochrany (např. do nedávné doby byl silný požadavek na vylučování rozlivů na zemědělské pozemky v údolní nivě). Současný akcent na ochranu osídlení, při poměrně benevolenci ke škodám na zemědělských kulturách a naopak mimořádně silně preferovaný aspekt co nejmenšího narušování přírodních podmínek toků a jejich okolí, formuluje pro povodňovou ochranu rozdílné zadání, než bylo vloženo do projektů dřívějších. Z tohoto hlediska stojí SVP před úkolem vytvořit novou koncepci ochrany před povodněmi a především vytvořit integrovanou ochranu v celcích povodí hlavních toků, která dosud neexistuje.

Jako základ (kostru) aktivní prevence reprezentované třetím směrem přístupu k řešení ochrany před škodlivými účinky povodní jsme doporučili výstavbu umělých akumulací ve vybraných místech v povodí. Vedle těchto technických opatření byla vždy za součást koncepce ochrany před povodněmi pokládána soustavná péče o vhodné upořádání krajiny a přizpůsobení využívání území podmínkám morfologie terénu a půdního a horninového složení. Ovlivňování těchto charakteristik povodí (lesnatost a druhové složení porostů, podíl orných půd a zpevněných ploch a jejich rozložení vzhledem k reliéfu atd.) bylo vždy považováno za nezadatelnou součást možností člověka jak ovlivňovat odtokový režim, a tedy i průběh povodní. Požadavek na plošné provádění příslušných opatření (udržování vhodných trvalých porostů na svažitých plochách, místní protierozní opatření, agrotechnika podporující vsak srážek do půdy atd.) byl také vždy součástí koncepčních zásad SVP směřujících k pozitivnímu ovlivňování odtokových podmínek z povodí našich toků. Prosazování těchto opatření však vždy bylo a bude obtížně koordinovatelné s konkrétními potřebami ochrany před povodněmi, protože jejich naprostá většina musí být uskutečněna mimo sféru vodního hospodářství, a to subjekty, které užívají jednotlivé části území v povodí. Výsledný účinek těchto



Obr. 1. Schéma řešení ochranného účinku nádrží na horní Moravě

to opatření není reálné předvídat nejen z uvedených důvodů, ale také proto, že se významně mění s různými okolnostmi doprovázejícími vznik každé konkrétní povodňové situace (stupeň rozvoje vegetace, nasycení půdy předchozími srážkami, zámrz půdy atd.). Tyto vnější vlivy mohou však podstatně omezovat nebo dokonce eliminovat pozitivní působení různých biotechnických a lesotechnických opatření. Proto byla a jsou tato opatření na ovlivnění odtokového režimu považována v koncepcích SVP vždy pouze za doprovodná a nemohou na nich být založeny návrhy, jejichž cílem je dosažení konkrétních parametrů ovlivnění průtokového režimu.

Preventivní opatření

V červenci r. 1997 zadala společně MZE a MŽP naléhavý úkol: stanovit koncepci základních preventivních opatření proti škodlivým účinkům povodní ve třech hlavních povodích postižených červencovou katastrofální povodní. Ve studii byly za základ všech ochranných opatření v povodí Moravy vytvářeny ochranné nádrže v lokalitách dlouhodobě územně chráněných pro výstavbu nádrží:

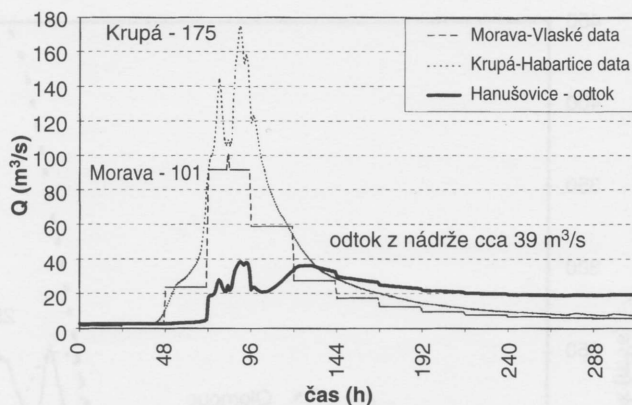
- Hanušovice na Moravě, kde odhadovaná potřeba ochranného objemu 20 až 50 mil. m³ byla navržena 41 mil. m³,
- Mohelnice na Moravě, kde odhadovaná potřeba ochranného objemu 30 až 60 mil. m³ byla navržena 30 mil. m³,
- Loštice na Třebávce, kde byla odhadována potřeba ochranného objemu 8,6 až 20 mil. m³ a Hřbety na Desné, kde byla potřeba ochranného prostoru nádrže odhadována na 2,5 mil. m³.

Technické parametry hrází a rozsah zatápnutého území je závislý na tom, jaký retenční objem bude nezbytné v nádrži získat, aby byl zaručen transformační účinek dostatečný na úpravu odtokového režimu povodně 97, která je nejnepríznivější průtokovou epizodou s odhadnutelnými nebo měřenými údaji v kritických profilech, kde byly způsobeny největší škody. Technické i nákladové parametry těchto klíčových objektů mohou tedy být přesněji stanoveny až po vyhodnocení jejich možných účinků a přijatelných průtokových stavů v kritických profilech pod nádržemi. Údaje o nákladech jednotlivých staveb přehrad uváděné v materiálech [1] a [2] reprezentují spíše maximální odhady pro větší varianty rozsahu děl a zahrnují i náklady všech nezbytných doprovodných investic.

