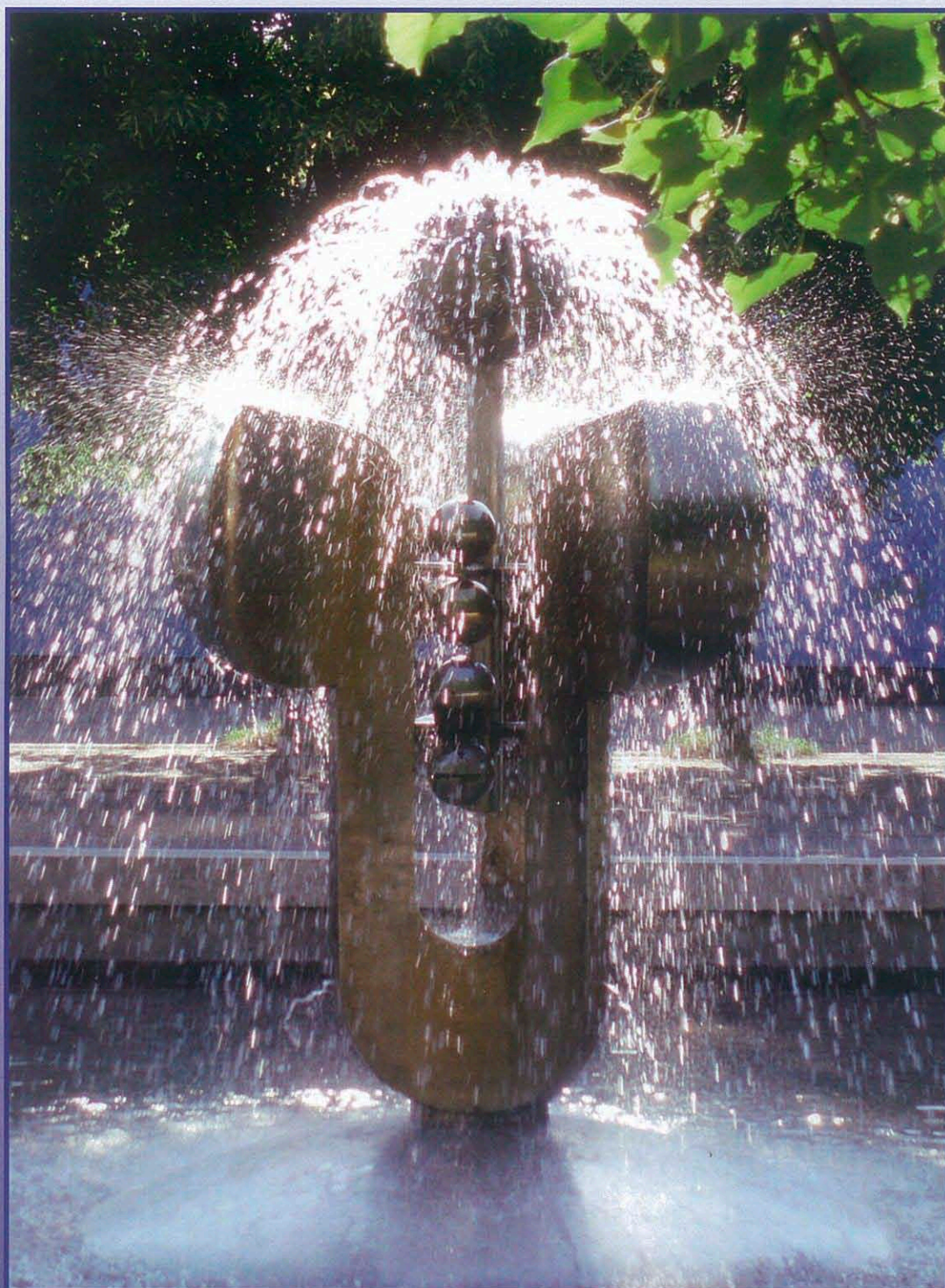
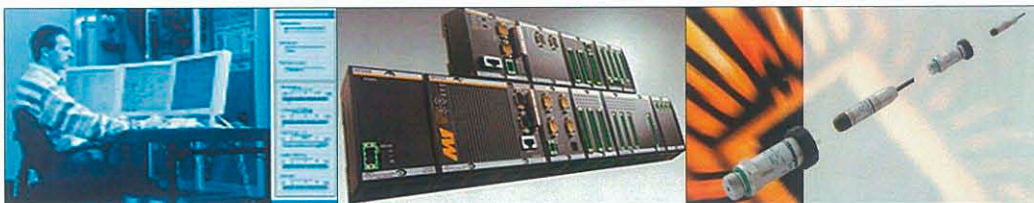




# VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

**7-8**  
2008  
ročník 51





Kontrola a riadenie

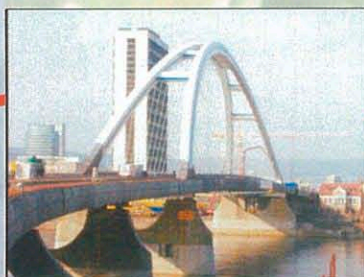
Automatizácia procesu

Snímanie veličín

**VODNÉ HOSPODÁRSTVO**  
**BUILDING CONTROL**  
**ENERGETIKA**  
**EKOLÓGIA**  
**BEZPEČNOSŤ**  
**TECHNICKO-BEZPEČNOSTNÝ DOHLAD**  
**VODNÉ DIELA**  
**ÚPRAVNE VÔD**  
**VODÁRENSKÉ SYSTÉMY**  
**ČISTIARNE ODPADOVÝCH VÔD**



Ultrafiltrácia



Membránová technológia



### *Milí vodohospodári!*

Mesiac jún nebol chudobný na udalosti týkajúce sa nášho rezortu.

Pripomenuli sme si Svetový deň životného prostredia i Deň Dunaja...

Opäť sa otvorila otázka výstavby vodného diela Slatinka, o ktorom si štát myslí, že je potrebné v súvislosti s výstavbou 3. a 4. bloku Mochoviec, avšak Slovenské elektrárne naďalej tvrdia, že Veľké Kozmálovce sú pre tieto potreby dostačujúce...

Veľmi výrazne znovu zarezonovalo spochybnenie zmluvy o prevádzke vodnej elektrárne Gabčíkovo, ktorá má byť v rozpore s medzinárodnou zmluvou o výstavbe a prevádzke Sústavy vodných diel Gabčíkovo-Nagymaros z roku 1977. Spoločnosť Enel, ovládajúca Slovenské elektrárne, však aj v prípade straty Gabčíkova môže dosť pravdepodobne počítať s odškodným takmer 27 miliárd...

Vyvstal aj ďalší, nemenej závažný problém - okolo výroby a distribúcie pitnej vody. Vodárenským spoločnostiam nevyhovujú ceny vody Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, ktoré im vraj neumožňujú investovať do rozvoja vodovodov, kanalizácií a čistiarní odpadových vôd, k čomu sme sa zaviazali pri vstupe do EÚ; regulačný úrad tvrdí, že schválené ceny majú vodárne viesť k efektívnosti; uprostred stojí problém, že niektoré vodárne prevádzkujú súkromné firmy a to spôsobuje ohrozenie čerpania eurofondov. Vyhlásenie slovenského premiéra, že štát nemá žiadnu kontrolu nad takou dôležitou surovinou akou je voda, čo je podľa neho neúnosné, dáva celej situácii ďalší rozmer...

Udalostí a problémov je viac a ešte viac tých, čo každodenne riešite na svojich pracoviskách. Leto však už naplno rozhodilo siete a nástojčivo nás ťahá k VODE. Láka nás dovolenkové putovanie, leňošenie, zábava, zážitky. Farebné exotické končiny, luxusné hotely. Rozvoňané lesy a lúky. Nočné ohne, kedy hviezdy aj priatelia sú tak blízko. Ak vám aj na dovolenke prídu na um pracovné záležitosti, prečo na ne nepozrieť pokojne, s odstupom a nadhľadom? Vtedy sa často objaví čosi, čo v pracovnom zhone uniká. Keď sa zas vrátite do pracovného kolotoča, nezabudnite na to a nezabudnite ani na Vodohospodárskeho spravodajcu, ktorý čaká na každý Váš názor, postreh, na všetko, čo aktuálne riešite vo vodohospodárskej praxi.

Milí vodohospodári, prajem Vám, aby energia, ktorú načerpáte počas leta, dlho zásobovala Vašu psychickú i fyzickú kondíciu, aby ste ju využili na samé dobré veci, aby prinášala osoh Vám aj všetkým okolo Vás.

Krásne leto všetkým.  
**Mgr. Tatiana Šimková,**  
*zodpovedný redaktor*

## OBSAH

3. **T. ŠIMKOVÁ:** Úvodník  
*Editorial*
4. **I. BARTÍK a kol.:** Hodnotenie ekologického stavu vodných tokov v Slovenskej republike (časť II)  
*Assessment of Ecological Status of Rivers in the Slovak Republic (Part II)*
8. **J. ŠÚTOR:** Identifikácia a kvantifikácia pôdneho sucha  
*Identification and Quantification of Soil Drought*
12. **J. HRÍBIK:** Analýza stavu boja proti suchu v agrosektore  
*Analysis of Drought Control in Agriculture*
14. **P. HUCKO:** Znečistenie dnových sedimentov rieky Laborec a Zemplínskej šíravy polychlórovanými bifenylmi  
*Contamination of Bottom Sediments of the Laborec River and the Zemplínska šírava Reservoir by Poly-chlorinated Biphenyls*
18. **A. KASSAI, J. TKÁČOVÁ, D. LENÁRTOVÁ, Z. KRASCENITS:** Zníženie obsahu rezistentných a toxických látok vo vodách využitím procesu riadenej ozonizácie  
*Reduction of Resistant and Toxic Substances in Water Using Controlled Ozonization*
20. **A. BELANOVÁ, V. CÍMEROVÁ, M. VRŠKOVÁ:** Stanovenie objemovej aktivity polónia-210 vo vodách kvapalinovou scintilačnou spektrometriou  
*Determination of Po210 Volume Activity in Water Using Liquid Scintillation Spectrometry*
23. **P. TÖLGYESSY, B. VRANA, M. BARTAL, K. ŠILHÁROVÁ:** Použitie prekoncentrácie organických látok na sorpčných miešadielkach (SBSE) pri analýze vôd  
*Use of Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) in Trace Organic Analysis of Water*
28. **V. HOLČÍK:** Dunaj na východ od Viedne  
*The Danube River East of Vienna*
30. **J. LICHÝ:** Štokholmská cena vody pre mladých  
*Stockholm Water Award for Young People*
31. **P. HUCKO:** Konferencia „PITNÁ VODA 2008“, Tábor, ČR  
*Drinking Water Conference 2008, Tábor, Czech Republic*
32. **J. LICHÝ:** Boli sme pri tom – stálo to zato  
*We were there – It was worth it*
33. **J. LICHÝ:** Envirofilm po 14. raz  
*14th Envirofilm*
34. **J. LICHÝ:** Bude Karpatký dohovor krokom vpred?  
*Will the Carpathian Convention be a step forward?*
34. **J. IVANČO:** V Michalovciach boli už XII. Okresné dni vody  
*12th Regional Water Days in Michalovce*
35. **L. FTORKOVÁ:** Informácie o nových STN  
*Information on New Slovak Water Standards (STN)*
36. **T. ŠIMKOVÁ:** Redakčná rada na Kráľovej  
*Editorial Board on Kráľová*
36. **D. ABAFFY, K. HOLUBOVÁ:** Spomienka na Ing. Jiřího Kališa, CSc.  
*Remembrance of Ing. Jiří Kališ, CSc.*

Foto na titulnej strane:

Fontána v bratislavskej mestskej časti Ružinov – zdroj príjemného osvieženia v sparných letných dňoch (autor: **Juliana Hrotková**)

# Hodnotenie ekologického stavu vodných tokov v Slovenskej republike

## Časť 2: Hodnotenie biologických prvkov kvality (vodná flóra)

Mgr. Ivan Bartík<sup>1</sup>, Ing. Peter Baláži, PhD.<sup>2</sup>, RNDr. Daša Hlúbiková<sup>2</sup>,  
RNDr. Jarmila Makovinská, CSc.<sup>2</sup>, RNDr. Lívia Tóthová, PhD.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, <sup>2</sup>Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

V ostatnom čísle Vodohospodárskeho spravodajcu sme publikovali článok o princípoch hodnotenia ekologického stavu vodných tokov v Slovenskej republike vychádzajúcich z ustanovení Smernice 2000/60/ES Európskeho parlamentu a rady (Directive 2000/60/EC, tzv. Rámcová smernica o vodách, **RSV**), ktorý sa na Slovensku zavádza do praxe od roku 2007. Uviedli sme, že princípom hodnotenia kvality vôd podľa RSV je stanovenie ekologického stavu na základe štruktúry a stavu prítomných spoločenstiev vodných organizmov (=biologických prvkov kvality) podporených skupinami vybraných fyzikálno-chemických a hydromorfologických prvkov kvality. Ekologický stav (**ES**) je v zmysle RSV definovaný pre každý prvok kvality a pre každý vodný útvar ako odchýlka reálneho stavu od referenčných podmienok, pričom táto odchýlka je kvantifikovaná pomocou tzv. pomeru ekologickej kvality (Ecological Quality Ratio - **EQR**). Veľkosť odchýlky zároveň pre každý vodný útvar určuje triedu kvality zo škály od I. (veľmi dobrý ekologický stav) až po V. (zlý ekologický stav).

Škálu I.-V. založenú na konkrétnych vypočítaných hodnotách pre jednotlivé prvky kvality a pre každý typ toku označujeme výrazom „klasifikačná schéma pre daný prvok kvality“. Referenčné podmienky a klasifikačné schémy sú pre jednotlivé prvky odvodzované a stanovované postupmi špecifickými pre daný prvok. Cieľom tohto i pripravovaných nasledujúcich článkov je podrobnejšie oboznámiť čitateľa so stanovovaním referenčných podmienok a klasifikačných schém pre jednotlivé prvky kvality v podmienkach Slovenskej republiky (základné princípy ich hodnotenia sme načrtli v predchádzajúcom čísle časopisu Vodohospodársky spravodajca).

Spôsob odvodenia jednotlivých hodnotiacich systémov aj využité podkladové údaje sa pre jednotlivé prvky významne líšia. Metodiky pre hodnotenie jednotlivých prvkov kvality sú založené na kombinácii rôznych zdrojov informácií (výsledky meraní z referenčných a monitorovacích lokalít, historické údaje, literárne údaje) a rôznych metodických postupov (modelovanie, expertný odhad, atď.). Uvádzame tu špecifiká biologických prvkov kvality, a to troch skupín vodnej flóry. V nasledujúcich číslach časopisu prinesieme postupne informácie o hodnotení bentických bezstavovcov rýb a budeme sa podrobnejšie venovať aj podporným prvkom (fyzikálno-chemickým a hydromorfologickým).

### BIOLOGICKÉ PRVKY KVALITY

#### Vodná flóra

Termín vodná flóra zahŕňa všetky typy rastlinných spoločenstiev viazaných na vodné prostredie od jednobunkových voľne žijúcich alebo koloniálnych siníc a rias po makroskopické riasy a vyššie rastliny. Vodná vegetácia tvorí esenciálnu zložku potravných reťazcov a je jednou zo základných zložiek vodných ekosystémov. Významne ovplyvňuje aj samotný chemizmus vody a hrá veľmi dôležitú úlohu pri odbúravaní organického znečistenia (pri tzv. samočistení tokov) aj pri odčerpávaní anorganických živín (biogénnych prvkov) rozpustených vo vode. Ekologic-

ké nároky, autekológia a bioindikačný význam jednotlivých typov rastlinných spoločenstiev ako aj samotné metódy ich výskumu sa však tak líšia, že pre účely hodnotenia ekologického stavu sú považované za samostatné biologické prvky a samostatne sa rieši aj problematika ich využitia pri rutinnom hodnotení ekologického stavu vodných útvarov. V súlade s požiadavkami smernice (RSV) sú v rámci vodnej flóry definované tri základné biologické prvky kvality: fytobentos, fytoplanktón a makrofyty.

#### A Fytobentos

Fytobentos je nárstové spoločenstvo fotoautotrofných organizmov (rias a siníc), pokrývajúce všetky typy podkladov prítomných vo vodnom útvare a je tvorený veľkým množstvom systematicky rôznorodých skupín. Medzi dlhodobými bioindikátormi zaujíma fytobentos veľmi významné postavenie a to z viacerých dôvodov:

1. riasové nársty sa môžu vyskytovať na akomkoľvek type prirodzených, ale aj umelých substrátov, vo všetkých typoch vôd a v celom priečnom aj pozdĺžnom profile tokov (Rott a kol., 2003);
2. na rozdiel od heterotrofných bioindikátorov ako spoločenstvo fototrofných organizmov reagujú na prítomnosť niektorých zložiek vo vode (najmä nutrientov) priamo (Kelly a Whitton, 1998).

V súlade s normatívnymi definíciami REFCOND (2003) sa za súčasť fytobentosu, ktorý je primárne tvorený fotosyntetizujúcimi organizmami, považuje aj spoločenstvo bakteriálnych nárstov, t.j. nefotosyntetizujúcich zložiek. Prítomnosť baktérií a to, v akej miere spoločenstvo fytobentosu ovplyvňujú, je jedným z najvýznamnejších indikátorov antropogénneho narušenia vodného prostredia. Vo veľmi znečistených úsekoch tokov sú nársty takmer výlučne alebo prevládajúco tvorené heterotrofnými organizmami (napr. baktériami), ktorých biomasa sa vyprodukovala z organických látok prinášaných vodou (Hindák a kol., 1978). Z tohto pohľadu plní funkciu indikátora nielen úroveň trofie vodného prostredia, ale aj organického zaťaženia. Okrem toho, vďaka rozsievkam (Bacillariophyceae), ktoré sú väčšinou dominantnou súčasťou nárstov, je okrem eutrofizácie a organického zaťaženia fytobentos považovaný aj za významný indikátor acidifikácie a salinity (Van Dam a kol., 1994).

Avšak rôznorodosť nárstových skupín spôsobuje, že hodnotenie kvality vôd prostredníctvom fytobentosu v sebe skrýva aj niekoľko negatív (Kelly, 2006) vyplývajúcich z náročnej determinácie druhov a chýbajúcich údajov o rozšírení a autekológii niektorých skupín. Tento problém bol súčasťou aj doterajšieho systému hodnotenia, kde nársty tvorili jeden z biologických ukazovateľov kvality vody, ktorá sa navyše odvodzovala zo stupňa saprobity. Saprobne stupne však primárne odrážajú organické znečistenie a potenciál autotrofnej zložky nárstov priamo indikovať obsah nutrientov teda nebol dostatočne využitý. Keďže nový systém hodnotenia ekologického stavu musí preukazne a správne odraziť relevantné vplyvy a stresory, pričom jeho súčasťou musí byť aj stanovenie neistoty hodnotenia, bolo pri vývoji

metodiky hodnotenia pravdepodobné, že hendikep využitia všetkých nárastových skupín bude v súčasnej situácii celkovú neistotu hodnotenia významne zvyšovať. Práve toto bol jeden z dôvodov, prečo do nového systému hodnotenia ES vodných útvarov prostredníctvom fytoENTOSU boli vybrané len dve reprezentatívne skupiny: bentické rozsievky a vláknité baktérie.

#### Odvodenie referenčných podmienok a klasifikačných schém

Odvodenie referenčných podmienok a klasifikačných schém pre rozsievky a baktérie prebiehalo samostatne a výsledkom sú dva hodnotiace systémy, vytvorené zvlášť pre rozsievky a zvlášť pre baktérie.

Pri odvodení klasifikačných schém na hodnotenie ekologického stavu pomocou rozsievok boli využité výsledky z monitoringu rozsievok realizovanom v rokoch 2003 a 2004 v referenčných lokalitách a lokalitách národnej siete monitoringu kvality povrchových vôd. Výber vhodného indikátora narušenia spoločenstva sa opiera o už existujúce rozsievkové indexy, ktoré boli vyvinuté za účelom využívania indikačného potenciálu rozsievok pre hodnotenie kvality vody v iných regiónoch a európskych krajinách. Vo všeobecnosti sú všetky existujúce rozsievkové indexy založené na podobnom princípe, jednotlivým taxónom je v rámci dopredu definovanej číselnej škály, ktorá predstavuje rôznu úroveň znečistenia, priradená určitá hodnota predstavujúca optimum výskytu daného taxónu a určitý koeficient „spolahlivosti“ tejto hodnoty, ktorý predstavuje jeho indikačnú váhu. Na základe prítomných druhov vo vzorke a ich abundancie sa prislúšné hodnoty druhov a ich početnosti dosadia do vzorca a výsledkom je hodnota, ktorá predstavuje kvalitu vody v rámci definovanej číselnej škály. Pre účely hodnotenia ekologického stavu sme pri výbere najvhodnejších metrick testovali celkovo 13 rozsievkových indexov zahrnutých v programe OMNIDIA 4.1 (Lecointe et al., 1993). Samotné testovanie vychádzalo z overenia schopnosti metrick odlišiť referenčné podmienky od ovplyvnených, citlivo odraziť všetky stupne znečistenia, odraziť prirodzený gradient znečistenia v závislosti od typológie tokov a odraziť konkrétne hodnoty polutantov.

Na základe výsledkov testovania (Hlúbiková a kol., 2007) boli za ukazovatele narušenia spoločenstva bentických rozsievok zvolené tri metriky, špecializované biotické indexy:

**IPS (Coste in Cemagref 1982)**

„Specific Pollution Sensitivity Index“

**CEE (Descy & Coste 1991)**

„Descy & Coste Index“

**EPI-D (Dell'Uomo et al. 1999)**

„Diatom-based Eutrophication/Pollution Index“

Referenčné hodnoty pre bentické rozsievky tak boli definované konkrétnymi hodnotami jednotlivých metrick a boli odvodené zvlášť pre toky v štyroch typoch nadmorskej výšky. Keďže odvodenie referenčných hodnôt vychádzalo s reálnych hodnôt zistených na referenčných lokalitách, referenčné podmienky boli odvodené priamo z výsledkov analýz spoločenstiev v referenčných lokalitách, ale len pre typy tokov v nadmorskej výške nad 200 m. n. m., keďže len v takýchto typoch máme k dispozícii referenčné lokality. V nížinných tokoch boli vzhľadom na absenciu referenčných lokalít referenčné podmienky odvodené pomocou lineárneho modelu.

V prípade odvodenia referenčných hodnôt a klasifikačnej schémy pre vláknité baktérie sa vzhľadom na nedostatok údajov vytvorila schéma, ktorá zatiaľ nie je typovo špecifická, a hodnotiaci systém bol vytvorený na základe expertného posúdenia.

#### Hodnotenie ekologického stavu

Celý hodnotiaci systém ekologického stavu prostredníctvom fytoENTOSU je tvorený dvoma základnými modulmi: modulom BR (bentické rozsievky) a modulom VB (baktérie). Výsledné

hodnoty EQR sa počítajú pomocou skóre, ktoré je priradené zvlášť baktériám a zvlášť rozsievkam na základe výsledku hodnotenia týchto samostatných modulov. V prípade rozsievok sa využíva multimetrický prístup a výsledkom hodnotenia je priemerná hodnota troch navrhnutých rozsievkových metrick, ktorá sa počíta zo skóre priradené každej metrike zvlášť. V prípade baktérií je výsledkom hodnota, ktorá je tiež pretransformovaná do hodnoty skóre. V závislosti od rozdielu zisteného skóre rozsievok a baktérií od referenčných hodnôt sú potom vypočítané dve hodnoty EQR (EQR pre rozsievky a EQR pre baktérie). Horšia zo zistených hodnôt predstavuje výsledný ekologický stav.

Ekologický stav vyhodnotený v súlade s navrhnutým systémom odráža vplyv trofie (teda obsahu nutričov) a organického znečistenia na štruktúru spoločenstva fytoENTOSU.

#### B Fytoplanktón

Fytoplanktón je rastlinné spoločenstvo vodných ekosystémov tvorené jednobunkovými riasami sinicami, žijúcimi voľne alebo v cenóbiách a kolóniách, ktoré prežijú aspoň časť ontogenetického vývinu vo vodnom stĺpci vodného útvaru. Niekedy tvoria aj väčšie kolónie, ktoré sú viditeľné voľným okom. Pri ich masovom rozvoji môže dochádzať k vytváraniu vodných kvetov alebo k vegetačnému zákalu vody. Vyskytujú sa v povrchovej eufotickej vrstve vody, kde je dostatok svetla. Spoločenstvo fytoplanktónu tvorí významnú zložku vodnej flóry najmä v útvaroch stojatých vôd, kým v tečúcich vodách sa skutočný fytoplanktón tvorí len v tokoch, resp. miestach tokov s dostatočnou dobou zdržania a dostatočne vysokým vodným stĺpcom.

Na rozdiel od ostatných skupín biologických indikátorov, fytoplanktón indikuje krátkodobý aktuálny stav na lokalite a na celkové hodnotenie ekologického stavu prostredníctvom fytoplanktónu sa preto vyžaduje rad pravidelných meraní za celú vegetačnú sezónu, ktorá trvá od apríla do októbra. Doteraz bol fytoplanktón v hodnotení kvality vody na Slovensku hodnotený v rámci stanovenia biosestónu (STN 83 0532, Zelinka a Marvan, 1961), ktorý predstavuje všetky organizmy strhnuté vo vodnom stĺpci, t. j. fototrofné aj heterotrofné organizmy alochtónneho aj autochtónneho pôvodu. V porovnaní s tým je nový systém založený na hodnotení hlavne primárnej súčasti planktónového spoločenstva a to len v tých tokoch, kde je toto spoločenstvo relevantné a dostatočne spoľahlivé. Keďže vhodné podmienky pre rozvoj fytoplanktónu sa vytvárajú len v nížinných tokoch, kde sa vytvára fytoplanktón druhovo aj kvantitatívne najbohatší, metrika hodnotenia bola vypracovaná len pre nížinné typy tokov (D1, D2, B1, H2, I1, M1, P1, R2) v zmysle typológie (Dobiašová a kol., 2006).

#### Odvodenie referenčných podmienok a klasifikačných schém

Referenčné podmienky a klasifikačná schéma ekologického stavu tokov prostredníctvom fytoplanktónu sa vytvorila na základe expertného odhadu pre celkovo 8 typov tokov, v ktorých je fytoplanktón relevantným biologickým spoločenstvom. Problémom ostáva absencia údajov z referenčných tokov, keďže fytoplanktón je spoločenstvo výlučne veľkých a nížinných tokov, resp. tokov s pomalým prúdením, kde fytoplanktón nie je strhávaný. V takýchto typoch tokov je veľký problém nájsť referenčné neovplyvnené podmienky, keďže u nás je väčšina z nich významne antropicky ovplyvnená. Expertný odhad navrhnutých referenčných podmienok a hraničných hodnôt klasifikačných schém bol založený na výsledkoch sledovania kvality vody povrchových tokov Slovenska z rokov 1989-2005. Vychádzalo sa z údajov o druhovom zložení a abundancii fytoplanktónu, a jednotlivé indikátory narušenia spoločenstva fytoplanktónu boli vybrané tak, aby odrážali diverzitu, abundanciu, biomasu a aby zohľadňovali aj indikačné druhy. Zatiaľ boli pre účely hodnotenia vybrané tri metriky:

Pomer skupín CYA:CHRO:CHLO:EUG (%)  
 Abundancia (počet buniek v 1 ml)  
 Biomasa ( $\mu\text{g.l}^{-1}$  chlorofylu-a).

### Hodnotenie ekologického stavu

Hodnotenie ekologického stavu prostredníctvom fytoplanktónu v súlade s navrhnutým systémom musí vychádzať z údajov získaných počas celej vegetačnej sezóny, keďže fytoplanktón odráža aktuálny stav na lokalite a nie jeho dlhodobé zmeny. Výsledkom hodnotenia je priemer zo získaných hodnôt. Vývoj hodnotiaceho systému však nie je ukončený a vzhľadom na požiadavky RSV sa plánuje doň zahrnúť aj metrika zohľadňujúca druhové zloženie, objemovú biomasu a metrika využívajúca negatívne a pozitívne indikátory (pokiaľ sa tieto informácie preukážu ako účelné).

### C Makrofyty

Vodné makrofyty sú podľa STN EN 14 184 definované ako väčšie rastliny rastúce v sladkých vodách ľahko viditeľné voľným okom vrátane všetkých vodných cievnatých rastlín, machorastov, parožíkatiek (*Characeae*) a nárastov makroskopických rias. Vodná a mokradňová vegetácia sa ekologicky aj fyziognomicky líši od suchozemskej vegetácie. Nie je závislá od makroklimatických podmienok a teda vegetačných stupňov a zón. Patrí do skupiny vegetácie azonálnej (Petříček a kol., 1999). Typické makrofytné spoločenstvá sa formujú najmä v ramenných systémoch veľkých riek, pričom sú dobrým indikátorom dynamiky celého riečneho ekosystému, pretože odzrkadľujú dlhodobé podmienky na danom stanovišti (Ořahelová, 2004). Okrem reakcie na hydromorfologické zmeny sú aj dobrým indikátorom obsahu nutričov, nakoľko sú schopné čerpať nutrienty z vody i sedimentu. Výskyt niektorých taxónov makrofytné vegetácie je viazaný i na znečistené prostredie, v ktorom sa iné taxóny nevyskytujú a kde dané taxóny môžu dosahovať veľkú biomasu. Naopak iné taxóny sa vyskytujú len v čistých vodách, málo ovplyvnených ľudskou činnosťou. Tento indikačný význam makrofyty sa využil i pri tvorbe klasifikačnej schémy a odvodení referenčných podmienok.

