1/2002 VTEI Ročník 44

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T.G.M. – TRADICE A PERSPEKTIVY Z POHLEDU ROKU 2001

S nástupem druhého roku nového milénia se nabízí logická otázka – co znamenal pro VÚV T.G.M. jeho první rok?

Nesporně šlo o významný rok. Práce na zakázkách se uzavřely a lze konstatovat, že rok 2001 zastihl VÚV T.G.M. v dobré pracovní kondici. Zároveň se vytváří alespoň malý prostor pro zamyšlení, jak VÚV T.G.M. obstojí tváří v tvář novým, změněným podmínkám. A rok 2001 lze nazvat rokem změn i pro VÚV T.G.M. Úplný výčet událostí, které tak či onak činnost ústavu dlouhodobě ovlivní, by vydal na několik stránek, zmíním se tedy alespoň o těch hlavních.

Které události to jsou?

Předně 1. června 2001 v rámci jednání s Evropskou unií uzavřela Česká republika jednu z nejobtížnějších a finančně nejnáročnějších kapitol – kapitolu 22: Životní prostředí. Evropská unie souhlasí s dvěma přechodnými obdobími – pro oblast čištění komunálních odpadních vod a recyklaci obalových odpadů. Větší část úkolů v harmonizaci environmentální legislativy je dovršena. Těžiště se však přesunuje k naplnění cílů implementačních plánů, tj. osvojení a prosazení nových zákonů v praxi státní a veřejné správy – a právě její podpora je mj. parketou VÚV T.G.M.

V oblasti ochrany vod patří přední místo zákonu č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon). Byl přijat 28. června 2001. Jde o dlouho očekávanou komplexní novelu základních právních předpisů v oblasti vod. Vždyť dosavadní úpravy pocházely z poloviny 70. let (především zákon č. 38/1973 Sb., o vodách, a zákon č. 130/1974 Sb., o státní správě ve vodním hospodářství, ve znění pozdějších předpisů). Příprava i projednávání zákona nebylo snadnou a zcela jednoznačnou záležitostí. Přijetím zákona rovněž nekončí odborná diskuse nad provedením některých ustanovení zákona (tvorba prováděcích předpisů). Při detailnějším pohledu se ukazuje, že ne všechny prvky zákona jsou zcela v souladu s evropskými předlohami. Některé povinnosti ze zákona jsou tradičními úkoly VÚV T.G.M. Připomeňme např. zjišťování a hodnocení stavu podzemních a povrchových vod, klíčovou roli ve vytváření a údržbě informačních systémů v oblasti vod, příprava zpráv pro EU atp.

V oblasti odpadů hraje podobnou roli zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ze dne 15. května. I zde se aktuálně práce soustřeďuje na prováděcí předpisy, mj. katalog odpadů, vyhlášky o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, nakládání s PCB a o podrobnostech nakládání s odpady atp. VÚV T.G.M. byla právě v roce 2001 přisouzena role zázemí MŽP pro odpady.

10. července 2001 jsme se dočkali nového zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). Je to právě Směrnice 91/271/EEC o čištění komunálních odpadních vod, jejíž dopady bylo nutno rozdělit na delší dobu – do přechodného období. I v této oblasti je proto nezbytné počítat s aktualizací vazeb VÚV T.G.M. na vlastníky a investory čistírenských kapacit, jejich provozovatele i výrobce či zprostředkovatele specializované techniky.

Z iniciativy Rady vlády pro výzkum a vývoj je zpracován Národní program na podporu orientovaného výzkumu. Prostřednictvím výzkumných programů MŽP i dalších resortů se dotýká i VÚV T.G.M., který je organizací s nejvýrazněji zastoupeným výzkumem v resortu MŽP. Je nepochybné, že určitá specifika středoevropský region má, a to jak z hlediska vod a odpadů, tak i jiných oblastí životního prostředí (kupř. z hlediska rozvodí je charakterizován příměrem „střecha Evropy"). Mělo by být stejně nepochybné, že trvale bude potřebné i soustředěné výzkumné úsilí odpovídající právě těmto specifikům.

VÚV nemůže zcela přehlížet ani otázky mezinárodní dělby výzkumné práce v evropském výzkumném prostoru. 6. akční program Evropské unie pro výzkum a vývoj počítá pro léta 2002–2006 s výdaji 17,5 miliardy EURO!

Mění se také organizace veřejné správy a nároky na podporu jejích výkonů. Rok 2001 byl prvním rokem fungování krajů. Konstrukce nové legislativy ukazuje, že zájem o práci VÚV T.G.M., vedle přímých úkolů zakladatelského Ministerstva životního prostředí, lze očekávat již tradičně v resortech zemědělství, ale i dopravy a spojů, průmyslu a obchodu nebo zdravotnictví – a v krajích. A zkusme uvěřit, že tento zájem je trvalý.

A takto bychom mohli pokračovat dál a dál.

Jak si s touto „legislativní smrští" poradí VÚV T.G.M.?

Je poctivé říci, že v některých směrech prostě potvrdíme tradiční činnosti v plánech svých úkolů, u jiných – perspektivních – jsme pouze na začátku takových úvah. Na co však nesmíme zapomínat, že naše možnosti a kapacity nejsou nekonečné. Pokud bychom nechali věcem volný průběh, změny, vedle perspektiv a nových příležitostí, by mohly znamenat i ohrožení dosavadních tradičních činností.

V uvedených souvislostech stěží někoho překvapí, že právě v roce 2001 přistoupilo Ministerstvo životního prostředí k celkové úpravě zřizovací listiny ústavu.

Opatřením č. 3/01 MŽP ze dne 15. 8. 2001 se aktualizuje poslání VÚV T.G.M. na poli výzkumné, koncepční, odborné a metodické činnosti, včetně vytváření a provozování informačních systémů v oblasti:

- ochrany množství a jakosti povrchových a podzemních vod,
- nakládání s odpady,
- integrovaného přístupu k prevenci znečištění životního prostředí.

Pouhý výčet činností v této zřizovací listině VÚV T.G.M. má 45 samostatných bodů, z nichž některé jsou ještě dále rozdělené. K tradičním činnostem VÚV T.G.M. přibývají nové nebo nově formulované, především v oblasti odpadů.

Pokračující činnosti v oblasti vod reprezentují tradice ústavu. Výrazný a nezpochybnitelný důraz na oblast odpadů, podtržený od 1. září 2001 mj. zřízením Centra pro hospodaření s odpady ve VÚV T.G.M., znamená definitivní nakročení směrem k dalším oblastem ochrany životního prostředí. Bylo by nesprávné tvrdit, že VÚV T.G.M. se odpady, především odpadními vodami, dosud nezabýval. Nicméně projekt Centra ve VÚV T.G.M. je svým způsobem ojedinělý. Přestože základní předpoklady existují, bude nutno vynaložit soustředěné úsilí Ministerstva životního prostředí i VÚV T.G.M. při skloubení finančních, personálních, odborných, technických a materiálních podmínek rozvoje Centra, a to vše v čase i prostoru (kapacity Centra by měly být rovněž součástí poboček VÚV T.G.M. v Brně a Ostravě). Centrum by mělo do několika let tvořit až čtvrtinu odborné kapacity ústavu. Nový impulz mohou dostat i úvahy o úpravě názvu ústavu.

Jak nalézt vyváženou cestu a chcete-li spojnici mezi tradicemi a perspektivami VÚV T.G.M.? Řešení této nelehké otázky se bude v následujících několika letech odvíjet od vyvážení tří rozhodujících proporcí:

- mezi výzkumnou činností a ostatními službami veřejného charakteru;
- mezi tradičními směry činností zaměřených na oblast vod a rozšiřováním záběru na odpady a další oblasti řešení problémů životního prostředí;
- konečně udržování dobré organizační i finanční kondice v kontextu existujících a do budoucna uvažovaných podmínek pro financování a fungování veřejnoprávních institucí.

Přirozeným nástrojem takového řešení je zpracování dlouhodobější úvahy – vize – strategie rozvoje VÚV T.G.M.

To jsou plány do budoucna. Pro rok 2002 lze naznačit – a možná víc jako náměty k diskusi než hotové zadání – tato témata:

- zachování dosavadní struktury řešených úkolů a osvojení nových,
- rozvoj Centra pro hospodaření s odpady,
- důraz na adaptaci a zprovoznění informačních systémů v souladu s novou legislativou,
- snaha o ještě vyšší uplatnění výsledků ústavu ve službách pro veřejnou správu,
- důraz na využití všech možností pro maximální zapojení existujících odborných, přístrojových i informačních kapacit.

Věřím, že tyto otázky neleží na srdci pouze pracovníkům VÚV T.G.M., ale i jejich kolegům v partnerských výzkumných organizacích, vysokých školách, ve státní a veřejné správě i v nestátním sektoru.

Co říci na závěr?

Poděkování všem za dosavadní tradičně dobrou práci ústavu.

Výzva ke spolupráci všem, kteří mají zájem o perspektivy ústavu.

Ing. Lubomír Petružela, CSc.
ředitel ústavu

◆

OCHRANA PŘED POVODNĚMI – VĚC VEŘEJNÁ

Karel Drbal, Evžen Polenka

Povodňová ochrana je již několik let tématem dosti frekventovaným nejen v odborných kruzích. Odborníci zvyšují jak vypovídací schopnost podkladů, tak zdokonalují nástroje k nalezení odpovědí na otázky, které mohou zpřesnit nepříjemnou neurčitost vlastní přírodním jevům. Část veřejnosti, vnímající riziko povodní jako významné, očekává, že odborníci mají připravena řešení (levná, účinná, k životnímu prostředí šetrná), která na pokyn centrálních úřadů, tedy státu, budou realizována bez aktivní spoluúčasti veřejnosti. Nicméně úloha veřejnosti je v tomto případě nezbytná.

Cílem příspěvku je podat souhrnnou informaci o výsledcích různých prací a úkolů, řešených ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T.G.M. v Brně, s tematikou extrémních hydrologických jevů a ochrany společnosti před nimi. Tématem povodňové ochrany, ve kterém má spolupráce s veřejností zásadní význam, je příprava preventivních ochranných opatření.

Preventivní ochranná opatření

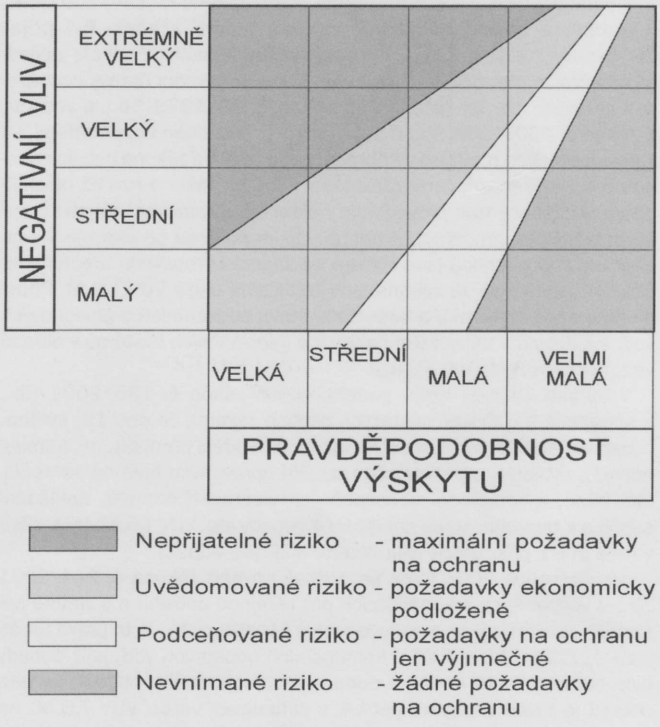
Příprava opatření na zlepšení ochrany před povodněmi s účinností pro větší části povodí není triviální úlohou. Tento fakt je všeobecně uznáván, svádí však k odvozování závěru, že řešení musí probíhat především s přispěním odborníků. Příprava preventivních opatření však vyžaduje nejen odborná řešení a závěry z oborů hydrologie, hydrauliky, ekologických vztahů a konstrukce vodních staveb, ale není smysluplná bez důležitých rozhodnutí o velmi citlivých problémech dalšího využití exploatačně exponovaných částí území a o využití trvale nedostatkových veřejných financí. Tato rozhodnutí nemohou být při reálné přípravě opatření nahrazována předpoklady odborníků tak, jak je to přijatelné ve fázi koncepčních úvah. Pro rozhodnutí musí být využity odpovídající politické mechanismy, prostředky a metody a postup specialistů musí být koordinován s postupem politických orgánů. V tomto rozhodování je naprosto nezbytná účast veřejnosti, která je extrémními jevy dotčena. Veřejnost by měla dostat příležitost vyjádřit jednak svoje vnímání ohrožení těmito jevy a jednak preference při změnách ve využívání území, vyvolaných ochrannými opatřeními, a v použití veřejných prostředků na tato opatření. To nás vede k závěru, že celý proces přípravy preventivních ochranných opatření (strukturálního charakteru) by měl být definován jako posloupnost neopominutelných postupných kroků a měly by být zajištěny určité systémové předpoklady zaručující, že chování zúčastněných subjektů povede k optimálním finálním řešením (z hlediska celospolečenských dopadů a zahrnující tedy i ekologická hlediska).

Vztah mezi účinky povodní, jejich pravděpodobností výskytu a požadavky na ochranu, vyplývajícími z vnímání rizika ohroženou populací, je možné názorně vyjádřit grafem na *obr. 1*. Podobné znázornění bylo prezentováno v závěrech semináře EHK a Světové meteorologické organizace o prevenci a ochraně před povodněmi, který se konal v říjnu 1999 v Berlíně.

Obrázek 1 názorně ukazuje skutečnost, že vnímání potřeby ochrany není pro různé typy ohrožení jednoznačné. S tím také souvisí, že požadavky na ochranu se budou tím víc přibližovat ekonomicky podloženým potřebám, čím bude těsnější vztah mezi subjekty, které požadavky kladou a které garantují financování ochranných opatření. Představa zakotvená v novém vodním zákonu (č. 254/2001 Sb.), že stát hradí opatření z plánu hlavních povodí, kraje opatření z plánů oblastí povodí a obce jen opatření na ochranu vlastního území, v sobě skrývá systémové nebezpečí, že největší účinek bude požadován od opatření hrazených státem a ta budou nejnákladnější. Nákladnější řešení na území obcí budou přitom velmi pravděpodobně apriori odmítána, i když např. odstranění ohrožených objektů ze záplavového území může být místně nejefektivnějším řešením. Klíčové pro konstrukci celého systému přípravy ochranných opatření, při jakkoliv silné angažovanosti orgánů státu, musí zůstat dodržení principu, že na nákladech opatření k ochraně před povodněmi se rozhodující měrou podílí ohrožený subjekt. Ohrožený jedinec nebo subjekt musí zůstat tím, kdo bude v první řadě o zlepšení své ochrany usilovat, nebo se rozhodne, že riziko ohrožení bude přijímat tak, jak ho příroda přináší.

Vliv veřejnosti na přípravu ochranných opatření tedy nemůže končit jen respektováním jejího vnímání rizika z výskytu povodní. Významného zlepšení je třeba dosáhnout v angažovanosti veřejnosti a jejích zástupců v jednotlivých krocích procesu přípravy preventivních opatření na ochranu před povodněmi.

MATICE VNÍMÁNÍ RIZIKA A POŽADAVKŮ NA OCHRANU



Obr. 1. Vnímání potřeby ochrany před povodněmi

Postup návrhu a posouzení systémů ochrany

Racionální a systémově zdůvodněný proces přípravy preventivních opatření na ochranu před povodněmi by měl probíhat v šesti základních etapách:

1. Hydrologické zhodnocení

Zahrnuje zhodnocení povodňového ohrožení na základě minulých povodňových situací, vyhodnocení maximální možné povodně a možných nebezpečných stavů pro jednotlivá ohrožená místa na toku, vyhodnocení pravděpodobnosti opakování jednotlivých kritických stavů.

Problém návrhu efektivního způsobu ochrany ohrožených území povodněmi začíná již definicí zátěžového stavu, popř. stavů, na kterých je testován účinek navrhovaného nebo posuzovaného opatření. Jednou z neopominutelných zásad uplatňovaných při tvorbě koncepcí je ověřování geneze tvorby extrémních odtoků vody z ucelených povodí (holistický přístup), a proto je nezbytné, aby řešitelé měli k dispozici podklady poskytující jasnou představu o vývoji příčin (srážky, sněhová pokrývka, teploty vzduchu atd.), o průběhu povodňových průtoků v systému vodoměrných stanic, popř. i v odvozených profilech. Shromáždění nezbytných údajů je obecně možné dvěma způsoby:

- *pořízením řady úplných údajů historických povodňových situací (PS),*
- *generováním (simulací) údajů teoretické PS s nízkou četností výskytu pro závěrový profil.*

Třetí možnost vzniká kombinací obou přístupů.

Vzhledem ke skutečnosti, že výzkumy metod a postupů, které by umožňovaly získat průběhy umělých PS, nejsou ještě ukončeny, je pozornost především zaměřena na kompletaci a verifikaci historických dat. Za opodstatněný je proto možné považovat obecně používaný přístup při návrhu či posouzení ochranných opatření, využívající údaje o „největší pozorované povodni". Krátké řady pozorování hydrologických extrémů vyžadují, aby souběžně bylo vyhodnocováno zbytkové riziko vyplývající z maximálních možných odtokových extrémů.

2. Vyhodnocení potenciálních škod

Zahrnuje zjištění míst, kde v minulosti docházelo ke škodám, a jejich jednotné stanovení, odhad funkční závislosti výše škod na stavu hladin, odhad výše škod pro současné využití území.

Prvotní informací je podrobná znalost rozsahu záplavového území pro škálu zátěžových stavů – povodňových situací.

Odhady možných škod spekulativními postupy jsou přijatelné s ohledem na dynamiku vývoje vybavenosti ohrožovaného území, a tím tedy časovou proměnlivost výše skutečných škod.

Současný systém sledování skutečných škod je nutné změnit (sjednotit metody odhadu, přiřadit lokalizační informaci, doplnit informaci o příčinách poškození, evidenci škod zpřístupnit zpracovatelům studií).

3. Stanovení požadavků na ochranu

Tato etapa obsahuje prodiskutování požadavků na ochranu s obecní správou a stanovení první varianty požadavků na ochranu všech ohrožených míst, dále rozhodnutí o rozsahu uvolnění záplavového území na katastru obce pro průchod povodní. Požadavky vyjádřené kótami hladin je nutno převést na údaje o limitních průtocích. Pokud se vyskytnou požadavky na vyloučení prostorů inundací, musí se určit odhad objemu vyčleněných prostorů. Je nutné určit tři stupně požadavků: minimální, střední, náročné.

Výchozím bodem jsou povodňové plány a povodňové prohlídky. Musí se vycházet z primární zodpovědnosti vlastníků ohrožených objektů zajistit si ochranu a nést její náklady.

Zodpovědnost obce spočívá v povinnosti reprezentovat požadavky neřešitelné na lokální úrovni do vyšších úrovní (hydrologické celky, vyšší správní celky).

Musí být vždy zvážena i varianta vyklizení území ohrožovaného zatápěním od aktivit, za kterých vznikají škody.

Vodohospodář funguje v této fázi postupu v roli poradce, který objasňuje důsledky a souvislosti různých variantních způsobů ochrany.

4. Návrh variant ochrany

Etapa zahrnuje zpracování variantních návrhů souborů opatření, která zajistí požadovanou ochranu, včetně hrubého odhadu nákladů preventivních opatření a odhadu škod, kterým bude zabráněno. Dále je jejím obsahem rámcové vyhodnocení vlivu opatření na okolí a životní prostředí. Je nutno sledovat co nejširší nabídku variantních řešení, minimálně však tři základní varianty, pokud v daných podmínkách povodí mohou mít reálné účinky:

- *odstranění ohrožovaných objektů a aktivit z dosahu povodní a omezení extrémních odtoků retardací odtoku opatřeními v krajině a zvětšení účinné retence řízeným naplňováním a prázdněním inundačních prostorů (subvarianta minimálních technických opatření),*
- *zkapacitnění koryt a zřizování derivačních povodňových obtoků,*
- *zřizování umělých retenčních prostorů.*

Návrh varovného a předpovědního systému.

Pro posouzení účinku variantních návrhů v této fázi používat přednostně jednodušší modely s minimálními nároky na potřebná data. Modely vyžadující podrobné geodetické informace připravovat pro tuto fázi pouze pro složité podmínky a území s mimořádným potenciálem škod.

Propracovanost variant ochrany musí mít stejnou úroveň:

- *dosažený ochranný účinek a uspokojený požadavek na ochranu,*
- *odhad škod, kterým se zabrání při návrhové PS,*
- *odhad nákladů opatření, včetně ztrát výnosů z vyloučených činností,*
- *odhad vlivů opatření na ŽP v lokalitě umístění,*
- *odhad zbytkového rizika pro větší extrémy.*

Do nákladů a užitků je nezbytné zahrnovat i ekonomické dopady změn ve způsobu využívání území (přeměna na lužní biotopy, kombinovaná opatření sloužící i jiným účelům – ÚSES, zásobní akumulace).

5. Projednání variant ochrany a korekce požadavků na ochranu

Zahrnuje posouzení územních a jiných střetů zájmů vyvolaných jednotlivými variantami opatření a zpracování druhé varianty požadavků, pokud se posouzením ukáže konfliktnost nutných opatření jako neúnosná (omezení nadměrných požadavků na ochranu); dále první veřejné projednání navrhovaných ochranných opatření; schválení úrovně ochrany, která bude pro jednotlivá ohrožená místa zajišťována, a návrh kompenzačních opatření.

Projednání s veřejností a s orgány veřejné správy ověří, jestli byly uváženy všechny podstatné souvislosti. Dále potvrdí, které z požadavků na ochranu jsou akceptovatelné.