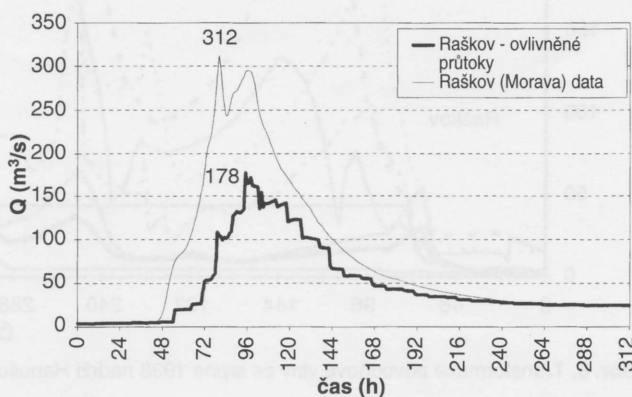
Transformační účinek

Informace o možném transformačním účinku těchto nádrží je tedy nutné považovat za klíčové údaje pro další rozhodování, popř. pro přípravu těchto děl. Dostupné informace umožnily vyhodnotit pouze společný účinek nádrží Hanušovice a Mohelnice při jejich uvažovaných retenčních objemech 41 a 30 mil. m³, a to do profilů Hanušovice, Raškov, Moravičany (přítok do Mohelnice) a Olomouc na řece Moravě. Pro vyhodnocení bylo použito modelového aparátu vyvíjeného v rámci dalších úkolů zpracovávaných ve VÚV TGM na pobočce Brno Ing. K. Drbalem [3, 4 a 5]. Získání prezentovaných výsledků umožnila základní přednost vyvíjeného výpočetního postupu pracovat s minimem podrobných informací o stále se měnícím stavu říční sítě v úsecích mezilehlých mezi profily důležitými z hlediska sledovaného účinku. Transformační účinek byl hodnocen na povodňových situacích r. 1997 a 1938, které byly výrazné zejména objemem celkového odtoku a rozdílné v místech geneze špičkových povodňových odtoků v povodí. Pro širší informaci uvádíme, že v dalších studiích zpracovávaných v pobočce Brno VÚV TGM [6, 7] byly získány poznatky o možných účincích dalších nádržních prostorů, např. Hřbety na Desné, Nové Heřminovy na Opavě, nemohl však být vyhodnocen souhrnný účinek v Olomouci (s nádrží Hřbety).

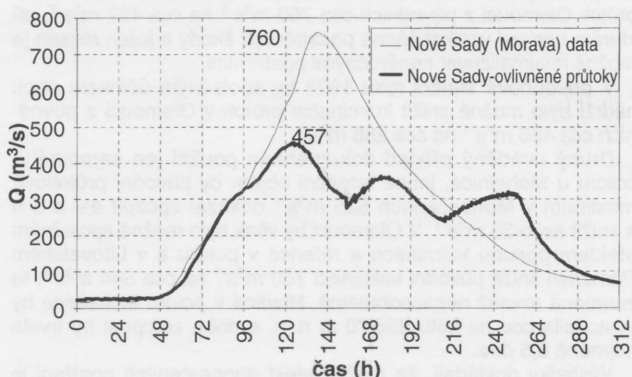
Výsledky jsou prezentovány čarami průběhu průtoků v čase, na nichž je možné porovnat průběh neovlivněných průtoků a průběh průtoků transformovaných účinkem retenčního objemu uvažovaných nádrží. Časový průběh plnění a prázdnění objemu obou nádrží při simulované transformaci povodně 1997 je dokumentován samostatným grafem. V uváděném příkladu společného účinku obou nádrží byla volena manipulační strategie naplnění nádrže Hanušovice podle potřeb průběhu povodně v horní části povodí tak, aby byl minimalizován odtok, tzn., že nádrž zůstává dlouho po opadnutí povodně plná a odpouští odtok jen 20 m³s⁻¹. Tento postup umožňuje odvést údolím Moravy nesnížené povodňové průtoky z povodí Branné (v profilu Raškov by bylo dosaženo maximum pouze cca 178 m³s⁻¹ oproti přirozenému stavu cca 312 m³s⁻¹) a z povodí Desné a Moravské Sázavy (na přítoku do Mohelnice by bylo dosaženo průtoky pouze cca 535 m³s⁻¹ oproti cca 625 m³s⁻¹ při neovlivňovaném odtoku). U nádrže Mohelnice byla naopak volena manipulační strategie maximálního vyrovnění odtokové špičky a rychlého vyprázdnění nádrže. Zatopení prostoru nádrže by tak trvalo necelých 8 dní v průběhu první povodňové špičky 1997. Data ČHMÚ pro celou povodňovou situaci 1997, včetně druhé povodňové špičky nemá řešitel dosud k dispozici.



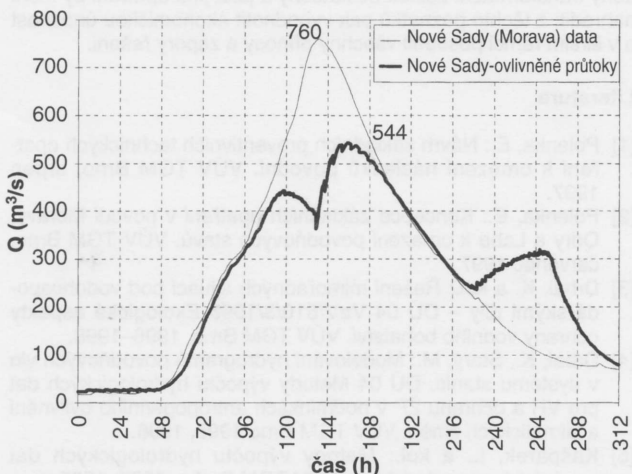
Obr. 2. Transformační účinek nádrže Hanušovice (41 mil. m³) v Hanušovicích – povodeň 7/1997



