

# WTETI

VODOHOSPODÁŘSKÉ  
TECHNICKO - EKONOMICKÉ  
INFORMACE

**12/1995**

## OBSAH

Výuka zdravotního inženýrství na FSV ČVUT v Praze (Mach M., Grünwald A.).....	407
VODNÍ TOKY	
Kvalita vody v Ohři a jejích přítocích (Zahrádka V.).....	412
ODPADNÍ VODY	
Separace biologického kalu v dosazovacích nádržích (Šedivý J.).....	419
VODÁRENSTVÍ	
Některá zahraniční komerční srážedla fosforečnanů (Vostrčil J.).....	422
SOUBORNÉ INFORMACE	
Atmosférická depozice látek (Budská E.).....	431
Rejstřík za rok 1995.....	440
Hydrologická bibliografie za rok 1994 (Jelenová M.) 4. s. obálky	

Na 3. straně obálky zimní záběr Úpy ve Velké Úpě  
(foto Z. Šámalová)

## VÝUKA ZDRAVOTNÍHO INŽENÝRSTVÍ NA FSV ČVUT V PRAZE

*Doc. ing. Mojmír Mach, CSc.*  
*Doc. ing. Alexander Grünwald, CSc.*  
ČVUT FAKULTA STAVEBNÍ, PRAHA

Nové úkoly a zejména nové přístupy k řešení akutálních problémů v praxi kladou na výuku posluchačů Stavební fakulty ČVUT v Praze, obor zdravotního inženýrství zvýšené nároky. Souvisí to především s potřebou lepší orientace absolventů v oboru, chápáním problémů v širších souvislostech a systémovým přístupem při jejich řešení. Seminář zaměřený k výchově vodohospodářů v ČR objasnil hlavní příčiny současného sníženého zájmu posluchačů o některé obory vodního hospodářství i cesty k jeho odstranění. Podle převládajících názorů by nemělo docházet k větší diferenciaci či specializaci při studiu vodohospodářských oborů. Studenti by měli absolvovat obsáhlejší základní kmen studia vodohospodářského inženýrství a teprve ve druhé, popř. závěrečné části studia se specializovat. V tomto smyslu se připravují také nové učební osnovy a přizpůsobuje se náplň jednotlivých předmětů základního kmene studia i volitelných předmětů.

V současné době katedra zdravotního inženýrství (KZI) zajišťuje výuku předmětů, které jsou přehledně uvedeny v *tabulce 1*. Pro obor Inženýrství životního prostředí navíc katedra zajišťuje výuku předmětů: Voda a ovzduší, Hydrobiologie, Čistota vod, Úprava a čištění odpadních vod a Preventivní toxikologie.

Jedním z pedagogických úkolů katedry je také zajišťování celoživotního vzdělávání odborníků v oborech "zdravotní inženýrství" a "městské inženýrství". Na výuce předmětů v oboru "městské inženýrství" se přitom podílejí i pracovníci Katedry technologie staveb a Katedry rozvoje sídel a regionů.

Na zájem zahraničních studentů o studium v ČR reagovalo ČVUT vyhlášením programu internacionalizace studia. V na-

**Tabulka 1.** Předměty vyučované pracovníky katedry zdravotního inženýrství

Semestr	Předn.	Cvičení	Název
4	2	3	Hydrochemie a hydrobiologie
5	2	0	Inženýrské sítě
7	0	3	Komplexní projekt, zdravotní inž. 1
7	3	1	Úprava vody a čištění odpadních vod
7	2	1	Vodárenství
8	0	3	Komplexní projekt, zdravotní inž. 2
8	2	1	Stokování
7	2	0	Vliv odvodnění měst. aglomerací na ŽP
7	0	2	Základy monitorování měst. povodí 1
7	2	0	Zřídelnictví
8	2	0	Speciální metody úpravy vody
8	2	0	Vybrané statě z čištění odpadních vod
8	0	2	Základy monitorování měst. povodí 2
9	0	3	Komplexní projekt, zdravotní inž. 3
9	2	0	Lázeňství
10	2	1	Čistota vod
9	0	2	AIU ve vodárenství a inž. sítích
9	2	0	Inženýrský urbanismus
9	1	2	Experimentální metody ve zdr. inž.
9	2	0	Odvodňování spec. objektů a provoz stokových sítí
9	2	0	Provoz čistíren odpadních vod
9	2	0	Unifikace inženýrských sítí
9	2	0	Vodárenské soustavy
9	0	2	Vodohosp. soustavy v urban. povodích
10	2	0	Čištění průmyslových odpadních vod
10	2	0	Čerpací a regulační technika

10	2	0	Energetické a telekomunikační sítě
10	1	2	Experimentální metody ve zdr. inž. 2
10	2	0	Intenzifikace inženýrských sítí
10	2	0	Provoz vodohospodářských řadů
9	2	0	Malé a domovní čistírny
9	2	0	Technická mikrobiologie
	2	0	Vodohospodářská a lázeňská technika

**Tabulka 2.** Předměty přednášené v cizím jazyce

Semestr	Předn.	Cvič.	Název
5	2	0	Stadttechnische Netze
7	2	0	Water Supply and Sanitation
7	2	0	Water Supply Engineering
7	1	2	Experimental Methods in Sanitary Eng.
7	2	0	Advanced Water Treatment
7	2	0	Impact of Urban Drainage on Environment
9	2	0	Toxicology
10	1	0	Industrie Abwässer

bídce FSv je KZI zastoupena předměty vyučovanými v anglickém a německém jazyce, uvedenými v *tabulce 2*.

V letním semestru t.r. katedra zajišťovala práce na projektu jednoho studenta ze Skotska, do zimního semestru se hlásí dvě studentky z USA a dva studenti z Velké Británie. Formou doktorandského studia si na katedře zvyšují svoji kvalifikaci v současné době dva absolventi, do nového ročníku se hlásí další tři, z toho jeden z Egypta.

V roce 1995 KZI vypsala soutěž "O cenu profesora Hráského". Jejím cílem je podnítit zájem posluchačů o studovaný obor a umožnit jim získat první zkušenosti z prezentace vlastní práce. Cena se uděluje nejlepší studentské práci v oblasti návr-

hu, řešení, projektování, výstavby a provozu v oborech péče o čistotu vod, vodárenství, stokování, čištění odpadních vod, inženýrských sítí a balneotechnice. Sponzorství převzaly Severočeské VaK, a.s., Teplice s následujícími finančními odměnami: I. cena 15 000,-Kč, II. cena 7 000,- Kč, III. cena 3 000,- Kč.

Nedílnou součástí výuky na katedře je vědeckovýzkumná činnost, na které se formou studentských vědeckých sil podílejí také posluchači vyšších ročníků (t.č. 8 posluchačů). V současné době jsou formou grantů různé úrovně řešeny úkoly uvedené v *tabulce 3*. Začátkem letošního roku byly zahájeny také práce na společném projektu kateder vodohospodářského směru FSv a EAWAG Dübendorf (Švýcarsko) se zaměřením na řešení vodohospodářských problémů v povodí Litavky.

Mezinárodní spolupráce Katedry zdravotního inženýrství zahrnuje kontakty s následujícími vysokoškolskými a vědeckovýzkumnými pracovišti: TU Wien, Chalmers Tekniska Hogskola, Gothenborg, Švédsko, University of Sheffield, UK, University of Abertay, Skotsko, UK, Mississippi State University, Mississippi, USA, Université Paris, Horsens Technicum, Horsens, Dánsko, IHE Delft, Bureau of Sewerage, Tokyo Metropolitan Government, Japonsko, EAWAG Dübendorf, Švýcarsko, National Water Research Institute, Burlington, Ontario, Kanada, Ruhr-Universität Bochum, Fachhochschule Oldenburg, TU Dresden, SRN, GPU Sankt Peterburg, Ruská republika.

Současní absolventi FSv v oboru zdravotního inženýrství nalézají uplatnění především ve státních a komunálních organizacích, na městských a obecních úřadech, v ČHMÚ, na MŽP, Správách chráněných krajinných oblastí, ve výzkumných ústavech, akciových i soukromých společnostech. Nejvíce pracovních příležitostí nabízejí již tradičně velké podniky, jako např. Vodní stavby, a.s., Hydroprojekt, a.s., Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., Vojenské stavby, a.s., a další. Uvedené podniky vycházejí vysoké škole všemožně vstříc, např. zajišťováním dopravy a ubytováním posluchačů při exkurzích po úpravnách a čistírnách odpadních vod, pořádáním "Dnů otevřených dveří" s návštěvou vybraných objektů společností, zajištěním odborného výkladu atd.

Tabulka 3. Přehled výzkumných úkolů řešených v roce 1995

Název	Forma	Odp. řešitel
Ochrana kvality povrch. vod určených k zásobení obyvatelstva pitnou vodou před znečištěním dešťovými vodami odtékajícími z urbanizovaných povodí	GAČR	Doc. Koníček
Změna kvality pitné vody ve vodovodní síti	GAČR	Ing. Macek
Projekt internacionalizace výuky vybraných předmětů v oboru "zdr. inž."	GAČR	Doc. Grünwald
Vliv kyselých dešťů na kvalitu povrchových vod	ČVUT	Doc. Grünwald
Nové technologie pro ekol. řešení vod. hospodářství v komunálním lázeňství	ČVUT	Ing. Šťastný
Změny ve vývoji spotřeby vody	ČVUT	Ing. Čiháková
Optimalizace funkce integrovaného systému městského odvodnění	ČVUT	Ing. Krejčík
Zajištění dostatku kvalitní pitné vody	FSv	Ing. Macek
Vyhodnocení vlivu dešťových průtoků	FSv	Ing. Vlčková
Vliv unášecí síly v jednotné kanalizaci na tvorbu a transport kohezivních sedimentů	FSv	Doc. Nysl
Modernizace rozvodných vodovod. sítí	FSv	Doc. Šrytr
Kontaminace sedimentů dešťovým odtokem z urbanizovaných povodí	FSv	Ing. Handová
ODV separátory jako součást integrovaného systému odvodnění	FSv	Ing. Pryl

Kromě uvedené pomoci umožňuje tato spolupráce rozšiřovat tematický okruh zadání diplomových i doktorandských prací, řešit některé problémy nedostatečného přístrojového vybavení laboratoří katedry a počítačových učeben i zkracovat přenos nových poznatků z výzkumu do praxe. Významnou měrou mohou tyto kontakty pomoci také při hledání optimální formy výuky zdravotních inženýrů nového typu.

# KVALITA VODY V OHŘI A JEJÍCH PŘÍTOCÍCH

Ing. Vlastimil Zahradka  
Povodí Ohře, a.s., Chomutov

V následující stati je stručně zhodnocena jakost vody Ohře a jejích přítoků. Podkladem pro hodnocení je pravidelné sledování jakosti vody, prováděné akciovou společností Povodí Ohře.

## 1. Kontrolní síť

V roce 1994 byla základní kontrolní síť tvořena 167 profily na tocích a nádržích. Z toho na Ohři a jejích přítocích, na Bilině, Ploučnici, Kamenici a přítocích Labe bylo umístěno 57 profilů, na hraničních tocích 7 a na vodárenských tocích a nádržích 33 profilů. Kontrolní síť též mj. obsahovala 5 speciálních radiochemických profilů. Všechny uvedené profily byly sledovány s četností 12 odběrů za rok.

