

12/72

# VTEI

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKE INFORMACE

# 1333

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ · PRAHA-PODBABA

O B S A H

Základní směry rozvoje komplexní socialistické racionalizace odvětví vodního hospodářství v hospodářské-podnikové oblasti spravované NV ( M.Chalupa)....509

VODNÍ TOKY A NÁDRŽE

Příspěvek výzkumu k zlepšení plavebních podmínek na středním Labi ( L.Deležal,J.Libý,J.Skalička ) .....519

ODPADNÍ VODY

Využití biologicky vyčištěných odpadních vod ze zpracování repy v chladicích okruzích ( A.Grünwald, J.Keller) .....522

Čištění odpadních vod z elektrolyzy, obsahujících rtuť ( P.Pitter, J.Chudoba ) .....529

ZÁSOBOVÁNÍ VODOU

K problematice stanovení distribučních křivek vlastností látek přítomných v povrchových vodách ( L.Žáček )531

Úpravna vody Velebudice ( B.Grünbaum ) .....537

SOUBORNÉ INFORMACE

Hořnecení náhodných chyb některých chemických stanovení v laboratorních OVHS a KVRIS ( I.Nesměrák ) .....545

VODOHOSPODÁŘSKÝ VĚSTNÍK

K vyhlášce č.35/1972 SB., o ochraně vod před znečištěním ropnými látkami ( J.Krecht ) .....553

R O Č N Í K 14

Vydává Výzkumný ústav vodohospodářský v Praze z pověření ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR.

Určeno pracovníkům rozvoje vodního hospodářství, národních výborů, vodohospodářských podniků, závodním vodohospodářům, zlepšovatelům a novátorům

Vychází měsíčně

Redakční rada: J.Bednář, dipl.tech. ( předseda ), dr. H. Danková, inž.M.Chrtek, dr.J.Krecht,CSc., K.Kudrna, inž. dr. J.Kurka, J.Kváča, inž. A.Ladecký, inž.A.Nejedlý,CSc., inž. P. Pitter,CSc., inž. J.Růžička, inž. V. Sadílek, dr. A. Sladká, inž. V. Sotorník,CSc., inž. Z. Vaník,Z.Vlček, inž. F. Zitta, inž. J. Zolman

Redaktorka : I. Duhová

Redakce : Výzkumný ústav vodohospodářský, Praha 6-Podbaba, tel. 32 90 41 - 6

Tisknou Střeďočeské tiskárny, n.p., provozovna 18

Vyšlo v prosinci 1972

Cena 3,50 Kčs

ZÁKLADNÍ SMĚRY ROZVOJE KOMPLEXNÍ SOCIALISTICKÉ RACIONALIZACE ODVĚTVÍ VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ V HOSPODÁŘSKO-PODNIKOVÉ OBLASTI SPRÁVOVANÉ NV

Inž. M. Chalupa, MLVH ČSR

XIV. sjezd KSČ uložil odvětví vodního hospodářství k zajištění zásadní okruhy úkolů, spočívajících v zabezpečování potřeb, souvisejících s bytovou výstavbou, zvyšováním úrovně zabezpečování obyvatelstva pitnou vodou a zlepšováním čistoty toků.

Podle usnesení vlády ČSR č. 207/71, kterým byla přijata politicko-organizační opatření k zabezpečování závěrů XIV. sjezdu KSČ a na základě resortní osnovy rozpracovaných a zabezpečovaných sjezdových závěrů, byly hlavní úkoly odvětví vodního hospodářství v bližším rozvedení stanoveny takto:

- přednostní zabezpečování vody pro bytovou výstavbu,
- zvýšení podílů bytů připojených na veřejný vodovod a kanalizaci,
- zlepšování čistoty toků výstavbou čistíren odpadních vod, především u hlavních zdrojů znečištění,
- komplexní řešení rekonstrukce a modernizace plavební dráhy na Labi do Chvaletic,
- rychlejší růst SMČ vlastními prostředky za účelem zajištění plynulé funkce vodohospodářských zařízení,
- ochrana proti povodním a zlepšení odtokových poměrů,
- dopracování systémů SVP jako hlavního dlouhodobého nástroje rozvoje vodního hospodářství.

Úkoly pětiletky představují základní cíle, na jejichž splnění a účelném překročení se musí racionalizační hnutí ve vodním hospodářství v oblasti spravované národními výbory zaměřit.

Úkolem vodohospodářských organizací řízených NV je v 5. PLP vytvořit podmínky pro zabezpečování potřeb souvisejících s bytovou výstavbou, rozšířením vodovodní a kanalizační sítě tak, aby počet obyvatel připojených na veřejný vodovod dosáhl nejméně 60 % a v bytech připojených na veřejnou kanalizaci zhruba 50 % při respektování záměrů státního programu racionalizace, které byly rozpracovány do podmínek vodního hospodářství.

Záměry racionalizačních úkolů:

#### 1. Racionalizace práce

Úkol 5. PLP:

Racionalizace spotřeby živé a zhmotnělé práce tak, aby se další vývoj oboru vodovodů a kanalizací obešel bez extenzivního nárůstu počtu pracovníků a zvyšování nákladovosti výroby.