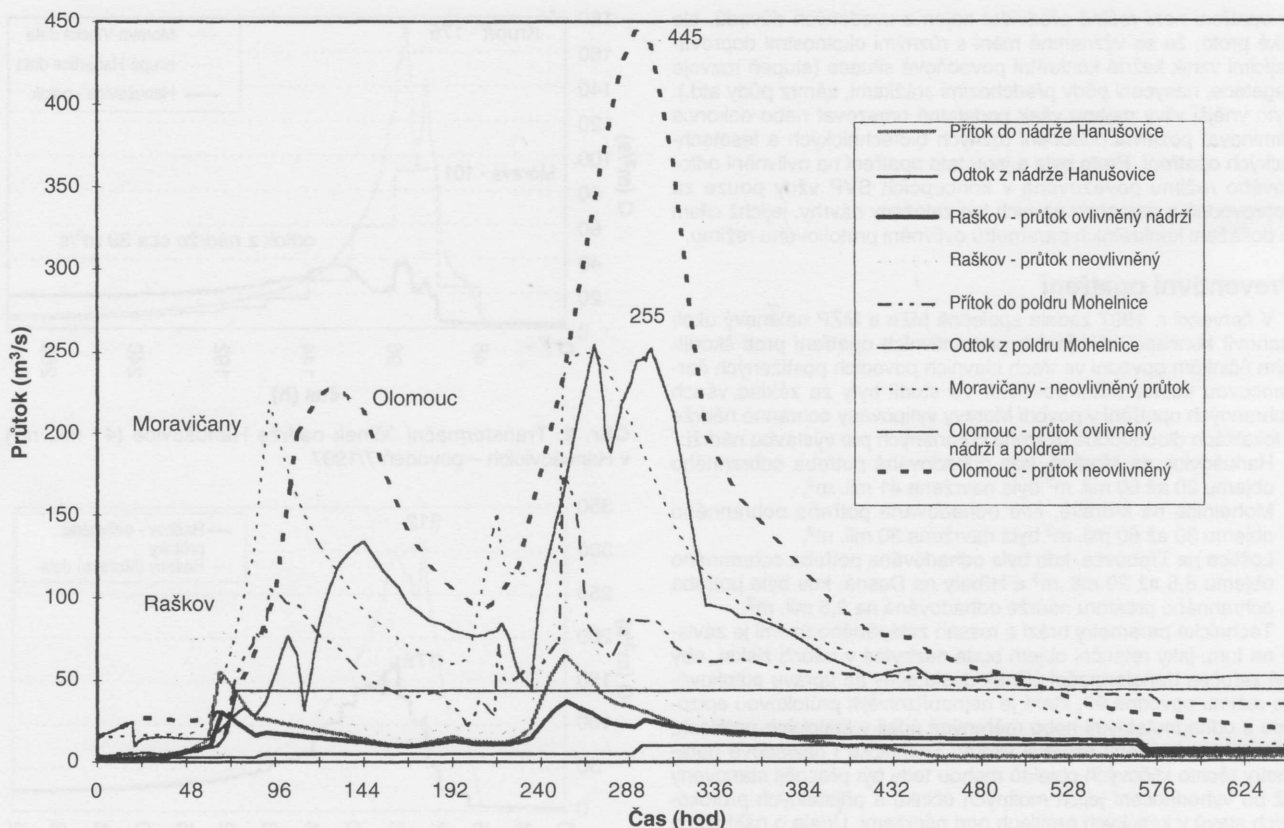
Obr. 3. Transformační účinek nádrže Hanušovice (41 mil. m³) v profilu Raškov – povodeň 7/1997



Obr. 4. Společný transformační účinek nádrží Hanušovice (41 mil. m³) a poldru Mohelnice (30 mil. m³) v Olomouci



Obr. 5. Transformační účinek poldru Mohelnice (30 mil. m³) bez nádrže Hanušovice v profilu Olomouc-Nové sady – povodeň 7/1997



Obr. 6. Transformace povodňové vlny ze srpna 1938 nádrží Hanušovice a poldrem Mohelnice

Společným účinkem obou nádrží je možné snížit kulminační průtok Olomoucí z původních cca $760 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ na cca $457 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, při kterém nemusí vznikat žádné podstatnější škody a jejich rozsah je možné minimalizovat nenáročnými opatřeními.

V povodňové situaci roku 1938 by společným účinkem obou nádrží bylo možné snížit kulminační průtok v Olomouci z původních cca $455 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ na cca $255 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Druhý uváděný příklad dokumentuje použití jen samotného poldru u Mohelnice, jehož retenční objem by původní průtokové maximum v Moravičanech $625 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ dokázal zpozdit asi o 3 h a snížit asi o $35 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. V Olomouci by však bylo možné společným efektem posunu kulminace a retence v poldru a v Litovelském Pomoraví snížit původní kulminaci $760 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ na cca $544 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, to znamená rovněž nezanedbatelně. Hladina v poldru Mohelnice by vystoupila cca na kótu 255,70 m n.m. a doba zatopení by trvala nejméně 8,5 dne.

Výsledky dokládají, že možný efekt doporučených opatření je významný a je účelné dalšími podrobnějšími pracemi ověřit spolehlivost a meze platnosti těchto údajů, dále posoudit, zda je uváděný transformační účinek dostatečný a jaká jiná opatření by mohl nahradit; z těchto poznatků pak vyhodnotit ekonomickou únosnost a v širším rámci posoudit všechny přínosy a zápory řešení.

Literatura

- [1] Polenka, E.: Návrh základních preventivních technických opatření k omezení následků povodní. VÚV TGM Brno, srpen 1997.
- [2] Polenka, E.: Koncepce základních opatření v povodí Moravy, Odry a Labe k omezení povodňových stavů. VÚV TGM Brno, červenec 1997.
- [3] Drbal, K. a kol.: Řešení mimořádných situací pod vodohospodářskými díly – DÚ 04 VaV/510/3/1996 Ekologické aspekty ochrany vodního bohatství. VÚV TGM Brno, 1996–1998.
- [4] Drbal, K., Starý, M.: Modelování hydrogramů povodňových vln v systému stanic. DÚ 04 Metody výpočtu hydrologických dat pro VH a ochranu ŽP v podmínkách antropogenního ovlivnění a klimatických změn. VÚV TGM Brno 1995, 1996.
- [5] Kašpárek, L. a kol.: Metody výpočtu hydrologických dat v měnících se podmínkách. VÚV TGM Praha, 1997, 1998.
- [6] Horák, P.: Studie ochranných nádrží Nové Heřmínovy na Opavě a Spálené na Opavici, VÚV TGM Brno, 1997.

[7] Horák, P.: Studie protipovodňové ochrany okresu Šumperk, VÚV TGM Brno, 1998.

