

WTETI

VODOHOSPODÁŘSKÉ
TECHNICKO-EKONOMICKÉ
INFORMACE

9/1998

OBSAH

IWSA + IAWQ = IWA (Wanner J.)	287
ODBORNÉ KNIHY	
Mattas, D.: Měření průtoků nestandardními metodami a v nestandardních podmínkách (redakce)	290
KONFERENCE	
8. Magdeburský seminář o ochraně vod (Spoustová J.)	291
ODPADNÍ VODY	
Databáze městských aktivačních ČOV (Bindzar J., Koller J.)	295
ROZBORY VODY	
Správnost a přesnost výsledků při mikrobiologických analýzách vody (Baudišová D.)	299
ZE ZAHRANIČÍ	
ATV – partnerská asociace AČE ČR v Německu (Příbyl M.)	309
VODÁRENSTVÍ	
Membránové procesy (Pohlová I., Šafaříková M.)	316
SOUBORNÉ INFORMACE	
Nový mezinárodní projekt AČE ČR a ATV (Wanner J.)	313
Přilivová elektrárna Rance Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně (Koruna I.)	322

Na 4. straně obálky – Mumlava v Harrachově (foto Zdeněk Humpál)



IWSA + IAWQ = IWA

Rovnice uvedená v titulku tohoto příspěvku může působit poněkud záhadně až nesrozumitelně, ale je jen prostým důsledkem *globalizace* našeho dnešního života, i u nás tolik diskutované. Ukazuje se, že dnešní svět se stává pro tradiční struktury příliš těsným a konečný výsledek procesu globalizace závisí jen na přístupu zúčastněných k řešení tohoto problému. IWSA a IAWQ zareagovaly na tento trend vytvořením nové světové asociace IWA – *International Water Association*.

O co vlastně v této rovnici jde? Po dlouhá léta působily ve světě dvě na sobě prakticky nezávislé vodařské společnosti: IWSA (*International Water Services Association*) a IAWQ (*International Association on Water Quality*, dříve IAWPRC). Zatímco IWSA se vždy zaměřovala jen do oblasti zásobování pitnou vodou, charakter IAWQ se postupně měnil a ve své současné podobě IAWQ reprezentuje asociaci, pokrývající všechny aspekty tzv. „malé vody“ (v naší zavedené terminologii) od vodařenských soustav, výroby a distribuce pitné vody, přes odvádění a čištění odpadních vod až po otázky zpracování kalů či ochrany povodí. Bylo proto jen otázkou času, kdy se zájmové oblasti obou asociací protnou. S postupující globalizací všech odvětví lidské činnosti začala být otázkou spolupráce IWSA a IAWQ urgentní počátkem 90. let. Prvním příznakem překrývání zájmových oblastí IWSA a IAWQ bylo organizování společných akcí v oblasti nakládání s povrchovými vodami pro zásobování pitnou vodou. Vznikaly tak společné skupiny odborníků a organizovaly se první společné konference. V České republice jsme mohli vidět konkrétní důsledek těchto trendů v r. 1997, kdy se v Praze uskutečnila první společná konference o interakcích vodařenských nádrží a vodařenských technologií, která byla sice organizačně plně zaštiťována Českým komitétem IAWQ, ale jejíž odborný program byl v režii společné skupiny odborníků IWSA a IAWQ.

Konkrétní jednání představitelů IWSA a IAWQ o spojení těchto dvou asociací začala zhruba před dvěma roky. Obě asociace zahajovaly tato jednání z různých pohnutek a z různých výchozích pozic. IWSA

vycházela z lepšího finančního zajištění, daného tradičním napojením této asociace na vodárenské firmy. Charakteristickou ukázkou tohoto rozdílného postavení bylo a dosud zůstává rozdílné financování činnosti Českého národního komitétu IWSA a Českého komitétu IAWQ. Zatímco činnost komitétu IWSA, národní členský poplatek i náklady na cesty delegátů na jednání IWSA jsou hrazeny z prostředků MZE ČR, financoval se komitét IAWQ od roku 1989, kdy došlo ke kolapsu státního financování cestou bývalé ČSVTS, z vlastních zdrojů, tj. zejména z výtěžku velkých mezinárodních konferencí IAWQ, které se podařilo díky mezinárodní prestiži komitétu do republiky přivést (v letech 1991, 1995, 1997). Samozřejmě tento způsob financování nezajišťoval komitétu dostatek prostředků na plnohodnotné fungování, takže např. cesty delegáta ČR na zasedání řídicí rady IAWQ si tento hradil z vlastních prostředků a při absenci delegoval svá hlasovací práva na zástupce sousedního Rakouska.

Druhým faktorem vedoucím k úvahám o spojení IWSA s IAWQ byla výrazně vyšší odborná prestiž IAWQ a jejich hlavních produktů, tj. časopisů *Water Research* a *Water Science and Technology*. Tyto časopisy figurují, na rozdíl od časopisů IWSA *Aqua* a *Water Supply*, v posledních letech na čelných příčkách hodnocení časopisů podle kritérií ISI (Institute for Scientific Information). Spojení obou asociací bude tedy znamenat i zvýšení prestiže a konkurenceschopnosti na mezinárodním publikačním trhu i pro dosavadní produkty IWSA, přičemž se uvažuje i o splynutí *Water Supply* s *Water Science and Technology*. Pozice nové asociace na trhu časopisů, které představují rozhodující zdroj příjmů, bude posílena i očekávaným nárůstem členů IWA, tedy stálých odběratelů těchto časopisů. Podle provedených analýz lze očekávat zvýšení členské základny IWA ve všech kategoriích z dnešních cca 1 700 (IWSA) a 6 300 (IAWQ) na asi 20 000 v r. 2010. Spojením IWSA s IAWQ vznikne asociace, která bude i dostatečně silným partnerem pro jednání s rozhodujícími světovými institucemi a organizacemi působícími přímo či nepřímo ve vodním hospodářství, např. s OSN, Světovou bankou, Evropskou unií, WHO a dalšími.

Spojení IWSA s IAWQ usnadní i skutečnost, že organizační struktura obou asociací si je v mnohém podobná. Nová asociace IWA tak plně převezme dokonale fungující systém *skupin specialistů*, osvědčený v IAWQ, jakož i vysoce výkonný londýnský sekretariát IAWQ. Zástupci IWSA několikrát na různých úrovních ocenili obrovský přínos výkonného ředitele IAWQ p. Tonyho Milburna a jeho týmu pro fungování nové asociace.

V r. 1998 nabylo spojení IWSA s IAWQ konkrétní podoby a jednání vstoupila do závěrečné fáze. Rada IWSA schválila toto spojení na svém zasedání dne 2. května v Abidžanu v Pobřeží slonoviny. S konečnou platností pak toto spojení schválila i řídicí rada IAWQ na zasedání ve Vancouveru ve dnech 18. a 19. června. Z těchto jednání vyšel i detailní harmonogram kroků vedoucích k faktickému sloučení IWSA s IAWQ a k vytvoření nové IWA. IWA zahájí svou činnost formálně dnem 1. srpna 1999. K tomuto dni budou do IWA převedeny členské základny i ostatní aktivity dosavadních asociací IWSA a IAWQ. Řídicí rada nové organizace se poprvé sejde dne 18. září 1999 v Buenos Aires (při příležitosti bývalého bienálního kongresu IWSA) a zvolí funkcionáře a orgány nové asociace.

Samozřejmě, reakce členů dosavadních asociací IWSA a IAWQ na tento vývoj mohou být různé a patrně ne všichni jsme zcela přesvědčeni o správnosti tohoto vývoje. Ovšem podobně jako u jiných globalizačních procesů není na tento typ úvah čas a prostor. Vývoj se prostě odehrává tímto směrem a naším úkolem by mělo být hledání možných pozitiv a nikoli nedostatků tohoto trendu. Co toto spojení bude tedy konkrétně znamenat pro vodohospodáře v ČR? V první řadě lze očekávat systémové vyřešení financování účasti ČR v této nové světové asociaci, pokud se splní očekávání, že dosud štědrý přístup příslušných orgánů k IWSA se přenesou i na novou IWA. Na stávajících komitétách IWSA a IAWQ pak bude záležet, aby stejně „gentlemanským“ způsobem jako vedení těchto asociací vyřešily i vznik nového národního komitétu, a to včetně důstojného a reprezentativního zastoupení ČR v orgánech této nové asociace. Bylo by jistě škoda, kdyby v důsledku různých a nejednotných přístupů stávajících komitétů ČR vyklidila významnou pozici v mezinárodním vodářském společenství, o kterou se zasloužili profesori katedry technologie vody a prostředí VŠCHT Praha, počínaje od otce zakladatele Maděry až po současnost.

Spojení IWSA s IAWQ v mezinárodním měřítku dává i určitý příklad pro vodohospodářské společenství v ČR, které je dosud poměrně ostře rozděleno na zástupce „čisté“ a „špinavé“ vody, a to včetně jejich profesních sdružení, s minimální úrovní vzájemné komunikace.

*Prof. Ing. Jiří WANNER, CSc.
předseda Českého komitétu IAWQ
delegát ČR do řídicí rady IAWQ*

V roce 1998 vydal Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v edici Výzkum pro praxi jako 37. sešit publikaci Ing. Daniela Mattase, CSc.

*Měření průtoků nestandardními metodami
a v nestandardních podmínkách*

Předkládaná práce shrnuje výsledky literární rešerše zaměřené k problematice měření průtoků nestandardními metodami a v nestandardních podmínkách. Rešerše pojednává o následujících metodách:

1. Metody založené na koncové hloubce při výtoku z (netlakového) potrubí a ze žlabů
 - kalifornská metoda (výtok z vodorovného netlakového potrubí)
 - výtok ze žlabu nebo stupeň ve dně
 - obdélníkový profil
 - lichoběžníkový profil
 - trojúhelníkový profil
 - kritérium pro dokonalý přepad na stupni
2. Výtok vzhůru ze svislého potrubí
3. Výtok z otvorů
 - ostrohranný otvor ve dně nádoby
 - kruhový ostrohranný otvor ve svislé stěně
 - pravoúhlý ostrohranný otvor ve svislé stěně
 - zatopený výtok otvorem
 - výtok při nedokonalém nebo částečném zúžení
4. Výtok pod uzávěry
 - výtok pod stavidlem
 - výtok pod segmentovým uzávěrem
5. Metody založené na zúžení proudu v korytě
6. Zvláštní případy použití přelivů
 - Bazinův přeliv
 - Tomsonův přeliv
7. Metody stanovení průtoku v korytě na bázi povrchové rychlosti.

Publikace je k dostání pouze ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka v Praze 6, Podbabská 30 /PŠČ 160 62/.

redakce

8. MAGDEBURSKÝ SEMINÁŘ O OCHRANĚ VOD

Ve dnech 20.–23. října 1998 se bude v Karlových Varech konat 8. Magdeburský seminář o ochraně vod – Ochrana a využití vod v povodí Labe. Pořadatelé akce jsou Das UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka Praha, Povodí Ohře, a. s., Chomutov, Mezinárodní komise pro ochranu Labe, die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Elbe Dresden, das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Povodí Labe, a. s., Hradec Králové, der Deutsche Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau Magdeburg, die BMBF-Projektgruppe Elbe-Ökologie, die Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz, Hydrobiologický ústav AV ČR České Budějovice, Ministerstvo životního prostředí ČR a Ministerstvo zemědělství ČR.