Mimo tuto síť existovala síť dalších profilů, které byly sledovány s menší četností. Šlo o přítoky Ploučnice a menší vodárenské toky. Do kontrolní sítě patřily též zonace vodárenských nádrží, přičemž četnost zonací byla dána požadavky na jejich sledování.

## 2. Způsob hodnocení jakosti vody

Hodnocení jakosti je provedeno podle ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod. Tato klasifikace se provádí v šesti skupinách ukazatelů:

- A - Kyslíkový režim
- B - Základní chemické a fyzikální ukazatele
- C - Doplnující chemické ukazatele

- D - Těžké kovy
- E - Biologické a mikrobiologické ukazatele
- F - Ukazatele radioaktivity

Celková klasifikace jakosti povrchových vod pak musí být založena alespoň na hodnocení ukazatelů jakosti ve skupinách A, B a E.

Zařazení profilu podle každého ukazatele jakosti vody do třídy jakosti bylo provedeno srovnáním vypočtené charakteristické hodnoty tohoto ukazatele s odpovídající soustavou mezních hodnot podle ČSN 75 7221. Charakteristická hodnota se vypočítala ze souboru dat s rozsahem nejméně 24 hodnot (ty se v našem případě získají monitoringem toků za dva roky).

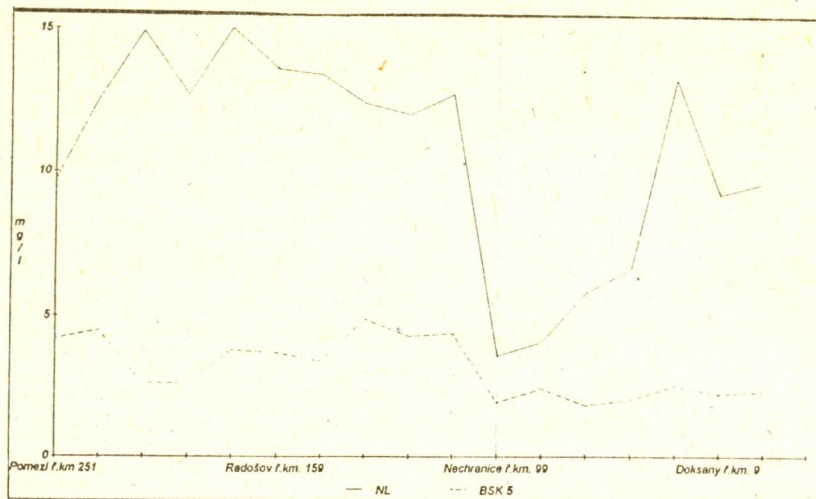
## 3. Jakost vody Ohře a přítoků

### 3.1 Jakost vody v Ohři

Na řece Ohři bylo sledováno 19 profilů a na jejích 11 přítocích dalších 14 profilů.

Nejnepříznivější hodnocení bylo zjištěno v případě ukazatelů skupiny B, kde ukazatelem zatřídujícím do V. třídy jakosti byla ve všech případech hodnota obsahu dusitanového dusíku (jak je uvedeno v závěru, není v tomto případě chyba ve vlastní jakosti vody, ale v hodnotící normě). Hodnocení ukazatelů skupiny A (kyslíkový režim) bylo u většiny profilů vyjádřeno zařazením do III. třídy jakosti. Obsah těžkých kovů je hodnocen II. až III. třídou jakosti.

Podélný průběh hodnot ukazatelů kyslíkového režimu, tj. obsahu rozpuštěného kyslíku, BSK<sub>5</sub>, CHSK<sub>Mn</sub> a A254 od profilu Ohře - hraniční po Terezín dokumentuje celkový trend snižování hodnot sledovaných veličin. Zjištěné výkyvy jsou způsobeny vlivem nádrže Skalka, ČOV Cheb, soustavy toků v okolí Karlových Var, nádrže Nechranice a města Louny a okolí. Z obr. 1 je také velice dobře patrný význam Nechranické nádrže, kde dojde k odbourání více než 50 % BSK<sub>5</sub>. Na stejném obr. je rovněž dobře vidět, že se v Nechranické nádrži usadí



**Obr. 1.** Podélný profil Ohře

kolem 75 % nerozpuštěných látek. Nechranice mají významný vliv na kvalitu vody i ve většině ostatních ukazatelů, což umožňuje pod touto přehradou v profilu Stranná odebírat z Ohře vodu pro vodárenské využití.

V případě hodnot vodivosti, obsahu rozpuštěných látek, chloridů a síranů bylo v podélném profilu zjištěno postupné zvyšování hodnot těchto ukazatelů, zejména v úseku Jindřichov - Hubertus. Tato skutečnost má svou logiku, zejména uvědomíme-li si, že v této oblasti dochází k vypouštění ohromného množství důlních vod, charakteristických právě vysokým obsahem rozpuštěných látek, zejména síranů.

Bylo zjištěno výrazné zvýšení koncentrace síranů v úseku Jindřichov - Hubertus, a to z hodnoty 42,2 mg/l na 120,1 mg/l (Radošov 114,2 mg/l). Úměrně z obsahu síranů došlo ke zvýšení hodnot obsahu rozpuštěných látek a vodivosti. Koncentrace chloridů v celém sledovaném úseku zůstává zhruba stejná.

Nejvyšší hodnoty obsahu  $N-NH_4^+$  byly zjištěny v profilech Jindřichov (0,70 mg/l) a Hubertus (0,47 mg/l), tedy vždy pod významnými zdroji komunálního znečištění (Cheb, Františkovy Lázně - resp. Karlovy Vary a Chodov), i když v případě Huber-

tu su hraje svou roli jistě i znečištění z Palivového kombinátu ve Vřesové. Nejnižší hodnoty těchto ukazatelů byly naměřeny opět pod Nechranickou přehradou v profilu Stranná (0,16 mg/l). Podélný průběh obsahu  $N-NO_2^-$  odpovídá průběhu obsahu  $N-NH_4^+$ .

Podélný průběh obsahu nerozpuštěných látek (NL), železa a manganu od profilu Ohře - hraniční po Terezín dokumentuje výkyvy způsobené vlivem nádrže Skalka, ČOV Cheb (profil Jindřichov), Karlových Varů a okolí, nádrže Nechranice, města Louny a okolí. Výrazné změny byly zjištěny v případě obsahu NL. S těmito změnami souhlasně probíhají změny obsahu železa a manganu. Bylo zjištěno výrazné zvýšení obsahu NL a železa v úseku Citice - Radošov (opět zřejmý vliv vypouštěných důlních vod) a dále zvýšení obsahu NL v úseku Tvršice - Radovesice v zemědělské oblasti.

Podélný průběh obsahu rozpuštěných fosforečnanů a celkového fosforu ukazuje na výrazný vliv nádrží Skalka a Nechranice (pozitivní), ČOV Cheb, Karlových Varů a Loun (negativní) na obsah obou složek ve vodě.

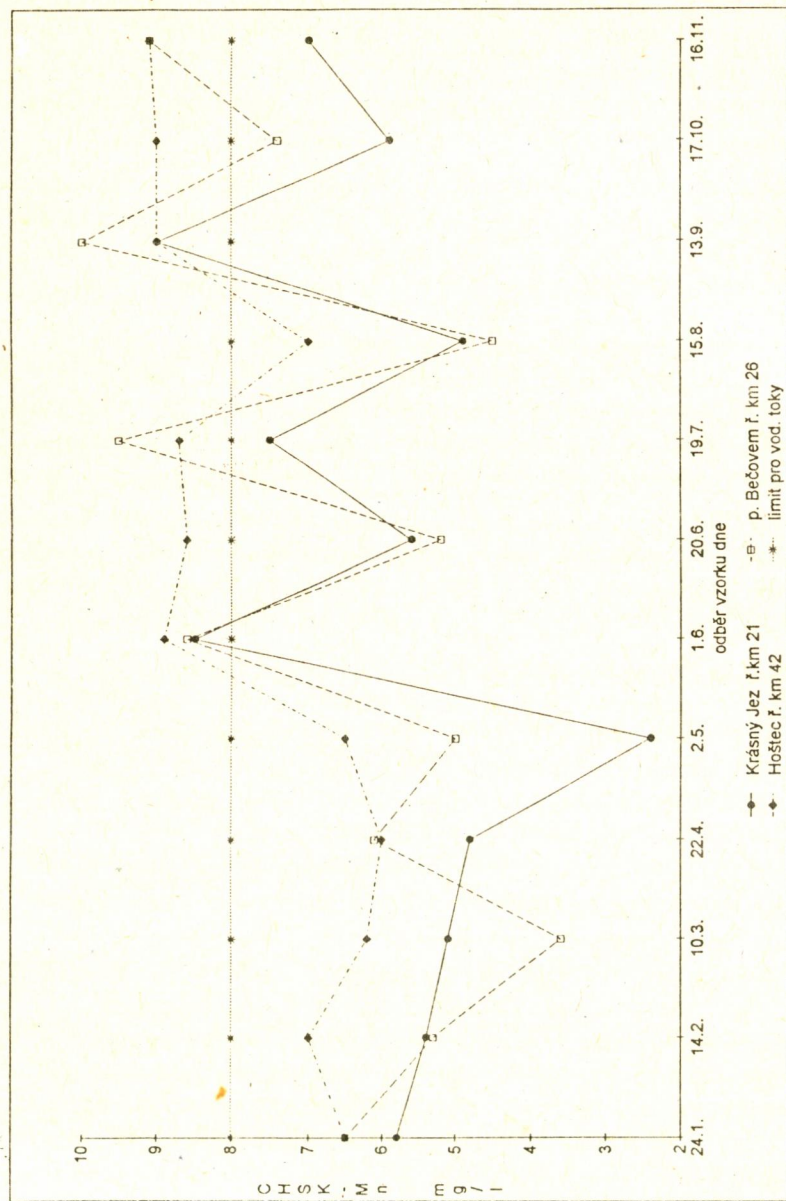
### 3.2 Jakost vody v přítocích Ohře

Na přítocích Ohře bylo sledováno 14 profilů na 11 tocích.

Nejméně příznivé hodnocení v této skupině profilů bylo zjištěno u ukazatelů skupiny B, a to 6krát V. třída, 4krát IV. třída a 1krát III. třída, což je opět způsobeno zejména obsahem  $N-NO_2^-$ .

Na značný odnos půdních částic, tj. velkou půdní erozi, upozorňují vysoké hodnoty NL v případě Blšanky v Trnovanech (39 mg/l v průměru za sledované období).

Nejnepříznivější kvalita vody ve skupině přítoků byla zjištěna u Chodovského potoka, tj. hodnocení V. třídou v ukazatelích kyslíkového režimu a základních a doplňujících chemických ukazatelích. Skupiny těžkých kovů a biologických ukazatelů byly hodnoceny III., resp. IV. třídou. Příčinou je velké množství odpadních vod vypouštěných do tohoto toku, a to jak komunálních (např. město Chodov), tak i průmyslových (PK Vřesová).