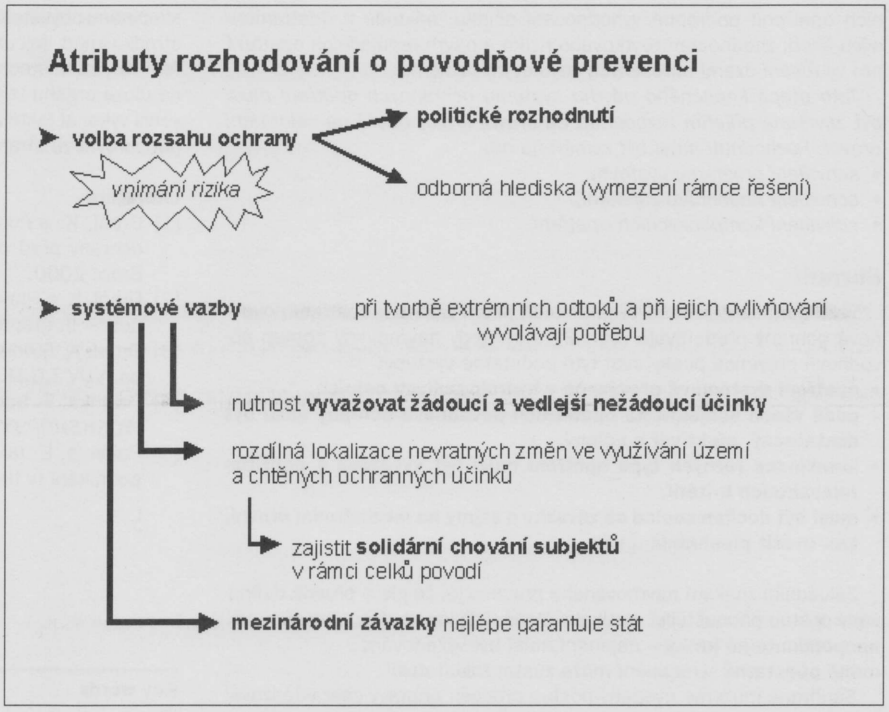
Je vytvořen prostor pro kompenzační vyjednávání a potvrzení jejich výsledků.

Přijímaná rozhodnutí mají podstatný politický rozměr.

Výsledkem projednání může být i korekce prvotně stanovených požadavků na ochranu, které si vynucují opatření s výrazně negativními účinky nebo jejichž uspokojení vyvolává zhoršení odtokových podmínek v jiných částech povodí. Korekce prvotních požadavků může vyvolat potřebu opakování části procesu od kroku 3.

6. Návrh základní kostry systému ochranných opatření

V etapě je zahrnuto zpracování návrhu na zajištění schválených požadavků na ochranu z kombinace nejúčinnějších a nejméně konflikt-



Obr. 2. Podstatné souvislosti v rozhodování o povodňové prevenci

ních opatření; podrobné vyhodnocení účinku, nákladů a odstranitelných škod; zhodnocení zbytkového rizika a návrh regulačních opatření pro využívání území ohrožených zbytkovým rizikem.

Tato etapa konečného návrhu systému ochranných opatření musí být završena přijetím rozhodnutí na úrovni krajů, obcí i na celostátní úrovni. Rozhodnutí musí být zaměřena na:

- *schválení programu výstavby,*
- *schválení finančního zajištění,*
- *schválení kompenzačních opatření.*

Shrnutí

Vzhledem ke složitosti problematik, jakou příprava opatření povodňové ochrany představuje (*obr. 2*), musí tedy navrhovaný postup povodňové prevence poskytovat tyto podstatné výstupy:

- **opatření systémově provázaná v hydrologických celcích,**
- **podíl všech subjektů na opatřeních povodňové ochrany musí být dostatečný, efektivní a účinný,**
- **kombinace různých typů opatření musí být vyvážená s použitím relevantních kritérií,**
- **musí být docílen soulad se závazky a zájmy na mezinárodní úrovni, tzn. uvážit přeshraniční vliv.**

Základním znakem navrhovaného procesu je, že jde o přesně definovaný postup připouštějící vertikální členění již jen ve dvou úrovních na:
neopominutelné kroky – naplnění musí být vyžadováno,
méně podstatné – naplnění může zůstat fakultativní.

Souhrnně můžeme uvedený postup procesu přípravy charakterizovat jako optimalizační úlohu obsahující zpětnou vazbu s korekcí zadání.

Závěr

Ze šesti neopominutelných kroků procesu přípravy preventivních opatření je nezbytné zapojení veřejnosti a její politické reprezentace především do fází stanovení požadavků na ochranu a projednání možných variant opatření. Také etapa konečného schválení návrhů a programů opatření by měla být doménou jednoznačně vyhrazenou zástupcům veřejnosti. Ve všech těchto fázích jsou nutným výstupem rozhodnutí o úrovni ochrany pro jednotlivé sídelní celky a o umístění ochranných opatření regionálního významu v rámci povodí. Tato rozhodnutí nemohou vznikat jen jako odborné závěry, ale musí je produkovat orgány veřejné správy vybavené pravomocemi pro politická rozhodnutí. Jde v nich o stanovení priorit ve využívání území, vynucování solidárního chování mezi různými skupinami obyvatelstva, rozhodování o prioritách v alokaci veřejných prostředků apod. Jak ukazují zkušenosti z průběhu příprav ochranných opatření ve více místech ČR, je třeba na poli uvědomění o této nezastupitelné úloze orgánů veřejné správy a samotné veřejnosti v povodňové prevenci vykonat ještě značný kus osvětové práce a tyto aktivity cílevědomě podporovat ze strany zodpovědných úřadů.

Literatura

[1] Drbal, K. a Polenka, E. Optimalizace strategie, přístupu a metod ochrany před povodněmi ve velkých celcích povodí. VÚV T.G.M., Brno, 2000.

[2] Drbal, K. a Hlavínek, J. Studie protipovodňové ochrany okresu Šumperk – II. etapa. VÚV T.G.M., Brno, 1999.

[3] Drbal, K. Studie protipovodňové ochrany okresu Šumperk – III. etapa. VÚV T.G.M., Brno, 2000.

[4] Polenka, E. Spolupráce s veřejností v ochraně před povodněmi. In *WORKSHOP 2001*. Praha: ČVUT-FS a ČVVHS, 2001.

[5] Polenka, E. Jak dál v povodňové ochraně. Enviromentální aspekty podnikání (v tisku).

Ing. Karel Drbal, Ph.D.
Ing. Evžen Polenka
VÚV T.G.M. – pobočka Brno
tel: 05/4132 1224, linky 335 a 336

Key words
Flood protection, flood control, preventive measures

Flood Protection – a Public couse (Drbal, K., Polenka, E.)

An effective procedure of the flood protection assessment and creation of proposals of the preventive measures has recently been worked up in T.G. Masaryk Water Research Institute. The strategy is based on principles of the government document „Strategy of flood protection in the Czech Republic" (2000) and implies proposals of the determination of responsibility, executive and participating subjects, necessary activities as well as the definition of requested inputs and outputs from separate phases of the process of preparation of preventive measures. The documents also lays emphasis on the relationship of legislation, mostly in those relations where the necessary duty is not constituted.

SPRÁVNÁ LABORATORNÍ PRAXE PŘI TESTOVÁNÍ CHEMICKÝCH LÁTEK

Nová legislativa a národní program

Petr Finger

Úvod

Povinnost zavádět systém správné laboratorní praxe (SLP) ukládá zákon č. 157/1998 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých dalších zákonů. Vlastní zásady SLP stanovila vyhláška MŽP č. 305/1998 Sb.

Během krátké doby se ukázalo, že zákon má některé nedostatky. Proto byl novelizován zákonem č. 352/1999 Sb. Novela se dotkla SLP pouze tím, že upřesnila, kdy musí mít testovací zařízení systém zaveden. Je to v případech, kdy zkouší nebezpečné vlastnosti chemických látek pro účely registrace. Ani nová úprava však zcela neodpovídala zdrojovému dokumentu – směrnici OECD SLP č. 1 „Zásady správné laboratorní praxe OECD".

Rovněž vyhláška MŽP č. 305/1998 Sb., o správné laboratorní praxi, plně nevyhovovala svému účelu a mimo jiné byla předmětem kritiky ze strany Evropské komise (sekce SLP).

Dalším nedostatkem systému SLP v České republice byla absence Národního programu SLP a nedostatečně vyjádřená závaznost směrnic OECD SLP č. 2 a 3 a rozhodnutí Rady 1999/12/EC.

V současné době již vstoupila v platnost nová vyhláška, byly oficiálně vydány obě závazné směrnice a společně s inspekčním orgánem SLP pro léčiva byl vypracován Národní program SLP.

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 283/2001 Sb.,

o zásadách správné laboratorní praxe, postupu při ověřování jejich dodržování, postupu při vydávání a odnímání osvědčení a postupu kontroly dodržování zásad správné laboratorní praxe při zkoušení vlastností chemických látek a chemických přípravků (zásady správné laboratorní praxe), je z hlediska Národního inspekčního orgánu SLP stěžejním dokumentem, neboť stanovuje zásady správné laboratorní praxe.

Struktura vyhlášky

Administrativní část (vlastní vyhláška) definuje zásady správné laboratorní praxe a základní pojmy (§ 1). Stanovuje náležitosti podání žádosti o udělení osvědčení (§ 3).

Podstatný je princip právnické osoby zřízené státem, která ověřuje dodržování zásad pro účely vydání osvědčení a kontroluje dodržování zásad u držitelů osvědčení. Touto právnickou osobou se stal Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. V jeho organizační struktuře bylo činností Národního inspekčního orgánu správné laboratorní praxe pověřeno Středisko pro posuzování způsobilosti laboratoří ASLAB (§ 4 a 5, odst. 1).

Osvědčení vydává na základě žádosti Ministerstvo životního prostředí po ověření dodržování zásad Národním inspekčním orgánem. Doporučení k udělení osvědčení je součástí zprávy o kontrole testovacího zařízení. Náležitosti zprávy o kontrole testovacího zařízení nebo auditu studie jsou uvedeny v § 5, odst. 2 a 3.

Přílohy vyhlášky jsou tři, z nich přílohy č. 2 a 3 jsou vzory žádosti a osvědčení.

Nejdůležitější z hlediska členství ČR v OECD je příloha č. 1 Zásady správné laboratorní praxe. Je to oficiální překlad dokumentu „The OECD Principles of Good Laboratory Practice (GLP)" Council Decision [C(97)186(Final)], který byl přijat dne 26. 11. 1997 Radou OECD; je totožná s přílohou vyhlášky Ministerstva zdravotnictví a Ministerstva zemědělství č. 504/2000 Sb. Stejné znění zásad bylo důležitým předpokladem k vypracování Národního programu SLP společného jak pro oblast léčiv, tak i pro oblast chemických látek a chemických přípravků. Tuto skutečnost ocení zejména testovací zařízení, neboť jsou na ně kladeny shodné požadavky jak v oblasti léčiv, tak chemikálií.

Objasnění nejdůležitějších pojmů:

- testovací zařízení znamená osoby, prostory a vybavení, které jsou nezbytné k provádění studií;

- vedoucí testovacího zařízení je osoba, která odpovídá za organizaci a činnost testovacího zařízení v souladu s vyhláškou a má potřebné pravomoci;
- program zabezpečování jakosti je vnitřní systém nezávislý na provádění studie; slouží k zajišťování souladu se zásadami SLP; program zahrnuje i činnosti personálu; musí být v písemné formě;
- seznam studií poskytuje základní informace o probíhajících i ukončených studiích; má obsahovat minimálně: název studie s vyznačením SLP/neSLP, probíhající/ukončená, data zahájení a ukončení (plánovaná i skutečná), typ studie, testované položky, jména vedoucího studie;
- krátkodobé studie jsou studie prováděné v krátkém časovém rozmezí za použití rutinních metod;
- testovaná/referenční položka je chemická látka nebo chemický přípravek, které jsou předmětem studie/slouží k porovnání s testovanou položkou.

Metodický pokyn Ministerstva životního prostředí „Monitorování shody se správnou laboratorní praxí provádění kontrol testovacích zařízení a auditů studií"

Metodický pokyn tvoří dvě části. Část A pokynu definuje prvky, které slouží jako podklad pro vytvoření Národního programu SLP. Část B slouží jako vodítko k provádění kontrol a auditů studií.

Vzhledem k tomu, že v České republice existují dva zákony stanovující zásady SLP a dva monitorovací orgány (pro oblast chemických látek Národní inspekční orgán SLP zřízený Ministerstvem životního prostředí a pro oblast léčiv Kontrolní sekce Státního ústavu pro kontrolu léčiv – SÚKL), je tento dokument uveřejněn jak ve věstníku MŽP, tak ve věstníku SÚKL.

Část A

Pro usnadnění vzájemného uznávání údajů předkládaných správním orgánům členských států OECD je nezbytná harmonizace postupů monitorování shody se správnou laboratorní praxí a jejich porovnatelnost. Cílem části A metodického pokynu je doporučit struktury, mechanismy a postupy při vytváření národních programů monitorování shody se SLP tak, aby byly tyto programy mezinárodně přijatelné.

V úvodu jsou uvedeny požadavky na stanovení odpovědnosti, na zveřejňování dokumentů vztahujících se k přijetí zásad SLP a podrobnosti o Národním programu SLP.

Systém SLP zasahuje i do důvěrných firemních informací, proto je třeba, aby byla stanovena pravidla zachování mlčenlivosti pro inspektory i pro všechny osoby, které v souvislosti s monitorováním shody přicházejí s takovými informacemi do styku.

Národní program SLP popisuje účel a rozsah monitorování, postupy kontrol, činnosti následující po kontrolách a postupy při odvolání i pravomoci inspektorů ke vstupu do testovacích zařízení a ke kontrolní činnosti.

Část B

Tato část pokynu poskytuje návod k provádění kontrol testovacích zařízení a auditů studií, které je navzájem přijatelné ve všech členských zemích OECD. Týká se především kontrol testovacích zařízení. Kontroly testovacích zařízení zahrnují také audit jedné nebo více studií. Audit studie se může uskutečnit na žádost správního orgánu národního nebo členského státu OECD nebo EU.

Kontroly testovacích zařízení mají za cíl určit míru shody testovacího zařízení a jím provedených studií se zásadami SLP a posoudit integritu vytvořených údajů. Výsledky testů musí mít jakost potřebnou pro hodnocení a rozhodování správních orgánů. Výsledkem kontrol jsou závěrečné zprávy, které popisují míru shody testovacího zařízení se zásadami SLP. Kontroly testovacích zařízení se obvykle uskutečňují pravidelně a standardizovaným způsobem, aby byla dokumentována míra shody se SLP.

Kontrolovat lze jakékoliv testovací zařízení, které získává údaje o nebezpečných vlastnostech s ohledem na lidské zdraví a na životní prostředí, určené k předložení správním orgánům. Inspektoři mohou provádět audit údajů o fyzikálních, chemických, toxických a ekotoxických vlastnostech chemických látek a přípravků. V některých případech mohou inspektoři vyžádat pro určité odborné oblasti pomoc expertů.

Značná různorodost testovacích zařízení (jak v uspořádání, tak i ve struktuře řízení) spolu s různými typy prováděných studií vyžaduje od inspektorů pečlivé posouzení míry a rozsahu shody se zásadami SLP. Inspektoři musí usilovat o konzistentní a objektivní vyhodnocení, zda byla v případě určitého testovacího zařízení nebo studie dosažena přijatelná míra shody se všemi zásadami SLP.

V metodickém pokynu jsou uvedeny různé pohledy na testovací zařízení, na jeho pracovníky a na ty postupy, které jsou předmětem zkoumání inspektorů. V každé části je charakterizován účel a uveden názorný seznam položek, které v průběhu kontroly testovacího zařízení připadají v úvahu.

Stručná charakteristika jednotlivých fází kontroly

Příprava ke kontrole a předběžná kontrola

Účelem je seznámení inspektorů se strukturou řízení, stavebním uspořádáním a rozsahem studií uskutečněných testovacím zařízením, které bude kontrolováno. To lze uskutečnit např. studiem dokumentace, záznamů z předchozích kontrol nebo návštěvou testovacího zařízení.

Úvodní schůzka

Během úvodní schůzky inspektor informuje vedení a pracovníky zařízení o důvodech kontroly testovacího zařízení nebo auditu studie, určí části zařízení nebo studie vybrané k auditu, dokumenty a pracovníky, kterých se bude kontrola pravděpodobně týkat, a vyjasní administrativní a praktické podrobnosti kontroly.

Organizace a pracovníci

V oblasti organizace je třeba zjistit, zda má testovací zařízení z hlediska různorodosti a počtu prováděných studií dostatečně kvalifikované pracovníky, personální zdroje a pomocné služby. Dále je třeba ověřit, zda je organizační struktura přiměřená a zda má vedení politiku dalšího výcviku pracovníků a dohledu nad zdravotním stavem pracovníků se zřetelem na studie prováděné v testovacím zařízení.

Program zabezpečování jakosti

Program zabezpečování jakosti je jedním ze základních prvků systému. Je třeba zjistit, zda jsou mechanismy použité k informování vedení o tom, že byly studie provedeny v souladu se zásadami SLP, dostačující. Vedoucí programu zabezpečování jakosti vysvětlí systémy a postupy používané při vnitřních inspekcích, při monitorování studií a systém záznamů pozorování provedených v průběhu postupů zabezpečování jakosti.

Prostory

Důležitou oblastí, která úzce souvisí s činností testovacího zařízení, je jeho umístění a konstrukce. Inspektor zjišťuje, zda vnitřní i vnější prostory testovacího zařízení mají vhodné rozměry, jsou vhodně konstruované a umístěné tak, aby vyhovovaly potřebám prováděných studií.

Péče o biologické testovací systémy, jejich umístění a izolace

Kvalita testovacích systémů a péče o ně je v přímém vztahu k jakosti výsledků studie. Je nutno zjistit, zda má testovací zařízení provádějící studie, ve kterých se používají zvířata nebo jiné biologické systémy, podmínky pro jejich ošetřování, umístění a izolaci, splňující požadavky na prevenci stresu a jiných problémů, které by mohly ovlivnit testovací systémy, a tím jakost údajů, a též potřebné pomocné prostory.

Ve studiích prováděných v testovacím zařízení se mohou používat různé druhy zvířat a rostlin a rovněž mikrobiální nebo jiné buněčné či podbuněčné systémy. Druh použitého testovacího systému určuje podmínky jeho ošetřování, umístění a izolace.

Přístroje, materiály, činidla a vzorky

V každé studii jsou používány různé přístroje a chemikálie, které mají stejně jako testovací systémy vliv na jakost výsledků. Proto se prověřuje, zda jsou přístroje v testovacím zařízení ve funkčním stavu, vhodně umístěny, v dostatečném množství a zda mají odpovídající kapacitu, aby vyhověly potřebám testů, a zda jsou materiály, činidla a vzorky vhodně označeny, používány a skladovány.

Testovací systémy

Stejně jako pro všechny ostatní činnosti musí být popsány postupy, které se týkají testovacích systémů. Prověřuje se, zda existují odpovídající postupy pro manipulaci s různými testovacími systémy a pro jejich kontrolu, které jsou potřebné pro studie prováděné v testovacím zařízení, například pro chemické a fyzikální systémy, buněčné a mikrobiální systémy, rostliny a zvířata.

Testované a referenční položky

Jakost musí být zajištěna u testovaných i referenčních položek. V souvislosti s tím se prověřuje, zda má testovací zařízení postupy zajišťující, aby byly identita, účinnost, množství a složení testovaných a referenčních položek v souladu s jejich specifikacemi, a dále postupy pro přijímání a skladování testovaných a referenčních položek.

Standardní operační postupy

Standardní operační postupy jsou jedním ze základních nástrojů řízení jakosti a všech činností v testovacím zařízení. Účelem kontroly je prověřit, zda jsou v testovacím zařízení k dispozici SOP v písemné formě a zda se vztahují ke všem důležitým činnostem.

Provedení studie

Zásady stanovují náležitosti provádění studií. K základním požadavkům patří plány studií v písemné formě a ověření, zda jsou tyto plány a studie v souladu se zásadami SLP.

Zprávy o výsledcích studie

Prověřuje se, zda jsou závěrečné zprávy vypracovány v souladu se zásadami SLP a zda jsou splněny všechny požadavky uvedené v zásadách.

Ukládání a uchovávání zpráv

Archivace patří také k pilířům systému. Je třeba prověřit, zda má testovací zařízení vytvořeny odpovídající záznamy a SOP a zda jsou učiněna odpovídající opatření k bezpečnému ukládání a uchovávání záznamů a materiálů.

Audity studií

Kontroly testovacích zařízení mimo jiné zahrnují audity studií, které prověřují probíhající nebo ukončené studie. Mimořádné audity studií jsou často požadovány orgány státní správy a mohou se uskutečnit nezávisle na kontrolách testovacích zařízení. Cílem auditu je rekonstrukce studie porovnáním závěrečné zprávy s plánem studie, odpovídajícími SOP, primárními údaji a dalšími archivovanými materiály.

Národní program SLP

K usnadnění vzájemného uznávání výsledků neklinických studií chemických látek předkládaných správním orgánům členských zemí OECD jsou podstatné jak harmonizace postupů přijatých pro monitorování shody se správnou laboratorní praxí, tak porovnatelnost jakosti a přesnosti těchto údajů. Na základě doporučených struktur, používaných mechanismů a postupů vypracovaly Kontrolní orgán SLP SÚKL a Národní inspekční orgán SLP Ministerstva životního prostředí společný Národní program monitorování shody se správnou laboratorní praxí.