Předchází magdeburské semináře o ochraně vod, které se konaly v Magdeburku, ve Špindlerově Mlýně, v Cuxhavenu a Českých Budějovicích, se již staly významným setkáním výzkumných pracovníků, zástupců odborných organizací, komunální a státní správy i zástupců průmyslové sféry. Cílem tohoto semináře je informovat o výsledcích probíhajícího výzkumu Labe a diskutovat o dalším vývoji jeho povodí.

Tematické okruhy diskusí budou následující:

1. Ochrana vod v povodí Labe
2. Hospodaření s vodou a její využití
3. Vodohospodářská situace v příhraničních regionech SRN-ČR
4. Ekologická problematika – vývoj, koncepce

Z rozsáhlého souboru materiálů jmenujme alespoň příspěvky na téma: acidifikační poměry ve vybraných tocích, revitalizace úseku horní Vltavy, geogenní hodnoty, různé přístupy k povodňové ochraně, možnosti a regenerace luhů, účinek změn užívání půdy na vodní režim povodí, dále Rýn, Labe a Dunaj v ekologickém srovnání a příspěvek MKOL nazvaný Je možné spojit v soulad ekologické zlepšení povodí s požadavky povodňové ochrany?

Přednášky a postery budou v jednacím jazyce německém a českém. Přednášky budou simultánně tlumočeny. Během semináře proběhne také odborné exkurze a výstavy firem.

Z historie a výsledků předchozích seminářů

První tři semináře se konaly v Magdeburku (po něm mají také své jméno). Chronologický přehled dosavadních seminářů je uveden v tabulce.

Magdeburské semináře o ochraně vod

Rok	Místo	Pořadí a název
1988	Magdeburk	1. Ochrana vod v NDR
1989	Magdeburk	2. Vývoj a aktivity ke snížení živin v tocích
1990	Magdeburk	3. Znečištění Labe
1992	Špindlerův Mlýn	4. Situace na Labi
1993	Magdeburk	5. Odbahnění jezer – rizika a možnosti
1994	Cuxhaven	6. Labe – rozpor mezi ekologií a ekonomikou
1996	České Budějovice	7. Ekosystém Labe – stav, vývoj a využití
1998	Karlovy Vary	8. Ochrana a využití vod v povodí Labe

Spolupráce při ochraně Labe je založena na Dohodě o Mezinárodní komisi pro ochranu Labe (MKOL), kterou v roce 1990 podepsali zástupci vlád ČSFR a SRN a zástupce Evropské unie. Hlavními cíli této dohody je umožnit užívání vody, především pro pitné účely z břehové infiltrace a zemědělské využití vody a sedimentů, dosáhnout ekosystému, který bude co nejbližší přírodnímu stavu, a snižovat zatížení Severního moře z povodí Labe.

Ustavená mezinárodní komise je složena z delegací smluvních stran a konkrétní práce probíhají v pracovních skupinách. Činnost v rámci této komise je příspěvkem ČR k naplnění cílů Konference na ochranu Severního moře.

V poslední době se daří snižovat přísun znečištění, a to díky cílevědomým programům partnerských zemí, takže diagnóza Labe skýtá reálnou naději na ozdravení a zachování toku, s nímž je tak těsně spojena historie evropských národů. Složitost a ekonomická náročnost ekologických opatření ovšem představují dlouhodobý problém. Nicméně revitalizace Labe a jeho povodí do stavu opatrovaného přírodního klenotu je reálná a měla by se stát nejenom cílem MKOL,

ale evropským symbolem naplnění tzv. Agendy 21 konference OSN v Rio de Janeiru – příkladem zachování nevedavostovaného vodního ekosystému pro budoucí generace.

Ze 7. Magdeburského semináře s předseminářem, který se konal v Českých Budějovicích, uvádíme několik postřehů: Přihlásil se rekordní počet 350 účastníků. Tradičně, vzhledem k rozloze české části povodí Labe, jsme měli asi třetinu přednášek českých. Jak přednesla paní Schulte-Wülwer-Leidigová v rámci *informací o stavu Rýna a práci Mezinárodní komise pro ochranu Rýna*, na Labi můžeme vzhledem k větší zachovalosti ekosystémů dosáhnout lepších výsledků než na Rýnu. Podobnost při práci na obnově ekosystémů obou povodí, Labe a Rýna, je především v nutnosti znovuoživení ekologické průchodnosti říčních systémů (program Losos 2000 na Rýně – losos je zde indikátorem i symbolem) a v udržení, ochraně a rozšíření ekologicky důležitých nivních oblastí. Dva příspěvky VÚV TGM se zabývaly *rybími přechody*. Na Labi jako na řece, kde lze očekávat již v nejbližších letech možnost návratu některých těžných ryb z německého úseku, je nutno v ČR rekonstruovat stávající rybí přechody a uvést je do funkčního stavu do roku 2000. Do té doby by měly být v předstihu vybudovány rybí přechody v lokalitách plánované výstavby malých vodních elektráren v Lovosicích a Českých Kopistech. V zásadě by neměla být na Labi povolena výstavba jakékoliv malé vodní elektrárny bez současné výstavby rybího přechodu. Po provedení dalších úprav a celkové přestavby rybího přechodu na zřídle Střekov bude z českého Labe celá dolní část (od Hřenska až po přítok Vltavy) pro ryby plně průchodná. Nové pohledy na nivní oblasti přinesly příspěvky zejména v souvislosti s *konceptem protipovodňové ochrany*, např. pro řeku Sálu. Zabývaly se budováním dodatečných retenčních prostorů, využitím inundačních oblastí jako přirozeného retenčního prostoru, připojením starých ramen. Hlavním cílem předsemináře s tématem *Vodohospodářské informační systémy – Řízení dat a modelování povodí* bylo poskytovat v rámci mezinárodní výměny zkušeností přehled o stávajících, popř. potřebných datech, dále o používaných, popř. rozvíjených numerických modelech a informačních systémech v povodí Labe a ostatních evropských řek. Závěrečná pódiová diskuse ukázala možnosti a omezení integrovaného informačního systému pro stálý management povodí. S rychlým vývojem techniky je třeba ji patřičně využívat i ve prospěch řízení a modelování ve vodním hospodářství.

Společná jednání nejenom významně podporují naplňování cílů MKOL a rozvoj spolupráce mezi zainteresovanými institucemi, ale

zároveň také přispívají k posílení osobních kontaktů a přátelských vztahů. To vše prokazatelně zvyšuje jak kvalitu výzkumných prací, tak zejména realizaci nápravných a ochranných opatření v povodí Labe. Tím se prakticky naplňují články Evropské vodní charty přijaté ve Strassbourgu již v r. 1968: „Bez vody není života ... Ochrana vody vyžaduje zintenzívnění vědeckého výzkumu. Voda nezná hranic, jako společný zdroj vyžaduje mezinárodní spolupráci.“

Další informace o 8. Magdeburském semináři obdržíte ve Výzkumném ústavu vodohospodářském TGM, Podbabská 30, 160 62 Praha 6, u RNDr. Jitky Spoustové, tel. 20 19 73 62, e-mail: spoustova@vuv.cz, a také na adrese <http://www.vuv.cz>.

Jitka Spoustová



foto Z. ŠÁMALOVÁ

ODPADNÍ
VODY

DATA BAZE MĚSTSKÝCH AKTIVAČNÍCH ČOV

*Ing. JAN BINDZAR, doc. Ing. JAN KOLLER, CSc.
ÚSTAV TECHNOLOGIE VODY A PROSTŘEDÍ VŠCHT, PRAHA*

Úvod

Biologické čištění odpadních vod směsnou biologickou kulturou ve vznosu za aerobních podmínek je již tradičně jedním z hlavních zaměření práce Ústavu technologie vody a prostředí VŠCHT v Praze. Profesor Ing. Jiří Wanner, CSc., a jeho skupina nyní systematicky sledují výskyt vláknitých organismů v aktivovaných kalech městských čistíren odpadních vod. Současně se zjišťují další technologické parametry a kvalita přítoku a odtoku. Cílem je vytvoření databáze aktivačních čistíren odpadních vod v České republice, zahrnující vlastnosti aktivovaného kalu, odstraňování organických látek, biogenních prvků a adsorbovatelných organických halogenů (AOX) aktivačním procesem.

Použité metody

V rámci tohoto projektu bylo od ledna 1996 do konce května 1998 provedeno 231 odběrů bodových vzorků na 90 městských aktivačních čistírnách. Bodové vzorky byly odebírány na přítoku do usazovací nádrže a na odtoku z dosazovací nádrže. Dále byl odebrán vzorek aktivovaného kalu přímo z aktivace. Na každé ČOV byl odebrán také vzorek vodovodní vody. Odběry byly prováděny v pracovních dnech, převážně úterý–čtvrtek mezi 10.–15. hodinou.

V přítocích, odtocích, aktivovaném kalu a pitné vodě byla provedena stanovení adsorbovatelných organických halogenů (AOX).

V odtocích ze sledovaných ČOV byly sledovány a vyhodnocovány kromě koncentrací AOX také další ukazatele uváděné v zákoně č. 58/98 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Sledovány byly: CHSK_{Cr} , N-NH_4^+ , nerozpuštěné látky, celkový anorganický dusík (N_{anorg}) počítaný jako suma dusíku amoniakálního, dusitanového a dusičnanového. Místo celkového fosforu byly sledovány pouze rozpuštěné anorganické orthofosforečnany.

Získané hodnoty byly porovnávány s koncentračními limity uváděnými v zákoně.

Stanovení AOX bylo prováděno podle příslušné normy [1], ostatní stanovení podle postupů uvedených v literatuře [2].

Výsledky a diskuse

V *tabulce 1* jsou uvedeny základní statistické údaje týkající se odstranění AOX. Z výsledků je patrné, že přítokové i odtokové koncentrace silně kolísají, stejně tak i procento odstranění AOX. Organické halogenované látky v městských odpadních vodách pocházejí jak ze splaškových, tak z průmyslových odpadních vod. Ve splaškových vodách existují dva základní zdroje. Část AOX pochází ve větší či menší míře z vodovodní vody – jde o vedlejší produkty hygienického zabezpečení vody chlorem. Dalším zdrojem AOX v domácnostech je používání čisticích a dezinfekčních prostředků na bázi chloru. Organické halogenované látky v průmyslových odpadních vodách mohou pocházet z použití chlorované vody, mohou vznikat při výrobním procesu, nebo mohou být při výrobě použity – například různá rozpouštědla.

Průměrná účinnost odstranění AOX na sledovaných čistírnách se pohybovala okolo 50 %. V aktivační ČOV lze předpokládat tři základní procesy vedoucí k odstranění AOX. Jde o odvětrání, biologický rozklad a sorpci na aktivovaný kal. O tom, jaký podíl na celkové účinnosti čistírny budou mít jednotlivé procesy, rozhodují parametry čistírny (hydraulická doba zdržení, stáří kalu, systém aerace) a vlastnosti jednotlivých halogenovaných látek v odpadní vodě (biologická rozložitelnost, rozpustnost ve vodě a těkavost).

Pro porovnání jsou v *tabulce 1* uvedena data o obsahu AOX v pitné vodě. Asi v 15 % případů byla koncentrace AOX v pitné vodě vyšší než v přítoku na čistírnu. Tento jev lze vysvětlit několika důvody. Především je nutné mít na zřeteli, že jde o bodové vzorky – koncentrace AOX ve vodovodní síti může kolísat, navíc může v kanalizaci dojít k částečnému odvětrání organohalogenů. Dalším možným vysvětlením je přítomnost balastních vod v kanalizaci, které odpadní vody naředí. Stejný efekt mohou mít i některé průmyslové odpadní vody. Jestliže totiž podnik používá vodu nechlorovanou a sám není zdrojem organických halogenů, může mít taková průmyslová odpadní voda nižší obsah AOX než voda splašková.