Navrhnutá metodika odvodenia referenčných podmienok a klasifikačných schém hodnotenia ES tokov prostredníctvom makrofyty bola vypracovaná na základe expertného odhadu a zatiaľ len pre typy tokov v nadmorskej výške do 200 m n. m. (Dobiašová a kol., 2006). Referenčné podmienky sa stanovovali len v nížinách, z ktorých je u nás relatívne najviac botanických údajov, pretože makrofyty tu majú ťažisko rozšírenia. Expertným odhadom sa stanovili referenčné hodnoty metrik a indikátorov pre jednotlivé vybrané typy tokov a pripravil sa návrh na odvodenie klasifikačnej schémy pre hodnotenie ekologického stavu pre prirodzené toky.

### Odvodenie referenčných podmienok a klasifikačných schém

Pre odvodenie referenčných podmienok a klasifikačných schém sa navrhli tri ukazovatele narušenia (hodnotiace metriky):

Index diverzity (Shanon-Wiener)  
 Pozitívne a negatívne indikátory  
 Referenčný index makrofytov

Samotné referenčné hodnoty jednotlivých metrik boli odvodené na základe expertného posúdenia zodpovedného riešiteľa a odborného konzorcia.

### Hodnotenie ekologického stavu

Vzhľadom na skutočnosť, že prieskum makrofytov ako aj príprava metodiky odvodenia referenčných podmienok sa v predchádzajúcich rokoch pripravovala len pre nížinné toky (typy D1, D2, B1, H2, I1, M1, P1, R2, V2, V3, P1M a P1S v zmysle typológie (Dobiašová a kol., 2006)), v súčasnosti je hodnotenie

ekologického stavu prostredníctvom makrofyty možné realizovať len v tokoch v nadmorskej výške do 200 m n. m. Výsledná hodnota ekologického stavu sa získa ako priemerná hodnota výsledku hodnotenia prostredníctvom jednotlivých metrik.

Metodika bude postupne prehodnocovaná a dopĺňaná v nadväznosti na pribúdanie výsledkov prieskumov vodných makrofyty. Následne s pribúdajúcimi výsledkami sa bude vypracovávať metodika i pre toky s nadmorskou výškou nad 200 m n.m. Aktuálne sa spracovávajú vzorky machorastov a makrofytov z referenčných lokalít. V súčasnosti sa pre účely odvodenia ekologického stavu testuje IMBR trofický index.

### Záver

Biologické prvky kvality sú v systéme zavedenom RSV kľúčovými prvkami pre hodnotenie ekologického stavu vodných tokov. Významnú časť biologických prvkov tvoria tri skupiny vodnej flóry (fytobentos, fytoplanktón a makrofyty). Hodnotenie samotné však musí byť doplnené aj ďalšími biologickými prvkami (bentické bezstavovce a ryby) a musí byť podporené aj fyzikálno-chemickými a hydromorfologickými prvkami. Týmto skupinám prvkov sa postupne budeme venovať v nasledujúcich číslach Vodohospodárskeho spravodajcu.

### Literatúra:

*Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October establishing a framework for Community action in the field of water policy.*

Dobiašová, M., Bačíková, S., Scheurer, K., Paľušová, Z., Vančová, A., Bartík, I., Májovská, A., Šporka, F., Aroviita, J., Hämäläinen, H., Vehanen, T., Rekolainen, S., Kukkonen, M., Miettinen, J., Bodiš, D., Slaninka, I., 2006: Hodnotenie typológie útvarov povrchových vôd v SR. Priebežná správa. SHMÚ, Bratislava.

Hlubikova, D., Hindakova, A., Haviar, M., Miettinen, J., 2007: Application of diatom water quality indices in influenced and non-influenced sites of Slovak rivers (Central Europe). In: Acs, E., Kiss, K. T., Padisak, J. (eds.) Proceedings of the 6th International Symposium on the Use of Algae for Monitoring Rivers, Hungary Balatonfüred 2006, Large Rivers, Vol. 161 No. 3-4; Nb. 443.

Hindák, F. (ed.), 1978. Sladkovodné riasy. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava. 728 s.

Kelly, M.G.: 2006. A comparison of diatoms with other phytobenthos as indicators of ecological status in streams in Northern England. Proceedings of the 18th International Diatom Symposium, Poland, September 2004. Biopress, Bristol, in press.

Kelly, M.G., Whitton, B.A., 1998: Biological monitoring of eutrophication in rivers. *Hydrobiologia* 384: 55-67.

Metodika, 2007: Metodika pre odvodenie referenčných podmienok a klasifikačných schém pre hodnotenie ekologického stavu vôd. MŽP SR (SHMÚ, ÚZ SAV, VÚVH, SAŽP), Bratislava, 288 s., prílohy; www.vuvh.sk/rsv.

Ořahelová, H., 2004: Stanovenie špecifických referenčných podmienok pre spoločenstvá makrofytov v nížinných oblastiach Slovenska v súlade s požiadavkami Rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES.

Petříček, V. (ed.), 1999: Péče o chráněná území. I. Nelesní společenstva. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 456 pp.

Rott, E., Pipp, E., Pfister, P., 2003: Diatom methods developed for river quality assessment in Austria and a cross-check against numerical trophic indication methods used in Europe. *Algological Studies* 110: 91-115.

Zelinka, M., Marvan, P., 1961: Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation des Rheinheit Fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie*. 57: 389-407.

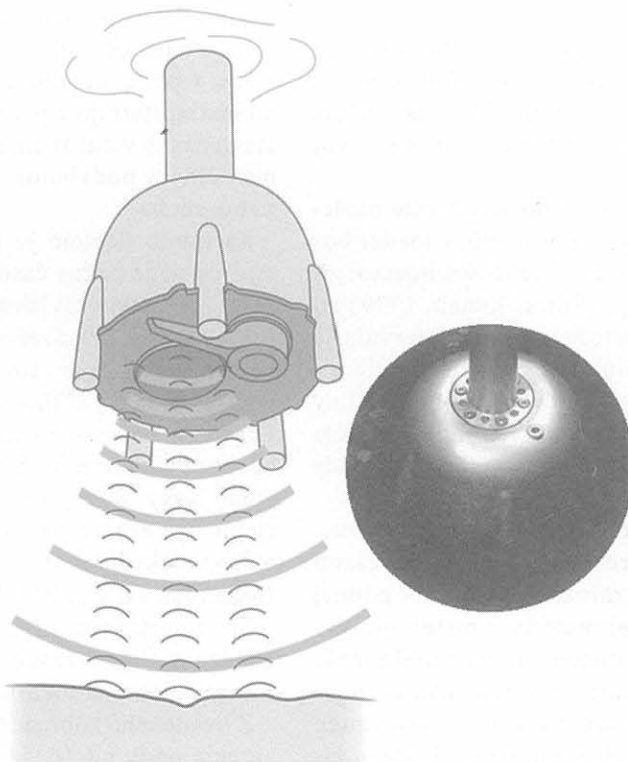
## Revoluční řešení pro sledování hladiny kalu: SONATAX sc

→ Bezpečný: systém včasného varování chrání před ztrátou kalu

→ Hlubkový: pro nádrže o hloubce až 12 metrů

→ Nízkoúdržbový: optimalizované automatické čištění pomocí stěračů

→ Digitální: na jediný kontrolér až 8 senzorů



Pro více informací o produktech HACH LANGE nás prosím kontaktujte.

HACH LANGE s.r.o.  
Lešanská 2a/1176  
CZ-141 00 Praha 4  
Tel. +420 272 12 45 45  
Fax +420 272 12 45 46  
info@hach-lange.cz

HACH LANGE s.r.o.  
Roňnická 21  
SK 831 07 Bratislava - Vajnory  
Tel. +421 (0)2 48 20 90 91  
Fax +421 (0)2 48 20 90 93  
info@hach-lange.cz



UNITED FOR WATER QUALITY

[www.hach-lange.cz](http://www.hach-lange.cz)  
[www.hach-lange.sk](http://www.hach-lange.sk)

# Identifikácia a kvantifikácia pôdneho sucha

Prof. RNDr. Július Šútor, DrSc.,  
Ústav hydrológie SAV, Bratislava

## Úvod

Zdrojom vody pre poľnohospodárske plodiny je zásoba vody v pôde. To, či a ako bude plniť funkciu v produkčnom procese v priebehu vegetačného obdobia závisí nielen od samotného obsahu pôdnej vody, ale aj od charakteristík pôdy a pestovaných plodín. Pre charakterizovanie vzťahu medzi rastlinou a vlhkosťou pôdy, resp. jej vlhkosťným potenciálom sú na základe konvencie používané hydrolimity vyjadrené charakteristickými vlhkosťami pôdy, a to:

- bod vädnutia, BV, zodpovedajúci hodnote  $pF = 4,18$  (ide o takú vlhkosť pôdy, keď rastlinný kryt je trvale nedostatočne zásobený vodou z pôdy a vädne),
- bod zníženej dostupnosti, BZD, zodpovedajúci hodnote  $pF = 3,3$  (charakterizuje vlhkosť pôdy, pri ktorej fyziologické procesy rastlinného krytu sú limitované nedostatkom),
- poľná vodná kapacita (PVK), zodpovedajúca hodnote  $pF = 2,0$  až  $2,7$  (charakterizuje vlhkosť pôdy, ktorá sa udržiava v pôdnom profile za relatívne dlhší čas, pričom prevzdušnosť pôdy je ešte postačujúca pre vývoj rastlinného krytu).

V tejto súvislosti je potrebné pripomenúť ešte nasledovné. Obsah vody v nenasýtenej zóne pôdy medzi bodom PVK a BV t.j. (PVK-BV) je existenčným intervalom obsahu vody pre rastlinný kryt (Šútor, Rehák, 1999) na danom stanovišti územia, pretože v tomto intervale je voda v nenasýtenej zóne pôdy preň dostupná. Tento objem vody nemá vlastnosti voľnej vody. Aby ju rastliny mohli využiť, musia mať rozvinutý koreňový systém a taký sací tlak, aby bol schopný prekonať väzbu vody s pôdou.

Pre úplnosť je potrebné ešte pripomenúť nasledovné. Najviac rozšírené metódy pre stanovenie stavu zásob vody v zóne aerácie pôdy sú založené na meraní pôdnej vlhkosti, alebo na výpočtovej metóde z meteorologických charakteristík. V týchto metódach sa nezohľadňuje potreba vody pre rastlinu, ktorá sa v priebehu ontogenézy mení v závislosti od rastových a vývinových zmien rastliny. Fyziologické metódy charakterizovania stavu zásob vody v zóne aerácie pôdy (vzhľadom na porast založené na fyziologických ukazovateľoch v kritickom období potreby vody rastlinami) sú vhodnejšie, pretože informujú o skutočnej potrebe a zefektívňujú využívanie zásob vody v pôde. Metódy založené na sledovaní morfológických znakov rastliny, napr. na vädnutí (bode vädnutia – BV) spoľahlivo signalizujú nedostatok vody (Štekaurová – Nagy 2002), ale oneskorene, pretože v týchto príznakoch sa už začína prejavovať poškodenie rastliny. Optimalizácia vodného režimu založená na fyziologických ukazovateľoch, ktoré charakterizujú stav vody v rastline, sú objektívne a veľmi citlivé (Kostrej a kol., 1998; Matějka, F. - Huzulák, J., 1993)). Signalizujú potrebu vody

v čase, keď ešte rastlina nebola poškodená. Takýmito ukazovateľmi sú: vodný potenciál rastliny, osmotický potenciál, difúzna rezistencia listov, vodný sýtosťný deficit listov, atď. Metódy optimalizácie potreby vody podľa fyziologických ukazovateľov sledujú skutočnú potrebu vody rastliny na základe zistenia odchýlky od normálneho stavu a zaisťujú maximálnu efektívnosť využitia zásob vody v zóne aerácie pôdy. Avšak vyššie uvedené fyziologické ukazovatele si vyžadujú náročné experimentálne prístroje a preto ich rozšírenosť je relatívne malá, resp. u nás nevyužívaná. Preto sa využívajú uvedené kritické body vlhkosťnej retenčnej čiary, t.j. PVK, BZD a BV.

## Materiál a metódy

Metóda prognózovania nástupu pôdneho sucha vychádza z jeho definície (Šútor a kol., 2006). Ak chod zásob vody v pôde dosiahne hodnotu zodpovedajúcu bodu vädnutia, štartuje v pôde stav sucha. Identifikácia vývoja stavu zásob v časovom a priestorovom prejave je fundamentálnym podkladom pre prognózovanie štartu pôdneho sucha.

Za týmto účelom je potrebné sledovať vývoj zásob vody v pôde počas časového intervalu medzi zrážkami, resp. aplikáciou závlahovej dávky. Z tohto údaju môžeme stanoviť dĺžku časového intervalu, kedy možno očakávať nástup sucha. Inými slovami, aký čas po zrážke je nebezpečný pre vývoj vlhkosťného režimu. K tomuto účelu slúži priamy monitoring zásob na reprezentatívnej lokalite záujmového územia (Šútor, Štekaurová, 2001; Štekaurová, Nagy, 2006) alebo alternatívna metóda k monitoringu, získavanie chodu zásob z numerickej simulácie na matematickom modeli vodného režimu zóny aerácie pôdy (Majerčák a kol., 2003; Mikulec, Skalová, 2002).

Pre interpretáciu tejto metódy prognózovania sa vychádza z chodu zásob vody v zóne aerácie pôdy monitorovaného na lokalite Trstená na Ostrove (obr. 1).

Z uvedeného zobrazenia vidíme, že zásoby vody v zóne aerácie pôdy od 16. januára, t.j. od štartu monitoringu – sú pod vplyvom zrážok a nástupu vegetačného obdobia (začiatkom apríla). Zásoby vody v tomto časovom úseku (v intervale PVK-BZD) dokumentujú dobrú pripravenosť na vegetačné obdobie až do 26. mája 1994, keď začína takmer bezzrážkové obdobie, dokumentované na obr. 2. Od tohto dňa pozorujeme lineárny pokles zásob až do začiatku augusta (pozri obr. 3), keď klesajú na prahovú hodnotu štartu pôdneho sucha. 4. augusta zásoby klesli až pod bod vädnutia (BV). Následne opäť začínajú rásť. Potom pod vplyvom jesenných zrážok zásoby vody pozvoľna rastú, až koncom novembra dosahujú takmer hodnotu PVK a okolo tejto hodnoty zotrávajú až do ukončenia monitoringu.

## Výsledky a diskusia

Chod zrážok v období 26. 5. až 4. 8. 1994 uvedený na obr. 2 (bez identifikácie hodnôt intercepcie) dokumentuje minimálny prítok vody do zóny aerácie pôdy. Pri predpoklade, že na zásoby vody v zóne aerácie pôdy dominantne vplyva aktuálna evapotranspirácia  $E_a$ , štart prognózovania znižovanie zásob v uvedenom časovom intervale spočíva v postupnom odčítavaní hodnôt  $E_a$  od  $W_p$ . Hodnoty  $E_a$  pre danú lokalitu a rok 1994 sa uvádzajú v práci (Šútor a kol., 2001). Postup výpočtu je uvedený v tabuľke č. 1. Výsledok výpočtu postupného klesania zásob vody v zóne aerácie pôdy ( $W_p$ - $E_a$ ) pre bezzrážkové obdobie porovnaný s monitorovanými hodnotami zásob vody v zóne aerácie pôdy ( $W_p$ ) sa uvádza v obr. 4.

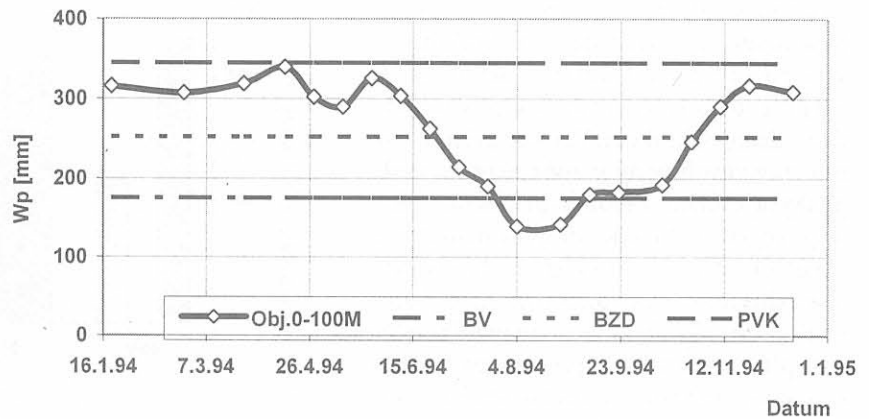
Tabuľka 1 Hodnoty  $W_p$  a ( $W_p$ - $E_a$ ) pre obdobie 26. 5. až 21. 7. 1994

Datum	$W_p$ [mm]	$W_p$ - $E_a$ [mm]	BV [mm]
26.V	325,15	0	170,38
9.VI	303,45	290,3	170,38
23.VI	262,7	257,83	170,38
7.VII	214,6	216,72	170,38
21.VII	190,15	162,6	170,38

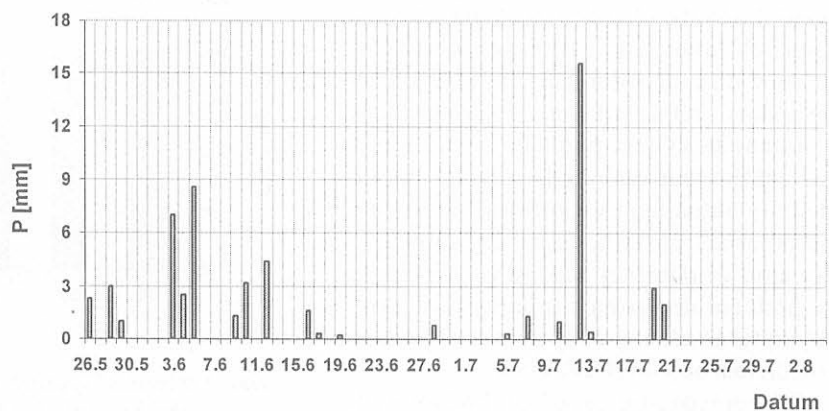
Uvedený metodický postup je vytvorený pre prognózovanie tvorby pôdneho sucha v zjednodušených bilančných podmienkach lokality Trstená na Ostrove a rok 1994. V reálnych interakčných podmienkach v nížinných oblastiach sa vychádza z bilančnej rovnice, ktorá poskytuje informácie o chode zásob vody v zóne aerácie pod vplyvom vegetačného pokryvu, atmosférických podmienok, kapilárneho prítoku od hladiny podzemnej vody a drenážneho odtoku do hladiny podzemnej vody, resp. nižších geologických štruktúr. V týchto podmienkach predpokladajme, že čase  $t_{n-1}$  zásoba vody v zóne aerácie pôdy zodpovedá hodnote  $W_{n-1}$  a v čase  $t_n$  hodnote  $W_n$  (v oboch prípadoch vyjadrené v mm vodného stĺpca). Zmena zásob vody v časovom úseku  $\Delta t = (t_{n-1} - t_n)$  je vyjadrená rozdielom hodnôt  $(W_{n-1} - W_n) = \Delta W$ . Potom v každom výpočtovom časovom horizonte je potrebné poznať hodnoty členov bilančnej rovnice, ktoré determinujú spôsobenú zmenu, t.j.  $I_k$  - kapilárny prítok vody,  $P$  - prítok vody zo zrážok,  $E_a$  - aktuálnu evapotranspiráciu (kde  $E_a = E_a + T_a$ ). Teda pre každý výpočtový interval platí:

$$P_{(n-1)-n} + I_{k(n-1)-n} - E_{a(n-1)-n} = (W_{n-1} - W_n) = \Delta W_p \quad (1)$$

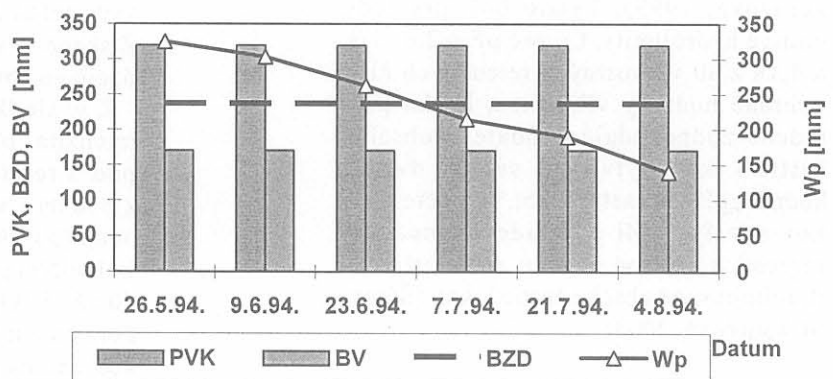
Priame meranie členov bilančnej rovnice (1) v prírodných podmienkach u nás je obmedzené len na zložky  $P$  a  $\Delta W_p$ . Absencia ostatných je vyvolaná nedostatkom meracej techniky. Z toho dôvodu sa pre určovanie vyššie uvedených členov využíva numerická simulácia na matematickom



Obr. 1 Chod zásob vody v zóne aerácie pôdy  $W_p$  na lokalite spolu so zásobami zodpovedajúcimi hydrolimitom, t.j. PVK - polnej vodnej kapacite, BZD - bodu zníženia dostupnosti a BV - bodu vädnutia na lokalite Trstená na ostrove



Obr. 2 Chod denných úhrnov zrážok pre analyzované obdobie chodu zásob vody v zóne aerácie na obr. 1



Obr. 3 Fragment klesajúceho chodu zásob vody  $W_p$  z obr. 1 vo vegetačnom období na uvedenej lokalite

modeli vodného režimu zóny aerácie pôdy. Keď model pracuje s dňovým krokom, sú k dispozícii pre relevantnú lokalitu hodnoty členov bilančnej rovnice získané taktiež s denným krokom. Tak ako priamy monitoring zásob vody v zóne aerácie pôdy poskytuje chod zásob v priebehu roka, resp. vegetačného obdobia, tak numerická simulácia na matematickom modeli poskytuje i chody zložiek vodnej bilancie (Šútor et al., 2001; 2002). Tento poznatok môže byť plne využitý pri prognózovaní pozvoľného vývoja pôdneho sucha v interakčných podmienkach v zmysle uvedenej metodiky pre lokalitu Trstená na Ostrove. Zvlášť významná je táto skutočnosť pre prognózovanie impaktu klimatickej zmeny v ľubovoľnom časovom horizonte v budúcnosti ak sa využijú očakávané hodnoty charakteristík meteorologických javov z klimatických scenárov, a to v danom roku s denným krokom (Stehlová, 2004; Mikulec, Stehlová, 2006)

Intenzita vývoja pôdneho sucha v medzizrážkovom období je závislá od intenzity aktuálnej evapotranspirácie  $E_a$  a tá od druhu porastu, vegetačného pokryvu a od využiteľnej zásoby vody porastu v pôdnom druhu na záujmovej lokalite. Využiteľná zásoba vody porastom je daná rozdielom hodnôt (PVK-BV).

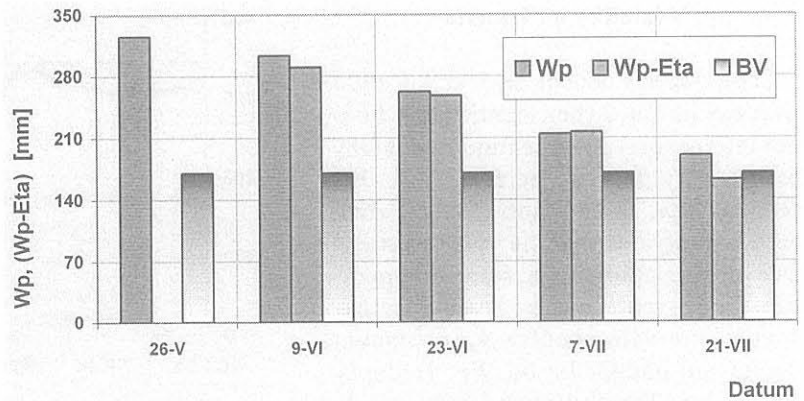
Pre spracovanie závislosti hodnôt hydro-limitov PVK, BZD a BV od obsahu častíc I. kat. boli využité vlhkostné retenčné čiary zo siedmich druhov pôd Žitného ostrova v počte 80 (Šútor-Štekauerová, 1999). Týmto boli pre jednotlivé hydro-limity, t.j. pre  $pF = 2,6; 3,3$  a  $4,18$  z 80 vlhkostných retenčných čiar vybrané hodnoty vlhkosti a k nim priradené zodpovedajúce údaje o obsahu častíc I. kat. Vytvorené súbory dvojíc hodnôt „ $pF - \%$  častíc I. kat.“ o počte prvkov  $n = 80$ , boli podriadené lineárnej regresii a získané obecné závislosti hydro-limitov od obsahu častíc I. kat. (Šútor, Štekauerová, 2003).

Týmto metodickým postupom boli stanovené funkcionálne závislosti hydro-limitov PVK, BZD a BV od obsahu častíc I. kat. zrnitostného zloženia pôdy v nasledovnom vyjadrení

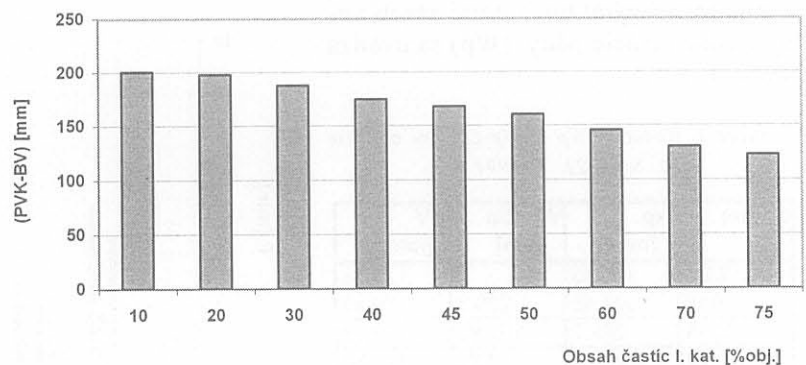
$$\begin{aligned} PVK (\%obj.) &= 16,726 * x^{-0,1898} \\ BZD (\%obj.) &= 3,195 * x^{0,5218} \\ BV (\%obj.) &= 1,089 * x^{0,7318}, \end{aligned}$$

kde  $x = \%$  častíc I.kat.

Zo súborov dvojíc (PVK-BV) bola pre pôdne druhy Žitného ostrova spracovaná



Obr. 4 Porovnanie monitorovaných hodnôt zásob vody  $W_p$  v zóne aerácie pôdy s vypočítanými ( $W_p-E_a$ ) spolu s hodnotami zodpovedajúcimi bodu vädnutia – BV.



Obr. 5 Závislosť využiteľnej zásoby vody v zóne aerácie pôdy porastom od obsahu častíc I. kat. zrnitostného zloženia pôdy

využiteľná zásoba vody v zóne aerácie pôdy porastom. Získané výsledky spracované v grafickej forme sa uvádzajú na obr. 5.

Z výsledkov spracovaných na obr. 5 vyplýva, že intenzita procesu vysušovania pôdy rastie smerom od pôd s relatívne nižším obsahom častíc I. kategórie k pôdam s vyšším obsahom, t.j. smerom od piesočnatej pôdy (obsah častíc I. kategórie je v intervale 0 až 10 %) k ílovitým pôdam (obsah častíc I. kategórie je v intervale 60 až 75 %), pretože disponibilné zásoby vody odberom porastu v uvedenom smere rýchlejšie klesajú. Toto platí, keď zásoby vody nie sú dopĺňané, čiže v medzizrážkovom období a bez vplyvu hladiny podzemnej vody. V prípade interakcie hladiny podzemnej sozónou aerácie je klesanie zásob spomalené, resp. odber eliminovaný a to kapilárnym prítokom.

## ZHRNUTIE

Ak chod zásob vody v zóne aerácie pôdy dosiahne hodnotu zodpovedajúcu hydro-limitu bodu vädnutia (BV), štartuje v pôde stav sucha. Identifikácia vývoja stavu zásob v časovom a priestorovom prejave je fundamentálnym podkladom pre prognózovanie štartu pôdneho sucha.

Uvádza sa metodický postup pre prognózovanie tvorby pôdneho sucha v zjednodušených bilančných podmienkach lokality Trstená na Ostrove, ktoré nastali v roku 1994. Vychádza sa z vývoja zásob vody v pôde počas časového intervalu medzi zrážkami, resp. aplikáciami závlahových dávok. Z tohto údaju je stanovená dĺžka časového intervalu, kedy možno očakávať nástup sucha. Inými slovami, aký čas (vyjadrený napr. v dňoch) po zrážke je nebezpečný pre vývoj vlhkostného režimu. K tomuto účelu slúžia údaje z priameho monitoringu zásob na lokalite Trstená na Ostrove z roku 1994 (obr. 1 a obr. 2).