Program vymezuje rámec a rozsah monitorování shody se zásadami SLP, popisuje organizaci národních monitorovacích orgánů a postupy udělení osvědčení a zařazení testovacího zařízení do Národního programu SLP. Program, vypracovaný podle Směrnice OECD SLP č. 2, vyhovuje požadavkům OECD a je mezinárodně přijatelný.

Administrativa

V první části dokumentu jsou uvedeny správní a monitorovací orgány: pro oblast léčiv je správním i monitorovacím orgánem Státní ústav pro kontrolu léčiv (SÚKL), pro oblast chemických látek a chemických přípravků je správním orgánem Ministerstvo životního prostředí, monitorovacím orgánem Národní inspekční orgán SLP, ASLAB Středisko pro posuzování způsobilosti laboratoří. V článku administrativa jsou dále stanovena pravidla spolupráce monitorovacích orgánů a periodicita kontrol. Kapitola rovněž uvádí legislativní dokumenty, které se vztahují k SLP. V závěru se stanovují zásady zachovávání důvěrnosti (s odvoláním na platnou legislativu) jak inspektory, tak externími specialisty.

Personál a výcvik

Tato část dokumentu je věnována požadavkům na kvalifikaci a výcvik inspektorů i externích specialistů, jejich jmenování, nezávislost a identifikaci.

Náplň programu monitorování SLP

Program zahrnuje chemické látky a chemické přípravky ve smyslu zákona č. 157/1998 Sb., léčiva ve smyslu zákona č. 79/1997 Sb., kosmetické přípravky ve smyslu zákona č. 258/2000 Sb. a pesticidy ve smyslu zákona č. 147/1996 Sb. Zahrnuje metody popsané ve „Směrnici OECD pro zkoušení chemických látek".

Stručně je uveden postup zařazování testovacích zařízení do programu. Podrobnosti jsou uvedeny v dokumentech monitorovacích orgánů.

Kategorie kontrol:

- *celková kontrola* se uskuteční v případě, kdy vedení testovacího zařízení žádá o vydání osvědčení SLP anebo v případě periodické kontroly v intervalu maximálně tří let;
- *cílená kontrola* slouží především ke kontrole odstranění nedostatků zjištěných při předchozí kontrole v případě závěru „nerozhodnuto", na vyžádání vlastními správními orgány anebo správními orgány jiných členských zemí OECD;
- *audit studie* je vždy součástí celkové kontroly testovacího zařízení nebo může být prováděn samostatně. Může být vyžadován příslušnými správními orgány anebo správními orgány jiných členských zemí OECD.

Postup kontrol vychází z požadavků základních dokumentů OECD. U jednotlivých požadavků stručně charakterizuje způsob a postup.

Důvody kontrol:

- v případě žádosti o zařazení do programu,
- v případě periodické kontroly,
- na vyžádání správního orgánu (SÚKL, MŽP, správního orgánu členských zemí OECD).

Součástí programu jsou i odkaz na právo inspektorů vstupovat do testovacích zařízení (podle příslušných zákonů) a práva inspektorů během kontrol.

Důležitou kapitolou je popis postupů následujících po kontrole, tj. postupy odvolání, zařazení do programu a vyloučení nebo odstoupení z programu.

V Národním programu jsou uvedeny také způsoby informování veřejnosti a rozsah zveřejňovaných informací.

Příprava nového zákona o chemických látkách a chemických přípravcích

Jak již bylo řečeno v úvodu, připravuje Ministerstvo životního prostředí nový zákon o chemických látkách a chemických přípravcích. Hlavním důvodem pro vytvoření nového znění zákona je zejména harmonizace legislativy v rámci EU – pravděpodobné nabytí účinnosti 1. 1. 2003.

Hlava II – Klasifikace a zkoušení, správná laboratorní praxe

Povinnost, kdy testy musí být prováděny v systému SLP, je obecně určena v § 3, odst. 1:

Před uvedením látky nebo přípravku na trh jsou výrobce nebo dovozce povinni zjistit, zda nemají látka nebo přípravek jednu nebo více nebezpečných vlastností a provést jejich klasifikaci postupy uvedenými v zákoně. Pokud se provádějí testy nebezpečných vlastností – neklinické studie (metody stanovuje zákon), musejí být prováděny s látkami ve stavu, ve kterém se látky uvádějí na trh, a při dodržení zásad správné laboratorní praxe a zásad ochrany zvířat.

Osvědčení o dodržování zásad SLP vydává testovacím zařízením MŽP na základě žádosti a po ověření. Zásady SLP, postup při ověřování jejich dodržování, postup vydávání a odnímání osvědčení a postup kontroly dodržování zásad stanoví ministerstvo vyhláškou.

Zákon stanovuje pro držitele povinnost podrobit se kontrole.

Při nedodržení zásad odejme ministerstvo osvědčení.

Podle zákona bude považováno za rovnocenné osvědčení vydané ministerstvem a osvědčení vydané v cizině za předpokladu, že bylo uděleno podle zásad SLP OECD.

Je zaměnitelná akreditace laboratoří se zásadami SLP?

Od data nabytí účinnosti zákona č. 157/1998 Sb. zaregistrovalo ministerstvo několik žádostí o udělení osvědčení. Část žádostí pocházela z laboratoří, které si špatně vyložily či nepochopily zákon. Další nezanedbatelná část považovala zásady SLP za určitý druh akreditace podle ČSN EN ISO/IEC 17 025.

Systém akreditace a zásady SLP jsou dva systémy, které působí vedle sebe. Nelze říci, že jeden je lepší než druhý nebo je více než druhý. Jeden z důvodů, proč jsou tyto systémy nesouměřitelné, je i to, že slouží každý jinému účelu.

Zásady SLP jsou stanoveny zákony, které odpovídají požadavkům směrnic OECD pro oblast SLP, a tím i závazným směrnicím Evropské komise. Základním úkolem monitorovacích orgánů je ověřit prohlášení vedení testovacího zařízení (a programu zabezpečení jakosti), že studie byla provedena podle zásad SLP. Inspekce neověřují jen postupy používané testovacím zařízením, výcvik a vzdělání pracovníků, ale hodnotí i provedení, tj. integritu celé studie a možnost její úplné rekonstrukce. Inspekce systému SLP zasahují do mnoha typů studií (fyzikálně-chemické testy, testy toxicity, mutagenity, ekologické studie, testy analytické a klinické chemie).

Akreditace laboratoří určuje a potvrzuje technickou způsobilost laboratoří provádět rutinním způsobem konkrétní stanovení podle platných postupů. Laboratoře akreditované pro taková stanovení (fyzikálně-chemické a analytické postupy), např. podle ČSN EN ISO/IEC 17 025 nebo podobných systémů, sice splňují řadu požadavků SLP, avšak základní požadavky zásad SLP – plány studie, vedoucího studie, testované a referenční položky, testovací systémy aj. – nezahrnují. Rovněž pojem „program zabezpečení jakosti" je definován odlišně. Ostatní požadavky SLP jsou daleko přísnější (zaznamenávání dat, zprávy o výsledcích, seznamy studií, archivování dat a dalších položek pro úplnou rekonstrukci studie, nezávislost programu zabezpečení jakosti na prováděných studiích a interní audity každé studie). Proto data a výsledky poskytované pouze podle akreditačních norem nejsou pro správní orgány při rozhodování o registraci testované látky použitelné ani přijatelné.

Závěr

Více než dvouletá zkušenost se zákonem o chemických látkách a chemických přípravcích nebyla bez problémů. Ty lze rozdělit do dvou oblastí. První oblastí je vlastní zavádění systému, kdy až praxe ukazuje slabá místa postupů, dotazníků a dalších interních předpisů. Tyto nedostatky jsou snadno odstranitelné, nemají vliv na funkčnost systému a vedou k jeho zdokonalování. Druhou problematickou oblastí je legislativa, která může snadno nepříznivě ovlivnit funkčnost a uznávání systému v případě, že české předpisy nebudou bezezbytku kopírovat zdrojové dokumenty a evropskou legislativu. Bohužel do tvorby českých právních dokumentů stále zasahují mnozí, kteří sice nemají dostatečné znalosti o podstatě a důsledcích svých zásahů, mají však dostačující

možnosti je uplatnit. Věřme, že v připravovaném zákoně se již podobné přístupy neprojeví a zákon bude bezezbytku sloužit svému účelu: usnadnit českým výrobcům, vývozcům a laboratořím plnohodnotné uplatnění na evropských a světových trzích.

Ing. Petr Finger
Národní inspekční orgán SLP
ASLAB Středisko pro posuzování způsobilosti laboratoří
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
tel.: 02/2019 7318,
e-mail: finger@vuv.cz

Key words
Good laboratory practice, legislation, chemical substances

Good Laboratory Practice at the Testing of Chemical Substances: the New Legislation and the National Programme (Finger, P.)

The article deals with a more than two-year experience, within good laboratory practice, concerning the Act on chemical substances and chemical preparations. Problems connected with introducing the system are gradually being removed. The author pays more attention to another sphere of issues – the legislation and, furthermore, the National Programme of Good Laboratory Practice.

VZNIK HYDRAULICKÉ LABORATOŘE VÚV T.G.M. A JEJÍ VYUŽITÍ PRO STUDIUM PLAVEBNĚ-HYDRAULICKÉ A EKOLOGICKÉ PROBLEMATIKY

Josef Libý

V r. 1898 zakládá Hubert Engels na Vysoké škole technické v Drážďanech Výzkumný ústav vodních staveb „pro trvalé a soustavné řešení hydraulických problémů vodních staveb v příznivých laboratorních poměrech na zmenšených modelech". Dobré výsledky práce této laboratoře a stále více uznávaná důležitost hydrotechnického výzkumu pro vodní stavby i další rozvoj hydrodynamiky vedly v následujících letech k založení podobných ústavů: v r. 1901 v Karlsruhe, r. 1903 v Berlíně, r. 1907 v Petrohradě a Wilhelmshafenu, r. 1908 v Darmstadtu a Toulouse, r. 1912 ve Štýrském Hradci a Berlíně-Charlottenburgu, r. 1913 ve Vídni, r. 1917 ve Stockholmu a v Brně (A. Smrček), r. 1919 v Praze.

Státní ústav hydrologický v Praze (dnešní VÚV T.G.M.) zahájil v roce 1927 výstavbu nových budov v Praze-Podbabě. V první dokončené budově z roku 1930 se již nacházela hydraulická laboratoř se dvěma pokusnými sály a velký pokusný žlab v celkové pracovní délce 170 m, šířce 2,5 m a hloubce 2,15 m, který mohl s využitím spádu přilehlých plavebních komor na Vltavě provádět až 5 m^3/s říční vody. Nepřetržitě od roku 1930 až dodnes je velký pokusný žlab využíván především pro kalibraci vodoměrných vrtulí. V roce 1950 byla hydraulická laboratoř rozšířena o velkou pokusnou halu o rozměrech 60 x 20 m. Je vybavena dvěma cirkulačními okruhy (voda s pískem a voda s uhlím), které je možno v případě potřeby spojit v jeden (laboratoř má mimo jiné i čtyři pevné hydraulické žlaby šířky 0,40; 0,50; 0,70 a 1,00 m a další experimentální zázemí).

První společenskou objednávkou na modelový výzkum v hydraulické laboratoři byl přípis tehdejšího Ředitelství pro stavbu vodních cest čj. 9947 ze dne 19. 12. 1929 (tj. necelé tři měsíce před slavnostním zahájením činnosti Státního ústavu hydrologického a hydrotechnického v Praze-Podbabě) požadující vyšetřit podjezí pro projektovaný jez v *Srnojedech na Labi*. Význam hydrotechnického výzkumu pro zajištění bezpečnosti vodních děl si snad uvědomili všichni tehdejší činitelé, kteří byli svědky havárie *jezu v Předměřicích* na Labi dne 20. 4. 1932, dokončeného v roce 1917. Je zcela evidentní, že jez v Předměřicích byl realizován bez předchozího modelového výzkumu. V roce 1917 byla založena první výše zmíněná Smrčkova hydraulická laboratoř u nás – dnešní Laboratoř vodohospodářského výzkumu VUT Brno.

Hydraulický výzkum ve VÚV T.G.M. tedy probíhá již nepřetržitě více než 70 let a není významnějšího vodního díla v České republice (před rozpadem federace i na Slovensku), které by bylo realizováno bez účasti našich výzkumných pracovníků (*obr. 1, 2*).

Další text příspěvku má seznámit čtenáře se stávajícími možnostmi hydraulické laboratoře VÚV T.G.M. a jejími možnostmi na nejbližších 10 let tak, jak to vyplývá z dosavadních požadavků na modelový výzkum.

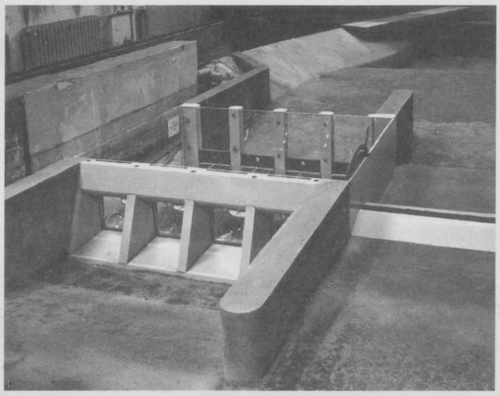
Situační hydraulické modely plavebních stupňů Malé Březno a Prostřední Žleb v měřítku 1 : 70
(v hydraulické laboratoři od roku 1998)

Na těchto modelech a modelech aerodynamických byl v období 1997 až 2000 realizován v rámci projektu Ministerstva dopravy a spojů „Modelový výzkum úprav Labe pod Střekovem" a doprovodných zakázek přímo od investora – Ředitelství vodních cest ČR výzkum v hodnotě 11,1 mil. Kč.

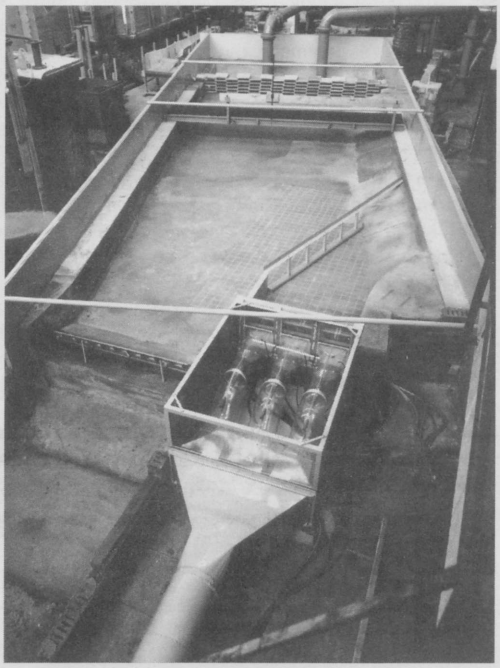
V říjnu 2001 byla ve VÚV T.G.M. vypracována metodika komplexního hydraulického výzkumu plavebních stupňů Malé Březno a Prostřední Žleb tak, jak vyplynulo z požadavků na další rozpracování zlepšení plavebních podmínek v úseku Labe mezi Střekovem a státní hranicí ČR/SRN. Předpokládá se, že v letech 2001–2003 proběhne na těchto modelech navazující výzkum s pevným dnem modelů a v letech 2003 až 2005 výzkum s pohyblivým dnem modelů (*obr. 3, 4*).

Studium plavebně-hydraulické problematiky bude vycházet zejména z proměření rychlostních polí a nautických zkoušek s dálkově ovládanými modely tlačných sestav a modelem motorové nákladní lodě.

Studium ekologické problematiky (která je po celou existenci hydraulického výzkumu ve světě i hydraulicko-hydrologickou problematikou) bude vycházet z prověřování průtočnosti obou vodních děl při povodňových průtocích, z prověřování stability dna přilehlých říčních úseků Labe po odstranění či narušení dnové dlažby (jejíž vývoj je na Labi odhadován v řádu desítek let) i stability obou plavebních stupňů (a to jak po dokončení, tak v době jejich výstavby). Do ekologické problematiky, která je řešena v rámci řešených i připravovaných zakázek, patří i vyhledávání nejvhodnějšího umístění vstupů/výstupů do/z uvažovaných rybích přechodů (a to jak z hlediska nalezení vhodných proudových poměrů, tak i z hlediska omezení zanášení – zejména vstupů z dolní vody do rybích přechodů).

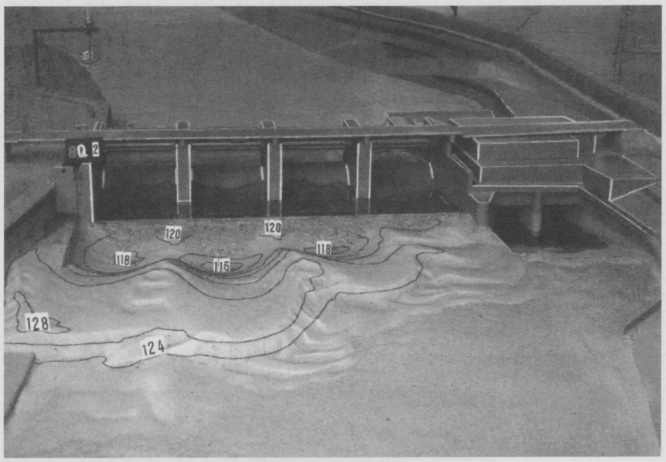


Obr. 1. Rekonstrukce vodního díla Libčice – pohled po proudu



Obr. 2. Malá vodní elektrárna Modřany – celkový pohled na model

Obr. 3. Hydraulický model 1:70 VD Malé Březno s pohyblivým dnem



Obr. 4. Detail modelu vodního díla Malé Březno

Je zřejmé, že by oba hydraulické modely bylo možno v případě zájmu využít také pro objasnění následujících problémů:

- vliv vodní dopravy na kvalitu vody ve vodním toku (vždyť remorkéry i motorové lodi jsou v jistém smyslu slušná míchadla);
- vliv plavidel na stabilitu plavební dráhy, a to při různých poměrech mezi ponorem plavidel a hloubkou vody.

Model plavební komory plavebního stupně Prostřední Žleb v měřítku 1 : 30 (v hydraulické laboratoři od r. 2000)

Fakt, že plavební stupeň Prostřední Žleb (který je posledním plavebním stupněm na území ČR spojujícím labsko-vltavskou vodní cestu se sítí evropských vodních cest) je navrhován pouze s jednou plavební komorou, přivedl investora vodních cest ČR – Ředitelství vodních cest ČR Praha k zásadnímu rozhodnutí, že tato komora musí být řešena tak, aby zajišťovala maximální bezpečnost, spolehlivost a plynulost plavebního provozu, a to i za nepříznivých hydrologických a meteorologických podmínek a také v případě nepříznivého morfologického vývoje koryta toku pod vodním dílem.

V říjnu 2001 byla ve VÚV T.G.M. vypracována metodika modelového výzkumu této plavební komory, spojená s výběrem a experimentálním prověřením vhodné a dostupné metody měření celkových podélných a příčných úvazných sil typového soulodí při plnění a prázdnění této plavební komory dlouhými obtoky.

Model plavební komory byl zhotoven podle podkladů a. s. Hydroprojekt Praha ze září 2000. Vybudovaný model plavební komory umožňuje stanovit optimální variantu plnění a prázdnění plavební komory, dále optimální typ vrat plavební komory, vliv plnění/prázdnění plavební komory na rejdy a plavidla v nich umístěná a konečně optimální úroveň dna plavební dráhy. Požadavek na komplexní výzkum této klíčové plavební komory labsko-vltavské vodní cesty v poměrně krátkém časovém úseku (2–3 roky) bude zřejmě vyžadovat spolupráci s řadou předních pracovišť. Bylo avizováno i další upřesňování koncepčního řešení této klíčové plavební komory na Labi.

[1] V období, kdy byl říční žlab, nacházející se v dolním malém sále hydraulické laboratoře, zakryt a dolní malý sál byl využíván jako technologická laboratoř, bylo ve VÚV T.G.M. řešeno v aerodynamické laboratoři dnes již realizované dálniční přemostění Ohře u Doksan (zakázka pro investora příslušné dálnice); pokud by tehdy bylo možno použít k výzkumu i říční žlab – mohly být získány hlubší poznatky zejména pro oblast ekologie.

Říční žlab (v provozu od r. 1930 do roku 1985 a nyní opět v provozu od roku 2000)

Základním vybavením každé přední evropské hydraulické laboratoře je říční žlab. Ve VÚV T.G.M. je umístěn v dolním malém sále budovy A. Je vysloveně vhodný pro výzkum takových objektů, jakými jsou:

- zdrsněné skluzy a rampy různého prostorového uspořádání,
- rybí přechody přírodě blízkých typů, ale i těch klasických,
- rybí útulky,
- příbřežní zóny,
- příčné a podélné stavby na vodních tocích,
- stavby v inundačním území[1],
- odplavitelné uzávěry přelivných objektů,
- vtoky do malých vodních elektráren atp.

Velký pokusný žlab hydraulické laboratoře (v provozu od roku 1930)

Jde o nejcennější zařízení hydraulické laboratoře, které z hlediska vybavenosti zařazuje hydraulickou laboratoř VÚV T.G.M. mezi ty nejpřednější v Evropě a ve světě vůbec.

Tento žlab je převážně využíván pro potřeby České kalibrační stanice vodoměrných vrtulí. V současné době a ve výhledu minimálně do roku 2010 jde při jeho využití především o následující priority:

- využití žlabu pro vlastní činnost České kalibrační stanice vodoměrných vrtulí (ČKSVV) při kalibraci vodoměrných vrtulí, a to v souladu s normami a předpisy EU a ISO (*obr. 5*),
- využití žlabu při řešení zakázky MŽP zaměřené k naplňování trvalého požadavku ISO k odstranění nežádoucích jevů v procesu kalibrace vodoměrných vrtulí.