Tabulka 1. Hodnoty AOX v odebraných vzorcích

	Přítok	Odtok	Odstranění	Kal	Pitná voda
Jednotka	µg/l	µg/l	%	mg/kg	µg/l
Průměr	164	68	50,2	329	61
Maximum	910	350	96,4	950	290
Minimum	13	11	0	38	0

Vyhodnocení dalších ukazatelů uvedených v zákoně č. 58/98 Sb. je provedeno v *tabulce 2*, kde jsou uvedeny průměrné, minimální a maximální zjištěné hodnoty. Dále je uveden předepsaný koncentrační limit a procento vzorků, které daný limit překročily. Přestože hodnocené vzorky byly pouze bodové, jsou výsledky u některých ukazatelů překvapivé.

Jediným bezproblémovým parametrem je limit AOX 0,2 mg/l (platí od 1. 1. 2001), který překročily pouze 2,2 % vzorků, přičemž toto překročení se nikdy neopakovalo u stejné ČOV.

Zajímavá situace je u ukazatelů N_{anorg} (platí od 1. 1. 2001) a zejména CHSK, kde nejen značné procento vzorků, ale i průměrné hodnoty ze všech vzorků překračují limity. Obdobnou situaci lze očekávat i u celkového fosforu, protože hodnoty uvedené v *tabulce* se týkají pouze rozpuštěných anorganických orthofosforečnanů, a příslušné koncentrace celkového fosforu budou pravděpodobně ještě o něco vyšší.

Hodnocené vzorky jsou sice pouze bodové, lze ale předpokládat, že ukazatele, stanovené ve slévaných vzorcích, se nebudou příliš lišit od námi stanovených hodnot. Získaná data samozřejmě nevypovídají o tom, zda čistírny, u kterých byly překročeny koncentrační limity,

Tabulka 2. Vyhodnocení odtokových koncentrací s přihlédnutím ke koncentračním limitům uvedeným v zákoně 58/1998 Sb.

Ukazatel	CHSK	NL	P	NH ₄ ⁺ -N	N_{anorg}	AOX
Průměr [mg/l]	56,4	21,4	2,8	11,9	20,6	0,068
Maximum [mg/l]	310	530	15	83	84	0,35
Minimum [mg/l]	5	0	0	0	1,12	0,011
Limit [mg/l]	40	30	3	15	20	0,2
Překročení v %	60,2	14,2	39,8	32,0	47,2	2,2

překročí i limity hmotnostní. Jak lze odhadnout pro ukazatel CSK_{Cr} , dosažení hmotnostního limitu 10 t za rok lze při průměrné koncentraci v odtoku 56,4 mg/l očekávat u čistírny větší než 3 500 ekvivalentních obyvatel.

Závěry

Od ledna 1996 do května 1998 bylo analyzováno 231 vzorků z 90 městských aktivačních ČOV. Získané výsledky byly porovnávány s koncentračními limity uvedenými v zákoně č. 58/98 Sb. Byla zjištěna uspokojivá situace ohledně odtokových koncentrací AOX – limit 0,2 mg/l překročilo pouze 2,2 % vzorků. Jako problematictější se jeví limit pro CHSK – překročen u 60,2 % vzorků a limit pro N_{anorg} – překročen u 47,2 % vzorků. Obdobnou situaci lze očekávat i u celkového fosforu. Významný podíl vzorků také překročil limit pro amoniakální dusík – 32 %.

Literatura

- [1] ČSN EN 1485.
[2] Horáková, M., Lischke, P., Grünwald, A.: Chemické a fyzikální metody analýzy vod, SNTL, Praha, 1989.
[3] Zákon č. 58/1998 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

SUMMARY

The Database of Municipal Activation Wastewater Treatment Plants

From January 1996 to May 1998, 231 samples from 90 municipal activation wastewater treatment plants were analysed. The obtained results were compared with the concentration limits specified in the Act No. 58/98. A satisfactory situation has been acknowledged as regards the flow-off AOX concentrations – the limit of 0.2 mg/l was exceeded solely by 2.2 % of samples. The COD limit appears, however, to be more problematic (exceeded in 60.2 % of samples), and the same applies to the N_{anorg} limit (exceeded in 47.2 % of samples). A similar situation can be expected with total phosphorus. A significant part of samples also exceeded the limit for ammoniacal nitrogen (32 %).



SPRÁVNOST A PŘESNOST VÝSLEDKŮ PŘI MIKROBIOLOGICKÝCH ANALÝZÁCH VODY

RNDr. DANA BAUDIŠOVÁ
Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Praha

Úvod

Výsledky mikrobiologických stanovení jsou charakterizovány relativně větším rozptylem než řada stanovení chemických a tato skutečnost může zbytečně degradovat hodnocení mikrobiologických ukazatelů. V současné době se však i do mikrobiologických laboratoří postupně zavádí systém správné laboratorní praxe a sleduje se jakost výsledků mikrobiologických analýz.

Metody mikrobiologického rozboru vody mají své zvláštnosti, dané kromě omezení stále vylepšovaných metod stanovení jako takových ještě dalšími faktory:

- Vzorek pro mikrobiologické stanovení je velmi nestabilní, je nutné jej zpracovat *maximálně* do 24 hodin a stanovení tudíž *nelze* v žádném případě opakovat. To může být problém především u neznámých vzorků povrchové vody, kdy je nutné zvolit správný stupeň ředění.
- Stanovené mikroorganismy (zde myšleno bakterie) jsou *diskrétní* jednotky, které se navíc mohou absorbovat na suspendované látky a jejich „rozložení“ ve vzorku tudíž není homogenní.
- Bakterie a ostatní mikroorganismy jsou *živé*. Vodní prostředí je pro hygienicky významné mikrobiologické ukazatele zcela nefyziologické, proto mohou být stresované či fyziologicky poškozené a nemusejí vždy vykazovat vlastnosti typické pro hledanou skupinu. Navíc mohou být negativně ovlivněny přítomností dalších, např. toxických látek ve vzorku.
- Z výše uvedených důvodů nelze jednoduše převzít všechny metody k zabezpečení jakosti výsledků, používané např. v chemických laboratořích. Neznamená to však, že v mikrobiologii nelze tuto oblast alespoň částečně ošetřit, a tím zlepšit kvalitu práce při mikrobiologických analýzách vod.

V letošním roce byl podrobně zpracován příspěvek „Jakost práce v mikrobiologické laboratoři“, který podrobně hodnotí výsledky experimentů zaměřených na hledání největších zdrojů nepřesností při mikrobiologickém rozboru vody a použitelnost dostupných referenčních materiálů. Zde

Tabulka 1. Hlavní problémy stanovení koliformních a termotolerantních koliformních bakterií; minimální nepřesnosti jsou zde charakterizovány experimentálně stanovenými variačními koeficienty (tj. podílem rozptylu na průměrech)

Problémový okruh	Charakteristika	Minimální stanovená nepřesnost	Využití dostupných RM v problémovém okruhu
0. Charakter vzorku	odběr, rozdíly mezi paralelními vzorky (není součástí mikrobiologického rozboru)		nelze využít, jde o mimo-laboratorní činnost
1. Očkování vzorku	homogenizace vzorku, očkování, ředění, vliv typu pipet apod.	10 %	v základě lze využít, matrice však zcela neodpovídá (např. z hlediska absorpce)
2. Živné médium	příprava, šarže, stáří přípravného média za dodržení skladovacích podmínek apod.	4 %	záchytnost média lze dobře ověřit, diferenční schopnosti média omezeně
3. Inkubace	vliv teploty za dodržení předepsaného rozmezí	2 %	v zásadě lze využít
4. Odečítání výsledků	netypické reakce některých kmenů, diferenční schopnosti média	4–10 %	nelze využít, ve vodním prostředí je směs různých kmenů, na rozdíl od sbírkového kmenu v RM
5. Výpočty	volba správného způsobu výpočtu a výběr správného ředění	lze zvýšit až na 100 %	lze využít

jsou podány shrnující informace, které mohou využít další pracovníci z vodohospodářské praxe.

Je nutno upozornit na to, že nebyly studovány *chyby* ve smyslu nedodržení předepsaných postupů a jiných nedostatků či lajdáctví, ale nepřesnosti metod jako takových za *přísného* dodržování předepsaných postupů.

Mikrobiologický rozbor vody – hlavní zdroje nepřesností

Stanovení koliformních a termotolerantních (fekálních) koliformních bakterií

Stanovení koliformních a termotolerantních koliformních bakterií bylo rozděleno na několik problémových okruhů, které jsou charakterizovány v *tabulce 1*. Každý problémový okruh byl studován zvlášť a v následující pasáži jsou podány hlavní výsledky.

Charakter vzorku

Tato problematika není přesně součástí mikrobiologického rozboru vzorku vody, již nesprávně odebraný vzorek však může být příčinou mezilaboratorních rozdílů. Z informací uvedených v úvodu vyplývá, že pro jakákoliv porovnávání výsledků (mezilaboratorních i vnitrolaboratorních) je nutno používat pouze vzorky *paralelní*. Ty musejí být získány z jednoho vzorku odebraného v jeden okamžik, z jednoho místa, do jedné vzorkovnice a poté za maximálního stupně homogenizace rozděleného na jednotlivé podíly.

Očkování vzorku

Očkování vzorku (včetně jeho homogenizace) je zdrojem největších nepřesností při mikrobiologickém rozboru vody. Toto bylo jednoznačně potvrzeno výsledky experimentů:

Byly stanoveny koliformní a termotolerantní koliformní bakterie, kdy jeden vzorek byl v devíti paralelách naočkován třemi pracovníky. Odečtení všech vzorků provedl jeden pracovník, aby byly vyloučeny další nepřesnosti. Zjistilo se, že při pečlivém promíchání vzorků podle předpisu a přesném pipetování vzorku (při použití skleněných pipet správného objemu) lze dosáhnout rozptylu mezi naočkovánými paralelami vyjádřeného hodnotou variačního koeficientu pod 10 %. Při nedbalé práci však variační koeficient může dosahovat hodnot až 50 % (!!).

Živné médium

Byl studován vliv živného média na záchyt koliformních a termotolerantních koliformních bakterií. K záchytu koliformních bakterií byl použit Endo agar, k záchytu termotolerantních koliformních bakterií agar mFC. Média byla připravena podle standardně užívaných předpisů, jednotlivé várky připravili tři různí pracovníci z jedné laboratoře. Kromě připravovatele se várky lišily stářím (za dodržení skladovacích předpisů), nebo např. použitou destilovanou vodou. Zjistilo se, že pokud jsou dodrženy všechny předpisy ohledně přípravy kultivačního média, toto prakticky neovlivňuje získané výsledky. Variační koeficient mezi výsledky ($n = 3 \cdot 10$) získanými na třech „různých“ médiích byl 4 % u koliformních (Endo) i termotolerantních koliformních (mFC) bakterií.

Analýza rozptylu (Anova) prokázala, že výsledky koliformních bakterií na Endo, resp. termotolerantních koliformních bakterií na mFC jsou shodné ($F_{0,651479}$, resp. $F_{0,191255} < F_{kritická} 3,354131$).

Inkubace

Vliv inkubační teploty (resp. vliv kolísání teploty v předepsaném rozmezí) na záchyt koliformních a termotolerantních koliformních bakterií byl studován pomocí paralelní inkubace naočkovaných vzorků ve dvou termostatech, u každého se předpokládá určité kolísání teploty podle deklarace výrobce, nemělo by však přesáhnout 1 °C.