Obr. 2. Kvalita vody v Teplé - CHSK-Mn

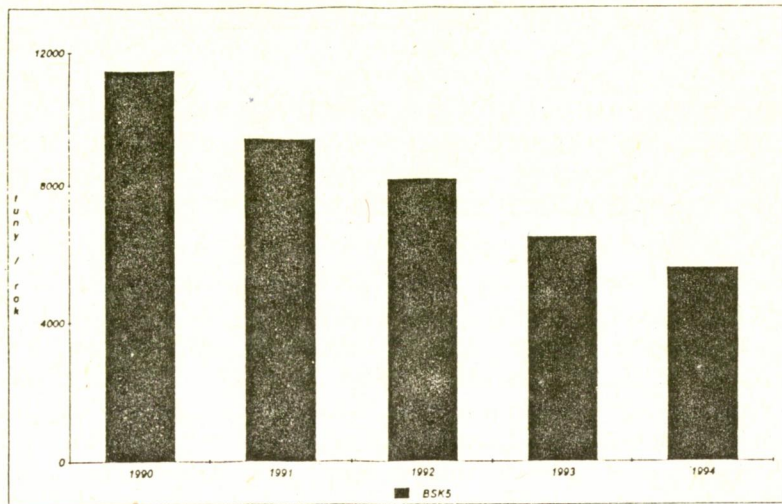
Zajímavý je průběh podélného profilu jakosti vody vodárenského toku Teplá. Názorně je tento průběh dokumentován na obr. 2. Nejvíce je tato řeka znečištěna v profilu Hoštec ještě na jejím horním toku, kde se projevují vlivy obhospodařování průtočných rybníků v okolí města Teplá, ale i vlastní komunální odpadní vody z Teplé. V další části toku se i přes další přísuny organického znečištění v odpadních vodách kvalita vody postupně zlepšuje vlivem samočisticí schopnosti tohoto toku.

V roce 1994 bylo uskutečněno podrobné vyhodnocení režimu jakosti vody v Teplé, zejména s ohledem na vodárenský odběr v Krásném Jezu a možné negativní ovlivnění jakosti převodem vody z povodí potoka Stoka (tyto převody jsou využívány pro provoz MVE). Bylo zjištěno, že jakost vody v Teplé v profilu Krásný Jez je poměrně stabilní a ke zhoršení kvality dochází při vyšších průtocích bez ohledu na převod vody ze stoky. Příčinou je velké množství splavovaných huminových látek z povodí. Celkově byla skupina přítoků hodnocena méně příznivě než Ohře.

#### 4. Vývoj jakosti

Porovnáme-li jakost vody v uplynulých letech pouze podle tříd jakosti, neobjevíme zdánlivě žádný významný náznak zlepšování kvality vody. Ovšem při podrobnějším pohledu z hlediska jednotlivých ukazatelů je zcela evidentní, že k postupnému zlepšování jakosti vody dochází. Je jen otázkou, zda jde o trend trvalý, nebo jen o dočasnou záležitost způsobenou hlavně stagnací hospodářství. V každém případě snižování množství znečištění vypouštěného do vodních toků zde hraje obrovskou roli. Vždyť např. v ukazateli BSK<sub>5</sub> pokleslo množství znečištění vypouštěného z bodových zdrojů znečištění na územní působnosti Povodí Ohře, a.s., takřka na polovinu (viz obr. 3).

Vzhledem k tomu, že používané hodnocení podle ČSN 75 7221 je jen hrubě orientační, nelze očekávat, že by se projevila výrazná změna k lepšímu v průběhu jednoho roku. Stejně tak se třeba i poměrně výrazné zlepšení v některém ukaza-



Obr. 3. Vývoj vypouštěného znečištění

teli nemusí projevít ihned ve zlepšení třídy jakosti. Význam zde hrají i některé nepřesnosti obsažené v uvedené ČSN (např. ukazatel  $\text{NO}_2^-$  často degraduje jakost vody v určitém profilu až do V. třídy, ačkoliv je tato voda v uvedeném ukazateli téměř o 50 % kvalitnější, než požaduje ČSN pro vodu pitnou). Podrobnějším rozbořením jednotlivých ukazatelů v jednotlivých profilech však lze dojít ke zjištění, že k velmi pomalému postupnému zlepšování dochází, a to zejména ve skupině ukazatelů A (kyslíkový režim). Je však třeba vždy posoudit každý ukazatel v každém profilu zvlášť.

ODPADNÍ  
VODY

## SEPARACE BIOLOGICKÉHO KALU V DOSAZOVACÍCH NÁDRŽÍCH

Ing. Šedivý Josef, CSc.  
Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Praha

Dosazovací nádrže slouží k separaci biomasy (aktivovaného kalu) od vyčištěné městské odpadní vody. V případě aktivačního procesu musí dosazovací nádrž odseparovaný aktivovaný kal současně zahustit (na hodnotu sušiny cca 1 %), aby bylo možno vratným kalem udržovat požadovanou koncentraci biomasy v aktivační nádrži. Při vyšším zahuštění se také snižuje objem přebytečného kalu odváděného do kalového hospodářství.

Pro kvalitu finálního odtoku z čistírny je rozhodující účinná hydroseparace biomasy. Špatně fungující dosazovací nádrž podstatně snižuje výsledný čistící efekt čistírny i v případě dobré funkce biologického reaktoru.

Dosazovací nádrže jsou konstrukčně obdobné usazovacím nádržím. Vzhledem k požadavku vhodného zahuštění aktivovaného kalu se doporučují hlubší dosazovací nádrže. Hodnoty parametrů dosazovacích nádrží doporučené ČSN 75 6401 jsou uvedeny v *tabulce 1*.

Pro aktivační čistírny o vyšších výkonech se převážně doporučují dosazovací nádrže s horizontálním průtokem. Zbytkový obsah nerozpuštěných látek ve vyčištěné vodě po průtoku dosazovacím zařízením závisí na době zdržení a na hydraulickém zatížení. Údaje získané průzkumem na ČOV v roce 1993 jsou graficky znázorněny na *obr. 1 a 2*.

Na *obr. 1* je uvedena závislost zbytkové koncentrace nerozpuštěných látek na době zdržení v dosazovací nádrži a na *obr. 2* na hydraulickém zatížení. Body označené křížkem vyznačují průměrnou hodnotu ve zvoleném pásmu a číselný údaj počet zprůměrovaných hodnot.



Tabulka 1. Parametry dosazovacích nádrží

Uspořádání průtoku dosazovacích nádrží	Střední doba zdržení (h)	Hydraulické zatížení plochy ( $m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ )
horizontální průtok nádržemi:		
- za biofiltry	1,6	2,0
- za aktivaci	1,8	1,6
vertikální průtok nádržemi:		
- za biofiltry	1,2	2,5
- za aktivaci	1,6	2,0

Uvedené závislosti lze vyjádřit vztahy:

$$NL = 30,43 - 1,83 \cdot \bar{t}$$

(platnost v rozmezí v t 0,5 - 6 hodin)

$$NL = 20,36 + 7,93 \cdot v$$

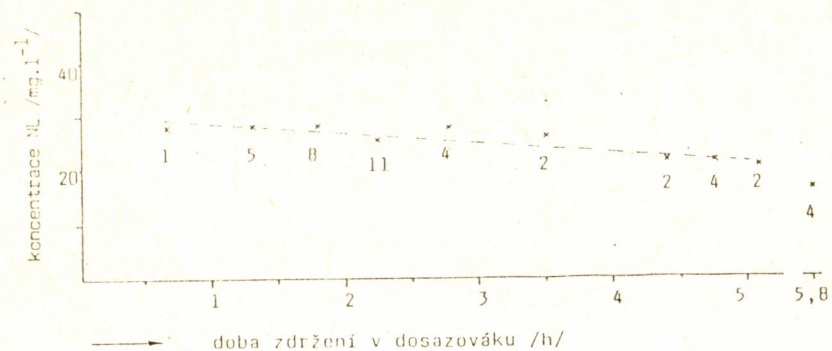
(platnost v rozmezí v 0,2 - 2,3  $m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ )

kde NL = prům. koncentrace nerozp. látek na výtoku z dosazovací nádrže ( $mg \cdot l^{-1}$ ),

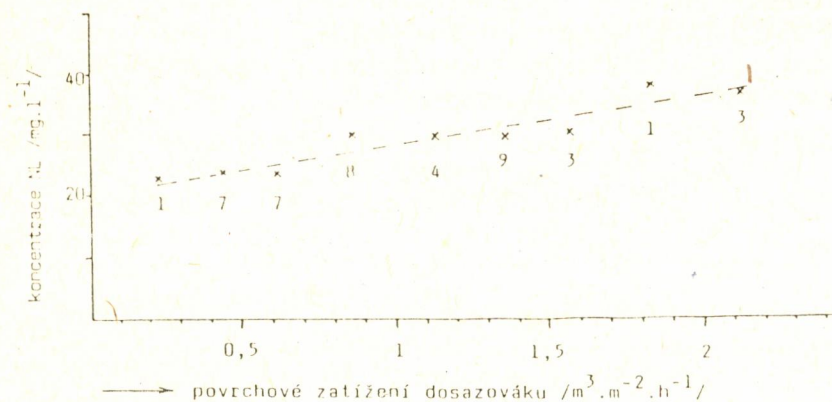
$\bar{t}$  = střední doba zdržení (h),

v = průměrné hydraulické (povrchové) zatížení dosazovací nádrže ( $m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ ).

U zhruba 65 % dosazovacích nádrží (z celkového počtu 43) se pohybovala střední doba zdržení v rozmezí 1 až 3 h. V tomto pásmu zůstává koncentrace nerozpuštěných látek přibližně stejná. Až při zvýšení střední doby zdržení nad 4 hodiny je zřetelný pokles koncentrace NL ve výtoku z dosazovací nádrže. Toto řešení však není ekonomické. Proto postačí k účinnému odstranění NL střední doba zdržení 1,5 - 3 hodiny. Na obsah NL ve vyčištěné odpadní vodě má také značný vliv harmonogram odtahování dosazovacích nádrží. U zhruba 81 % ze sledovaných dosazovacích nádrží bylo hydraulické zatížení od 0,4 do 1,5  $m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ . Při hydraulickém zatížení nižším než 1,2



Obr. 1. Vliv doby zdržení v usazovákú na zbytkový obsah nerozpuštěných látek ve vyčištěné vodě



Obr. 2. Vliv povrchového zatížení dosazovákú na zbytkový obsah nerozpuštěných látek ve vyčištěné vodě

$m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$  byl průměrný obsah nerozpuštěných látek nižší než  $30 mg \cdot l^{-1}$ . Při hydraulickém zatížení vyšším než  $2,0 m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$  byl průměrný obsah NL vyšší než  $35 mg \cdot l^{-1}$ .

## NĚKTERÁ ZAHRANIČNÍ KOMERČNÍ SRÁŽEDLA FOSFOREČNANŮ

Ing. Josef Vostrčil, CSc., Brno

Používání koagulantů při úpravě vody pro pitné účely je dnes běžnou technologickou záležitostí. Ne tak tomu bylo zcela v minulých letech při čištění odpadních vod městských, popř. průmyslových. Použití koagulačních chemikálií v čištění městských odpadních vod můžeme sice zaznamenat již před 100 lety, avšak s rozvojem biologického čištění odpadních vod na počátku dvacátého století ztrácela chemická úprava v Evropě a v Severní Americe na oblibě. Rostoucího uznání se dostává chemické úpravě od osmdesátých let tohoto století, kdy jsou znásobené problémy znečištění (nutrienty, kovy, organické látky) v četných případech nejlépe zvládnuty kombinací metod biologických a chemických. Jedním z takových případů je eliminace fosforu z městských odpadních vod [1-4].