Výpočet sa zakladá na odpočítavaní hodnôt denných úhrnov aktuálnej evapotranspirácie (Eta) od štartujúcej hodnoty zásob vody v zóne aerácie pôdy  $W_p$  (tabuľka č.1). Pre obdobie 26. 5. až 21. 7. 1994 a lokalitu Trstená na Ostrove chod hodnôt  $W_p$ , ( $W_p$ -Ea) a zásoby vody zodpovedajúce BV sa uvádza na obr. 4. Rozdiely medzi meranými údajmi  $W_p$  a určenými predloženou metódou sú pomerne malé.

V interakčných podmienkach v nížinných oblastiach sa vychádza z bilančnej rovnice, ktorá poskytuje informácie o chode zásob vody v zóne aerácie pod vplyvom vegetačného pokryvu, atmosférických podmienok, kapilárneho prítoku od hladiny podzemnej vody a drenážneho odtoku do hladiny podzemnej vody, resp. nižších geologických štruktúr. Stanovenie členov bilančnej rovnice pre vývoj zásob vody v zóne aerácie pôdy sa v týchto podmienkach využíva numerická simulácia na matematickom modeli vodného režimu pôdy.

Monitoringom zásob vody v zóne aerácie pôdy a ich porovnávaním s údajmi z numerickej simulácie na matematickom modeli možno kontrolovať vývoj znižovania zásob minimálne do 4 dní, maximálne do 8 dní, čiže predpovedať 4 až 8 dní vopred nástup pôdneho sucha. Podľa takto sledovaného vývoja znižovania zásob je možné v hociktorom štádiu zásob vody zasahovať, napr. závlahami.

### Literatúra

KOSTREJ, A. (1998): Indicators of water deficit and evapotranspiration forming in winter wheat stand. In: Short communications: Volume II: Fifth congress of European Society for Agronomy. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, s. 153-154. ISBN 80-7137-501-2.

MAJERČÁK, J., J. ŠÚTOR, V. ŠTEKAUEROVÁ (2001): Simulácia vodného režimu pôd ako alternatíva k monitoringu jeho charakteristík in situ. Národný klimatický program Slovenskej republiky. Zborník NKP 11/01. MŽP a SHMÚ, Bratislava 2001, s.50-62.

MATEJKA, F., HUZULÁK, J. (1993): Relations between the soil moisture and evapotranspiration for various crops. In: Evaporation, water balance and deposition: Proceedings of the international symposium on precipitation and evaporation. Bratislava: Slovenský hydrometeorologický ústav, 1993. s. 123-127.

MIKULEC, V., J. SKALOVÁ (2002): Vyhodnotenie charakteristík vodného režimu pôdy v lokalite Malé Leváre matematickým modelovaním. Acta Hydrologica Slovaca, Roč. 3, č.1, 102-112.

MIKULEC, V., K. STEHLOVÁ (2006): Application of the climate change scenarios on selected meteorological characteristics for the purposes of water content course prognosis in time horizons 2010, 2030 and 2075. Cereal Research Communications, Cereal Research Non-Profit Company, ISSN-0133/3720, 2006, pp. 45-48.

STEHLOVÁ, K. (2004): Assessment of change of soil water content in the soil profile at locality Bodiky in comparison with a forecast of his potential change in the time horizon 2010, 2030 and 2075. Pollution and water resources Columbia University seminar proceedings. Slovak Academy of Sciences Institute of Hydrology, p. 203-215.

ŠTEKAUEROVÁ, V., NAGY, V. (2002): Influence of climate conditions on security necessary Water for vegetation in various ecosystems. In: Gaál, K. K. (ed.): CD Proc.

29th Scientific Days in Mosonmagyaróvár, Mosonmagyaróvár, 2002, CD, 10p.

ŠTEKAUEROVÁ, V., NAGY, V. (2006): Course of soil layer water content in agricultural cultivated soil during years 1999 and 2000. Cereal Research Communications, Cereal Research Non-Profit Company, ISSN-0133/3720, pp. 287-290.

ŠÚTOR, J., V. ŠTEKAUEROVÁ (1999): Pedotransférne funkcie pôd prírodného prostredia Žitného ostrova. J. Hydrol. Hydromech. 47, 443-458.

ŠÚTOR, J., MAJERČÁK, J., ŠTEKAUEROVÁ V. (2002): Quantification of water store in soil aeration zone in agricultural ecosystems using data files from numerical simulation. In: Pollution and water resources Columbia University Seminar Proceedings, (Ed.G.J.Halasi-Kun). Vol. 2002, pp. 352-361. Budapest, Hungary.

ŠÚTOR, J., REHÁK Š. (1999): Evaluation of disposable water supply in soil for biosphere in the area of Žitný ostrov. In: Scientific Papers of the Research Institute of Irrigation Bratislava, No 24, pp. 173-187.

ŠÚTOR, J., ŠTEKAUEROVÁ, V. (2001a): Kvantifikácia zásob vody v zóne aerácie pôdy v poľnohospodárskych ekosystémoch. 1. využitie súborov údajov získaných monitoringom. Acta Hydrologica Slovaca, 2, 1, p. 64-71.

ŠÚTOR, J., MAJERČÁK, J., ŠTEKAUEROVÁ V. (2001b): Kvantifikácia zásob vody v zóne aerácie pôdy v poľnohospodárskych ekosystémoch. 2. využitie súborov údajov z numerickej simulácie. Acta Hydrologica Slovaca, 2, 1, 72-77.

ŠÚTOR, J., ŠTEKAUEROVÁ, V. (2003): Stanovenie hydrolimitov pôdy PVK, BZD a BV zo zrnitostného zloženia pôdy. Bioklimatické dni 2003 „Funkcia energetickej a vodnej bilancie v bioklimatických systémoch“, Račková dolina, 2.-4. september, ISBN 80-8069-244-0 SPU Nitra, 5 str.

ŠÚTOR, J., GOMBOŠ, M., MATI, R. (2006): Vplyv pôdneho druhu na zásoby vody v zóne aerácie pôdy. Acta Hydrologica Slovaca, R 7, No 1, str.

### Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou pre podporu vedy a techniky prostredníctvom finančnej podpory č. APVT-51-044802 a grantovou agentúrou VEGA 2/20030/22.

Príspevok bol publikovaný v zborníku z workshopu Adolfa Patery 2007 – Extrémni hydrologické jevy v povodiach.

# Analýza stavu boja proti suchu v agrosektore

Ing. Ján Hrbík, CSc.

Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava

Boj proti suchu patrí aj do portfólia riešenia problémov vodného hospodárstva. Nejde pritom len o suchu na poľnohospodárskej pôde, ale aj o suchu v celej krajine. Ide aj o suchu v lesných porastoch, kde sú obmedzujúce dôsledky na funkcie lesa alebo o suchu v urbánnom sektore, kde je hmatateľný dôsledok zhoršenia prostredia pre ich obyvateľov.

Najväčšie sociálno-ekonomické dôsledky sucha sú však na pôdu a krajinu a ich extrémne účinky zahŕňa pojem dezertifikácia. Z globálneho aspektu budú musieť v dôsledku dezertifikácie migrovať milióny ľudí, pretože sprievodným znakom tohto javu je devastovanie prírody, hlad, chudoba a ekonomická kríza. Najväčší je tento problém v subsaharskej Afrike, odkiaľ sa asi 60 miliónov ľudí postupne do roku 2020 presťahujú do severnej Afriky a Európy.

## Globálny charakter problému

Globálny charakter podčiarkuje aj celosvetová podpora boja proti suchu a dezertifikácii. Z iniciatívy OSN bol prijatý Dohovor o boji proti dezertifikácii v krajinách postihnutých vážnym suchom alebo dezertifikáciou (ďalej Dohovor) dňa 17. júna 1994 v Paríži. Preto bol aj 17. jún vyhlásený za Svetový deň boja proti dezertifikácii a suchu.

Cieľom Dohovoru je boj proti dezertifikácii a zmiernenie účinkov sucha v štátoch, ktoré sú postihnuté suchom alebo dezertifikáciou, účinnými aktivitami na všetkých úrovniach, podporovanými medzinárodnou spoluprácou a dohodami o partnerstve v rámci integrovaného prístupu v súlade s Agendou 21.

Dosiahnutie cieľa Dohovoru bude zahŕňať *dlhodobé stratégie*, ktoré sa v postihnutých oblastiach súčasne sústreďujú na *zlepšenú produktivitu* pôdy a *znovuzúrodnenie, zachovanie a trvalo udržateľné hospodárenie s pôdou a vodnými zdrojmi*, čo vedie k zlepšeným životným podmienkam.

## Európska dimenzia problému

Jednou z aktuálnych európskych reakcií v oblasti trvalo udržateľného hospodárenia s vodou je *Oznámenie komisie Európskemu parlamentu a Rade k trvalo udržateľnému hospodáreniu s vodou zo dňa 22.03.2007*. Už v úvode materiálu sa uvádza, že „voda nie je komerčný výrobok, ale skôr dedičstvo, ktoré treba chrániť“. Konštatuje sa, že súčasný stav vôd v EÚ je horší, ako sa očakávalo a súčasné percento vodných útvarov spĺňajúcich cieľ Rámцovej smernice o vode (ďalej RSV) je nízke. Najvýraznejším tlakom na kvalitu vôd je difúzne znečistenie poľnohospodárskeho pôvodu a najmä v južnej Európe je to nadmerné odčerpávanie vôd.

Vodní riaditelia krajín EÚ uviedli, že pokiaľ ide o agrosektor, existuje možnosť ďalšieho *integrovania vodnej a poľnohospodárskej politiky*, najmä pri diskusiách o budúcnosti spoločnej poľnohospodárskej politiky. Potvrďuje sa ďalej, že vplyvy klimatickej zmeny, vrátane vzrastajúcich záplav a sucha, by mohli zvýšiť riziko nedodržania cieľov RSV.

Európska komisia, ako politicky nezávislá, kolegiálna inštitúcia s cieľom stimulovať diskusiu v EÚ na zvolené témy, vydáva tzv. zelené knihy.

V zelenej knihe „*Prispôbenie sa zmene klímy v Európe – možnosti na uskutočnenie opatrení na úrovni EÚ*“ zo dňa 29. 6. 2007 prizýva do dialógu relevantných partnerov na tú

to tému.

Zmena klímy vo veľkej miere ovplyvňuje životné prostredie v Európe. Počas minulého storočia prišlo k otepleniu o takmer 1 °C, čo je najrýchlejší svetový nárast. Najzraniteľnejšie oblasti sú južná Európa a celá oblasť Stredozemného mora práve z dôvodu kombinácie dôsledkov nárastu teploty a zníženia úhrnu zrážok.

Európa sa musí prispôbiť konkrétnymi opatreniami buď finančne nákladnými alebo mäkkými – lacnými opatreniami. Niektoré sektory, ako napr. poľnohospodárstvo sú v EÚ integrované napr. prostredníctvom spoločných politík. Toto je cesta, ako sa dajú ciele politík ľahko prispôbovať, ak sa nachádzajú v právomociach spoločenstva, napr. podpora spoločenstva v oblasti poľnohospodárstva, lesného hospodárstva a rozvoja vidieka.

Manažment poľnohospodárstva a lesného hospodárstva zohráva hlavnú úlohu v súvislosti s efektívnym využívaním vodných zdrojov v oblastiach sucha, napr. aj obnovovaním polyfunkčných území, ako sú napr. pasienky vysokej prírodnej hodnoty. Aj opatrenia v hospodárení s pôdou, ktoré sa vzťahujú na údržbu organického uhlíka alebo na zvýšenie vodoretennej schopnosti pôd, sú opatrenia, ktoré by mali napomôcť v procese prispôbovania sa rizikám. Rovnako by sa mali prehodnotiť i možné dôsledky prípadného nárastu produkcie biomasy určenej na výrobu energie, na pôdne a vodné zdroje.

Zmeny v spoločnej poľnohospodárskej politike (ďalej SPP) a „Zdravotná prehliadka SPP“ v roku 2008 by mohli poskytnúť príležitosti na podporu takých postupov, ktoré sú zlučiteľné s novými klimatickými podmienkami. Napr. pri hodnotení „Križového plnenia“ sa odporúča zaviesť aj problematiku hospodárenia s vodou.

Zdravotná prehliadka SPP prichádza aj s novými výzvami, ktoré potvrdzujú vážnu rolu pôdohospodárstva – teda hospodárenia s pôdnymi, lesnými a vodnými zdrojmi ako *klúčových* pri dosiahnutí cieľov EÚ v oblasti hospodárenia s vodou a ako dôležitú súčasť stratégie vyrovnávania sa s účinkami zmeny klímy.

Po zelenej knihe prichádza *Oznámenie Komisie ES Európskemu parlamentu a Rade: „Riešenie problému nedostatku vody a výskytu súch v EÚ“ zo dňa 18. 7. 2007* (ďalej Oznámenie).

Počas 30 rokov sa v EÚ dramaticky zvýšil počet súch a ich intenzita. Množstvo oblastí a ľudí, ktorých suchá ovplyvnili, sa zvýšil takmer o 20 %. Jedno z najrozsiahljších súch v roku 2003 zasiahlo vyše 100 miliónov ľudí a tretinu územia EÚ. Spôsobili škody v európskom hospodárstve najmenej za 8,7 miliardy eur. Nedostatok vody a suchá nie sú iba vodohospodárska záležitosť. Majú významný vplyv, ako bolo uvedené v úvode príspevku, na ďalšie odvetvia hospodárstva, ktoré využívajú vodu, ale stále najvýznamnejšie zostáva poľnohospodárstvo.

Uvedené Oznámenie preto predstavuje *súbor rôznych politík* na európskej vnútroštátnej a regionálnej úrovni, zameraných na riešenie tejto záležitosti.

## Otázky potrebné na riešenie v EÚ

Výber najpálčivejších otázok, ktoré je nutné okamžite riešiť: ❖ *neúčinnosť vodných cenových politík*

Európa plytvá najmenej 20-timi percentami vody z dôvodu neúčinnosti. Aj cenové politiky, zdanlivo veľmi dobre navrhnuté, sú neúčinné, ak príslušné orgány väčšinu odberov nemerajú ani nezaznamenávajú. Preto je nutné zaviesť programy povinného merania. Napr. vo Francúzsku sa musia zavlažovacie stroje vybaviť vodomermi. V období 2000 – 2003 sa vybavenie vodomermi zvýšilo z 54 % na 71 %, čo predstavuje 85 % celkovej zavlažovanej plochy.

#### ❖ podpora a financovanie úsporných technológií a postupov

Poľnohospodárstvo je najväznejší vodospotrebitel'ský sektor. Nízka účinnosť, menovite závlahových technológií a výsledná nízka kvalita zavlažovania spôsobuje straty vody. Straty dosahujú výšku asi 50 % a sú veľmi podobné stratám v niektorých mestských distribučných systémoch pitnej vody.

Ponúka sa riešenie: vypracovanie noriem pre závlahové technológie a iné poľnohospodárske zariadenia hospodáriace s vodou. Ďalej sa odporúča na vnútroštátnej úrovni (týka sa to teda napr. aj SR) vyvíjať také finančné stimuly, ktoré podporujú všeobecné šetrenie vodou, napr.

#### ❖ recykláciu vody (tzv. „šedej“ vody, t.j. z prania a z práčok)

#### ❖ hospodárenie s dažďovou vodou, najmä v zastavaných priestoroch, z budov a ďalších spevnených ploch

#### ❖ tvorba plánov riadenia rizika sucha

Niektoré členské krajiny prešli na systémy „riadenia rizika sucha“. Napr. Španielsko a Holandsko už implementovali vnútroštátne plány riadenia rizik sucha. Vytvára sa *Európske monitorovacie stredisko pre suchá* a Slovensko sa stalo sídlom *Centra pre riadenie sucha pre juhovýchodnú Európu*.

#### ❖ informačné systémy, výskum a vývoj

V oblasti informačných systémov sa nedávno zverejneným systémom informácií o vode pre Európu (WISE) vytvorila platforma na integráciu a rozširovanie takýchto informácií.

V oblasti výskumu a vývoja Oznamenie podčiarkuje nutnosť koordinácie výskumu na štátnej i európskej úrovni, orientovaného na nedostatok vody a suchá.

Je prirodzené, že vecná orientácia výskumu a vývoja je totožná s vecnou potrebou riešenia definovaných problémov, pretože rozhodovací a riadiaci proces vyžaduje vysokokvalifikované podklady, informácie a závery výskumu. Komisia v Opatrení uvádza, že je dôležité oveľa viac zohľadňovať úlohu, ktorú najnovšie výsledky výskumu môžu zohrať v tvorbe politiky. Koordinácia výskumu v oblasti riadenia nedostatku vody a sucha vyžaduje aj synergiu medzi *politikou a výskumom*.

### Stav v Slovenskej republike

Slovenská republika pristúpila k *Dohovoru OSN pre boj proti dezertifikácii dňa 7. 1. 2002*. V súlade so štatútom Dohovoru sa SR hlási k režimu *rozvinutého a súčasne ovplyvneného štátu*. To znamená, že je povinná riešiť vlastné problémy s vysušovaním krajiny a súčasne sa zaväzuje pomáhať iným ovplyvneným štátom.

Podľa uznesenia vlády SR č. 348/2001 úloha plniť Dohovor sa ukladá trom rezortom:

- MP SR: Národný kontaktný bod - Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava
- MZV SR: Národný sekretariát – Odbor zahraničných vzťahov
- MŽP SR: Kooperačné aktivity

V podmienkach Slovenska neexistuje ucelený právny pred-

pis, ktorý by prierezovo riešil problematiku ochrany pôdy a krajiny pred vysušovaním a degradáciou. Vodný zákon, ktorý definuje vodné plánovanie, ukladá týmto nástrojom realizovať opatrenia na znižovanie nepriaznivých účinkov sucha a aj povodní.

Ochrana pôdy na Slovensku je v súčasnosti upravená zákonom o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a je tu definovaná aj ochrana pôdy pred degradáciou.

Najpodstatnejším prvkom Dohovoru je v zmysle čl. 10 úloha vypracovať *Národný akčný program*. Program identifikuje príčiny a faktory, ktoré prispievajú k vysušovaniu krajiny a degradácii pôdy a navrhuje opatrenia na zlepšenie daného stavu. Akčný program tvorí aj rámec pre vypracovanie *Dlhodobej stratégie boja proti dezertifikácii*. Pre jej realizáciu je nevyhnutná finančná a materiálna podpora a široká účasť zainteresovaných, podmienená silnou medzirezortnou kooperáciou (MŽP, MP).

Akčný program definuje diferencované aktivity rôznorodej úrovne a závažnosti, z ktorých tie relevantnejšie obsahujú tieto ciele:

- Permanentný monitoring a hodnotenie sucha v pôdach a krajinom priestore, riešenie ktorého by mohlo byť prienikom dvoch fungujúcich ČMS Pôda + Voda
- Informačný systém o výskyte sucha na území SR a jeho napojenie na jestvujúci IS o pôde
- Prijatie Stratégie zmierňovania vysušovania krajiny a degradácie pôdy
- Podpora technických opatrení na zmierňovanie následkov sucha, napr. revitalizácia hydromelioračných kanálových sietí závlahových zariadení, zvyšovania schopnosti krajiny retencie vody retardáciou odtoku a pod.
- Zariadenie problematiky hospodárenia s vodou v poľnohospodárskej krajine, eliminácie dôsledkov sucha a degradácie krajiny do štátneho programu výskumu a vývoja.

### Záver

Analýza boja proti suchu poukazuje na niektoré štandardné momenty procesov zmien. V rozhodovacom procese sa veľmi rýchle dosahuje zhoda na rôznych úrovniach, najmä na tej akademickej alebo inštitucionálnej. Výsledkom býva prijatie vcelku hodnotných dokumentov. Najslabším momentom však stále zostáva *realizačná fáza*, t.j. určenie zodpovednosti nositeľa úlohy, finančná podpora, skutočná realizácia a kontrolné realizačné a riadiace mechanizmy.

Príklad: Dôležité kvalifikované podklady pre decíznu sféru, návrhy komplexných adaptačných opatrení, adaptačné projekty a rad aplikačných projektov poskytuje sféra výskumu a inovácie. Ide o výstupy z úrovne informačných zdrojov, strategické dokumenty, adaptačné opatrenia, nové výskumné a inovačné opatrenia, podpora realizácie.

V roku 2001 vláda SR iba zobrala na vedomie materiál „Návrh adaptačných opatrení v pôdohospodárstve SR na klimatickú zmenu“ bez následných krokov.

V rokoch 2004 – 2005 bola problematika sucha riešená v rámci štátneho programu „Aktuálne otázky rozvoja spoločnosti“ - úlohou „Prebiehajúca klimatická zmena a jej dopady na rozvoj spoločnosti“. Oponentúry, posudzujúce výsledky riešenia mimoriadne pozitívne ocenili výsledky a jednohlasne zdôrazňovali nevyhnutnosť pokračovania v riešení. Prerušenie vyhlasovania a podpory štátnych programov výskumu a vývoja sa ukázalo v kontexte s dosiahnutými výsledkami a aktuálnou požiadavkou ako krok hlboko nesystémový. V konečnom dôsledku aj v boji proti suchu to znamená stratu koncepcných, strategických a realizačných nástrojov.

# Znečistenie dnových sedimentov rieky Laborec a Zemplínskej šíravy polychlórovanými bifenyli

Ing. Pavel Hucko, CSc.

Výskumný ústav vodného hospodárstva Bratislava

Predložený príspevok sa zaoberá výskytom PCB v sedimentoch Laborca v úseku nad sútokom s Cirochou až po Ižkovce, v Strážskom kanáli a v Zemplínskej šírave v roku 2007. Získané výsledky sú zhodnotené podľa Metodického pokynu MŽP SR č. 549/1998-2 (MP MŽP). Zo získaných výsledkov vyplýva, že sledované PCB v sedimentoch rôznou mierou a v rôznom rozsahu prekračujú limitné hodnoty stanovené v MP MŽP. Prekročenie limitných hodnôt zo všetkých sledovaných ukazovateľov sme zistili u PCB v Laborci, okrem miesta odberu nad sútokom s Cirochou, ale najvýraznejšie prekročenie sme zistili v Strážskom kanáli, kde suma PCB presiahla intervenčnú hodnotu až o tri poriadky. V Zemplínskej šírave obsah PCB v sedimentoch prekročil u všetkých sledovaných kongenéroch PCB maximálne prípustné koncentrácie a súčasne aj testovacie hodnoty a suma PCB prekročila intervenčnú hodnotu až o dva poriadky.

## Úvod

Sedimenty akumulované v tokoch predstavujú významnú súčasť riečneho ekosystému, ktorá má schopnosť akumulovať z vody polutanty rôzneho druhu (toxické (ťažké) kovy, rádionuklidy a organické látky). Časť z týchto látok môže byť v sedimentoch viazaná nevratne a časť sa môže za špecifických podmienok uvoľňovať. Desorpcia môže byť vyvolaná zmenou oxidačno-redukčných podmienok alebo aj biodegradáciou organickej hmoty. Spätne uvoľnenie môže nastať resuspendovaním sedimentov do vodného prostredia pri zmene hydrologických podmienok v toku alebo pri infiltrácii vody cez znečistené sedimenty. Polutanty zachytené v sedimentoch predstavujú riziko, miera ktorého nie je závislá len od ich množstva, ale aj od pevnosti väzieb medzi znečisťujúcou látkou a sedimentom. Organické látky môžu negatívne ovplyvňovať kvalitu povrchových, ale aj podzemných vôd v danej oblasti. Vzhľadom na kumulatívne vlastnosti sa ich toxické účinky môžu prejaviť i po dlhšej dobe.

Následkom kumulácie môžu prechádzať látky akumulované v dnových sedimentoch z nižších foriem organizmov na vyššie. Príkladom môžu byť problémy so sedimentmi v Zemplínskej šírave, kde mäso rýb v nádrži je kontaminované PCB a v sedimentoch výrazne prekračujú bežný priemer. Cez potravný reťazec biota v sedimentoch - ryby sa dostávajú PCB do tela rýb. Tieto výsledky potvrdzujú nedávne štúdie na Zemplínskej šírave (Jursa a kol., 1999, Bíreš, 2003).

Význam sledovania kvality sedimentov vo vodných

tokoch a nádržiach vyplýva z toho, že akumulované sedimenty znečistené či už antropogénnou činnosťou alebo prirodzene predstavujú potenciálne riziko pre kvalitu vody v nich. Na základe informácií o kvalite sedimentov je možné predpovedať vplyv erózo-sedimentačných procesov na kvalitu vody v tokoch a nádržiach. Uvedené poznanie umožňuje prijať potrebné revitalizačné opatrenia v povodiach tokov a nádrží.

## Metodika riešenia

Sledovanie PCB v sedimentoch Laborca sa realizovalo v rámci riešenia problematiky inventarizácie kvalitatívneho zloženia akumulovaných sedimentov z hľadiska výskytu prioritných/organických látok vo vybraných tokoch Slovenska v roku 2007 (Hucko, 2007). Za týmto účelom sa uskutočnili odbery vzoriek sedimentov na vybraných miestach Laborca a Strážskeho kanála.

Prieskum kvality sedimentov na Laborci bol zameraný na nasledovné miesta odberu:

1. Laborec - nad Cirochou (cestný most od Humenného do Lackoviec),
2. Laborec - Krivošňany (hať v Krivošňanoch),
3. Laborec - Nacina Ves,
4. Laborec - Petrovce (nad rozdelením Laborca do Šíravského kanála),
5. Laborec - Lastomír,
6. Laborec - Ižkovce,
7. Strážsky kanál v štyroch lokalitách: nad sútokom s kanálom od ČOV Strážske, kanál od ČOV Strážske, Strážsky kanál pod sútokom s kanálom od ČOV a Strážsky kanál nad mostom na štátnej ceste medzi mestom Strážske a obcou Voľa.

V roku 2007 riešil VÚVH pre SVP, š.p. Banská Štiavnica úlohu, ktorá mala okrem iného za cieľ vykonať kvalitatívnu analýzu sedimentov akumulovaných v Zemplínskej šírave (Hucko, Kovalčík, 2007). Jednou zo sledovaných skupín látok boli PCB. Vzorky sedimentov sa odobrali z nádrže Zemplínskej šíravy zo štyroch oblastí: západná časť - Zempl. šírava-P, oblasť kameňolomu - Zempl. šírava-K, oblasť lodenice Kaluža - Zempl. šírava-L a východná oblasť na úrovni Kusína - Zempl. šírava-V.

## Odber vzoriek sedimentov

Vzorky sedimentov z Laborca a Strážskeho kanála sa vo väčšine prípadov odberali pomocou lopatky, okrem miest odberu Krivošňany a Petrovce, kde sa vzorky odobrali

pomocou jadrovnicového odberového zariadenia firmy UWITEC. Toto zariadenie bolo v plnom rozsahu použité v prípade odberov zo Zemplínskej šíravy, kde sa vzorky sedimentov odobrali v štyroch priečných profiloch, ako je uvedené vyššie, pričom na troch sa odobrali vzorky z pravej a ľavej strany nádrže a zo stredu (minimálne 4 vzorky). Vo východnej časti nádrže sa odobrala vzorka len z jedného miesta.

Z odobratých vzoriek z jednotlivých miest odberu sa urobili zmiešané vzorky pri použití celého odobratého stĺpca – jadra (na hodnotenie kvality sedimentu v celej jeho odobratej hĺbke) pre celý priečny profil, ktoré sa následne analyzovali.

Odbery vzoriek sedimentov boli vykonané v súlade s STN EN 5667-12: 2001 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 12: Pokyny na odber dnových sedimentov.

#### *Sledované ukazovatele*

V rámci riešenia citovaných prác sa sledovali kongenéry PCB č. 8, 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180, 203.

#### *Hodnotenie výsledkov kvality sedimentov*

Získané výsledky stanovenia PCB (kongenéry č. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) v sedimentoch boli vyhodnotené podľa **Metodického pokynu MŽP SR č. 549/1998-2** na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží (ďalej MP MŽP).

Tento pokyn sa odporúča aplikovať pri **posudzovaní stupňa znečistenia sedimentov tokov a vodných nádrží, a to:**

- pri prevencii ďalšieho znečisťovania sedimentov, ktoré by mohlo viesť k presiahnutiu akceptovateľnej miery ekologického a zdravotného rizika,
- pri inventarizácii stupňa znečistenia sedimentačných oblastí na tokoch a vodných nádržiach,
- pri identifikácii nadmerne znečistených území, najmä tých, ktoré spôsobujú ohrozenie vodných a od vody závislých ekosystémov a zároveň môžu mať negatívny dopad aj na zdravie ľudí,
- pri monitoringu alebo prieskume lokalít so znečistenými sedimentmi.

Výsledkom procesu hodnotenia a riadenia rizík je optimalizácia rizika s cieľom dosiahnuť minimálne spoločensky prijateľnú mieru zdravotného a ekologického rizika.

Hodnotenie sa vykonalo na základe štandardizovaných hodnôt, porovnaním s kritériami kvality sedimentov uvedenými v **Prílohe č. 1 k MP MŽP**.