Úkoly vodohospodářských organizací v 5. PLP:

Rozvoj vlastních kooperačních a speciálních činností prověřit, zhodnotit a přizpůsobit náročnějším úkolům nyní nejší vnitropodnikovou organizaci,

prověřit a zhodnotit organizaci práce na údržbě vodovodních a kanalizačních sítí a stupeň vybavení těchto útvarů mechanizačními prostředky, připravit racionalizační návrhy a realizovat hospodárnější postupy,

prověřit organizaci práce na jednotlivých pracovištích vlastní stavebně montážní složky a provést racionalizační postupů ve stavebních činnostech při současném zlepšení kvality prací a zvýšeném používání stavebních strojů a mechanismů,

prověřit osazení objektů, zejména úpraven vody, čerpacích stanic, čistíren odpadních vod a provozních středisek vodovodů a kanalizací pracovníky při respektování požadavků BOZ s cílem zajistit hospodárné využívání pracovních sil při optimálním zajištění provozu.

#### 2. Zlepšení jakosti a užitné hodnoty pitné vody a vody čištěné v kanalizačních čistírnách.

Zabezpečit výrobu a plynulou dodávku pitné vody podle požadavků ČSN 830611-Pitná voda ve všech ukazatelích. Zvýšit účinnost čištění odpadních vod a úroveň kvalitativní kontroly ve vodním hospodářství.

dosáhnout u dodávek jakosti vody pitné dle ČSN 830611, dosáhnout plynulé výroby vody,

dosáhnout plynulé dodávky vody při zabezpečení tlakových poměrů v rozvodné síti a snížených ztrátách vody,

zajistit neškodné odvádění odpadních vod,

zajistit zvýšení účinnosti čištění vod čištěných v kanalizačních čistírnách.

#### 3. Hospodaření s energií

Zpracovat programy modernizace energeticky náročných zařízení, procesů a objektů.

Racionalizace spotřeby energie u rozhodujících skupin zařízení pracujících s nízkou energetickou účinností,

snížení spotřeby elektrické energie u objektů regulační skupiny č. I - čerpací stanice a úpravy vody,

soustavné zvyšování účinnosti čerpadel v provozu; pravidelně prověřovat vhodnost čerpadel, stav jejich údržby a provádět jejich výměny a modernizace a rekonstrukce čerpacích stanic,

zabezpečení hydraulických charakteristik potrubí; u trubních řadů provádět zkoušky průchodnosti potrubí a provádět čištění potrubí s cílem snížit hydraulické ztráty.

#### 4. Hospodaření s kovy

Racionalizace ve spotřebě železa a neželezných kovů

intenzivní využívání rourového materiálu z umělých hmot až do  $\varnothing$  155 mm ve vodárenství

intenzivní využívání rourového materiálu z umělých hmot v kanalizacích

#### 5. Racionalizace informačních systémů

Racionalizace systému sběru, přenosu, uchovávání, dopravování a zpracování technickoekonomických informací

dobudování provozních dispečinků s cílem zajistit optimální podmínky pro provoz pracovišť při zesílené kontrolní a zejména operativně-řídící činnosti vedoucích pracovníků z provozních úseků a oblastí a pro dosažení větší operativnosti ve využívání strojů, zařízení a dopravních prostředků

zavést jednotné zpracování ekonomických agend za pomoci mechanizace

- evidence mezd
- evidence materiálu
- fakturace vodného a stočného
- realizace ostatní
- vnitropodnikové fakturace
- účetní evidence
- výsledná kalkulace

a dalších např. evidence ZP, vodoměrů, předmětů dostupné spotřeby atd.

#### 6. Racionalizační poradenství

Krajská vodohospodářská rozvojová a investiční střediska a Krajská střediska vodovodů a kanalizací svou odbornou kapacitou budou využívat své kapacity pro vypracování a realizaci záměrů komplexní socialistické racionalizace ve vodohospodářských organizacích  
příprava poradensko-inženýrských činností, kterou budou napomáhat v racionalizačním úsilí organizací VH

řešení konkrétních projektů racionalizačních opatření

rozvoj vlastních kooperačních a speciálních činností (servisní, skladovací, projektové, inženýrské a poradenské činnosti)

propagovat "živé vzory" - vzorné pracovníky, provozy, objekty, zařízení, které by posloužily při mezipodnikovém hodnocení a srovnávání za základ pro přenášení pokrokových zkušeností.

Metodické pokyny pro uplatnění komplexní socialistické racionalizace v odvětví vodního hospodářství v oblasti spravované národními výbory.

Byly vydány jako doplněk k "Pracovní instrukci pro vypracování a zabezpečení programů KSB na rok 1973 a další léta pětiletého plánu" (vydané MVT ČSR č.j. 33/13079/72 v červnu 1972, pod č.j. 16 330/72/65 ministerstvem lesního a vodního hospodářství ČSR a ministerstvem výstavby a techniky ČSR v červenci 1972.

