

# WTETI

VODOHOSPODÁŘSKÉ  
TECHNICKO - EKONOMICKÉ  
INFORMACE

**6/1995**

## O B S A H

Hospodaření Státního fondu životního prostředí ČR v r. 1994 (Havlová J.) .....	193
HYDROLOGIE	
Výpočet scénářů reprezentujících vliv odlesnění povodí Uhlířská na Černé Nise v Jizerských horách (Blažková Š.) .....	197
KONFERENCE	
Seminář O korozi potrubí (Žáček L.) .....	204
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	
Rybniční bahno - Způsoby jeho těžby a využití - 2. část (Vojtěch V.) .....	205
ODPADNÍ VODY	
Vyhodnocení aplikace technologie ALPHA-MICROX (ALPHA-BIO) na ČOV Rakovník (Šťastný V.) .....	211
Kořenové čistírny - stále ještě "nový a neozkoušený" způsob čištění odpadních vod? (Vymazal J.) .....	219
VODÁRENSTVÍ	
Odstraňování dusičnanů z pitné vody (Beneš J.) .....	224
VODNÍ TOKY	
Vodohospodářské podmínky a možnosti pro řízené záplavy lužních lesů (Matějček J.) .....	229

## HOSPODAŘENÍ STÁTNÍHO FONDU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR V R. 1994

*ING. JANA HAVLOVÁ*  
*Státní fond životního prostředí ČR, PRAHA*

Rok 1994 je z hlediska Státního fondu životního prostředí obdobím kvantitativního i kvalitativního rozvoje. Aktivním přístupem SFŽP ve finanční politice bylo zajištěno naplnění rozpočtu Fondu za rok 1994 i plynulé financování smluvních akcí v průběhu celého roku. K nejvýznamnějším momentům rozvoje Fondu za rok 1994 patří příprava a realizace Programu ozdravení ovzduší na období 1994-1997 (POO).

Kancelář Fondu přijala ve sledovaném období 1 216 žádostí o poskytnutí finanční podpory s požadavky ve výši 12 220 mil. Kč. Dynamika nárůstu došlých žádostí v roce 1994 v porovnání s rokem 1993 je kvantifikována indexem 1,5. Přínosem pro Fond i žadatele bylo zřízení útvaru vnějších vazeb, který ve II. pololetí 1994 zefektivnil agendu příjmu žádostí, včetně poradenské a konzultační činnosti pro žadatele.

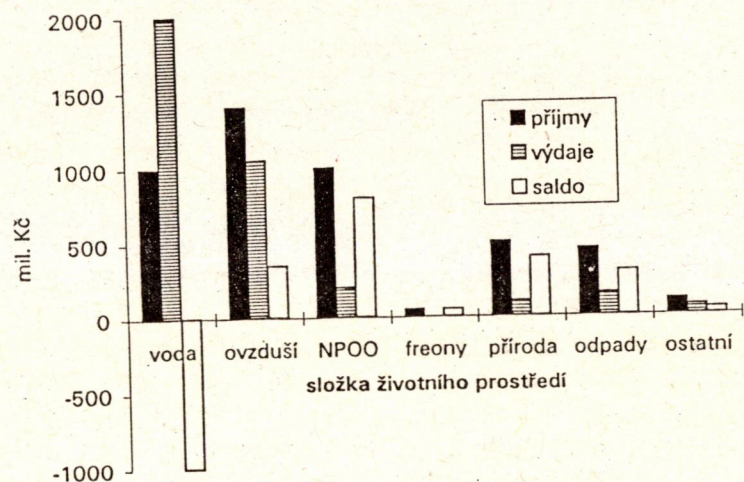
V průběhu roku byla odborně posouzena a Radou Fondu doporučena podpora akcím, na které ministr životního prostředí schválil Rozhodnutí, která představují finanční hodnotu 7 341 mil. Kč pro období 1994-1997. Fond realizoval v roce 1994 finanční výdaje na smluvní akce v objemu 3 544,2 mil. Kč (125 % objemu 1993).

Mezi nejvýznamnější akce z hlediska objemu uvolněných prostředků formou dotace patří v roce 1994 např.: Automatický imisní monitoring Praha Komořany - 94,9 mil. Kč, Trolejbusová trať Chomutov-Jirkov - 65,9 mil. Kč, ČOV a kanalizační sběrač Jaroměř - 46,7 mil. Kč. Dalšími významnými akcemi jsou ČOV a kanalizační sběrač Broumov - 36 mil. Kč, ČOV Frýdlant - 36 mil. Kč, ČOV Hostinné - 35 mil. Kč, Kanalizační sběrač Ivančice - 23 mil. Kč, ČOV Hustopeče - 25 mil. Kč.

K nejvýznamnějším akcím z hlediska objemu uvolněných finančních prostředků formou půjčky se v roce 1994 řadí např. ČOV a kanalizační sběrač Jaroměř - 83,0 mil. Kč, Lakovna vagonových skříní Moravskoslezská vagonka Studénka - 50,0 mil. Kč, Výstavba společné biologické ČOV Moravskoslezské pivovary Přerov - 32,0 mil. Kč, ČOV Soběslav - 25 mil. Kč, ČOV Mladá Boleslav - 27 mil. Kč, ČOV Cukrovar Opava - 24,3 mil. Kč, ČOV Nymburk - 23,2 mil. Kč a další. Přehled příjmů a výdajů Fondu v roce 1994 je uveden na obr. 1.

Relaci celkových finančních příjmů a výdajů Fondu za rok 1994 vyjadřuje růstový index 1,25, kterým bylo při započtení počátečního stavu dosaženo potřebného objemu finančních zdrojů. Bilanci Fondu kromě tvorby standardních zdrojů významně stabilizovala i realizace Programu na ozdravení ovzduší (POO).

Výše aktiv a pasiv k 31. 12. 1994 odráží zejména stav přechodně nerealizovaných prostředků Programu ozdravení ovzduší (POO), dále objektivní věcný a časový nesoulad mezi



Obr. 1. Přehled příjmů a výdajů SFŽP ČR v roce 1994 (tis. Kč)

Tabulka 1. AKTIVA (tis. Kč)

Nehmotný investiční majetek	1 435
Hmotný investiční majetek	12 205
Zásoby	176
Pohledávky z obchodního styku	1 237
Jiné pohledávky	2 130 426
Finanční majetek	1 702 748
<b>Aktiva celkem</b>	<b>3 848 227</b>

Tabulka 2. PASIVA (tis. Kč)

Fond investičního majetku	12 720
Fond sociální	32
Státní fond	3 834 430
Krátkodobé závazky	1 045
<b>Pasiva celkem</b>	<b>3 848 227</b>

vydáním Rozhodnutí o finanční podpoře a realizaci smlouvy o poskytnutí podpory. Bilance aktiv a pasiv k 31. 12. 1994 je uvedena v tabulkách 1 a 2.

Vzhledem k tomu, že hodnota neuzavřených smluv na vydaná Rozhodnutí (včetně smluv zástavních, resp. záručních) představuje jmenovité finanční závazky Fondu vůči příjemcům podpory, je nutno při závěrečném hodnocení aktiv a pasiv Fondu zohlednit kromě vlivu použité metodiky MF i objektivní fakt, že uvedené hodnoty jsou faktickými bilančními výdaji Fondu.

#### Ekologické přínosy akcí podporovaných Fondem

Účast Fondu na realizaci ekologických staveb je možno vyjádřit v ukazatelích odstraněného znečištění, které by jinak nepříznivě ovlivňovalo životní prostředí.

### Ochrana vod

Přínos staveb ukončených v roce 1994 představuje snížení znečištění v oblasti vodních toků o 697 t/r BSK<sub>5</sub> a o 54 t/r nerozpuštěných látek. V uvedeném rozboru jsou zahrnuty převážně menší akce finančně podporované ze SFŽP. V roce 1994 byla uvedena do zkušebního provozu společná ČOV Synthesia Semtín a města Pardubic, finančně podporovaná z SFVH, která bude likvidovat odpadní vody jednoho z největších zdrojů znečištění řeky Labe.

U zahajovaných akcí, které jsou podporovány Fondem podle Rozhodnutí ministra vydaných v roce 1994 a budou postupně ukončeny v letech 1995-1997, se projeví další přínosy ve výši 18 313 t/r BSK<sub>5</sub>, což bude představovat snížení vypouštěného znečištění o 16,36 % a 16 570 t/r nerozpuštěných látek, tj. snížení o 10,38 %.

### Ochrana ovzduší

Přínos staveb ukončených v roce 1994 představuje celkové snížení emisí látek znečišťujících ovzduší o 6 169 t/r. V porovnání se stavbami ukončenými v roce 1993 to představuje téměř sedminásobně větší ekologický přínos. Ekologicky významné bylo dokončení opatření v Železárnách a drátovnách Bohumín spočívající v minimalizaci exhalací z ocelářských pecí.

U zahajovaných akcí podporovaných Fondem podle Rozhodnutí ministra vydaných v roce 1994, které budou postupně ukončeny v letech 1995-1997, se projeví další celkové snížení emisí látek znečišťujících ovzduší o 118 400 t/r. Tento ekologický přínos představuje snížení emisí znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší o 3 % v porovnání s údaji informačního systému REZZO I - IV z roku 1993.

## VÝPOČET SCÉNÁŘŮ REPREZENTUJÍCÍCH VLIV ODLESNĚNÍ V POVODÍ UHLÍŘSKÁ NA ČERNÉ NISE V JIZERSKÝCH HORÁCH

*Ing. Šárka Blažková, CSc.*

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

Význam modelování scénářů v hydrologickém výzkumu spočívá v možnosti prozkoumat na modelu, k čemu vedou určité předpoklady, které činíme o povaze skutečného systému, tj. povodí (Beven, 1989). V tomto případě jde o předpoklady změny fyzikálních charakteristik popisujících odlesnění.

Ke zkoumání vlivu změn vegetace na povodňový odtok je vhodné scénáře vyjádřit v čáře překročení maximálních průtoků. Výsledky experimentů s odlesněním popsané ve světové hydrologické literatuře naznačují, že právě v oblasti frekvence může docházet ke změnám, tj. k častějšímu výskytu povodní na odlesněném povodí, které je v důsledku nižší evapotranspirace vlhčí.

Výsledky experimentů byly shrnuty v práci Blažkové (1991). Podle tohoto shrnutí je třeba rozlišovat případ, kdy se mění poměry mezi jednotlivými mechanismy odtoku, od případu pouhé změny v evapotranspiraci, kdy se mění jen bilanční hodnoty.