**Limitné hodnoty** uvedené v Prílohe č. 1 k MP MŽP reprezentujú nasledovné environmentálne riziká:

**TV - CIEĽOVÁ HODNOTA** (*Target Value, TV*) parameter aplikovaný pri štúdiu kritérií kvality sedimentov (SQC) - odvodený z ekotoxikologických testov. Hodnota TV predstavuje 1/100 hodnoty MPC.

**MPC - MAXIMÁLNA PRÍPUSTNÁ KONCENTRÁCIA** (*Maximum Permissible Concentration, MPC*) je koncentrácia určitej chemickej látky (zlučiny) v sedimente, prekročenie ktorej vyvoláva v danom ekosystéme neprijateľné riziko. MPC v kritériách hodnotenia kvality sedimentov bolo stanovené pri hladine HC5, t.j. na úrovni zabezpečujúcej prežitie 95 % všetkých druhov organizmov v danom ekosystéme. Filozofia stanovenia MPC vyplýva z pred-

pokladu, že pri 95%-nej ochrane všetkých druhov organizmov v ekosystéme sa tento môže nerušene rozvíjať a fungovať. Maximálna prípustná koncentrácia je suma *pozaďovej koncentrácie (Cb)* a takzvaného *maximálneho prípustného prídavku (MPA)*, t.j.  $MPC = MPA + Cb$ .

**TVd - TESTOVACIA HODNOTA** (*Testing Value, TVd*). Parameter aplikovaný pri kritériách kvality sedimentov (SQC). Tento parameter leží v intervale hodnôt MPC a IV a v niektorých krajinách slúži pre účely rozhodovania pri nakladaní s vybagrovanými sedimentmi z dna tokov a vodných nádrží.

**IV - INTERVENČNÁ HODNOTA** (*Interventional Value, IV*). Parameter aplikovaný pri štúdiu kritérií kvality sedimentov (SQC) - odvodený z ekotoxikologických testov. V tomto význame hodnota IV určitej chemickej látky zodpovedá koncentrácii tejto látky, pri ktorej je zabezpečená ochrana 50 % všetkých živočíšnych druhov v ekosystéme (HC50), a teda ktorá pre príslušný ekosystém predstavuje vysoké riziko (*High Risk Level*). Intervenčná hodnota má slúžiť ako kritérium pre proces rozhodovania pri plánovaní rozsahu nápravných (remediačných) opatrení v silne kontaminovaných územiach v krátkodobom časovom horizonte.

#### **Výsledky kvality sedimentov v rieke Laborec, Strážskom kanáli a Zemplínskej šírave Rieka Laborec a Strážsky kanál**

PCB – sledovanie výskytu PCB v Laborci má veľký význam z hľadiska zaťaženia znečistením z bývalej výroby PCB v Chemku Strážske. V samotnom Laborci sa v mieste odberu nad Cirochou nezistil žiadny kongenér PCB nad detekčným limitom (DL). Zvýšenie obsahu PCB v sedimente bolo ale zistené už v mieste odberu Krivošľany (hodnota nebola na vysokej úrovni), zvýšenie obsahu PCB sme zistili v mieste odberu Nacina Vec pod zaústením Strážskeho kanála do Laborca. V mieste odberu Petrovce bol zistený obsah PCB na úrovni 1/3 obsahu v Nacinej Vsi. Najvyššia hodnota PCB v Laborci ale bola zistená v mieste odberu Lastomír, čo môže byť dôsledkom posunu starších sedimentov v smere toku Laborca. V mieste odberu Ižkovce už bola zistená nižšia hodnota približne na úrovni 1/3 v porovnaní s odberovým miestom Ižkovce. Toto miesto je ovplyvnené Uhom, ktorý sa vlieva do Laborca cca 6 km vyššie.

Osobitnú pozornosť sme venovali výskytu PCB v sedimentoch Strážskeho kanála. V rámci uskutočneného prieskumu sa odobrali vzorky sedimentov z viacerých miest kanála a z jedného miesta odberu aj opakovane po dvoch mesiacoch. Zistené výsledky preukázateľne indikujú vysoké obsahy PCB v sedimentoch, rádovo desať až stotisíce mikrogramov v porovnaní s Laborcom, resp. Zemplínskou šíravou, pričom najvyššia hodnota bola zistená v mieste odberu z kanála nad mostom na štátnej ceste medzi mestom Strážske a obcou Voľa.

#### *Zemplínska šírava*

PCB – sledovanie výskytu PCB v Zemplínskej šírave má rovnaký, ak nie väčší význam než v Laborci vzhľadom na bývalé znečistenie PCB z výroby v Chemku Strážske. Všetky sledované kongenéry PCB boli stanovené nad DL. Neštandardizované hodnoty sumy kongenéroov PCB boli zistené v rozsahu od 459 do 940  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Najvyššia hodnota

sumy kongenénov PCB bola zistená v mieste odberu K1-3 (kameňolom) a najnižšia vo východnej časti nádrže, ale aj táto hodnota bola pomerne vysoká.

**Hodnotenie výskytu PCB v sedimentoch podľa MP MŽP SR č. 549/1998-2**

Pri hodnotení výsledkov analýz sedimentov podľa MP MŽP sa opierame o hodnoty maximálne prípustných koncentrácií (MPC) pre jednotlivé ukazovatele; v prípade ak táto pre príslušný ukazovateľ nie je stanovená, tak potom o testovaciu, prípadne intervenčnú hodnotu (IV). Pre hodnotenie sa použili štandardizované výsledky v zmysle MP MŽP. Hodnoty stanovené pod DL sa neštandardizovali. Štandardizované výsledky stanovenia sedimentov v Laborci, Strážskom kanáli a Zemplínskej šírave sú uvedené na obrázkoch 1 – 3.

**Rieka Laborca a Strážsky kanál**

PCB - podľa MP MŽP sa v skupine ukazovateľov PCB hodnotí výskyt kongenénov č. 28, 52, 101, 118, 153, 180 a ich suma po tzv. štandardizácii výsledkov. Okrem vzorky odobratej nad sútokom Laborca s Cirochou a v Ižkovciach, ostatné vzorky sedimentov prekračovali v sume PCB testovaciu hodnotu (TVd) 30 µg/kg, resp. aj niektoré zo sledovaných kongenénov. Dokonca hodnota v Laborci v Lastomíre v ukazovateli suma PCB prekročila intervenčnú hodnotu (IV) 1000 µg/kg. Prekročenie TVd znamená prekročenie aj maximálne prípustnej koncentrácie (MPC).

V Strážskom kanáli bolo zistené výrazné prekročenie (o niekoľko poriadkov) intervenčnej hodnoty v ukazovateli suma PCB, ako aj pre jednotlivé hodnotené kongenény. V mieste odberu Voľa bola zistená hodnota sumy PCB až 225 904 µg/kg.

**Zemplínska šírava**

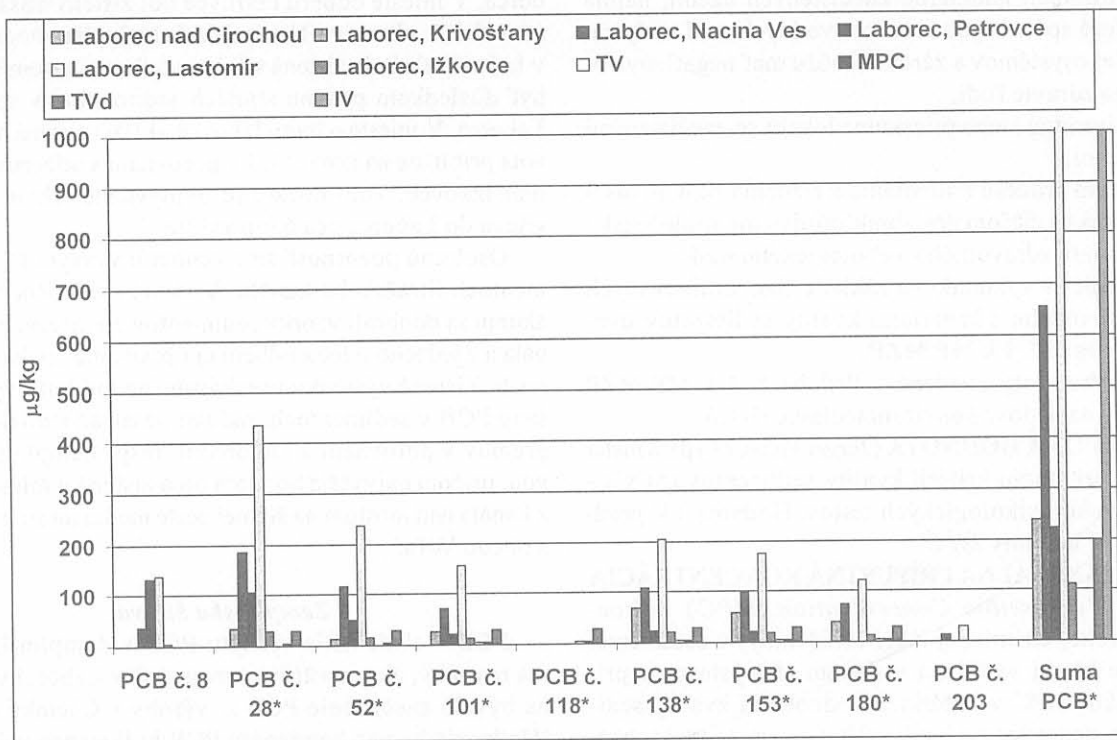
PCB – sediment z vodnej nádrže Zemplínska šírava bol výrazne znečistený PCB, či už jednotlivé kongenény, ako aj suma kongenénov. Štandardizované výsledky vo všetkých vzorkách prekračovali testovacie hodnoty (TVd) o jeden poriadok. Dokonca kongenér č. 28 v sedimentoch z miest odberu K1-3 a L1-3 prekročil aj intervenčnú hodnotu sumy PCB. Intervenčná hodnota sumy PCB bola prekročená všetkých miestach odberu.

**Závery**

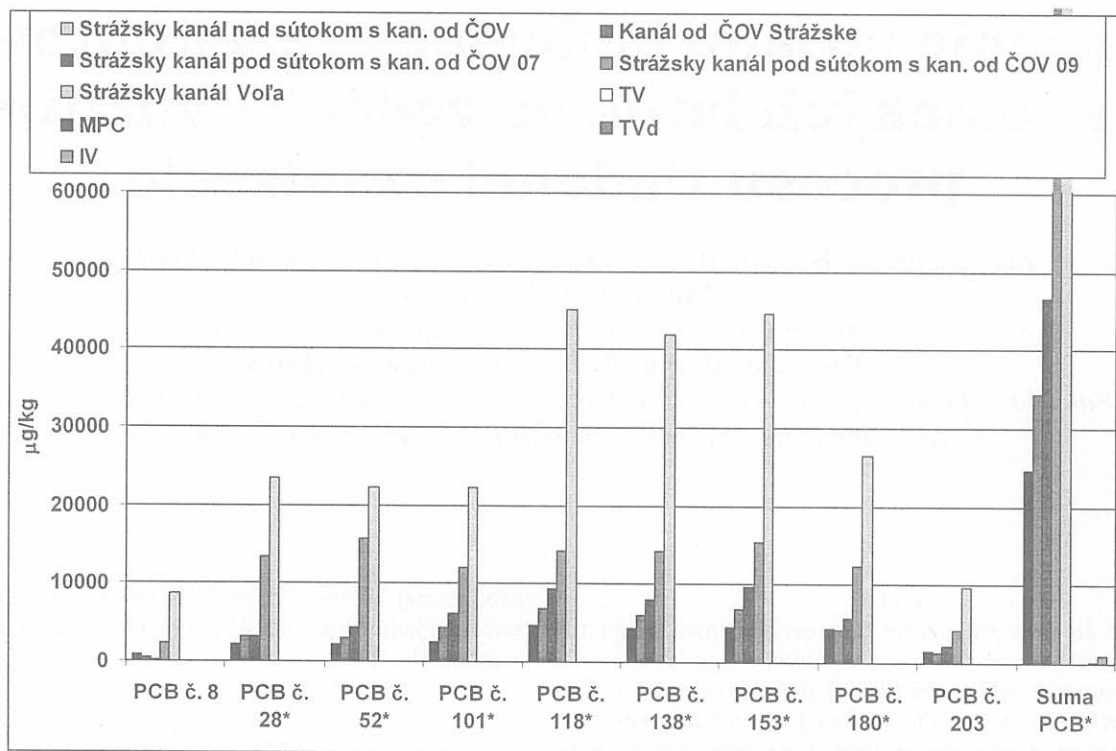
Z výsledkov sledovania PCB v Laborci, Strážskom kanáli a v Zemplínskej šírave vyplývajú nasledovné poznatky:

- PCB v sedimentoch Laborca prekračovali v sume PCB testovaciu hodnotu, resp. aj niektoré zo sledovaných kongenénov, s výnimkou vzorky odobratej nad sútokom Laborca s Cirochou a v Ižkovciach; v Laborci v Lastomíre v ukazovateli suma PCB bola prekročená intervenčná hodnota,
- v Strážskom kanáli bolo zistené výrazné prekročenie (o niekoľko poriadkov) intervenčnej hodnoty sumy PCB, ako aj TVd pre jednotlivé hodnotené kongenény, v mieste odberu nad cestným mostom bola zistená suma PCB až 225 904 µg/kg.
- v sedimentoch Zemplínskej šíravy jednotlivé kongenény PCB prekročili testovacie hodnoty, resp. suma PCB aj intervenčnú hodnotu, vrátane kongenéru č. 28 v dvoch miestach odberu.

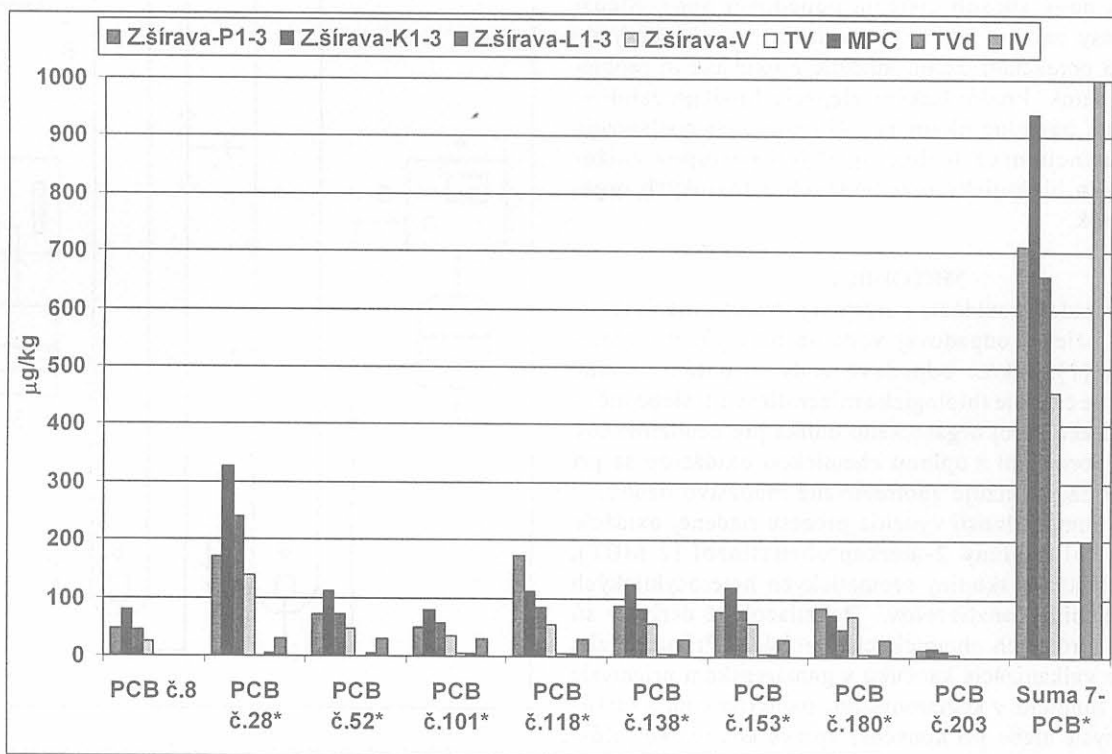
Na záver možno konštatovať, že prekročenie limitných hodnôt PCB nebolo zistené len v mieste odberu na Laborci nad Cirochou. Prekročenie maximálne prípustnej koncentrácie jednotlivých kongenénov bolo v rozsahu jedného poriadku v Laborci, dvoch až štyroch poriadkov v Strážskom kanáli a jedného až troch poriadkov v Zemplínskej šírave.



Obrázok 1: PCB v sedimentoch Laborca v roku 2007 (štandardizované hodnoty)



Obrázok 2: PCB v sedimentoch Strážskeho kanála v roku 2007 (štandardizované hodnoty)



Obrázok 3: PCB v sedimentoch Zemplínskej šíravy v roku 2007 (štandardizované hodnoty)

Literatúra

BÍREŠ, J. 2003. *Monitoring poľovnej, voľne žijúcej zveri a rýb v Slovenskej republike. Správa za rok 2002. Štátna veterinárna a potravinová správa SR, Bratislava*  
 HUCKO, P. 2007. *Vplyv erózných procesov v povodí na kvalitu vody v tokoch. Záverečná správa VÚVH Bratislava.*  
 HUCKO, P. – KOVALČÍK, B. 2007. *Riešenie problematiky sedimentov vodných nádrží a možnosti ich využitia. Záverečná správa VÚVH Bratislava.*  
 JURSA, S. – CHOVANCOVÁ, J. – KOČAN, A. – PETRIK, J. – DROBNÁ, B. 1999. *Kontaminácia rýb voľne žijúcej zveri polychlórovanými bifenylnými v okrese Michalovce. In: Zborník z konferencie Cudzorodé látky v požívatinách. Tatranská Štrba, máj, s. 98 - 99.*  
 Metodický pokyn Ministerstva životného prostredia SR č. 549/1998-2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží. *Vestník MŽP SR, ročník VI, časť 5, 1998.*

# Zníženie obsahu biologicky rezistentných a toxických látok vo vodách využitím procesu riadenej ozonizácie

Ing. Angelika Kassai, RNDr. Jana Tkáčová, Mgr. Daniela Lenártová,  
Ing. Zoltán Krascsenits

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

Doc. Ján Derco, PhD., Ing. Beáta Almásiová

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity,  
Ústav chemického a environmentálneho inžinierstva, Bratislava

## ÚVOD

Vstup do Európskej únie priniesol významné zmeny v požiadavkách na kvalitu vypúšťaných odpadových vôd do povrchových vôd. Vzrastajúce požiadavky na kvalitu vody v recipientoch vyžadujú účinnejšie odstraňovanie toxických a/alebo biologicky rezistentných, resp. pomaly rozložiteľných látok. AOP (Advanced oxidation processes) reprezentujú nový spôsob čistenia odpadovej vody. Medzi tieto procesy patrí aj ozónová oxidácia. Vysoká hodnota oxidačného potenciálu ozónu umožňuje oxidáciu aj problematických látok. Predovšetkým zlepšuje biodegradabilitu, čo umožňuje následné biologické čistenie, čím predstavuje jeden z potenciálnych technologických postupov znižovania obsahu biologicky rezistentných a toxických organických látok.

## METODIKA

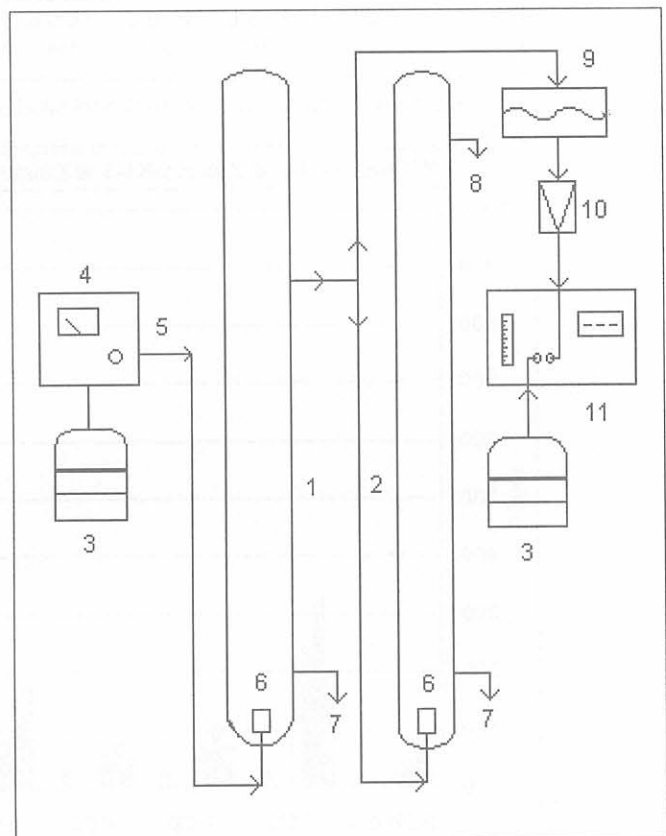
Cieľom riadenej oxidácie s ozónom je transformácia rezistentných zložiek v odpadovej vode na biologicky rozložiteľné látky [1]. Takéto odpadové vody sú potom vhodné na biologické čistenie (biologickú mineralizáciu), alebo môžu byť využité ako zdroj organického uhlíka pre denitrifikačný reaktor. V porovnaní s úplnou chemickou oxidáciou sa pri riadenej oxidácii znižuje spotrebované množstvo ozónu.

Pre štúdium možnosti využitia procesu riadenej oxidácie s ozónom bol zvolený 2-merkaptobenzotiazol (2-MBT), organická látka zo skupiny aromatických heterocyklických zlúčenín skupiny benzotiazolov. Benzotiazolové deriváty sú používané v rôznych chemických výrobách. Primárne ako akcelerátor vulkanizácie kaučuku v gumárskom priemysle alebo ako fungicíd v kožiarskom, papiernickom a textilnom priemysle alebo pri konečnej úprave kovov ako prídavok do náterov na kovové materiály [2]. 2-MBT je látka cudzia nášmu telu (xenobiotická) a vysoko rezistentná, zotrúva v životnom prostredí [3].

2-MBT je silný kontaktný alergén rozpustný v roztokoch solí blízkych ľudskému potu a spôsobuje dermatitídu [4]. Vyvoláva nádorové ochorenia [5]. 2-MBT je rozšírená toxická a ťažko biologicky rozložiteľná látka, ktorá inhibuje aj rozklad ľahko rozložiteľných organických látok a už pri veľmi nízkych koncentráciách inhibuje aj nitrifikáciu [6,7].

Realizácia riadenej oxidácie ozónom na zníženie obsahu 2-MBT v modelovej vode bola prešetrná v laboratórnych podmienkach. Experiment bol vykonaný v prepublávanej

ozonizačnej kolóne. Laboratórny model pozostával z dvoch sklenených kolón o priemere 0,04 m a výške 1,70 m a je zobrazený na obr. 1.



Obrázok 1: Schéma ozonizačného zariadenia

1 – reaktor, 2 – deštrukcia zvyškového ozónu, 3 – zdroj kyslíka, 4 – generátor ozónu, 5 – zmes  $O_2$  a  $O_3$ , 6 – distribúcia  $O_3$ , 7 – odber vzorky, 8 – odvod plynnej zmesi, 9 – oddeľovač vlhkosti, 10 – filter zo sklenených vlákien, 11 – UV detektor plyného ozónu

Laboratórny model bol prevádzkovaný ako vsádzkový. Prvá kolóna bola plnená s modelovou vzorkou vody s obsahom 2-MBT a druhá s roztokom jodidu draselného na stanovenie zvyškového ozónu v plynnej zmesi z prvej kolóny. Účinný reakčný objem oboch kolón bol 1,0 liter. Do ge-

nerátora ozónu bol prietokom 30 l/h privádzaný kyslík. Pri experimentoch bol použitý generátor ozónu Lifetech s UV detektorom s maximálnou produkciou  $O_3$  5 g/h. Ozonizácia bola realizovaná pri rozdielnom výkone generátora 70 % a 90 %. Sledovala sa zmena organického znečistenia v ukazovateľoch CHSK, TOC a zmena koncentrácie 2-MBT.

### VÝSLEDKY

Experimenty ozonizácie v laboratórnych podmienkach boli realizované použitím modelovej vzorky vody s počiatočnou koncentráciou 2-MBT 50 mg/l. FIEN et al. [3] vo svojej publikácii uvádzajú, že oxidáciou 2-MBT vznikajú produkty: benzotiazol (BT), 2-hydroxybenzotiazol (OBT), 2(3H)-benzotiazolón, 2-benzotiazolsiričitan ( $BTOSO_2$ ), mravčany, octany, oxaláty, glyoxaláty, sulfáty, disiričitan, uhličitan. V našich experimentoch boli identifikované z benzotiazolových derivátov v hlavnej miere BT a v stopových množstvách OBT, 2-metylbenzotiazol, 2-aminobenzotiazol a 2-metyltiobenzotiazol.

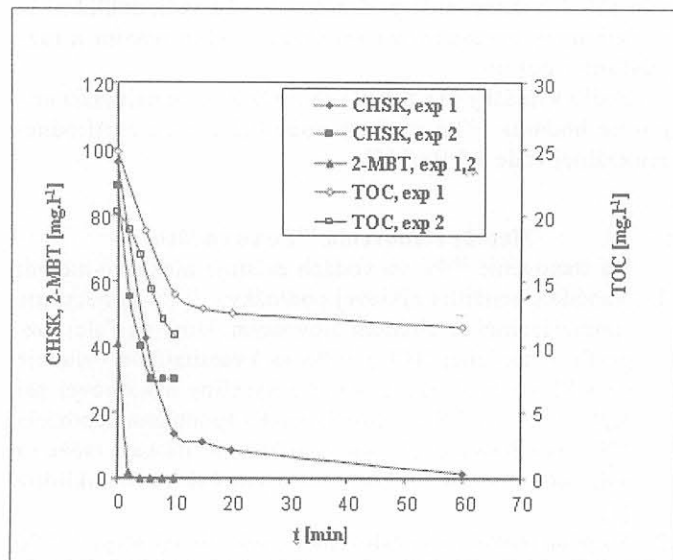
Na obrázku 2 je znázornený vplyv ozonizácie na zmenu koncentrácie CHSK, TOC a MBT pri 90 %-nom výkone generátora ozónu. Pri tomto pokuse je pozorovaný najvyšší pokles CHSK v prvých desiatich minútach ozonizácie. Zníženie CHSK v porovnaní s počiatočnou hodnotou bolo 86 % po 60 min (exp. 1) a 66 % po 10 min (exp. 2) ozonizácie. Efek-

tivita odstránenia TOC bola 54 % po 60 min (exp. 1) a 46 % po 10 min (exp. 2). Celkové odstránenie (98 %) 2-MBT bolo dosiahnuté po 4 min ozonizácie.

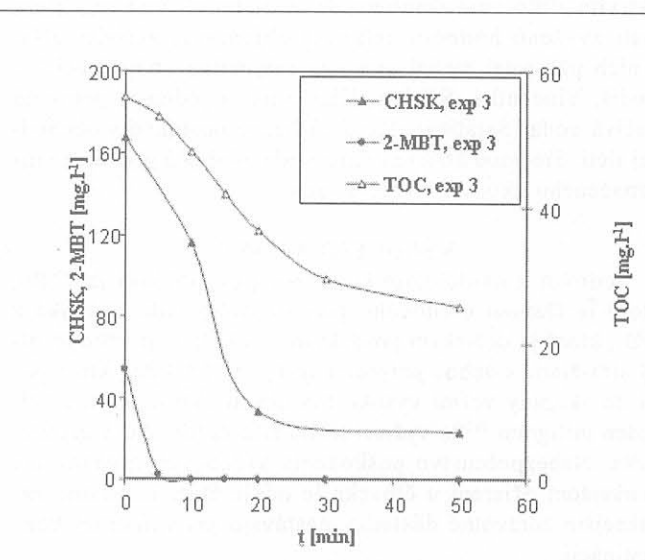
### ZÁVERY

Významný pokles 2-MBT bol pozorovaný po 4 min ozonizácie. Najvyššie zníženie hodnôt CHSK a TOC bolo zaznamenané v prvých 10 min ozonizácie. Priemerná rýchlosť odstraňovania CHSK bola 7,1 mg/l pri 90 %-nom výkone generátora ozónu a 5,2 mg/l pri 70 %-nom výkone generátora ozónu. Špecifická spotreba ozónu bola 0,78 g/g pre CHSK a 1,88 g/g pre TOC. Kinetiku poklesu koncentrácie CHSK opisuje kinetický model prvého rádu. Na zníženie CHSK má kladný vplyv výkon generátora ozónu. Rovnaká zvyšková koncentračná úroveň ukazovateľov CHSK a TOC pri oboch pokusoch bola dosiahnutá po 50 – 60 min. Ako hlavný medziprodukt rozkladu bol identifikovaný benzotiazol. Jeho obsah v modelovej vode po 60 min ozonizácie bol 5 %.

Z experimentálnych výsledkov možno predpokladať, že 2-MBT v modelovej odpadovej vode je ľahko transformovaný oxidáciou ozónom na jednoduchšie deriváty. Takýmto spôsobom je možné ľahko detoxikovať odpadové vody s obsahom 2-MBT.