Fosfor se v surové odpadní vodě vyskytuje v podobě anorganických fosforečnanů, komplexních polyfosforečnanů a jako organicky vázaný fosfor. Výskyt jednotlivých forem anorganických fosforečnanů závisí silně na acidobazické rovnováze dané odpadní vody.

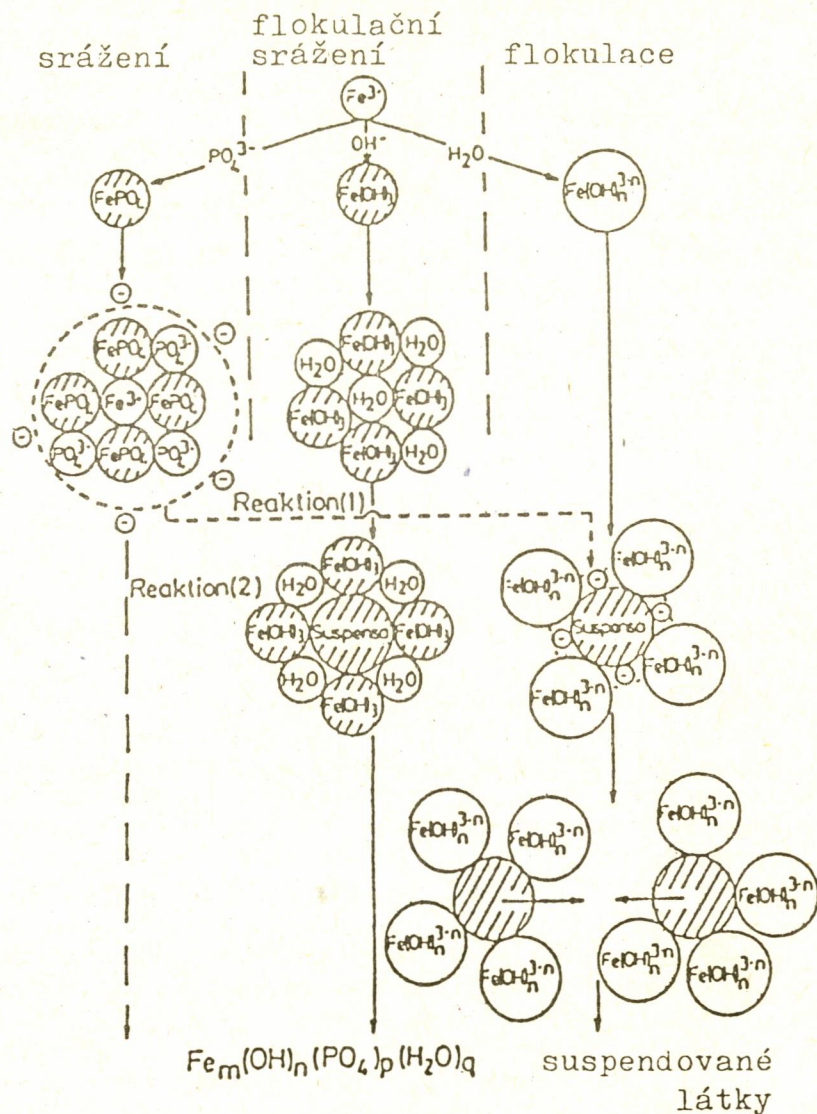
Fyzikálně chemické procesy eliminace fosforu jsou založeny na tvorbě velmi málo rozpustných fosforečnanů vápenatých, hlinitých a železitých a na separaci vzniklých nerozpustných látek. Rozdíl mezi srážedlem a koagulačním flokulačním činidlem je dán cílem použití a fyzikálně chemickým působením použitého produktu, zvláště jde-li o produkt stejného chemického složení (obr. 1). Používají se převážně kyselé soli železa a hliníku samostatně, popř. jako směsné koagulanty, podmíněně i sloučeniny na bázi vápníku; při alkalickém způsobu srážení hlinitan sodný. V technické literatuře se předběžně stanovení optimální dávky činidla určuje koeficientem  $\beta$ , tj

$\beta = n_{Me}/n_P$ , kde  $n_{Me}$  a  $n_P$  představují látková množství kovů v srážedle, resp.  $P_{celk}$  v odpadní vodě určené k srážení [6-8].

V literatuře jsou diskutovány různé mechanismy odstraňování fosforu kovovými koagulanty. Všeobecně není princip odstraňování fosforečnanů ujasněn, zvláště v případě využívání předem hydrolyzovaných kovových koagulantů. Mechanismy odstraňování fosforečnanů se rámcově třídí do tří skupin [9-11]:

- tvorba sraženin,  $Me(PO_4)_x(OH)_{3-x}$ , jako výsledek chemické reakce mezi kovem a konkurenčními ionty, jako jsou  $PO_4^{3-}$  a  $OH^-$  (tvorba chemické sraženiny - hydroxofosforečnanové komplexy),
- adsorpce fosfátových iontů na sraženinách hydroxidu kovů (podíl odstraněných fosforečnanů tímto mechanismem je menší než tvorbou sraženiny),
- chemická komplexace (komplexy se buď adsorbují na pozitivně nabitých částicích vzniklých hydrolyzou kovového koagulantu, nebo působí jako centra srážení pro hydrolytické produkty kovů).

Někdy se třetí mechanismus uvádí jako část mechanismu a) nebo b). Používají-li se však k eliminaci fosforečnanů částečně předem hydrolyzované soli (hlavně Al), je nutné mechanismus ad c) uvažovat samostatně. Při používání těchto koagulantů ovlivňuje poměr OH/Al mechanismy odstraňování fosforečnanů. Při nízkém poměru OH/Al jsou fosforečnany odstraňovány převážně počáteční tvorbou záporně nabitých hydroxofosforečnanových komplexů Al. Při vysokém poměru OH/Al se odstraní fosforečnanů méně a dominantním mechanismem je adsorpce fosfátových iontů na produktech hydrolyzy. Vzrůstající poměr OH/Al pozitivně ovlivňuje odstraňování suspendovaných látek. Oba procesy odstraňování suspenze a fosforečnanů se navzájem ovlivňují. Konkurenční fyzikální a chemické reakce vztažené k těmto procesům předurčují, který mechanismus bude dominovat. Má-li odpadní voda vysoký obsah suspenzí, bude při konstantní dávce pozorováno menší odstraňování fosforečnanů než u odpadních vod s nižším obsahem suspenzí [např. 10-12].



Obr. 1. Souběžnost srážecích a flokulačních procesů při čištění odpadních vod

Výběr vhodných činidel pro čištění dané odpadní vody a jejich správná aplikace je součástí úspěšné technologie. Uvádíme některé zahraniční produkty doporučované výrobcí k eliminaci fosforu z odpadních vod:

Fe soli - chlorid železitý fy Dupont USA, Kronos (1<sup>a</sup>), NGP Export Div. J. Afrika; produkty obch. zn. Solfloc T<sub>1</sub>, B<sub>1</sub> (2), Trifer 135 (3); síran železitý obch. zn. Trifer 120 (3), Ferrifloc (4), Trifloc (5); chlorsíran železitý obch. zn. Trifer 123 (3), JKL (6); síran železnatý fy (1), obch. zn. Quickfloc a Ferrogranul (1), Heifloc 180 (3).

Al soli - z těchto činidel se dává v poslední době přednost hlavně činidlům na bázi polyaluminiumchloridu [PAC], popř. hlinitanu sodnému. Například hlinitan zn. D a B (2), obch. zn. Alnat A2 (7), Lupreal (5), Alkafloc (3); chlorid hlinitý (2); PAC fy Internal (7), PAC-S fy Kemira (6), PAC obch. zn. Hyperlon (8).

Směsné koagulanty - Südflock (9), Clarlon, A400P, A500P (8), PAX 21 (6), AVR (1).

Výrobci (a): 1-Kronos Titan GmbH, SRN, 2-Hoelzle u. Chelius GmbH, SRN, 3-Dieter Heitz Umwelttechnik GmbH, SRN, 4-Tennessee Chem. Comp., USA, 5-Giulini GmbH, SRN, 6-Kemire Kemi AB, Švédsko, 7-Internal GmbH, SRN, 8-General Chemical Corp., USA, 9-Südchemie AG, SRN.

Základní vlastnosti většiny jmenovaných produktů jsou uvedeny v lit. [13, 14]. *Tabulka 1* porovnává účinnost eliminace fosforu jednotlivých produktů fy Internal Vertriebsgesellschaft (základ ALNA I A-2).

Aby se docílilo optimálního působení činidel, je třeba podle vlastnosti odpadní vody a typu čistírny měnit místo dávkování, popř. dávku činidla. Podle místa dávkování srážedla rozeznáváme:

- přímé srážení, např. proces Kemwater Unaproces - dávkování PAX [16], Polsko: čistírna Gdaňsk West - síran železitý + org. flokulant;
- předřazené srážení, např. procesy Kemwater HYPRO, Kemwater LE [16], SRN: Chemnitz-Heinersdorf-Südflock [17];

**Tabulka 1.** Eliminace fosfátů; porovnání produktů fy Interat Vertriebsgesellschaft mbH, SRN [15]

Spotřeba vztaž. na obsah kovu	alkalický ALNAT A-2	kyselý polyaluminiumchlorid	alkalický roztok hlinit. Na	kyselý roztok Fe/III/-soli	kyselá směs síranu Al-Fe/III/	kyselý roztok Fe + Al	kyselý granulát Fe/II/síranu
obsah kovu [g/kg]	108	63	70	123	72/30	21/12	200
obsah kovu [%]	10,8	6,3	7,0	12,3	7,2/3,0	2,1/1,2	20
cena [DM/t]	570	300	370	210	300	90	300
spotřeba srážedla v g/m <sup>3</sup> při 1gP/m <sup>3</sup>	7,45	20,74	12,21	21,95	14,6	49,41	13,5
spotřeba srážedla v % k ALNAT A2	100	277	164	293	195	661	180
poměr srážedla k ALNAT A2	1	2,77	1,63	2,93	2,0	6,6	1,8
vliv na kys.kapac. pozitivni-negativní	poz.	neg.	poz.	neg.	neg.	neg.	neg.