K modelování scénářů bylo použito povodí Uhlířská na Černé Nise v Jizerských horách (1,87 km<sup>2</sup>) - nejmenší z experimentálních povodí ČHMÚ. Na něm byla kalibrována frekvenční verze TOPMODELu (Blažková a Beven, 1995). TOPMODEL (Beven et al., 1995) pracuje s rozdělením topografického indexu a půdní transmisivity po ploše povodí. Tohoto semi-distribuovaného přístupu je možno využít při formulaci scénářů

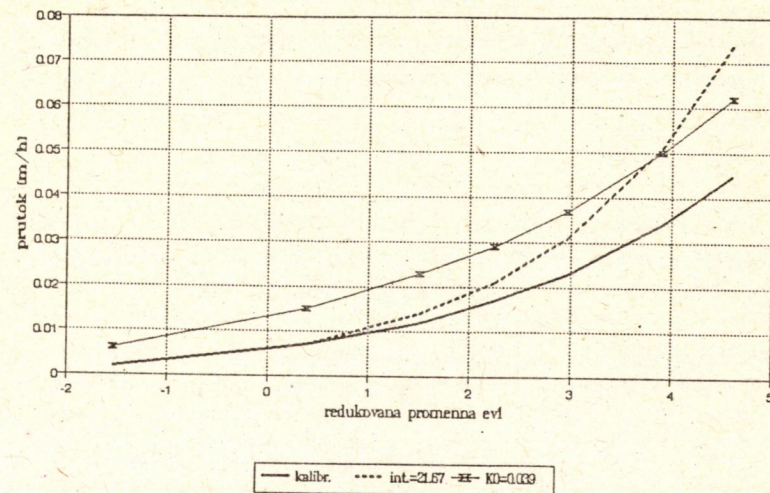
- je možno změnu uvažovat jen na části povodí. Vstupem do frekvenční verze TOPMODELu jsou deště modelované na principu Monte Carlo. Parametry byly odvozeny z datového souboru připraveného Krejčovou (1992). Dále popsané modelování probíhalo v 1000letých řadách v hodinovém časovém kroku.

### Scénáře se změnou v mechanismu tvorby odtoku

Při odlesňování se stává, že v důsledku málo šetrné těžební praxe může být část plochy povodí zhutněna, což omezí na této části infiltrační kapacitu půdy. Za výchozí stav považujeme rozdělení hydraulické vodivosti odvozené na základě infiltračních pokusů (Bubeničková et al., 1990) a upřesněné kalibraci (Blažková a Beven, 1995). I v přirozených podmínkách se hydraulická vodivost pohybuje v širokých mezích (rozdíl tří velikostních řádů). Bylo by asi nerealistické předpokládat, že by se hydraulická vodivost snížila pod nejnižší hodnotu rozdělení.

Nejdříve byla vyhodnocena varianta s touto nejnižší hodnotou na celém povodí. Na obr. 1 je vidět, že maximální průtoky jsou ovlivněny v celém rozsahu čáry překročení a ovlivnění mírně roste s rostoucí dobou opakování průtoků. Tento vliv je srovnán s vlivem srážkových parametrů - průměr epizod s vysokou intenzitou je 21,67 mm/h (místo hodnoty 16,67 mm/h, která byla určena z dat). Hydraulická vodivost má větší význam pro nižší a střední doby opakování. V oblasti dlouhých dob opakování stoupá dramaticky vliv srážkových parametrů.

Není však pravděpodobné, že by místa s vysokou propustností při zhutnění povodí v důsledku těžební činnosti zcela zmizela. Pravděpodobné je, že se rozdělení vodivosti bude deformovat. Byly zvoleny dva scénáře označené jako mírnější (na cca 14 % povodí klesla vodivost asi na polovinu) a radikálnější (na cca 14 % povodí klesla vodivost asi o jeden velikostní řád). Čáry překročení maximálních průtoků obou scénářů se však od sebe téměř nelišily. Lišily se však bilanční údaje, na nichž se projevilo, že při radikálnějším scénáři se zvětšil objem povrchového odtoku.

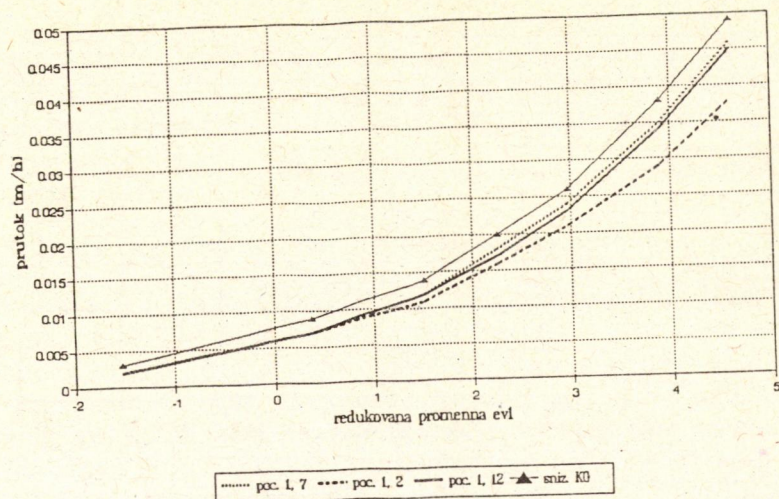


Obr. 1. Srovnání nakalibrované čáry překročení na povodí Uhlířská (průměrná intenzita srážkových epizod s velkou intenzitou 16,67 mm/h,  $K_0$  zadáno ve formě rozdělení s rozmezím 0,039 do 3,827 m/h) se scénářem představujícím drastické snížení  $K_0$  na nejnižší hodnotu v povodí a se scénářem se zvýšenou intenzitou deště o 5 mm. (ev1 - Gumbelovo rozdělení)

Obr. 2 porovnává realistický scénář s vlivem náhodné složky řady, tj. s kalibrační 1000letou řadou a jinými dvěma řadami, které mají stejné parametry, ale jsou jinými náhodnými realizacemi. Vliv scénáře je větší než vliv náhodné složky při kratších dobách opakování. Pro 50letou (ev1=3,9) a 100letou (ev1=4,6) povodeň je však význam náhodné realizace značný.

### Vliv snížení evapotranspirace

Na rozdíl od vlivu zhutnění, který byl vyhodnocován v čárách překročení maximálních ročních průtoků, byl vliv snížení evapotranspirace zkoumán na určitém krátkém období (400 epizod, tj. období asi 4 až 5 let), kde jsou porovnány všechny kulminace metodou obdobnou párovým experimentům na povodí.



Obr. 2. Srovnání nakalibrované čáry překročení na povodí Uhlířská ( $K_0$  zadáno ve formě rozdělení s rozmezím 0,039 do 3,827 m/h, počátky náhodných čísel 1,12) s realistickým scénářem snížení  $K_0$  na části povodí a s vlivem náhodné složky řady (počátky náhodných čísel, které daly nejvyšší a nejnižší realizaci). (ev1 - Gumbelovo rozdělení)

Párový experiment znamená současné sledování dvou podobných povodí. Skládá se z kalibračního období, kdy obě povodí jsou zalesněna, a v této době je zjištěna regresní závislost mezi průtoky obou povodí. Potom je jedno z povodí vytěženo a měření na obou povodích pokračují (experimentální období). Změna v regresním vztahu je pak přičítána zásahu do vegetačního krytu. V literatuře existují desítky takových případů. Řada z nich byla citována v práci Blažkové (1991). V článku Swindela a Douglasse (1984) je poukazováno na zjištění, že na většině vytěžených povodí se zvětšuje velikost zejména malých povodní (lépe řečeno zvýšení průtoků). Jeho autoři vyhodnocovali asi 10 epizod do roka. Vytěžené povodí je vlhčí v důsledku snížení evapotranspirace, a proto je odtok vyšší. Velké povodně však vznikají obvykle po předchozích srážkách.

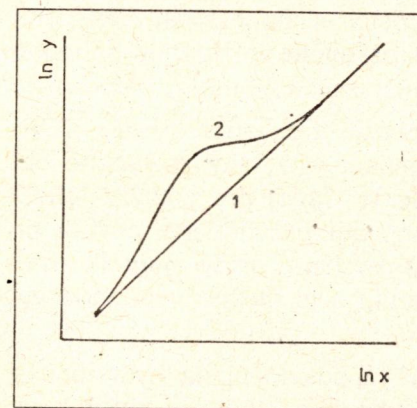
Vlhká jsou potom obě povodí - vytěžené i kontrolní, a rozdíl je tedy minimální. Vztah zjištěný experimentálně Swindelem a Douglassem je na obr. 3 pro objemy odtoku.

V našem případě je za neovlivněné podmínky považována nakalibrovaná sestava parametrů (místo kontrolního povodí) a scénář se sníženou evapotranspirací představuje povodí se zásahem do vegetačního krytu. Uvažované snížení evapotranspirace je velmi drastické a mělo za cíl spíše prokázat schopnost modelu reprodukovat poznatky Swindela a Douglasse než prezentovat realistický scénář. Úsek dat byl zvolen tak, aby kromě velkého počtu malých epizod (s kulminacemi nižšími než 1letá voda) obsahoval i velkou povodeň (větší než 100letou).

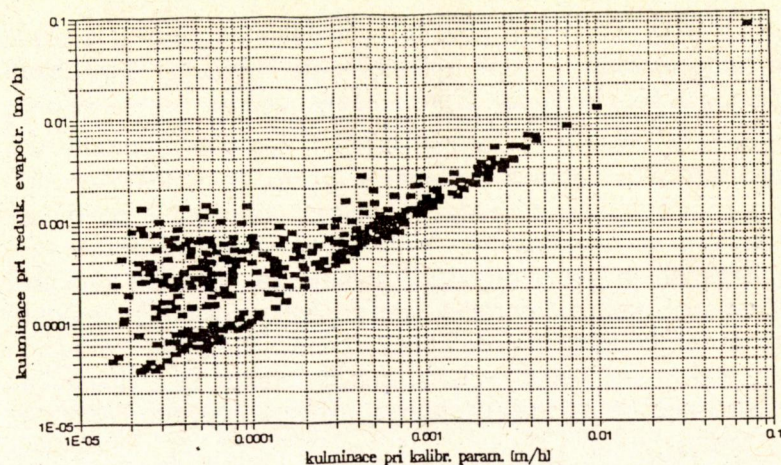
Na obr. 4 Jsou kulminace vypočtené TOPMODELEM s nakalibrovanými parametry (vodorovná osa) a kulminace vypočtené při scénáři snížení evapotranspirace (svislá osa). Obrázek ukazuje stejnou zákonitost jako na výše zmíněném povodí sledovaném Swindelem a Douglassem.

### Diskuse

Tento rozbor přispívá k vysvětlení toho, proč v Jizerských horách nenastalo dramatické zvýšení kulminačních průtoků, jak se před 10 až 15 lety předpokládalo. Je však třeba



Obr. 3. Účinek odlesnění na objem povodňového odtoku (Swindel a Douglass, 1984): x - kontrolní povodí, y - experimentální povodí, 1 - regresní závislost z kalibračního období, 2 - regresní závislost z období po zásahu do vegetačního krytu



Obr. 4. Vyhodnocení všech kulminačních průtoků za několik let způsobem obdobným párovým experimentům se snížením evapotranspirace vlivem odlesnění. Na vodorovné ose jsou kulminační průtoky vypočtené s kalibrovanými parametry modelu, které představují současné podmínky (zalesněné povodí). Na svislé ose jsou průtoky vypočtené s redukovanou evapotranspirací, které představují scénář odlesnění. Srážkové vstupy jsou stejné.

připomenout, že tato zákonitost (Swindel a Douglass, 1984) platí jen pro vlhké oblasti mírného pásma a pro povodí, která nemají příliš velký zásobní prostor. Dále byl demonstrován velký význam charakteristik srážkového režimu a náhodné složky řady.

Je třeba zdůraznit výhody použití frekvenční verze TOPMODELu (tj. vstupem jsou kontinuální srážky za dlouhé období, modelované metodou Monte Carlo) pro analýzy tohoto typu. Je možno modelovat chování ovlivněného povodí při velmi různých situacích, jaké bychom nikdy nemohli prozkoumat při párovém experimentu a je možno vyhodnocovat frekvenci výskytu těchto situací.