[8] Sborník konference Povodně a krajina 97. Kongresové centrum Brno, listopad 1997.

[9] Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997. ČHMÚ Praha, červen 1998.

Ing. Karel Drbal, Ing. Evžen Polenka
VÚV TGM – pobočka Brno, tel.: 05/41 32 12 24

Verification of the Transformation Effect by Means of the Retention Volume of the Reservoirs Hanušovice and Mohelnice (Drbal, K., Polenka, E.)

The article provides information on the possibilities of limiting flood flow-rates on the upper stretch of the River Morava (March) that are attainable through the accumulation effect in retention volumes of the designed reservoirs at the localities of Hanušovice and Mohelnice in Moravia. The possibilities of influencing the flood runoff were estimated by means of flood situations in July 1997 and August 1998 which are the worst floods recorded in this region, due in particular to the volume extent of the flood-wave. For calculations there were applied newly developed methods of controlling waterworks systems which facilitate a sufficiently accurate description of the influence of long stretches of water bodies with inundation between the reservoir and the affected watercourse profiles, without the necessity of being acquainted with uneasily and expensively obtained detailed data on the morphology of water bodies and inundation. Results of the calculations are documented by graphs of flood flow-rates progress in the profiles Hanušovice, Raškov, Mohelnice (or Moravičany) and Olomouc, on which the recorded progress of the 1997 flood situation and the possible influence of the reservoir effect are compared. The attainable limitation of the culmination flow-rate through the joint effect of the both reservoirs at Olomouc is from $760 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ to ca $460 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. The results show the rightfulness of the principle that the appropriately located reservoirs are a reliable framework of an effective protecting system.

Vodohospodářské školící a informační středisko VÚV TGM

V roce 1998 proběhly pilotní kursy pro státní správu a samosprávu v povodí Úhlavy, Radbuzy a Mže a v povodí Dyje, proškoleny byly 112 účastníků. Další kursy budou směřovány na celé území ČR, s aktuálními tématy pro danou oblast a pro účastníky z různých organizací vodního hospodářství.

Některá školení budou probíhat také ve spolupráci s Institutem pro místní správu. Využijeme též výsledků mezinárodního projektu distančního vzdělávání ve VH. Následující témata tvoří jádro naší současné nabídky tréninkových školení. Upravujeme je a seskupujeme podle potřeb účastníků školení.

I. Rozvoj moderních metod řízení vodního hospodářství na úrovni státní správy a samosprávy

1. Řešení vodohospodářských problémů obce s využitím nástrojů územního plánování a komplexních pozemkových úprav
2. Využití Geografického informačního systému (GIS) pro okresní úřady, oblast podzemních vod
3. Výběr vodohospodářských technologií podle podmínek obce – zdroje, úpravy, ČOV
4. Ekologické průtoky v tocích
5. Programy rozvoje vodovodů a kanalizací územních celků v ČR (PRVKUC)
6. Využití DSS (Systém podpory rozhodování) pro koncepční rozhodování státní správy v oblasti VH
7. Registr bodových zdrojů znečištění

II. Ekonomické a právní nástroje pro kontrolu zdrojů znečištění

1. Legislativa ve vodním hospodářství – novelizované předpisy a předpisy související
2. Přibližování k legislativě EU – Guide of approximation, rámcová směrnice o vodě
3. Problematika horských povodí
4. Nástroje řízení a možnosti financování zásobování vodou a čištění vody, české i zahraniční zdroje

III. Tematické kursy

1. Ochrana před povodněmi – činnost okresního úřadu a obcí
2. Voda v krajině – povodně, suchá období, revitalizace vodních toků
3. Používání značkovacích látek v tocích
4. Rybníky – odbahňování, hospodaření
5. Projektové organizace a Povodí, a. s. – dva pohledy

IV. Školení o odpadech

Tato témata jsou pojednaná vždy též ve vazbě na ochranu vod:

1. Zákon o odpadech č. 125/97 Sb. a jeho připravovaná novela
2. Problematika katalogu odpadů a jeho členění ve vazbě na předpisy EU
3. Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů
4. Způsoby vedení evidence odpadů v souvislosti s vyhláškou MŽP č. 338/97 Sb.

Praktické informace

Trvání školení: 1–2 dny

Určení: státní správa, samospráva, vodohospodářské organizace (VaK, Povodí atd., podle konkrétních potřeb organizace)

Výklad: je provázen praktickým cvičením

Uprava školení: podle potřeb i podle kvalifikace a funkcí účastníků budou dohodnuty přesné cíle, délka, program i místo školení

Kromě uvedené nabídky, která je určena především pro státní správu a samosprávu, má VHŠIS v plánu i další činnosti:

1. Soubor školení pro vodohospodářské organizace vznikne na základě potřeb jednotlivých organizací, podle výsledků podrobné studie trhu – akce budou hrazeny účastníky. Dále se připravují rekvalifikační kursy pro pracovníky nových ČOV (návrh spolupráce s MPSV), prezentace na setkání ČOV a poradenství pro provozovatele malých VaK.
2. Distanční studium ve VH (Phare Multi-Country Programme in Distance Education).
3. Prezentace úkolů VÚV TGM, především formou seminářů.
4. VHŠIS bude kromě školení, včetně pedagogických nástrojů, poskytovat i krátké studie.
5. Informace o vodě: Na základě instalované CD-ROM EAUDOC v knihovně VÚV v říjnu 1997 bude snaha o aktualizaci podle dvoustranné dohody s Francií – vyhledávání možností připojení na mezinárodní projekt – Aquadoc-Inter. Informační příručky a letáky, aktuality ve vodním hospodářství, povodně v jednotlivých obvoděch Prahy – spolupráce s Magistrátem, včetně využití Internetu – na základě konkrétních smluv.

VHŠIS VÚV TGM Praha, RNDr. Jitka Spoustová
tel. 02/20 197 362, fax 02/31 18 074,
e-mail: jitka_spoustova@vuv.cz
Internet: www.vuv.cz



DRAGON s.r.o.