Programy komplexní socialistické racionalizace na léta 1971 - 75 u vodohospodářských organizací řízených národními výbory budou v páté pětiletce podléhat vývoji techniky, organizačních forem, vývoji závodů a získávání nových zkušeností a budou proto nezbytně postupně revidovány a doplňovány a zpřesňovány, aby v největší míře plnily úkoly, které si organizace vytkly.

Pro práci se doporučuje tento metodický postup:

Odborná racionalizační skupina ustavená podle usnesení vlády č. 107/70:

1. prověří znovu program komplexní racionalizace na léta 1971 - 1975 a zkonfrontuje s nově zjištěnými potřebami podniku a s novými technicko-vědeckými poznatky i s novými mechanizačními prostředky, které se objevily na trhu,
2. z uvedeného rozboru určí nová racionalizační opatření, navrhne jejich zařazení do programu racionalizace buď jeho rozšířením nebo náhradou,
3. stanoví přesný a jasný cíl těchto opatření,
4. dohodne termíny možného dosažení cílů,

5. navrhne potřebná organizační opatření a složení týmů, jimž má být realizace úkolů uložena,
6. sleduje a příp. konzultuje se zpracovateli postup řešení daných úkolů a kontroluje, oponenturami ovlivňuje správné vyřešení nových racionalizačních akcí.

Prověřování programu komplexní racionalizace a předkládání návrhů na jeho rozšíření nebo doplnění provádí odborná racionalizační komise tak, aby nová racionalizační opatření schválená vedením organizace, mohla být zařazena do návrhů podnikového plánu na příští období.

Po podrobném rozboru náplně programů vodohospodářských organizací řízených národními výbory a zvážení potřeb národního hospodářství, možností vodního hospodářství a obecných záměrů komplexní socialistické racionalizace, navrhují se pro doplňování a rozšiřování programů KSR tato opatření: organizačního charakteru:

- prověřit a zhodnotit nynější vnitropodnikovou organizaci,
  - prověřit a zhodnotit organizační práce na údržbě vodovodní a kanalizační sítě a posoudit stupeň vybavení těchto útvarů mechanizačními prostředky, připravit návrhy a realizovat hospodářské postupy,
  - prověřit organizaci práce na jednotlivých pracovištích vlastní stavební složky a provést účinnou racionalizaci postupů ve stavebních činnostech, zároveň zlepšit kvalitu prací,
  - prověřit organizaci a vytížení dopravy vlastními nákladními vozidly, s cílem zjistit potřeby provozů v zásobování hmotami a materiály.
- v oblasti řízení:

- prověřit a zhodnotit nynější způsob plánování a provádění přípravy, přejímání a hodnocení investičních činností z hlediska investora a vyvodit z toho potřebné závěry k zřehodárnění činnosti při současném stavu zabezpečení kvality prací a dodržování harmonogramu,

- přešetřit a analyzovat způsob řízení vodárenských a kanalizačních systémů a provozů s cílem navrhnout řešení umožňující zajistit optimální podmínky pro provoz pracoviště při zesílené kontrolní a zejména operativně řídicí činnosti vedoucích pracovníků z provozních úseků a oblastí,
- prověřit zavedený způsob využívání mechanizačních prostředků a zkoumat možnosti použití dispečinku při jejich přidělování na pracoviště s cílem dosáhnout větší operativnosti ve využití strojů a zařízení

v oblasti provozně výrobní:

- prověřit obsazení objektů, zejména úpraven vody, čerpacích stanic a čistíren odpadních vod pracovníky při respektování požadavků BOZ při zajištění provozu a hospodárneho využívání pracovní síly,
- prověřit používané technologické postupy v provozech i ve stavební činnosti a hledat způsoby jejich technického i ekonomického zlepšení,
- prověřit systém v činnosti MTZ na úseku objednávání, skladování a zásobování provozů i staveb materiály, nářadím i součástkami, s cílem využít centrálního skladu nebo centrálního sledování pohybu zásob,
- prověřit dokladovou agendu pohybu zásob,
- zavádět jednotné zpracování ekonomických agend s pomocí mechanizace,
- a dále zaměřit činnost racionalizačních komisí na
  - úsporu kovů, paliv a energie,
  - realizaci podnikových úkolů technického rozvoje,
  - zavádění nových technologických postupů,
  - automatizaci a mechanizaci pracovních postupů,
  - opatření v organizaci výroby,
  - vyšší využívání základních prostředků
  - a realizaci zlepšovacích návrhů.

Ukazatele pro hodnocení efektů racionalizace

Efektivnost navrhovaných racionalizačních opatření se v potřebném rozsahu zdůvodňuje z hlediska:

- účelnosti
- ekonomické efektivity
- ve finančním vyjádření
- ve vyjádření společenských užitek finančně nevyčíslitelných

#### 1. Účelnost racionalizačních opatření

Racionalizační opatření v kmenovém listu bude obsahovat:

- číslo nomenklatury racionalizačních akcí
- charakteristiku akce
- technologické parametry
- zhodnocení míry komplexnosti
- variantní úvahu (možnost zaměnitelnosti řešení)
- zhodnocení mimoekonomických účinků
- nároky (např. na jiné organizace)
- zhodnocení technické úrovně navrhovaného řešení.