Více světla do problematiky vlivu odlesnění na hydrologický režim mohou vnést jenom dlouhodobé studie, v nichž bude

propojen experimentální výzkum v povodích s hydrologickým modelováním, jež by mělo počítat s nejistotou odhadů (Beven, 1989).

Tento výzkum byl financován MŽP ČR jako projekt GA 1533/94, jehož nositelem je ČHMÚ.

#### Literatura

- Beven, K.: Changing ideas in hydrology - the case of physically-based models. *J. Hydrol.*, 105, 1989, 157-172.
- Beven, K. - Lamb, R. - Quinn, P. - Romanowicz, R. - Freer, J.: TOPMODEL. In: Singh, V.P. (ed): *Computer Models of Watershed Hydrology*. Water Resource Publications, 1995 (in print).
- Blažková, Š.: Zhodnocení světových zkušeností s vlivem odlesnění na povodňový odtok z deště. *Vodohospodářský časopis*, 39, 1991, č. 1, s.69-94.
- Blažková, Š. and Beven, K.J.: Flood frequency curve computed with TOPMODEL using a new Monte Carlo rainfall simulator. 1995 (v redakci *Journal of Hydrology*).
- Bubeničnicková, L. et al.: Sledování antropogenních vlivů na odtokový režim. *Zpráva ČHMÚ*, Praha, 1990.
- Krejčová, K.: Modelování N-letých povodňových vln na odlesněném povodí. *Kandidátská disertační práce*, ČVUT, Praha 1992.
- Swindel, B.F. and Douglass, J.E.: Describing and testing non-linear treatment effects in paired watershed experiments. *Forest Sci.*, Vol.30, No.2, 1984, 305-313.

## SEMINÁŘ O KOROZI POTRUBÍ

Dne 25. dubna 1995 se v Praze konal seminář s mezinárodní účastí O korozi potrubí. Organizátorem semináře byly Vodní stavby Praha a Český národní komitét mezinárodní organizace pro zásobování vodou (IWSA). Zúčastnilo se jej asi 70 odborníků z výzkumných, projekčních a zejména provozních vodohospodářských organizací.

Seminář zahájil zástupce hlavního pořadatele ing. V. Vaněk (Vodní stavby Praha). V předsednictví jednotlivých odborných bloků se střídali ing. L. Macek, CSc. (ČVUT Praha) a ing. V. Vaněk (Vodní stavby Praha).

V prvním odborném bloku "Provozní zkušenosti" odezněly následující příspěvky:

*Ing. Ladislav Žáček, DrSc.* (VÚV TGM, Praha): Vliv vnitřní koroze potrubí na jakost dopravované vody.

*Doc. Ing. Mojmír Mach, CSc.* (Katedra zdravotního inženýrství ČVUT): Nový způsob výpočtu agresivní kyseliny uhličitě.

*Ivo Melich* (Severomoravské vodovody a kanalizace): Korozní průzkum upravených povrchových vod, dodávaných z centrálních zdrojů Ostravského oblastního vodovodu.

*H. Brink, Th. J. J. van den Hoven* (KIWA N.V., Nizozemsko): Optimální složení pitné vody - přístup Nizozemska k minimalizaci problémů koroze a tvorby inkrustací.

Do druhého bloku byly zahrnuty tyto přednášky:

*Ing. Otakar Člupek* (Středisko protikorozní ochrany, Ústav pro výzkum a využití paliv, a.s.): Možnosti využití izolačních materiálů, zkušenosti s pasivní ochranou potrubí.

*Doc. Ing. Jozef Kriš, CSc.* (Katedra zdravotného inžinierstva, SvF TU - Bratislava): Vplyv prostredia na zdravotne vodohospodarske stavby a zariadenia).

*Ing. Vít Vaněk* (Technická kancelář, Vodní stavby Praha, a.s.): Rekonstrukce vodovodu KSKM (Kralupy, Slaný, Kladno, Mělník) technologií relining.

Ve třetím odpoledním bloku byly předneseny příspěvky:

*Luděk Drozd* (Královodvorské železářny, a.s.): Šedá a tvárná litina z hlediska koroze.

*Dipl. Ing. Rainer Hermes* (BDB, Rainer Hermes GmbH & Co.KG): Sanace vodojemů na pitnou vodu.

*Ing. Zdeněk Kolek* (SD 02 Teplice, Vodní stavby Praha, a.s.): Vnitřní izolace vodovodních potrubí cementovou vystýlkou.

*Emil Staněk, Ing. Martin Šolín* (BarBet, s.r.o., Praha): Adeka - těsnicí materiály.

Zejména k přednáškám druhého a třetího bloku proběhla velmi živá diskuse, zaměřená na technické detaily rehabilitace potrubí cementovou vystýlkou a metodou relining, sanace vodojemů a ekonomii těchto metod.

*Ing. Ladislav Žáček, DrSc.*

## RYBNIČNÍ BAHNO ZPŮSOBY JEHO TĚŽBY A VYUŽITÍ - 2. část

*Ing. Václav Vojtěch*  
Výzkumný Ústav Vodohospodářský TGM, Praha

### Možnosti využití vytěženého sedimentu

Využití vytěženého sedimentu je závislé na výsledcích provedeného průzkumu a analýz vzorků. V případě, že výsledky rozborů jsou v souladu s požadavky ČSN 46 5735 Průmyslové komposty, lze bahno využít jako:

- zúrodnující nebo rekultivační prvek v zemědělství,
- přírodní ekologické hnojivo,
- jako kompost nebo jeho součást,



- d) jako zúrodňující prvek pro těžený rybník nebo jiné rybníky,
- e) jako rekultivační prvek pro výsypky nebo lesy, lesní školky, pokud nebude nějaký parametr odpovídat ČSN 46 5735,
- f) pro výrobu travních a střešních biokoberců,
- g) jako hrubší frakce ve stavebnictví.

Pro body 1 - 5 platí rovněž nová vyhláška MŽP č.13 uvedená ve sbírce zákonů České republiky, ročník 1994, částka 4 z 2.1.1994.

#### a) Zúrodňující a rekultivační prvek

Písčité zrnitější frakce lze využít pro vylehčení těžkých půd a nadbytečné množství bahna jako celku pro zúrodnění písčitých neúrodných půd s malým obsahem organických látek. Pro tyto účely je vhodnější použít bahno vytěžené z litorálních pásem se zbytky litorálních a sublitorálních rostlin.

#### b) Přírodní ekologické hnojivo

Jako přírodního hnojiva lze použít sedimentu následně:

1. Přímý rozstřík sedimentu, po doplnění chybějícími nutrienty na optimum, požadovaný zákazníkem pro danou kulturu podle osevního postupu. K tomu je samozřejmě nutná mokrá těžba. Rozstřík lze provádět buď hydrocestou přímo, nebo na větší vzdálenosti fekálním autem.
2. Výroba hnojiva pomocí fermentorů. Proces probíhá ve fermentačních boxech, kde se fermentovaná hmota zahřeje pomocí termofilních bakterií na teplotu 60 - 70 °C, což jednak urychluje mineralizační a kompostovací procesy na dobu 4 - 9 dní, navíc jsou splněny požadavky hygieniků pro ničení případných choroboplodných zárodků a z hlediska agrotechnického dojde ke zničení plevelů. Metodu, která využije biofrakci komunálního odpadu a vhodně řeší otázku přebytečných zemědělských exkrementů, je vhodné začlenit do komplexního ekoprogramu, který řeší problematiku komunálních odpadů. Výrobek je důležitý pro organizaci alternativního zemědělství. Fermentory lze zhlédnout u firmy AGRONOM, Modletice u Kutné Hory. Firma však neřeší výše uvedenou otázku komplexně, řeší pouze zemědělské odpady. Jako sorbent je používán Bentonit, který má pouze

sorpční vlastnosti a musí být těžen a kupován. Použití rybníčního bahna je vhodnější pro obsah živin a využití vytěženého materiálu. Celá linka - fermentovací box, míchačka i hala stojí kolem 8,5 mil. Kč.

#### c) Kompost nebo jeho součást

Rybníční bahno buď samotné, nebo jako komponent (podle výsledků analýz) lze kompostovat. Má to však určité nevýhody:

1. proces trvá až dva roky a je nutno zajistit prostory pro zrání,
2. zemědělci z hlediska agrotechnického právem upozorňují na možnost výskytu semen různých plevelů.

Kompostování je však levnější než fermentování.

Je vhodnější kompostovat bahno vytěžené suchou cestou.

#### d) Využití v rybníkářství

Jak ukázal průzkum mnoha rybníků, rybníční bahno nesedimentuje rovnoměrně. Často lze zjistit, že kolem hlavní stoky, loviště a přítoku je bahna až škodlivé množství, kolem některých oblastí břehů i dále je tvrdé dno nebo písek. Pomocí nízkých, ponořených hrázek (připravených buď z přírodního materiálu jako dřeva, proutí, nebo jiného materiálu) zabudovaných do dna lze připravit složiště pro vrstvu sedimentu, která zvětší dnovou produkční plochu. Pouhým přemístěním části těženého bahna v rybníku lze tedy produkci rybníka zvýšit. Totéž lze aplikovat i v jiných okolních rybnících.

#### e) Rekultivace lesa, výsypek

Pokud některý z parametrů překročí koncentraci požadovanou normou pro kompost I. jakosti, ale současně zvýšená koncentrace nepřesáhne hranici povolenou Vyhláškou č.13 MŽP ČR o ochraně zemědělského půdního fondu, lze jej uplatnit buď pro pěstování technické plodiny, nebo použít pro rekultivaci lesa či výsypek. Rekultivace je vhodná zvláště v lesních školkách a nově zalesněných pasekách.

V *tabulce 1* jsou uvedeny hodnoty maximálně přípustných koncentrací rizikových prvků v půdách, náležejících do zeměděl-

**Tabulka 1. Obsah rizikových prvků v půdách (mg/kg)**

Výluh 2M HNO <sub>3</sub> (výluh roztokem 2 M HNO <sub>3</sub> při poměru půdy k vyluhovačce 1:10)		Celkový obsah (rozklad lučavkou královskou)		
Prvky	Max. přípustné hodnoty lehké půdy	Max. přípustné hodnoty ostatní půdy	Max. přípustné hodnoty lehké půdy	Max. přípustné hodnoty ostatní půdy
As	4,5	4,5	30,0	30,0
Be	2,0	2,0	7,0	7,0
Cd	0,4	1,0	0,4	1,0
Co	10,0	25,0	25,0	50,0
Cr	40,0	40,0	100,0	200,0
Cu	30,0	50,0	60,0	100,0
Hg	-	-	0,6	0,8
Mo	5,0	5,0	5,0	5,0
Ni	15,0	25,0	60,0	80,0
Pb	50,0	70,0	100,0	140,0
V	20,0	50,0	150,0	220,0
Zn	50,0	100,0	130,0	200,0

Vysvětlivky k tabulce:

- 1) Údaje o obsahu rizikových prvků neplatí pro organické půdy
- 2) Lehkými půdami se rozumí písčité a hlinitopísčité podle analytické metody prof. Nováka (komplexní metodika výživy rostlin č.1/1990, vydaná Ústavem vědeckotechnických informací v zemědělství Praha)

**Tabulka 2. - Ukazatele znečištění zeminy u půd náležejících do ZPF**

Ukazatel znečištění	Hodnota přípustného znečištění (mg/kg sušiny)
<b>1. Anorganické látky</b>	
B	40
Br	20
F	500
CN celkové	5
CN toxické	1
S (sulfatická)	2
<b>2. Organické látky</b>	
<b>a) Aromatické uhlovodíky a jejich deriváty</b>	
benzen	0,05

etylbenzen	0,05
fenol	0,05
xyleny	0,05
aromáty celkem	0,3
<b>b) Polycyklické arom. uhlovodíky</b>	
antracen	0,01
benzo (a) antracen	1,0
benzo (a) pyren	0,1
fenatren	0,1
fluoranthen	0,1
chrysen	0,01
naftalen	0,1
polycyklické arom. uhlovodíky celkem	1,0
<b>c) Chlorované uhlovodíky</b>	
alifatické (jednotlivé)	0,1
alifatické (celkem)	0,1
chlorobenzeny (jednotlivé)	0,01
chlorfenoly (jednotlivé)	0,01
PCB	0,01
EOCI(extrahovaný organicky vázaný chlor)	0,1
<b>d) Pesticidy organicky chlorované (jednotlivé)</b>	
organické chlorované celkem	0,1
ostatní jednotlivé	0,01
ostatní celkem	0,1
<b>e) Ostatní</b>	
cyklohexanol	0,1
pyridin	0,1
styren	0,1
nepolární uhlovodíky celkem	50

ského půdního fondu. *Tabulka 2* obsahuje ukazatele znečištění zeminy u půd náležejících do zemědělského půdního fondu.