Nebyly zjištěny významné rozdíly mezi paralelními soubory ze dvou termostátů. Pro stanovení koliformních bakterií je předepsána inkubační teplota 37 °C +/- 1 °C. Variační koeficient mezi výsledky ze souborů z dvou termostátů byl pouze 2 %. Shodné výsledky prokázala i analýza rozptylu ($F_{0,139064} < F_{kritická} 4,300944$).

U stanovení termotolerantních koliformních bakterií byly navíc sledovány rozdílné inkubační teploty předepisované různými normami (ČSN 83 0531 a ISO 9308) 42–44 °C. I zde byly rozdíly velmi malé, při rozdílném nastavení o 2 °C se již rozdíly zvyšuje.

Odečítání výsledků

Vyhodnocování vykultivovaných kolonií a jejich odečítání (resp. rozhodování, patří-li do hledané skupiny či nikoliv) je dalším významnějším zdrojem nepřesností při mikrobiologickém rozboru. To se v podstatě netýká analýzy vod pitných, kdy každá „podezřelá“ kolonie by měla být dalšími testy ověřena. U povrchových vod to není vzhledem k jejich počtu možné. Výrazného snížení těchto nepřesností však lze dosáhnout použitím kulti-vačního média s lepší diferenciací schopností. Například při odečítání termotolerantních koliformních bakterií na médiu mFC byl variační koeficient mezi výsledky odečítanými různými pracovníky jen 4 %, zatímco na Endo agaru až 12 %.

Výpočty

Volba správného ředění a s tím související výpočet výsledku je jedním z hlavních problémů mikrobiologického rozboru vody. Tento problém se zásadně netýká mikrobiologického rozboru pitné vody, kdy je bakterií obecně málo a jsou předepsány objemy, ve kterých se má jejich počet stanovit. Při analýzách vod povrchových je však nutno odhadnout přesně ředění, ve kterém se má daný ukazatel hodnotit.

Podle platných ČSN, resp. ČSN ISO, se má vyhodnotit takový stupeň ředění, kdy je na plotnách při přímém výsevu hledaný mikroorganismus v počtech 30–300 ktj na misce, u membránové filtrace je rozmezí 10–100 ktj

vzhledem k menší využití ploše. U vzorků neznámého znečištění (a to je vzhledem k sezonním a dalším výkyvům prakticky vždy) se proto musí provádět ředění několik (minimálně dvě, v řadě případů i tři a více), což stanovení samozřejmě časově a finančně zatěžuje. Situaci navíc komplikuje skutečnost, že analýza je neopakovatelná – vzorek se musí zpracovat a zlikvidovat do 24 h po odběru.

Nesprávné ředění kromě toho, že poskytuje relativně odlišné výsledky, významně zvyšuje jejich nepřesnost. Při stanovení podílu rozptylu na průměru (vyjádřené variačním koeficientem) u paralelních misek bylo zjištěno, že hodnota rozptylu je výrazně nižší u výsledků vypočítaných ze správného ředění.

Stanovení fekálních streptokoků – další zdroje nepřesností

Kvalitativní chyby

Stanovení fekálních streptokoků má dnes dva stupně: kultivaci vzorku na selektivním médiu s azidem sodným a TTC a potvrzení typických kmenů testem na hydrolyzu eskulinu v prostředí žlučových solí. Konfirmační testy umožňují odlišení tzv. „pravých“ fekálních streptokoků od dalších streptokoků, které nepocházejí ze střevního traktu a dříve způsobovaly falešně pozitivní výsledky, neboť též rostly na selektivním médiu s azidem sodným a TTC. Konfirmační testy je tedy dnes nutno důsledně provádět a odlišovat stanovení tzv. „presumptivních“ (čili nejpravděpodobnějších či předběžně určených) a „pravých“ fekálních streptokoků.

Kvantitativní chyby

Fekální streptokoky tvoří nejčastěji diplokoky, mohou se však spojovat i do řetězků. Je zde tedy výrazný rozdíl mezi počtem bakteriálních buněk a počtem kolonie tvořících jednotek. Žádnou závislost zde kvantifikovat nelze.

Růst fekálních streptokoků velmi citlivě reaguje na složení peptonu v živném médiu (nejlépe vyhovuje trypton). Při jejich stanovení tedy velmi záleží na typu použitého peptonu v živné půdě a i malá odchylka ve složení může snížit růst (a tedy i záchyt) fekálních streptokoků.

Stanovení mezofilních a psychofilních bakterií – další zdroje nepřesností

Kvalitativní chyby

Skupina mezofilních a psychofilních bakterií je velmi nesourodá skupina chemoheterotrofních bakterií, uvažně vázaná ke složení kulti-vačního média. Jakákoliv jeho změna zachytí kvalitativně zcela odlišnou skupinu mikroorganismů (a konečný výsledek může být i kvantitativně odlišný).

Kvantitativní chyby

Mezofilní a psychofilní bakterie se podle platných ČSN stanovují přímým výsevem do kultivačního média a tato metoda poskytuje řadu nepřesností pouze omezeně ovlivnitelných:

Teplota roztopeného agarového média pro zalévání naočkovaných misek má mít teplotu maximálně 45 °C. Vzhledem k tomu, že médium musí zůstat sterilní, nelze teplotu při zalévání přesně zjistit a každá desetina stupně navíc nepříznivě působí na růst mezofilních a zejména psychofilních bakterií.

Pokud má médium naopak teplotu nižší, stává se viskóznějším a nelze zaručit jeho bezvadné promíchání se vzorkem.

Mezi mezofilní bakterie patří i sporující bakterie, zejména zástupci rodu *Bacillus*. Pokud se ve vzorku vyskytnou, rostou v oběh koloniích, a i jedna kolonie může přerůst celou misku. Mezofilní bakterie potom nejdou buď spočítat vůbec, nebo je třeba volit tak vysoké ředění, které je pro správný výpočet výsledku nevhodné.

Opakovatelnost a reprodukovatelnost výsledků

Pro studium opakovatelnosti a reprodukovatelnosti výsledků byl proveden experiment analýz pěti bodových vzorků, které byly paralelně rozděleny pro dva pracovníky z laboratoře VÚV (každý pracovník provedl celé stanovení od začátku až do konce = opakovatelnost) a pro další anonymní laboratoř (reprodukovatelnost). Každý vzorek byl očkovan v pěti paralelních stanoveních (membránová filtrace, Endo agar). Výsledky ukázaly normální rozdělení, proto byly hodnoceny standardně pomocí směrodatných odchylek a variačních koeficientů.

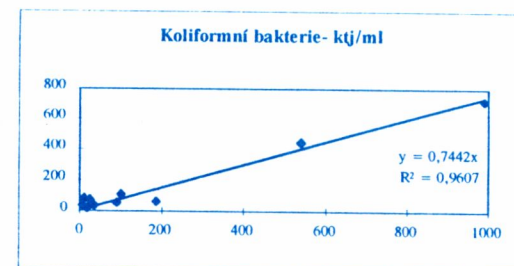
Při porovnávání výsledků dvou pracovníků z jedné laboratoře (VÚV) se variační koeficienty u koliformních bakterií pohybovaly od 3 do 29 %, u termotolerantních koliformních bakterií od 5 do 23 %.

Při porovnávání výsledků jednoho pracovníka z VÚV a pracovníka z jiné laboratoře se variační koeficienty u koliformních bakterií pohybovaly od 0 do 18 %, u termotolerantních koliformních bakterií od 1 do 11 %.

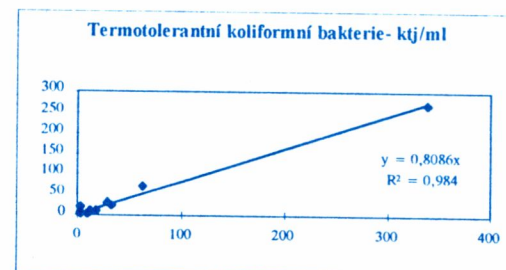
Vzhledem k tomu, že výsledky pracovníků ze stejné laboratoře jsou relativně horší než výsledky mezilaboratorní, potvrzuje se, že největší nepřesnosti při mikrobiologických analýzách jsou způsobeny osobními chybami pracovníků.

V následující části je demonstrována korelace výsledků 12 analýz koliformních a termotolerantních koliformních bakterií (Endo, přímý výsev), zpracovaných pracovníky dvou různých laboratoř. Vzorky nebyly paralelní, ale jednotlivě odebírané v jednom čase následně z jednoho profilu během roku. Regresní analýza ukázala vysokou korelaci výsledků z obou

laboratoř (viz obrázky 1a a 1b). Korelační koeficienty se prakticky neznížily ani po eliminaci dvou nejvyšších (tj. extrémních) hodnot.



Obr. 1a. Koliformní bakterie; lineární regrese výsledků stanovených odlišnými laboratořemi



Obr. 1b. Termotolerantní koliformní bakterie; lineární regrese výsledků stanovených odlišnými laboratořemi

Párový T-test na střední hodnotu prokázal, že výsledky obou laboratoř jsou shodné ($t\text{-stat. } 0,787417 < t\text{ krit. } 2,262159$). Variační koeficienty mezi jednotlivými párovými stanoveními však byly relativně vysoké (0–75 %!), u koliformních bakterií průměrně 29 %, u termotolerantních koliformních bakterií průměrně 23 %).

Použití referenčních materiálů v mikrobiologii vody

V současné době jsou dostupné dva typy referenčních materiálů, využitelné ke sledování jakosti práce v hydromikrobiologických laboratořích. V první řadě jde o referenční kultury poskytované Českou sbírkou mikroorganismů a v druhé řadě (významem však důležitější) jsou již dostupné první referenční materiály pro mikrobiologii s deklarovaným obsahem mikroorganismů, které lze využít i kvantitativně.

Referenční kultury mohou sloužit pouze ke kontrolám selektivity a rozlišovací schopnosti kultivačního média. Objednat lze řádově desítky (možná až stovky) druhů mikroorganismů na želatinových discích. Ty se pomnoží v neselektivním bujónu a vyrostlá kultura se očkuje na testované médium. Pro zhodnocení růstových vlastností kultury, a tudíž i vhodnosti použitého média (jeho senzitivity a selektivity), lze využít metodu ekometrie (podrobněji viz Mossel et al. [6]).

První referenční materiály (dále RM) pro mikrobiologii jsou holandské (Bilthoven), v ČR dodávané firmou Chemnea. Jde o želatinové kapsle naplněné mléčným práškem, který je uměle kontaminován definovanou bakteriální kulturou na požadovanou denzitu. Přestože tyto referenční materiály jsou vhodnější pro potravinářskou mikrobiologii a pro analýzy vod mají určitá omezení, jsou významným krokem v možnostech kontroly jakosti práce. Jejich využitelnost a omezení při mikrobiologické analýze vod je naznačena v *tabulce 1*.

Nyní se již v holandských laboratořích (např. WATERLEIDING MAAT-SCHAPPIJ OVERIJSEL NW, Zwolle) začínají používat jako referenční materiály místo sbírkových kmenů v želatinových kapslích přímo vzorky vody zmrazené v isotonním médiu. Tyto materiály však nejsou komerčně k dispozici a jejich příprava je zatím výrobním tajemstvím.