Obrázok 2: Závislosť hodnôt CHSK, TOC a 2-MBT od času ozonizácie v prebublávanej kolóne pri 90 %-nom výkone generátora ozónu



Obrázok 3: Závislosť hodnôt CHSK, TOC a 2-MBT od času ozonizácie v prebublávanej kolóne pri 70 %-nom výkone generátora ozónu

### LITERATÚRA

- [1] ARSLAN-ALATON, I.: The effect of pre-ozonation on the biocompatibility of reactive dye hydrolysates. *Chemosphere*, 2003, 51(9) 825-833.
- [2] FIEHN, O. – WEGENER, G. – JOCHIMSEN, J. – JEKEL, M.: Analysis of the ozonation of 2-mercaptobenzthiazole in water and tannery wastewater using sum parameters, liquid-and gas chromatography and capillary electrophoresis. *Water Research*. 32 (4), 1075-1084, 1998.
- [3] HABIBI, M.H. – TANGISTANINEJAD, S. – YADOLLAHI.: Photocatalytic mineralization of mercaptans as environmental pollutants in aquatic system using  $TiO_2$  suspension. *Appl. Catal. B: Environ.* 32, 57-63, 2001.
- [4] GOODWIN, B. F. at.al.: A comparison of three guinea-pig sensitization procedures for the detection of 19 reported human contact sensitizers. *Contact Dermatitis*, 7, 248-258, 1981.
- [5] WHITTAKER, M.H. – GEBHART, A.M. – MILLER, T.C. – HAMMER, F.: Human health risk assesment of 2-mercaptobenzthiazole in drinking water. *Toxicol And Health.*, 49-63, 2004.
- [6] GIGER, W. – SCHAFFNER, CH. – VOUSTA, D.: Benzothiazole anticorrosive in municipal wasterwaters and in the aquatic environmental, *Book of abstracts Workshop-Stesa, Italy, 19-20 jun, 2006.*
- [7] HAUCK, R. D.: Synthetic slow release fertilizer amendments, p 633-690 In *Organic Chemicals in the Soil Environment*. Edited by Goring C. A. I. and Hamaker J.W., 1972.

Príspevok bol prezentovaný na konferencii HYDROCHÉMIA 2008.

# Stanovenie objemovej aktivity polónia-210 vo vodách kvapalinovou scintilačnou spektrometriou

<sup>1</sup>Ing. Alena Belanová, <sup>2</sup>Bc. Veronika Címerová, <sup>1</sup>RNDr. Marta Vršková, CSc.

<sup>1</sup>Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

<sup>2</sup>Fakulta chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity,  
Katedra environmentálneho inžinierstva, Bratislava

## ÚVOD

Pre oddelenie rádiochemie je dôležité mať vypracované postupy na stanovenie všetkých relevantných prírodných rádionuklidov, ktoré sa môžu nachádzať vo vzorkách podzemných a pitných vôd [1]. V tejto práci sme sa zamerali na stanovenie objemovej aktivity polónia-210 (<sup>210</sup>Po).

Ako matricu sme si zvolili minerálne vody, pretože majú zvýšenú mineralizáciu a následne aj rádioaktivitu. Objemovú aktivitu <sup>210</sup>Po sme stanovovali v siedmich vodách, ktoré mali zvýšenú hodnotu celkovej objemovej aktivity alfa. Z nich päť patrí medzi prírodné minerálne vody (Mitická, Budiš, Vincentka, Slatina, Kláštorňa) a jedna je prírodná liečivá voda (Šaratica). Tieto sú bežne dostupné v obchodnej sieti. Siedmou bola termálna voda odobratá priamo z vrtu označeného ako V9 v Piešťanoch.

## VŠEOBECNÁ ČASŤ

Jedným z najdôležitejších izotopov polónia je <sup>210</sup>Po, ktoré je členom uránového premenového radu - vzniká z <sup>210</sup>Bi, ktorý je dcérskym produktom <sup>210</sup>Pb. Izotop <sup>210</sup>Po je silný alfa-žiarič s dobou polpremeny  $T_{1/2} = 138,4$  dní, ktorý patrí do skupiny veľmi vysoko toxických rádionuklidov [2]. Jeden miligram <sup>210</sup>Po vyžiari toľko alfa-častíc ako 5 gramov rádia. Nebezpečenstvo poškodenia kľúčových orgánov pri vonkajšom ožiarení u človeka je minimálne, podstatne závažnejšie zdravotné dôsledky nastávajú pri vnútornej kontaminácii.

Biologické pôsobenie <sup>210</sup>Po je vyvolané nielen účinkom jeho žiarenia (rádiotoxicitou), ale aj jeho chemickou toxicitou ako ťažkého kovu. Polónium je chemicky odlišné od väčšiny alfa-žiaričov. Má veľa charakteristických vlastností kovov alkalických zemín, je amfotérne, má tendenciu tvoriť hydroxidy a rádiokoloidy in vitro a in vivo.

Polónium sa prirodzene nachádza v prírode. Po rozpade radónu a jeho premenových produktov vo vzduchu sa polónium usadzuje v teréne a na vegetácii, napríklad na listoch tabaku. Alfa-žiarenie z polónia v tabaku hrá dôležitú úlohu pri vzniku rakoviny pľúc u fajčiarov. Použitie komerčných filtrov na filtráciu tabakového dymu má zanedbateľný vplyv na koncentráciu rádionuklidov v pľúcach fajčiarov. Odhaduje sa, že pre človeka fajčiaceho dva balíčky denne je dávka v bronchiálnom epiteli z <sup>210</sup>Po inhalovaného v cigaretovom dyme sedemkrát vyššia ako z pozadových zdrojov.

Okrem inhalácie z tabakového dymu sa <sup>210</sup>Po do ľudských tkanív dostáva z priamej ingescie z potravín a z rozpadu prijatého <sup>210</sup>Pb, ktoré je zadržované v tkanivách v tele. Dýchacími cestami <sup>210</sup>Po vniká do organizmu v šesťkrát väčšom množstve ako zažívacím traktom. Ukladá sa najmä v

pľúcach, pečeni, obličkách, slezine, vo svaloch a v kostnej dreni. Jeho koncentrácia v jednotlivých tkanivách je rôzna [3]. Priemerný obsah <sup>210</sup>Po v organizme je približne 40 Bq a denný príjem je 100 mBq. U pracovníkov pracujúcich s polóniom bol zaznamenaný zvýšený výskyt rakoviny obličiek [4].

<sup>210</sup>Po spolu s <sup>40</sup>K, <sup>226</sup>Ra, <sup>222</sup>Rn, <sup>238</sup>U, <sup>230</sup>Th, <sup>210</sup>Pb a inými prírodnými rádionuklidmi spôsobuje prírodnú rádioaktivitu vôd [5]. Obohacovanie podzemných vôd rádionuklidmi je podmienené emanačnými procesmi, vylúhovaním a rozpúšťaním hornín.

Podľa vyhlášky MZ SR č. 528/2007 Z. z. je najvyššia prípustná hodnota <sup>210</sup>Po v pitnej vode 0,2 Bq/l a v prírodnej minerálnej vode 0,5 Bq/l [6].

## Metódy stanovenia <sup>210</sup>Po vo vodách

Na stanovenie <sup>210</sup>Po vo vodách existuje niekoľko metód:

1. Metóda s použitím niklovej podložky – <sup>210</sup>Po sa oddeľuje spoluzrážaním so síranom olovnatým, ktorý sa ďalej rozpúšťa v zriedenej HCl a <sup>210</sup>Po sa kvantitatívne vylučuje na niklovú podložku z roztoku kyseliny askorbovej pri teplote 55 až 80 °C. Elektrochemická spontánna depozícia <sup>210</sup>Po na niklovú podložku je veľmi špecifická a môže sa uskutočniť aj za prítomnosti ostatných rádionuklidov [7].
2. Sorpčná metóda – je založená na selektívnej sorpcii <sup>210</sup>Po na scintilátore ZnS(Ag) z kyslého prostredia s hodnotou pH v rozmedzí 2,0 až 2,2 a na scintilačnom meraní odozvy impulzov [8].
3. Kvapalinová scintilačná spektrometria (LSC) – je v súčasnosti najcitlivejšou univerzálnou a široko používanou meracou technikou na detekciu a kvantifikáciu rádioaktivity. LSC je aplikovateľná na všetky formy rádioaktívneho žiarenia. Je to analytická metóda, ktorá určuje aktivitu rádionuklidov z intenzity svetelných fotónov emitovaných kvapalným scintilátorom. Scintilačný proces teda vyžaduje konverziu energie jadrovej premeny na svetlo [9].

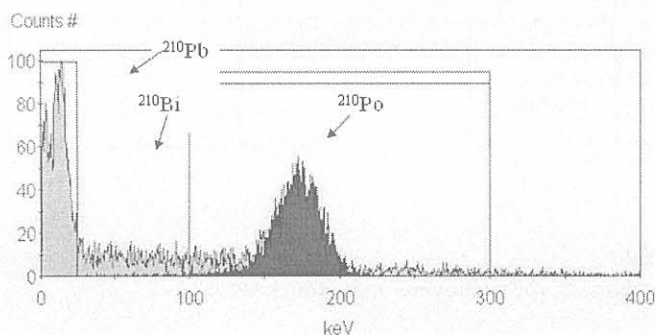
## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Na stanovenie objemovej aktivity <sup>210</sup>Po v minerálnych vodách metódou LSC sme vzorku najprv spracovali postupom rovnakým ako pri sorpčnej metóde, ktorá sa používa pri vodách s nízkou koncentráciou nerozpustených látok. Potom sme túto metódu modifikovali tak, aby sme mohli <sup>210</sup>Po merať kvapalinovou scintilačnou spektrometriou. Najväčším problémom pri vytváraní nového postupu sta-

novenia  $^{210}\text{Po}$  bola skutočnosť, že tuhý scintilátor ZnS(Ag), na ktorom sa selektívne vychytalo  $^{210}\text{Po}$  zo vzoriek, sa musel previesť do roztoku, aby sa vzorky mohli merať na prístroji TRICARB 2900TR.

#### Podmienky merania na prístroji TRICARB 2900TR

Meranie sme uskutočnili na kvapalinovom scintilačnom spektrometri TRICARB 2900TR pomocou programu QuantaSmart™. Prístroj používa PDA elektroniku na kategorizovanie premien ako alfa alebo beta, impulzy alfa-žiariča sú v spektre vykresľované modrou farbou (tmavšia), beta-žiarenie je vykresľované zelenou (svetlejšia) (obrázok 1).



Obrázok 1: Typické lineárne alfa/beta spektrum  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Bi}$  a  $^{210}\text{Po}$

Základné nastavenia prístroja na meranie objemovej aktivity  $^{210}\text{Po}$  sú v tabuľke 1.

#### Výber vhodného scintilátora

Stanovenie objemovej aktivity  $^{210}\text{Po}$  metódou LSC sme začali výberom vhodného scintilátora. Porovnali sme šesť komerčne dostupných LSC scintilátorov: Opti-Fluor, Opti-Fluor O, Ultima Gold LLT, Insta-Gel Plus, Hionic-Fluor a Ultima Gold AB. Výber vhodného scintilátora sme uskutočnili na základe porovnania nameraných hodnôt CPM (počet impulzov za minútu) a lineárnych alfa/beta spektier vykreslených programom QuantaSmart™. Najlepšie výsledky sme dosiahli so scintilátorom Ultima Gold LLT.

#### Pracovný postup stanovenia $^{210}\text{Po}$ vo vodách metódou LSC

Pri odbere vzoriek je potrebné dodržiavať zásady na zamedzenie skreslenia výsledných hodnôt objemovej aktivity. Vzorky sa po odbere stabilizujú  $\text{HNO}_3$  na pH ~ 1. Pri baledných minerálnych vodách sa tesne pred stanovením fľaša otvorí a pH sa priamo vo fľaši upraví na hodnotu 2,0 až 2,2. Ďalej sa pred samotným stanovením musí uskutočniť intenzívna aerácia po dobu najmenej 60 minút na odstránenie  $^{222}\text{Rn}$ .

Po aerácii sa do kadičky odmeria 500 ml vzorky, pridá sa 350 mg scintilátora ZnS(Ag) a intenzívne sa mieša elektromagnetickým miešadlom po dobu 4 minút. Potom sa vzorka prefiltruje pomocou filtračného zariadenia cez papierový filter - modrá páska. Scintilátor zachytený na filtri sa premyje destilovanou vodou o pH 2,0 až 2,2.

Získaný filtračný papier so scintilátorom s nasorbovaným  $^{210}\text{Po}$  sa však neprenesie na meraciu misku ako pri sorpčnej metóde, ale pomocou 10 ml kyseliny chlorovodíkovej (1:1) sa scintilátor kvantitatívne prenesie do 50 ml kadičky, ktorá sa prikryje hodinovým sklíčkom a nechá sa

zahrievať do úplného rozpustenia scintilátora. Po vyčistení roztoku sa kadička odkryje a roztok sa nechá odpariť takmer do sucha. Pomocou 10 ml destilovanej vody sa zvyšok po odparovaní prenesie do vialky. Pridá sa 10 ml scintilátora UltimaGold LLT. Ručným trepaním sa uskutoční extrakcia (asi 1 až 2 minúty), po ktorej sa vialka vloží do prístroja na meranie.

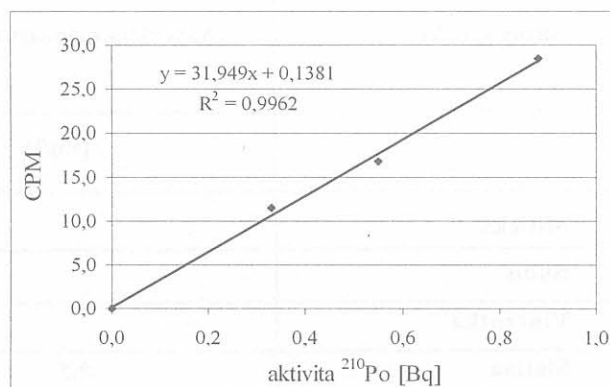
#### Kalibrácia

Na výpočet účinnosti sme použili štandardný roztok  $^{210}\text{Pb}$  v rovnováhe s  $^{210}\text{Po}$ . Kalibráciu sme uskutočnili metódou vnútorného štandardu, ktorý sme pridali do 500 ml vzorky a takto získaný roztok sme spracovali rovnakým spôsobom ako samotnú vzorku. Pozadie sme určili spracovaním 500 ml destilovanej vody rovnakým spôsobom ako vzorky.

Zostrojili sme aj kalibračnú krivku pridaním stúpajúceho množstva štandardu do 500 ml destilovanej vody a spracovaním takto získaných roztokov rovnakým spôsobom ako vzorky.

#### VÝSLEDKY

Na obrázku 2 je znázornená kalibračná krivka pre stanovenie aktivity  $^{210}\text{Po}$  metódou LSC, pričom boli použité sklenené vialky a scintilátor Ultima Gold LLT.



Obrázok 2: Kalibračná krivka pre stanovenie  $^{210}\text{Po}$  metódou LSC

Pri výpočtoch účinnosti stanovenia a objemovej aktivity  $^{210}\text{Po}$  sme postupovali rovnakým spôsobom ako pri sorpčnej metóde.

Postupom podľa STN 75 7600 sme vypočítali najmenšiu významnú objemovú aktivitu  $^{210}\text{Po}$  – 0,023 Bq/l a najmenšiu detegovateľnú objemovú aktivitu  $^{210}\text{Po}$  – 0,056 Bq/l.

Stanovené hodnoty objemovej aktivity  $^{210}\text{Po}$  v analyzovaných vzorkách metódou LSC sú uvedené v tabuľke 2. Z výsledkov vyplýva, že objemová aktivita  $^{210}\text{Po}$  je okrem minerálnej vody Vincentka vo všetkých prípadoch nižšia ako najmenšia významná objemová aktivita  $^{210}\text{Po}$ .

#### ZÁVER

Úlohou našej práce bolo vypracovať postup stanovenia objemovej aktivity  $^{210}\text{Po}$  vo vodách kvapalinovou scintilačnou spektrometriou.

- Na stanovenie sme použili 5 minerálnych vôd, 1 liečivú vodu a 1 termálnu vodu, ktoré mali zvýšené hodnoty základných rádiologických ukazovateľov.
- Overili sme možnosť stanovenia  $^{210}\text{Po}$  metódou LSC takým spôsobom, že po spracovaní vzorky rovnakým postupom ako pri sorpčnej metóde sme scintilátor s nasor-

- bovaným  $^{210}\text{Po}$  rozpustili v HCl, roztok sme odparili takmer do sucha, pomocou destilovanej vody sme zvyšok preniesli do vialky, pridali sme scintilátora Ultimagold LLT a zmerali na prístroji TRICARB 2900TR.
- Vypočítali sme najmenšiu významnú objemovú aktivitu  $^{210}\text{Po}$  – 0,023 Bq/l a najmenšiu detegovateľnú objemovú

aktivitu  $^{210}\text{Po}$  – 0,056 Bq/l.

- Objemová aktivita  $^{210}\text{Po}$  stanovená metódou LSC bola vo všetkých prípadoch nižšia ako najmenšia významná objemová aktivita  $^{210}\text{Po}$  okrem minerálnej vody Vincentka, v ktorej bola objemová aktivita  $^{210}\text{Po}$  0,032 Bq/l.

Tabuľka 1  
Základné nastavenia prístroja na meranie objemovej aktivity  $^{210}\text{Po}$

Rádionuklid	Žiarič	ASSAY TYP	Energetické okno [keV]			Diskriminácia	Čas merania [min]
			A	B	C		
$^{210}\text{Po}$	alfa	alfa/beta	-	-	100-300	170	30

Tabuľka 2  
Objemová aktivita  $^{210}\text{Po}$  vo vzorkách minerálnych vôd stanovená metódou LSC

Názov vzorky	Najvyššia prípustná hodnota *	Objemová aktivita $^{210}\text{Po}$ $a_{v,\text{Po}}$ (LSC)
	[Bq/l]	Bq/l]
Mitická		< 0,023
Budiš		< 0,023
Vincentka		0,032
Slatina	0,5	< 0,023
Kláštorná		< 0,023
Šaratica		< 0,023
Piešťany, vrt V9		< 0,023

podľa vyhlášky MZ SR. č. 528/2007 Z. z.

LITERATÚRA

- [1] VRŠKOVÁ, M. – BELANOVÁ, A. – MEREŠOVÁ, J.: Vypracovanie postupov na stanovenie vybraných rádionuklidov v balených minerálnych vodách. Záverečná správa VÚVH, Bratislava 2007.
- [2] ŠÁRO, Š. – TÖLGYESSY, J.: Rádioaktivita prostredia. Vydavateľstvo Alfa, Bratislava 1985.
- [3] MARHOLD, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. 2. vydanie, Avicenum, Praha 1980.
- [4] IARC 2001c: Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva, World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-PRESENT, Part 2, 78, 222, 2001.
- [5] PITTER, P.: Hydrochemie. SNTL Nakladatelství technické literatury, Praha 1981.
- [6] Vyhláška MZ SR č.528/2007 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na obmedzenie ožiarenia z prírodného žiarenia.
- [7] FIGGINS, P. E.: Radiochemistry of Polonium. NAS-NS 3037. National Academy of Sciences – National Research Council, Washington 1961.
- [8] ČSN 75 7626 : 2006 Jakost vod – Stanovení polonia 210.
- [9] KESSLER, M. J.: Liquid scintillation analysis, Science and Technology. Packard, Meriden USA 1989.

Príspevok bol prezentovaný na konferencii HYDROCHÉMIA 2008.

# Použitie prekoncentrácie organických látok na sorpčných miešadielkach (SBSE) pri analýze vôd

Ing. Peter Tölgyessy, CSc., Ing. Branislav Vrana, PhD., Mikuláš Bartal,  
Ing. Katarína Šilhárová

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

## LITERÁRNY PREHĽAD

Pri analýze vodných, alebo v širšom rozsahu kvapalných vzoriek, našla asi od roku 2001 uplatnenie nová prekoncentračná metóda, známa ako sorpčná extrakcia na miešadielku (stir bar sorptive extraction; SBSE) [1]. Táto jednoduchá metóda ponúka možnosť prekoncentrácie poloprchavých a prchavých mikropolutantov z kvapalných vzoriek bez použitia organických rozpúšťadiel. Pri extrakcii sa používa magnetické miešadielko v sklenom púzdre, ktoré je pokryté vrstvou polydimetylsiloxánu (PDMS, v množstve 24 až 300 ml). Miešadielko sa ponorí do kvapalnej vzorky (voda, ocot, alkoholické nápoje) a extrakcia analytov zo vzorky do PDMS prebieha počas jej miešania. Miešadielko sa opatrne vyberie pomocou pinzety a nadbytočná fáza sa odstráni pomocou papierovej utierky. Miešadielko sa vloží do sklenej trubky (linera), ktorá sa vloží do tepelnej desorpčnej jednotky pripevnenej na dávkovač plynového chromatografu. Nasorbované analyty sa z miešadielka tepelne desorbujú v prúde nosného plynu, sú unášané do dávkovača plynového chromatografu a ďalej chromatograficky analyzované. Alternatívne sa desorpcia analytov môže uskutočniť pomocou malého množstva rozpúšťadla a získaný extrakt sa ďalej analyzuje metódou vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie (HPLC). Miešadielko možno použiť viackrát za sebou, pričom bolo preukázané, že kvalita analýz neklesá ani po 100 extrakciách.

Z oblasti využitia sorpčnej extrakcie na miešadielkach v analýze vôd už boli publikované mnohé práce zamerané na stanovenie rôznych analytov. V prehľadnom článku BALTUSSENA a kol. [2] sú uvedené práce, v ktorých sa sorpčné miešadielka použili na analýzu polycyklických aromatických uhľovodíkov, organocinických zlúčenín (po predchádzajúcej derivatizácii s tetraetylboritanom sodným, v kombinácii s ICP-MS), látok geosminu a 2-metylizoborneolu zodpovedných za bahňitý alebo zemitý pach vôd a tiež trichlóranizolu, silne páchnucu látku vznikajúcu biometyláciou 2,4,6-trichlórfenolu. Tieto pachotvorné látky sa po 120 minútovej extrakcii sorpčným miešadielkom podarilo jasne identifikovať s detekčnými limitmi v rozmedzí 0,02 – 0,04 ng/l. Na analýzu SBSE-GC-MS (v režime SIM) sa pritom použilo 40 ml vzorky obohatenej pitnej vody. Japonskí autori NAKAMURA a DAISHIMA [3] publikovali metódu na stanovenie siedmich alkylfenolov a bisfenolu A v riečnej vode so sorpčnou extrakciou na miešadielku, in situ derivatizáciou (acetyláciou), s následnou termodesorpciou a plynovochromatografickou analýzou v spojení s hmotnostnou spektrometriou. Dosiahnuté detekčné limity sa pohybovali v rozsahu 0,1 – 3,2 ng/l. Výťažnosti z obohateného roztoku s kon-

centráciou jednotlivých analytov 10 ng/l sa pohybovali v rozmedzí 85,3 – 105,9 % (s relatívnou smerodajnou odchýlkou  $s_r$  3,0 – 11,0 %) a z roztoku s koncentráciou analytov 100 ng/l v rozmedzí 88,3 – 105,8 % ( $s_r$  1,6 – 8,3 %). Ďalšie skupiny japonských výskumníkov použili podobnú techniku na stanovenie chlórphenolov v pitnej a riečnej vode ako aj vo vzorkách ľudskej moču [4] a tiež na stanovenie hydroxy polycyklických aromatických uhľovodíkov vo vzorkách vôd [5]. Vo všetkých prípadoch sa dosiahnuté detekčné limity pohybovali na úrovni jednotiek až desiatok nanogramov na liter vody. Alternatívne k uvedeným aplikáciám POPP a kol. [6] na stanovenie polycyklických aromatických uhľovodíkov vo vode spojili extrakciu na miešadielku s desorpciou rozpúšťadlom a HPLC analýzou. S použitím fluorescenčného detektora dosiahli detekčné limity medzi 0,2 a 2,0 ng/l.

## TEORETICKÁ ČASŤ

Sorpčná extrakcia na miešadielkach je svojou povahou metóda, pri ktorej sa ustáľuje rovnováha medzi analytmi nachádzajúcimi sa v silikónovej a v prípade vodných vzoriek vodnej fáze. Zistila sa korelácia medzi touto rovnováhou a rozdeľovacím koeficientom oktanol/voda ( $K_{o/w}$ ), pričom čím väčšia je hodnota tohto koeficientu, tým vyššia je účinnosť prekoncentrácie do PDMS vrstvy. V literatúre [7] sa uvádza, že maximálnu výťažnosť do PDMS fázy možno dosiahnuť pri analytoch, ktorých hodnoty rozdeľovacích koeficientov  $K_{o/w}$  sú väčšie ako 500.

BALTUSSENA a kol. [1] odvodili pre odhad výťažnosti analytu zo vzorky nasledujúcu rovnicu:

$$\frac{m_s}{m_0} = \frac{K_{o/w}/\beta}{1 + K_{o/w}/\beta} \quad (1)$$

kde  $m_s$  je množstvo analytu v PDMS fáze po ustálení termodynamической rovnováhy PDMS/voda,  $m_0$  je celkové množstvo analytu vo vodnej vzorke,  $K_{o/w}$  je rozdeľovací koeficient oktanol/voda a  $b = V_w/V_s$  je pomer objemov vodnej vzorky a PDMS fázy miešadielka. Podľa rovnice 1 veľké objemy vodnej vzorky vedú k zníženiu percenta výťažnosti extrakcie, ktorá však v podstatnej miere závisí od hodnoty rozdeľovacieho koeficientu  $K_{o/w}$ . Vo všeobecnosti sa extrakcii miešadielkom podrobujú vzorky vody s objemom  $V_w$  v rozsahu od 5 do 100 ml.

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

V nasledujúcej časti sú v skrátenej forme uvedené príklady analytických metód používaných v Národnom

referenčnom laboratóriu pre oblasť vôd na Slovensku, v ktorých sa využíva metóda extrakcie na miešadielku.

#### Prístroje a zariadenia

- Plynový chromatograf Agilent 6890N s hmotnostne selektívnym detektorom 5973 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) vybavený termodesorpčnou jednotkou Twister Desorption Unit (TDU, Gerstel, Mülheim a/d Ruhr, Nemecko) a chladeným injekčným systémom Gerstel CIS 4 s použitím stlačeného CO<sub>2</sub> ako chladiaceho média. CIS pozostáva zo skleneného lineru naplneného deaktivovanou sklenenou vatou (alebo Tenaxom v prípade stanovenia organociničitých zlúčenín) a používa sa na kryofokusáciu analytov pred „splitless“ desorpciou analytov do kapilárnej kolóny plynového chromatografu.
- Kvapalinový chromatograf HP 1100 (Hewlett-Packard, Waldbronn, Nemecko), ktorý sa skladá z odplyňovača mobilných fáz, binárnej pumpy, automatického dávkovača a kolónového termostatu.
- Fluorescenčný detektor Agilent Technologies 1200 series.
- Miešadielka Gerstel Twister, 10 mm dlhé, pokryté 0,5 mm hrubou vrstvou PDMS s objemom 24 µl.
- Sklené TDU linery pre termodesorpciu miešadielok Twister.
- Kónické vialky s objemom 0,25 ml.
- 20 ml sklené nádoby s plochým dnom širokým minimálne 20 mm a so závitom uzatvárateľným plastovým uzáverom.
- Magnetické miešadlá.
- Pinzeta.
- Papierové utierky, ktoré neuvolňujú celulózoové vlákna.

#### Stanovenie chlórphenolov

##### Princíp metódy

Chlórphenoly prítomné vo vodných vzorkách (pitná, povrchová, odpadová voda) sa acetanhydridom derivatizujú na príslušné acetáty. Vzniknuté deriváty sa zo vzorky metódou SBSE vyextrahujú do PDMS vrstvy na magnetickom miešadielku Twister. Analyty prekoncentrované na miešadielku sa analyzujú po tepelnej desorpcii do prúdu nosného plynu a následnej kryofokusácii plynovou chromatografiou s hmotnostne selektívnou detekciou.

##### Postup

Odoberie sa 10 ml vzorky a napipetuje sa do 20-ml sklenej nádoby s plochým dnom a s uzatvárateľným plastovým uzáverom. Pridá sa 10 µl roztoku vnútorných štandardov brómphenolov v metanole (2,4-dibrómphenolu 2,4,6-tribrómphenolu) s koncentráciou 10 µg/ml. Pridá sa 1 ml roztoku K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> s koncentráciou 1,0 mol/l, aby sa pH upravilo na zásadité. Následne sa pridá 200 µl acetanhydridu. Do nádoby sa pridá miešadielko Twister a nádobka sa uzavrie plastovým uzáverom so závitom, ale nie príliš natesno, tak, aby z roztoku mohol uniknúť oxid uhličitý. Nádobka s roztokom a miešadielkom sa umiestni na magnetické miešadlo a mieša sa 1h pri 1000/min pri laboratórnej teplote. Po ukončení miešania sa pinzetou z nádoby vyberie miešadielko, opláchne sa malým objemom (5 ml) Milli-Q vody, osuší sa papierovou utierkou a vloží do skleneného TDU lineru. Liner s miešadielkom sa vloží do TDU jednotky plynového chromatografu a po termodesorpcii sa analyzuje metódou GC-MS. Podmienky stanovenia boli prevzaté podľa optimalizovaných hodnôt parametrov opísaných v literatúre [4,8].