**Tabulka 2.** Aplikace některých obch. srážedel v procesu eliminace fosforu [15]

Čištění komun. odp. vod - eliminace PO <sub>4</sub>	Quickfloc	Ferrogranul 20	Ferrogranul 30	Ferrifloc	AVR	PAX-W	PAX-8011	Alton A2	hlinitan Na D
předřazené srážení	o	o	o	•	•	•	•	•	o
simultánní srážení	•	•	•	•	•	•	•	•	•
zařazené srážení	•	•	•	•	•	•	•	•	•
flokulační filtrace	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Poznámka: o - vhodný • - zvláště vhodný

**Tabulka 3.** Příklady aplikace produktu Südflock při eliminaci P z městských odpadních vod SRN [15]

Čistírna	obyvatel	princip srážení	hodnota β	zbytk. konc. P [mg/l]
AZV Heidelberg	345 000	simultánní	0,9 - 1,2	< 1,0
Cham	65 000	dvoubodové dávkování	0,9 - 1,1	< 2,0
Freising	85 000		< 1	redukce 98 % /PO <sub>4</sub> -P/
Landau	40 000		< 1	∅ 1,0 /- "- /-
Treuchtlingen	45 000	primární	~ 1,1	< 0,4 /- "- /-
Weilheim	25 000	zařazené	< 1,0	< 1,0
Elangen	300 000	dvoubodové simultánní	< 1,0 0,73	0,6 < 2,0

- simultánní srážení, např. proces Kemwater CO [16], čistírna Frankfurt am Main - alkalické srážení Alton P-1 [18], čistírna Helsingborg, Švédsko, - PAX [16], čistírna města Alt. Mölln, SRN, - zkoušky s vápnem [11], čistírna města Cergy - Alton P - 1 + organický flokulant [19];
- zařazené srážení, jako srážedla se převážně používají kové soli;
- dvoubodové srážení, např. simultánní srážení a zařazené srážení (např. Švýcarsko - flokulační filtrace [20]).

Aplikace některých obchodních srážedel v procesu eliminace fosforu jsou uvedeny v *tabulce 2*; v *tabulce 3* pak aplikace produktu Südflock při eliminaci fosforu z městských odpadních vod některých měst SRN.

Použití chemických koagulantů k srážení fosforečnanů z odpadních vod patří k všeobecně uznávaným pravidlům techniky čištění odpadních vod. Podrobnější citace je možno nalézt v literatuře [21].

#### Literatura

- [1] Stendahl, K.: My reflections. The Water Mirror. 1994, s. 1.
- [2] Hahn, H. H.: Quo Vadis Chemical Treatment. In "Chemical Water and Wastewater Treatment", 1990, s. 1.

- [3] Morrissey, S. P.- Harleman, D. R. F.: Retrofitting conventional primary treatment plants for chemically enhanced primary treatment in the USA. In "Chemical Water and Wastewater Treatment", 1992, s. 401.
- [4] Murcott, S. - Harleman, D. R. F.: Chemically enhanced primary treatment - CEPT. The Water Mirror. 1994, s. 3.
- [5] Hahn, H. H.: Wassertechnologie. Berlin-Heidelberg, Springer Verlag. 1987.
- [6] Chudoba, J.- Dohanyos, M. - Wanner, J: Biologické čištění odpadních vod. Praha, SNTL, 1991.
- [7] Mattiolo, E. - Pivcová: J., Chemické srážení fosforu na malých ČOV. Vodní hospodářství 42, 1992, 231 - 223.
- [8] Bever, J. - Teichmann, H.: Weitergehende Abwasser-reinigung. München - Wien, R. Oldenburg Verlag, 1990.
- [9] Hsu, P. H.: Comparison of Iron and Aluminium in Precipitation of Phosphate from Solution. Wat. Res. 10, 1976, 903 - 907.
- [10] Ratnaweera, H. et al.: Particle and Phosphate Removal Mechanism with Prepolymerized Coagulants. 5th Gothenburg Symp., Sept. 28 - 30, Nice, France, Separát.
- [11] Pudimat, H. - Winde, M.: Phosphorelimination mit Kalk auf einer stabilisierenden Kläranlage. Korrespondenz Abwasser, 1990, 10, 1227 - 1232.
- [12] Ratnaweera, H. et al.: Coagulation with prepolymerized aluminium salts and their influence on particle and phosphate removal. Wat. Sci. Techn., 26, 1992, č. 5 - 6, 1229 - 1237.
- [13] Vostrčil, J.: Koagulační a pomocná koagulační činidla současnosti. VTEI, 1992, č. 7 - 8, s. 257.
- [14] Vrabec, L. - Vostrčil, J.: Některé aplikace polyaluminium-chloridu při čištění odp. vod. VTEI, 1995, č. 1, s. 7.
- [15] Prospekty příslušných firem.
- [16] Karlsson, I.: Chemical sewage treatment in combination with and without biological treatment. In "Intertech`s 2nd Internl. Conf. on Flocculants, Coagulants and Precipitants in Water Treatment, Atlanta, Oct. 3 - 5, 1994, Separát.
- [17] Huber, A.: Übergangslösungen als Vorstufe der mechanisch-biologischen Abwasserreinigung. 5. Kolloquium-Wasserversorgung und Abwasserbehandlung, TU Dresden, 4. 10. 1990.
- [18] Schuba, H. et al.: Untersuchungen zur optimalen Phosphorelimination nach dem Simultanfällungsverfahren durch Einsatz verschiedener Fällungchemikalien. AWT Abwassertechnik 1991, č. 4, s. 30; č. 5, s. 35.

- [19] Gonçalves, R. F. et al.: High Rate Biofilters-Simultaneous Phosphorus Precipitation and Nitrogen Removal. In "5th Internl. Gothenburg Symp. on Chemical Treatment, Nice, France, Sept. 28 - 30, 1992.
- [20] Petzi, S. - John, B.: Weitergehende Abwasserreinigung unter den Blickwinkel neuer Wirtschaftlichkeit. Korrespondenz Abwasser, 37, 1990, č. 5, 460 - 464.
- [21] Vostrčil, J.: Odstraňování fosforu z bodových zdrojů komunálních odpadních vod. Rešerše. Brno, 1994.

---

### INFORMACE O OPĚTOVNÉM ZAHÁJENÍ NÁSTAVBOVÉHO KURZU V OBORU "MĚSTSKÉ INŽENÝRSTVÍ" V ROCE 1996

Vzhledem k dobrému ohlasu odborné veřejnosti na již konané nastavbové kurzy v oboru "Městské inženýrství" v období let 1992-1995 a dále signálům dalšího zájmu o takovýto kurz, jsou Fakulta stavební ČVUT a ČSSI (sekce Městského inženýrství) rozhodnuty pokračovat v této aktivitě a zahájit další kurz "Městské inženýrství" (s jistými inovacemi) již začátkem roku 1996.

Toto nově koncipované mezioborové nastavbové studium sleduje přednostně následující cíle:

- Poskytnout posluchačům v komplexní formě potřebné informace k řešení aktuálních problémů rozvoje obcí, měst a regionů.
- Seznámit je s urbanisticko-architektonickou, technickou, ekonomickou a legislativní problematikou výstavby, přestavby, včetně vazeb na financování, správy a řízení sídel a území.
- Přispět k výchově nově profilovaných odborníků - městských inženýrů.

V případě zájmu o účast v kurzu si lze vyžádat přihlášku a další informace u ing. M. Synákové, CSc. (tel. 02/24354604), ing. J. Zeithammerové (tel. 02/24354641), či přímo u odborných garantů kurzu: doc. ing. P. Šrytra, CSc. (tel. 02/24354603), doc. ing. arch. A. Mansfeldové, CSc. (tel. 02/

24354691) a doc. ing. I. Vávry, CSc. (tel. 02/24354591),  
Fakulta stavební ČVUT, Thákurova 7, 166 29 Praha 6.

Nástavbový kurz je dvousemestrový. Výuka každého semestru je rozdělena do dvou měsíců a v každém z nich bude soustředěna do tří po sobě jdoucích dnů (s periodou 2krát do měsíce).

Na základě pozvánky předpokládáme uskutečnění neformálního pracovního setkání s účastníky kurzu za účelem vzájemného poznání, upřesnění profesní skladby účastníků kurzu a jejich individuálního zájmu. Přednost mají uchazeči, pro které je nástavbové studium podmínkou pro podání žádosti o inženýrskou autorizaci ČKAIT, jinak bude respektováno pořadí podání přihlášky do naplnění kapacity kurzu.



**PF '96**

SOUBORNÉ  
INFORMACE

## ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE LÁTEK

*Ing. Eva Budská*

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

Atmosférická depozice je významným zdrojem plošného znečištění vodních zdrojů i dalších složek životního prostředí.

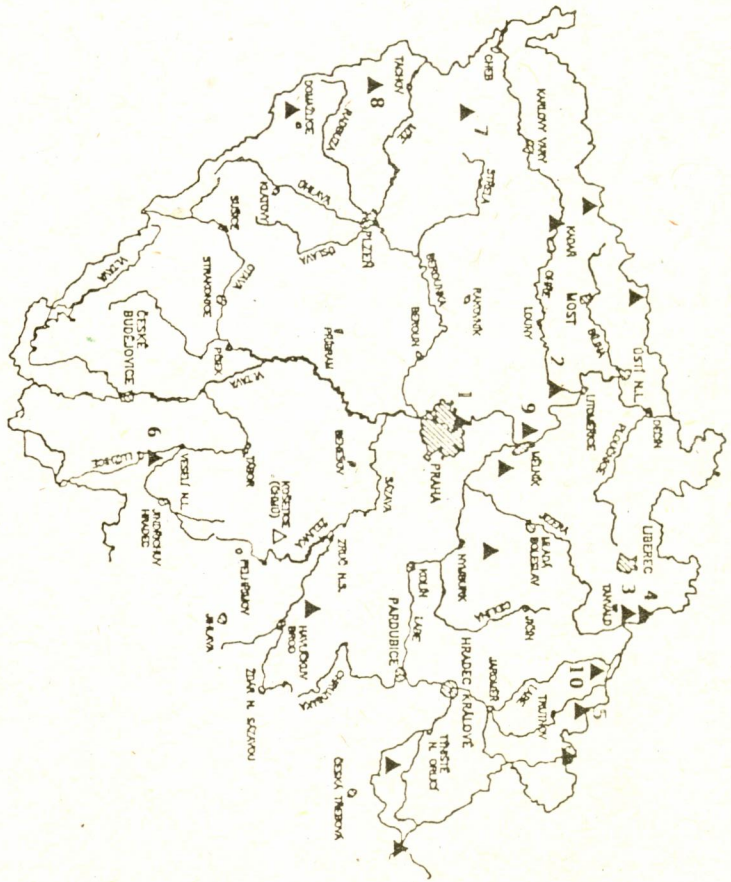
Cílem sledování prováděného ve VÚV TGM je získání podkladů pro dlouhodobé hodnocení změn celkové atmosférické depozice, pro informaci o zátěži v příslušné oblasti ČR a pro výpočet celoplošného znečištění vodních toků a půdy depozicí nutrientů [ $N(NO_3+NH_3)$  a  $P(PO_4)$ ], těžkých kovů a tritia.

### Odběr vzorků a sledované ukazatele

Na stanicích monitorovací sítě VÚV TGM (viz obr. 1) se sleduje celková depozice základních hydrochemických ukazatelů, včetně nutrientů, vybraných těžkých kovů a tritia. Sledování se provádí tzv. "bulk" metodou, při níž jsou odběrné nádoby stále exponovány (tj. i v bezdeštném období) a vzorky se zpracovávají vždy za jeden kalendářní měsíc. Celková atmosférická depozice zahrnuje tedy mokrou depozici a depozici prašných částic a plynů.

Na každé stanici jsou na stojanech umístěna dvě odběrná zařízení, a to velká záchytná nádoba sloužící k odběru vzorků pro kompletní rozbor a stanovení tritia a malá záchytná nádoba sloužící k odběru vzorků pro stanovení těžkých kovů. Obě záchytné nádoby, jakož i ostatní kanystry a láhve sloužící k manipulaci se vzorky jsou z polyetylenu. Vstupní otvory nádob jsou 1,8 m nad zemí.