Závěr

Mikrobiologický rozbor vod má svá specifika daná především nestabilitou vzorků s nemožností opakování analýz, diskrétní povahou mikroorganismů a různými fenotypy hledané mikroflóry dané výskytem v pro ně zcela nefyziologickém prostředí (např. povrchová či upravená voda). Přesto je možné při dodržování metod stanovení dosáhnout kvalitních výsledků. Při hodnocení výsledků základních mikrobiologických ukazatelů jakosti vody (stanovení koliformních a termotolerantních koliformních bakterií) je nutno počítat s rozptylem výsledků 25 %. Na rozptylu se nejvíce podílejí nepřesnosti při homogenizaci a pipetování vzorků a při odečítání výsledků. Metody lze částečně zpřesnit zavedením médií s lepší diferenciací schopností (např. mFC médium ke stanovení termotolerantních koliformních bakterií). Je nezbytně nutné při analýzách povrchových vod provést dostatečný počet ředění, aby bylo možné odečítat ty misky, kdy vyrostlo předepsané rozmezí kolonií, a to i za cenu zvýšení nákladů na analýzu.

V současné době je možné kontrolovat jakost práce v mikrobiologické laboratoři pomocí holandských referenčních materiálů (RM a CRM, Bilthoven); vhodné je též využít výsledků mezilaboratorních porovnání.

Literatura

- [1] Baudišová, D., Benáková, I., Zajícová, P.: Jakost práce v mikrobiologické laboratoři (správnost a přesnost výsledků). Zpravodaj pro hydroanalytické laboratoře 26,17 s., v tisku.
- [2] ČSN ISO 8199 (75 78 10): Obecné pokyny pro stanovení mikroorganismů kultivačními metodami. 1994.
- [3] Drašar, V., Žilková, J., Holendová, E.: Operativní řízení jakosti mikrobiologických metod pomocí holandských RM. In: Häusler J. (Ed): Nové metody mikrobiologického rozboru vod. ČSMS Komise mikrobiologie vody, Lučina u Frýdku-Místku, 18.–19. září 1997, s. 68–74.
- [4] EAL- G18. Akreditace laboratoří provádějících mikrobiologická zkoušení. Kvalimetrie V. Řada příruček pro laboratoře, ČSNI, 1996.
- [5] Häusler, J.: Mikrobiologické kultivační metody kontroly jakosti vod. Díl II. Mikrobiologický rozbor vod. Ministerstvo zemědělství České republiky, 1994.
- [6] Mossel, D. A. A. et al.: Quality assurance of selective culture media for bacteria, moulds and yeasts: an attempt at standardization at the international level. Journal of Appl. Bacteriology 54(3): 313–327, 1983.
- [7] Suchánek, M. (Ed.): Validace analytických metod. Kvalimetrie VII. Řada příruček pro laboratoře, Eurachem-ČR, 1997.

SUMMARY

Correctness and Accuracy of Results from Microbiological Analyses of Water

The microbiological analysis of waters has specific features which are largely given by the instability of samples combined with the impossibility of repeating the analyses, by a discreet nature of microorganisms and by various phenotypes of the studied microflora which are given by the occurrence in a medium that is non-physiological for them (for example, surface or treated water). Nevertheless, if methods of determination are complied with, it is possible to achieve high-quality results. When assessing the results of the basic microbiological indicators of water quality (determination of coliform and thermotolerant coliform bacteria), it is necessary to make allowance for a 25 % dispersion variance of results. This dispersion variance is caused mostly by the inaccuracy arising at sample homogenization and pipetting, and at subtraction of results. The methods may partly be given more precision by introducing media with a better differentiation ability (for example, the mFC medium for determining thermotolerant coliform bacteria). For analyses of surface waters it

is necessary to perform a sufficient number of dilution operations in order that one may be able to subtract the dishes where a prescribed range of colonies has grown up, and that even at the cost of higher analysis expenses.

Currently it is possible to control quality of work at a microbiological laboratory by means of Dutch reference materials (RM and CRM, Bilthoven); it is also appropriate to use results from interlaboratory comparisons.

PRAKTICKÉ VYUŽITÍ PLASTIKOVÝCH LAHVÍ OD NÁPOJŮ JAKO VZORKOVNIC

Se vznikem plastických lahví, používaných jako obaly pro různé minerální vody, limonády, pitné vody apod., přibývá i znečištění našeho okolí a životního prostředí. Poslední dobou již vznikají nápady, jak tyto obaly dále využít. Jeden z těchto nápadů předkládám obci limnologů, hydrobiologů, botaniků a jiných příbuzných odborníků.

Jak vzorkovnici získáme?

To je velmi jednoduché. Prostě zakoupíme nějaký ten nápoj a vypijeme a obal uschováme.

Jak z obalu získáme vzorkovnici?

Vezmeme dvě stejné plastické láhve, pokud možno válcového tvaru bez zbytečných ozdobných zakřivení, jako má např. Dobrá voda nebo Aquila. První láhev uřízneme pokud možno nejvýše, v místech, kde se začíná zužovat hrdlo. Druhou láhev uřízneme tak, aby stěna láhve se dnem byla co nejširší. Do delší uříznuté láhve vložíme vzorek a kratší druhou lahví zavěsíme navléknutím.

K čemu jsou vzorkovnice použitelné?

Tyto vzorkovnice jsou velmi dobře použitelné pro vzorkování rybníčního nebo říčního sedimentu, dále je lze naplnit vzorky rostlin, sypkého materiálu (hnojiva, vzorky půd) apod.

Dobře uzavřené vzorky lze velmi dobře transportovat bez obav, že se vysypou, rozbijí, jsou dobře skladovatelné. Sypké nebo kašovité hmoty lze snadno vyndat a použitý obal buď omýt a znovu použít, nebo zahodit.

Ing. Václav Vojtěch



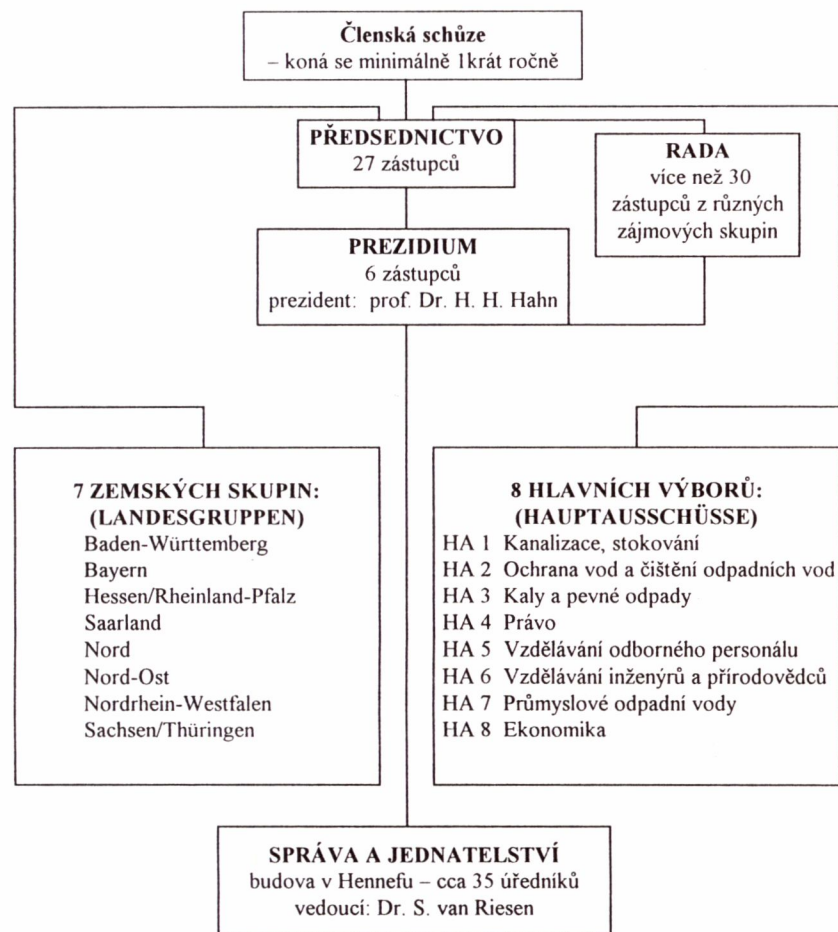
ATV (Die Abwassertechnische Vereinigung, e.V.) je největší německé odborné sdružení, které se specializuje na řešení vědeckotechnických, hospodářských a právních problematik v oblasti technologie odpadních vod a likvidace a využití odpadů. ATV vznikla v roce 1948 jako společensky prospěšný, politicky a ekonomicky nezávislý spolek.

Hlavním vytčeným cílem ATV je zlepšovat úroveň znalostí o čištění odpadních vod a zacházení s odpady, a tím podporovat zachování čistoty vod při zaměření se na všechna hlediska ochrany životního prostředí. ATV sdružuje odborníky v uvedených oborech a je v úzké vazbě na vědu a výzkum.

K hlavním úkolům ATV zvláště patří:

- vypracování a zdokonalování vlastního obsáhlého souboru pravidel (doporučení, standardy a normy) pro čistírenství a odpadové hospodářství (ATV-Regelwerk Abwasser-Abfall),
- spolupráce při vytváření specifických norem na národní i mezinárodní úrovni,
- shromažďování a publikace veškerých důležitých technických, právních i ekonomických informací z oboru čistírenství a hospodaření s odpady (vlastní publikační činnost formou časopisu *Korrespondenz Abwasser*, příruček a sborníků),
- spolupráce s městy, obcemi, sdruženími a průmyslem a jejich organizacemi (samospráva, vedení),
- spolupráce a výměna znalostí a zkušeností s příbuznými organizacemi doma i v zahraničí,
- realizace vzdělávacích programů (např. školení, zdokonalovací kurzy, semináře, kongresy),
- poskytování informací (např. bezplatné zodpovězení odborných písemných i telefonických dotazů),
- informace pro zájemce z řad laické veřejnosti (i formou brožurek na podporu osvěty),
- podpora vědy a výzkumu.

Organizační struktura ATV je zřejmá z následujícího schématu:



Hlavní výbory se dále člení na odborné výbory (FA – Fachausschüsse) a ty dále na pracovní skupiny (AG – Arbeitsgruppe). V čele každého hlavního výboru je předseda, v čele odborného výboru vedoucí

a v čele pracovních skupin mluvčí. Ve vedení zemských skupin je vedoucí. Podle uvedeného členění se např. HA 2 člení na FA 1 až FA 11, čímž se náplň činnosti více specifikuje (např. FA 2.6 – Zařízení k aerobnímu biologickému čištění odpadních vod). FA 2.6 se např. dále člení na AG 2.6.1 až AG 2.6.6, a tyto skupiny mají již značnou specializaci (např. AG 2.6.2 – Měření vnosu kyslíku za provozních podmínek). Při uvedeném třídění si každý člen ATV může zvolit spolupráci s některou z pracovních skupin podle okruhu svého zájmu.

Členská základna ATV čítá více než 13 000 členů, z nichž přibližně 55 % připadá na soukromé osoby (řádné členy) a přibližně 45 % na tzv. přidružené (podpůrné) členy.

Řádnými členy jsou např. inženýři, provozovatelé čistíren a kanalizací, technologové, přírodovědci a také projektanti a prodejci ze sektoru odpadních vod a odpadů. Podpůrnými členy jsou správní instituce na úrovni státu, jednotlivých zemí, měst a obcí, průmyslové podniky, živnostenské provozovny, inženýrské kanceláře, univerzity a další vysoké školy a jiné spolky pracovníků v čistírenství. Každý člen je zařazen v rámci příslušné zemské skupiny.