#### f) Výroba travních a střešních koberců

Část vytěženého rybníčního bahna (i neodpovídajícího normě pro komposty) lze využít při výrobě substrátu pro vegetační

travní koberce, které se používají v zahradní architektuře, v parcích, dále při zakládání protierozních pásů a k výrobě pokryvu pro vegetační střechy.

### Harmonizace jednotlivých velikostních frakcí k dosažení drobtovité struktury včetně obsahu organických látek

Tento bod se vztahuje pouze na těžbu buď suchou cestou, nebo korečkovým bagrem. Velikost frakcí je ovlivňována běžnou mechanizací užívanou při kompostování (míchačky, drtiče, natřásací síta). Mokrá metoda (sacím bagrem) použití těchto mechanismů nevyžaduje, poněvadž dochází k zrnitostní selekci již při vlastní těžbě. Obsah organických látek lze ovlivnit již při transportu sedimentu na místo určení přidáním do míchačky zároveň s ředicí vodou.

### Mechanizace nutná k jednotlivým technologiím

**Suchá cesta** - zemní bagr, buldozer "bahňák" se širokými pásy, nákladní auta, buldozer pro rozhrnutí na pozemek, kompostovací mechanizace (míchačka, síta, transportery, nakladače).

**Mokrá cesta** - sací bagr se zařízením pro úpravu a těžbu litorálu a sublitorálu, potrubí pro hydrocestu, míchačka pro ředicí vodu a doplnění živin, čerpadlo pro rozptýlení směsi po pozemku, dále fekální vůz nebo přepravní kontejner pro řídký materiál, míchačka, fermentor, pytlovací zařízení nebo kuka vůz pro přepravu sypkého materiálu.

### Závěr

Závěry výzkumných prací i zkušenosti praktických vodohospodářů nebo rybníkářů jednoznačně potvrzují, že pokud chceme asanovat nějaké povodí nebo nádrž, musíme především odstranit sedimenty. Tyto jsou totiž nositeli vázaných nutrientů, zvláště pak fosforu, způsobujících eutrofizaci toku nebo nádrže. V některých případech také vážou různé kontaminanty (rezidua pesticidů, PCB, ropné látky, NEL a jiné). Nahromaděné množství sedimentů zapříčinilo, že tento velký

problém byl stále odkládán a neřešen, zvláště pak po vydání směrnice Ministerstva zemědělství o aplikaci rybníčních sedimentů a zákona o odpadech se seznamem škodlivých, jedovatých a jinak nebezpečných látek.

Po provedeném průzkumu kvality rybníčního bahna a návrhu na změnu zákona o odpadech vzniká možnost vytěžené bahno vhodně využít a uzavřít tak okruh důležitého ekoprogramu.

## VYHODNOCENÍ APLIKACE TECHNOLOGIE ALPHA-MICROX (ALPHA-BIO) NA ČOV RAKOVNÍK

ODPADNÍ  
VODY

Ing. Václav ŠťASTNÝ  
Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Praha

Součástí resortního úkolu "Intenzifikace čistírenských procesů a nově nabízené technologie", řešeného v letech 1993 a 1994, bylo mimo jiné i sledování aplikace technologie ALPHA-MICROX (v tisku označované také jako alpha-bio) na ČOV Rakovník. Cílem prací bylo ověřit, nakolik je použití technologie ALPHA-MICROX vhodné pro klimatické a provozní poměry v ČR se zvláštním důrazem na vhodnost použití této technologie pro směsnou biologickou kulturu přisedlou (biofiltrace).

### ČOV Rakovník

Čistírna odpadních vod Rakovník je mechanicko-biologická ČOV sestávající z hrubého předčištění, usazovacích nádrží, biofiltrů s jednou dosazovací nádrží a kalového hospodářství. Podrobný popis typů a rozměrů jednotlivých částí technologické linky je uveden např. v [1]. Podle provozního řádu na ČOV Rakovník přitékalo ročně celkem 2 960 tis.m<sup>3</sup> odpadních vod a 1095 (BSK<sub>5</sub>), 2105 (ChSK) a 655 (NL) t/r znečištění, přičemž odpadní vody z průmyslu tvoří cca 1/3 celkového přítoku (jde o podniky Pivovar, Procter a Gamble a další). Sku-

**Tabulka 1.** Roční přitéklé množství vody a znečištění na ČOV Rakovník

Rok	Množství vody (tis. m <sup>3</sup> /r)	Množství znečištění (t BSK <sub>5</sub> /r)
1990	2 851	872
1991	2 497	858
1992	2 343	854
1993	2 002	825

tečnost podle souhrnu zpracovaného bývalým Stč.VaK [1] i podle měření VÚV Praha [2] je poněkud jiná. Množství odpadních vod a znečištění přitékající na ČOV trvale klesá (tabulka 1).

#### Použitá biotechnologie

Princip bio-technologie Alpha-microx byl opakovaně popsán v různých materiálech [3, 4]. Ve stručnosti lze říci, že jde o posílení činnosti mikrobiálních směsných kultur přidáváním tzv. "biokatalyzátoru" - aktivní organické substance patentovaného (a utajovaného) složení, která podle dodavateléské firmy (AlphaBio, USA [3]) "působí jako oxidační činidlo, ovlivňuje metabolismus aerobních i fakultativně anaerobních mikroorganismů a jejich enzymatické procesy". Podle dodavatele této technologie [5] "směsná kultura mikroorganismů ve spojení s biokatalyzátorem vytváří možnost rychlé a efektivní biologické degradace organických látek kontaminujících odpadní vody i další média".

Pracovníci firmy AlphaBio International, Ltd. navrhli pro ČOV Rakovník aplikace své patentované technologie s těmito závěry [5]:

- a) zlepšení účinnosti biofiltrů a snížení jejich zanášení,
- b) zlepšení sedimentačních vlastností kalu a zvýšení možného přetížení dosazovací nádrže,

- c) zlepšení efektu v odstranění BSK<sub>5</sub> a NL,
- d) potlačení vláknitých mikroorganismů a snížení provozních problémů spojených s bytřením kalu,
- e) snížení až úplné odstranění negativních pachových vlivů v prostředí ČOV,
- f) zvýšení hydraulického i látkového zatížení biologického stupně ČOV.

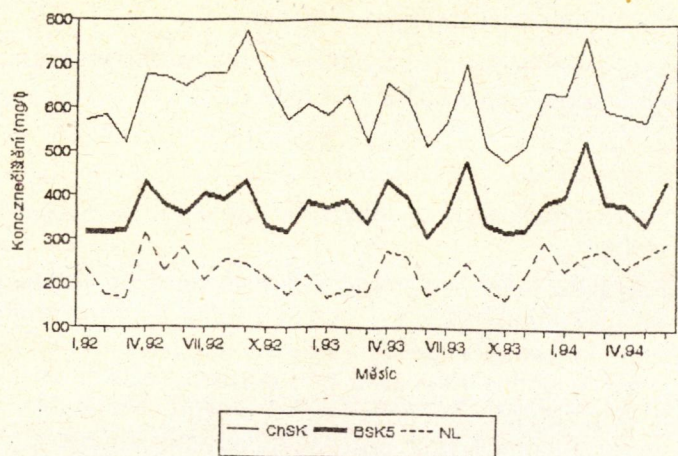
Zařízení na dávkování biokatalyzátoru bylo na ČOV Rakovník instalováno v červnu 1993, v průběhu června bylo provedeno i zaočkování "aktivní biomasou" a bylo zahájeno dávkování biokatalyzátoru. V únoru 1994 byla pak dodána další šarže biokatalyzátoru k zapracování nové náplně biofiltru. Pracovníci firmy AlphaBio doporučili také provést úpravy na jednom z biofiltrů, které měly zvýšit množství vzduchu nasávaného do biofiltru. V září 1993 byly zaslepeny větrací otvory v boku biofiltru (ponechány jen otvory nade dnem) a byly vybrány kameny z jalového dna biofiltru.

#### Změny stavu ČOV během zkušebního provozu

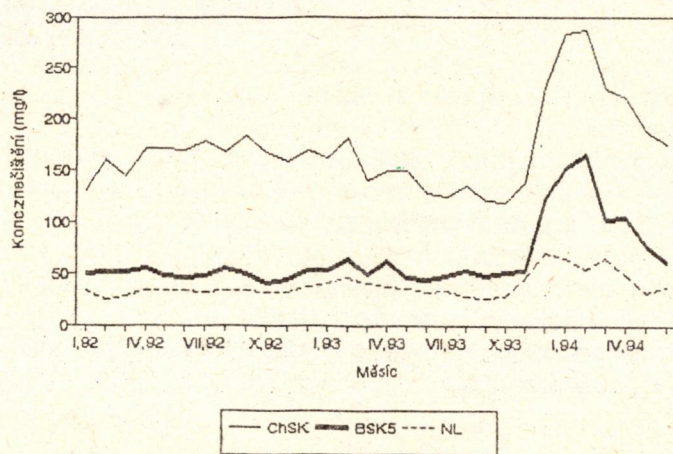
Na návrh provozovatele čistírny byl zpracován plán rekonstrukce ČOV jako další alternativa k původně navržené přestavbě ČOV [6]. Z tohoto stavebního záměru byla okamžitě (tzn. v průběhu prosince 1993 a ledna 1994) realizována výměna náplně jednoho z biofiltrů (místo kamene segmenty z umělé hmoty) a zvýšení vrstvy náplně z 1,5 m na 1,85 m. Přesto, že po celou dobu byl dávkován biokatalyzátor, podařilo se ČOV zapracovat na stav před úpravou až v průběhu dubna 1994.