Denní srážky zachycené ve velkém zařízení slévá pozorovatel do sběrného kanystru pro měsíční vzorek na kompletní rozbor. Malá odběrná nádoba má poměr záchytné plochy a objemu



**Obr. 1.** Rozmístění stanic VÚV TGM: 1 - Praha - Podbaba, 2 - Doksany, 3 - Souš, 4 - Jizerka, 5 - Rychory, 6 - Lužnice, 7 - Závěšín, 8 - Přimda, 9 - Hořín, 10 - Hřibecí

dimenzován tak, že její obsah bezpečně zachytí celý měsíční srážkový úhm a pozorovatel neprovádí žádnou manipulaci. Veškeré zařízení (odběrné nádoby, kanystry, lahve) je označeno jménem příslušné stanice a používá se výhradně jen pro tuto stanici.

Při kompletním rozboru se stanovuje pH, vodivost, sírany, chloridy, dusitany, dusičnany, amoniak, fosforečnany, vápník, hořčík, sodík a draslík. Rozbor na těžké kovy zahrnuje měď, zinek, chrom, kadmium, železo, mangan, olovo, arzen, berylium, nikl, vanad a hliník. Vzorčky na tritium se odebírají ze sráž-

**Tabulka 1.** Souhrn depozice

Ukazatel	rozměr	Podbaba	Doksany	Přimda	Jizerka	Souš	Rychory	Hořín	Lužnice	Závěšín	Průměr
sírany	t/km <sup>2</sup> .r	3,16	3,56	2,56	3,08	5,02	2,93	2,66	1,68	3,60	3,14
chloridy		1,94	2,11	1,02	2,32	3,40	1,53	2,00	1,43	1,00	1,86
fosforečnany		0,22	0,07	0,13	0,06	0,07	0,13	0,22	0,31	0,12	0,15
dusitany		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,02
dusičnany		3,61	3,59	2,93	3,11	5,67	3,26	1,87	2,83	2,39	3,25
kys.křemičitá		0,54	0,43	0,49	0,82	0,67	0,78	0,42	0,49	0,59	0,58
vápník		1,74	1,40	0,77	1,06	1,60	1,63	0,93	0,67	1,23	1,23
hořčík		0,43	0,34	0,37	0,59	0,88	0,66	0,31	0,31	1,00	0,54
sodík		0,18	0,14	0,25	0,42	0,65	0,82	0,13	0,13	0,28	0,33
draslík		0,34	0,08	0,10	0,24	0,24	0,22	0,24	0,41	0,23	0,23
amoniak		1,03	1,57	1,22	1,14	1,34	0,81	1,64	1,22	0,84	1,20
měď	kg/km <sup>2</sup> .r	3,48	3,73	2,79	5,66	6,11	6,17	2,64	2,17	2,97	3,97
zinek		25,64	54,50	21,09	67,99	42,54	108,02	24,71	24,79	23,97	43,69
chrom		0,99	1,01	1,58	0,74	1,16	1,00	0,71	1,41	1,37	1,11
kadmium		0,10	0,11	0,32	0,45	1,68	0,25	0,09	0,07	0,34	0,38
železo		47,26	88,36	52,95	53,95	61,48	59,53	27,23	59,50	27,27	53,06
mangan		9,18	13,40	8,93	7,16	6,52	6,50	7,09	6,95	5,27	7,89
olovo		2,75	4,89	5,27	8,50	11,05	10,65	3,98	5,22	2,70	6,11
arzen		2,10	1,76	1,35	1,41	3,27	1,27	1,52	0,68	0,77	1,57
beryllium		0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
nikl		2,82	1,28	1,53	4,45	3,85	6,29	1,00	1,29	4,61	3,01
vanad		1,46	1,34	1,37	1,39	1,61	1,19	0,81	1,20	1,65	1,34
hliník		77,34	94,37	38,94	80,37	113,70	70,90	81,24	21,62	47,94	69,60

žek na kompletní rozběr. Analýzy odebraných vzorků jsou zajišťovány akreditovanými laboratořemi VÚV TGM Praha.

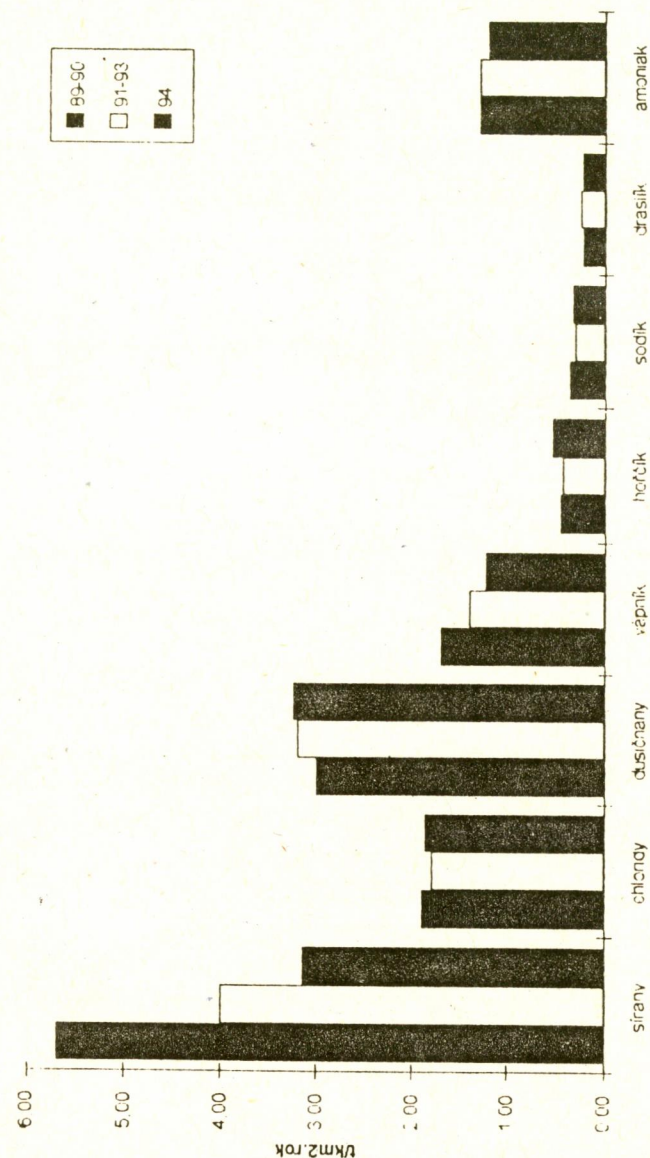
### Výsledky a jejich hodnocení

V roce 1994 bylo v provozu 9 stanic. Výsledky z jednotlivých stanic udávající souhrn depozice jsou uvedeny v *tabulce 1*.

Dlouhodobé sledování kvality srážek i měření pH potvrzují, že základní komponentou atmosférického spadu jsou sírany a dusičnany. Jejich průměrné koncentrace dosahují hodnot 2,5 - 7,5 mg/l. Tyto hodnoty potvrzují vysokou kyselost srážek na území České republiky. Hodnota pH byla zjišťována v rozmezí 3,9 - 5,2, přičemž denní hodnoty pH klesají v některých oblastech (např. Jizerka, Souš, Rýchory, Doksany a Lužnice) až na hodnotu 3,6.

Sledování kvality srážek v letech 1989 - 1994 ukazuje na všech stanicích VÚV TGM poměrně konstantní koncentrace jednotlivých složek se sestupnou tendencí u sledovaných nutrientů a těžkých kovů. Výjimku tvoří chrom a nikl, jejichž roční depozice se zvýšila - chrom z 0,90 kg/km<sup>2</sup>/rok v roce 1993 na 1,11 kg/km<sup>2</sup>/rok v roce 1994, nikl z 1,70 kg/km<sup>2</sup>/rok v roce 1993 na 3,01 kg/km<sup>2</sup>/rok v roce 1994.

Průměrné vážené roční průměry koncentrací síranů ve srážkách dosahovaly za rok 1994 hodnoty 4,39 mg/l (rok 1989 - 1990 8,70 mg/l, období 1991 - 1993 5,70 mg/l). Celková depozice síranů byla v roce 1994 3,14 t/km<sup>2</sup>/rok (rok 1989 - 1990 5,70 t/km<sup>2</sup>/rok, období 1991 - 1993 4,00 t/km<sup>2</sup>/rok). Koncentrace dusičnanů ve srážkách dosahovaly v roce 1993 průměrných hodnot 3,63 mg/l (rok 1989 - 1990 4,60 mg/l, období 1991 - 1993 4,50 mg/l) a celková depozice dusičnanů byla 3,25 t/km<sup>2</sup>/rok. Vážené roční průměry koncentrace amoniaku v r. 1994 dosahovaly hodnoty 1,81 mg/l a celková depozice amoniaku byla 1,20 t/km<sup>2</sup>/rok (rok 1989 - 1990 1,30 t/km<sup>2</sup>/rok). Vážené roční průměry koncentrací fosforečnanů pak dosahovaly hodnoty 0,27 mg/l a celková depozice byla 0,15 t/km<sup>2</sup>/rok.



Obr. 2. Depozice vybraných ukazatelů v období 1989 až 1994

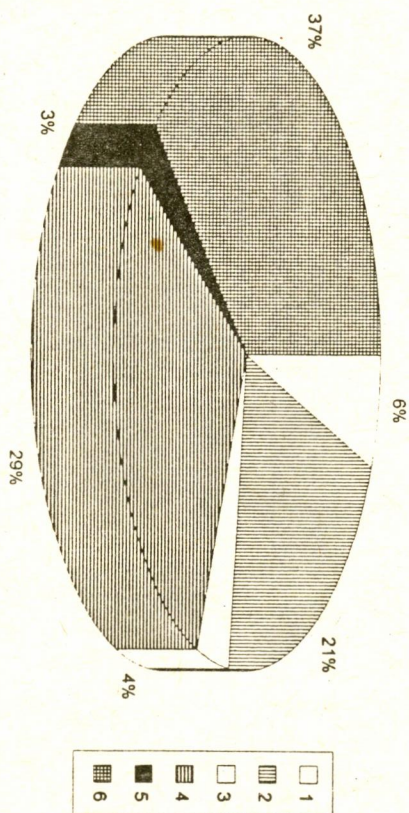
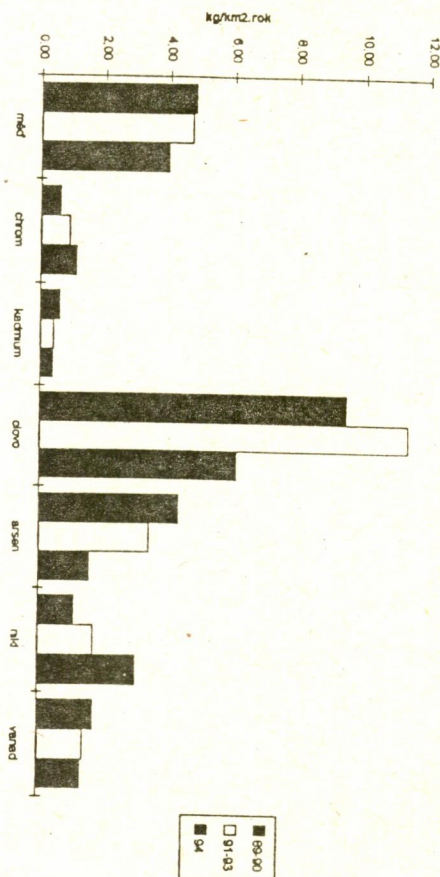