Členství v ATV nabízí bezplatné zaslání seznamu členů ATV a časopisu *Korrespondenz Abwasser* (KA), včetně pravidelných příloh KA-Betriebs-Info (informace z provozu) a Abfall-Brief (listy o odpadech). Časopis vychází měsíčně. Členství dále nabízí různé slevy při koupi publikovaných doporučení (ATV-Regelwerk Abwasser-Abfall) nebo jiných publikací (příručky, slovník pojmů atd.) a dále slevy na vzdělávací akce ATV. Každý člen má zdarma možnost získat odpověď na jakýkoliv dotaz v oblasti odpadních vod a odpadů. Přidružení členové mají navíc řadu dalších výhod – např. zdarma možnost představit jedenkrát svoji firmu v časopise KA v příslušné rubrice, bezplatné zařazení do databanky ATV nebo svolení k používání loga „člen ATV“ na korespondenci.

Výše členských poplatků je odstupňována podle druhu členství a finančních možností členů. Ročně platí individuální členové 135 DM, inženýrské, konzultační a dodavatelské firmy podle velikosti od 380 do 2 150 DM, vodárenské a čistírenské společnosti rovněž podle velikosti od 650 do 1 900 DM, obce a města podle počtu obyvatel od 290 do 3 200 DM a konečně vysoké školy, vodohospodářské úřady, výzkumné ústavy apod. jednotně 380 DM.

Naplňování programových cílů ATV nejvíce vypovídá propracovaný a stále se rozšiřující soubor doporučení (ATV-Regelwerk Abwasser-

-Abfall), normotvorná činnost na evropské úrovni a množství organizovaných kurzů, školení a dalších vzdělávacích akcí. ATV-Regelwerk Abwasser-Abfall sestává z listů návodů a doporučení (Arbeitsblatt nebo Merkblatt), které jsou vypracovány přibližně 1 000 odborníků v rámci jednotlivých výborů a pracovních skupin ATV. První cifra v označení se shoduje s číslem hlavního výboru (HA) – viz přehled ve schématu organizační struktury. Doporučení jsou v souladu s nejnovějšími poznatky a popisují i v praxi čistírenství nebo zpracování odpadu osvědčená zařízení. Evropská normotvorná činnost má stále rostoucí význam. Zde ATV aktivně spolupracuje v grémiích CEN. Tak se stává, že některá osvědčená doporučení ATV jsou *přímo přenesena* do evropských norem. Organizování vzdělávacích akcí se soustřeďuje na provádění základních kurzů pro obsluhu čistíren a kanalizace, kurzů pro pokročilé (např. pro mistry na čistírnách), seminářů a dalších odborných akcí pro inženýry a přírodovědce. V poslední době se organizuje stále více kontakt a výměna poznatků mezi čistírníky v bezprostředním sousedství (k tomuto účelu vznikají tzv. *sousedství čistíren*, kdy dochází k bezprostřední výměně mezi pracovníky ČOV při jejich vzájemných návštěvách v daném regionu).

ATV patří v současné době k nejprestižnějším organizacím svého druhu ve světě. O tom svědčí mj. i skutečnost, že v současné době je výkonný ředitel ATV Dr. van Riesen zároveň i generálním sekretářem evropské společnosti EWPCA (European Water Pollution Control Association) a prezident ATV prof. Hahn byl nedávno zvolen viceprezidentem světové vodařské společnosti IAWQ (International Association on Water Quality).

Uvedená informace dokládá, že organizační struktura i způsob fungování AČE ČR je do značné míry kompatibilní s ATV, takže po formální stránce nic nebrání intenzivnějším kontaktům s touto partnerskou organizací. Oficiální smlouva o přátelství a spolupráci mezi AČE ČR a ATV byla podepsána v září 1996 v Hennefu.

Ing. Milan Přibyl

SOUBORNÉ
INFORMACE

NOVÝ MEZINÁRODNÍ PROJEKT AČE ČR A ATV



Jak je naší čistírenské veřejnosti již známo z informací v odborném tisku, uzavřela AČE ČR s německou čistírenskou společností ATV (článek o ATV na jiném místě časopisu) v r. 1996 smlouvu o přátelství a spolupráci. Jedním z konkrétních důsledků této smlouvy je i snaha obou organizací o společné projekty financované jak z vlastních zdrojů, tak ze zdrojů mimo tyto dvě organizace. V r. 1998 podaly obě partnerské organizace společnou přihlášku projektu k problematice přenosu vědomostí a technologií v oblasti čistírenství a zpracování odpadů k Německé spolkové nadaci pro životní prostředí (Deutsche Bundesstiftung Umwelt – DBU). Po předchozím vyhodnocení tohoto projektu ze strany DBU se konalo dne 11. 6. 1998 setkání reprezentantů ATV a AČE ČR se zástupci DBU a Spolkového ministerstva životního prostředí. Z české strany podpořily tento projekt i obě příslušná ministerstva, tj. MŽP ČR i MZe ČR. Výsledkem tohoto jednání bylo přidělení grantu na řešení tohoto projektu ze strany DBU, a to na dobu tří let, s účinností od 1. července 1998.

Hlavním cílem projektu je zlepšení situace ve znečištění povrchových vod v ČR vypouštěnými odpadními vodami. Projekt je tak příkladem konkrétního naplňování bilaterální dohody mezi vládami SRN a ČR v oblasti ochrany životního prostředí, uzavřené dne 12. 12. 1995. Projekt by měl přispět k větší informovanosti odborníků v ČR na nejrůznější úrovni od vysokých škol a výzkumných institucí přes pracovníky projekce i provozu čistírenských zařízení až po zástupce rozhodovacích orgánů na úrovni místní i státní správy. Východiskem pro formulaci cílů tohoto projektu, jehož analogie je připravována i s obdobnými společnostmi v Polsku a Maďarsku, byl příspěvek prof. Wannera *Aims of Water Pollution Control in Central and Eastern European Countries* na semináři u příležitosti veletrhu IFAT 1996.

Jednotlivé části projektu budou pokrývat následující oblasti:

1. *Překlady a publikace článků z časopisu ATV Korrespondenz Abwasser*
AČE ČR vytvoří tým překladatelů, kteří kromě znalosti německého jazyka mají potřebné zkušenosti s čistírenskou problematikou a ter-

minologií. Tento tým bude měsíčně překládat jeden vybraný článek z časopisu *Korrespondenz Abwasser*, přičemž výběr článků budou zajišťovat odborníci AČE ČR a SOVAK. Tyto překlady budou publikovány v lichých měsících v *Čistírenských listech* v časopise *Vodní hospodářství*, v sudých měsících pak v časopise SOVAK.

2. Zaslání časopisu *Korrespondenz Abwasser* na vybraná pracoviště v ČR

AČE ČR vybrala šest vysokoškolských pracovišť v ČR, na které bude po dobu tří let zasílat bezplatně každý měsíc dva exempláře časopisu *Korrespondenz Abwasser*. Byly vybrány takové katedry či ústavy, které mají ve své náplni odvádění a čištění odpadních vod či zpracování kalů a odpadů. Navíc bude AČE ČR zasílat tento časopis i na resortní ministerstva MŽP ČR a MZe ČR.

3. Slovník odborných pojmů *Odpadní vody – Odpady*

V průběhu let vytvořila ATV slovník odborných pojmů z oblasti odpadních vod a odpadů. Tento slovník obsahuje v současné době cca 4 000 odborných výrazů v německém, anglickém, francouzském, španělském a portugalském jazyce. Tým odborných překladatelů vytvořený AČE ČR zajistí překlad těchto termínů i do češtiny, přičemž rozšířená verze bude uspořádána tak, aby bylo možno hledat české ekvivalenty podle německých či anglických originálů. V současné době se v souladu s posledními trendy vyvíjí v ATV i verze slovníku na CD-ROM s vizualizací těchto odborných pojmů pomocí obrázků či videoklipů.

4. Překlady norem ATV – *Regelwerk Abwasser – Abfall* a příslušných komentářů

V rámci projektu zajistí AČE ČR každý rok odborný překlad a vydání cca 10 vybraných norem, předpisů a komentářů ATV. Tyto normy ATV dnes zohledňují i poslední vývoj norem Evropské unie zavádných v zemích EU. Vzhledem k nedostatečné úrovni školení čistírenského personálu v ČR se v rámci tohoto projektu přeloží i příručka ATV *Základní kurz odpadních vod – 1 000 otázek a odpovědí k přípravě a zkoušení obsluhovatелů kanalizací a čistíren*.

5. Společné odborné akce ATV a AČE ČR

Projekt přispěje i k organizování společných odborných akcí pro české a německé odborníky v ČR. Příkladem těchto akcí mohou být

česko-německá kolokvia o čištění odpadních vod konaná u příležitosti výstavy ENVIBrno. V rámci tohoto projektu se plánuje i výraznější účast odborníků z Německa na mezinárodní konferenci AČE ČR *Odpadní vody – Wastewater '99* v Teplicích i výrazná finanční podpora pro účast odborníků z ČR mladších 35 let.

6. Setkání s německými odborníky

AČE ČR zajistí v rámci projektu i možnost přímého kontaktu českých čistírenských odborníků z Německa při jejich návštěvách v ČR. Příležitostí k prvnímu takovému setkání bude již konference *Odpadní vody – Wastewater '99* v Teplicích, před níž se uskuteční setkání s delegací německých expertů na VŠCHT Praha.

Na druhé straně umožní ATV za výhodných podmínek účast členů AČE ČR na odborných akcích ATV v Německu. První takovou akcí bude účast delegace AČE ČR na kongresu ATV v Brémách v září 1998 u příležitosti oslav 50 let trvání ATV. Vzhledem k tomu, že v r. 1999 se bude v květnu v Mnichově konat veletrh IFAT s doprovodným programem ATV a EWPCA, umožní ATV účast 20 odborníků z řad AČE ČR na těchto akcích bezplatně s finanční podporou cestovních a pobytových nákladů.

7. Katalog firem působících v oblasti čistírenství a odpadů

ATV má dnes k dispozici katalog firem působících v této oblasti v Německu a dalších evropských zemích, který obsahuje hesla o jednotlivých firmách v němčině a angličtině. Tento katalog bude AČE ČR bezplatně rozeslán všem odběratelům časopisu *Vodní hospodářství*. Kromě toho připravuje AČE ČR v rámci projektu možnost vstupu českých firem do tohoto katalogu za výhodných podmínek.

8. Odborné informace ATV na CD-ROM

ATV dnes vytváří své produkty i na těchto moderních nosičích. Tyto produkty bude AČE ČR zasílat opět bezplatně na stejná pracoviště jako časopis *Korrespondenz Abwasser*.

ATV i AČE ČR očekávají, že se v průběhu řešení projektu podaří v ČR vytvořit natolik příznivou situaci pro vlastní organizační a vydavatelskou činnost, aby i po skončení projektu mohla v ČR úspěšně fungovat čistírenská společnost obdobná ATV, která dnes patří ke špičkovým světovým organizacím tohoto typu.

Jiří WANNER

MEMBRÁNOVÉ PROCESY

Ing. IRENA Pohlová, Ing. MARTINA Šafaříková
Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Praha

Úvod

Membránové procesy jako druh separačních operací se vyvinuly během posledních třiceti let. Společným znakem všech membránových procesů je membrána, která je definována jako nedokonalá polopropustná bariéra mezi dvěma fázemi, dovolující preferovaný transport jedné komponenty vstupního proudu do produktu. Důležitou roli zde hrají velikost a tvar částic a pórů membrán, v některých případech je významný i vliv náboje nebo smáčivost povrchů separovaných částic a membrány a další faktory. Do první generace nyní již běžně používaných membránových procesů patří mikrofiltrace (MF), ultrafiltrace (UF), reverzní osmóza (RO), elektrodialýza (ED) a dialýza (D). Do druhé generace řadíme dělení plynů (GS), pervaporaci (PV), membránovou destilaci a separaci kapalnými membránami (LM). Dnes zahrnuje tato skupina asi 15 technologických postupů [1].