Nad Pískovnou 1558, 140 00 Praha 4

Kanceláře: Smotlachova 580/1,

DRAGON 142 00 Praha 4 - Kamýk

Tel.: 02/44472053, 02/4726930, Fax: 02/4021732

E-mail: info@dragon-praha.cz

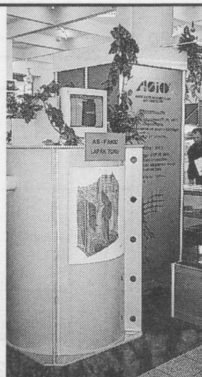
- ZAŘÍZENÍ PRO VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ
- TECHNOLOGIE A REKONSTRUKCE ČOV
- VÝROBA, OPRAVY, REKONSTRUKCE LODÍ
- OCELOVÉ KONSTRUKCE

ASIO[®] spol. s r.o.
čištění odpadních vod



Tuřanka 1, POB 56
627 00 Brno - Slatina
tel./fax: 05/48210012
<http://www.asio.cz>

- domovní čistírny odpadních vod
- nádrže, septiky, jímky z PP, PE
- odlučovače tuků a ropných látek
- čerpací, kanalizační a vodoměrné šachty



KVANTIFIKACE PLOŠNÉHO A DIFUZNÍHO ZNEČIŠTĚNÍ V POVODÍ LABE

Marie Michalová

Při definici plošného a difuzního znečištění jsme navázali na východiska a syntézu poznatků o stavu znečištění z Projektu Labe I. Zdroje znečištění jsme dělili na zdroje bodové (městské a průmyslové) a plošné a difuzní. Plošné znečištění pochází z ploch, jejichž největší část tvoří zemědělská půda, a dále sem patří i drobné, často vůbec neevidované zdroje znečištění, rozptýlené ve velkém množství po celé ploše povodí. Hranici mezi bodovými a plošnými zdroji včetně difuzních tvoří pro potřeby prací na Projektu Labe II Státní vodohospodářská bilance (dále SVHB), která eviduje jako bodové zdroje znečištění veškerá vypouštění větší než 15 000 m³/rok, resp. větší než 1 250 m³/měsíc.

Z výsledků Projektu Labe I vyplynulo, že sestavení souhrnné bilance zatížení toků jednotlivými druhy znečištění je velmi nesnadné. Zejména proto, že u plošného znečištění (kromě měření atmosférických depozic) bylo možno se do té doby opírat pouze o různá směrná čísla a odborné celkové odhady. Závěrečná bilance plošného znečištění pro období 1991–93 byla sestavena v Projektu Labe I dvojím způsobem. Za věrohodnější je pokládáno kvalitativní ocenění složek odtoku hraničním profilem. Odtok byl rozdělen na složky povrchového, hypodermického a základního odtoku. Současně však bylo konstatováno, že provedení bilance je orientační a vyžaduje v rámci Projektu Labe II další zpřesnění jak na straně bodových zdrojů, tak zejména u zdrojů plošných a difuzních. Ve zpracované bilanci Projektu Labe I se vyšlo z odhadu zatížení toků pro relativně málo vodné období (1991–93). V průměrně vodném roce a zejména v silně vodném roce je podíl eroze výraznější a může být i desetnásobkem hodnot uváděných v takto zpracované bilanci. Hlavním cílem prací EÚ 02 v rámci Projektu Labe II byla proto zpřesňující kvantifikace plošného a difuzního znečištění a stanovení podílu jednotlivých typů znečištění na území povodí Labe.

Metodický přístup a způsob zpracování

Základní metodický přístup kvantifikace nebudových zdrojů znečištění spočívá v rozdílové bilanci látkového odtoku v kontrolních profilech jakosti vody ČHMÚ a vypouštěného znečištění z bodových zdrojů znečištění. Uvedený rozdíl představuje:

- plošné zdroje zahrnující atmosférickou depozici, přímý odtok, hypodermický odtok, základní odtok, erozi a rovněž difuzní zdroje komunálního i zemědělského charakteru,
- ztrátu a retenci mezi látkovým odtokem a celkovým odnosem znečištěných látek.

Za bodové zdroje znečištění byla pro potřeby tohoto úkolu, jak již bylo uvedeno, považována evidovaná vypouštění v SVHB, tj. vypouštění nad 15 000 m³/r, což odpovídá přibližně 500 EO. Pro

bodové zdroje znečištění nad 5 000 EO byly údaje o vypouštěném znečištění převzaty, pokud možno, ze šetření prováděného v rámci Projektu Labe a pro ostatní menší bodové zdroje z údajů SVHB, přičemž chybějící ukazatele, tj. zejména nutrienty, byly v šetřených letech modelovány.

Dosud publikované údaje o velikosti plošného znečištění (Projekt Labe I) nelze do rozdílové bilance přímo použít, neboť byly stanoveny jako potenciální hodnoty a nikoli jako konkrétní hodnoty vztahované k příslušnému roku. Aby bylo možno velikost plošného znečištění kvantifikovat, jsou hodnoty řešených ukazatelů stanoveny nepřímo pomocí vícenásobného regresního modelu, který udává statisticky významnou závislost mezi velikostí plošného a difuzního znečištění v příslušném ukazateli na straně jedné a rozhodujícími faktory přírodními, klimatickými, hydrologickými, zemědělsko-hospodářskými a antropogenními na straně druhé.