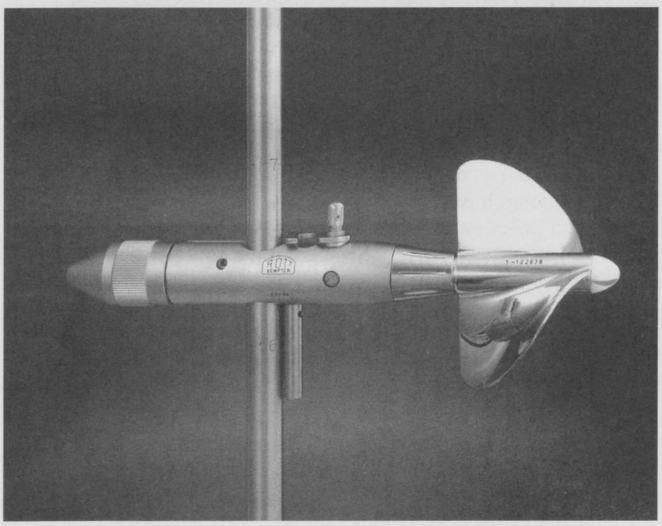
Výzkum hydrodynamických jevů v procesu kalibrace vodoměrných vrtulí je vyvolán tlakem mezinárodních organizací na zabezpečení vysoké kvality hydrologických údajů. Zabezpečení podmínek pro konformní kalibraci vodoměrných vrtulí s normami a předpisy EU a ISO nás vede k tomu, aby v procesu kalibrace vodoměrných vrtulí bylo docíleno eliminace vlivu takových negativních vlivů na přesnost kalibrace, jakými jsou Epperův efekt, vliv zanoření, vliv vlnění atd.

Po shrnutí a zhodnocení dosavadních poznatků z výzkumů vodoměrných vrtulí provedených v Hydrotechnickém ústavu v Bělehradě, laboratoři Beauvert (EDF) v Grenoblu, laboratoři v Berlíně, laboratoři v Toulouse, laboratoři Vysoké školy technické v Berlíně a v kalibrační laboratoři firmy OTT v Kemptenu byly ve VÚV T.G.M. zahájeny pokusy týkající se studia zanoření vodoměrných vrtulí na přesnost kalibrace.

Velký pokusný žlab byl v minulosti využíván i k jiným účelům – stanovení účinnosti lapáků splavenin, výzkum odporů plavce, výzkum odporů sportovních lodí (naposledy pro Středisko vrcholového sportu před olympijskými hrami v Soulu) a simulace zavalení důlní štoly pro Filmové ateliéry Barrandov.

V současné době byla ve spolupráci s prof. Ing. Milanem Daňkem, DrSc., z Vysokého učení technického Brno (VUT) zahájena metodická příprava výzkumu hydrodynamických odporů tlačných sestav, které se budou v nejbližší budoucnosti používat na Labi v souladu s přijatou Evropskou dohodou o hlavních vnitrozemských vodních cestách mezinárodního významu (AGN), jež vstoupila v platnost pro Českou republiku dne 26. července 1999 (viz Sbírka zákonů č. 163/1999, částku 55).

Ve velkém pokusném žlabu je možno provádět výzkum na výsekových modelech ve velkém měřítku i výzkum se živočichy (neupravená voda).



Obr. 5. Vodoměrná vrtule

V případě společenského zájmu pracovníků zodpovědných za snižování povodňového nebezpečí v ČR by se velký pokusný žlab (společně s vybavením České kalibrační stanice vodoměrných vrtulí) dal snadno použít k výzkumu, jenž by vedl k výběru vhodných břehových porostů vodních toků (pro snížení, resp. omezení povodňového nebezpečí v různých vegetačních obdobích, včetně vlivu stáří vegetace atd.). Autor tohoto příspěvku měl možnost se přesvědčit přímo na místě, že určité testování v tomto směru provedla Švýcarská kalibrační laboratoř vodoměrných vrtulí v Ittigenu u Bernu pro prof. Dr. Daniela Vishera z Zürichu ve 2. polovině 90. let.

Měrná nádrž za velkým pokusným žlabem
(v provozu od r. 1930)

V roce 2000 byla ústavem projekčně zajištěna výstavba kalibrační laboratoře pracovních měřidel průtoku odpadních vod. Při autorem tohoto příspěvku požadovaném snížení dna v celém rozsahu této měrné nádrže by ji bylo možno využít i pro systematický hydraulicko-ichtyologický výzkum rybích přechodů. Vždyť již sledování trajektorií pohybu ryb v rybím přechodu shora i z boků atp. by umožnilo prohloubit naše dosavadní poznání o funkci rybích přechodů různých typů, zvýšit jejich účinnost atd.

Situační hydraulický model sedmikilometrového říčního úseku plavebních úprav od plavebního stupně Prostřední Žleb směrem ke státní hranici ČR/SRN
(v provozu od r. 2000)

Na tomto modelu probíhá výzkum, který pro ŘVC zajišťuje FS ČVUT.

Trasa řeky Labe vede v celém tomto úseku poměrně úzkým sevřeným údolím – v převážné části pak je trasa kynety vymezena železniční tratí a silničními komunikacemi. Po případném převzetí tohoto modelu do správy VÚV T.G.M. a ukončení výzkumných prací pro investora vodních cest ČR – Ředitelství vodních cest ČR zajišťovaných FS ČVUT, se nabízí otázka dalšího využití tohoto modelu i pro další potřeby nejen VÚV T.G.M., ale i další zájemce. Skutečnost, že trasa řeky Labe v úseku Děčín – státní hranice ČR/SRN je do značné míry zafixována úzkým sevřeným údolím a vybudovanou infrastrukturou, znamená, že i model, jehož délka v areálu VÚV T.G.M. činí zhruba 100 m, je do značné míry zafixován a mohl by tudíž být bez větších finančních nároků na přestavby používán i jako trvalé zařízení pro řešení problematik, které se v tomto úseku vyskytnou a pro jejichž vyřešení se bude použití tohoto modelu jevit přijatelné.

Z uvedeného přehledu vyplývá, že škála nabízených možností modelového hydraulického výzkumu je značně široká a záleží jen na zainteresovaných subjektech, aby ji v dostatečné míře využily.

Ing. Josef Libý, CSc.
VÚV T.G.M. Praha
tel.: 02/2019 7383

Key words
Hydraulic laboratory, model research, calibration, measuring flume

The Establishment of a Hydraulic Laboratory at the T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague, and its Utilization for the Study of Navigational-Hydraulic and Ecological Issues (Libý, J.)

The hydraulic laboratory was the first building that was built in the grounds of the Institute at Prague–Podbaba in 1930. The article describes the history of hydraulic research and, in particular, the current equipment of the hydraulic laboratory and its dependencies. It deals with the possibilities of using it for a model research of the navigational stages Malé Březno and Prostřední Žleb on the River Elbe, as well as for the calibration of water meters, and other purposes.

VÝZKUM MOŽNOSTI EKOLOGICKÉ A EKONOMICKÉ ÚPRAVY A DOPRAVY PITNÝCH VOD

Jana Hubáčková

Staré latinské přísloví „Bez vody není života" by se dalo v současných civilizačních podmínkách doplnit na „Bez čisté vody není zdravého života". Přirozený koloběh vody v přírodě si lidé od nepaměti totiž přizpůsobují svým potřebám v rozsahu a způsobem odpovídajícím stupni i možnostem rozvoje společnosti. V posledním desetiletí minulého století bylo však možné pozorovat během rozvodu vody na místo spotřeby degradaci její kvality – bakteriální nárůsty, zabarvení, zhoršení chuti a zápachu. Proto bylo třeba rozšířit pozornost v ČR systematicky věnovanou technologiím a kvalitě pitné vody v úpravnách také na kvalitu vody v distribuční síti.

Aktuální vodárenská problematika

Specifikou vývoje české vodárenské problematiky v posledním desetiletí byla prudká dynamika změn průtočných poměrů ve vodárenských řadech a sítích v důsledku sílící reflexe ceny vody spotřebiteli. Ta byla odstartována zásadními ekonomickými změnami. Majitelé a provozovatelé vodovodů, úpraven a distribučních systémů (obce, volené orgány i odborné útvary státní správy) byli postaveni před úkol vypořádávat se s novou skutečností, kdy v průběhu dopravy a rozvodu pitné vody se její kvalita zhoršovala v celé řadě parametrů. Patřily mezi ně zejména: barva, zákal, obsah železa a manganu, obsah trihalogenmethanů, halogenderivátů kyseliny octové a dalších vedlejších produktů dezinfekce chlorem, zastoupení jednotlivých forem dusíku i indikátory bakteriálního znečištění.

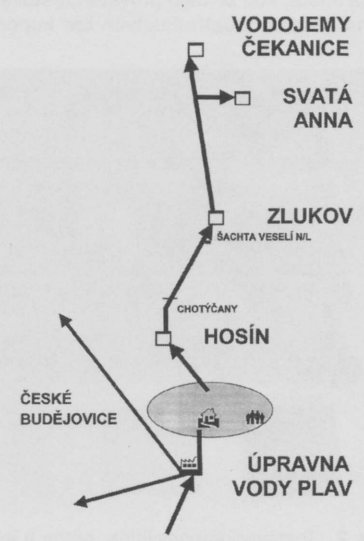
Zhoršování kvality pitné vody v distribučním systému (jak bylo formulováno v rámci prací na popisovaném výzkumném projektu) je důsledkem chemických, fyzikálně-chemických a biologických procesů, probíhajících bezprostředně **jak** v dopravované pitné vodě, **tak i** na stěnách potrubí, vodojemů a armatur. K uvedeným procesům patří např. koroze, oxidace, hydrolýza, chlorace organických sloučenin, sedimentace částic různé velikosti, biochemický rozklad organických látek, nitrifikace, bakteriální rekontaminace a další.

Tyto procesy mohou probíhat v distribuční síti různou rychlostí v závislosti na složení dopravované vody, druhu a dávce dezinfekčního činidla, době zdržení vody v síti, teplotě, ročním období atd. Významnými faktory ovlivňujícími kvalitu dopravované vody jsou také materiál potrubí, včetně případné ochranné vnitřní vrstvy, celkový technický stav distribuční sítě a hydraulické poměry v síti.

Kvalitu distribuované vody mohou za určitých podmínek negativně ovlivnit také kaly usazené většinou v místech s minimální intenzitou proudění. V důsledku náhlých hydraulických změn se nejlehčí částice těchto kalů znovu dostávají do vznosu, a tím i do proudící vody. Ovlivňují pak její zákal i barvu. V důsledku reakce s dezinfekčním činidlem ho nejen spotřebovávají, ale navíc jsou příčinou již zmíněné tvorby trihalogenmethanů, halogenderivátů kyseliny octové a dalších vedlejších produktů dezinfekce.

Předběžná rešerše aktuální problematiky sice potvrdila, že jevy vyskytující se tehdy u nás nově nebyly v okolním světě zcela ojedinělé, ale že tamější přístup k poznání těchto jevů i jejich příčin a také řešení samo byly spíše lokálního, či úžeji profesně pojímaného charakteru. Pro nalezení řešení aplikovatelného v praxi univerzálněji bylo třeba propojit znalosti a vybavení několika odborných pracovišť. Sdružily se díky grantu Národní agentury zemědělského výzkumu (NAZV), která přijala a včas umožnila realizovat projekt č. EP0960006655 „Možnosti ekologické a ekonomické úpravy a dopravy pitných vod".

Strategickým cílem projektu bylo komplexní výzkumné řešení problematiky kvality pitné vody v distribučních sítích, modelování změn, k nimž dochází při jejím transportu jak po stránce fyzikálně-chemické, tak mikrobiologické, a navržení opatření, která povedou k minimalizaci těch-



Obr. 1.
Přivaděč Plav–Tábor vodárenské soustavy Jižní Čechy

to změn. Tím zároveň povedou i ke zvýšení míry zabezpečenosti hygienické nezávadnosti pitné vody při dopravě od distributora až ke spotřebiteli. Od počátku úvah o metodice řešení projektu bylo zřejmé, že výzkum bude obsahovat mnoho nových prvků.

Koordinačním a řešitelským pracovištěm se stal Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v Praze, spoluřešitelem byla katedra zdravotního inženýrství Fakulty stavební ČVUT v Praze a dále spolupracovaly Ústav technologie vody a prostředí VŠCHT Praha a Chemická fakulta VUT Brno. Další nutnou podmínkou zahájení a hladkého průběhu výzkumných prací byly zájem a účast provozní organizace. Spolupráce s VaK Jižní Čechy, a. s., úspěšně probíhala na významném zásobním řadu z ÚV Plav do Tábora, součásti vodárenské soustavy Jižní Čechy (*obr. 1*). Délka trasy tohoto přivaděče (budován a uváděn byl do provozu postupně) je 72,69 km.

Úsek, který byl zdrojem největších problémů, začíná vodojemem v Chotýčanech a končí táborským vodojemem v Čekanicích. Je dlouhý 52,52 km. Potrubí je ocelové, bez jakékoli ochrany vnitřního povrchu. Celková doba zdržení vody v něm činila při obvyklém průtoku (100 $l.s^{-1}$) cca čtyři dny. Zprovozňování bylo obdobím poznamenávaným hrubými závadami v jakosti dodávané vody a značným negativním ohlasem spotřebitelské veřejnosti. První část problematického úseku (Chotýčany–Veselí) byla uvedena do provozu v červnu 1993, druhá v lednu 1994. Po několik dnů od prvního napuštění přivaděče obsahovala voda v nátocích do koncových vodojemů 2–3 $mg.l^{-1}$ železa. Koncentrace železa poklesly na hodnoty cca 0,3 $mg.l^{-1}$ teprve asi po šesti měsících provozu, což odpovídá cca čtyřiceti obměnám obsahu potrubí!

Ve výchozí fázi projektu NAZV bylo nutno **určit směr** výzkumu a na základě vlastních pozorování a zkušeností i kritické rešerše utřídit **poznatky o hlavních příčinách** zhoršování jakosti vody během jejího rozvodu od úpravny ke spotřebiteli. Byly to především:

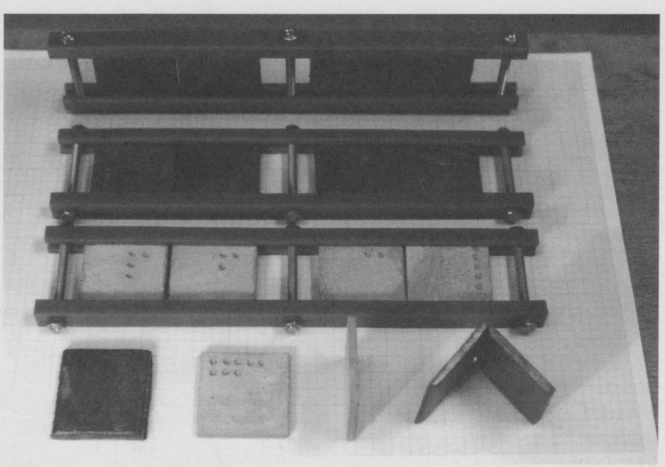
- dezinfekce vody,
- tvorba biofilmů na stěnách potrubí,
- koroze kovových materiálů rozvodů a tvorba inkrustací na stěnách vodovodního potrubí,
- transport suspenzí a korozních produktů z úseku s velkou rychlostí proudění do koncových úseků, kde voda proudí pomalu nebo dokonce po určitou dobu stagnuje,
- dobíhání koagulace, odželezňování a odmanganování, dekarbonizace, dobíhání srážecích a oxidačních reakcí,
- výluh toxických organických látek z nátěrových hmot, popř. z materiálu trubního rozvodu.

Průběh právě uvedených procesů přitom závisel, jak již bylo zmíněno, nejen na složení vody a její teplotě, ale také na době zdržení vody v potrubí, na dynamice rychlosti i rozložení proudění a jejich změnách.

A právě posledně zmíněné faktory v ČR doznaly, navíc během krátkého období, značných odchylek oproti hodnotám předpokládaným. Vodárenské řady byly projektovány i provedeny na základě někdejších předpokladů o „neustále" rostoucí spotřebě vody a vedeny snahou zabezpečit ji dopravou z velkokapacitních zdrojů a úpraven. V posledních letech však na rozdíl od předpokladů spotřeba vody klesá. To může mít vážné následky i do budoucna, pokud by nastal další výrazný pokles odběrů. Pak by díky rychlé spotřebě dezinfekčního činidla a při jeho nedostačující dávce mohly v některých z naddimenzovaných přivaděčů i při dobře upravené vstupující vodě nežádoucí bakterie přežívat, nebo se znovu aktivovat. To by mohlo nastat např. v důsledku výraznějšího prosazení nově se propagujících tendencí a snah o řešení zásobování vodou místní svépomocí.

Kooperace vodárenských výzkumů a praxe

Ve spolupráci s provozovatelem řadu byla nejprve vytipována taková místa, kde se dalo provádět testování poměrů v přivaděči, včetně materiálů, prostřednictvím tzv. kuponů – a to jak z hlediska koroze, tak z hlediska tvorby biofilmů. Vybraná místa byla vybavena pokusnými úseky, ve kterých bylo možno měnit některé z parametrů podmiňujících a urychlujících výzkumná sledování. Realizaci tzv. měřicích smyček a jejich osazení vodoměry a čerpadly zajistil provozovatel řadu VaK Jižní Čechy, a. s., za podpory Jihočeského vodárenského svazu. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M. zajišťoval přípravu veškerých testovacích kuponů a také jejich veškeré vyhodnocování. Smyčky se osvědčily jako pokusná zařízení. Umožňují provádění korozních zkoušek a monitorování biofilmů i doprovodných mikroorganismů.



Obr. 2. Testovací kupony litina, beton a jejich upevnění v držácích

V průběhu řešení projektu byly získány, ověřeny a co do výsledků i publikovány poznatky o **využitelných indikátorech** stavu (bakteriální nárosty, zabarvení, chuť, zápach apod.), o **míře biologické stability** distribuované vody a o stávajících a dále **očekávaných důsledcích**. Adekvátně tomu byly vytipovány vhodné použitelné či modifikovatelné **metodické postupy** a také vyvinuty postupy původní, **vlastní**.

Pro monitorování změn, které probíhají po trase na vnitřních stěnách přivaděče, jsme se rozhodli využít modifikovaných postupů korozních zkoušek podle druhů užívaných trubních materiálů. **Modifikovaná metoda korozních zkoušek** spočívá ve stanovení jak korozních úbytků, tak i množství inkrustací zachycených na ocelových a litinových kuponech. Pro ocelový materiál jsme volili **testovací kupony** podle TNV 75 7121. Pro litinu jsme volili testovací kupony z materiálu podle ČSN 42 2410 a pro betonové testovací kupony jsme volili směs cementu, písku a vody v poměru používaném při cementaci potrubí. Rozměry testovacích kuponů pro litinu a beton byly voleny 50 x 50 x 5 mm (*obr. 2*). Navíc se v závěru řešení podařilo zařadit do testování i nový materiál PE-HD, jehož možnosti použití se nyní v praxi rozšiřují z malých i na větší profily potrubí.

Testovacím materiálem pro **hydrobiologické rozbory** byla podkladová mikroskopická sklíčka. Exponována a vyhodnocována byla vždy dvojice sklíček určených jednak k přímému mikroskopickému pozorování, jednak k mikroskopickým rozborům. Na základě vlastních poznatků byla zvolena **doba expozice** pro testovací kupony všech zkoumaných daných materiálů (ocel + sklo, litina, beton a PE-HD) devět a osmnáct týdnů, tj. 63 a 126 dnů.

Kupony pro **vyhodnocení nárostů biofilmů** jsme sonifikovali dvakrát 15 minut přímo v místě příslušného vodojemu. Takto získané vzorky suspenze biofilmu byly ve VÚV T.G.M. Praha rozděleny na podíly pro následující jednotlivé skupiny analýz:

- stanovení sušiny (sušením do konstantní váhy při 105 °C);
- stanovení celkového organického uhlíku (TOC);
- stanovení CHSK (klasická dvojchromanová metoda, var dvě hodiny);
- mikrobiologická stanovení (psychrofilní a mesofilní bakterie, koliformní a termotolerantní koliformní bakterie, *E. coli*, salmonely).

Podrobný popis je ve zprávě za rok 1999 [1].

Výsledky byly přepočítány na jednotku plochy podle celkové plochy exponovaných desek.

Přehled pracovních předpisů a principů metod, včetně metod fyzikálně-chemických rozborů, speciálních stanovení THM, HAA a sedimentačních analýz depozic, byl publikován v [2]. Tamtéž a navíc podrobněji ve zprávě [3] byly komentovány modely úbytku aktivního volného chloru jak v proudící vodě (samé), tak i s předpokladem úbytku chloru v proudící vodě i na stěnách potrubí. Právě posledně jmenovaný model, operující s dvousložkovým koeficientem úbytku chloru, vykázal velkou těsnost se skutečně naměřenými hodnotami.

Práce na projektu zahájené v září 1996 a ukončené v polovině roku 2000, dokumentované více než osmdesáti etapovými položkami, jsou spolu s výsledky dosaženými během výzkumu dokládány v souhrnné zprávě projektu [4]. Z té je také zřejmá návaznost jednotlivých prací.