#### Inštrumentálne podmienky

- Podmienky pre termodesorpciu analytov z miešadielka Twister: desorpčná teplota TDU 250 °C; desorpčný čas 5 min; prietok hélia cez TDU 50 ml/min (režim solvent vent).
- Podmienky pre kryofokusáciu analytov: teplota CIS počas termodesorpcie -30 °C; nasleduje ohrev CIS rýchlosťou 12 °C/min na 250 °C a následne udržiavanie teploty 250 °C 5 min. Dávkovanie prebieha v „splitless“ móde počas 1,5 min.
- Podmienky plynovochromatografickej analýzy: Použije sa kapilárna GC kolóna HP5-MS (Agilent 19091S-433; 30 m, 250 mm vnútorný priemer, 0,25 mm hrúbka filmu stacionárnej fázy) s nasledovným teplotným programom: počiatočná teplota pece 50 °C, ohrev 15 °C/min na 250 °C a následne 5 min pri konštantnej teplote 250 °C.
- Hélium sa používa ako nosný plyn s lineárnou rýchlosťou 41 cm/s.
- Podmienky hmotnostne selektívnej detekcie: Detekčná metóda (5973 Network MSD detektor, Agilent) bola programovaná v režime SIM (Single Ion Monitoring), zohľadňujúc tri charakteristické ióny pre každý analyt. Iónový zdroj MS bol vyhriaty na 230 °C a teplota MS kvadrupólu bola 150 °C.

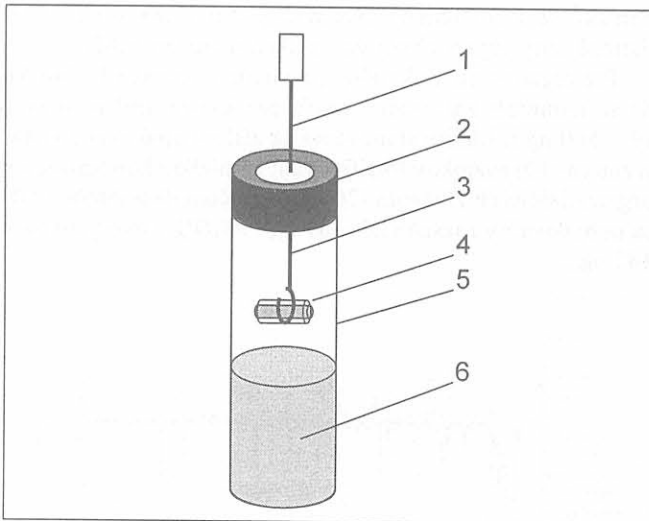
#### Stanovenie organociničitých zlúčenín

##### Princíp metódy

Organociničité zlúčeniny (butylcín-, dibutylcín-, tributylcín-, fenylcín-, difenylcín- a trifenylcín- kationy) prítomné vo vodných vzorkách (povrchová, odpadová voda) sa tetraetylboritanom sodným (NaBET<sub>4</sub>) derivatizujú na príslušné tetraalkylciničité zlúčeniny. Vzniknuté prchavé deriváty sa extrahujú zo vzorky alebo z plynnej fázy (headspace) nad vzorkou metódou sorpčnej extrakcie do PDMS vrstvy na magnetickom miešadielku Twister. Analyty prekoncentrované na miešadielku sa analyzujú po tepelnej desorpcii do prúdu nosného plynu a následnej kryofokusácii plynovou chromatografiou s hmotnostne selektívnou detekciou.

##### Postup

Odoberie sa 5 ml vzorky a napipetuje sa do 20-ml sklenej nádoby (pozri obrázok 1) s uzatvárateľným plastovým uzáverom. Pridá sa 5 ml octanového pufru s pH 4,5. Pridá sa 10 µl roztoku vnútorného štandardu tetrapropylcínu v metanole s koncentráciou 0,5 µg/ml. Na slučku magnetického oceľového drôtu prevlečeného cez septový uzáver so závitom sa umiestni miešadielko Twister. Následne sa pridá do roztoku v nádobke 20 µl 20 % roztoku NaBET<sub>4</sub> v tetrahydrofuráne, obsah sa premieša krúživým pohybom nádoby a nádobka sa ihneď uzavrie uzáverom s miešadielkom visiacim na drôtku. Pri extrakcii organociničitých derivátov z plynnej fázy nad roztokom vzorky má byť miešadielko zavesené cca 1 – 2 cm od hladiny vzorky. Následne sa aparatura (z obrázku 1) umiestni na vodný kúpeľ a inkubuje sa 30 min pri 80 °C. Po ukončení inkubácie sa otvorí uzáver, pinzetou sa vyberie miešadielko, opláchne sa malým objemom (5 ml) Milli-Q vody, osuší sa papierovou utierkou a vloží do skleneného TDU lineru. Liner s miešadielkom sa pri analýze vloží do TDU jednotky plynového chromatografu. Podmienky stanovenia boli prevzaté podľa optimalizovaných hodnôt parametrov opísaných v literatúre [9-11].



Obrázok 1: Aparatúra na stanovenie organochlóritých zlúčenín. 1 – magnetický oceľový drôt; 2 – skrutkový uzáver so septom z inertného materiálu (PTFE); 3 – slučka na drôte na upevnenie miešadielka; 4 – miešadielko umiestnené v plynnej fáze nad roztokom; 5 – 20-ml sklenená nádobka z tmavého skla s plochým dnom širokým minimálne 20 mm a so závitom uzatvárateľným plastovým uzáverom so septom; 6 – vodná vzorka

#### Inštrumentálne podmienky

Použitie inštrumentálne podmienky sú rovnaké ako v predchádzajúcej časti, rozdiel je len v použítom teplotnom programe pre plynovochromatografickú analýzu a vo vybraných troch charakteristických iónoch pre každý analyt pre hmotnostne selektívnu detekciu (v režime SIM). Pri GC analýze sa používa nasledovný teplotný program: počiatočná teplota pece 50 °C, ohrev 7 °C/min na 250 °C a následne 2 min pri konštantnej teplote 250 °C.

#### Stanovenie polybromovaných difenyléterov

##### Princíp metódy

Polybromované difenylétery (penta-BDE kongenery 99 a 100) sa zo vzorky vody vyextrahujú metódou SBSE do PDMS vrstvy na magnetickom miešadielku Twister. Analyty prekoncentrované na miešadielku sa analyzujú po tepelnej desorpcii do prúdu nosného plynu a následnej kryofokusácii plynovou chromatografiou s hmotnostne selektívnu detekciu.

##### Postup

Do 250-ml vzorkovnice s plochým dnom sa naleje 100 ml vzorky vody a 20 ml metanolu (kvôli odstráneniu adsorpcie na sklenených stenách [12]). Pridá sa 10 ml roztoku vnútorného štandardu BDE-77 v hexáne s koncentráciou 0,05 µg/ml. Do vzorkovnice sa pridá miešadielko Twister a uzavrie sa zábrusovým uzáverom. Vzorkovnica sa umiestni na magnetické miešadlo a mieša sa 16 h pri 1000/min pri laboratórnej teplote. Po ukončení miešania sa pinzetou vyberie miešadielko, opláchne sa malým objemom (5 ml) Milli-Q vody, osuší sa papierovou utierkou a vloží do skleného TDU lineru. Liner s miešadielkom sa vloží do TDU jednotky plynového chromatografu a po termodesorpcii sa analyzuje metódou GC-MS.

#### Inštrumentálne podmienky

– Podmienky pre termodesorpciu analytov z miešadielka

Twister: desorpčná teplota TDU 280 °C; desorpčný čas 6 min; prietok hélia cez TDU 75 ml/min (režim solvent vent).

- Podmienky pre kryofokusáciu analytov: teplota CIS počas termodesorpcie 20 °C; nasleduje ohrev CIS rýchlosťou 12 °C/min na 280 °C a následne udržiavanie teploty 280 °C 10 min. Dávkovanie prebieha v „splitless“ móde počas 2 min.
- Ostatné inštrumentálne podmienky sú rovnaké ako v predchádzajúcej časti, rozdiel je len v použítom teplotnom programe pre plynovochromatografickú analýzu a vo vybraných troch charakteristických iónoch pre každý analyt pre hmotnostne selektívnu detekciu (v režime SIM). Pri GC analýze sa používa nasledovný teplotný program: počiatočná teplota pece 80 °C (1 min), ohrev 30 °C/min na 200 °C a následne ohrev 5 °C/min na 285 °C.

#### Stanovenie polycyklických aromatických uhľovodíkov

##### Princíp metódy

Vybrané polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU) sa zo vzorky vody vyextrahujú metódou SBSE do PDMS vrstvy na magnetickom miešadielku Twister. Prekoncentrované analyty sa desorbujú pomocou organického rozpúšťadla a následne analyzujú metódou HPLC a fluorescenčnej detekcie.

##### Postup

Do 250-ml vzorkovnice s plochým dnom sa naleje 100 ml vzorky a pridá sa 10 ml metanolu. Vloží sa miešadielko Twister a uzavrie sa zábrusovým uzáverom. Vzorkovnica sa umiestni na magnetické miešadlo a mieša sa 12 h tak, aby sa vytvoril vodný vír siahajúci ku dnu nádoby. Po ukončení miešania sa pinzetou vyberie miešadielko, osuší sa papierovou utierkou a vloží do kónickej vialky s objemom 0,25 ml. Pridá sa 0,2 ml acetonitrilu pre reziduálnu analýzu a vialka sa na 15 min vloží do ultrazvukového homogenizátora. Po desorpcii analytov sa miešadielko z vialky vyberie pomocou magnetu. Časť extraktu sa dávkuje na analytickú kolónu.

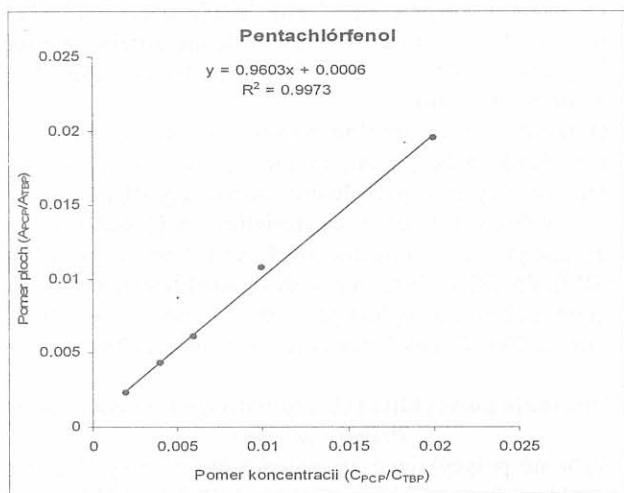
##### Inštrumentálne podmienky

- Podmienky HPLC analýzy: Separácia analytov sa uskutoční na analytickej kolóne Supelcosil LC-PAH 250 mm x 2,1 mm i.d., 5 µm (Supelco, Bellefonte, PA, USA). Pri separácii sa používa gradientová elúcia (s mobilnými fázami A – acetonitril, B – 5 % acetonitril v deionizovanej vode) s nasledovným priebehom: lineárne z 40 % B na 0 % B za 20 min a potom naspäť na 40 % B za 3 min s prietokom 0,44 ml/min.
- Fluorescenčná detekcia (FLD): Pri detekcii sa používajú maximá excitačných a emisných vlnových dĺžok špecifické pre jednotlivé analyty (ich určenie umožňuje použitý fluorescenčný detektor).

#### VÝSLEDKY A DISKUSIA

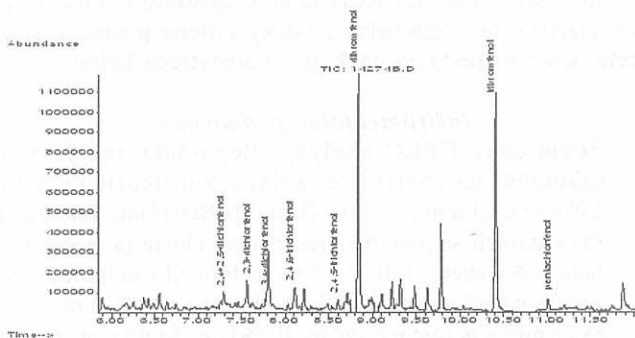
Pri GC-MS analýzach sa na kvantifikáciu analytov použila metóda kalibrácie s vnútorným štandardom. Pri analýze chlórphenolov (2,4-dichlórphenol, 2,3-dichlórphenol, 3,4-dichlórphenol, 2,4,6-trichlórphenol, 2,4,5-trichlórphenol, penta-chlórphenol) sa pre stanovenie v pitnej vode namerali kalibračné grafy v rozsahu 20-200 ng/l s hodnotami korelačných koeficientov 0,990-0,997. Typická závislosť pre pentachlórphenol, získaná v režime SIM, je na obrázku 2. Limity detekcie (LOD) a stanovenia (LOQ) boli získané opakovanou analýzou (n = 10) vodných roztokov fortifikovaných nízkou koncentráciou chlórphenolov (10 ng/l) ako

priemerná koncentrácia blanku + 3 x smerodajná odchýlka (LOD) alebo priemerná koncentrácia blanku + 10 x smerodajná odchýlka (LOQ). Pre LOD sa získali hodnoty v rozsahu 12-20 ng/l a pre LOQ 44 – 68 ng/l.



Obrázok 2: Kalibračná závislosť pomeru plôch píkov štandardu pentachlórfenolu a vnútorného štandardu tribrómfenolu ( $A_{PCP}/A_{TBP}$ ) od pomeru ich koncentrácií ( $C_{PCP}/C_{TBP}$ )

Na obrázku 3 je uvedený chromatografický záznam z analýzy vzorky pitnej vody z medzilaboratórnej porovnávacej skúšky organizovanej firmou CSLAB v októbri 2006. V prípade uvedenej vzorky vody boli stanovené koncentrácie, ktoré spĺňali kritérium úspešnosti v skúškach pre 2,4-dichlórfenol, 3,4-dichlórfenol, 2,4,5-trichlórfenol a 2,4,6-trichlórfenol. Minimálny rozdiel oproti intervalu referenčných hodnôt bol zistený pre 2,3-dichlórfenol a pentachlórfenol.

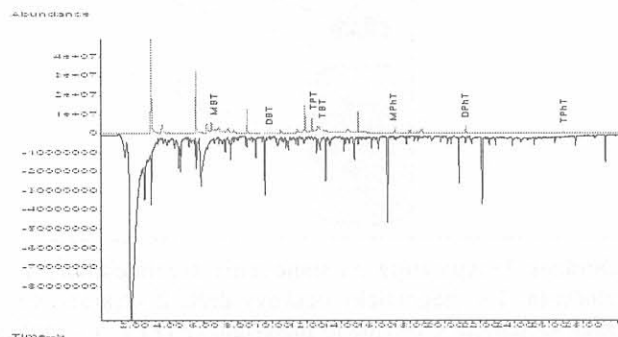


Obrázok 3: GC-MS TIC (total ion current) chromatogram chlórphenolov a vnútorných štandardov (brómfenolov) v pitnej vode nameraný v režime SIM (vzťažné hodnoty analytov boli v rozsahu 90–128 ng/l)

Na obrázku 4 sú uvedené chromatografické záznamy z analýzy Milli-Q vody obohatenej organociničitými kationmi a vnútorným štandardom v jednotlivej koncentrácii 500 ng/l a derivatizovanými s NaBEt<sub>4</sub>. Dolná polovica obrázku ilustruje chromatogram získaný z extrakcie plynnej fázy nad modelovou vzorkou miešadielkom Twister, nameraný v režime fullscan. Režim fullscan bol použitý preto, aby sa získali reprezentatívne *m/z* hodnoty charakteristických iónov, ktoré sa použili v SIM metóde a následnom stanovení organociničitých zlúčenín. V hornej polovici

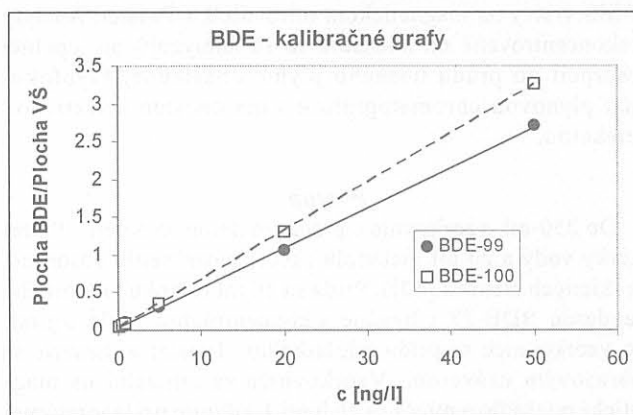
obrázku sú z pôvodného chromatogramu vybrané charakteristické ióny organociničitých zlúčenín (režim SIM).

Pre organociničité kationy (uvedené v legende k obrázku 4) sa namerali kalibračné grafy pre koncentračný rozsah 20 – 500 ng/l. Limity stanovenia sa získali opakovanou analýzou (*n*=10) roztokov fortifikovaných nízkou koncentráciou organociničitých zlúčenín (20 ng/l), pričom dosiahnuté LOD sa pohybovali v rozsahu 25 – 81 ng/l a LOQ v rozsahu 62 – 182 ng/l.



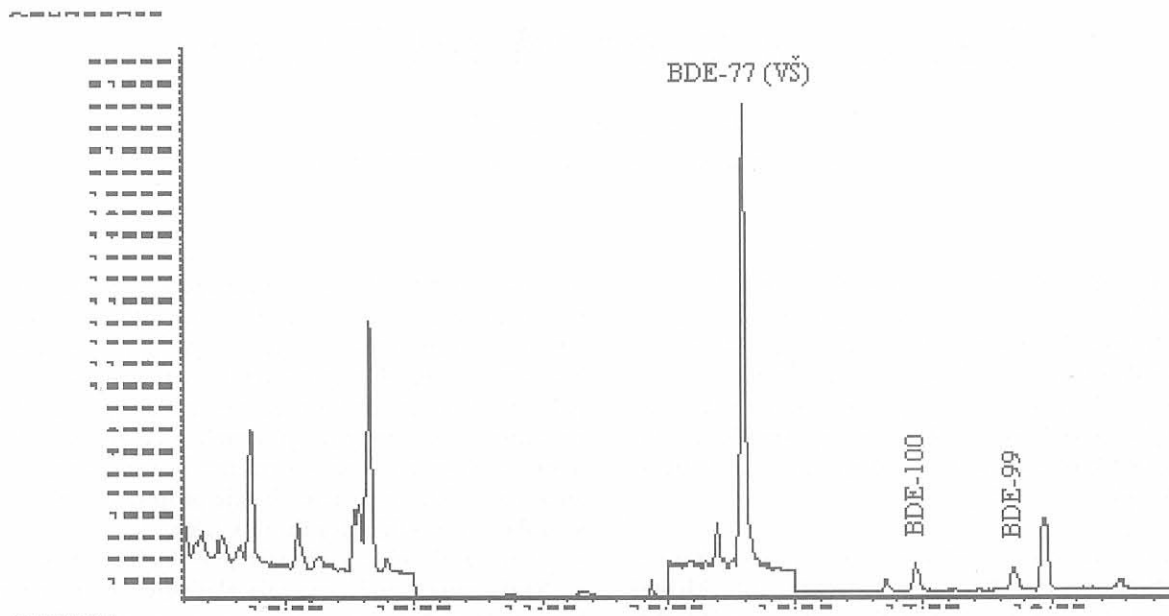
Obrázok 4: TIC chromatogramy z HS-SBSE-TDU-GC-MS analýzy Milli-Q vody obohatenej organociničitými kationmi a vnútorným štandardom. Horná polovica – SIM záznam, dolná polovica – fullscan záznam. Derivatizačné produkty monobutylciničitého (MBT), dibutylciničitého (DBT), tri-butylciničitého (TBT), monofenylciničitého (MPHT), di-fenylciničitého (DPHT) a trifenylciničitého (TPhT) kationu a tetra-n-propylcín (TPT)

Na obrázku 5 sú uvedené kalibračné grafy pre pentabromované difenylétery BDE-99 a BDE-100. Kalibračné závislosti vztiahnuté na prídavok vnútorného štandardu BDE-77 (5 ng/l) boli zamerané pre rozsah penta-BDE 0,25 – 50,0 ng/l (*n*=6). Ako z obrázku 5 vidno, získané závislosti sú lineárne, pričom hodnoty korelačných koeficientov sú 0,9997 (BDE-99) a 0,9999 (BDE-100). Z desiatich analýz slepých pokusov s Milli-Q vodou bol pre BDE-99 stanovený limit detekcie 0,12 ng/l a pre BDE-100 0,05 ng/l.



Obrázok 5: Kalibračné závislosti pomeru plôch pík penta-BDE a vnútorného štandardu BDE-77 od koncentrácie

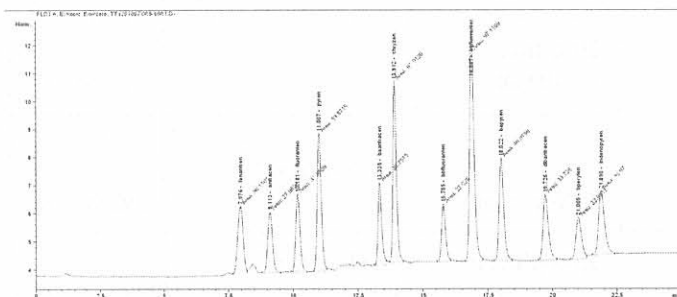
Na obrázku 6 je uvedený chromatogram z analýzy kontrolného štandardu s koncentráciou jednotlivých BDE 0,5 ng/l a vnútorného štandardu 5,0 ng/l v Milli-Q vode.



Obrázok 6: GC-MS TIC chromatogram kontrolného roztoku BDE-99 a BDE-100 s koncentráciou 0,5 ng/l v Milli-Q vode nameraný v režime SIM

Metóda SBSE s následnou kvapalinovochromatografickou analýzou do acetonitrilu desorbovaných analytov sa použila pri stanovení nasledujúcich PAU: fenantrénu, antracénu, fluoranténu, pyrénu, benzo(a)antracénu, chryzénu, benzo(b)fluoranténu, benzo(k)fluoranténu, benzo(a)pyrénu, benzo(g,h,i)perylénu, dibenzo(a,h)antracénu a indeno(1,2,3-c,d)pyrénu. Výťažnosti extrakcie sa určili z piatich analýz modelových vzoriek Milli-Q vody s prídavkom 10 ng/l jednotlivých analytov a pohybovali sa od 56 do 122 %. Kvantitatívne stanovenie sa uskutočnilo metódou externej kalibrácie, pričom kalibračné grafy sa namerali pre koncentračný rozsah 2,5 – 20 ng/l. Hodnoty dosiahnutých korelačných koeficientov v rozsahu 0,981 – 0,992 svedčia o ich lineárnom priebehu.

Na obrázku 7 je uvedený chromatografický záznam z analýzy modelového roztoku Milli Q vody s prídavkom 10 ng/l jednotlivých PAU. Ako vidno z obrázku, všetkých 12 PAU je riadne rozseparovaných a elučné vlny sú jednoznačne integrovateľné. Limity detekcie jednotlivých PAU sa pohybujú v rozsahu 1 – 2 ng/l.



Obrázok 7: Chromatogram z HPLC-FLD analýzy extraktu získaného po SBSE extrakcii roztoku Milli-Q vody s prídavkom jednotlivých PAU v koncentrácii 10 ng/l a po desorpcii miešadielka Twister acetonitrilom

## ZÁVER

Sorpčná extrakcia na miešadielku (SBSE) predstavuje novú metódu na prekoncentrovanie analytov z vodných a v širšom kontexte kvapalných vzoriek. Metóda je praktická, šetrná voči životnému prostrediu a presná, nakoľko sú vylúčené mnohé chyby, ktoré sa môžu vyskytnúť pri klasických extrakčných metódach (početné kroky, zdĺhavé pracovné postupy) a minimalizuje možnosť kontaminácie. Uvedené príklady analýzy prioritných organických látok vo vodách svedčia o jej výhodách a perspektíve použitia.

## LITERATÚRA

- [1] BALTUSSEN, E.M. – SANDRA, P. – DAVID, F. – CRAMERS, C.A.: *J. Microcol. Sep.* 11 (1999) 737.
- [2] BALTUSSEN, E. – CRAMERS, C.A. – SANDRA, P.J.F.: *Anal. Bioanal. Chem.*, 373, (2002) 3.
- [3] NAKAMURA, S. – DAISHIMA, S.: *J. Chromatogr. A*, 1038 (2004) 291.
- [4] KAWAGUCHI, M. – ISHII, Y. – SAKUI, N. – OKANOUCHE, N. – ITO, R. – SAITO, K. – NAKAZAWA, H.: *Anal. Chim. Acta* 533 (2005) 57.
- [5] ITOH, N. – TAO, H. – IBUSUKI, T.: *Anal. Chim. Acta*, 535 (2005) 243.
- [6] POPP, P. – BAUER, C. – WENNRICH, L.: *Anal. Chim. Acta* 436 (2001) 1.
- [7] SANDRA, P. – BALTUSSEN, E. – DAVID, F. – HOFMANN, A. A novel extraction technique for aqueous samples: stir bar sorptive extraction. *Global analytical solutions, Gerstel. AppNote 1/2000.*
- [8] MONTERO, L. – CONRADI, S. – WEISS, H. – POPP, P.: *J. Chromatogr. A*, 1071 (2005) 163.
- [9] MILLAN, E. – PAWLISZYN, J.: *J. Chromatogr. A*, 873 (2000) 63.
- [10] VERCAUTEREN, J. – PERES, C. – DEVOS, C. – SANDRA, P. – VANHAECKE, F. – MOENS, L.: *Anal. Chem.* (2001) 1509.
- [11] DEVOS, C. – Vliegema, M. – WILLAERT, B. – DAVID, F. – MOENS, L. – SANDRA, P.: *J. Chromatogr. A*, 1079 (2005) 408.
- [12] LLORCA-PORCEL, J. – MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, G. – ÁLVAREZ, B. – COBOLLO, M.A. – VALOR, I.: *Anal. Chim. Acta* 569 (2006) 113.

Príspevok bol prezentovaný na konferencii HYDROCHÉMIA 2008.

# Dunaj na východ od Viedne

Ing. Vladimír Holčík

Vodohospodárska výstavba, š.p., Bratislava

V súlade s Dohodou medzi vládou SR a Rakúska o vykonávaní Dohovoru o posudzovaní vplyvov na životné prostredie, ktoré presahujú štátne hranice, sa dňa 17. júna 2008 uskutočnila vo Viedni prvá konzultácia k *Súhrnnému vodohospodárskemu úpravnému projektu Dunaja na východ od Viedne*. Rakúski kolegovia predstavili svoj zámer a pozvaní zástupcovia zo Slovenska mali možnosť sa k nemu vyjadriť.

Na prvú pracovnú konzultáciu k uvedenému projektu Dunaja boli pozvaní asi 22 zástupcovia MŽP SR, MDPaT SR, Slovenského vodohospodárskeho podniku - OZ Bratislava, Štátnej plavebnej správy, Vodohospodárskej výstavby, š.p., Krajského úradu ŽP, splnomocnenec vlády SR pre SVD G-N, Ing. Jenčík, prof. Mucha, starostovia obcí Hamuliakovo, Kalinkovo, MÚ Petržalka, Bratislavskej vodárenskej spoločnosti. Nie všetci pozvaní sa aj zúčastnili. Po privítaní a vzájomnom predstavení (za rakúsku stranu bolo prítomných asi 27 ľudí) Ing. Schramm ako projektant uviedol projekt, ktorý sa týka oblasti rkm 1921 – 1880,2 Dunaja, ale aj spoločného rakúsko - slovenského úseku Dunaja (rkm 1880,2 – 1872,7), teda úseku od vodného diela Freudenau prakticky po Bratislavu.

Pravdou je, že celý, približne 48 kilometrový úsek Dunaja, je vystavený silnému tlaku očakávaní mnohých a veľmi odlišných záujmových skupín, nehľadiac na hranice. Dunaj tu nie je ovplyvnený vzdutím, a tak v čase nízkych prietokov je plavba komplikovaná pre existenciu viacerých brodov, čo vyžaduje úpravu vodnej cesty tak, aby vyhovovala modernej plavbe. Dunaj tu nie je energeticky využívaný, hoci medzi VD Gabčíkovo a VD Freudenau je priestor pre aspoň

jedno vodné dielo. Iný je záujem predstaviteľov Národného parku (založený bol v roku 1997), ktorého je Dunaj s jeho ramenami významnou súčasťou. S tým je spojené zastavenie budovania vodných diel v Rakúsku v tomto úseku, čo treba považovať za politické rozhodnutie rakúskej strany. Rakúski odborníci si tiež uvedomujú problém erózie dna toku, kde sa dno prehĺbuje o 2 až 3,5 cm ročne. Svojou ideou úpravy toku klasickými metódami sleduje projekt niekoľko cieľov:

- zabránenie zaklesávaniu dna toku,
- trvalo udržateľné zlepšenie plavebných hĺbok,
- trvalo udržateľné zlepšenie ekologických pomerov,
- nezhoršenie protipovodňovej ochrany.