#### 2. Ekonomická efektivnost racionalizačního opatření

Ekonomičnost citovaná ve finančním vyjádření bude zpravidla obsahovat:

- roční úspory vlastních nákladů (tis. Kčs)
- jednorázové náklady, které je nutno vynaložit na realizaci racionalizačních opatření (tis. Kčs)
- průměrné roční vícenáklady neinvestiční povahy (tis. Kčs)
- likvidované základní fondy v pořizovací ceně (tis. Kčs)
- přírůstek výroby (tis. Kčs)
- přírůstek kapacit (l/s, tis. Kčs)
- úspora pracovních sil (hod/rok, tis. Kčs).

Všechny údaje finančního vyjádření je třeba tam, kde je to nutné, vyčíslit ve třech alternativách - jako ekonomickou efektivnost:

- přínosu, tj. v rámci provozního nebo funkčního souboru (celku), v němž je racionalizace prováděna,

- vyvolanou, tj. přímou ekonomickou efektivnost včetně místně i časově souvisejících opatření, která je nutno uskutečnit pro realizaci racionalizace,
- nepřímou, tj. vyvolanou ekonomickou efektivnost, včetně opatření, která musí být vykonána alespoň v prvním okruhu, tj. u přímých dodavatelů a odběratelů.

Ukazatelé (např. rentabilita) pro stanovení ekonomické efektivity se počítají pokud možno pro stav před realizací a po realizaci racionalizačních opatření.

Společenské užítky finančně nevyčíslitelné

- zkrácení doby oprav
  - snížení počtu reklamací na jakost a množství a služby
  - zlepšení pracovních podmínek, hygieny a bezpečnosti práce
  - zvýšení kvalifikace pracujících
  - rozšíření rozsahu služeb poskytovaných obyvatelstvu a organizacím
  - snížení nepříznivého vlivu činnosti organizací na životní prostředí.
- Pro hodnocení efektivity racionalizačních opatření pro hlavní výrobní činnosti organizací se doporučuje použití ukazatelů obdobných jako u průmyslu; pro část činností organizace, při níž jsou zabezpečovány služby společenské se navrhuje výše uvedené ukazatele.

Na racionalizační akce, které dosahují úspor ročních vlastních nákladů ve výši 100.000 Kčs, či pro jejichž realizaci je třeba jednorázových nákladů vyšších než 100.000 Kčs a racionalizační akce, které dosahují významného efektu ekonomicky nevyčíslitelného se zpracovávají "Kmenové listy":

Pro akce, které těchto efektů nedosahují se zpracování kmenových listů doporučuje.

Kmenové listy a formuláře č. 2 (přílohy E Jednotných metodických pokynů na rok 1973) zasílají vodohospodářské organizace v termínech pro předložení návrhu plánu na r. 1973 svým řídicím národním výborům.

## vodní toky a nádrže

### PŘÍSPĚVEK VÝZKUMU K ZLEPŠENÍ PLAVEBNÍCH PODMÍNEK NA STŘEDNÍM LABI

Inž. L. Doležal, CSc., inž. J. Libý, CSc., doc. inž.  
J. Skalička, CSc., VÚV Praha

Mezi hlavní provozní nedostatky středolabské vodní cesty patří zejména zanášení dolních rejd plavebních komor a celková nestabilita plavební dráhy.

Komplexní objasnění příčin těchto nedostatků a jejich řešení bylo však dlouhou dobu oddalováno, neboť přesahovalo ekonomické zájmy a možnosti podniků spravujících nebo využívajících tok.

Po vládním usnesení o výstavbě tepelné elektrárny ve Chvaleticích, které zahrnuje i rozhodnutí o dopravě energetického uhlí ze severočeské hnědouhelné pánve po vodě, byly urychleně řešeny problémy stabilizace plavební dráhy na Labi a celkové zlepšení plavebních podmínek tak, aby plavba byla schopna od r. 1976 částečně (100 tis. t) a s postupným nárůstem pak od roku 1979 zcela (3800 tis. t) pokrýt požadavky na dopravu uhlí do Chvaletic. K tomu však bylo nutno přičíst další požadavky na přepravu i jiných substrátů po vodě, což celkově představuje oproti současnému stavu téměř dvacetinásobné zvýšení přepravních kapacitních možností.

Výzkumný ústav vodohospodářský se zapojil do řešení této problematiky, závažné nejen hospodářsky, ale i z hlediska ochrany životního prostředí, řešením resortního úkolu "Výzkum stabilizace plavební dráhy na Labi" v letech 1969 až 1972.

Plavebními potížemi, plynoucími ze zanášení dolních rejď plavebních komor, je na středním Labi postižováno několik stupňů. Nejvíce stupně Kostelec n.L., Čelákovice, Lysá n.L., Lobkovice a Kostomlátky. Nejhorší situace byla v Kostelci n.L., z metodologických důvodů bylo proto rozhodnuto, že uvedená problematika musí být řešena přednostně na tomto stupni. Na základě připomínek z oponentního řízení metodiky úkolu a na základě jednání s MLVH bylo rozhodnuto úkol rozšířit a rozdělit do dvou etap: první - zabývající se opatřeními, která lze provést v předstihu před zahájením provozu elektrárny Chvaletice; druhá - zahrnující komplexní teoretické-experimentální propracování problému stabilizace plavební dráhy na středním Labi.