Tabulka 2. Porovnání atmosférické depozice za období 1989 až 1994

		Vážený průměr koncentrací			Depozice					
		1989 - 90	1991 - 93	1994	1989 -1990	1991 -1993	1994			
mg/l	sirany	8,70	5,70	4,39	t/km <sup>2</sup> .r	5,70	4,00	3,14		
	chloridy	2,80	2,40	2,63		1,90	1,80	1,86		
	fosforečnany	0,14	0,11	0,27		0,09	0,09	0,15		
	dusitany	-	-	0,02		-	-	0,02		
	dusičnany	4,60	4,50	3,63		3,00	3,20	3,25		
	kys. křemičitá	-	-	0,79		-	-	0,58		
	vápník	2,40	1,90	1,77		1,70	1,40	1,23		
	hořčík	0,63	0,56	0,70		0,46	0,44	0,54		
	sodík	0,52	0,39	0,38		0,37	0,31	0,33		
	draslík	0,35	0,33	0,35		0,23	0,25	0,23		
	amoniak	2,00	1,80	1,81		1,30	1,30	1,20		
	μg/l	měď	7,30	6,70		5,20	kg/km <sup>2</sup> .r	4,80	4,70	3,97
		zinek	57,00	72,00		56,78		35,00	48,00	43,69
		chrom	0,90	1,20		1,59		0,60	0,90	1,11
kadmium		0,70	0,50	0,37	0,60	0,40		0,38		
železo		207,00	218,00	77,28	127,00	144,00		53,06		
mangan		26,00	18,00	12,00	16,00	13,00		7,89		
olovo		14,00	16,00	7,62	9,50	11,40		6,11		
arzen		6,80	5,40	2,23	4,30	3,40		1,57		
beryllium		0,09	0,08	0,03	0,05	0,04		0,02		
nikl		1,80	2,30	3,70	1,10	1,70		3,01		
vanad		2,80	2,20	1,89	1,70	1,40		1,34		
hlinitik		406,00	287,00	99,97	249,00	183,00		69,60		

436

Obr. 3. Depozice kovů v období 1989 až 1994



Obr. 4. Průměrné složení kovů v depozici: 1 - Cr, Be, Cd, V, As, Ni, Cu, 2 - Zn, 3 - Fe, 4 - Mn, 5 - Pb, 6 - Al

437

Celkové depozice vybraných ukazatelů a jednotlivých sledovaných těžkých kovů v období 1989 - 1994 jsou uvedeny na obr. 2 - 4. Zjištěné hodnoty odpovídají zahraničním údajům pro středoevropský prostor.

Trendy průměrných hodnot celkové depozice nutrientů a těžkých kovů od roku 1989 je možné posoudit z tabulky 2. Naměřené hodnoty ukazují na všech stanicích poměrně konstantní koncentrace jednotlivých složek, se sestupnou tendencí u sledovaných nutrientů a toxických kovů s výjimkou chromu a niklu.

V posledním období bylo zařazeno i sledování aktuálního radionuklidu, jehož emise souvisejí s činností jaderných elektráren na našem území i mimo ně - tritia. Hodnoty objemové aktivity se pohybovaly od 0,8 - 3,2 Bq/l a jsou uvedeny pro vybrané stanice v tabulce 3. Naměřené hodnoty objemové aktivity  $^3\text{H}$  na vybraných stanicích PŘIMDA, LUŽNICE a ZÁVIŠÍN u Mariánských Lázní jsou v relaci s oscilacemi obsahu  $^3\text{H}$  ve srážkových vodách pozorovaných i v jiných institucích na území střední Evropy. Pozorovaná maxima každoroční oscilace obsahu  $^3\text{H}$  se nacházejí v letních měsících. Příčinou jsou sezonní pohyby v atmosféře (změna převládajícího směru prou-

dění, které přináší vzduch buď z přímořských oblastí, nebo naopak vzduch pevninský). Od roku 1962 dochází k systematickému poklesu průměrných hodnot ze 100 - 200 Bq/l  $^3\text{H}$  až po dnešní hodnoty 1 - 2 Bq/l.

### Závěr

Naměřené hodnoty celkové atmosférické depozice vypovídají reprodukovatelně o znečišťování životního prostředí, hlavně povrchových vod a půdy toxickými kovy a dále pak sírany a dusičnany, které způsobují kyselost dešťů a následné negativní projevy.

Výsledky sledování dokumentují dlouholetý trend poklesu depozice síry, jako výsledek snižování emisní síry v Evropě, a naopak stagnaci hladiny sloučenin dusíku a některých kovů. Byl indikován nárůst depozice chromu a niklu.

Trvalá pozornost je věnována kontrole kvality práce (QA/QC) všech zúčastněných laboratoří. Vzhledem k tomu, že cílem sledování jsou průměrné hodnoty celkové atmosférické depozice za relativně dlouhodobé období, roste spolehlivost naměřených údajů s délkou sledování.

V roce 1995 pokračuje sledování celkové atmosférické depozice na 10 stanicích VÚV TGM.

### Literatura

1. ŠKODA, J., BUDSKÁ, E. a kol.: Jakost srážkových vod na stanicích VÚV Praha. Závěrečná zpráva, VÚV TGM Praha, 1991 - 1993
2. BUDSKÁ, E.: Depozice těžkých kovů a tritia. Závěrečná zpráva VÚV TGM Praha, 1995

Tabulka 3. Stanovení měrné aktivity  $^3\text{H}$  ve srážkových vodách

období	ZÁVIŠÍN 1994 aktivita $^3\text{H}$ [B]q/l	LUŽNICE 1994 aktivita $^3\text{H}$ [B]q/l	PŘIMDA 1994 aktivita $^3\text{H}$ [B]q/l
I	< 1,1	< 1,1	2,5
II	2,6	3,1	1,9
III	1,8	2,1	2,0
IV	2,6	< 1,1	2,5
V	2,0	1,3	1,8
VI	2,2	1,8	2,4
VII	3,2	2,6	3,1
VIII	2,2	2,5	2,5
IX	2,6	1,3	1,9
X	1,8	1,4	1,2
XI	1,1	1,7	1,7
XII	< 0,8	< 0,8	1,1

## REJSTRÍK VTEI 1995

	č./str.
<b>Úvodní články</b>	
Do nového ročníku .....	1/1
Pytl, V.: Valná hromada ČSVTS a budoucnost české vědeckotechnické vodohospodářské společnosti .....	2/41
Holík, J.: K závaznosti technických norem .....	3/77
Kinkor, J.: Světový den vody .....	4/113
Matějček, J.: Akce ke Světovému dni vody .....	5/153
Havlová, J.: Hospodaření Státního fondu životního prostředí ČR v r. 1994 .....	6/193
Král, M.: Hospodaření s vodou v České republice .....	7-8/223
Gabriel, P.: České plavební a vodocestné sdružení .....	9/287
Šverma, J.: Proces obnovy, rekonstrukce a modernizace majetku SVS a SčVK .....	10/327
Vodička, V.: Trvale udržitelný rozvoj versus státní politika životního prostředí .....	11/367
Mach, M., Grünwald, A.: Výuka zdravotního inženýrství na FSV ČVUT v Praze .....	12/407
<b>Ekonomika</b>	
Votava, M.: Využití finančního příspěvku spolkového ministerstva životního prostředí .....	4/141
Laužanský, M.: Hodnocení ekonomických výsledků a funkčnosti a.s. Povodí .....	5/155
<b>Odpadní vody</b>	
Wanner, J., Koller, J.: Nová modifikace aktivace - systém SBR a CASS .....	1/3
Vrabec, L., Vostrčil, J.: Některé aplikace polyaluminiumchloridu při čištění odpadních vod .....	1/7
Růžička, J.: Zneškodňování odpadních vod obsahujících EDTA .....	3/93

Mattiello, E.: Bio-Sol - biologický přípravek šetřící životní prostředí .....	3/97
Vymazal, J.: Využití umělých mokřadů pro čištění odpadních vod a odvodňování kalů (historický přehled) .....	3/102
Kosová, B., Podskalský, M.: Řešení problematiky zpracování kalů na malých ČOV .....	4/129
Šedivý, J.: Účinnost primární sedimentace .....	4/134
Vrabec, L., Vostrčil, J.: Zkušenosti s flotační ČOV AKVAPORT-02 .....	5/159
Šedivý, J.: Kontinuální čištění odpadních vod na čistírně řady Living Conti .....	5/164
Šťastný, V.: Vyhodnocení aplikace technologie ALPHA-MICROX (ALPHA-BIO) na ČOV Rakovník .....	6/211
Vymazal, J.: Kořenové čistírny - stále ještě "nový a neodzkoušený" způsob čištění odpadních vod? .....	6/219
Franče, P., Šedivý, J.: Hodnocení přípravků užívaných při povrchových úpravách kovů .....	7-8/267
Vodička, V.: Zkoušky chemického srážení na ČOV Toužim .....	9/306
Šedivý, J.: Účinnost aktivace při čištění městských odpadních vod .....	10/332
Beneš, J.: Čištění a využívání komunálních odpadních vod v Pekingu .....	10/334
Grúz, J., Grúzová, A.: Čištění mlékárenských vod .....	11/378
Šťastný, V.: Srovnání vlastností různých textilních materiálů jako nosičů biomasy v technologii odpadních vod .....	11/399
Šedivý, J.: Separace biologického kalu v dosazovacích nádržích .....	12/419

### Vodárenství

Sládečková, A.: Využití biologie ve vodárenské praxi /3/ - Průzkum v úpravně vody Valašské Meziříčí .....	1/17
---	------

Vostrčil, J.: Některé praktické systémy AOP v USA .....	2/61
Cena Chemviron Carbon .....	2/66
Beneš, J.: Odstraňování dusičnanů z pitné vody .....	6/224
Vostrčil, J.: Koagulanty a flokulanty používané v Austrálii při úpravě vody pro pitné účely .....	9/316
Kučař, M.: Úpravářská problematika vybraných údolních nádrží severočeského regionu .....	10/337
Vostrčil, J.: Některá zahraniční komerční srážedla fosforečnanů .....	12/422

### Rozbory vod

Veger, J.: Použití enterotestů v hydrobakteriologii - 6. Praktický význam použití testů při sledování hygienické kvality vody .....	1/25
Kužilek, V., Svobodová, A.: Speciální chromatografické kolony pro stanovení PAU .....	10/349

### Hydrologie

Horváthová, B.: Minimální prietok MQN, zrážkovo-odtokové vzťahy .....	2/45
Tesařík, M.: Zacházení s dešťovými vodami v urbanizované zástavbě - způsoby zmírnění nepříznivých dopadů na recipient .....	2/51
Diarová, S.: Vliv vypouštěných vod na kvalitu vody recipientu .....	4/137
Blažková, Š.: Výpočet scénářů reprezentujících vliv odlesnění povodí Uhlířská na Černé Nise v Jizerských horách .....	6/197
Vrabec, M., Řiřicová, P., Kessler, J.: Hydrometeo- rologická charakteristika roku 1994 v České republice .....	7-8/241
Kulasová, B., Kakos, V.: Největší historická povodeň v Čechách na dolním Labi koncem března 1845 .....	7-8/258