Pro čtyři hlavní hodnocené ukazatele (BSK₅, CHSK_{Cr}, N_c a P_c) byly na základě rozsáhlé statistické analýzy verifikovaných dat (získaných od SMS Brno z let 1993–1996 a naměřených na drobných tocích na území povodí Labe) stanoveny a doporučeny pro potřeby dalšího užití následující regresní modely pro výpočet koncentrací plošného a difuzního znečištění:

$$\ln \text{BSK}_5 = 1,722 + 0,0208 \cdot \ln \text{IPZ} + 0,6255 \cdot \ln \text{TSZP} - 0,6805 \cdot \ln \text{INDQA}$$

$$\ln \text{CHSK}_{Cr} = 3,2737 + 0,0127 \cdot \ln \text{IPZ} + 0,196 \cdot \ln \text{TSZP} - 0,5813 \cdot \ln \text{INDQA}$$

$$\ln N_{anorg} = 2,5987 + 0,0709 \cdot \ln \text{IPZ} + 0,6391 \cdot \ln \text{TSZP} + 0,4152 \cdot \ln \text{INDQA}$$

$$\ln P_c = -0,6512 - 0,1317 \cdot \ln \text{IPZ} + 0,9756 \cdot \ln \text{TSZP} - 0,8987 \cdot \ln \text{INDQA} - 0,1148 \cdot \ln \text{HUSTOTA}$$

kde IPZ – poměr plochy zemědělské půdy k celkové ploše bilancovaného mezipovodí,

TSZP – koeficient transportní stability zemědělské půdy bilancovaného mezipovodí,

INDQA – poměr Q_a příslušného roku ke Q₁₉₃₁₋₁₉₈₀,

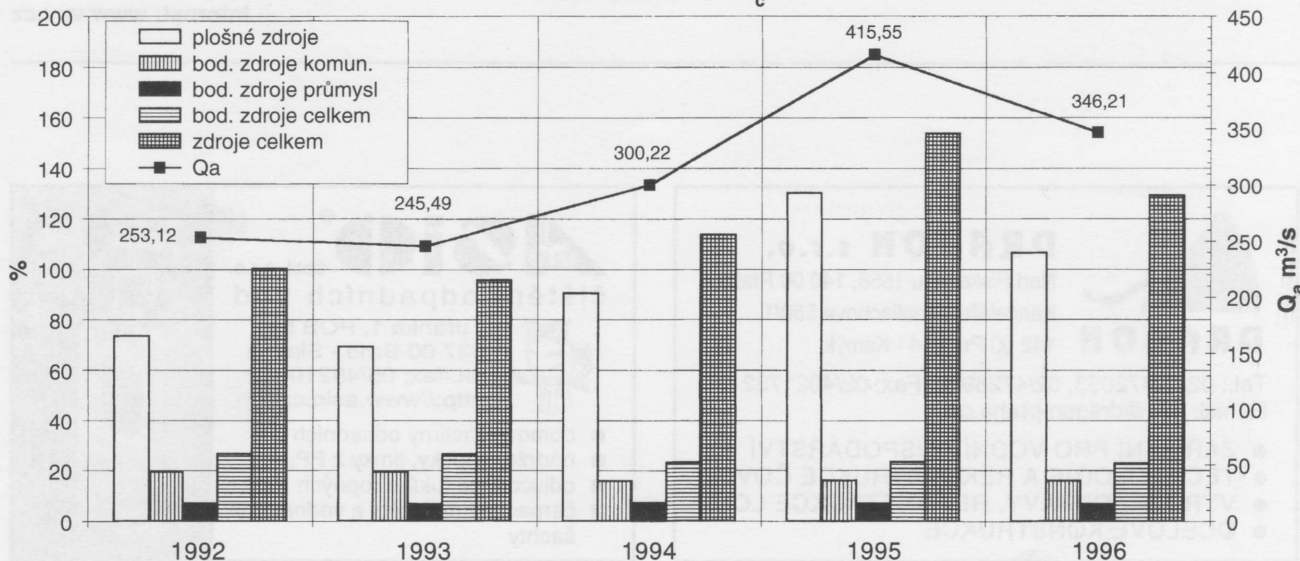
HUSTOTA – poměr počtu bydlících obyvatel v mezipovodí k celkové ploše bilancovaného mezipovodí.

Koeficienty vícenásobné regrese se pohybují mezi hodnotami 0,66–0,72.

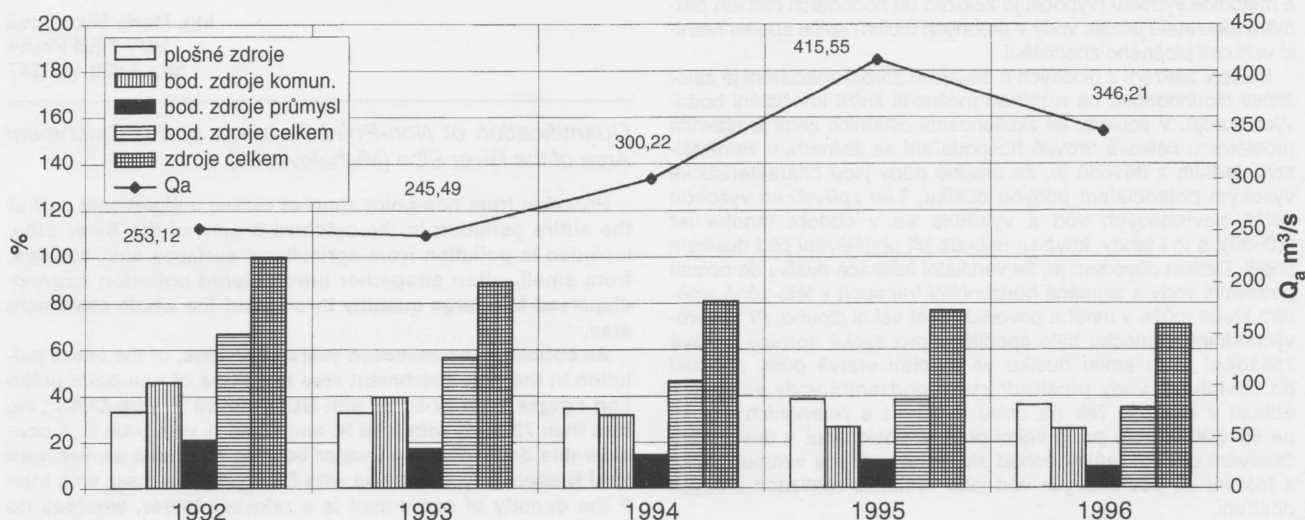
Výpočet N_c byl stanoven jako součet N_{anorg} + N_{org}, přičemž N_{org} byl modelován ze vztahu N_{org} = 0,035 · CHSK_{Cr}.