První etapa hydraulického výzkumu byla řešena v hydrotechnické laboratoři VÚV a souběžně na hydraulickém a aerodynamickém modelu zdymadla Kostelec n.L.; práce první etapy byly v tomto roce již ukončeny závěrečnou zprávou a oponovány. Z výsledků výzkumu uvedeme dále některé závěry a doporučení, jejichž realizace podstatně zlepší plavební podmínky na zdymadle v Kostelci:

a) Nejúčinnějším prostředkem ke zlepšení plavebních podměrů v dolní zdrži zdymadla v Kostelci n.L. je odstranění skalního prahu dle linie odvozené a potvrzené předloženým výzkumem. Zároveň možno konstatovat, že z hlediska plavby naopak nelze tvorbu nánosů příznivě ovlivnit jakoukoliv nesymetrickou manipulací na jezu.

U zdymadla v Kostelci n.L. se pro plavbu po vodě navíc zlepšují podmínky průjezdu krajním pravým polem mostu, neboť v něm klesá rychlost proudění asi o 15 % oproti současnému stavu bez odbourání skalního prahu. V blízkosti tohoto mostu se přitom současně podstatně snižuje i úhel mezi vektorem rychlosti proudu a směrem plavby lodí, takže se zmenšuje nebezpečí stržení člunů na břeh.

b) Na vybudovaném hydraulickém modelu bylo znovu experimentálně potvrzeno, že výmoly u horního ohlaví dělicí zdi

jsou mnohem menší, jestliže prodloužíme dělicí zeď o protékající část. V podstatě se jedná o obdobu řešení provedené ve Velkém Oseku podle návrh prof. J. Čábelky.

c) Výsledky hydrotechnického výzkumu, provedeného na modelu pro stupeň Kostelec n.L., bude možno za předpokladu dostatečných podkladů aplikovat i na některé další stupně na Labi, u kterých charakter problémů a vnější okolnosti budou obdobné. Podle našeho názoru se toto týká především Lobkovic.

Doporučujeme, aby s realizací bylo započato ihned, aby tak mohla být přímo na díle ověřena a v případě potřeby i korigována některá opatření, doporučená na základě laboratorního výzkumu.



# odpadní vody

## VYUŽITÍ BIOLOGICKY VYČIŠTĚNÝCH ODPADNÍCH VOD ZE ZPRACOVÁNÍ ROPY V CHLADÍCÍCH OKRUZÍCH

Inž. A. Grünwald, CSc., VŠCHT Praha,  
Inž. J. Koller, GŘ Chemopetrol Praha

Růst objemu zpracovávané ropy vyvolává v rafineriích jak u nás tak ve světě zvýšené nároky na dostatek kvalitní užitkové vody. Při značně omezených kapacitách vodních zdrojů je možno tyto nároky pokrýt jen zaváděním účinných opatření, ke kterým patří např. recirkulace chladících a procesních vod, náhrada vodního chlazení chlazením vzduchem, používání nevodných rozpouštědel aj.

Jak uvádí Steck<sup>1</sup>, došlo v důsledku širokého uplatnění možnosti recirkulace v rafineriích NSR k poklesu potřeby vody na tunu surové ropy z 20,4 m<sup>3</sup>/rok 1955/ na 5,6 m<sup>3</sup>(rok 1965). Její klesající tendence byla zaznamenána také v následujících letech.

Významnou měrou se na potřebě vody a tím i na množství produkovaných odpadních vod podílí druh používaného chlazení. Porovnání při denní kapacitě zpracovávané ropy 5000 t uvádí Benger<sup>2</sup>:

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| a) rafinerie s průtočným chlazením asi | 230.000 m <sup>3</sup> /den |
| b) rafinerie s chlazením na věžích asi | 7.500 m <sup>3</sup> /den   |
| c) rafinerie s chlazením vzduchem asi  | 150 m <sup>3</sup> /den     |

K úsporným opatřením náleží také opětné využití biologicky vyčištěných odpadních vod ve výrobním procesu, zejména jako vod doplnkových pro chladicí okruhy.

Jak ukazuje příklad rafinerie Sun Oil v Toledu, je možno chladících věží využít současně k biologickému dočištění odpadních vod. Zkušenosti s tímto zajímavým způsobem čištění popisují Mohler, Elkin a Kumnick<sup>3</sup>. Vyzdvihují zejména vysoký čistící efekt způsobu (99,9 % na fenoly, 80 % na CHSK a přes 90 % na BSK<sub>5</sub>).

Stejnou problematikou se také zabývali Davies, Biehl a Smith<sup>4</sup>. Ve svém článku uvádějí, že při průměrném průtoku chladící věží 21,4 l/s docházelo u používané mechanicky předčištěné odpadní vody k poklesu CHSK o 50 %, sírníků o 74 %, amoniaku o 16 % a fenolů o 96 %.