Z poznatků a výsledků projektu chceme v rámci této statě připomenout alespoň tyto:

- Na základě výsledků korozních zkoušek (*obr. 3*) byl podán návrh na doplnění TNV 75 7121 „Požadavky na jakost vody dopravované potrubím"; byly též získány nové poznatky o mechanismu inhibičního působení $CaCO_3$.
- Úbytek volného aktivního chloru v síti lze zjednodušeně matematicky popsat rovnicí kinetiky I. řádu. Hodnoty rychlostních konstant k_1 se pro jednotlivé úseky sítě liší. Při podrobném zkoumání úbytku chloru při dopravě vody je tedy třeba uvažovat s jeho úbytkem při přestupu chloru z proudící vody ke stěně potrubí, včetně následné reakce s fixovanou biomasou, a spotřebou chloru při procesu koroze.
- Obsah volného aktivního chloru, měřený na odběrných místech ÚV Plav nebo Hosín II odtok, se v závislosti na dochlorování pohyboval za celé sledované období (1997–2000) v rozmezí od 0,15 do 0,85 $mg.l^{-1}$. Při dopravě vody obsah volného aktivního chloru klesal a i přes dochlorování na VDJ Hosín byly na konci dálkového přivaděče pravidelně zjišťovány nulové hodnoty. Nulové hodnoty koncentrací volného aktivního chloru se vyskytovaly také v šachtě Veselí n. L.
- Při sekundární dezinfekci pitné vody vzniká podobně jako při primární dezinfekci celá řada vedlejších produktů, z nichž některé jsou potenciálními kancerogeny. Nejčastěji uváděnými vedlejšími produkty dezinfekce vody chlorem jsou trihalogenmethany (THM), halogen-

Obr. 3. Fotodokumentace účinků důlkové koroze

deriváty kyseliny octové (HAA) a další chlororganické sloučeniny. Přibližně 5–20 % těchto látek tvoří THM.

- Obsah THM i HAA ve vodě vzrůstá s prodlužováním doby zdržení vody v síti. Obsah chloroformu, bromdichlormethanu, dichloroctové kyseliny a trichloroctové kyseliny v pitné vodě odebrané z dálkového přivaděče vzrůstal v průběhu laboratorních experimentů s rostoucí dávkou chloru a dobou zdržení. Přírůstek uvedených látek při chloraminaci byl podstatně nižší než při chloraci.
- Depozice v potrubí pro dopravu a rozvod pitné vody bývají tvořeny částicemi různé velikosti a původu. V literatuře se složení částic většinou neuvádí. Tvoří je zejména hydratované oxidy Fe, Mn, Zn, písek, křemičité schránky řas, částice detritu a organického mikroznečištění. Počet částic velikosti nad 3 μm se v upravené vodě obvykle pohybuje od 186 do 1 230 v 1 ml. Původ částic lze připsat např. sníženému efektu úpravy surové vody, vyplavování z náplně filtrů, srážení hydratovaných oxidů kovů, tvorbě uhličitanu vápenatého, dodatečné flokulaci, bakteriální rekontaminaci, korozi atd. Sedimentační analýzou vzorků depozic z dálkového přivaděče pitné vody bylo zjištěno, že v nich převládají částice sedimentující malými rychlostmi. K usazování částic dochází v důsledku změn hydraulických poměrů obvykle v místech s nejnižším prouděním vody v distribučním systému.
- Vlivem hydraulických změn v systému může být část depozic resuspendována, přičemž jednotlivé částice mohou na delší trase negativně ovlivnit kvalitu dopravované vody. Částice uvolněných depozic mohou reagovat s dezinfekčním činidlem za vzniku vedlejších produktů dezinfekce – THM, halogenderivátů kyseliny octové a dalších. V porovnání s chlorací byla při chloraminaci kalové suspenze tvorba uvedených látek shledána podstatně nižší.
- Protože výzkum i jeho aplikace byly realizovány v reálu, přispěl ke zdokonalování jak provozní, tak i výzkumné praxe. Konkrétním výrazným úspěchem, založeným na navázání spolupráce a pak na akceptaci a realizaci výsledků jednotlivých etap projektu NAZV provozovatelem přivaděče, tj. Vak Jižní Čechy, a. s., bylo to, že se dařilo **zamezovat druhotnému zaželeznění vody**. Na stabilizaci jakosti a omezení korozního působení se prokazatelně nejvyšší měrou projevilo zvýšení hodnoty pH na 8,5, kdy voda je prosta oxidu uhličitého a vykazuje pozitivní index nasycení. Při posuzování výsledků jednotlivých etap řešení projektu nebyly po přijetí opatření již žádné mikroskopické indikátory organického znečištění zjištěny. Z hlediska řešení grantu znamenají právě takovéto výsledky zjištění jednoznačně pozitivní.
- Za podmínky pravidelné kontroly jakosti vody – zejména celkového amoniaku, který nesmí překračovat hodnotu 0,01 $mg.l^{-1}$, se podařilo výše uvedenou hodnotu pH 8,5 **aplikovat se souhlasem hygienika na celou vodárenskou soustavu Jižní Čechy**. S platností nové legislativy – zákona č. 258/2000 Sb. a jeho prováděcí vyhlášky č. 376/2000 Sb. – je nově upraveno rozmezí pH až do 9,5, které je vhodnější pro dopravu vody na větší vzdálenosti.

Doporučení a závěry projektu

Úspěšnost řešení spočívala v počáteční realitě odhadu míry komplexnosti i komplementárnosti řešení dané úlohy a dále v zabezpečení potřebné míry a úrovně partnerské spolupráce. Samozřejmě, že k výsledkům vedla realizace vlastních výzkumných prací. Společnou prací institucí výzkumu a provozní organizace se podařilo příčiny potíží nejen analyzovat, ale i najít a ověřit účinné způsoby nápravy.

Práce probíhaly na konkrétním úseku dálkového přivaděče Plav–Tábor. Vliv postupného zvyšování hodnoty pH na snížení korozní rychlosti, a tím i druhotného zaželeznění dopravované pitné vody, lze doložit z dokumentace provozovatele. Procento vzorků nevyhovujících ČSN 75 7111 „Pitná voda" pokleslo z původních 86 % v roce 1995 pod 5 % v roce 1998 a v posledním roce výzkumu byl shledán nevyhovujícím pouze ojedinělý vzorek.

Podíl výzkumu VÚV T.G.M. spočíval kromě organizace a koordinace prací (autorkou této stati) v provádění konkrétních vlastních výzkumů a ve zmíněné spolupráci s provozovateli přivaděče, VaK JČ i jejich laboratořemi. Další spoluřešitelé a odborníci jsou jmenováni v závěrečné zprávě [4]. Vhodné je zde připomenout alespoň prof. RNDr. A. Sládečkovou, CSc., za biologii, RNDr. D. Baudišovou, Ph.D., i RNDr. J. K. Fuksu, CSc., za mikrobiologii a prof. Ing. L. Žáčka, DrSc., za obor koroze.

Přínos výzkumu KZI FSv ČVUT (prof. Ing. A. Grünwalda, CSc., a kolektivu) byl zejména ve stanovení hydraulického modelu pro výpočet dob zdržení dopravované vody, v ověření a uplatnění modelu volného aktivního chloru v distribuční síti. Dále ve zhodnocení monitorování obsahu vedlejších produktů dezinfekce v dopravované vodě. Byla také provedena charakteristika depozic odebraných z různých míst z dálkového přivaděče. Experimentálně byl ověřován vliv těchto sedimentů na kvalitu dopravované vody v definovaných podmínkách. Byl podán důkaz o vlivu resuspendovaných depozic na spotřebu aktivního chloru a na tvorbu THM a halogenderivátů kyseliny octové v dopravované vodě.

Ze zhodnocení všech získaných výsledků z období 1997–2000 vyplynulo, že pro podstatné omezení **koroze dlouhých přivaděčů vody** s relativně nízkým obsahem Ca a HCO_3^- iontů **je třeba aplikovat nejen antikorozní metody úpravy ve vlastní úpravně** (především zvyšování koncentrace Ca a HCO_3^- iontů ve vodě rekarbonizací), **ale rovněž je třeba alkalizovat vodu ve vlastním přivaděči** vápnem, přičemž doalkalizování v síti je nutné u řadů delších než 20–25 km. **Jedině za těchto podmínek dochází při vhodném složení vody k tvorbě ochranné vrstvy, která zabraňuje dalšímu průběhu koroze**. Optimální podmínky pro tvorbu ochranné vrstvy je možno regulovat složením vody, přičemž hodnoty pH, $KNK_{4,5}$ a obsah Ca by se měly blížit rovnovážným hodnotám při nepatrně kladném indexu nasycení. Obsah CaO v inkrustacích by se měl pohybovat v rozmezí 10–25 %.

Literatura

[1] Hubáčková, J., Baudišová, D., Fuksa, JK. a Sládečková, A. Výzkum možnosti ekologické a ekonomické úpravy a dopravy pitných vod. Výroční zpráva VÚV T.G.M., 1999, 41 lit., 7 tab., 31 obr., 5 příl., 55 s.

[2] Grünwald, A. aj. Výzkum možnosti ekologické a ekonomické úpravy a dopravy pitných vod. Výroční zpráva KZI FSv ČVUT, 1999, 66 lit., 17 tab., 29 obr., 74 s.

[3] Grünwald, A. aj. Výzkum možnosti ekologické a ekonomické úpravy a dopravy pitných vod. Výroční zpráva KZI FSv ČVUT, 1998, 46 lit., 11 tab., 21 obr., 43 s.

[4] Hubáčková, J. a Grünwald, A. Výzkum možnosti ekologické a ekonomické úpravy a dopravy pitných vod. Závěrečná zpráva koordinátora projektu VÚV T.G.M., 2000, 18 lit., 5 tab., 2 obr., 3 příl., 38 s.

Ing. Jana Hubáčková, CSc., koordinátor projektu
VÚV T.G.M. Praha, tel.: 02/2019 7215

Key words

Drinking water, water treatment, drinking water transport

Research into the Possibility of Ecological and Economic Drinking-Water Treatment and Transport (Hubáčková, J.)

A specific feature of development of the Czech water-supply in the past decade was a strong dynamic of changes in flow conditions in water-supply mains and networks. This dynamic was started by principal economic changes in water prices. Therefore it was necessary to extend attention to water quality in the supply network. A deterioration of drinking water quality in the supply system is a consequence of chemical, physico-chemical and biological processes taking place immediately both in transported water and on the inner surface of pipes, reservoirs and fittings. These processes can occur in the supply network with various speed, in dependence on the composition of transported water, the sort and dose of disinfection agent, the time of retention of water in the network, the temperature, the season, etc. Thanks to joint work of research institutions and the operator, not only the sources of difficulties could be analysed, but also effective ways of remediation were found and tested. The research was performed in a particular section of the long-distance water-conveyance structure Plav - Tábor. The percentage of unsatisfying samples, according to ČSN 75 7111, 'Drinking Water', had sunk from the original 86 % in 1995 to below 5 % in 1998, and in the last year of the research, unsatisfying samples were found only exceptionally.

MODELOVÁNÍ ČOV POMOCÍ NEURONOVÝCH SÍTÍ

Nguyen Vu Nam, Petr Fuchs

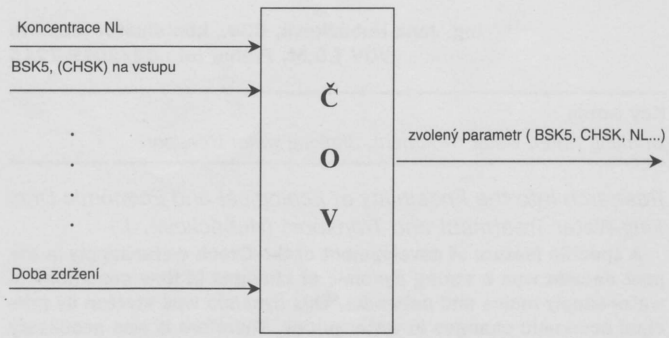
Vývoj vědecky založených systémů začal již v padesátých letech na pracovištích zabývajících se aplikačním výzkumem umělé inteligence. Postupně byl vytvářen software, který dokázal pracovat s netriviálním řešením problémů pomocí předem vytvořené struktury znalostí. K prvním systémům patřily například systémy MACSYMA, MYCIN a později další, již koncipované na moderních programovacích jazycích. Jde o jazyky, které byly vytvořeny pomocí jazyků Pascal a LISP. S přibývajícími zkušenostmi se začalo s vývojem prázdných expertních systémů, obecně známých pod názvem systémy bez naplněné báze znalostí. To všechno vedlo k intenzivnějšímu pronikání znalostních a expertních systémů do praxe a vyvolalo potřebu přípravy kvalifikovaných specialistů. Expertní systémy jsou založeny na myšlence převzetí znalostí od experta a jejich vhodné prezentaci tak, aby je mohl využívat běžný uživatel podobným způsobem jako expert a také s podobným výsledkem. Rozhodujícím zdrojem kvality expertizy jsou znalosti, které má systém při řešení k dispozici.

Pro ekonomické využití a lepší ovládání ČOV se odborníci snaží modelovat aktivační proces prostřednictvím nejrůznějších počítačových programů. Úkolem je sestavit takový model, který má stejné (podobné) chování, nebo lépe řečeno, který je funkčně podobný skutečné čistírně. Tak můžeme předvídat chování tohoto systému za daných vstupních podmínek pomocí sestaveného programu (modelu).

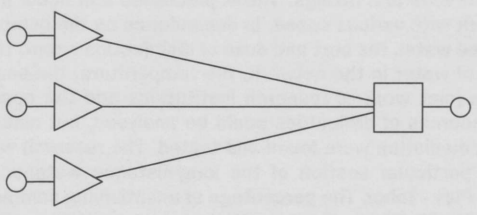
Z řady možných použití systémů jsme se zabývali jejich použitím při čištění odpadních vod, které jsou velmi různorodé, mají velmi různý charakter a vlastnosti. K jejich likvidaci se nejčastěji používá biologické čištění (rozklad organických a v některých případech i anorganických látek). Procesy biologického čištění jsou velmi náročné, protože jsou závislé na mnoha faktorech, jako například:

- směsná kultura mikroorganismů, jejich druhová rozmanitost a jejich kvantitativní přítomnost v odpadní vodě,
- charakter odpadní vody: charakter substrátu, koncentrace a charakter nerozpuštěných látek, přítomnost nutrientů, solnosti a těžkých kovů,
- technologické parametry aktivačního procesu: doba zdržení, zatížení a stáří kalu, koncentrace rozpuštěného kyslíku, způsob a stupeň aerace a míchání, množství recirkulovaného kalu,
- vnější teplota apod.

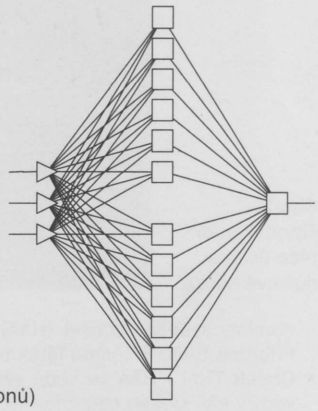
Dosud se věnuje pozornost matematickému (Monod) modelování, při kterém je cílem pojmenovat jednotlivé procesy, definovat složky, které se jich účastní, a pomocí matematických rovnic popsat jejich vzájemné vztahy. Je třeba zdůraznit, že jde o biologické procesy, a je otázkou, do jaké míry je možné postihnout všechny složky a procesy probíhající při biologickém růstu a rozkladu. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli pro použití neuronových sítí pomocí ST neural network (SNN), které nám k ověření zapůjčila firma Statsoft–CZ. Neuronové sítě patří k analytickým nástrojům, které lze zahrnout pod pojem umělá inteligence. Ta se používá pro postupy (algoritmy) simulující myšlenkové pochody probíhající v lidském mozku. První systémy umělé inteligence byly užívány v medicíně. Postupně se jejich užívání rozšířilo i do oblasti společenských věd (ekonomie, sociologie, psychologie, politologie apod.). Výhoda této metody spočívá v tom, že pomocí tzv. neuronových sítí můžeme sestavit model podle chování systému jako celku, aniž bychom museli pojmenovat, definovat složky a procesy probíhající uvnitř systému.



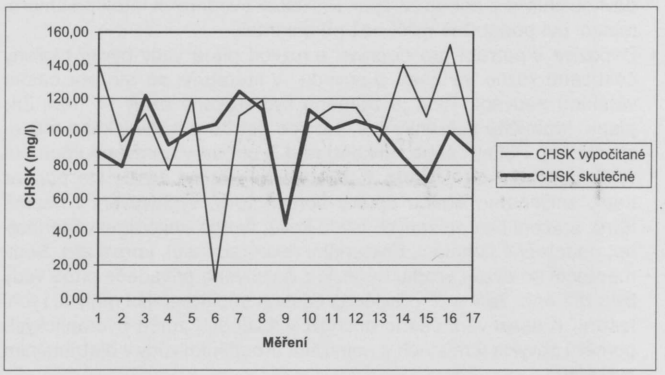
Obr. 1. Schéma ČOV z pohledu neuronových sítí



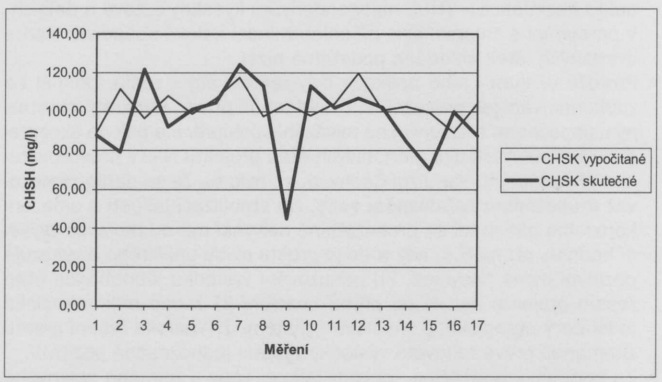
Obr. 2. Ilustrace sítě Linear



Obr. 3.
Ilustrace sítě MLP (22 krytých neuronů)



Obr. 4. Grafické porovnání mezi skutečnými a vypočítanými hodnotami CHSK – nejhorší síť



Obr. 5. Grafické porovnání mezi skutečnými a vypočítanými hodnotami CHSK – nejlepší síť

Pro zjednodušení pochopení principu modelování ČOV pomocí neuronových sítí si představujeme černou schránku (viz *obr. 1*), do které vedou vstupy a od které vycházejí výstupy. Ve skutečnosti tato černá schránka představuje samotnou čistírnu, vstupy do schránky jsou vybrané vstupní hodnoty odpadní vody přitékající do čistírny, například BSK_5, CHSK. Výstupy ze schránky jsou vybrané parametry určující kvalitu vyčištěné vody.

K ověření tohoto způsobu modelování jsme použili 17 naměřených hodnot u ČOV Brázdim. Vybrali jsme hodnoty vstupů, tj. BSK_5, CHSK, NL, a pro výstup jsme použili hodnoty CHSK. (Všechny hodnoty vstupů

Tabulka 1. Výsledek výpočtů pro nejhorší síť Linear 3 : 1 : 1

CHSK výpoč.	CHSK skut.	Rozdíl	Error
140,79	87,8	52,99	0,667423
94,07	79,2	14,87	0,187309
110,94	122	-11,06	0,139235
77,45	92,2	-14,75	0,185728
119,49	101	18,49	0,232862
10,15	104,5	-94,35	1,188233
109,53	124,4	-14,87	0,187259
118,94	113,3	5,64	0,07105
43,66	45	-1,34	0,01692
105,42	113,3	-7,88	0,09925
114,95	101,9	13,05	0,164355
114,60	106,8	7,80	0,0982
94,15	102	-7,85	0,0988
140,61	84,6	56,01	0,705364
109,05	70,3	38,75	0,488094
152,30	100	52,30	0,658692
96,83	87,4	9,43	0,118755

Tabulka 2. Výsledek výpočtů pro nejlepší síť MLP 3 : 22 : 1

CHSK výpoč.	CHSK skut.	Rozdíl	Error
89,28	87,8	1,48	0,01867
111,56	79,2	32,36	0,407512
96,51	122	-25,49	0,321008
107,99	92,2	15,79	0,198841
98,94	101	-2,06	0,02599
106,50	104,5	2,00	0,02519
117,45	124,4	-6,95	0,08756
97,61	113,3	-15,69	0,197618
103,73	45	58,73	0,739716
97,91	113,3	-15,39	0,193831
104,06	101,9	2,16	0,02721
119,74	106,8	12,94	0,162977
100,52	102	-1,48	0,01865
102,57	84,6	17,97	0,226282
99,44	70,3	29,14	0,367044
89,26	100	-10,74	0,135246
103,98	87,4	16,58	0,208796

a výstupu jsou uvedeny v mg/l.) Našli jsme několik neuronových sítí, které by mohly být použité k dalšímu rozhodování. Pro ilustraci zde uvedeme dvě sítě: Linear – lineární (*obr. 2*), která vyhovuje nejméně, a MLP – vícevrstevní (*obr. 3*), která vyhovuje nejlépe za daných podmínek. Výsledky testování jsou shrnuty v *tabulkách 1, 2* a na *obr. 4* a *5*.

Neuronové sítě představují systém Vstup/Výstup, který hledá neznámou datovou strukturu. K tomu potřebují velký počet měření (cca 500). Přestože jsme měli k dispozici jen nízký počet měření (17), domníváme se, že získané výsledky jsou uspokojivé. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli v naší práci pokračovat, především sběrem většího počtu experimentálních dat a následným vyhodnocením pomocí neuronových sítí SNN.

Ing. Nguyen Vu Nam, Ing. Petr Fuchs, CSc.
VÚV T.G.M. Praha
tel.: 02/2019 7271, 02/2019 7241

Key words
Neuron network, mathematical model, activation process, wastewater treatment

Modelling Water Treatment Plants by Means of Neuron Networks (Nguyen, V. N., Fuchs, P.)

Special attention is currently being paid to the mathematical modelling of various processes. As for biological processes, it is often difficult to capture, by mathematical relations, all heterogeneous reactions. That is why the authors are concerned in particular with modelling the activation process of wastewater treatment by means of neuron networks which make it possible to devise a model according to the behaviour of a system as a whole. In the article, the Linear and MLP networks are compared. On the basis of this comparison, the MLP network is preferred.

Přírůstky v knihovně VÚV

Dams in Czech Republic 2000

Publikace „Přehrady v České republice 2000" navazuje na obdobnou knihu vydanou v roce 1991 bývalým Československým přehradním výborem a nazvanou „Přehrady v Čechách a na Moravě 1990". Jedním z účelů vydání publikace byla též příprava na 17. kongres ICOLD ve Vídni.