Dělení membránových procesů

Membránové postupy můžeme rozdělit podle hnací síly, která způsobuje transport látky membránou, do čtyř skupin:

- tlakové membránové procesy,
- koncentrační membránové procesy,
- teplotní membránové procesy,
- membránové procesy, jejichž hnací silou je rozdíl elektrického potenciálu.

Nejčastějším druhem hnací síly je diference tlaku nebo koncentrace (aktivity) na protilehlých stranách membrány. Tyto parametry můžeme zahrnout do jediného – chemického potenciálu. Jiným typem hnací síly je rozdíl teplot nebo elektrický potenciál, který ovlivňuje transport částic charakterizovaných nábojem [1]. Základní rozdělení membránových procesů podle jejich hnací síly je uvedeno v *tabulce 1*.

Tlakové membránové procesy se dělí podle velikosti částic, které se jimi odstraňují. Schematické vyjádření separační schopnosti jednotlivých procesů podle velikosti částic je uvedeno na *obr. 1*.

Jde o procesy, jejichž hnací silou je diference tlaku na protilehlých stranách membrány. Jednotlivé procesy mohou být použity jednak pro zakoncentrování nebo naopak k ředění (čištění) roztoků. Druh membrány, tj. velikost pórů a rezistence použitého materiálu, se určuje na základě velikosti oddělovaných částic a chemických vlastností roztoku. Princip jednotlivých procesů je shodný a jednotlivé metody se liší použitým pracovním tlakem a typem membrány [1].

Koncentrační membránové procesy – jsou založené na spontánní difuzi látky z místa vysokého chemického potenciálu do místa, kde je jeho hodnota nižší. Podle struktury a funkčních skupin membrány rozlišujeme procesy na membránách tuhých (polymerních) a kapalných. Jednotlivé procesy se odlišují v řadě aspektů a podobnost není tak velká, jako je tomu u procesů tlakových. Permeabilita membrány pro transportovanou látku závisí na afinitě penetrantu a membrány, která určuje koncentraci látky v membráně, a tím i mobilitu polymerních segmentů nebo celých řetězců. Při separaci plynů je většinou tato interakce malá, při pervaporaci nebo dialýze může naopak bobtnání polymeru způsobit změnu difuzního koeficientu až o 10 řádů [1].

Teplotní membránové procesy – podstatou těchto procesů je membrána oddělující dvě fáze o rozdílné teplotě, v důsledku čehož přechází teplo z místa vyšší teploty do místa, kde je teplota nižší. Tento přechod je doprovázen i převodem hmoty (termomodifuze, termoosmóza), nedochází však k fázovému přechodu [1].

Membránové procesy, jejichž silou je rozdíl elektrického potenciálu – jsou založené na schopnosti iontů nebo molekul nesoucích

Tabulka 1. Dělení membránových procesů podle hnací síly [1]

Rozdíl tlaku	Rozdíl koncentrace	Rozdíl teploty	Rozdíl elektrického potenciálu
mikrofiltrace	pervaporace	termoosmóza	elektrodialýza
ultrafiltrace	separace plynů	membránová destilace	elektroosmóza
nanofiltrace	dialýza		
reverzní osmóza	kapalné membrány		
piezodialýza			

VELIKOST ČÁSTIC (µm)	IONTY		MOLEKULY		MAKROMOLEKULY	MIKROČÁSTICE	MAKROČÁSTICE
	0,001	0,01	0,1	1,0	10	100	1000
MOLEKULOVÁ HMOTNOST	10 ²	10 ³ 10 ⁴	10 ⁵	5 · 10 ⁵			
LÁTKY V PŘÍRODNÍCH VODÁCH	IONTY	SOLI PESTICIDY	VIRY	BAKTERIE		ŘASY A PRVOCI	ZOO-PLANKTON
		CUKRY	HUMINOVÉ KYSELINY	KOLOIDY			PÍSEK
SEPARAČNÍ PROCES	RO	NMF	UF	MF		FILTRACE	S KOAGUL. BEZ KOAGUL.

Obr. 1. Velikost částic a metoda jejich odstranění [2]

náboj převádět elektrický proud. Dělí se záporně nabitě částice od částic nabitých kladně podle jejich migrace k příslušným elektrodám.

K řízení této migrace slouží ionexové membrány transportující kationty (katexové membrány) nebo anionty (anexové membrány). Kromě elektrodiálýzy sem patří odvozené procesy jako membránová elektrolyza a nově rozvíjený obor využívající bipolárních membrán [1].

Požadavky kladené na membrány

Membrány, které jsou společným prvkem všech membránových procesů, však musí splňovat následující požadavky:

- vysoká rozdělovací schopnost (selektivita),
- vysoký měrný výkon (permeabilita),
- chemická stálost proti vlivům zpracovávaných látek,
- neměnnost charakteristik během provozu,
- dostatečná mechanická pevnost,
- odolnost proti mechanickému poškození při montáži, dopravě a skladování,
- nízká cena [3].

Materiály a uspořádání membrán

Materiály používané pro výrobu membrán musí splňovat požadavky na ně kladené, především mechanickou odolnost a pevnost, chemickou stálost a v neposlední řadě také příznivou cenu. Používané materiály můžeme rozdělit do tří skupin [1], [3], [4]:

1. Polymery – acetát celulózy, estery celulózy, deriváty celulózy
 - polypropylen PP
 - poly(tetrafluorethylen) (teflon) PTFE
 - poly(vinylidenfluorid) PVDF
 - polykarbonát PC
 - polysulfon PSf, poly(ethersulfon) PESf, sulfonovaný polysulfon
 - polyimidy, poly(etherimidy) PI, PEI
 - polyamidy (alifatické) PA
 - polyakrylonitril, blokové kopolymery polyakrylonitrilu.
2. Keramika – Al₂O₃, ZrO₂, TiO₂, SiO₂.
3. Kovy – paladium, wolfram, stříbro.

Membrána se obvykle skládá z ultratenké husté vrstvy polymeru – membránová bariéra – uložené na porézní vrstvě jiného polymeru [4].

Vlastní membránová zařízení pro tlakové membránové procesy se skládají z několika částí [3]:

- membránových modulů,
- čerpadel – odstředivých, pístových, membránových,
- nádrží na nástřik a permeát, výměník tepla pro chlazení nebo ohřev nástřiku,
- potrubí a armatur,
- měřicích zařízení – tlakoměrů, teploměrů, měření průtoku permeátu a nástřiku.

Membrány jsou umístěny různým způsobem v tzv. modulech. Rozlišujeme několik základních typů modulů [2], [3]:

- plochý, deskový,
- trubkový, s dutými vlákny,
- spirálově vinutý.

Výhody a nevýhody membránových procesů

Výhody membránových procesů mohou být shrnuty následovně:

- separace může být prováděna kontinuálně,

- obecně velmi nízká spotřeba energie,
- snadná kombinovatelnost membránových procesů s jinými separačními technikami,
- separace probíhá za mírných podmínek,
- snadné rozšiřování procesu,
- vlastnosti membrán jsou variabilní a mohou být nastaveny,
- nepoužívají se přídavné látky,
- výborná dělicí schopnost v oblasti malých rozměrů částic (koloidy, makromolekulární látky atd.),
- kontinuální charakter a snadná automatizace,
- široký rozsah pracovních teplot v závislosti na charakteru separované směsi a materiálu membrány [1], [3], [4], [5],
- výkon v podstatě nezávisí na obsahu solí v upravované vodě (u ionexových technologií velikost zařízení a spotřeba chemikálií stoupá přibližně úměrně s obsahem solí v upravované vodě) [6].

K nevýhodám naopak patří:

- omezená životnost membrán,
- poměrně nízká selektivita v některých případech,
- snižování efektivity procesu vlivem povrchových jevů na membránách [1],
- náročnost na předúpravu vody,
- často vyšší investiční náklady než např. u ionexových technologií [6].

Použití membránových procesů

Membránové procesy mají široké uplatnění. Uplatňují se v průmyslu chemickém, potravinářském, farmaceutickém, v biologii, energetice a elektrotechnickém průmyslu. Lze jich využít při úpravě vody pro pitné, technologické a jiné účely, pro čištění odpadních a oplachových vod, získávání druhotných surovin z odpadních vod k opětovnému využití apod. [3], [5].

Výhodou membránových procesů při úpravě vody je jejich schopnost produkovat vodu konstantní a dobré kvality a úprava vody bez přídavků chemikálií do vody surové [4]. K nejúčinnějším způsobům úpravy vody patří v současné době mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmóza. Uvedené způsoby jsou založené na schopnosti membrán separovat z upravené vody částice různých velikostí [7] (viz obr. 1).

Membránové procesy mají široké využití rovněž při čištění odpadních vod průmyslových, při dočišťování vod obsahujících biologicky

neodbouratelné látky a využívají se pro regenerace lázní a zpětné využití některých surovin.

Literatura

- [1] Separční a analytické metody v ochraně životního prostředí, Sborník přednášek, Ústav makromolekulární chemie AV ČR 1996, Praha.
- [2] Grünwald, A., Macek, L.: Úprava vody membránovými způsoby, SOVAK 6, 1997, č. 7–8.
- [3] Mikulášek, P.: Aplikace tlakových membránových procesů při zpracování odpadních vod, EKO–Ekol. Spol. 6, 1995, č. 2.
- [4] Vostrčil, J.: Membránová filtrace při úpravě vod, VTEI 35, 1993, č. 1–2.
- [5] Janák, P.: Membránové separační procesy při čištění textilních odpadních vod. In: Chemické procesy při úpravě a čištění vody, Pardubice, DT ČSVTS 1988.
- [6] Hübner, P., Kadlec, V.: Zkušenosti s reverzní osmózou. Technické zprávy ČKD Dukla, 27, 1990.
- [7] Šefcová, H.: K hygienické problematice dezinfekce pitné vody ultrafiltrací, SOVAK 4, 1995, č. 4.



To se rozumí, že jako vodohospodář mám spoustu problémů, kupříkladu teď mi třeba chybí deštník. (I. Svoboda)

PŘÍLIVOVÁ ELEKTRÁRNA RANCE

O Francii je známo, že se vymyká svým přístupem ke zdrojům elektřiny – se svými 77 % elektrické energie vyrobené v jaderných elektrárnách je světovou špičkou. I v případě využití mořské energie drží světové prvenství.

V okouzující Bretani, několik kroků od středověkého města Saint-Malo, stojí v ústí řeky la Rance jeden ze současných divů světa: přílivová elektrárna Rance. Velký rozdíl hladin mezi odlivem a přílivem, dosahující díky zádrži západních mořských proudů sousedním poloostrovem Cotentin a pozvolným stoupáním mořského dna k pobřeží rozdílu až 13,5 m (za rovnodennosti), je pro takový účel velice vhodným místem.

Něco historie

Nejstarší nálezy vodních mlýnů využívajících energie pohybu mořských hladin sahají až do 13. století. Některá z těchto zařízení byla v okolí Mont Saint-Michel v provozu ještě na počátku tohoto století. S rozšířením elektřiny se přirozeně obrátil zájem i na využití přílivové energie k její výrobě. Revue Générale d'Electricité z roku 1918 uvádí 87 patentů týkajících se výroby elektrické energie z přílivu. Nejstarší z nich je z roku 1971. Myšlenka stavby moderní přílivové elektrárny v tomto místě vznikla někdy před druhou světovou válkou. Po 25 letech studií, výpočtů, modelování, výběru a zkoušek odolných materiálů a dalších příprav bylo v lednu 1961 započato s vlastní stavbou zapouštěním pilotů kolem budoucí přehrady a vyčerpáním vody ze stavební jámy. Celých dvacet let probíhal výzkum materiálů odolných mořské vodě – jak stavebních, tak i konstrukčních. Důkazem úspěšnosti v této oblasti je skutečnost, že za třicet let provozu (160 000 h), kdy bylo podle plánu započato s opravami soustrojí, nemusela být žádná z turbín odstavena pro poruchu. Stavba byla slavnostně otevřena prezidentem Francouzské republiky generálem de Gaullem 26. listopadu 1966 a poslední z 24 turbín byla spuštěna o rok později.