Velmi obsáhlá je výzkumná zpráva "Využití biologicky vyčištěných ropných a fenolových vod v chladících okruzích"<sup>5</sup>. Autoři v ní shrnují výsledky pokusů, provedených na polo-provozním chladícím okruhu. V jednotlivých etapách pokusů byl okruh doplňován biologicky předčištěnými odpadními vodami z doodsolování ropy, z výroby syntetického etanolu a metanolu a z fenosolvánové extrakce.

Z uvedené zprávy jsme vycházeli i my při posuzování možnosti využití biologicky vyčištěné odpadní vody jedné menší rafinerie v Čechách k doplňování chladících okruhů (množství odpadních vod cca 100 m<sup>3</sup>/hod). Tento závod disponuje v současné době pouze mechanicko-chemickou čistírnou (gravitační odlučovač pro vody zaclejované, čiření s FeCl<sub>3</sub> a Ca/OH<sub>2</sub> pro vody procesní). Jak ukazují výsledky rozborů směsi odpadních vod odebraných na odtoku z čistírny (tab. 1), jsou hodnoty zbytkového organického znečištění ještě značně vysoké. Počítá se proto s rozšířením stávající čistírny o biologický stupeň.

Abychom zjistili, do jaké míry lze zlepšit zařazením biologického stupně kvalitu vypouštěné vody, provedli jsme několik laboratorních pokusů. Pokusy probíhaly v laboratorních aktivačních modelech o užitném objemu 2 l s dosazovákou o objemu 0,5 l. Dávkování předčištěných odpadních vod bylo kontinuální.

K pokusům byla používána směs vod, skládající se zhruba z 60 % předčištěných vod zaolejovaných a 40 % předčištěných vod procesních.

Chemické rozbory vod byly prováděny podle Jednotných metod<sup>6</sup>. CHSK bylo stanovováno standardní dvojchromanovou metodou, BSK<sub>5</sub> metodou zředovací.

Přehled základních parametrů jednotlivých pokusů je uveden v tab. 2.

Kvalita vyčištěné vody byla ve všech případech velmi dobrá. Voda byla čirá, téměř bezbarvá s nevýrazným ropným pachem. Přehled hodnot, naměřených v průběhu ustáleného provozu modelů je uveden v tab. 3, 4, 5 a 6.

Společným znakem vyčištěných vod, a to bez ohledu na zvolenou dobu zdržení bylo velmi nízké zbytkové organické znečištění. Ukázalo se, že rozdíl v hodnotách BSK<sub>5</sub> u pokusu s dobou zdržení 4 hod. se jen nepatrně liší od hodnot, zjištěných při době zdržení 24 hod. Nejvyšší naměřenou hodnotou BSK<sub>5</sub> bylo 26 mg O<sub>2</sub>/l. Vyskytla se pouze jedenkrát, a to u pokusu 4 - shodou okolností u pokusu s nejdelší dobou zdržení. Uvedené výsledky dovoluují srovnání se závěry výzkumné zprávy<sup>5</sup>, ve které autoři udávají, pro BSK<sub>5</sub> maximální přípustnou hodnotu 90 mg O<sub>2</sub>/l. Znamená to, že v případě normální funkce biologického stupně bude vytvořena dostatečná rezerva pro případný havarijní náraz koncentrovanějších odpadních vod na čistírnu.

O vcelku vyrovnaném složení vyčištěných vod je možno mluvit také v případě oxidovatelnosti. Vzhledem k druhu vyčištěných odpadních vod jsou zbytkové hodnoty kolem 100 mg O<sub>2</sub>/l relativně nízké.

Jinou důležitou hodnotou, sledovanou v průběhu pokusů, byl obsah fosforečnanů. Z hlediska zdroje sekundárního znečištění by zvýšený obsah fosforečnanů ve vyčištěné vodě mohl vést k masové produkci řas a tím k nežádoucímu zarůstání chladicích okruhů. Autoři výzkumné zprávy<sup>5</sup> proto v závěrech

uvádějí 1 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> jako maximální přípustnou hranici. Jak ukázaly laboratorní pokusy, pohyboval se obsah PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ve vyčištěné vodě u pokusů 1 a 3 hluboko pod 1 mg/l. U pokusů 2 a 4 nebyly fosforečnany ve vyčištěné vodě zjištěny vůbec. V případě, že by se v provozu biologické čistírny ukázala nutnost přidávkování fosforu, bude nutno pečlivě sledovat jejich koncentraci ve vyčištěné vodě a podle toho regulovat také koncentraci přidávkovávaného fosforečnanu.

Reakce vyčištěných vod byla u všech pokusů neutrální. S ohledem na hodnoty celkové alkality, celkové tvrdosti a koncentrace rozpuštěných látek lze proto předpokládat, že korozivní účinky biologicky vyčištěných vod nebudou v daném případě větší, než u vod běžně v chladicích okruzích používaných.