Horváthová, B.: Minimální prietok MQN, zrážkovo-odtokové vzťahy, 2. časť .....	9/306
---	-------

### Životní prostředí

Vodička, V.: Přehled technologií pro asanaci podzemních vod a zemin /1/ .....	3/83
Jandlová, D., Kunst, Z.: Havarijní znečištění vod v roce 1994 .....	4/116
Vodička, V.: Přehled technologií pro asanaci podzemních vod a zemin /2/ .....	4/119
Vojtěch, V.: Rybníční bahno - způsoby jeho těžby a využití (1) .....	5/167
Vojtěch, V.: Rybníční bahno - způsoby jeho těžby a využití (2. část) .....	6/205
Vodička, V.: Použití výstroje z termoplastů v kontaminovaném prostředí .....	7-8/281
Růžička, J.: Normativy pro asanační opatření v blízkosti pramenišť .....	11/396

### Vodní toky a nádrže

Matějčíček, J.: Povodňová ochrana v České republice .....	5/175
Matějčíček, J.: Vodohospodářské podmínky a možnosti pro řízení záplavy lužních lesů .....	6/229
Schindler, J., Merta, L., Frinta, P.: Měřicí systém kvality vody v povodí Labe na území ČR .....	7-8/235
Svejkovský, V.: Ochrana jakosti vody ve vodárenských nádržích .....	9/291
Frinta, P., Medek, J., Merta, L.: Sledování úniku metyl-metakrylátu měřicí stanicí Labe-Valy .....	9/300
Just, T.: K ochraně kvality v povodí Teplé .....	11/370
Jirsák, V., Nowak, P.: Bezobslužné vodní mikroelektrárny s počítačovou automatikou realizované na horských bystřinách .....	11/384
Zahrádka, V.: Kvalita vody v Ohři a jejích přítocích .....	12/412

## Souborné informace

Mattas, D.: Voda v náboženství a mýtech (2) .....	1/31
Mattas, D.: Voda v náboženství a mýtech (3) .....	2/67
Přehled disertačních prací s vodohospodářskou tematikou obhájených v roce 1993 v ČR .....	2/70
Adresář organizací v rezortu MŽP ČR-1995 .....	2/74
Šimonek, P., Hanslík, E.: Zkušenosti se zajišťováním správné laboratorní praxe při měření radia-226 ve vzorcích vod .....	3/105
Votruba, L.: Rok centenia České matice technické .....	4/139
Sládeček, V., Sládečková, A.: Rudolf Šrámek-Hušek - silná osobnost naší hydrobiologie .....	5/183
Kožíšek, F.: Má voda něco společného s morálkou? .....	5/190
Přehled disertačních prací s vodohospodářskou tematikou obhájených v roce 1994 v ČR .....	7-8/283
Körberova cena 1995 .....	11/376
Budská, E.: Atmosférická depozice látek .....	12/431

## Konference

Vymazal, J.: 4. Mezinárodní konference o využití umělých mokřadů pro čištění odpadních vod .....	1/23
Vojtěch, V.: Setkání s vodohospodáři ze SRN .....	2/48
Grécová, M.: Odborný program České vědecko- technické vodohospodářské společnosti na rok 1995 .....	3/90
Patera, A.: Výchova a vzdělávání vodohospodářů na středních a vysokých školách .....	4/125
Sládečkovi, A. a V.: Aktuální otázky vodárenské biologie .....	4/148
Vostrčil, J.: Poznatky z konference Flotační procesy při úpravě vody a zpracování kalu .....	5/178
Žáček, L.: Seminář O korozi potrubí .....	6/204
Kožíšek, F.: Co nového v balených vodách .....	7-8/249
Dvořák, V., Libý, J.: Seminář "Povodňová ochrana na Labi" .....	7-8/255

Vostrčil, J.: Z konferencí v zahraničí .....	7-8/275
Hubáčková, J.: X. setkání vodohospodářů v Kutné Hoře .....	7-8/277
Sládečková, A., Sládeček, V.: Konference "Pitná voda z údolních nádrží 1995" .....	9/321
Wanner, J.: Mezinárodní konference Asociace čistírenských expertů ČR ODPADNÍ VODY - WASTEWATER '95 BRNO, 9. - 11.5.1995 .....	10/344
Sládečková, A., Sládeček, V.: 7. konference Toxicita a biodegradabilita odpadů a látek významných ve vodním hospodářství .....	10/363

## Odborné knihy

Využití stochastických metod v některých směrech hydrotechnického výzkumu II .....	1/6
Vliv jaderné elektrárny Temelín na hydrosféru a další složky životního prostředí .....	1/39
Polycyklické aromatické uhlovodíky v hydrosféře .....	3/81
Vliv odlesnění na hydrologický režim v oblasti Jizerských hor .....	3/110
Sborník k 75. výročí Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM .....	6/IV.
Porovnání hydrologické účinnosti povodí různého hospodářského využití pomocí modelu chronologické hydrologické bilance .....	9/320
Doporučené techniky odběru vzorků a jejich transportu do laboratoří .....	9/IV.

## Osobní

Wanner, J.: 90 let prof. ing. dr. Vladimíra Maděry, DrSc. ....	1/13
Guttwald, J.: Ing. Bohumil Müller šedesátníkem .....	2/59
Patera, A.: Životní jubileum prof. ing. Vojtěcha Broží, DrSc. ....	5/173

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

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

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

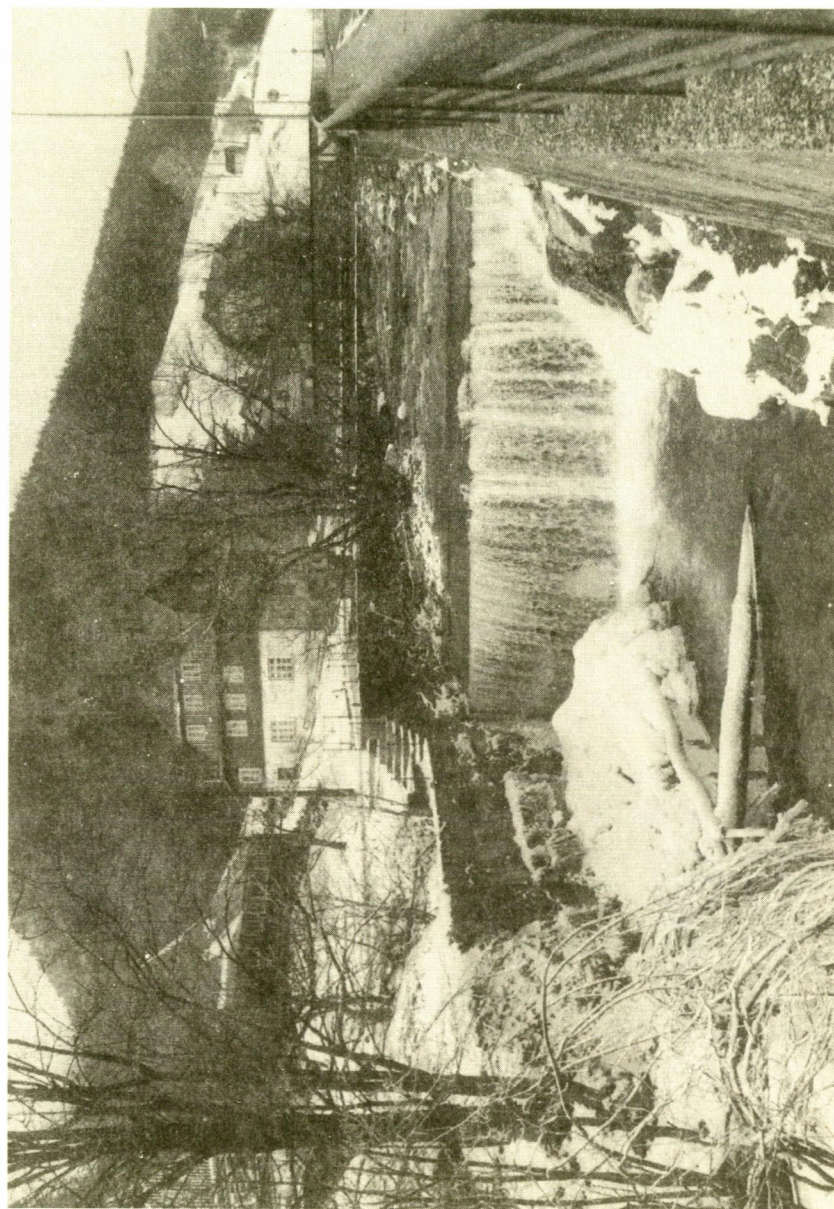
Redaktor: Josef Smrťák

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

Tisk na recyklovaném papíru Reprografické středisko VÚV TGM

Číslo 12

Cena 7,- Kč



---

## HYDROLOGICKÁ BIBLIOGRAFIE ZA ROK 1994

Hydrologická bibliografie je pravidelnou ročenkou, v pořadí čtyřicátou osmou, která aktuálně představuje anotované záznamy odborné vodohospodářské publikační činnosti knižní, časopisecké a sborníkové, včetně disertačních prací českých autorů obhájených v daném roce.

Bibliografie za rok 1994 zahrnuje 808 záznamů ze všech oborů vodního hospodářství. Ročenka je rozdělena do kapitol Hydro-meteorologie (déšť, sníh, výpar a vlhkost vzduchu), Vodní toky (morfolgie toků, pohyb vody v otevřených korytech a potrubí, odtokové poměry, splaveniny, teplotní režim, fyzika, chemie a biologie, použití v technice - vodní stavby, jezy, úprava toků, plavba a hydroenergetika, vodní stroje, čistota toků), Jezera, rybníky, malé vodní nádrže, Podzemní vody a prameny (geologie a hydrogeologie, režim podzemních vod, hydraulika podzemních vod, jímání podzemních vod a snižování hladiny, znečištění a ochrana podzemních vod, fyzika, chemie, biologie), Hospodaření s vodou v zemědělství a lesnictví (pedologie, odvodňování, závlahy lesnické vodní hospodářství), Hospodaření s vodou v obcích a průmyslových závodech (vodárenské zdroje, vodovodní sítě, úprava pitné vody, voda pro průmyslové účely, stokování, čistírny odpadních vod a základní čistírenské procesy, malé čistírny odpadních vod, kalové hospodářství, průmyslové odpadní vody), Fyzikální, chemická, radiologická, biologická a mikrobiologická analýza vody, Ekonomika a plánování vodního hospodářství, Ochrana životního prostředí, zvl. hydrosféry.

Struktura ročenky odpovídá všem národním hydrologickým bibliografiím vydávaným v rámci Mezinárodního sdružení pro vědeckou hydrologii. Pro odborníky, jejichž vědecký zájem přesahuje rámec problematiky vodního hospodářství a zasahuje problémy celého životního prostředí, je Ministerstvem životního prostředí ČR nově vydávána Výběrová bibliografie životního prostředí (zatím za rok 1992 a 1993).

Zájemci o Hydrologickou bibliografii za rok 1994 se mohou obrátit na ing. N. Wannarovou, odd. VTEI Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM, Podbabská 30, 160 62 Praha 6.

*M. Jelenová*

---