#### Způsob sledování

Sledování prováděla jednak laboratoř ČOV: vzorky, v nichž se rozbor prováděl, byly slévány ze vzorků bodových, odebraných jednou za dvě hodiny, a to úměrně k průtoku za časový interval. Ve slévaných vzorcích byly stanoveny základní ukazatele znečištění. Vzorky se odebíraly minimálně jeden-



Obr. 1. Průběh prům. měsíční koncentrace znečištění v přítoku

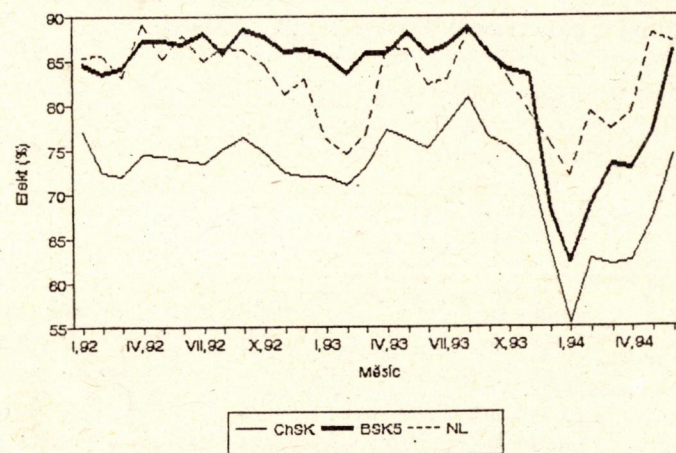


Obr. 2. Průběh prům. měsíční koncentrace znečištění v odtoku

krát týdně, většinou dvakrát za týden. Kontrolní sledování VÚV s odběrem vzorků podle obdobné metodiky bylo provedeno celkem osmkrát za sledované období, přičemž chemický rozbor vzorků byl rozsáhlejší.

Výsledky laboratoře ČOV uvádíme ve formě měsíčních průměrů pro hlavní ukazatele znečištění, a to od začátku roku 1993 až do června 1994, přičemž v období od ledna 1992 do června 1993 byla ČOV provozována bez ověřované technologie, celoroční zkušební provoz trval od července 1993 do června 1994. Tyto hodnoty jsou vyneseny graficky na obr. 1 (přítok), 2 (odtok) a 3 (účinnost). Pro ilustraci změn hydraulického zatížení čistírny je na obr. 4 vynesena průběh průměrného denního průtoku po celé sledované období. Průměrné výsledky VUV jsou aritmetickým průměrem z 24hodinových odběrů provedených v daném období, výsledky ČOV pak aritmetickým průměrem hodnot příslušných k jednotlivým měsícům pro dané období.

Aby bylo možné srovnání výsledků před a po aplikaci technologie  $\alpha$ -microx, bylo stanovení BSK<sub>5</sub> prováděno standardní zředovací metodou bez potlačení nitrifikace, přestože dodavatelé technologie doporučovali pro sledování kvality odtoku z ČOV při tomto rozboru potlačovat aktivitu nitrifikačních bakterií. Výsledky sledování jakosti odtékající odpadní vody z ČOV však zvýšený výskyt nitrifikačních mikro-



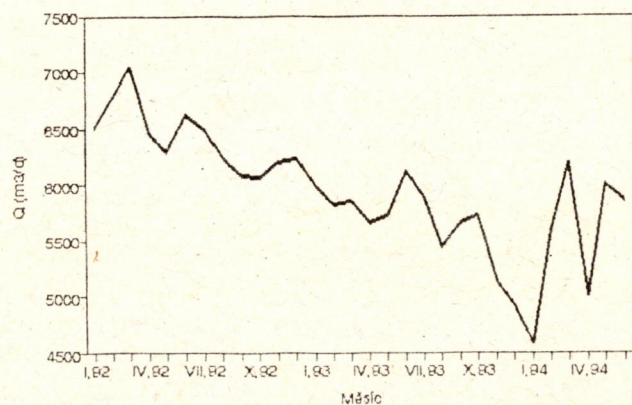
Obr. 3. Průběh prům. měsíčního efektu čištění

organismů v odtoku nesignalizovaly, koncentrace dusičnanového dusíku v odtoku vzrostla jen o 2,0 mg/l, zatímco v přítoku o 3,1 mg/l [2]. Výsledky stanovení BSK<sub>5</sub> standardní metodou rovněž více odpovídaly hodnotám ostatních ukazatelů organického znečištění.

Základní výsledky jsou v *tabulce 2*, přičemž výsledky laboratoře ČOV uvádíme jak za celé období, tak i za období, kdy byla ČOV zapracována dokonale (sloupec ČOV\*).

### Zhodnocení výsledků

Z údajů v *tabulce 2* plyne v první řadě, že kvalita přítoku a i odtoku (podle měření VÚV) na ČOV se během let 1993 a 1994 zhoršila, i když podle koncentrace NL nebylo toto zhoršení významné. V případě přítoku to patrně souvisí se snížením množství přitékajících odpadních vod. Podle výsledků laboratoře ČOV došlo po uvedení technologie Alpha-Microx do provozu k nevýznamnému zlepšení jakosti odtoku o 1 mg BSK<sub>5</sub>/l, resp. o 5 mg NL/l, a tedy i k nepatrnému zlepšení efektu ČOV o 1 %, resp. 2 %. Jak je však dobře patrné z *obr. 2* a *3*, obdobných výsledků na čistírně bylo dosaženo i v minulosti, jde tedy pouze o sezonní výkyv jakosti.



Obr. 4. Průběh hodnot průměrného denního průtoku

Tabulka 2. Srovnání průměrných výsledků sledování ČOV Rakovník v období před a po aplikaci ověřované technologie

Ukazatel	Před aplikací		Po aplikaci		
	VÚV	ČOV	VÚV	ČOV	ČOV*
q (m <sup>3</sup> /d)	5 963	6 234	5 998	5 502	5 677
BSK <sub>5</sub> (mg/l)					
přítok	306	369	416	393	373
odtok	34	51	84	87	57
efekt (%)	89	86	80	80	85
NL (mg/l)					
přítok	190	220	294	243	228
odtok	26	35	58	45	34
efekt (%)	87	84	80	82	85

Posuzujeme-li tedy úspěšnost použití technologie ALPHA-MICROX z hlediska bodu tři podmínek smlouvy, je z *tabulky 2* (a z *obr. 2* a *3*) patrné, že k žádnému zlepšení efektu odstranění BSK<sub>5</sub> a NL nedošlo, spíše se dá hovořit o mírném zhoršení, podle všeho způsobeném odstávkou a rekonstrukcí jednoho z biofiltrů, pokud k němu nedošlo vlivem aplikace technologie ALPHA-MICROX.

### Závěr

Z poznatků zjištěných VÚV na ČOV Rakovník plyne:

1. Účinnost biofiltrů na ČOV Rakovník se nezvýšila, jejich zanášení bylo také zhruba stejné, ne-li vyšší než před aplikací technologie Alpha-Microx, ke zlepšení sedimentačních vlastností kalu a zvýšení možného přetížení dosazovací nádrže nedošlo, vlastnosti kalu se nanejvýše nezhoršily,
2. Ke zlepšení efektu v odstranění BSK<sub>5</sub> a NL nedošlo, výsledky signalizují spíše stagnaci nebo mírné zhoršení.

Stejně tak nelze jednoznačně prokázat potlačení vláknitých mikroorganismů v kalu a snížení provozních problémů spojených s bytřením kalu na ČOV, neboť během rekonstrukce ČOV došlo k výraznému zhoršení jakosti odtoku z hlediska koncentrace NL.

3. Rovněž nedošlo ke snížení až úplnému odstranění negativních pachových vlivů v prostředí ČOV. Možnost zvýšení hydraulického zatížení biologického stupně ČOV Rakovník garantované dodavateli technologie Alpha-Microx se nepodařilo ověřit, neboť i v Rakovníku byl prokázán trend patrný na všech středních a menších zdrojích odpadních vod - pokles spotřeby pitné vody, a tedy i pokles produkce vody odpadní. Protože však za podmínek nižšího hydraulického a shodného látkového zatížení jako před zavedením ověřované technologie nedošlo k zlepšení ani efektu čištění, ani jakosti odtoku, je velmi nepravděpodobné očekávání zlepšení za horších podmínek.
4. Žádná ze šesti garantovaných výhod technologie Alpha-Microx nebyla za celoročního provozu na ČOV Rakovník prokázána a přínos této technologie pro provoz ČOV je tedy zanedbatelný.
5. Další aplikace této technologie na ČOV s přisedlou biokulturou obecně nelze na základě provedeného provozního pokusu na ČOV Rakovník doporučit.

#### Literatura

- [1] Svitáková, J.: Čistírna odpadních vod Rakovník. SOVAK 1993, 12.
- [2] Šťastný, V.: Vyhodnocení provozu technologie ALPHA-MICROX na ČOV Rakovník. Zpráva VÚV TGM Praha, srpen 1994.
- [3] AlphaBio - Seznámení s projektem ozdravení životního prostředí ČSFR. Informativní nabídka fy AlphaBio Int. Ltd. v ČSFR 1990.
- [4] Fuchs, P., Šťastný, V.: Výsledky sledování a vyhodnocení technologie ALPHA-MICROX (ALPHA-BIO), ověřované na ČOV Benešov. VTEI 1992, 7-8.

- [5] Návrh intenzifikace biologického stupně ČOV Rakovník technologií Alpha Microx. Smlouva o zavedení technologie fy AlphaBio Int. Ltd., Praha květen 1993.
- [6] Mašek, J.: Modernizace biologických filtrů ČOV Rakovník. Návrh úprav ČOV, říjen 1993.

## KOŘENOVÉ ČISTÍRNÝ - STÁLE JEŠTĚ "NOVÝ A NEODZKOUŠENÝ" ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD?

*Ing. JAN VYMAZAL, CSc.  
Ekologie a využití mokřadů, PRAHA*

První experimentální pokusy s využitím mokřadních systémů pro čištění odpadních vod byly prováděny již začátkem 50. let. V současné době se počet umělých mokřadů využívaných pro čištění odpadních vod odhaduje na více než 5 000. Kořenové čistírny ve své současné podobě jsou ve světě využívány pro čištění odpadních vod v provozním měřítku již dvacet let. Přesný počet není znám, ale podle dostupných údajů jejich počet již výrazně přesáhl 3 000. U nás se poprvé objevuje zmínka o kořenových čistírnách v roce 1987 na semináři v Brně, první poloprovozní zkoušky byly provedeny v roce 1988 a první plnoprovozní kořenová čistírna byla dokončena v roce 1989. V současné době je v České republice v provozu více než 30 kořenových čistíren, přesto jsou však vodohospodářskými orgány stále klasifikovány jako "nové způsoby technologie čištění odpadních vod". Zdá se však, že toto pojmenování pramení pouze z nedostatku informací o těchto systémech a mokřadech vůbec.

I když tento příspěvek není zaměřen na hodnocení účinnosti kořenových čistíren, považuji za nutné vrátit se k provozu prvních dvou plnoprovozních čistíren. Provoz těchto čistíren se stal, především na základě neúplných informací, předmětem

mnoha diskusí, které negativně ovlivnily (a v mnohých případech stále ovlivňují) rozvoj výstavby kořenových čistíren v České republice.