Závěrem je možno konstatovat, že pokusy jednoznačně ukázaly na reálnou možnost využití biologicky vyčištěných odpadních vod ze zpracování ropy k doplňování chladicích okruhů.

#### Literatura

1. Steck W.: Erdöl u. Kohle 21,1 (1968) 25-27
2. Benger M." Proc. 21 st. Ind. Waste Conf. Lafayette 3-5 May (1966) 759 - 767 Purdue Univ.
3. Mohler E.F., Elkin H.F., Kumnick L.R.: JWPCF 36, 11 (1964) 1380-1392
4. Davies R.W., Biehl J.A., Smith R.M.: Proc. 19 th Ing.Waste Conf. Purdue Univ. Ext. Ser. 117, 126 (1964)
5. Využití biologicky vyčištěných ropných a fenolových vod v chladicích okruzích. Závěrečná zpráva úkolu S-0-30-5/2 d VÚCHVU Záluží (1969)
6. Jednotné metody chemického rozboru vod. SNTL Praha 1965.

Tab. 1

Kvalita směsi odpadních vod  
po mechanicko-chemickém předčištění

| Den     | pH   | CHSK<br>mg O <sub>2</sub> /l | BSK <sub>5</sub><br>mg O <sub>2</sub> /l | Extrahovatelné<br>látky |                          |
|---------|------|------------------------------|--|-------------------------|--------------------------|
|         |      |                              |  | ether<br>mg/l           | CCl <sub>4</sub><br>mg/l |
| 3.2.72  | 8,9  | 246                          | 118                                      | 32,4                    | 50,4                     |
| 17.2.72 | 7,45 | 450                          | 280                                      | 26,0                    | 37,1                     |
| 9.3.72  | 9,0  | 376                          | 161                                      | 26,4                    | 39,8                     |
| 28.3.72 | 7,0  | 245                          | 94                                       | 29,8                    | 36,8                     |
| 18.4.72 | 8,9  | 880                          | 350                                      | 24,0                    | 48,0                     |
| 25.4.72 | 7,9  | 640                          | 255                                      | 23,5                    | 45,5                     |
| 12.5.72 | 342  | 342                          | 260                                      | 25,0                    | 32,2                     |

Tab. 2

Přehled základních parametrů pokusů

| Pokus   | 1    | 2   | 3    | 4   |
|---|------|-----|------|-----|
| Délka trvání pokusu (dny)                                       | 37   | 36  | 37   | 31  |
| Doba zdržení (hod.)   | 4    | 5,2 | 7,4  | 24  |
| Průměrné zatížení CHSK<br>(g O <sub>2</sub> /g den)             | 1825 | 625 | 2322 | 193 |
| Průměrné zatížení BSK <sub>5</sub><br>(g O <sub>2</sub> /g den) | 742  | 314 | 942  | 89  |
| Průměrná sušina akt. kalu<br>(g/l)                              | 1,5  | 2,5 | 0,6  | 1,9 |
| Průměrná účinnost čištění<br>CHSK (%)                           | 69   | 72  | 69   | 76  |
| BSK <sub>5</sub> (%)  | 90   | 93  | 91   | 98  |

Tab. 3

Přehled hodnot naměřených v průběhu pokusu 1

| Den   | pH   | CHSK<br>mg | BSK <sub>5</sub><br>O <sub>2</sub> /l | Rozpuštěné látky |              |               |              | Alka-<br>lita<br>mval/l | Tvr-<br>dost | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>mg/l |
|-------|------|------------|---------------------------------------|------------------|--------------|---------------|--------------|-------------------------|--------------|---------------------------------------|
|       |      |            |                                       | celk.<br>mg/l    | ztr.<br>mg/l | zbyt.<br>mg/l | ztr.<br>mg/l |                         |              |                                       |
| 6.4.  | 7,56 | 88         | 18                                    | 580              | 406          | 174           | 70           | 1,2                     | 7,0          | -                                     |
| 8.4.  | 7,58 | 58         | 14                                    | 620              | 372          | 248           | 60           | 1,3                     | 6,8          | 0,3                                   |
| 12.4. | 7,6  | 109        | 6                                     | 606              | 388          | 218           | 64           | 1,2                     | 6,8          | 0,4                                   |
| 14.4. | 7,55 | 109        | 8                                     | 741              | 460          | 281           | 62           | 1,4                     | 7,4          | 0,7                                   |
| 20.4. | 7,5  | 125        | 10                                    | 610              | 362          | 248           | 59,4         | 1,2                     | 6,0          | -                                     |
| 24.4. | 7,4  | 90         | 11                                    | 564              | 341          | 223           | 60,5         | 1,3                     | 6,8          | 0,3                                   |
| 25.4. | 7,55 | 120        | 14                                    | 578              | 344          | 234           | 59,5         | 1,5                     | 8,6          | -                                     |