Na základě prokázaných závislostí byly stanoveny průměrné koncentrace jednotlivých ukazatelů plošného a difuzního znečištění v určených mezipovodích mezi kontrolními profilem jakosti vody ČHMÚ. Dalším postupem v závislosti na průměrných průtocích v daném roce pro daná mezipovodí byly vypočteny velikosti plošného a difuzního znečištění.

Labe-Schmilka – N_c



Labe-Schmilka – P_c



Výsledky

Plošné a difúzní znečištění

Výsledné velikosti plošného a difúzního znečištění byly vypočteny ke 14 následujícím jakostním profilům ČHMÚ s uvedenými čísly a názvy:

1. 0101	Labe-Valy	Labe nad Doubravou bez Orlice
2. 0103	Labe-Obříství	Labe mezi Doubravou a Vltavou
3. 0202	Labe-Schmilka	Labe pod Vltavou
4. 1026	Orlice-Nepasice	Orlice
5. 1038	Jizera-Nový Vestec	Jizera
6. 3793	Vltava-Zvíkov	Vltava nad Otavou bez Lužnice
7. 0150	Vltava-Zelčín	Vltava pod Otavou bez Sázavy a Berounky
8. 1050	Lužnice-Koloděje	Lužnice
9. 1056	Otava-Písek	Otava
10. 1064	Sázava-Pikovice	Sázava
11. 1084	Berounka-Bukovec	Přítoky Berounky k Plzni
12. 1090	Berounka-Lahovice	Berounka
13. 1101	Ohře-Hubertus	Horní Ohře
14. 1109	Ohře-Terezín	Dolní Ohře

Výsledky jsou zpracovány tabelárně v samostatné příloze a jsou k dispozici u zpracovatele.

Stanovení podílu jednotlivých typů znečištění v povodí Labe

Pro všech uvedených 14 mezipovodí byla v rámci prací provedena kromě výpočtu plošného znečištění rovněž i sumace bodových zdrojů znečištění (zvláště městských i průmyslových) v jednotlivých letech. V příložených grafech jsou uvedeny jako ukázka výsledků zpracování výsledné hodnoty podílů jednotlivých typů znečištění v hodnocených letech 1992 až 1996 pro řešené ukazatele pro závěrový profil Labe-Smilka v procentním vyjádření spolu se znázorněním průběhu Q_a .

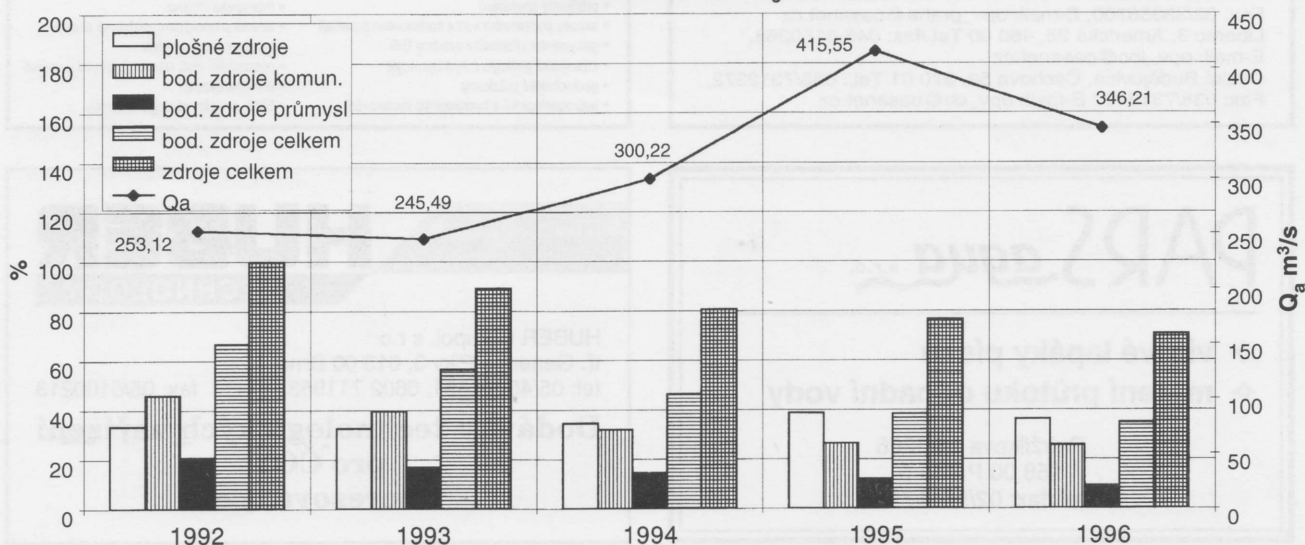
Závěry

V porovnání s výsledky řešení a hodnocení plošného a difúzního znečištění v různých povodích jiných států tvoří v povodí Labe plošné a difúzní zdroje znečištění rovněž výraznou část celkového znečištění.

V hodnocených letech 1992–1996 se pohybuje podíl plošného a difúzního znečištění na celkovém znečištění na území povodí Labe v ukazateli BSK_5 v rozmezí 37–51 %, u $CHSK_{Cr}$ v rozmezí 52–68 %, u N_5 dokonce 72–86 % a u P_c 43–45 %. Výrazná závislost na vodnosti byla prokázána zejména u N_5 a rovněž u $CHSK_{Cr}$. Naopak u P_c je markantním ovlivňujícím faktorem hustota osídlení a závislost na vodnosti nebyla zjištěna. Výraznější vliv morfologie území v povodí Labe se v rámci současně dosažitelné možnosti úrovně hodnocení dat u ukazatele P_c nepodařilo prokázat.

Pro potřeby celkového hodnocení znečištění bylo na základě dostupných podkladů ještě vyčísleno plošné a difúzní znečištění v ukazatelích Pb, Hg, Cd (těžké kovy), včetně mikrobiálního zne-

Labe-Schmilka – BSK_5



čištění v ukazateli coli. Vyčíslené hodnoty plošného a difuzního znečištění v hodnocených ukazatelích tvoří vzhledem ke způsobu a metodice výpočtu (výpočet je založen na hodnotách ročních průměrů ukazatelů jakosti vody v drobných tocích) spíše spodní hranici velikosti plošného znečištění.