V roce 1989 byla uvedena do provozu naše první plnoprovozní kořenová čistírna v Petrově u Jílového u Prahy. Kořenová čistírna byla původně navržena pro čištění dešťových splachů z hnojeného plata. Pro nedostatek srážek bylo však v roce 1989 provedeno pouze několik orientačních rozborů. Jako filtrační materiál pro kořenové lože bylo použito místní porézní zeminy a navíc pro svrchní vrstvu byla použita ornice z přilehlého pole. To mělo za následek, že původně vysázený rákos zcela přerostl souvislým porostem ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*). Tento porost byl na podzim vysekán a povrch všech kořenových polí byl mulčován vrstvou slámy. Na základě osobní iniciativy ing. Firmana, který byl v té době vedoucím rostlinné výroby JZD Rozvoj Posázaví v Jílovém, byly na čistírnu vyváženy po celý rok 1990 žumpy a septiky z obce Jílové. Mezi vodohospodářskou veřejností se bohužel rozšířily pouze zprávy o problémech, které tato čistírna v průběhu provozu měla (plevelné rostliny, částečný povrchový odtok v prvních polích). Přesto, že tato čistírna byla navržena pro jiný účel a odpadní vody byly přiváděny nárazově, čistící efekt byl poměrně vysoký:

BSK<sub>5</sub>: 94 % (přítok 550 mg l<sup>-1</sup> / odtok 33 mg l<sup>-1</sup>)  
CHSK<sub>Cr</sub>: 82,4 % (680 / 120)  
NL: 97,7 % (1750 / 40)  
NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N: 96,9 % (160 / 5)  
celkový N: 68,7 % (227 / 71)  
celkový P: 93,2 % (60 / 4,1)

V roce 1991 byly uvedeny do provozu další tři kořenové čistírny:

- v červnu Kačice u Slaného (dočištění odpadních vod z mlékárny),
- v červenci Ondřejov (splaškové vody z obce a Astronomického ústavu AV ČR + dešťové vody),
- v srpnu Horní Černá Studnice v Jizerských horách (u hotelu).

Považuji za nutné se krátce zmínit o kořenové čistírně v Kačici, která se stala předmětem diskusí a na základě zkrácených informací byla uváděna jako příklad nefungující čistírny. Tím byl do značné míry poznamenán proces výstavby dalších kořenových čistíren.

Kořenová čistírna v Kačici byla navržena jako dočišťovací stupeň pro čištění odpadních vod z mlékárny, kde hlavním čistícím stupněm je aktivace. Podkladem pro projektovou dokumentaci, kterou zpracovával Agroprojekt Praha-západ, byly údaje, které poskytl Laktos Praha. Tyto podklady předpokládaly průměrnou koncentraci BSK<sub>5</sub> na přítoku do kořenové čistírny 350 mg l<sup>-1</sup> s maximální hodnotou 600 mg l<sup>-1</sup>. Pro nerozpuštěné látky byly předpokládány hodnoty 290 a 580 mg l<sup>-1</sup>. Podle vodohospodářského rozhodnutí byly povoleny maximální koncentrace pro vypouštění BSK<sub>5</sub> 190 mg l<sup>-1</sup> a NL 30 mg l<sup>-1</sup>. V průběhu prvních 6 měsíců po uvedení čistírny do provozu však průměrná hodnota BSK<sub>5</sub> na přítoku činila 600 mg l<sup>-1</sup> s maximálními hodnotami až 2 510 mg l<sup>-1</sup>, průměrná hodnota nerozpuštěných látek byla 317 mg l<sup>-1</sup> s maximální hodnotou až 3 100 mg l<sup>-1</sup>. Vysoké koncentrace na přítoku byly způsobeny špatnou obsluhou aktivací čistírny a předřazených vyrovnávacích nádrží, kde docházelo k zahňování aktivovaného kalu a vyplavování tuků. I přes tyto okolnosti byl odtok z čistírny těsně před povolenou hodnotou pro BSK<sub>5</sub>. V současné době je předřazeným stupňům věnována patřičná péče a podle kontrolních rozborů, které provádí Slánská mlékárna, byly v období 5/93 - 9/94 průměrné hodnoty BSK<sub>5</sub> a NL na odtoku 47 a 24 mg l<sup>-1</sup>, přičemž povolené maximální koncentrace na odtoku jsou 190 mg l<sup>-1</sup> pro BSK<sub>5</sub> a 30 mg l<sup>-1</sup> pro NL.

V dalším období nastává velký rozvoj výstavby kořenových čistíren. Největší brzdou ve výstavbě těchto systémů je stále ještě skutečnost, že Fond životního prostředí ČR, na základě rozhodnutí MŽP, nepřispívá finančně na jejich výstavbu. Bylo jasné, že počet kořenových čistíren uvedených do provozu rychle narůstá, chyběla však jakákoliv evidence. Proto jsem v letech 1993 a 1994 provedl dotazníkovou akci, která měla za cíl shromáždit co nejvíce údajů o návrhových parametrech provozních i projektovaných kořenových čistíren. Většinu ob-



Tabulka 1. Základní návrhové parametry kořenových čistíren, které jsou v provozu nebo ve výstavbě

Lokalita	Okres	Zahájení provozu (měs./rok)	Typ. odp. vody*	Předčištění**	Plocha (m <sup>2</sup> )	Počet EO <sup>1)</sup>
Kořenec	Blansko		SP + D		6 000	450
Koloděje	Praha 10	10/93	SP	Č, ŠN	4 493 <sup>b)</sup>	900
Zásada	Jablonec n.N.	1/95	SP	ŠN	4 384	1 100
Osová Bítýška	Žďár n. Sáz.	12/93	SP + D	Č, LP, ŠN	3 880	1 000
Čistá	Rakovník		SP + D	Č, LP, ŠN	3 038	800
Spálené Poříčí	Plzeň-jih	11/92	SP + D	LS, Č, LP, ŠN	2 500	700
Trutnov	Trutnov		SP	LT, S	2 416	380
Olší	Žďár n. Sáz.		SP + D	Č, LP, S, AN	2 160	267
Lipka	Prachatice	10/93	SP + D	LS, UN	2 200 <sup>b)</sup>	300
Onšov	Pelhřimov	11/93	SP	LS, Č, ŠN	2 100	551
Němčičky	Břeclav	3/94	SP + D	Č, LP, ŠN	1 850	640
Drahlín	Příbram	12/94	SP <sup>a)</sup>	LS, Ž, UN <sup>a)</sup>	1 728 <sup>b)</sup>	600
Biskoupky	Brno-venkov	2/94	SP + D	Č, AN	1 458	240
Petrov	Praha-západ	5/89	SP	Ž, LS	1 104	333
Čičenice	Strakonice	11/93	SP	S, Č, LP	1 020	335
Ondřejov	Praha-východ	7,91	SP + D	Č, LP, ŠN	806	362
Krucemburk	Havl. Brod	6/94	SP	S	750	150
Chmelná	Benešov	11/92	SP + D	Č, LP, ŠN	705	150
Kačice	Kladno	6/91	mlékárna	LT, A, DN	600	43 <sup>2)</sup>
Hrochův Týnec	Chrudim	11/94	dešťová	UN, NS	572	
Líšný	Jablonec n.N.	10/93	SP + D	LS, UN, Č	550	190
Žernovík	Blansko		SP	UN	545	175

Příchovice	Jablonec n. N.	8/93	SP	ŠN, A	500	667
Doksy	Kladno	4/93	SP	LS	300	75
Veselý Žďár	Havlíčkův Brod	10/94	SP	S	288	70
Michalovice	Litoměřice	3/94	SP + D	Č, UN	280	120
Kořenov	Jablonec n. N.		SP	S	216	55
Verneřice	Děčín	9/93	SP	SL	200	40
Velešice	Litoměřice	9/93	SP	S	200	40
Koberovy	Jablonec n. N.	7/92	SP	Č, S	180	24
Chotouň	Praha-východ	10/92	SP	S	100	10
Dol. Černá Studnice	Jablonec n. N.	8/91	SP	UN	96	15
Liboc	Praha 6		SP	S	80	20
Dvůr Králové	Trutnov		SP	S	40	8
Trnovany	Litoměřice	6/92	pekárna	SL, RBK	33	7
Únětice	Praha-západ	3/93	SP	DAF	26	10
Žitenice	Litoměřice	9/93	SP	SL	20	4

Pozn.: Kurzívou jsou vyznačeny kořenové čistírny, které jsou navrženy jako dočišťovací stupeň.

\*SP = splašková, D = dešťové splachy;

\*\*S = septik, LS = lokální septiky, Ž = žumpa, ŠN = šterbinová nádrž, Č = česle, LP = lapák písku,

LT = lapák tuku, UN = usazovací nádrž, AN = akumulární nádrž, DN = dosazovací nádrž,

DAF = domovní anaerobní filtr, NS = norná stěna, A = aktivace, RBK = rotující biologické kontakto-

ry (tzv. biodisky), SL = anaerobní septik vyvinutý firmou Ekos-Hrnčič

1) návrhový počet, odpovídá ve většině případů počtu napojených obyvatel, 2) podle skutečného znečištění,

a) v současné době jsou do usazovací nádrže vyváženy septiky a žumpy, po vybudování kanalizace se předpokládá společné čištění splašků a splachů, což si vyžádá změnu předčištění

b) za kořenovými loži je navržen ještě rybník

jektů jsem také osobně navštívil, a tak se podařilo shromáždit údaje o poměrně velkém množství čistíren. Nepředpokládám, že tento výčet je kompletní, ale zcela jistě poskytuje dostatek informací, přičemž svým rozsahem a kompletností patří k největším. Podobnou databázi mají pouze v Dánsku (pravděpodobně největší databáze na světě) a částečně v USA a v podniku Severn Trent Water ve Velké Británii (zahrnují více systémů, ale postihují méně parametrů). Tato databáze mohla vzniknout pouze za velkého přispění všech, kteří potřebné informace poskytli a kterým tímto děkuji. Základní parametry kořenových čistíren, které jsou v provozu nebo ve výstavbě, jsou uvedeny v *tabulce 1*.

VODÁRENSTVÍ

## ODSTRAŇOVÁNÍ DUSIČNANŮ Z PITNÉ VODY

Nadměrný obsah dusičnanů v pitné vodě může způsobit u jenců s umělou výživou metanohaemoglobinaemii. S tímto problémem se setkáváme zejména v zemědělsky intenzivně obhospodařovaných oblastech, kde nadměrné užívání dusíkatých hnojiv vyvolává obvykle sezonní vzrůst obsahu dusičnanů v povrchových vodách při jejich splavování do toků i v podzemních vodách pomalou perkolací do zvodnělých vrstev.

Vzhledem k závažnosti problému v řadě států západní Evropy stanovila Směrnice ES pro vodu určenou pro použití k pitným účelům č. 80/778/EEC limitní hodnotu 50 mg/l  $\text{NO}_3^-$  a doporučenou hodnotu 25 mg/l  $\text{NO}_3^-$ . Některé zdroje však obsahují i podstatně vyšší koncentrace dusičnanů a takové vody vyžadují snížení nadměrného obsahu dusičnanů.