Významné změny v celé společnosti po listopadu 1989 ovlivnily také oblast vodního hospodářství bývalého Československa. V nových společenských a ekonomických podmínkách výrazně poklesly požadavky na zásobování vodou ze strany obyvatelstva, průmyslu a zemědělství. Vzhledem k této skutečnosti se změnil i pohled na realizaci projektů nových vodních zdrojů. Zpomalení výstavby větších přehrad ale započalo již dříve (zhruba kolem roku 1975), především jako výsledek nedostatečné státní podpory v této oblasti.

V současné době byly zprovozněny pouze ty přehrady, jejichž stavba započala před rokem 1989. Žádné další významné přehrady nejsou v současnosti ve výstavbě ani ve fázi projektu.

Následky extrémních povodní v červenci 1997 ve východní části České republiky (povodí Odry, Moravy a horního Labe) jsou alarmující. Škody způsobené povodní přesáhly 60 miliard korun a o život přišlo 50 lidí. V následujících letech byly značné prostředky vynaloženy na obnovu koryt vodních toků, jejich stabilizaci a realizaci lokálních staveb na ochranu před povodněmi. Ihned po povodních se připravovaly některé návrhy pro celkové zlepšení protipovodňové ochrany, které počítaly s výstavbou nových nádrží. To vyvolalo značný odpor některých ekologických nebo místních občanských sdružení. Proto byly realizovány různé ekologické studie. Zdá se, že dosažení shody je možné v případě menších místních protipovodňových nádrží. Ty ale mají v povodí velkých řek jen velmi malý význam.

Vzhledem k vysoce omezenému hydroenergetickému potenciálu ČR nepřichází v úvahu ani výstavba přehrad za účelem výroby elektrické energie. A tak poslední desetiletí přinesla pouze realizaci přečerpávacích vodních elektráren: Dlouhé Stráně (v provozu od roku 1996) a již dříve Dalešice (1978). Zprovozněny byly také některé malé vodní elektrárny.

V poslední době se pozornost soustřeďuje na nové stupně pro zlepšení plavebních podmínek na Labi – v rámci projektu vhodného napojení na síť evropských vnitrozemských vodních cest.

Následkem skutečnosti, že některé přehrady jsou provozovány již více než 50, 80 nebo dokonce 100 let, narůstá potřeba jejich kompletní rekonstrukce. Dalšími důvody můžou být i nutnost zvýšení kapacity přelivu a dalších protipovodňových zařízení nebo změna jejich účelu. Proto byly v posledních letech realizovány některé významné projekty rekonstrukce nebo modernizace přehrad. Tyto projekty jsou charakterizovány některými specifickými rysy výstavby přehrad v ČR: výstavba a provoz v podmínkách intenzivně využívané krajiny, často v přímém kontaktu s městskými centry, limitovaný hydrologický potenciál říčních povodí s velkými změnami průtoků, široké využívání nádrží pro zásobování pitnou vodou v rozsáhlých systémech.

První dvě kapitoly publikace představují vodní díla Slezská Harta, Hněvkovice a Kořensko. Následující tři kapitoly jsou věnovány hydroenergetice v České republice. V dalších čtyřech kapitolách jsou popisovány rekonstrukce přehrad Skalka, Jirkov, Mšeno a Morávka. Následující kapitoly se zabývají protipovodňovou funkcí přehrad, environmentálními spory v případě systému nádrží Nové Mlýny na řece Dyji a zatápěním zbytkových jam po těžbě uhlí v Severočeské hnědouhelné pánvi vodou. Poslední kapitola se pak zamýšlí nad budoucností přehrad v České republice. Součástí publikace je i Světový registr přehrad – přehrady v České republice.

Kniha je tištěna na křídovém papíře, má 95 stran a je bohatě ilustrována fotografiemi a schématy zmiňovaných přehrad.

Alena Heiclová

MONITORING KVALITY VODY V OBLASTI JADERNÉ ELEKTRÁRNY DUKOVANY

Eva Kočková, Hana Mlejnková

Úvod

Povrchové vody velmi citlivě reagují na klimatické poměry, antropogenní vlivy a dění v povodí toků, rybníků i údolních nádrží. Pouze systematická sledování mohou zachytit změny na jednotlivých lokalitách, a to jak zlepšení stavu, tak naopak zhoršující se tendenci, resp. až havarijní stav toku. Zvláště ve významných oblastech ovlivňovaných průmyslovými, zemědělskými, energetickými, dopravními a dalšími provozy by systematický monitoring kvality vody neměl být podceňován.

Soustava nádrží Dalešice a Mohelno spolu s Jadernou elektrárnou Dukovany (EDU), která je již 16 let v plném provozu, vytváří jednu z nejvýznamnějších vodohospodářsko-energetických lokalit moravského regionu. Soustavný monitoring, který provádí Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v řece Jihlavě od 50. let, zahrnující napouštění obou nádrží (Dalešice a Mohelno) a uvedení EDU do provozu, poskytuje nesmírně obsáhlý materiál o změnách a vývoji jakosti vody z hlediska chemismu vody, radiochemických ukazatelů, biologického oživení a mikrobiologického znečištění, včetně speciálních organických polutantů, analýz vertikál, dnových sedimentů a kapalných a pevných spadů.

Z vodohospodářského pohledu je nádrž Mohelno ovlivněna bezprostředním kontaktem s otevřeným terciárním chladicím vodním okruhem Jaderné elektrárny Dukovany. Chladicí voda v tomto okruhu cirkuluje mezi kondenzátory a chladicími věžemi, přičemž její část odtéká společně s vyčištěnou odpadní vodou z EDU Skryjským potokem zpět do přehradní nádrže Mohelno. Voda odpařená chladicími věžemi a voda vypuštěná Skryjským potokem je do terciárního okruhu doplňována z přehradní nádrže Mohelno prostřednictvím čerpací stanice EDU. Základní funkcí odebírané vody je zajištění koloběhu vody mezi osmi kondenzátory turbín, kde zajišťuje kondenzaci par a zahřívá se odebraným teplem, a osmi chladicími věžemi, kde se naopak ochlazuje a předává teplo z kondenzátorů atmosféře.

Vliv EDU na kvalitu vody

Vliv EDU na kvalitu vod je možno nejlépe posuzovat porovnáním změn jakosti vody odebírané z nádrže Mohelno čerpací stanicí, vody vracené do této nádrže Skryjským potokem a porovnáním zatížení vzdálenějších lokalit (Vladislav, Mohelno, Iváň). Kvalita vody je provozem EDU ovlivněna převážně v těchto parametrech: *teplota vody, koncentrace solí, obsah tritia.* Energetický provoz vodní elektrárny ovlivňuje v důsledku přečerpávání vody z nádrže Mohelno rovněž poměry v nádrži Dalešice. Rozdíly v kvalitě vody jsou uvedeny na *obr. 1* a *2*.

Skryjským potokem je s odpadními vodami EDU do nádrže Mohelno přinášeno nezanedbatelné znečištění způsobené provozem jaderné elektrárny, a to:

- zakoncentrováním vody odparem v chladicích věžích, které způsobuje zvýšení koncentrací aniontů a kationtů;
- chemickou úpravou vody, kdy dochází ke zvýšení koncentrací např. chloridů a síranů;
- kondenzací par na kondenzátorech, způsobující zvýšení teploty vody a obohacení vody o ionty mědi;
- procesy v primárním okruhu, produkujícími tritium, popř. korozní a štěpné produkty;
- komunálními odpadními vodami obsahujícími fekální znečištění atd.

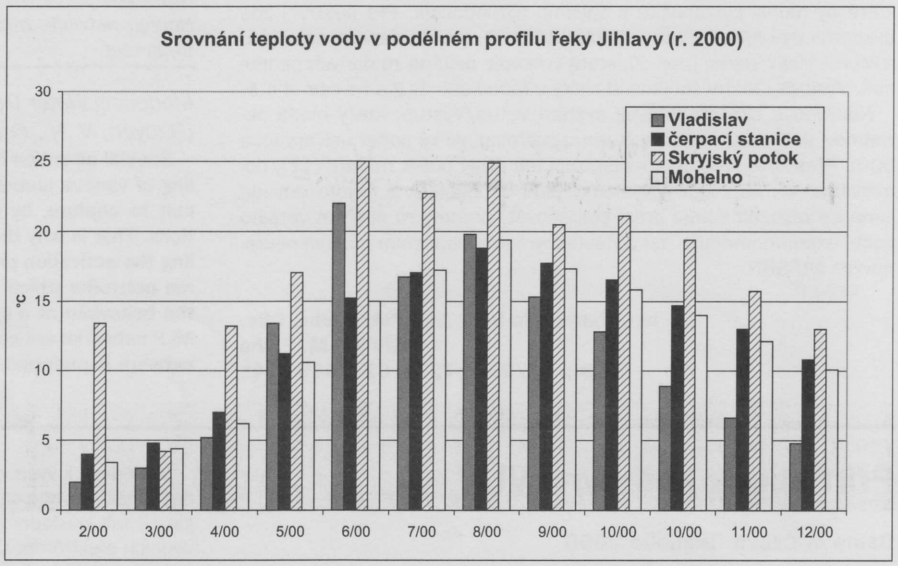
Voda Skryjského potoka je v důsledku těchto procesů obohacena o vysoké koncentrace: síranů, dusičnanů, chloridů, vápníku, hořčíku, sodíku a draslíku, což se odráží v hodnotách konduktivity, tvrdosti, pH apod.; rozpuštěných látek; organického znečištění (CHSK, TOC, psychrofilní bakterie); fekálního znečištění; mědi a tritia. V posledním roce dochází díky technologickým změnám v EDU ke snížení koncentrace mědi v odpadní vodě.

Tritium je nejmobilnější radionuklid se středně dlouhým poločasem rozpadu (12 let) a relativně nízkou radiotoxicitou, vzniká jako sekundární produkt jaderných reakcí (tj. výbuchy jaderných zbraní, provozem jaderných reaktorů a v malé míře ve vysokých vrstvách atmosféry).

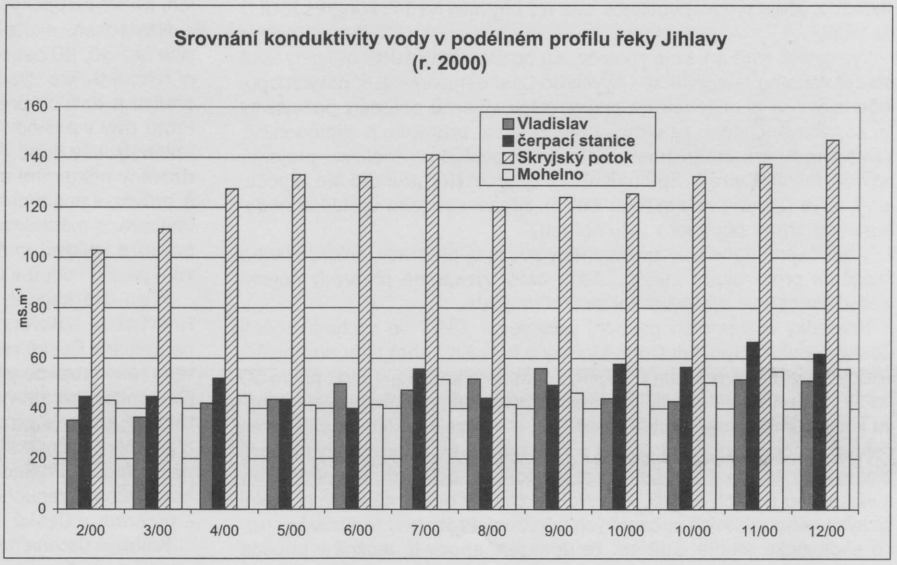
Objemová aktivita tritia, jako specifického radioaktivního izotopu uvolňovaného vlivem jaderné elektrárny do životního prostředí, byla stanovována 1krát měsíčně ve Skryjském potoce, vertikálách obou nádrží a v limitujících profilech řeky Jihlavy až po ústí do nádrže Nové Mlýny (viz *obr. 3* a *4*).

V *tabulce 1* jsou uvedeny objemové aktivity tritia z vtokového profilu řeky Jihlavy do nádrže Dalešice pod obcí Vladislav (nezasaženého odpadními vodami z EDU), Skryjského potoka při ústí do nádrže Mohelno, řeky Jihlavy pod nádrží Mohelno a ústí řeky Jihlavy do střední nádrže vodního díla Nové Mlýny pod obcí Iváň.

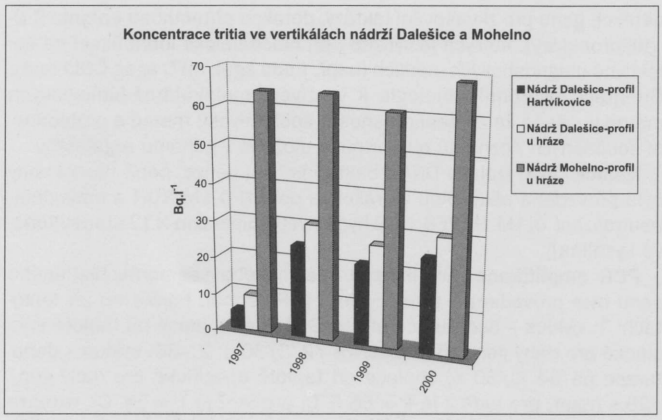
Objemová aktivita tritia v oblasti JE Dukovany dosahuje ve srovnání s nezatíženými oblastmi (cca 0,1–3 Bq.l^{-1}) několikanásobně vyšších hodnot, které však nepřesahují velmi vysoké limity povoleného znečištění povrchových vod v ČR podle zákona č. 82/1999 Sb. (5 000 Bq.l^{-1}). Vliv odpadních vod odtékajících Skryjským potokem, kde byly nepravidelně zachyceny extrémně vysoké hodnoty tritia (*tabulka 1*; *obr. 4*; až 5 000 Bq.l^{-1}), se nejvíce odráží v nádrži Mohelno (*obr. 3*; cca 60 Bq.l^{-1}). Díky přečerpávacímu provozu elektrárny Dalešice je zvýšenou aktivitou tritia zasažena i nádrž Dalešice (*obr. 3*; 20–30 Bq.l^{-1}). Řeka Jihlava obsahuje zvýšenou aktivitu tritia až k 50 km vzdálenému ústí do nádrže Nové Mlýny (*obr. 4*; cca 35 Bq.l^{-1}).



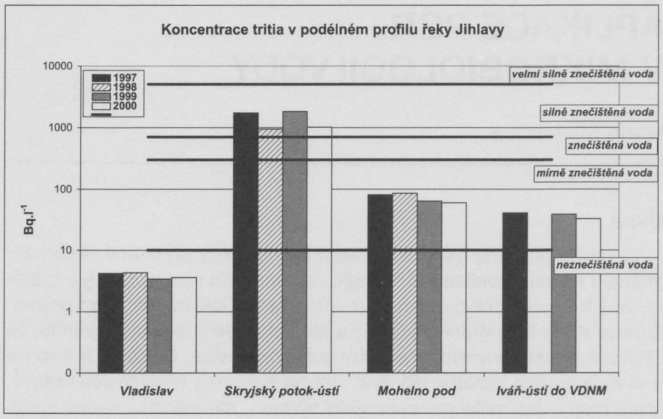
Obr. 1. Teplota vody v limitujících profilech řeky Jihlavy (měřena 1krát měsíčně)



Obr. 2. Konduktivita vody v limitujících profilech řeky Jihlavy (měřena 1krát měsíčně)



Obr. 3. Průměrná objemová aktivita tritia ve vertikálách (0, 5, 10 m a dno) v nádržích Dalešice a Mohelno v letech 1997–2000



Obr. 4. Průměrné hodnoty objemové aktivity tritia v limitujících profilech řeky Jihlavy s vyznačením klasifikačních stupňů normy ČSN 75 7221/1998

Závěr

- Díky mnohonásobnému naředění odpadních vod v nádrži Mohelno nedochází k významnému zatížení nádrže Mohelno, následného toku řeky Jihlavy ani nádrže Dalešice, do které je voda z Mohelské nádrže přečerpávána. Velká část kontaminantů je v nádrži eliminována a neovlivňuje kvalitu vody v řece Jihlavě pod Mohelnem, s výjimkou těchto parametrů: zvýšení teploty vody, mírné zvýšení vodivosti a tvrdosti a kontaminace mědí a tritiem.
- Ačkoli objemová aktivita tritia na všech lokalitách sledovaných VÚV T.G.M. Brno nepřesahuje v ČR povolené limity, je patrné, že i přes mnohonásobné naředění v nádržích zhoršuje kvalitu vody v dolním úseku řeky Jihlavy.
- Z dlouholetých výsledků analýz vyplývá, že pouze komplexní a dlouhodobý monitoring poskytuje objektivní pohled na změny probíhající v hydrosféře a zachycuje možné negativní vlivy v recipientech odpadních vod jaderných elektráren, které díky poměrně krátké existenci tohoto typu energetických provozů nejsou u nás dostatečně podchyceny zkušenostmi z jejich provozu. V souvislosti s uváděním do provozu druhé jaderné elektrárny v Temelíně by však bylo vhodné i tyto zkušenosti využít k ochraně životního prostředí.

Literatura

[1] Hanslík, E. Vliv Jaderné elektrárny Temelín na hydrosféru. Výzkum pro praxi, sešit 34, Praha: VÚV T.G.M, 1996, 80 s.
[2] Kočková, E. aj. Jakost vody ve vodním díle Dalešice a Mohelno. Závěrečné zprávy úkolů VÚV T.G.M. Brno, 1980–2000.
[3] Pitter, P. Hydrochemie, Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999, 568 s.
[4] Staněk, Z. Vliv přirozené a umělé radioaktivity na kvalitu vod. Závěrečná zpráva úkolu VÚV T.G.M. Brno, 1978, 117 s.

RNDr. Eva Kočková, RNDr. Hana Mlejnková, Ph.D.
VÚV T.G.M. – pobočka Brno
tel.: 05/4132 1224, linky 319 a 309

Key words
Monitoring, water quality, water temperature, hardness, conductivity, contamination by copper and tritium

Tabulka 1. Objemová aktivita tritia v $Bq \cdot l^{-1}$

Rok	Profil	min.	max.	průměr
1997	Vladislav	3,6	5,3	4,2
	Skryjský potok-ústí	64,8	4 105,7	1 740,5
	Mohelno pod	21,9	280,8	81,03
	Iváň-ústí do VDNM	22,0	86,2	40,7
1998	Vladislav	3,0	7,4	4,3
	Skryjský potok-ústí	63,1	4 943	944,6
	Mohelno pod	40,3	199	85,6
1999	Vladislav	< 3,0	5,0	3,4
	Skryjský potok-ústí	175,4	7 040,4	1 821,0
	Mohelno pod	30,2	127,5	63,5
	Iváň-ústí do VDNM	21,0	113,6	38,4
2000	Vladislav	3,0	5,6	3,6
	Skryjský potok-ústí	79,4	4 086,2	1 015,7
	Mohelno pod	37,4	83,5	59,3
	Iváň-ústí do VDNM	21,7	45,1	32,5

VDNM = vodní dílo Nové Mlýny

Water Quality Monitoring in the Area of the Nuclear Power Plant of Dukovany (Kočková, E., Mlejnková, H.)

For almost 50 years, the T. G. Masaryk Water Research Institute, Branch Office Brno, has been performing water quality monitoring in the area of the nuclear power plant of Dukovany. From the complex monitoring of this locality it is clear that, due to a multiple dilution, there arises no significant load in the River Jihlava, or in the reservoirs of Mohelno and Dalešice. Of the followed parameters, there occurs only an increase in water temperature and a moderate increase in conductivity, hardness and contamination by copper and tritium.

VRV
VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA
akciová společnost
150 56 Praha 5 - Smíchov, Nábřežní 4
tel.: 02/57327155 fax: 02/57328057 E-mail: vrv@vrv.cz
◆ **řízení investičních projektů**
◆ **koncepční a poradenská činnost ve vodním hospodářství**
◆ **analýzy financování investiční výstavby**

HYDROPROJEKT CZ
AKCIOVÁ SPOLEČNOST
PROJEKTOVÁNÍ, INŽENÝRSKÉ SLUŽBY, KONZULTACE A DODÁVKY STAVEB NA KLÍČ

PRAHA	BRNO	OSTRAVA	Č. BUDĚJOVICE
Táborská 31	Minská 18	Varenská 49	Zátkovo nábřeží 7
Tel.: 02/61215198	05/41240600	069/6638328	038/6355427
Fax: 02/61215186	05/41214973	069/6638329	038/6354646

APLIKACE PCR V MIKROBIOLOGII VODY

Hana Mlejnková

Úvod

Ve druhé polovině minulého století byly učiněny převratné objevy zejména v oblasti molekulární biologie. Významným mezníkem bylo zjištění, že DNA je nositelkou genetické informace. Dalším důležitým poznatkem ve vývoji této vědní disciplíny a celé biologie vůbec bylo zjištění, že DNA má strukturu komplementární dvoušroubovice. Od té doby bylo na poli molekulární biologie učiněno mnoho naprosto převratných objevů, které mají nejen velký gnoseologický význam, ale nalezly i široké uplatnění v aplikovaném výzkumu, a to zejména v medicíně, farmacii, zemědělství a potravinářském průmyslu. V osmdesátých letech minulého století byla Kary Mullisem (Mullis, et al., 1986; Mullis and Faloona, 1987) objevena jedna z nejpřevratnějších metod současné molekulární biologie – **PCR (Polymerase Chain Reaction)**. PCR umožňuje enzymatickou amplifikaci přesně definovaného úseku DNA *in vitro*. Podstatou metody je opakované zahřívání (denaturace cílové DNA) a ochlazování (hybridizace primerů s následnou syntézou komplementárních řetězů cílové sekvence DNA) PCR směsi, jež vedou k exponenciálnímu hromadění „cílové sekvence DNA". Amplifikovanou DNA je pak možno snadno detekovat pomocí agarózové elektroforézy. Reakční směs pro standardní PCR obsahuje následující složky: „cílovou (templátovou) DNA", jejíž sekvenci přesně známe a chceme amplifikovat, pár oligonukleotidových primerů, které specificky „vymezují" amplifikovanou oblast, deoxynukleotidy trifosfáty, jež slouží jako „stavební kameny" amplifikované DNA, a termostabilní DNA polymerázu (obvykle *Taq polymeráza*), jejíž aktivita se nemění ani po opakovaném zahřívání na vysokou teplotu (94 °C).