Něco techniky

Přehrada 750 m dlouhá a 13 m vysoká je zakotvena v granitovém podloží. Zadržuje 184 mil. m³ vody v jezeru o ploše 2 200 ha. Špičkový okamžitý průtok dílem je 18 000 m³/s. Na levém břehu je montážní

hala se vstupní šachtou pro dopravu materiálu pod zem. Šachta má průměr 12 m a sahá do hloubky 7 m. Těsně u břehu je vybudována lodní propust o rozměrech 65 × 13 m. Vodorovná část transportní šachty vede pod ní. Stavba pokračuje vlastním tělesem elektrárny dlouhým 410,8 m. Uvnitř je vybudovaná hala 390 × 33 m, rozdělená do 28 oddílů: pro 24 soustrojí, 3 oddíly transformátorů a velín. Přehrada pokračuje 163,6 m sypané hráze, která je svou pravou částí zakotvena do skalnatého ostrůvku Chalibert. Zbytek mezi skálou Chalibert a pravým břehem tvoří 115 m přehradního tělesa se šesti průchody pro případné vyrovnávání hladin. Pohyblivé, hydraulicky ovládané vozíky dovolují přepustit až 9 600 m³/s při rozdílu hladin 5 m. Po koruně hráze a po stropě elektrárny vede silnice, která zkrátila cestu mezi Saint-Malo a Dinardem o 30 km. Přes propust je silnice převedena dvěma zvedacími mosty.

Moderní technika umožnila splnit odvěký sen stavitelů přílivových mlýnů: využívat jak příliv, tak i odliv. Zcela počítačově řízená elektrárna tak dovoluje vyrábět elektřinu v době, kdy je jí zapotřebí. Každá z 24 axiálních čtyřlopatkových Kaplanových turbín je konstruována pro obousměrný provoz a může pracovat buď jako turbína, nebo jako čerpadlo. Turbína o průměru 5,35 m váží 470 tun a pracuje při 93,75 otáčky za minutu. Turbíny jsou přímo spojeny na společné ose se vzduchem chlazeným generátorem. Průtok soustrojím je 275 m³/s. Jmenovitá kapacita soustrojí je 10 MW. Vždy čtyři soustrojí mají společné ovládání (náklon lopatek, buzení, regulaci průtoku).

Jak pracuje

Elektrárna pracuje v dvoučinném provozu, využívajícím přílivu i odlivu. Turbíny mohou navíc po vyrovnání hladin přečerpávat další vodu a zvednout účinnou výšku zadržené vody až o další dva metry, či při odlivu odčerpát další vodu z přehrad. Tím se významně prodlouží doba, po níž jsou rozdíly výšek hladin dostatečné pro provoz turbín.

Schéma sice vypadá jednoduše, avšak řídicí algoritmus musí brát v úvahu nejen příliv, jehož maximum se mění s denní i roční dobou, ale i potřebu energie v tom okamžiku a řadu dalších faktorů, z nichž ekologické patří mezi rozhodující. Celý systém je totiž regulován s ohledem na zachování biologické rovnováhy v okolí.

Závěr

Elektrárna s 58 zaměstnanci produkuje ročně 600 mil. kWh. Probíhající rekonstrukce soustrojí, rozvržené na deset let, zaměstnávají

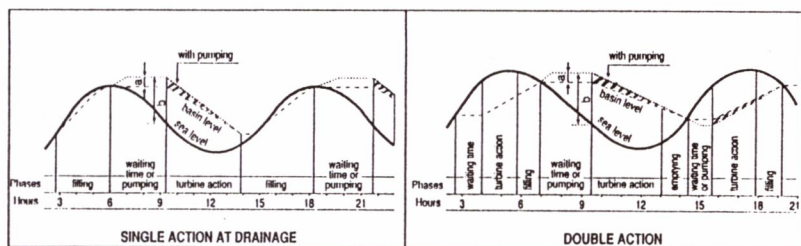


Schéma průběhu jednočinného provozu použitelného pouze při vypouštění nádrže a dvoučinného provozu s dočerpáváním. (Převzato z reklamního prospektu *Electricité de France, The Rance's Tidal Power Station*)

dalších 30 lidí. Každý rok přiláká tento zázrak techniky několik set tisíc návštěvníků.

Ročně věnuje elektrárna přes půl milionu franků na ekologické výzkumy související s vlivem stavby na životní prostředí. Přesto, že byly přerušeny toku zcela změněny hydrodynamické poměry v širokém okolí, což mělo za následek mizení flóry, mořské fauny a mnoha ptáčích druhů, poslední výzkumy ukazují, že po letech došlo k rovnováze, která dosáhla bodu odpovídajícímu přirozenému vývoji. *Electricité de France* věnuje značné prostředky nejen na výzkum vlivů svých zařízení na přírodní prostředí, ale i na popularizaci svých ekologických opatření a výhod netradičních zdrojů, čímž cíleně a účinně ovlivňuje veřejné mínění. Jaký kontrast k arogantnímu přehlížení veřejného mínění staviteli jaderných elektráren v některých jiných zemích!

PŘEČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNA DLOUHÉ STRÁNĚ

Přečerpávací vodní elektrárny umožňují vedle pohotového dodávání elektrické energie zejména v období špiček i účelné využití přebytečné elektrické energie získávané z méně flexibilních zdrojů. ČEZ vlastní celkem tři takové systémy s celkovým instalovaným výkonem 1 145 MW. Elektrárna Dlouhé Stráně z roku 1996 je z nich nejmladší a současně s instalovanými 650 MW výkonu největší. Projektovaná roční výroba je 997,8 milionu kWh. Následují Dalešice (1978, 450 MW) a Štěchovice II (1948, rekonstrukce 1996, 90 MW).

Elektrárenský systém Dlouhé Stráně byl vybudován v Chráněné krajině oblasti Jeseníky. Horní nádrž byla postavena na vrcholu hory

Dlouhé Stráně ve výšce 1 350 m nad mořem (kóta hladiny plné nádrže 1 348,00 m n. m., kóta hladiny vypuštěné nádrže je 1 326,20 m n. m.). Temeno hory bylo odstraněno, jeho střed vytěžen a získaný materiál byl hromaděn na obvodu, čímž vznikla nádrž o objemu 2,72 mil. m³. Dokonalé a náročné utěsnění nádrže zajišťuje téměř absolutní vodotěsnost: průsaky vody se pohybují v litrech za sekundu (!). Účinný rozdíl hladin činí 22 m.

Horní nádrž je spojena s podzemní elektrárnou dvěma tunely o průměru 3,6 m a délce 1,5 km. Hlavní umělá jeskyně, v níž jsou umístěna dvě reverzní soustrojí, každé o jmenovitém výkonu 325 MW, je vysoká 50 m a má průmět 25,5 × 50 m. Transformátorovna, též umístěná v podzemí, má rozměr 16 × 117 × 21,5 (výška) m. Další pomocné komunikační, technologické, větrací a skladovací tunely jsou celkem 8,5 km dlouhé. Za turbínami ve výšce 767,20 m n. m. začínají dva odpadní tunely, mírně stoupající do dolní přehradní nádrže v údolí Divoké Desné; její hladina se pohybuje mezi 822,70 a 800,50 m n. m.; účinný objem činí 3,4 mil. m³.

Reverzní turbíny Francisova typu jsou umístěny vertikálně na společném hřídeli s generátorem. Vyrobený výkon o napětí 400 kV je veden z transformátorovny kabelovými vodiči do vývodového pole a venkovním vedením do 52 km vzdálené rozvodny v Krasíkově. Celý systém je ovladatelný z objektu v blízkosti údolní nádrže, architektonicky řešeném v horském stylu. Velín se však využívá pouze pro nouzové, havarijní a cvičné ovládání. Vlastní řízení probíhá z Ústředního energetického dispečinku v Praze. Soustrojí je schopno najet na plný výkon během 100 sekund. Význam této pružnosti je neocenitelný při pohotovosti regulaci výkonu a frekvence v síti. Využívání takto pružného zdroje (a akumulátoru) energie je velkým ekologickým počinem, který dovolil snížit množství spalovaného uhlí v parních elektrárnách.

Poutníkovi, který v šedesátých letech pílil od Švýcarska k Pradědu, se po pravici odhalil úděsný pohled na uříznutý, zaprášený a devastovaný kopec zvaný Dlouhé Stráně, pohled, při němž píchlo u srdce. Dnešní návštěvník vodního díla má mnoho důvodů k odpuštění: jizvy jsou již téměř zahojeny a cílená rekultivace vrací prostředí přírodní vzhled. Rozsáhlost stavby, zejména jejich skrytých částí, pak budí v laikovi obdiv a úctu k technické a stavitelské dovednosti dnešní doby.

ING. IVAN KORUNA, CSc.

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

Určeno pracovníkům zabývajícím se problematikou vodního hospodářství, pracovníkům státní správy a samosprávy, vodohospodářských podniků a organizací a podnikovým vodohospodářům.

Dohledací pošta Praha 07

Podávání novinových zásilek povoleno Českou poštou, s. p., Odštěpným závodem Praha, čj. nov 5385/95 ze dne 8. 8. 1995

Vychází měsíčně.

Redakční rada:

Ing. Ivan Koruna, CSc. (předseda), Ing. Josef Beneš (místo-
předseda), Ing. Jan Bartáček, CSc., Ing. Karel Hartig, CSc.,
RNDr. Ladislav Havel, CSc., Ing. Daniela Joklová, Ing. Václav
Jirásek, doc. Ing. Jan Koller, CSc., Ing. Magdalena Konvičková,
Ing. Bohuslava Kulasová, Ing. Josef Matějčík, CSc., Ing. Bohu-
mil Müller, prof. Ing. Jaroslav Pollert, DrSc., RNDr. Hana Prcha-
lová, Ing. Petr Soukup, Ing. Václav Svejkský, Ing. Jan Vilímeč,
doc. Ing. Ladislav Žáček, DrSc.

Redaktor: Josef Smrták

Redakce: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
Podbabská 30, 160 62 Praha 6
tel. 243 108 34
fax 243 104 50

Tisk VUŠTE ENVIS, Praha 6

Číslo 9

Cena Kč 10,-

CONTENTS

IWSA + IAWQ = IWA (Wanner J.)	287
PUBLICATIONS	290
CONFERENCES	
The 8 th Magdeburg Seminar on the Protection of Waters (Spoustová J.)	291
WASTEWATERS	
The Database of Municipal Activation Wastewater Treatment Plants (Bindzar J., Koller J.)	295
WATER ANALYSES	
Correctness and Accuracy of Results from Microbiological Analyses of Water (Baudišová D.)	299
FROM ABROAD	
The ATV (Abwassertechnische Vereinigung) — a Partnership Association of the AČE ČR (Association of Wastewater Treatment Experts of the Czech Republic) in Germany (Příbyl M.)	309
WATER-SUPPLY ENGINEERING	
The Membrane Processes (Pohlová I., Šafaříková M.)	316
GENERAL INFORMATION	
A New International Project of the AČE ČR and the ATV (Wanner J.)	313
The Tidal Power Station at Rance (Koruna I.)	322