Nedávno zveřejněná zpráva uvedla přehled technologií a ekonomiky základních technologických metod užívaných pro snižování obsahu  $\text{NO}_3^-$  v pitné vodě. V zásadě jsou všechny metody drahé a kde je to možné, doporučují se preventivní opatření, zaměřená na minimalizaci aplikace dusíkatých hnojiv v zemědělství a jejich užívání jen v době jejich maximálního využití rostlinami. Kontaminované zdroje nelze prakticky asanovat. K nejrozšířenějším metodám snižování obsahu dusičnanů v pitné vodě patří:

### Biologická denitrifikace

Jde o obdobu denitrifikačního procesu v čistírnách odpadních vod. Voda protéká uzavřenými nádržemi, kde jsou vytvořeny podmínky pro růst biomasy. Zpravidla jde o pískové nebo štěrkové lože, protékane buď shora dolů gravitací, nebo zdola vzhůru - vznášené lože. Při přestávkách v provozu se část náplně odebere, aby se praním odstranila biomasa, a pak se vrací zpět. Redukční bakterie konzumují nejdříve rozpuštěný kyslík, pak redukují dusičnany. K upravené vodě je zpravidla nutno přidat jako živiny malé množství uhlíku (např. alkoholu) spolu se stopovým množstvím fosfátů. Účinnost lze zvýšit odstraněním kyslíku z upravené vody odplyněním. Upravená voda obsahuje cca 15 mg/l  $\text{NO}_3^-$  a lze jí tedy ředit neupravenou vodou na požadovaný obsah dusičnanů. Metody se používá pouze u velkých úpraven povrchové vody. Kladem jsou relativně nízké investiční náklady. Naproti tomu provoz filtrů pro odstranění biomasy strhávané z denitrifikačních filtrů úpravu zdražuje. Druhou nevýhodou je potřeba zapracování (asi 15 dní). Zařízení je proto nevhodné tam, kde je třeba denitrifikovat jen občas.

### Výměna iontů na anexech

Běžná surová voda obsahuje vedle dusičnanů také uhličitany, sírany a chloridy. Standardní silně bázičké anexové pryskyřice eliminují tyto ionty v pořadí:  $\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$ . Při průchodu ložem z chloridové pryskyřice jsou  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  a  $\text{HCO}_3^-$  z vody odstraňovány a nahrazovány chloridy, jejichž koncentrace se pak ve vodě zvyšuje. Proces je nutno pečlivě hlídat a zastavit jej dříve, než začnou být po určitém nasycení

adsorbované nitráty nahrazovány sírany. Toto nebezpečí eliminují aniontové pryskyřice selektivní na dusičnany (Rohm, Haas HP 555, Purolit A 520). Vyčerpaná pryskyřice se regeneruje pomocí roztoku chloridu sodného a koncentrací 100-150 g NaCl na litr pryskyřice.

Postup je vhodný pro malé i velké zdroje a může být uveden do provozu prakticky okamžitě (bez zapracování). Odstraňuje dusičnany téměř úplně, je proto účelné upravovat jen část vody a ředěním dosahovat žádoucí koncentraci dusičnanů.

Nevýhodou je odpad z regenerace, obsahující vysoké koncentrace solí. Není toxický, ale nelze jej vypouštět na zemědělskou půdu a jiná likvidace ve vnitrozemí je drahá. Vysokou korozi mosazných armatur způsobuje voda s poměrem  $Cl^- : HCO_3^- > 1$ , která může odtékat v určité fázi cyklu.

### Reverzní osmóza

Jsou-li voda a roztok soli umístěny ve dvou částech nádrže, oddělených vodopropustnou membránou, bude voda procházet do části se solankou. To způsobí, že rozdíl hladin vyvolá osmotický tlak. Naopak, jestliže se použije přetlaku v oddílu se solankou, protéká velmi čistá voda v opačném směru. Proces se stane kontinuálním při čerpání roztoku se solemi přes membránový modul. Většina vytékající vody je velmi čistá, zatímco menší podíl vody s vysokým obsahem solí se vypouští. Proces se využívá od r. 1965 k odsolování brakických vod. Při procesu může být získáno až 95 % čerpané vody, ovšem na úkor zvýšení koncentrace solí ve vypouštěné vodě. Při vysokém obsahu vápníku a hořčíku v upravované vodě může docházet ke srážení uhličitanu vápenatého na membránách, a tím k rychlému poklesu výkonu zařízení.

U malých zařízení lze tuto závadu eliminovat snížením stupně odsolení jen na 10 % (tj. 90 % vody je vypouštěno bez využití). U větších zařízení je možná chemická cesta s dávkováním kyseliny a antiscalantu - inhibitoru proti vytváření povlaku (např. hexametrafosfát nebo kyselina polyakrylová). Alternativním způsobem je snížení koncentrace Ca a Mg v surové vodě výměnou za sodné ionty. Nevýhodou je opět regenerační odpad, navíc ještě někdy nepřijatelný obsah sodíku. Reverzní

osmóza je proto nevhodná pro vody s vysokým obsahem Ca a Mg, u vod s nízkým obsahem Ca a Mg pracuje efektivně. Investiční a provozní náklady jsou dnes vyšší nežli u výměny iontů, proces však je stále ve stadiu vývoje a je naděje na příznivější výsledky.

### Elektrodialýza

Jde rovněž o membránový proces, užívaný zejména k odsolování brakických vod. Zde však jsou membrány nepropustné pro vodu, ale dovolují průchod iontů pod vlivem elektrického potenciálu. Membrány jsou iontoměniče ve tvaru desek. Provozní jednotku tvoří soubor 100-250 jednotlivých komůrek - cel, z nichž každá obsahuje kationtovou a aniontovou membránu, oddělující odsolované a koncentrační proudy. Surová voda je vedena z rozdělovače do všech komůrek a elektromagnetická síla (asi 1 V na jednu komůrku) je aplikována pomocí elektrod na konci každého souboru. Kationty jsou vynášeny směrem ke katodě a jsou zastaveny membránou aniontové výměny, zatímco anionty putují směrem k anodě až ke kationtové membráně. Výsledkem je série střídavě odsolených a koncentrovaných proudů vody, které se spojují do dvou výtoků.

V běžné praxi se u brakických vod používá hustoty elektrického proudu 5 mA/cm<sup>2</sup> a průtok vody je řízen tak, aby ve vyčištěné vodě zbylo asi 10 % původního obsahu solí. Vyšší stupeň odsolení je sice možný, ale elektrický odpor odsolené vody silně stoupá, a tím dochází k významnému zvýšení nákladů na elektrickou energii. Výsledky i problémy jsou velmi podobné jako u reverzní osmózy. Proces je tak předurčen spíše pro vody s nízkým obsahem Ca a Mg. Po zavedení nově vyvinutých membrán, selektivních na dusičnany, lze očekávat zdokonalení procesu elektrodialýzy. Při jejich použití dochází k přednostnímu odstraňování dusičnanů spolu s odpovídajícím množstvím kationtů. Upravená voda je stejná a srážení solí je zde minimální. V současné době lze metodu použít pro denitrataci jen při nižších koncentracích. Proces je investičně i provozně drahý a vyžaduje důsledné sledování. Denitratace touto metodou lze využít jen jako vedlejší efekt.

## Proces Carix

Tento postup, vyvinutý Nukleárním výzkumným střediskem v Karlsruhe (SRN), využívá při odsolování vod s vysokým obsahem Ca a Mg směsi slabě kyselé pryskyřice ( $H^+$  forma) a silně alkalické pryskyřice ( $HCO_3^-$  forma). Při průchodu vody s vysokým obsahem vápníků, síranů a dusičnanů se všechny tyto složky zachycují a současně se uvolňuje  $CO_2$ .

Reakce je vratná a pryskyřice se do původního stavu vrátí čerpáním  $CO_2$  pod tlakem přes sloupec iontoměniče. V zásadě je možno čerpat stlačený  $CO_2$ , zachycený při odsolování, takže není třeba do procesu dodávat další chemikálie. V praxi se však této cirkulace většinou nevyužívá. Proces je považován za ekologický, a proto perspektivní, je vhodný pro vody s obsahem solí nad 1000 mg/l, zejména při vysoké úrovni obsahu síranů a nitrátů.

## Závěry

Nejužívanější metodou pro snižování obsahu dusičnanů v pitné vodě je v současné době výměna iontů využívající pryskyřic selektivních na dusičnany, která je provozně jednoduchá. Jejím nedostatkem je produkce zasolených odpadů z regenerace. Biologické způsoby odstraňování dusičnanů lze využívat u velkých úpravě povrchové vody s celoročním provozem. Nehodí se s ohledem na potřebnou dobu zapracování pro zařízení užívána jen občas. Reverzní osmóza a elektro-dialýza, používané pro desalinaci brakických vod, odstraňují dusičnany spolu s ostatními ionty, ale setkávají se s problémy při úpravě vody s vysokým obsahem Ca a Mg. Proces Carix se naopak využívá zejména pro vody s vysokým obsahem Ca a Mg a nesporně dosáhne ještě širšího využití.

Všechny procesy jsou ve vztahu k dosahovaným výsledkům drahé, a proto by mělo být vynakládáno veškeré úsilí na předcházení vzniku potřeby denitrifikace pitné vody především minimalizací používání dusíkatých hnojiv.

(Podle článku Dr. T. V. Ardena Cobhama (Anglie) zveřejněného v *New World Water*)

*Ing. JOSEF BENEŠ*

VODNÍ  
TOKY

## VODOHOSPODÁŘSKÉ PODMÍNKY A MOŽNOSTI PRO ŘÍZENÉ ZÁPLAVY LUŽNÍCH LESŮ

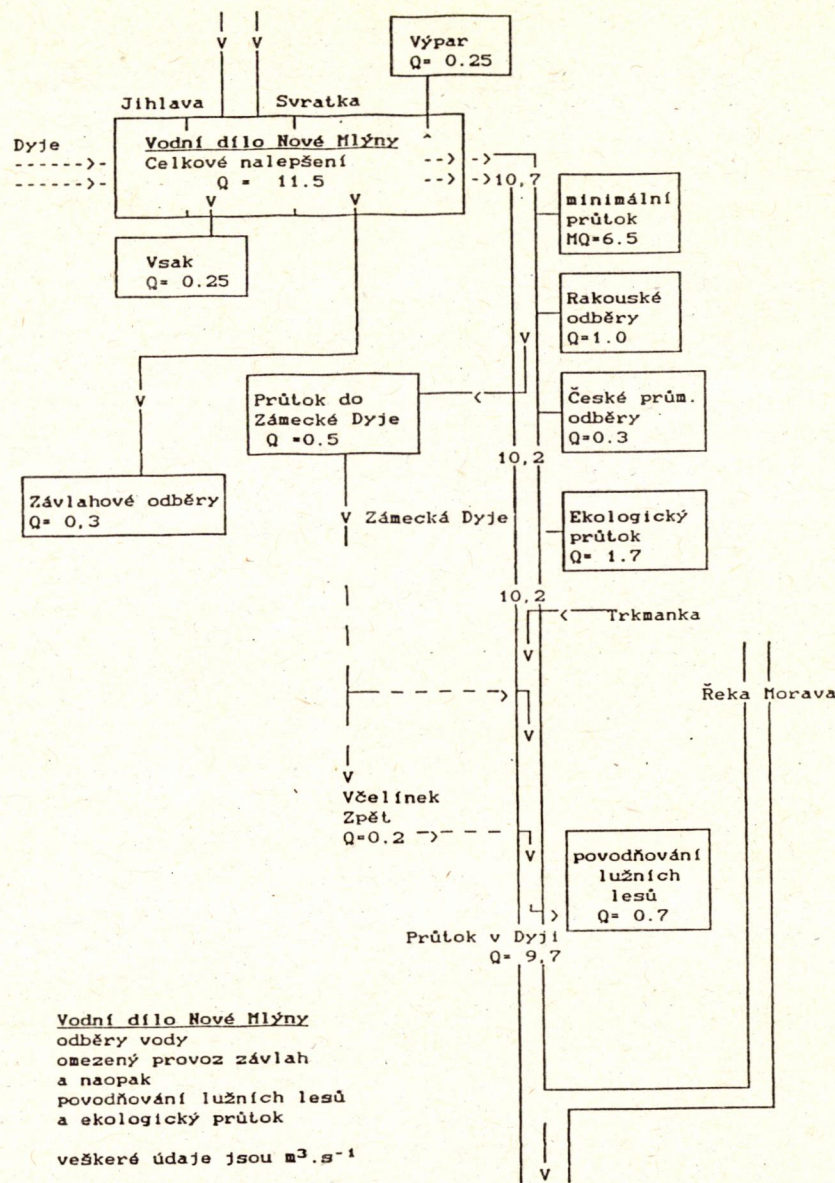
*Ing. JOSEF MATĚJČEK, CSc.  
Povodí MORAVY, BRNO*

Lužní lesy tvoří významnou část krajiny jižní Moravy. V prostoru od soutoku řek Svratky a Jihlavy až po soutok řek Moravy a Dyje se nachází cca 12 tis. ha lužních lesů. Existence lužních lesů je podmíněna značně zvýšenou hladinou podzemní vody a také výskytem pravidelných záplav. Uvedené dřívější podmínky a předpoklady existence lužních lesů však z hlediska vodohospodářského doznaly změny.