PCR našla řadu aplikací i mimo oblast molekulární biologie, a to zejména díky své vysoké spolehlivosti, reprodukovatelnosti a také relativní jednoduchosti. Tuto metodu lze použít pro rychlou a vysoce specifickou detekci mikrobiálních patogenů z vodního prostředí (Bej, et al., 1990; Bej and Mahbubani, 1991; Bej, et al., 1991; Bej, et al., 1998; Kuhlmann, et al., 2000; Theron, et al., 2001), klinického a veterinárního materiálu (Amavisit, et al., 2001; Carli, et al., 2001) a také z potravin (Shearer, et al., 2001; Kawasaki, et al., 2001; Jenikova, et al., 2000; Peng and Shelef, 2001).

V mikrobiologické praxi umožňuje metoda PCR identifikovat různé bakteriální druhy na základě jejich genetické odlišnosti. Například schopnost zkvašovat laktózu je využívána pro tradiční biochemickou identifikaci příslušného bakteriálního druhu nebo skupiny bakterií. Tato vlastnost je geneticky podmíněna, tzn., že bakterie zkvašující laktózu mají ve svém genomu příslušný gen pro tuto vlastnost (*lac*). Gen *lac* má unikátní sekvenci, jež je známa, a tedy umožňuje identifikaci bakterií majících tento gen ve svém genomu pomocí PCR bez ohledu na to, zda se sledovaný gen v daném prostředí exprimuje (vyjádří), nebo ne. Identifikace bakterií, respektive jejich vlastností (genů) klasickými metodami vyžaduje 10^4 až 10^6 jedinců stejného druhu, a tedy obvykle i kultivaci. Naproti tomu PCR umožňuje identifikaci řádově desítek bakterií stejného druhu (Bej, et al., 1991; Jones, et al., 1993).

Pro identifikaci organismů, u nichž není podrobně známa sekvence jejich genomu, je možné použít metodu RAPD (Random Amplified Polymorfic DNA). RAPD je variantou PCR, jež využívá jako primery náhodné oligonukleotidy (dekamery), které se párují na různých místech v genomu. DNA fragmenty amplifikované touto metodou (fingerprint) odráží charakteristické uspořádání každého genomu, a tedy mohou složit jako identifikační znak. Metoda byla úspěšně aplikována nejen pro detekci přítomnosti hledaných organismů, ale také pro identifikaci genetických rozdílů mezi jedinci téhož druhu (Larson, et al., 1996; Franklin, et al., 1999; Mare, et al., 2001; Roberts and Crawford, 2000; Oakey, et al., 1999; Akhunov, et al., 1998; Kutchma, et al., 1998).

Metodika

Cílem práce bylo využití metody PCR k identifikaci bakterií významných ve vodách, resp. k detekci některých specifických vlastností (např. detekce genu pro zkvašování laktózy, detekce přítomnosti enzymu ß-D-glukoronidázy), kterých je využito i při biochemické identifikaci na selektivně diagnostických médiích (např. Endo agar, mFC agar, COLI test). Orientace hydromikrobiologie k využívání molekulárně-biologických metod je cílena ke zvýšení přesnosti, spolehlivosti metod a prohloubení současných poznatků o informace uložené v genomu organismů.

Tabulka 1. Srovnání detekce laktózy a glukuronidázy kultivací a PCR

Laktóza		Glukuronidáza	
laktóza-kultivace	**gen *lac***	**GLR-kultivace**	**gen *uid***
27 +	21 +	20 +	18 +
10 -	9 -	10 -	10 -
2 +	2 -	0 +	0 -
2 -	2 +	1 -	1 +

Izolace DNA: Izolace DNA z bakteriální suspenze, popř. vzorku vody byla provedena alkalickou extrakcí za použití 0,1M KOH a následnou neutralizací 0,1M HEPES {N[2-hydroxyetyl]piperazin-N´[2-etansulfonová kyselina]}.

PCR amplifikace: Amplifikace specifického segmentu hledaného genu byla provedena v termocykleru (T-Personal, Biometra) při teplotách: 1. cyklus – denaturace při 94 °C/2 min, anelace při teplotě specifické pro daný gen/25 s, extenze 72 °C/30 s; 2.–30. cyklus – denaturace při 94 °C/30 s, anelace při teplotě specifické pro daný gen/25 s (např. pro *uidA* 2 je T_a = 56,5 °C, pro *lacZ* je T_a = 58 °C), extenze při 72 °C/30 s. 50 µl PCR směsi obsahovalo: 1x PCR pufr (50 mM KCl; 10 mM Tris-HCl; 1,5 mM $MgCl_2$, 0,01% želatina); 2U Taq DNA polymerázy; 0,5 µM (+) primer a 0,5 µM (-) primer; 200 µM dNTP; cca 5–10 ng templatové DNA; destilovanou vodu.

Detekce PCR produktu: Amplifikovaný segment DNA byl separován standardní gelovou elektroforézou (Agagel Standard, Biometra) na 1,5% agarózovém gelu v prostředí 1krát TBE pufr (tris-borátový pufr, obsahující 10,8 g Tris; 5,5 g kyseliny borité; 0,752 g EDTA na 1 litr destilované vody) při konstantním napětí 70 V/1,5 h při laboratorní teplotě. Pro určení velikosti amplifikované DNA bylo použito komerčně dostupných velikostních standardů DNA. Separovaná DNA byla vizualizována na UV transiluminátoru (Vilber Lourmat, TCX-15.M) po obarvení gelu ethidium bromidem (0,5 µg/ml). Vysledky analýzy byly dokumentovány digitálním fotoaparátem (Olympus Camedia C-2020).

Výsledky

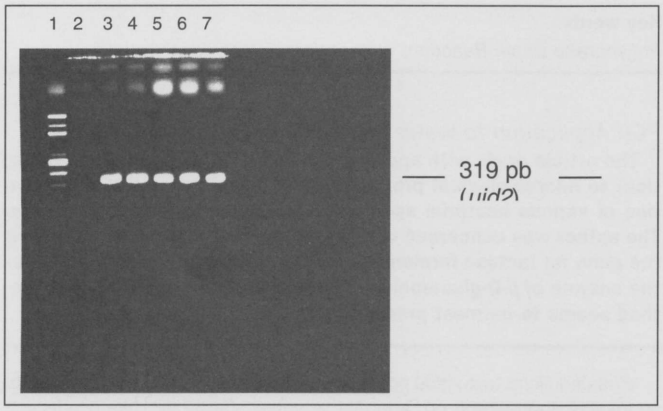
Identifikace koliformních bakterií, tj. indikátorů fekálního znečištění podle ČSN 83 0531 (od září 2001 ČSN EN ISO 9308-1): Izoláty koliformních bakterií (kontrolní sbírkové kmeny a laktóza-pozitivní, oxidáza-negativní izoláty z povrchových vod) byly identifikovány na základě přítomnosti specifického úseku genu *lac* o délce 264 párů bazí. Dvojice primerů KBlac(-1) 5´-ATGAAAGCTGGCTACAGGAAGGCC-3´ a KBlac(+1) 5´-GGTTTATGCAGCAACGAGACGTCA-3´ byla převzata z literatury (Bej, et al., 1991). U sbírkového kmene *Escherichia coli* CCM 3954 a u 90 % izolátů z povrchových vod byla zjištěna shoda při identifikaci klasickými metodami (selektivně diferenciační média) a detekcí genu *lac* PCR (*tabulka 1*).

Identifikace *Escherichia coli* jako indikátoru fekálního znečištění podle TNV 75 7835: Laktóza-pozitivní, oxidáza-negativní kmeny z Endo a mFC agaru byly testovány na přítomnost genu *uid*, jenž kóduje enzym β-D-glukuronidázu (GLR), a to jak substrátovým testem (COLI test, Pliva-Lachema, a. s., založený na principu štěpení 4-methylumbelliferyl-β-D-glukuronidu (MUG) β-D-glukuronidazou na 4-methylumbelliferon, který dává pod zdrojem UV záření modrou fluorescenci), tak amplifikací charakteristického úseku genu *uid*. Charakteristické primery ECuid(-1) 5´-TATGGAATTTCGCCGATTTT-3´ a ECuid(+1) 5´-TGTTTGCCTCCCTGCTGCGG-3´, ohraničující úsek o délce 147 bp, byly zjištěny v databázi NCBI, primery ECuid(-2) 5´-GTTCTGCGACGCTCACACC-3´ a ECuid(+2) 5´-ATCGGCGAAATTCCATACCTG-3´ o délce 319 bp byly vyhledány v literatuře (Bej, et al.,1991). Anelace probíhala při 50 °C pro *uidA* 1 a při 56,5 °C pro *uidA* 2. Shoda ve výsledcích obou metod byla 94% (*tabulka 1, obr. 1*). Přítomnost genu *uid* byla prokázána nejen pro *E. coli* CCM 3954 (10^1–10^6 KTJ/ml), ale i pro neidentifikované izoláty koliformních bakterií, izoláty salmonel, *Enterobacter cloaceae* CCM 1903 a DNA izolovanou přímo ze vzorku silně kontaminované odpadní vody (bez kultivace).

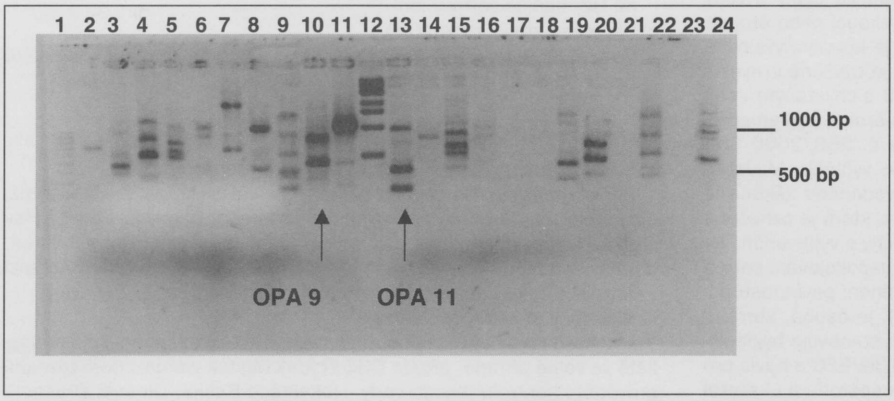
Identifikace bakterií metodou RAPD: Metoda RAPD byla pokusně aplikována na izoláty salmonel a koliformních bakterií ze vzorků povrchových a odpadních vod. Pro porovnání identity izolátů koliformních bakterií s *E. coli* CCM 3954 byly vybrány primery OPA 9 a OPA 11, produkující skupinu DNA fragmentů, z nichž byly pro porovnání vybrány nejvýraznější fragmenty (*obr. 2*). Tato metoda byla vyzkoušena na izolátech z odpadních vod (S16, S15, S10 – KČOV Němčičky) a sbírkových kmenech salmonel (SE 4420 – *Salmonella enterica subsp. enterica* serovar *enteritidis* CCM 4420, ST – *Salmonella typhimurium*) – *obr. 3* a izolátech termotolerantních koliformních bakterií F9–F13 z řeky Jihlavy ve Vladislavi a Skryjského potoka.

Z výsledků je patrný rozdíl fingerprintů jednotlivých primerů pro izoláty z vod a sbírkové kmeny. S fingerprintem sbírkového kmene *Salmonella enterica* je totožný obraz DNA izolované z kmene *S. typhimurium* (*obr. 3*, pozice 6, 7 a 12, 13).

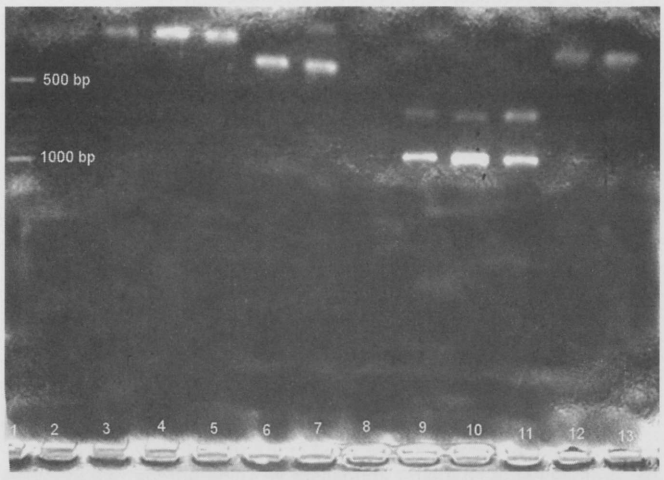
Identifikace bakterií izolovaných z vody metodou RAPD se jeví jako velmi perspektivní a bude dále optimalizována pro větší spektrum významných bakterií.



Obr. 1. Identifikace *E. coli* ze vzorku vody pomocí genu *uidA* o délce 319 pb: pozice 1 – velikostní standardy DNA 100–1 000 pb; 2 – kontrola (destilovaná. voda); 3–7 – bakteriální suspenze odpovídající cca 10^6/1 ml *E. coli*, izolované ze vzorku vody (*E. coli* byla stanovena podle TNV 75 7835)



Obr. 2. RAPD (fingerprinting sady 22 náhodných dekamerů) *Salmonella enterica subsp. enterica* serovar *enteritidis* CCM 4420: pozice: 1 – standard molekulové hmotnosti DNA I; 2 – OPA1; 3 – OPA2; 4 – OPA3; 5 – OPA4; 6 – OPA5; 7 – OPA6; 8 – OPA7; 9 – OPA8; 10 – OPA9; 11 – OPA10; 12 – standard molekulové hmotnosti DNA II; 13 – OPA11; 14 – OPA12; 15 – OPA13; 16 – OPA14; 17 – OPA15; 18 – OPA16; 19 – OPA17; 20 – OPA18; 21 – OPA19; 22 – OPA20; 23 – LDD1; 24 – LTK3



Obr. 3. RAPD (fingerprinting náhodných dekamerů OPA9 a OPA11): pozice: 1 – standard molekulové hmotnosti DNA; 3 – S 16 (OPA9); 4 – S 15 (OPA9); 5 – S 10 (OPA9); 6 – SE 4420 (OPA9); 7 – ST (OPA9); 9 – S 16 (OPA11); 10 – S 15 (OPA11); 11 – S 10 (OPA11); 12 – SE 4420 (OPA11); 13 – ST (OPA11)

Diskuse a závěr

Použití molekulárně-biologické metody amplifikace charakteristického úseku hledaného genu (PCR) pro stanovení příslušnosti bakteriálních izolátů k indikátorové skupině mikroorganismů bylo velmi úspěšné, a to z 90 % pro gen *lac* (laktóza) a 94 % pro gen *uid* (β-D-glukuronidáza). V malém procentu zjištěné neshody výsledků obou metod lze vysvětlit následovně: detekce genu, který nebyl zjištěn kultivačním stanovením, potvrzuje skutečnost, že se geneticky daná vlastnost nemusí vždy při biochemické reakci projevit, naopak pozitivní vyjádření genu při kultivaci na tuhém médiu, které nebylo potvrzeno PCR, lze vysvětlit např. kontaminací analyzované kolonie.

Detekce významných vlastností bakterií, které jsou používány jako indikátory fekálního znečištění vod nebo jinak významných bakterií, na základě informací obsažených v bakteriálním genomu, se ukazuje jako velmi perspektivní metoda. Její aplikace v mikrobiologii vody může přinést mnoho nových poznatků a významně zkrátit a zpřesnit současně používané metody.

Literatura

[1] Amann, RI., Ludwig, W., and Schleifer, KH. Phylogenetic Identification and In Situ Detection of Individual Microbial Cells without Cultivation. *Microbial Reviews*, 59, 1, 1995, s. 143–169.

[2] Amavisit, P., Browning, GF., Lightfoot, D., Church, S., Anderson, GA., Whithear, KG., and Markham, PF. Rapid PCR detection of Salmonella in horse faecal samples. *Vet. Microbiol.*, 79, 1, 2001, s. 63–74.

[3] Bej, AK., DiCesare, JL., Haff, L., and Atlas, RM. Detection of Escherichia coli and Shigella spp. in Water by Using the Polymerase Chain Reaction and Gene Probes for uid. *Appl. Environ. Microbiol.* 57, 1991, s. 1013–1017.

[4] Bej, AK., McCarty, SC., and Atlas, RM. Detection of Coliform Bacteria and Escherichia coli by Multiplex Polymerase Chain Reaction: Comparison with Defined Substrate and Plating Methods for Water Quality Monitoring. *Appl. Environ. Microbiol.*, 57/8, 1991, s. 2429–2432.

[5] Bej, AK., Patterson, DP., Brasher CW., Vickery, MCL., Jones, DD., and Kysner, ChA. Detection of total hemolysin-producting Vibrio parahaemolyticus in shellfish using multiplex PCR amplification of tl, tdh and trh. *Journal of Microbial Methods*, 36, 1999, s. 215–225.

[6] Bej, KA. and Mahbubani, MH. Applications of the Polymerase Chain Reaction in Environmental Microbiology. *PCR Meth. Appl.*, 1, 3, 1992, s. 151–159.

[7] Bej, KA., Mahbubani, MH., DiCesare, JL., and Atlas, RM. Polymerase Chain Reaction-Gene Probe Detection of Microorganismus by Using Filter-Concentrated Samples. *Appl and Env. Microbiol.*, 1991, s. 3529–3534.

[8] Brasher,CW., DePaola, A., Jones, DD., and Bej, AK. Detection of Microbial Pathogens in Shellfish with Multiplex PCR. *Current Microbiology*, Vol. 37, 1998, s. 101–107.

[9] Carli, KT., Unal, CB., Caner, V., and Eyigor, A. Detection of salmonellae in chicken feces by combination of tetrathionate broth enrichment capillary PCR, and capillary gel electroforesis. *J. Clin. Microbiol.*, 39, 5, 2001, s. 1871–1976.

[10] Erlich, HA. PCR Technology: principles and applications for DNA amplification. New York: Stockton Press, 1989, 247 s.

[11] Jenikova, G., Pazlarova, J., and Demnerova, K. Detection of Salmonella in food samples by the combination of immunomagnetic separation and PCR assay. *Int. Microbiol.*, 3, 4, 2000, s. 225–229.

[12] Jones, DD., Law, R., and Bej, AK. Detection of Salmonella spp. in Oysters Using PCR and Gene Probes. *J. Food Sci.*, 58, 6, 1993, s. 1191–1197.

[13] Kawasaki, S., Kimura, B., and Fujii, T. Comparison of TaqMan Salmonella amplification/detection kit with standard culture procedure for detectionof Salmonella in meat samples. *Shokuhin Eisegaku Zasshi*, 42, 1, 2001, s. 33–39.

[14] Kuhlmann, B., Kilb, B., and Preuss, G. Abschätzung der Eignung einer molekularbiologischen Methode zur Charakterisierung der Grundwasserbiozönose. *Acta hydrochim. hydrobiol.*, 28, 2000, s. 250–255.

[15] Mahbubani, MH., Schaefer III, FW., Jones, DD., and Bej, AK. Detection of Giardia in Environmental Waters by Imunno-PCR Amplification Methods. *Current Microbiology,* Vol. 36, 1998, s. 107 až 113.

[16] Mullis, KB. and Faloona, F. *Meth. Enzymol*, 1987, s. 155–335.

[17] Mullis, KB., Faloona, F., Scharf, SJ., Saiki, RK., Horn, GT., and Erlich, HA. Cold Spring Harbor Symp. *Quant. Biol.*, 51, 1986, s. 263–273.

[18] Peng, H. and Shelef, LA. Automated simultaneous detection of low levels of listeriae and salmonellae foods. *Int. J. Food. Microbiol.*, 63, 3, 2001, s. 225–233.

[19] Shearer, AE., Strapp, CM., and Joerger, RD. Evaluation of polymerase chain reaction-based system for detection of Salmonella enteritidis, Escherichia coli 0157:H7 Listeria spp., and Listeria monocytogenes on fresh fruits and vegetables. *J. Food Prot.*, 64, 6, 2001, s. 788–795.
[20] Theron, J., Morar, D., Du Preez, M., Brözel, VS., and Venter, SN. A sensitive seminested PCR method for the detection of Shigella in spiked environmental water samples. *Wat. Res.*, 35, 4, 2001, s. 869–874.

RNDr. Hana Mlejnková, Ph.D.
VÚV T.G.M. – pobočka Brno
tel.: 05/4132 1224, linka 309

Key words
Polymerase Chain Reaction, water microbiology, fecal pollution

PCR Application to Water Microbiology (Mlejnková, H.)
The article deals with applying the PCR (Polymerase Chain Reaction) to microbiological practice where it facilitates the identification of various bacterial species on the basis of genetic diversity. The author was concerned with using the PCR method at detecting the gene for lactose fermentation and at detecting the presence of the enzyme of β-D-glucuronidase (successfulness of 94 %). The method seems to be most promising.