Pre dosiahnutie týchto cieľov sa uvažuje s rôznymi opatreniami – so zmenou granulometrie dna materiálu, rozoberaním kamenných brehových opevnení, smerných stavieb a čiastočne aj výhonov (kameň je údajne v toku cudzí, neprirodený materiál), prepojením koryta toku s ramenami, prehĺbovaním ramien bagrovaním. V rámci „zlepšenia“ granulometrického zloženia dna sa uvažuje s jeho pokrytím štrkom s priemerom zrna 40 – 70 mm vo vrstve 25 cm v množstve 40.000 m<sup>3</sup>/rok. Okrem rozoberania starých výhonov sa budú budovať aj nové, nižšie, resp. dlhšie, čím sa má dosiahnuť mierne zvýšenie hladín pri nízkych prietokoch. Cieľom týchto úprav je mať pri hladine nízkej regulačnej a plavebnej vody (HNRaPV) plavebnú hĺbku 28 dm. Brehové opevnenia sa budú z časti rozoberať na dĺžke asi 31 km, čím sa má doceliť akási prirodzená dynamika morfológie koryta. Vtoky do ramien budú tak nízke, že aj v čase prietokov blízkych HNRaPV budú ramená prietokové. Pre lepšiu predstavu uvádzam množstvá materiálov, ktoré majú byť zabudované, resp. rozoberané:

	miesto	materiál	výkopy, ťažba	násypy
zlepšenie granulometrie dna	tok, rkm 1920-1880	štrk, frakcia 40-70 mm		1.816.500 m <sup>3</sup>
zlepšenie granulometrie dna (rezerva)	tok, rkm 1920-1880	štrk, frakcia 40-70 mm		365.000 m <sup>3</sup>
úprava dna, bagrovanie zásyp	tok rkm 1920-1873 rkm 1920-1880	štrkopiesok	470.600 m <sup>3</sup>	892.900 m <sup>3</sup>
bagrovanie na brehoch	obidva brehy	štrkopiesok	342.000 m <sup>3</sup>	
ťažba štrkov z hald na brehoch, sypanie ostrova	obidva brehy	štrkopiesok	208.300 m <sup>3</sup>	100.600 m <sup>3</sup>
výstavba výhonov	tok, rkm 1917-1883	kameň		66.300 m <sup>3</sup>

	miesto	materiál	výkopy, ťažba	násypy
zníženie výhonov	tok, rkm 1921-1883	kameň	137.700 m <sup>3</sup>	
smerné stavby	tok	kameň	16.400 m <sup>3</sup>	57.100 m <sup>3</sup>
odstránenie opevnenia	obidva brehy, rkm 1918-1880	kameň	404.500 m <sup>3</sup>	

Zdroj: Súhrnný vodohospodársky úpravny projekt; Dunaj na východ od Viedne, febr. 2007

Práce majú trvať 7,5 roka, majú stáť asi 210.000.000 € a sú rozdelené do viacerých etáp. Začne sa s prestavbou úpravných stavieb, nasledovať bude úprava dna, uloženie hrubých frakcií štrku do dna, dorábky dnových úprav a konečne odstraňovanie brehových opevnení a vybudovanie vtokov a výtokov na ramenách. Uvažuje sa, že kameňa vyťaženeho z brehových opevnení bude asi 400.000 m<sup>3</sup> a bude použitý inde v stavebníctve. Do dna sa nasype spolu aj s rezervou asi 2,2 mil. m<sup>3</sup> štrku hrubej frakcie.

Voči projektu vyslovili pochybnosti a výhrady Ing. Jenčík, prof. Mucha, Ing. Holčík, Dr. Ďurček (ŠPS) a zástupca vodární, Ing. Elek. Ministerstvo životného prostredia SR sa na pracovnej porade – konzultácii k projektu - nevyjadriilo, zaslalo svoje písomné stanovisko. Výhrady slovenskej strany boli pri príprave na schôdzu vopred vypracované a v zásade na konzultácii vo Viedni prezentované. Spočívajú v nasledovnom:

- projekt, jeho realizácia, nezlepší plavebnú dráhu na transeurópskom koridore VII na úroveň, ako to požaduje Dunajská komisia a Európska dohoda o hlavných vnútrozemských vodných cestách medzinárodného významu (AGN); významný bottle-neck, úžina v rkm 1875, sa neodstráni; deklarované plavebné hĺbky 26 až 28 dm sa navrhovanými úpravami dlhodobo, bez následných opráv a údržby, nedajú udržať,
- dá sa predpokladať, že dlhodobý vývoj neopevnených brehov na rakúskom území spôsobí zväčšenie objemu plavenín a splavenín, ktoré sa budú usadzovať v oblasti zdrže Čunovo; môže dochádzať ku kolmatácii infiltračných ciest vodných zdrojov (Ostrovne Lúčky, Pečniansky les a Vodárenský ostrov), ich kvantitatívnej a kvalitatívnej degradácii,
- usadzovaním plavenín a splavenín v oblasti Bratislavy a následným zvýšením dna Dunaja, sa iný významný bottle-neck, Starý most v Bratislave v rkm 1868,14, stane ešte väčšou plavebnou prekážkou; jeho podjazdná výška sa pri vysokej plavebnej hladine ešte viac zníži,
- projekt nezlepšuje protipovodňovú ochranu na rakúskom území, deklaruje len, že sa nemá zhoršiť, čo sa na prvý pohľad zdá, že sa to územia Slovenska netýka – opak je pravdou, projekt neuvažuje s energetickým využitím spoločného rakúsko – slovenského úseku Dunaja, ignoruje výrobu bezodpadovej a obnoviteľnej energie v množstve asi 1 500 GWh/rok, následok znamená zvyšovanie emisií a vypúšťanie skleníkových plynov do ovzdušia; toto je

v priamom rozpore s energetickou politikou Európskej únie.

Na konzultácii tiež odznelo, že slovenské inštitúcie na projekte nespolupracovali, hoci sa Slovenska, ako nižšie ležiaceho štátu, projekt bezprostredne dotýka. Bolo by správne, aby Via Donau, Donau Consult Zottl & Erber a Pracovná skupina Integratives Donauprojekt, ako autori projektu, spoločne s kompetentnými organizáciami v SR (VÚVH, HYCO, ..... ) projekt prehodnotili. Ďalším krokom by malo byť vypracovanie iného variantného riešenia, a to s uvažovaním výstavby VD Bratislava – Wolfsthal (VD Ba-W). Projekt na úrovni staršieho tzv. súhrnného projektového riešenia existuje, treba ho spoločne „oprášiť“, zmodernizovať podľa súčasných požiadaviek a v následnej etape porovnať s predkladaným, už spoločne prepracovaným, rakúskym projektom. Nuž a zhodnotiť všetky klady a zápory oboch riešení. Účastníci konzultácie mohli tiež počuť, že podľa súčasných znalostí projektu na slovenskej strane sa zdá, že všetky ciele, ktoré rakúska strana očakáva, že budú realizáciou ich projektu dosiahnuté, sa dajú doceliť aj realizáciou spoločného projektu VD Ba-Wo.

Po zaslaní zápisu z konzultácie bude treba kompetentne reagovať. Zatiaľ by SVP, OZ Bratislava mal pripraviť výpisy zo starších protokolov Čs. – rakúskej komisie pre hraničné vody (KHV), kde sa spomína VD Bratislava – Wolfsthal a VV, š.p. by mala v archíve vyhľadať projekt VD Ba – Wo, „oprášiť ho“, zaktualizovať a prípadne jeho hlavné výkresy prepracovať v AutoCAD.

Je očividné, že v koncepcii úpravy Dunaja na úseku VD Freudenu – Bratislava sa stretávajú dve stanoviská - slovenské, ktoré chce Dunaj energeticky využiť, postaviť spomínané vodné dielo, a tak zlepšiť plavebné pomery a konečne aj protipovodňovú ochranu územia. A stanovisko rakúske, ktoré uvažuje s uvedením úseku do stavu, aký bol možno realitou pred viac ako 100 rokmi, pričom finančný náklad predstavuje až 210 mil. €. Ale ak bolo v minulosti možné na rakúskom úseku Dunaja postaviť desať vodných diel, tak prečo práve nie jedenáste na spoločnom úseku Dunaja, zaznela otázka na rakúskych kolegov.

Pre vyváženosť treba ale podotknúť, že jednostranný zámer rakúskej strany nevyklučuje pre budúcnosť realizáciu VD Bratislava – Wolfsthal, čo vzhľadom na energetickú situáciu v oboch krajinách bude dozaista v budúcnosti aktuálne. Len tých 210 mil. € je človeku ľúto. Súkromne sa tak vyjadrujú aj kolegovia vodohospodári z Rakúska.

# Štokholmská cena vody pre mladých

Ing. Ján Lichý, CSc.

*Slovenská vodohospodárska spoločnosť*

V ostatnom čase som nezažil veľa radosti z vývoja vodného hospodárstva na Slovensku, preto bola pre mňa príjemným prekvapením súťaž o najlepší študentský vodohospodársky projekt, ktorého finále prebehlo 1. až 3. júna v Bratislave.

Štokholmská cena vody pre mladých - Stockholm Junior Water Prize (SJWP) je určená pre žiakov všetkých typov stredných škôl vo veku od 15 do 20 rokov, ktorých oslovuje **téma vody**. SJWP bola založená v roku 1994 a na začiatku bola určená len pre švédskych žiakov. V roku 1997 sa rozšírila o ďalšie členské štáty a odvtedy sa realizuje ako celosvetová súťaž. V auguste roku 2007 sa stala Slovenská republika 33. štátom súťaže. Občianske združenie Mladí vedci Slovenskej republiky podpísalo v Štokholme exkluzívnu zmluvu, na základe ktorej sa toto občianske združenie stalo výhradným národným organizátorom SJWP v Slovenskej republike s právom nominovať najkvalitnejší študentský projekt na celosvetové finále SJWP.

1. Národnú súťaž (11. ročník SJWP) zorganizovalo OZ Mladí vedci SR s hlavným partnerom - Bratislavskou vodárenskou spoločnosťou, a.s. Zúčastnilo sa jej 62 žiakov stredných škôl, ktorí predstavili 38 originálnych projektov. Keď som vošiel do priestoru Vodárenského múzea, kde sa finále súťaže konalo a pozrel som si vystavené postery, nechcel som ani veriť tomu, čo som na nich uvidel. Jeden poster zaujímavejší ako druhý, všetko nadšená práca študentov a ich pedagógov, radosť pozrieť. Žiadne vodohospodárske nezmysly, ktorými nás obšťastňujú niektoré MVO, ale seriózne, pozorovaním, štúdiom a konzultovaním vytvorené projekty v širokej palete vodohospodárskych problémov.

Nepochyboval som o tom, že porota zložená z naslovzatých odborníkov (Majerčákova, Belica, Elek a ďalší) bude mať mimoriadne náročnú úlohu pri výbere tých najlepších prác.

Súťažiacich a hostí na slávnostnom finále privítal národný koordinátor SJWP, RNDr. Ján Šipoš, CSc.; potom nasledoval príhovor Ing. Daniela Gemerana, riaditeľa BVS, a.s.

Súčasnou slávnostného otvorenia bolo aj vyhodnotenie výtvarnej súťaže „Voda? To je keď...“

Bolo radosť pozrieť si vystavené výtvarné práce mladších a starších školákov.

Priznám sa, že mňa najviac zaujal projekt Štruktúra molekuly vody ako ju nepoznáme, s podtitulom: nové využitie vody, ktorého autorom je Matej Kováč. Jeho nadšenie pokúsiť sa overiť výsledky práce Japonca pána Masaru Emoto a túžba poznať pravdu o neznámych vlastnostiach vody, boli strhujúce.

Porota, hoci to pri rozhodovaní mala ťažké, zrejme mala tie najlepšie dôvody, aby rozhodla o poradí víťazných cien:

**1. cena:** Názov projektu: Vplyv ekologických činiteľov na sukcesiu (postupnosť) mŕtvych ramien rieky Moravy  
riešiteľ: Oliver Rovný, Gymnázium, Bilíkova 24, Bratislava

Projekt sa zaoberá problematikou zániku ekosystémov mŕtvych ramien nivy rieky Moravy, ako dôsledku zregu-

lovania rieky a vplyvom troch ekologických činiteľov – dynamikou vegetácie, importom sedimentov a dynamikou vôd. Nie som si celkom istý, či obsah zodpovedá nadpisu.

S úspechu Olivera môže mať radosť aj Ing. Vlado Slaninka, ktorý bol jedným z konzultantov víťaza.

**2. cena:** Názov projektu: Čistenie vôd  
riešiteľ: Roman Šolík, Gymnázium sv. Uršule, Nedbalova 6, Bratislava

Projekt jednoducho opisuje činnosť čistiarní a úpravní vôd a zároveň aj porovnáva jednotlivé čistiarne a ich vplyv na prírodu.

**3. cena:** Názov projektu: Biomonitoring makroskopických vodných bezstavovcov

riešiteľka: Anna Bobčáková, Gymnázium M.M. Hodžu 13, Liptovský Mikuláš

V rámci projektu predstavila autorka stanovenie čistoty potoka Smrečianka a vplyv rôznych faktorov na jeho čistotu pomocou metódy biomonitoringu makroskopických vodných bezstavovcov.

## Špeciálne ceny pre jednotlivcov:

Názov projektu: Použitie Daphnia magna pri dôkaze ťažkých kovov ako prírodných polutantov

riešiteľ: Milan Mareta, Gymnázium Exnára 10, Košice

Projekt sa zaoberá akútnou toxicitou sedimentov niektorých vybraných ťažkých kovov prítomných v prírode na Dafnia magna.

Názov projektu: Sedimenty vo vodnej nádrži Môťová

riešiteľka: Paulína Krupová, Evanjelické gymnázium, Skuteckého 5, Bratislava

Projekt sa zaoberá zložením sedimentov vodnej nádrže Môťová a ich následným využitím ako hnojivo na poľnohospodárske pôdy.

Okrem študentov boli ocenení aj najangažovanejší pedagóg a najaktívnejšia škola.

Prvé ocenenie bolo udelené Ing. Andrei Bojnákovej zo SPŠ Stavebná v Hurbanove.

Druhé ocenenie dostalo Gymnázium Janka Jesenského v Bánovciach nad Bebravou.

Všetkým oceneným, ale aj všetkým zúčastneným blahoželáme. Žiaľ, pri rozhovore so súťažiacimi sa ukázalo, že súťaže sa zúčastnili predovšetkým preto, že ich lákalo a bavilo pracovať na projekte, študovať vodné hospodárstvo ich poväčšine neláka.

Pri rozhovore s národným koordinátorom SJWP, RNDr. Jána Šipošom, CSc., sme sa dohodli, že SVHS poskytne v ďalšom ročníku konzultantov, prípadne pripraví témy pre záujemcov. V súčasnej dobe máme na Slovensku akúsi medzeru medzi súťažou stredoškôľakov a súťažou mladých hydroológov, klimatológov a vodohospodárov, ktorú už viac rokov organizuje RNDr. Majerčákova.

Bolo by preto celkom logické, keby sa vytvorila súťaž študentských vedeckých prác a diplomových prác vysokoškôľakov s vodohospodárskou tematikou. Vhodná popularizácia takýchto súťaží by mohla priniesť zmenu v záujme mladých o vodohospodárske štúdium. Mohli by sme to skúsiť!

# Konferencia „PITNÁ VODA 2008, Tábor, ČR

Ing. Pavel Hucko, CSc.

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

V dňoch 2. – 5. júna 2008 sa v juhočeskom meste Tábor konalo 9. pokračovanie konferencií „Pitná voda z údolných nádrží“ – „Pitná voda 2008“.

Konferencie sa zúčastnilo 228 účastníkov z Českej a Slovenskej republiky a pozvaní odborníci zo zahraničia. Hlavným organizátorom konferencie bola už tradične firma W&ET Team, České Budějovice. Na organizácii konferencie sa ďalej podieľali: Ministerstvo zeméďelstvá ČR, ENVI-PUR s.r.o., Tábor, Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., Pražské vodovody a kanalizácie, a.s., VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s., Brno, Vodovody a kanalizácie Jižní Čechy, a.s. České Budějovice, HYDROPROJEKT CZ, a.s., Praha, Fakulta chemická, VUT v Brně, ČSAVE - ČS asociácie vodárenských expertů, SOVAK - Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, Česká vědeckotechnická vodohospodářská spol. a Vodní klub GWP.

Konferencia sa venovala celej šírke problematiky pitnej vody. Vedľa vzájomných vzťahov medzi technológiami úpravy pitnej vody a procesmi, ktoré prebiehajú v údolných nádržiach, tokoch a ich povodiach sa tiež venovala problematike technológií úpravy podzemnej vody a problematike hygieny pitnej vody.

Program konferencie bol určený prevádzkovateľom a vlastníkom úpravnej vŕd, pracovníkom podnikov Povodí, pracovníkom z odboru hygieny, chémie a technológie vody, limnológie, zdravotného inžinierstva, hydrotechniky, výskum, ďalej pracovníkom projektových a konzultačných organizácií a orgánom štátnej správy a samosprávy miest a obcí i ďalších, ktorých sa problematika pitnej vody dotýka.

Okrem úvodnej panelovej diskusie, uskutočnenej v predvečer konferencie na tému „Mení sa vodní paradigma?“, bol program konferencie rozdelený do 11-tich odborných sekcií. Súčasťou konferencie bola tiež prezentácia posterov a rokovanie dvoch pracovných skupín.

Konferencie sa zúčastnili firmy, ktoré prezentovali svoje výrobky a služby.

Okrem úvodnej panelovej diskusie, uskutočnenej v predvečer konferencie, bol program konferencie rozdelený do 11-tich odborných sekcií, na prezentáciu posterov, na rokovanie dvoch pracovných skupín a na prezentáciu vybraných vystavujúcich firiem.

Úvodná panelová diskusia bola venovaná téme „Mení sa vodní paradigma?“ Diskusiu viedol RNDr. Jan Pokorný, CSc., riaditeľ spoločnosti ENKI, o.p.s., vedecký pracovník Ústavu systémovej biológie a ekológie AV ČR. Dr. Pokorný prednáša tiež na VŠ, je členom medzinárodného vedeckého panelu komisie pre prírodné zdroje pri austrálskej vláde a

členom vedeckého a technologického panelu Ramsarskej dohody pre strednú a východnú Európu. Je spoluautorom nedávno vydané knihy „Voda pro ozdravení klimatu - nové vodní paradigma“.

Odborné sekcie konferencie:

1. Konceptné otázky vodárenstva a vodného hospodárstva
2. Nádrže I
3. Nádrže II
4. Mikropolutanty a úprava pitnej vody I
5. Mikropolutanty a úprava pitnej vody II
6. Hygienické zabezpečenie pitnej vody
7. Procesy úpravy pitnej vody
8. Zásobovanie vodou, analýzy rizík
9. Skúsenosti z úpravy vody
10. Podzemné vody a analýzy vŕd
11. Kvalita vody v distribučnej sieti a vodárenská biológia

Počas konferencie sa uskutočnilo zasadnutie dvoch pracovných (ad-hoc) skupín na nasledovné témy:

- Revízia európskej smernice rady 98/83/ES o kvalite vody určenej pre ľudskú spotrebu
- Doúprava vody v mieste spotreby

Rokovanie jednotlivých sekcií na seba nadväzovalo, čo umožnilo účastníkom konferencie zúčastniť sa na všetkých sekciách. Súčasťou konferencie bola výstava posterov, kde boli prezentované príspevky širšieho spektra vodohospodárskej problematiky a výstavky firiem.

Aj v tomto ročníku konferencie boli prezentované priezovné prednášky piatich pozvaných prednášateľov so zhrňujúcimi 30-minutovými prednáškami pre vybrané tematické okruhy.

Konferencie sa zúčastnili zástupcovia 15 firiem, ktorí prezentovali svoje výrobky a služby v oblastiach týkajúcich sa problematiky prerokovávanej na konferencii.

Na konferencii sa zúčastnilo 18 účastníkov zo Slovenska.

Z konferencie je vydaný zborník 77 príspevkov (prednášok a posterov) a 15 firemných informácií.

Záujemcovia o zborník z konferencie sa môžu obrátiť na organizátora:

**Doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.**, W&ET Team, Box 27,  
Písecká 2, 370 11 České Budějovice, ČR  
Tel/fax: +420-38-5522109,  
e-mail: petr.dolejs@cmail.cz, p.dolejs@tiscali.cz

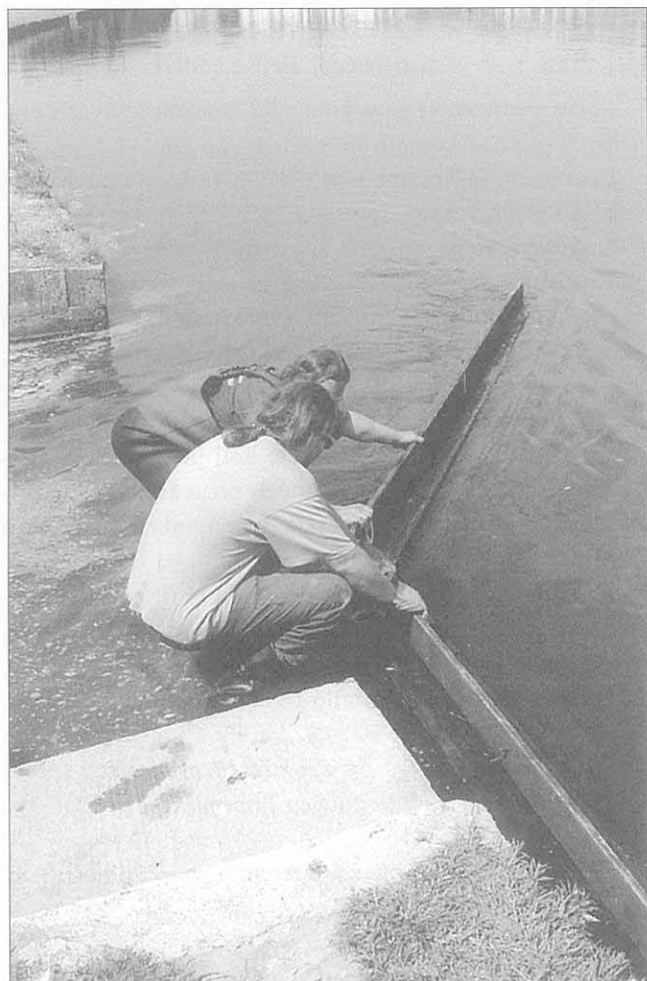
## Boli sme pritom – stálo to zato

V utorok 27. mája 2008 panoval pod mostom na rieke Hron vo Zvolene čulý ruch. Okoloidúci chodci sa pristavovali s otázkou: - čo sa stalo na Hrone? Nestalo sa však nič zlé, len pracovníci SVP, š.p. OZ Banská Bystrica vo Zvolene si prišli precvičiť naplavenie nornej steny. Ako vieme, norná stena sa buduje v prípade, že dôjde k havarijnému znečisteniu vodného toku hlavne ropnými látkami. Dôležitým faktorom úspešného zásahu je práve rýchlosť, akou sa podarí stenu naplaviť.

Čiastočné prehradenie Hrona stenou nerobilo pracovníkom odštepného závodu žiadne problémy, i keď od prehradenia celého koryta upustili pre pomerne vysokú hladinu rieky. Norná stena, ktorej naplavenie trénovali, pozostávala z drevených prefabrikátov, ktoré sa vzájomne spájali pri brehu a potom po uvoľnení sa spojená stena odplavila prúdom toku, a tak vytvorila prekážku plávajúcim nečistotám.

Skúška prebehla v ostrom tempe a pracovníci ukázali, že práca s nornou stenou im nerobí ani najmenší problém.

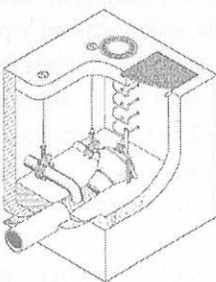
JL – SVHS



Montáž nornej steny



Naplavovanie nornej steny



**PFT**  
Prostředí  
a fluidní technika, s.r.o.

Nad Bezednou 201, 252 61 Dobrovíz  
telefon: 233 311 302, 233 311 389  
fax: 233 311 290  
www.pft-uft.cz  
e-mail: pft@pft-uft.cz

**Dodavatel vstrojení  
kanalizačních objektů**

- regulace odtoku z odleh. komor
- čištění dešťových zdrží
- ochrana kanalizace před velkou vodou

Virový ventil v suché šachtě  
FluidCon



**Jako, s. r. o.**

aktivní uhlí, antracit  
UV-dezinfekce

tel: +420 283 981 432, +420 603 416 043  
fax: +420 283 980 127  
www.jako.cz e-mail: jako@jako.cz

## Envirofilm po 14. raz

Od 12. do 17. mája 2008 prebiehal v Banskej Bystrici, Banskej Štiavnici, Kremnici a Zvolene XIV. medzinárodný festival filmov o životnom prostredí. Počas týchto šiestich dní žijú obyvatelia uvedených miest nielen filmami, ale aj ďalšími bohatými kultúrno-spoločenskými a odbornovo-vzdelávacími programami zameranými na problematiku životného prostredia.

Festival je Ministerstvom životného prostredia SR deklarovaný ako najväčšie vzdelávacie a osvetové podujatie rezortu určené širokej verejnosti. Významnú pozornosť venuje Envirofilmu aj minister životného prostredia SR, Jaroslav Izák.

Medzinárodná porota to pri výbere najlepších filmov tohto roku nemala naozaj ľahké, pretože do súťaže bolo prihlásených neuveriteľných 165 filmov z 32 krajín (predvýberová komisia posunula porote 54 filmov). Tým bol prekonaný rekord z roku 2007, kedy bolo prihlásených 157 filmov z 27 krajín.

O tom, že premietané filmy boli zaujímavé, svedčí aj skutočnosť, že diváci po vzhliadnutí filmov diskutovali a niektoré z filmov zanechali v nich hlboký dojem. Bol to napr. izraelský film režiséra Yossi Weisslera *Stena smrti*, ktorý neuveriteľným spôsobom zachytáva život kozorožcov v kaňone pri Mŕtvom mori.

Film, ktorý pravdepodobne najviac otriasol divákmi, bol z dielne Steve Lichtaga, známeho režiséra hlavne filmov o bielom žralokovi a veľrybách, s názvom *Zajatci bieleho boha* a mal na Envirofilme premiéru. Film zachycuje dramatické zážitky českého študenta Tomáša, ktorý sa zblížil s domorodým horským národom Akha žijúcim na území zlatého trojuholníka, a stáva sa obeťou absurdných rozvojových programov západných civilizácií.

Nás vodohospodárov však zaujíma, čo bolo premietnuté o vode. Indický film *Čierna rieka* hovorí o sedemročnom boji o záchranu „mŕtvej rieky“. Slovenský film *Dobšinská priehrada* tento raz z pohľadu NATURA 2000. V rámci tohto projektu boli vyrobené aj filmy *Vihorlat* a *Horné Medzibodrožie*. Výstavbu priehrady na rieke Jang Ce približuje 52-minútový nemecký film, uvádzaný pod názvom *Jang Ce – veľká ilúzia*.

Samozrejme filmov bolo viac, pretože problematika vody, jej nedostatku, ale aj prebytku a problematika jej kvality oslovuje stále väčšiu a väčšiu časť svetovej populácie.

Pre mňa je dosť zaujímavé, že málokedy sa trafím, alebo stotožním s hodnotením poroty. Aj tohtoročná hlavná cena švajčiarskemu filmu „Greina“, i napriek tomu, že na jeho víťazstve sa vraj porota dohodla jednomyselne, ma prekvapila. Film natočený v peknej alpskej prírode hovorí o zásahu do života výrobcu vysokohorského syra po priatí európskych noriem. Film je pekný, ale úplne rovnaký osud postihol aj našich výrobcov ovčieho syra, takže z pohľadu témy ma neoslovil. Ďalšia paleta ocenených filmov bola

naozaj pestrá, taká pestrá, ako sú pestré problémy životného prostredia. Niekoľko slovenských filmov sa venovalo aj tatranským lesom - zasahovať do ich života, alebo ich nechať na samovývoj? To je v dnešnej dobe skutočne hamletovská otázka a pre ďalší vývoj slovenského lesníctva viac-menej kľúčová. Odporcovia zásahov však zabúdajú na jednu zásadnú vec, že stav našich lesov na Slovensku a vôbec ich existencia je výsledkom svedomitej práce našich lesníkov. Je nesporné, že príroda si so všetkým, čo spôsobíme na tejto Zemi, skôr alebo neskôr poradí. Závažné je len to, že sa jej nesnažíme pomôcť tak ako napr. pomáhame ľuďom prostredníctvom medicíny. Čo tak nechať aj človeka na samovývoj? To sú však filozofické otázky, ktoré mi napadnú keď vidím nové krásne lesy v oblasti Osrblia - výsledok naozaj tvrdej práce v extrémnych podmienkach po obdobnej kalamite ako vo Vysokých Tatrách.