Provedenými vodohospodářskými úpravami byla vytvořena ochrana území před povodněmi, byla stabilizována úroveň hladiny podzemní vody v údolních nivách řek, existence podzemních vod v prostorech lužních lesů dala možnost využít tyto vody pro potřeby zásobování pitnou vodou. Od června 1988 trvá v oblasti jižní Moravy období nízkých přirozených průtoků. Tato skutečnost je v současné době dominující a má rozhodující význam pro stav lužních lesů.

### Návrh vodohospodářského řešení

V roce 1989 byla dokončena výstavba a uvedena do provozu poslední ze tří nádrží vodního díla Nové Mlýny. Objem vody v zásobním prostoru střední a dolní nádrže VD Nové Mlýny je 52 mil  $m^3$ . Nalepšovací účinek vodního díla Nové Mlýny v rámci vodohospodářské soustavy Dyje je 11,5  $m^3 \cdot s^{-1}$ . Vzhledem ke změnám v zemědělské výrobě poklesly skutečné odběry vody pro velkoplošné závlahy z dřívějších 40 až 45 mil  $m^3$  až na úroveň cca 5 - 8 mil.  $m^3$  za rok. Budování dalších závlah bylo přerušeno. Uvedená změna v současném i plánovaném využití nalepšovacího účinku vodního díla pro potřeby závlah



Obr. 1. Využití vodního díla Nové Mlýny - navrhovaná úprava

zemědělských pozemků dává možnost využít tohoto efektu pro řešení záplavy lužních lesů i pro zavedení režimu ekologického průtoku. Povodí Moravy, a.s., v roce 1991 navrhlo a v roce 1992 zkušebně realizovalo umělou záplavu lužních lesů v prostoru SPR Křivé jezero a na soutoku řek Moravy a Dyje. Umělá záplava byla provedena za normálního stavu průtoků ( $20 m^3 \cdot s^{-1}$ ) vypuštěním části zásobního prostoru vodního díla Nové Mlýny. Při zvýšeném přítoku vody do VD Nové Mlýny koncem března 1992 bylo této situace využito v kombinaci se shora uvedenými manipulacemi k provedení řízené záplavy po dobu 8 dnů. Uměle vyvolané záplavy byly znovu také provedeny i v roce 1993 a to po dobu 3 dnů a v roce 1994 po dobu 8 dnů.

Bylo tak prokázáno, že řízené povodňování lužních lesů z hlediska vodohospodářského je možné za těchto podmínek :

V dílčím povodí řeky Dyje lze za současného stavu technických zařízení při dočasně zvýšených přirozených průtocích ve výši cca  $60 - 80 m^3 \cdot s^{-1}$  využít vody zadržené v zásobním prostoru vodního díla Nové Mlýny ke zvýšení tohoto průtoku. Jejím řízeným vypuštěním lze dosáhnout simulování povodňového průtoku ve výši cca  $150 m^3 \cdot s^{-1}$  při současně provedené manipulaci na jezích Bulhary a Pohansko a na dalších náпустných objektech. Tím je možno dosáhnout krátkodobého zaplavení prostoru lužních lesů. Po vybudování nového jezu na Dyji v ř.km 17,3 pak bude možno tuto záplavu provést bez návaznosti na zvýšení přirozených průtoků, a to řízenou manipulací na vodním díle Nové Mlýny kdykoliv. Pro zajištění této funkce je nezbytné nesnižovat hladinu vody v nádrži Nové Mlýny ale naopak ji ponechat na dosud platné a vodoprávně povolené výši a zavést do manipulačního řádu vodního díla režim povodňování lužních lesů jako jeden z účelů vodního díla. Účelnou manipulací na vodním díle a dalších objektech, spolu s provedenými úpravami navazujících vodotečí a také řízením výšky průtoků v řece Dyji pod nádrží lze zajistit aktivní vliv na výšku hladiny podzemních vod v údolní nivě a dosažení požadovaných záplav na rakouském území. Uvedené zásady je nutné zakotvit do nového manipulačního řádu vodního díla Nové Mlýny a navázně na všech jezích a náпустných objektech.

V dílčím povodí řeky Moravy lze využít dnešních zařízení alespoň k částečnému zlepšení současné situace. Vzhledem k nemožnosti akumulovat vodu v povodí je nutno bezprostředně reagovat na vzniklé situace v období zvýšených průtoků provedením cílevědomé a koordinované manipulace na příslušných objektech. Neprodleně je nutno dále připravovat technická opatření k možnosti účinnějšího zásahu.

## VODOPÁDY V ČESKEJ REPUBLICE

Sú menšie a skromnejšie ako v iných častiach sveta, ale sú krásne a pôsobivé a patria k vyhľadávaným prírodným javom. V pohorí Krkonôš je prístupný Mumlavský vodopád, v ňom rieka Mumlava spadá z výšky necelých 10 m. Rieka Labe na hornom toku vytvára asi 40 m vysoký vodopád blízko Labské boudy, avšak najpôsobivejší z krkonošských vodopádov je Pančavský, kde riečka Pančava prekonáva prikrú stenu vysokú 148 m a ďalší Horný Úpsky vodopád (stupňovitý, 120 m vysoký) je viditeľný pri pohľade zo Sněžky.

Radu romantických vodopádov, respektíve kaskád, tvoria horské bystriny v Jizerských horách. Niekoľko máloznámych vodopádov ukrýva Králický Sněžník. Pravý prítok Moravy v rokli ve Srážnem vytvára vodopád Pod strašidly, ktorý vo dvoch stupňoch je 15 m vysoký.

Zaujímavé sú vodopády v oblasti Českého stredohoria na prítokoch Labe, z ktorých najväčší je Vaňovský na Podlešínskom potoku a vytvára dva stupne - 9 a 12 m vysoké. Uprostred Adršpašských skal sa nachádza Veľký vodopád napájaný vodou z jazierka a ďalej sú to Novopacké vodopády v Podkrkonoší.

Na severnej Morave, na severných svahoch Hrubého Jeseníka, je Vysoký vodopád (45 m). Známejšie sú vodopády Bílej Opavy. V Rychnovských horách sú romantické partie s Nýznerovskými vodopádmi na Striebornom potoku. V Nízkom Jeseníku sú to Rešovské vodopády na potoku Huntava, najväčší vodopádový skok je tu asi 9 m.

AL

VTEI

Ročník 36

ISSN 0322 - 8916

Vydává Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v Praze z pověření Ministerstva životního prostředí ČR.

Určeno pracovníkům zabývajícím se problematikou vodního hospodářství, zejména pracovníkům státní správy, místních, obecních a okresních úřadů, vodohospodářských podniků a organizací a podnikovým vodohospodářům.

Dohledací pošta Praha 07

Podávání novinových zásilek povoleno Ředitelstvím poštovní přepravy Praha, čj. 882/93 ze dne 17. března 1993

Vychází měsíčně.

Redakční rada:

Ing. Ladislav Žáček, DrSc. (předseda redakční rady), Ing. Josef Beneš (místopředseda redakční rady), Ing. Jan Bartáček, CSc., Ing. Zdena Handová, Ing. Miroslav Chrtek, Jaroslav Januška, Doc. ing. Jan Koller, CSc., Ing. Miroslav Kos, CSc., Ing. Bohuslava Kulasová, Ing. Josef Matějčík, CSc., Ing. Bohumil Müller, Ing. Augustin Nejedlý, CSc., Dr. Jaroslava Nietzscheová, Ing. Oldřich Novický, Ing. Josef Podzimek, Ing. Jozef Prosba, Ing. Jaroslav Růžička, RNDr. Josef Schindler, RNDr. Alena Sladká, CSc., Ing. Václav Svejkovský, Ing. Milan Sýkora, CSc.

Redaktor: Josef Smrťák

Redakce: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka  
Podbabská 30  
160 62 Praha 6  
tel. 243 10 834  
fax 243 10 450

Tisk na recyklovaném papíru Reprografické středisko VÚV TGM

Číslo 6

Cena 7,- Kč

V roce 1995 vydal Výzkumný ústav vodohospodářský TGM v řadě Výzkum pro praxi jako 29. sešit publikací

*Sborník z konference k 75. výročí  
Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM*

Publikace přináší plné znění referátů, které byly předneseny na odborné konferenci uspořádané k 75. výročí založení ústavu v září 1994. Jde o příspěvky částečně dokumentující šíři problematiky, kterou se ústav zabývá v rámci své činnosti v pěti odborných sekcích a samostatných pobočkách v Brně a Ostravě. Referáty, byť z nejrůznějších oblastí vodního hospodářství, nemohou v tomto omezeném prostoru poskytnout ucelený obraz o úplné činnosti ústavu, ale naznačují šíři a komplexnost řešení vodohospodářské problematiky ve VÚV TGM.

Sborník obsahuje následující příspěvky:

- Současnost a budoucnost vodohospodářského plánování (Bečvář, V., Král M.)
- Ovlivní změny klimatu hydrologickou bilancí? (Kašpárek L., Krejčová K.)
- K otázce koncepce hromadného zásobování obyvatelstva kvalitní pitnou vodou (Žáček L.)
- Zlepšení kvality vody v tocích řízením bioprocusů ve vlastním toku (Fuksa J. K.)
- Činnost brněnské pobočky v rámci Projektu Morava a dalších environmentálních programů v Povodí Dunaje (Zdařil J.)
- Mikrobiologická denitrifikace pitných vod s využitím podzemního reaktoru (Pavonič M.)
- Možnosti využití kinematické hydrologie pro transformaci povodňových vln (Drbal K.)
- Statut vodního toku (Neuwirth A.)
- Modelování zátěžových stavů na tocích (Sviták J.)
- Hydrotoxikologický výzkum - pomoc při ochraně kvality vod (Soldán P.)
- Geografické informační systémy ve VH (Kolář V.)

Publikace je k dostání pouze ve VÚV TGM v Praze 6, Podbabská 30, PSČ 160 62.