VHODNOST POVRCHOVÝCH VOD VE VOLNÉ PŘÍRODĚ V POVODÍ ODRY KE KOUPÁNÍ

Jiří Šajer

V Evropské unii platí Směrnice 76/160/EEC týkající se kvality vody pro koupání, s výjimkou vody užívané pro terapeutické účely a vody užívané v plaveckých bazénech [1], pro všechny tekoucí nebo stojaté sladké vody a jejich části a mořské vody, v nichž je koupání výslovně povoleno členským státem nebo není zakázáno a je tradičně provozováno velkým počtem koupajících se. V souvislosti s chystaným vstupem naší republiky do Evropské unie byla tato směrnice implementována do české legislativy prostřednictvím zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví [2], a na něj navazující vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 464/2000 Sb. [3]. Podle uvedeného zákona je koupalištěm ve volné přírodě přírodní vodní plocha, která je označena jako vhodná ke koupání, a související provozní plochy s vybavením. Je-li koupaliště provozováno jako bezplatná služba k uspokojování potřeb fyzických osob, pak osobou, která odpovídá za splnění povinností podle tohoto zákona (včetně sledování kvality vody), je osoba, která je jako takové označila. Uvedená prováděcí vyhláška stanovuje hygienické limity pro stejné ukazatele jako směrnice 76/160/EEC a navíc pro ukazatel biologický stav podle indexu saprobity biosestonu a ukazatel živé organismy – fytoplankon. Kromě toho podle vyhlášky koncentrace celkového dusíku, dusičnanů, celkového fosforu, arzenu, kadmia, šestimocného chrómu, kyanidů a celkového organického uhlíku nesmějí překročit limitní hodnoty stanovené nařízením vlády č. 82/1999 Sb. pro vodárenské toky [4]. Kontrola jakosti vody musí být podle vyhlášky zahájena nejpozději 14 dní před předpokládaným počátkem koupací sezony a další odběry vzorků vody se pak mají provádět s četností uvedenou ve vyhlášce a dále vždy, když lze očekávat zhoršení kvality vody. Hygienický limit pro ukazatel živé organismy – fytoplankton byl vyhláškou stanoven zejména proto, aby se předešlo případným zdravotním problémům, které mohou v některých lokalitách způsobit koupajícím se sinice. Většina sinic totiž produkuje toxické látky. Ty mohou vyvolat alergické reakce na kůži, zánět spojivek, v případě polknutí vody nevolnost, zvracení a průjmy. Některé toxiny obsažené v sinicích poškozují játra, nervovou soustavu, narušují imunitu, mohou aktivovat rakovinné procesy. V § 34 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), je v odstavci 1 uvedeno, že povrchové vody, které obvykle používá ke koupání větší počet osob, stanoví Ministerstvo zdravotnictví ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí vyhláškou (ta doposud nevyšla). Koupání v nich je povoleno, pokud jakost vody odpovídá požadavkům stanoveným zvláštním předpisem (v našem případě vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 464/2000 Sb.). Přestane-li jakost povrchové vody odpovídat uvedeným požadavkům, uloží nebo přijme vodoprávní úřad k nápravě tohoto stavu odpovídající opatření po projednání s orgány ochrany zdraví a správcem povodí.

Stále však zůstávají nedořešeny lokality ve volné přírodě, kam se lidé chodí koupat, ale nikdo je po vydání výše uvedeného zákona a jeho prováděcí vyhlášky jako koupaliště ve volné přírodě neoznačil, protože nehodlá na svá bedra vzít povinnosti dané zákonem, ani v nich nikdo koupání přímo nezakázal. **Přitom mnohé z těchto lokalit jsou uváděny v řadě informačních a propagačních materiálů nabízejících rekreaci, a to mnohdy i cizojazyčně.** Jako nejobsáhlejší a nejčerstvější materiál v tomto směru lze v celorepublikovém měřítku považovat publikaci 1 234 míst ke koupání v České republice [5], která vyšla v roce 2001 v češtině, němčině a angličtině. Hned v úvodu je však důležité upozornění, které může leckterý čitatel přehlédnout, že situace zejména menších koupališť se často mění v závislosti na finančních možnostech města, hygienických podmínkách a dalších nepředvídatelných okolnostech. Lokálního významu jsou pak například publikace Informace o okrese Frýdek-Místek v publikaci [6] z roku 1999, která je v češtině, angličtině, francouzštině a němčině, nebo Nabídka turistických možností poskytovaná Beskydským informačním centrem.

V následujícím textu jsou pro každý okres v povodí Odry nejdříve uvedeny lokality doporučené pro koupání ve volné přírodě ve výše uvedených publikacích a následuje pak vždy popis skutečného stavu v roce 2001, vycházející z informací získaných od příslušných hygienických služeb.

Okres Bruntál

a) Lokality doporučované v informačních materiálech:
Krnov-Petrův palouk, Leskovec nad Moravicí-Slezská Harta, Svobodné Heřmanice-šofrový lom.
b) Skutečný stav v roce 2001:
V roce 2001 pracovníci hygieny v okrese Bruntál přírodní koupaliště nekontrolovali, protože nikdo nežádal o povolení ke koupání.

Okres Frýdek-Místek

a) Lokality doporučované v informačních materiálech:
Baška-přehrada, Brušperk-přehrada, Olešná-přehrada, Lučina-Žermanice-přehrada, Soběšovice-Žermanice-přehrada, 5 splavů na řece Hluchové, Třanovice na řece Stonávce, Olše v Hrádku, Horní Lomná, 3 splavy na řece Ostravici ve Frýdlantě n. O., peřeje na řece Ostravici v Ostravici, řeka Čeladenka v Čeladné, vodní nádrž u TJ Kunčice.
b) Skutečný stav v roce 2001:
V okrese Frýdek-Místek nebylo v roce 2001 vyhlášeno žádné koupaliště ve volné přírodě, přesto OHS Frýdek-Místek v omezeném rozsahu prováděla kontrolu jakosti vody v lokalitách Baška, Olešná, Brušperk a Žermanice. V červenci vzorky vyhovovaly vyhlášce. V průběhu srpna byl v přehradě Baška zjištěn nevyhovující stav a okresní hygienik zde z důvodu zhoršené bakteriologické kvality nedoporučil koupání. V druhé polovině srpna okresní hygienik z téhož důvodu nedoporučil koupání v přehradě Olešná.

Okres Opava

a) Lokality doporučované v informačních materiálech:
Hlučín, Stříbrné jezero, Stěbořice-Nový Dvůr, U Arboreta, Suché Lazce, Sedlinka.
b) Skutečný stav v roce 2001:
V okrese Opava nebylo v roce 2001 vyhlášeno žádné koupaliště ve volné přírodě, přesto hygienická služba v omezeném rozsahu provedla kontrolu jakosti vody u čtyř vodních ploch, tj. Budišov, Vítkov-Balaton, Stříbrné jezero a Suché Lazce. V uvedených lokalitách nebyly zjištěny vážné nedostatky týkající se kvality vody ve vztahu k vyhlášce MZ č. 464/2000 Sb., pro koupání ve volné přírodě. Správce sportovně rekreačního areálu v Hlučíně zajišťoval sledování jakosti vody u KHS a Povodí Odry, s. p., v souladu s uvedenou vyhláškou.

Okres Ostrava

a) Lokality doporučované v informačních materiálech:
Antošovice, Ostrava-Poruba.
b) Skutečný stav v roce 2001:
V okrese Ostrava nebylo v roce 2001 vyhlášeno žádné koupaliště ve volné přírodě. Koupaliště Ostrava-Poruba zde bylo zařazeno nesprávně, protože nemá charakter koupaliště ve volné přírodě, ale umělého koupaliště, kde provozovatel zajišťuje kontrolu jakosti vody.

Okres Nový Jičín

a) Lokality doporučované v informačních materiálech:
Frenštát p. R.-Siberie, Hodslavice-Kacabaja, Jeseník nad Odrou-Hůrka, Kopřivnice-Větřkovice, Nový Jičín-Čertův Mlýn (Čerťák), Slatina, Starý Jičín, Suchdol nad Odrou-Kletné.
b) Skutečný stav v roce 2001:
V okrese Nový Jičín nebylo v roce 2001 vyhlášeno žádné koupaliště ve volné přírodě, přesto hygienická služba prováděla v omezeném rozsahu kontrolu kvality vody u šesti nejvíce využívaných vodních ploch, tj. Čerťák, Kacabaja, Údolí Mladých, Větřkovice, Kletné a Vítovka. Kvalita vody v uvedených lokalitách vyhovovala požadavkům vyhlášky MZ č. 464/2000 Sb., pro koupání ve volné přírodě.

Okres Jeseník

a) Lokality doporučované v informačních materiálech:

Černá Voda-Rokliny (kamenolom), Vápenná-Arcibiskupský (kamenolom), Vápenná-Vycpálka (kamenolom), Píseční, Vidnava-Stachlovice (kamenolom), Žulová-Vaňkův.

b) Skutečný stav v roce 2001:

Přestože v okrese Jeseník nebylo v roce 2001 vyhlášeno žádné koupaliště ve volné přírodě, hygienická služba kontrolovala v omezeném rozsahu jakost vody v nádržích Písečná, zatopený důl Pelnář v Uhelné a zatopenou rekultivační jámu Zlaté jezero. Ve všech třech případech voda nevyhověla v ukazateli živé organismy požadavkům vyhlášky č. 464/2000 Sb.

Okres Karviná

a) Lokality doporučované v informačních materiálech:

Bohumín-Kališovo jezero, Bohumín-Vrbické jezero, Karviná-Darkov (plán dokončení 2004), Karviná-Olše, Těrlická přehrada.

b) Skutečný stav v roce 2001:

V okrese Karviná nebylo v roce 2001 ve smyslu nového zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, vyhlášeno žádné koupaliště ve volné přírodě. Jinými slovy žádný provozovatel ať soukromý, či obec nebo město nevzal na sebe ve smyslu citovaného zákona odpovědnost provozovatele koupaliště ve volné přírodě. Pokud přírodní vodní plocha není označena jako koupaliště ve volné přírodě, není kvalita vody sledována.

I přes tento nepříznivý stav hygienická služba počátkem července provedla kontrolu kvality vody u nejvíce využívaných vodních ploch, tj. Těrlická přehrada a Vrbické a Kališovo jezero v Bohumíně. Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že kvalita vody v Těrlické přehradě i obou bohumínských jezerech vyhovovala po biologické a mikrobiologické stránce požadavkům vyhlášky MZ č. 464/2000 Sb., pro koupání ve volné přírodě.

Podle výsledků biologických rozborů vzorků ze dne 14. 8. 2001, které byly provedeny laboratoří Povodí Odry, došlo v průběhu léta v Těrlické přehradě ke zvýšení množství řas a sinic ve vodě. Zjištěné hodnoty byly vyšší než doporučená hodnota podle vyhlášky MZ č. 464/2000 Sb., která stanoví požadavky na kvalitu vody ke koupání ve volné přírodě, limitní hodnota však překročena nebyla. Na základě těchto výsledků nedoporučil okresní hygienik koupání v přehradě rizikovým skupinám (děti, alergici). Ostatní by se po koupání měli co nejdříve osprchovat.

Koupání v některých vodních nádržích, jako je Hrabinská přehrada v Českém Těšíně z důvodu zhoršené mikrobiální kvality vody, Kozí bercik v Orlové z důvodu vyššího množství zelených řas (asi 5 000 jedinců/ml) a pískovna v Karviné-Mizerově z důvodu zvýšeného pH, okresní hygienik již v roce 1999 nedoporučil a od té doby OHS Karviná vhodnost vody pro koupání v uvedených lokalitách nesledovala.

Vezmeme-li v úvahu údaje o jakosti povrchové vody v tocích ze Zprávy o čistotě toků za rok 2000 [7], pak ze 79 profilů, které sledoval státní podnik Povodí Odry 1999–2000, pouze v sedmnácti není překročena limitní hodnota 20 KTJ/ml podle vyhlášky č. 464/2000 Sb. pro ukazatel termotolerantní koliformní bakterie (fekální koliformní bakterie). V profilech, ve kterých státní podnik Povodí Odry sleduje ukazatele Cr, Cd, As, celkový organický uhlík, nepolární extrahovatelné látky a aniontové tenzidy PAL-A, byla překročena limitní hodnota podle vyhlášky č. 464/2000 Sb. pouze u kadmia v profilech Ostravice-Muglinov a Černý potok-nad Zlatým potokem.

Ostravská pobočka VÚV T.G.M. se rozhodla v roce 2001 v rámci projektu Odra II ověřit vhodnost povrchové vody pro koupání ve čtyřech lokalitách nacházejících se v povodí Olše, ve kterých doposud sledování prováděno nebylo. Jde o 5 stupňů na Hluchové, řeku Stonávku v Třanovicích, řeku Olši v Hrádku a o říčku Lomnou. Pokud se týče ukazatelů salmonely, pH, rozpuštěný kyslík, celkový kyslík, kadmium, arzen a kyanidy, nebylo zjištěno žádné překročení limitní hodnoty. Nebyly zaznamenány změny barvy vody, film a zápach na hladině (pokud se týče minerálních olejů), pěna (pokud se týče tenzidů) ani viditelné plovoucí znečištění. Průhlednost sice nebyla stanovována pomocí platinové desky, ale očividně byla větší než jeden metr. Stanovování živých organismů jsme v poměrně rychle proudících vodách považovali za nepodstatné. Není pravděpodobné, že by index saprobity podle průzkumu, který se prováděl na Olši a jejích přítocích, překročil doporučenou hodnotu 2,2, a předpokládáme, že v uvedených čtyřech profilech byl podstatně nižší. Za nejzávažnější považujeme časté překračování limitních hodnot pro koliformní a termotolerantní bakterie v profilu Olše-Hrádek. V jednom případě bylo zaznamenáno překročení limitní hodnoty pro termotolerantní bakterie v profilu Stonávka-Třanovice. Limitní hodnoty pro enterokoky byly čas od času překročeny ve všech čtyřech sledovaných profilech. Limitní koncentrace celkového organického uhlíku byla v každém profilu překročena jednou. Jedenkrát bylo zaznamenáno překročení limitní hodnoty pro fenoly v Lomné a profilu Olše-Hrádek, pro celkový fosfor v profilu Olše-Hrádek a pro celkový dusík a dusičnany v profilu Stonávka-Třanovice. Limitní koncentrace šestimocného chrómu byla překročena dne 13. 8. 2001 v profilech Stonávka-Třanovice a Hluchová-Bystřice nad Olší, v ostatních případech byly hodnoty podstatně nižší.

Přestože nebylo v povodí Odry v roce 2001 vyhlášeno žádné koupaliště ve volné přírodě, prováděla hygienická služba v omezeném rozsahu (s podstatně menší četností než stanoví vyhláška č. 464/2000 Sb.) kontrolu jakosti vody v některých lokalitách, kam se lidé chodili koupat na vlastní nebezpečí. Jakost vody ve většině případů vyhověla.

Pokud je v informačních a propagačních materiálech (a zejména určených i pro cizince) uváděna možnost koupání ve volné přírodě – měly by být v uvedených lokalitách prováděny i příslušné kontroly jakosti vody a **dořešeno jejich financování**. Pokud tomu tak není, měly by informační a propagační materiály na tuto skutečnost výslovně upozorňovat!

Literatura

[1] Směrnice Rady 76/160/EHS z 8. prosince 1975 o kvalitě vody pro koupání.

[2] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.

[3] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 464/2000 Sb. ze dne 8. prosince 2000, kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity venkovních hracích ploch.

[4] Nařízení vlády č. 82/1999 Sb., kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného znečištění vod.

[5] Langpaulová, E. 1 234 míst ke koupání v České republice. KPS Praha a FRAGMENT Havlíčkův Brod, 2001.

[6] Informace o okrese Frýdek-Místek. Okresní úřad Frýdek-Místek, 1999.

[7] Mašková, E. aj. Zpráva o čistotě toků za rok 2000. Ostrava: Povodí Odry, s. p., Ostrava, 2001.

Ing. Jiří Šajer
VÚV T.G.M. – pobočka Ostrava
tel: 069/613 41 81, linka 50

Key words

Surface waters, Directive 76/160/EHS, biological and microbiological indicators, Odra River basin

Suitability for Bathing of Surface Waters in the Open Nature in the Odra River Basin (Šajer, J.)

The author was concerned with assessing the suitability for bathing of surface waters in the open nature, in connection with the Directive 76/160/EHS which was implemented into Czech legislation in 2000.

In the Odra River basin he kept in view the monitoring, especially by sanitary survey, of localities recommended for bathing in the open nature. He found out that most of the localities are controlled very rarely, while no relevant shortcomings were usually discovered in the controlled localities, except for biological and microbiological indicators.

Publikace vydané VÚV T.G.M. v roce 2001

Povodeň 1872 v povodí Berounky a Blšanky – analýza a rekonstrukce (Křivková, J.)

V důsledku povodní v letech 1997 a 1998 na mnoha místech naší republiky je v současnosti věnována velká pozornost analýze těchto mimořádných situací. S pomocí simulačních matematických modelů se provádějí výpočty maximálních průtoků, odhady n-letých průtoků, vykreslují se zátopové čáry, a to vše ve snaze o optimální protipovodňovou ochranu. Spolehlivost odhadu n-letých průtoků však závisí mimo jiné na délce pozorované řady průtoků. Tyto řady jsou ale poměrně krátké, neboť soustavné hydrologické pozorování a vyhodnocování povodní se ve většině evropských zemí provádí až od konce minulého století.

Ke zvýšení spolehlivosti odhadu n-letých průtoků se proto nabízí možnost analyzovat dochované informace o historických povodních. Tato činnost není jednoduchá, neboť literární a archivní údaje obsahují většinou velmi málo potřebných hydrologických dat. K dispozici však vzácně bývají historické značky přímo v terénu, které na památku zaznamenali naši předci.

Publikace se zabývá historickou povodní v květnu roku 1872 na povodí Berounky, včetně povodí Střely, a na povodí Blšanky. Tato povodeň patří mezi největší u nás za posledních 250 let. Hlavní část je zaměřena jednak na samotnou analýzu povodně, pro níž bylo využito dochovaných povodňových značek, a jednak na rekonstrukci, která byla provedena simulací pomocí hydraulického výpočetního modelu.

Výzkum pro praxi, sešit 42, 44 stran, 23 obrázků, 12 tabulek

Modelové řešení úloh jakosti vody v síti vodních toků
(Říha, J., Ošlejšková, J.)

Publikace seznamuje s teorií a výsledky modelového řešení průběhu vybraných ukazatelů jakosti vody v síti vodních toků povodí střední velikosti – na příkladech v povodí řek Jihlavy, Želetavky, Oslavy a Svratky. Práce sleduje dva hlavní cíle – jednak návrh struktury a naplnění i údržbu databáze, do které jsou ukládána vstupní data (zejména zdroje znečištění a výsledky monitoringu), a jednak sestavení matematického modelu, který využívá údaje shromážděné v uvedené databázi k modelovému vyhodnocení a dokumentaci vybraných ukazatelů jakosti vody a jeho kalibraci a verifikaci. V rámci práce byla provedena předběžná analýza problému ve vazbě na jeho rozsah a finanční a časové možnosti, které předem určují rozsah vzorkování a podrobnost vstupních dat, dále matematická formulace problému, návrh přibližné numerické metody řešení úlohy, její algoritmizace a naprogramování (program ZNEC 2.01). Zpracovaný matematický model jakosti vody umožňuje modelovat transport a odbourání šesti významných ukazatelů jakosti vody (BSK_5, $CHSK_{Cr}$, $N\text{-}NH_4$, $N\text{-}NO_2$, $N\text{-}NO_3$, P). Na dvou praktických příkladech jsou demonstrovány možnosti použití navrženého modelu při hodnocení a predikci jakosti vody v síti vodních toků. Výsledný aparát v podobě počítačového programu využívajícího vstupní databázi představuje nástroj, který má usnadnit vodohospodářským pracovníkům kompetentních úřadů, projekčních kanceláří, vědeckovýzkumných složek a správcům toků práci při rozhodování směrovaném na zlepšení jakosti povrchových vod při hospodárném vynaložení finančních prostředků.

Práce a studie, sešit 198, 100 stran, 29 obrázků, 16 tabulek

Návštěva ministra dopravy a spojů ve VÚV T.G.M.

Jedním z oborů, pro které vyvíjí VÚV T.G.M. činnost, je také resort dopravy a spojů. Těžiště prací spočívá zejména v úkolech řešených v rámci záměru „zlepšení plavebních podmínek na Labi", ale nezanedbatelný je též význam úkolů zaměřených na posuzování dopadů silniční a železniční dopravy na životní prostředí, úkolů v oblasti výzkumu možností využití vodní dopravy pro transport některých druhů odpadů atp.

Aby se blíže seznámil s činností ústavu v této oblasti, navštívil dne 7. ledna 2002 areál ústavu *ministr dopravy a spojů Ing. Jaromír Schling* spolu s náměstkem ministra Ing. Pavlem Stoulilem a vedoucím odd. oboru plavby a vodních cest MDs Ing. Emilem Šourkem. V doprovodu vedení ústavu a odpovědných řešitelů se seznámil především s postupem prací týkajících se modelového výzkumu plavebních stupňů Malé Březno a Prostřední Žleb (od zadání, přes aerodynamické modelování, hydraulický model až po následné úpravy projektu) a navštívil i Českou kalibrační stanici vodoměrných vrtulí. Projevil zájem také o další činnosti VÚV v oblasti čistoty vod, odpadů, laboratoří, metrologie a informačních systémů. Z návštěvy vyplynulo, že spolupráci VÚV na řešení některých problémů spadajících do sféry resortu dopravy a spojů lze do budoucna považovat za perspektivní.

(*Foto Ing. L. Ramešová*)

VTEI VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

Ročník 44 **ISSN 0322 - 8916**

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

Kontakt: Mgr. Josef Smrťák – redaktor
Tel.: 02/2019 7282, fax: 02/33 33 38 04
e-mail: smrtak@vuv.cz

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka

Podbabská 30
160 62 Praha 6