Medzi ocenenými filmami bol aj film Pavla Barabáša *Neznáma Antarktída*, ďalší film, kde človek prekonáva sám seba. Cenu dostal aj už spomenutý film Steve Lichtaga. Bola by naozaj škoda nevidieť aspoň niektoré z festivalových filmov, keďže filmy sa dajú v Slovenskej agentúre životného prostredia vypožičať.

Odborný sprievodný festivalový program bol naozaj veľmi dobrý. Spomeniem len dve akcie. Premietnutie nesúťažného filmu 11 hodina. Film sa zaoberá aktuálnymi ekologickými problémami, hlavne klimatickými zmenami. Je to akoby „konkurent“ filmu *Al Góra Neprijemná pravda*, ktorý bol premietaný na Envirofilme v roku 2007, ale premietacie práva mala zakúpené aj SVHS. Po premietnutí bola beseda, ktorej sa zúčastnili štátny tajomník J. Jaduš, zástupca Greenpace J. Rizman a Ing. J. Barica, kanadský odborník, pred emigráciou pracovník VÚVH. Zásadným problémom kroku vpred v zlepšení životného prostredia je neschopnosť integrovaným manažmentom dať do poriadku stav krajiny. Dalo by sa povedať, že nie je o to celospoločenský záujem.

Rovnakou problematikou sa zaoberala aj veľmi dobre obsadená medzinárodná konferencia *Krajina – človek – kultúra*. Presne vieme, čo by bolo potrebné robiť, len nevieme ako začať, alebo inak, našich poslancov zaujíma skutočne všetko, čo sa týka ich výhod, ale životné prostredie, v ktorom aj oni žijú, je na chvoste ich snaženia.

Envirofilm je skutočne udalosťou číslo 1 v Banskobystrickom samosprávnom kraji. Májový týždeň, počas ktorého prebieha, by sa mal naozaj stať časom, počas ktorého zastaneme a urobíme aspoň krôčik k zlepšeniu stavu našej krajiny a nás samých.

SVP, š.p. ako aj vodárenské spoločnosti majú voči tomtomu podujatiu poriadne veľký dlh. Znížiť by ho mohli počas XV. ročníka Envirofilmu, ktorý bude v roku 2009.

JL – SVHS

## Bude Karpatský dohovor krokom vpred?

Ak by sme chceli uviesť všetky dohovory a deklarácie týkajúce sa zlepšenia stavu krajiny, nebolo by to jednoduché. Pripomína mi to všetky naše odporúčania a závery, ktoré krvopotne koncipujeme na záver každej väčšej vodohospodárskej akcie. Pomohli všetky tieto aktivity vodnému hospodárstvu na Slovensku? Ak by sme mali odpovedať pravdivo, tak prakticky nijako. Nechcem tým samozrejme povedať, že rovnaký osud čaká aj Karpatský dohovor. Jeho význam ukáže blízka budúcnosť, ale v jeho prospech hovorí záujem a podpora všetkých štátov v karpatskom regióne. Jedna vec je podpora na papieri a druhá v realite.

Karpatský dohovor o ochrane a trvalo udržateľnom rozvoji Karpát bol podpísaný 22. mája 2003 v Kyjeve. Podpísali ho vlády Českej republiky, Maďarska, Poľska, Rumunska, Srbska, Slovenskej republiky a Ukrajiny. Jeho cieľom je chrániť karpatskú faunu a flóru formou poskytovania pomoci zameranej na zlepšenie životnej úrovne ľudí žijúcich v danom regióne.

Dohovor má desať princípov, ktorými by sa jeho plnenie malo riadiť. Sú to:

1. Zachovanie biologickej a krajinej rozmanitosti a jej trvalo udržateľné využívanie
2. Koordinácia územného plánovania v pohraničných územiach
3. **Zaistenie integrovaného manažmentu vodných zdrojov a povodí.** V princípe sa píše: „Všetky aspekty vodného hospodárstva, počínajúc znečisťovaním a čistením vody až po protipovodňovú ochranu a ochranu mokradí, sú vzájomne prepojené a musia byť riešené súbežne“. (S touto požiadavkou sa dá len súhlasiť a o jej realizácii na Slovensku sa už hovorí naozaj dosť dlho, avšak bez akejkoľvek pozitívnej zmeny, skôr naopak.)
4. Podpora trvalo udržateľného poľnohospodárstva a lesného hospodárstva
5. Vytváranie trvalo udržateľnej dopravy a fyzickej infraštruktúry

6. Vytváranie trvalo udržateľného cestovného ruchu
7. Zdokonaľovanie priemyslu a energetiky, ktorá nepoškodzuje životné prostredie
8. Ochrana kultúrneho dedičstva a tradícií
9. Hodnotenie a monitorovanie životného prostredia
10. Zvyšovanie povedomia a vzdelávanie

Zúčastnil som sa v ostatnom čase troch podujatí, kde sa o Karpatskom dohovore hovorilo. Najucelenejšie podujatie bolo 2. - 3. júna 2008 v Modre na národnom seminári Karpatský dohovor a jeho implementácia na Slovensku. Seminár bol dobre organizačne a odborne pripravený (REC Slovensko a Academia Istropolitana Bratislava). Účastníci dostali dostatok materiálov k Dohovoru. Materiály obsahovali aj Rámcový dohovor publikovaný v Zbierke zákonov v roku 2006 ako oznámenie č. 111/2006 Z.z. a brožúru o Dohovore. Materiály sú v anglickom a slovenskom jazyku. Pre záujemcov sú k dispozícii na Sekretariáte SVHS.

Organizátori poskytli aj informácie o tom, z čoho je možné financovať jednotlivé aktivity. Na protipovodňové opatrenia je určený Program rozvoja vidieka, operačné programy Zamestnanosť a sociálna inklúzia, Vzdelávanie a Životné prostredie.

Je veľmi pravdepodobné, že cez Dohovor sa podarí vyriešiť celý rad ochranných problémov v karpatskej oblasti. Integrovaný prístup k vodám v povodí a v tokoch je však proces mimoriadne náročný a komplikovaný vzhľadom na majetkové pomery v daných lokalitách i vzhľadom na nedostatočný záujem práve o integrovaný manažment, ktorý zrejme užívateľom pozemkov nechýba. Výsledkom súčasného stavu sú aj pravidelné záplavy po búrkach v podhorských oblastiach, posledne v obci Rakytovce pri Banskej Bystrici. Pokiaľ obyvatelia týchto obcí sami neprídu na to, akým spôsobom je treba hospodáriť vo ich chotári a ako sa preventívne proti záplavám chrániť, zrejme žiadna vyhláška nepomôže.

JL – SVHS

## V Michalovciach boli už XII. Okresné dni vody

Tohtoročné XII. Okresné dni vody sa uskutočnili v dňoch 10. a 11. apríla 2008 na Vinianskom jazere v hoteli Jazero pod záštitou prednostu Obvodného úradu životného prostredia, Ing. Mariana Zolovčika. Odborným a organizačným garantom bola Východoslovenská vodárenská spoločnosť, a.s. Košice, Závod Michalovce a Slovenský vodohospodársky podnik, š.p. Závod Povodie Laborca v Michalovciach. Na spoločnej akcii sa podieľali: Ústav hydrologie SAV Bratislava - Výskumná hydrologická základňa Michalovce, Obvodný úrad životného prostredia Michalovce a Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu - Ústav agroekológie Michalovce.

Program podujatia bol tradične rozdelený do dvoch častí. Vo štvrtok 10. apríla 2008 sa účastníci dní vody zaoberali odbornou problematikou zameranou na aktuálne otázky vodného hospodárstva na Východoslovenskej nížine. Po otvorení XII. Okresných dní vody Ing. J. Ivančom, CSc. sa k prítomným prihovril prednosta ObÚ ŽP v Michalovciach Ing. Marián Zolovčík.

Prvú prednášku na tému **Polder Beša ako súčasť protipovodňovej ochrany Východoslovenskej nížiny** predniesol Ing. D. Mydla zo SVP š.p. OZ Košice. V prednáške analyzoval doterajší prínos tohto vodohospodárskeho objektu, ako aj získané skúsenosti z jeho doterajšieho prevádzkovania. Následnú prednášku pod názvom **Vplyv antropogénnej činnosti na ekologickú stabilitu poldra Beša**

pripravil autorský kolektív: Ing. L. Kováč, PhD., RNDr. D. Kotorová, PhD., Ing. R. Mati, CSc. a Ing. B. Šoltysová, PhD. z Ústavu agroekológie Michalovce. Tretiu prednášku pod názvom **Voda - strategická surovina v budúcnosti** predniesol Ing. S. Hreha, generálny riaditeľ a predseda predstavenstva VVS a.s. Košice. V ďalšej prednáške Ing. E. Bartková z Regionálneho centra UNDP Bratislava, **Projekt Laborec-Uh**, oboznámila prítomných s cieľom projektu **Integrácia princípov a praktík ekologického manažmentu do krajinného a vodohospodárskeho manažmentu na Východoslovenskej nížine**. Záverečnú prednášku **Hodnotenie sucha vo vegetačnom období z hľadiska zásoby vody v pôde a klimatických prvkov** predniesol Ing. M. Gomboš, CSc. z Výskumnej hydrologickej základne ÚH SAV v Michalovciach. V prednáške analyzoval rok 2007 ako jeden z najsuchších rokov v poslednom období a poukázal aj na jeho dôsledky.

Príspevky sú uverejnené v zborníku, ktorý obdržali účastníci pri prezentácii. Okrem týchto prednášok sú v zborníku publikované aj ďalšie príspevky na aktuálnu vodohospodársku problematiku z Východoslovenskej nížiny.

V závere prednáškového dňa prijali účastníci XII. Okresných dní vody v Michalovciach prehlásenie a vyhodnotili prehlásenia z roku 2007. Prednáškový cyklus ukončil Ing. J. Ivančo, CSc. a poďakoval prítomným za aktívnu účasť a zároveň ich pozval na XIII. Okresné

dni vody, ktoré sa uskutočnia v roku 2009. V popoludňajších hodinách sa uskutočnila odborná exkurzia na Čerpaciu stanicu v Stretávke a na polder Beša.

V piatok 11. 4. 2008 bola organizovaná osobitá akcia pre obyvateľov okresu Michalovce a Sobrance. Počas nej boli bezplatne urobené analýzy vzoriek vody na stanovenie obsahu dusičnanov vo vode z domových studní používaných na pitné účely. Odborné miesta vzoriek vody boli na SVP, š.p. Závod Povodie Laborca Michalovce a na Výskumnej hydrologickej základni ÚH SAV v Michalovciach.

Celkom bolo v roku 2008 analyzovaných 140 vzoriek. Z tohto počtu bolo 29 vzoriek vody podľa obsahu dusičnanov nevhodných pre pitné účely čo predstavovalo 20,7 %.

Od roku 1997, odkedy sa konajú Okresné dni vody v Michalovciach, bolo celkom analyzovaných 4428 vzoriek vody z domových studní. Z tohto počtu bolo 1833 vzoriek vody nevhodných pre pitné účely, čo predstavuje 41,3 %. Tento stav v okrese Michalovce je potrebné považovať za veľmi nepriaznivý.

Účastníkmi okresných dní vody boli aj v tomto roku zástupcovia štátnej správy, mestských a obecných úradov, zdravotných ústavov, vedeckovýskumných inštitúcií, technických univerzít, zástupcovia vodohospodárskych organizácií z okresu Michalovce aj mimo neho a ďalší pozvaní hostia.

Ing. Jozef Ivančo, CSc., predseda  
organizačného výboru

## Informácie o nových STN

Pripravila: Ing. Lenka Ftorková

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

Od 25. marca 2008 do 18. apríla 2008 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

**STN EN 15219: 2008** Zariadenia na úpravu vody vo vnútri budov. Zariadenia na odstraňovanie dusičnanov. Požiadavky na vlastnosti, bezpečnosť a skúšanie (vrátane opravy A1/2007) (Konsolidovaný text) (73 6654) + **Oprava A1**

– norma bola vyhlásená na priame používanie v origináli

**TNI CEN/TR 1295-2: 2008** Statický výpočet potrubí uložených v zemi pri rôznych zaťažovacích podmienkach. Časť 2: Súhrn národných výpočtových metód (75 0210)

– informácia bola vyhlásená na priame používanie v origináli bez národnej titulnej strany

**TNI CEN/TR 1295-3: 2008** Statický výpočet potrubí uložených v zemi pri rôznych zaťažovacích podmienkach. Časť 3: Spoločná metóda (75 0210)

– informácia bola vyhlásená na priame používanie v origináli bez národnej titulnej strany

**TNI CEN/TR 12566-2: 2008** Malé čistiare odpadových vôd do 50 EO. Časť 2: Systémy so vsakovaním do podzemia (75 6403)

– informácia bola vyhlásená na priame používanie v origináli bez národnej titulnej strany

**STN EN 15460: 2008** Kvalita vody. Pokyny na skúmanie makrofytov v jazerách (75 7714)

**STN EN ISO 8199: 2008** Kvalita vody. Všeobecné pokyny na stanovenie mikroorganizmov kultivačnými metódami (75 7810)

– jej vydaním sa ruší STN ISO 8199: 1995 Kvalita vody. Všeobecné pokyny na stanovenie mikroorganizmov kultivačnými metódami (75 7810)

**STN EN 900: 2008** Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Chlórnan vápenatý (75 8400)

– norma bola vyhlásená na priame používanie v origináli  
– jej vydaním sa ruší STN EN 900: 2002 Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Chlórnan vápenatý (75 8400)

**STN EN 15482: 2008** Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Manganistan sodný (75 8412)

– norma bola vyhlásená na priame používanie v origináli

V tomto období neboli okrem uvedených zrušené žiadne ďalšie STN.

Od 18. apríla 2008 do 27. mája 2008 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

**STN ISO 10703: 2008** Kvalita vody. Stanovenie objemovej aktivity rádionuklidov. Spektrometria žiarenia gama s vysokým rozlíšením (75 7613)

– jej vydaním sa ruší STN ISO 10703: 2002 Kvalita vody. Stanovenie objemovej aktivity rádionuklidov spektrometriou žiarenia gama s vysokým rozlíšením (75 7613)

**STN EN 1017: 2008** Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Polovypálený dolomit (75 8241)

– norma bola vyhlásená na priame používanie v origináli  
– jej vydaním sa ruší STN EN 1017: 2000 Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Polovypálený dolomit (75 8241)

**STN EN 12518: 2008** Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Vápno s vysokým obsahom vápnika (75 8244)

– norma bola vyhlásená na priame používanie v origináli  
– jej vydaním sa ruší STN EN 12518: 2001 Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Vápno s vysokým obsahom vápnika (75 8244) (vydaná v origináli)

**STN EN 1407: 2008** Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Aniónové a neiónové polyakrylamidy (75 8302)

– norma bola vyhlásená na priame používanie v origináli  
– jej vydaním sa ruší STN EN 1407: 2008 Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Aniónové a neiónové polyakrylamidy (75 8302) (vydaná v origináli)

**STN EN 1408: 2008** Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Polychlorid dialyldimetylamónny (75 8303)

– norma bola vyhlásená na priame používanie v origináli  
– jej vydaním sa ruší STN EN 1408: 2000 Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Polychlorid dialyldimetylamónny (75 8303)

**STN EN 1409: 2008** Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Polyamíny (75 8304)

– norma bola vyhlásená na priame používanie v origináli  
– jej vydaním sa ruší STN EN 1409: 2000 Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Polyamíny (75 8304)

**STN EN 1410: 2008** Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Katiónové polyakrylamidy (75 8305)

– norma bola vyhlásená na priame používanie v origináli  
– jej vydaním sa ruší STN EN 1410: 2000 Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Katiónové polyakrylamidy (75 8305)

V tomto období neboli okrem uvedených zrušené žiadne ďalšie STN.

## Redakčná rada na Kráľovej

Je už viac-menej tradíciou, že počas roka je jedno zo zasadnutí redakčnej rady časopisu Vodohospodársky spravodajca tzv. výjazdné, teda rokovanie prebieha mimo Výskumného ústavu vodného hospodárstva v Bratislave. Nebolo tomu inak ani tento rok. Redakčná rada sa 12. mája zišla na Kaskádach pri Kráľovej nad Váhom, aby sa venovala príprave najbližšieho dvojčísła Vodohospodárskeho spravodajcu, ktoré práve držíte v rukách. Dostáva sa k Vám v čase „uhorkovej sezóny“, ale aj napriek tomu dúfame, že si v ňom nájdete niečo zaujímavé pre seba.

Zasadnutie redakčnej rady malo aj rozlúčkový nádych. Člen redakčnej rady a pracovník Obvodného úradu životného prostredia v Galante, Ing. Pavel Kočan, ktorý organizačne zabezpečil toto podujatie, v súvislosti s odchodom do dôchodku ukončil členstvo v redakčnej rade. Bude nám

chýbať, ale veríme, že k tvorbe časopisu bude i naďalej prispievať hodnotnými podnetmi.

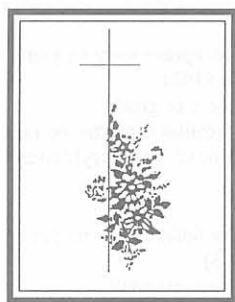
Piatok trinásteho, čo bolo na druhý deň, svoje čierne hrozby nenaplnil, aspoň nie v našom prípade. Naopak, pri plavbe dolu Váhom nám počasie prialo, príroda a rybári tvorili čarovnú scenériu – azda nikde nemá človek taký povznášajúci pocit ako pri vode... Vďaka riaditeľovi Správy povodia dolného Váhu Šaľa, SVP, š.p. OZ Piešťany, Ing. Miroslavovi Spálovi, ktorý nás celý čas sprevádzal, sme absolvovali tiež exkurziu na VD Kráľová a VD Selice. Pán riaditeľ nám poskytol veľmi zaujímavý odborný výklad o týchto vodných dielach, pričom viaceré informácie boli dokonca aj pre vodohospodárov novinkou, a tak Vám ich podrobnejšie sprostredkujeme v budúcom čísle.

Mgr. Tatiana Šimková



Loďou BLM VAG sme sa dostali z VD Kráľová na VD Selice

Foto: Ing. Pavel Hucko, CSc.



### SPOMIENKA na Ing. Jiřího Kališa, CSc.

S hlbokým smútkom sme prijali správu o tom, že 5. mája 2008 nás navždy opustil náš dlhoročný kolega a priateľ, Ing. Jiří Kališ, CSc., jeden z popredných vedcov v oblasti hydrotechniky. V takýchto smutných chvíľach sa len ťažko hľadajú slová, ktoré by zmiernili zármutok, to iba čas dokáže...

Po ukončení štúdia a následnom pôsobení na Vysokom učení technickom v Brne prišiel v roku 1977 pracovať na Výskumný ústav vodného hospodárstva Bratislava, kde zotrval až do roku 1994 a ani po odchode do dôchodku neprestal byť odborne činný. Ako zodpovedný riešiteľ sa podpísal na viac než 150 vedeckovýskumných úlohách; na viac než 400 expertíznych prácach a odborných posudkoch. Stopy jeho práce a výskumu zostanú čitateľné na vodohospodárskych dielach a vodných tokoch u nás i vo svete. Ing. Kališ výrazne prispel k rozvoju hydrauliky, hydrotechniky a úprav tokov teoretickými a teoreticko-experimentálnymi prácami z oblasti riečnej hydrauliky zameranými najmä na výskum turbulencie vodného prúdu, transport splavenín a plavenín, zanášanie nádrží, dimenzovanie opevnení, návrh balvanitých sklzov, vakových hatí, mostných pilierov a tiež aplikácie prístrojovej a meracej techniky v experimentálnom výskume.

Pre mnohých mladých nastupujúcich inžinierov bol vzorom, zdrojom inšpirácie, vedel podať pomocnú ruku pri prechode zo školských lavíc do reálnej praxe. Vždy bol ochotný pomôcť v odborných i v ľudských otázkach.

Jiřího si budeme pamätať nielen ako skvelého odborníka, ale aj ako výnimočného človeka s úžasným zmyslom pre humor a najmä s obrovským záberom znalostí a poznatkov takmer z každej oblasti života, či už išlo o klasickú hudbu, literatúru, históriu, prírodné vedy alebo iba o jednoduché veci, ktoré nás denne obklopujú a ktorých krásu si citlivo všímal. V dennom zhone pracovných povinností nám preto rozhovory s ním - plné nevšednej ľudskosti, životnej múdrosti, humoru a poézie - prinášali nielen nové poznatky, ale aj výnimočnú radosť, ktorá nám bude veľmi chýbať.

Takto si ho budeme pamätať a takto navždy zostane v našich spomienkach i v našich srdciach.

Za odbor hydrológie a hydrotechniky VÚVH  
Ing. Dušan Abaffy, PhD. a Ing. Katarína Holubová, PhD.

# Ako písať

## pre Vodohospodárskeho spravodajcu

Posielajte nám iba originálne práce. V prípade, že Váš príspevok bol už uverejnený v inej publikácii, alebo odznel na konferencii, seminári, ap., uveďte to na konci príspevku.

### **Čo musí byť súčasťou každého príspevku:**

- ❖ celé meno a titul autora (autorov)
- ❖ presná adresa pracoviska, telefónne číslo, e-mail
- ❖ rodné číslo
- ❖ číslo účtu (ak chcete zaslať honorár na bankový účet)

Príspevky posielajte do redakcie elektronickou poštou (prípadne klasickou poštou na CD spolu s vytlačenou podobou).

**Píšte v textovom editore Word.**

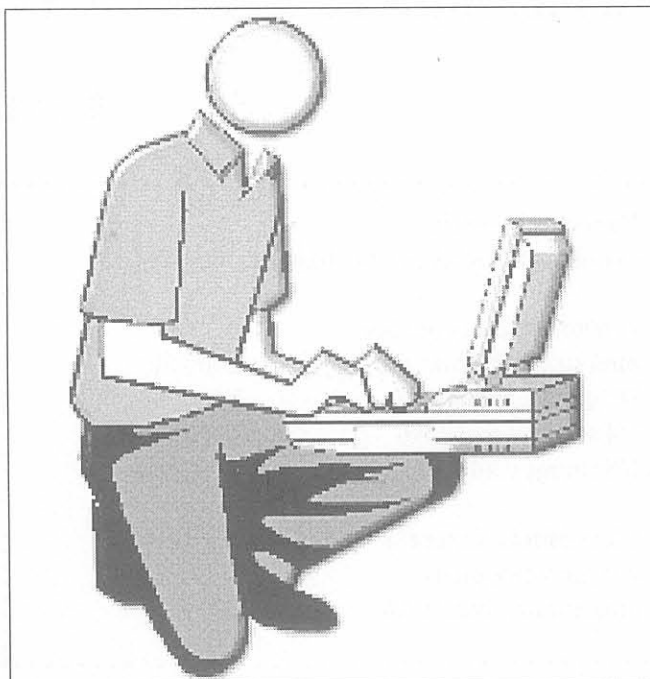
Preferujeme štandardnú dĺžku príspevku 5 rukopisných strán, čo zodpovedá časopiseckej dvojstrane. 1 rukopisná strana má cca 34 riadkov. Pritom platí: **Okraj:** horný, dolný, pravý, ľavý: 2,5. **Zarovnanie:** do bloku. **Riadkovanie:** 1,5. **Písmo:** Times New Roman, 12 bodov.

Používajte iba „hladký“ text – bez preddefinovaných odstavcov, nadpisov, štýlov, záhlavia, zápätia, ap. Pre zvýraznenie niektorých slov a viet možno použiť tučné písmo.

Ak k textu pripájate tabuľky, grafy, fotografie ap., v zmysle vyššie uvedeného úmerne k tomu skráťte text.

### **Štruktúra príspevku:**

1. Názov – krátky a výstižný
2. Kľúčové slová
3. Anotácia
4. Úvod
5. Samotný text (jednotlivé hlavné časti oddelené medzitičkami)
6. Závery
7. Literatúra



Názov, kľúčové slová a anotáciu (max. 10 riadkov) dodávajte v slovenskom a anglickom jazyku (v prípade potreby zabezpečíme preklad v redakcii). Okrem časopisu ich budeme pravidelne uverejňovať aj na webovej stránke Slovenského vodohospodárskeho podniku [www.svp.sk](http://www.svp.sk)

**Obrázky (t.j. fotografie, grafy, schémy, tabuľky, atď.) nekladajte do textu, ale do samostatných súborov.** V texte vyznačte ich približné umiestnenie.

Pri fotografiách sa snažte o čo najvyššiu kvalitu; najvhodnejší je formát .jpg; rozlíšenie 300 dpi. Tabuľky a grafy dodávajte v čiernobielych móde (nie farebne).

**Všetky obrázky vždy označte (očísľujte) a výstižný popis k nim uveďte aj na konci príspevku.**

O publikovaní jednotlivých príspevkov rozhoduje redakčná rada a v prípade potreby ich postupuje na odborné lektorovanie.

Tešíme sa na Vašu aktívnu účasť pri tvorbe časopisu. Všetky ďalšie otázky Vám radi zodpovieme telefonicky alebo mailom:

tel.: 02/593 43 238

e-mail: [hucko@vuvh.sk](mailto:hucko@vuvh.sk), [simkova@vuvh.sk](mailto:simkova@vuvh.sk)

# VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

## Váš partner v oblasti vodohospodárskych informácií

**Zviditeľnite Vaše profesijné aktivity  
a inzerujte na stránkach Vodohospodárskeho spravodajcu**

### Cenník

#### Farebná inzercia

- vonkajšia, zadná strana obálky 15.000 Sk

- vnútorné strany obálky:

plná strana, formát A4 12.000 Sk

1/2 strany, formát A5 7.500 Sk

1/4 strany, formát A6 5.000 Sk

1/8 strany, vizitka 1.200 Sk

#### Čiernobiela inzercia

vo vnútri časopisu:

plná strana, formát A4 8.000 Sk

1/2 strany, formát A5 5.000 Sk

1/4 strany A6 3.500 Sk

1/8 strany, vizitka 800 Sk

#### Opakovanie

- zľava pri 1 opakovaní: 10 %

- zľava pri 2 a viac opakovaní: 20 %

**Zľava pre členské organizácie Združenia zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku**

- 20 % na všetky formy inzercie



### Objednávky prijíma redakcia VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

Nábrežie armád. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava

tel.: 02/59343238, 0915 733 472

e-mail: [hucko@vuvh.sk](mailto:hucko@vuvh.sk), [simkova@vuvh.sk](mailto:simkova@vuvh.sk)



### © VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

Dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie

Ročník 51

**Redakčná rada:** Ing. P. Hucko, CSc. (predseda), Ing. J. Baller, CSc., Ing. Š. Borušovič, Ing. P. Brieda, Ing. I. Galléová, Ing. I. Grundová, Ing. J. Hétharši, CSc., Ing. V. Holčík, Ing. J. Hríbik, CSc., Ing. P. Kočan, Ing. L. Krcho, Ing. J. Lichý, CSc., RNDr. O. Majerčáková, CSc., Ing. J. Patay, Ing. J. Prosba, Ing. B. Raksányi, Ing. G. Tuhý, Ing. J. Turčan, CSc., Dr. Ing. A. Tůma

**Vydavateľ:** Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, Partizánska cesta 69, 974 98 Banská Bystrica

**Zodpovedný redaktor:** Mgr. Tatiana Šimková

**Redakcia:** Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava

tel.: 02/59 343 238, 0915 733 472

e-mail: [hucko@vuvh.sk](mailto:hucko@vuvh.sk), [simkova@vuvh.sk](mailto:simkova@vuvh.sk)

**Grafická úprava a tlač:** ÚVTIP Nitra, Vydavateľstvo NOI

Príspevky sú recenzované. Nevyžiadané materiály redakcia nevracia.

Ďalšie šírenie článkov alebo ich častí je dovoľené iba s predchádzajúcim písomným súhlasom vydavateľa.

**Registračné číslo:** 943/94

**ISSN:** 0322-886X

## ENVIROFILM



Na Envirofilme sa nielen premietajú filmy, ale aj diskutuje, beseduje...



Štátny tajomník Jaroslav Jaduš s Pavlom Barabášom.

15. MEDZINÁRODNÁ ŠPECIALIZOVANÁ VÝSTAVA  
VODNÉHO HOSPODÁRSTVA, HYDROENERGETIKY,  
OCHRANY ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA, KOMUNÁLNEJ  
TECHNIKY A ROZVOJA MIEST A OBCÍ

# aqua®

23. - 25. 9. 2008



• spoluorganizátor: Trenčianska vodohospodárska spoločnosť, a.s.  
• záštitu: Ministerstvo životného prostredia SR • odborní garanti:  
Slovenský národný komitét IWA, Asociácia čistiarenských expertov SR, Slovenská komora stavebných inžinierov, SŌPK RK Trenčín



EXPO CENTER a.s., Pod Sokolicami 43  
911 01 Trenčín, tel./fax: +421-32-743 23 82  
e-mail: masarykova@expocenter.sk  
www.expocenter.sk

## Štokholmská cena vody pre mladých



▲ Do Štokholmskej ceny vody pre mladých sa zapojilo 62 žiakov stredných škôl s 38 projektmi.

Víťaz súťaže, Oliver Rovný z bratislavského gymnázia Bilfkova. ►