Snížení zatížení z plošných a difuzních zdrojů znečištění je záležitostí dlouhodobou na rozdíl od možnosti snížit znečištění bodových zdrojů. V souladu se zkušenostmi ostatních zemí je hlavním problémem celková úroveň hospodaření se živinami v zemědělství. Jedním z důvodů je, že úrodné půdy jsou charakteristické vysokým potenciálem pohybu dusíku. Ten způsobuje vysokou zátěž povrchových vod a vyluhuje se v období mnoha let (20–30), a to i tehdy, když se nebude při obdělávání půd dusíkem hnojit. Dalším důvodem je, že vertikální infiltrace dusíku do oblastí podzemní vody a zejména horizontální transport v této zóně směrem křece může v mnoha povodích trvat velmi dlouho. (V severovýchodním Německu bylo spočítáno pro sypké horniny časové zpoždění mezi emisí dusíku ve svrchní vrstvě půdy a emisí do povrchové vody prostřednictvím podzemní vody vstupních oblastí v blízkosti řek na dobu 2–10 let a retenčních oblastí na 50–500 let.) Je proto velmi obtížné poskytnout v dostupném časovém období reálný odhad skutečné redukce vstupu dusíku a fosforu do povrchových vod jako výsledku realizace určitých opatření.

Důležitým opatřením na ochranu vody, vzduchu a půdy je však bezesporu urychlené zavedení „kodexu dobré zemědělské praxe“ v souladu se Směrnicí Rady 91/676/EEC. Ochranná opatření by měla být realizována nejenom v chráněných oblastech zdrojů

pitné vody a v současné době diskutovaných zranitelných či citlivých oblastech, ale na celém území naší republiky.

Ing. Marie Michalová
VÚV TGM Praha
tel.: 02/20 197 247

Quantification of Non-Point Pollution in the Catchment Area of the River Elbe (Michalová, M.)

Pollution from non-point sources makes a significant part of the entire pollution in the catchment area of the River Elbe. Included is pollution from agricultural surfaces and, besides, from small, often altogether unregistered pollution sources dispersed in a large quantity throughout the whole catchment area.

As concerns the assessed years 1992–1996, of the entire pollution in the Elbe catchment area the share of non-point pollution ranges from 37–51 % with BOD₅, 52–68 % with COD_{Cr}, no less than 72–86 % with total N, and 43–45 % with total P. A considerable dependence on water bearing has been proved with total N especially, as well as with COD_{Cr}. By contrast, with total P the density of settlement is a relevant factor, whereas no dependence on water bearing has been proved. Owing to current data assessment standards with total P, no success has been achieved in proving a more pronounced influence of territorial morphology in the Elbe catchment area.

VTEI

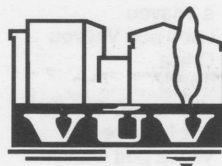
VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

Ročník 41

ISSN 0322 - 8916

Redakční kruh: RNDr. Dana Baudišová, Ing. Václav Bečvář, CSc., Ing. Šárka Blažková, DrSc., RNDr. Josef Fuksa, CSc., Ing. Ivan Koruna, CSc., Ing. Václav Matoušek, DrSc., Ing. Václav Šťastný, Ing. Jan Vilímeč

Kontakt: Mgr. Josef Smrták – redaktor, VÚV TGM
Tel.: 02/24 31 08 34, fax: 02/311 38 04,
e-mail: josef_smrtak@vuv.cz



**Výzkumný ústav
vodohospodářský
T. G. Masaryka**

**Podbabská 30
160 62 Praha 6**



**PRŮZKUMY
A SANACE
ZNEČIŠTĚNÍ
HORNINOVÉHO**

PROSTŘEDÍ, INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÝ PRŮZKUM, OPONENTURY, SUPERVIZE, EKOLOGICKÉ AUDITY, ANALÝZY RIZIK, E.I.A., EMS, PRŮZKUM A REKULTIVACE SKLÁDEK, MONITORING

Praha 6, Bělohorská 131, 169 00, tel.: 02/20515042
Fax: 02/33356700, E-mail: opv_praha@oasnet.cz
Liberec 3, Americká 26, 460 00 Tel./fax: 048-5150268,
E-mail: opv_lbc@oasnet.cz
České Budějovice, Čechova 52, 370 01 Tel.: 038/7312372,
Fax: 038/7312427 E-mail: opv_cb@oasnet.cz



**VÁŠ PARTNER
PRO OCHRANU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

KAP, spol. s r.o.,
Skokanská 80
169 00 Praha 6
ČESKÁ REPUBLIKA
tel.: 02/24 31 36 30,
fax: 02/57 21 12 55
http://www.kap.cz,
e-mail: office@prg.kap.cz

- ekologické audity, expertní a znalecké posudky
- rizikové analýzy
- průzkumy znečištění
- sanace podzemních vod a horninového prostředí
- geografické informační systémy GIS
- inženýrská geologie a hydrogeologie
- geotechnické průzkumy
- hydrogeologické a hydrologické modelování
- vodohospodářské projekty
- odpadové hospodářství
- inženýrská činnost
- terénní a laboratorní analytická chemie
- systémy řízení projektů
- posuzování vlivů staveb na životní prostředí
- ochrana ovzduší
- EMS, projekty ekologické výroby

PARS *agua* s.r.o.

- ❖ vírové lapáky písku
- ❖ měření průtoku odpadní vody

Petržlůvka 14/2266
158 00 Praha 5
tel./fax: 02/5615718

HUBER
TECHNOLOGY

HUBER CS spol. s r.o.
tř. Generála Píky 3, 613 00 Brno
tel: 05/45222681, 0602 711963, fax: 05/5100213

**Dodávky technologických zařízení
pro ČOV
z nerezové oceli**