Tab. 4

Přehled hodnot naměřených v průběhu pokusu 2

| Den   | pH   | CHSK<br>mg | BSK <sub>5</sub><br>O <sub>2</sub> /l | Rozpuštěné látky |              |               |              | Alka-<br>lita<br>mval/l | Tvr-<br>dost | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>mg/l |
|-------|------|------------|---------------------------------------|------------------|--------------|---------------|--------------|-------------------------|--------------|---------------------------------------|
|       |      |            |                                       | celk.<br>mg/l    | ztr.<br>mg/l | zbyt.<br>mg/l | ztr.<br>mg/l |                         |              |                                       |
| 27.4. | 7,5  | 110        | 11                                    | 670              | 390          | 280           | 58,2         | 1,5                     | 5,0          | 0,0                                   |
| 10.5. | 7,66 | 108        | 25                                    | 645              | 371          | 274           | 57,5         | 1,4                     | 5,1          | 0,0                                   |
| 13.5. | 7,4  | 90         | 20                                    | 630              | 365          | 265           | 58,0         | 1,4                     | 5,2          | 0,0                                   |
| 17.5. | 7,36 | 110        | 9                                     | 1008             | 431          | 577           | 42,8         | 1,2                     | 5,0          | 0,0                                   |
| 18.5. | 7,6  | 100        | 9                                     | 1100             | 615          | 485           | 55,8         | 1,2                     | 5,0          | 0,0                                   |
| 19.5. | 7,5  | 80         | 7                                     | 1062             | 636          | 426           | 59,8         | 0,8                     | 5,0          | 0,0                                   |
| 24.5. | 6,8  | 70         | 14                                    | 1048             | 712          | 336           | 68,0         | 1,0                     | 4,9          | 0,0                                   |

Tab. 5

Přehled hodnot naměřených v průběhu pokusu 3

| Den   | pH   | CHSK<br>mg | BSK <sub>5</sub><br>O <sub>2</sub> /l | Rozpuštěné látky |              |               |           | Alka-<br>lita<br>mval/l | Tvr-<br>dost | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>mg/l |
|-------|------|------------|---------------------------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|-------------------------|--------------|---------------------------------------|
|       |      |            |                                       | celk.<br>mg/l    | ztr.<br>mg/l | zbyt.<br>mg/l | ztr.<br>% |                         |              |                                       |
| 6.4.  | 7,5  | 108        | 13                                    | 724              | 394          | 330           | 54,4      | 1,1                     | 6,8          | -                                     |
| 8.4.  | 7,52 | 58         | 15                                    | 810              | 412          | 398           | 50,8      | 0,9                     | 5,2          | 0,4                                   |
| 12.4. | 7,65 | 109        | 5                                     | 761              | 396          | 365           | 52,0      | 1,1                     | 4,4          | 0,7                                   |
| 14.4. | 7,5  | 109        | 6                                     | 780              | 421          | 359           | 53,9      | 1,2                     | 4,1          | 0,9                                   |
| 20.4. | 7,6  | 110        | 11                                    | 681              | 375          | 306           | 55,1      | 1,4                     | 4,0          | -                                     |
| 24.4. | 7,5  | 105        | 16                                    | 572              | 303          | 269           | 53,0      | 1,1                     | 3,8          | 0,2                                   |
| 25.4. | 7,4  | 122        | 13                                    | 703              | 350          | 353           | 49,8      | 1,6                     | 4,2          | -                                     |

Tab. 6

Přehled hodnot naměřených v průběhu pokusu 4

| Den   | pH   | CHSK<br>mg | BSK <sub>5</sub><br>O <sub>2</sub> /l | Rozpuštěné látky |              |               |              | Alka-<br>lita<br>mval/l | Tvr-<br>dost | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>mg/l |
|-------|------|------------|---------------------------------------|------------------|--------------|---------------|--------------|-------------------------|--------------|---------------------------------------|
|       |      |            |                                       | celk.<br>mg/l    | ztr.<br>mg/l | zbyt.<br>mg/l | ztr.<br>mg/l |                         |              |                                       |
| 27.4. | 7,55 | 125        | 14                                    | 2000             | 1216         | 784           | 60,8         | 1,6                     | 4,2          | 0,0                                   |
| 10.5. | 7,7  | 117        | 26                                    | 1866             | 1056         | 810           | 56,6         | 1,8                     | 4,6          | 0,0                                   |
| 13.5. | 7,4  | 100        | 15                                    | 1941             | 1178         | 763           | 60,5         | 1,4                     | 4,4          | 0,0                                   |
| 17.5. | 7,45 | 90         | 0                                     | 1213             | 616          | 597           | 50,7         | 1,2                     | 5,0          | 0,0                                   |
| 18.5. | 7,6  | 80         | 3                                     | 1100             | 565          | 535           | 51,4         | 1,2                     | 5,0          | 0,0                                   |
| 19.5. | 7,5  | 90         | 3                                     | 1020             | 530          | 490           | 52,0         | 1,1                     | 5,1          | 0,0                                   |
| 24.5. | 7,5  | 63         | 3                                     | 986              | 571          | 415           | 57,8         | 1,0                     | 4,8          | 0,0                                   |

## ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD Z ELEKTROLYZY, OBSAHUJÍCÍCH RTUŤ

Inž. P. Pitter CSc., Inž. J. Chudoba CSc., katedra technologie vody a prostředí VŠCHT Praha

Pro odstraňování rtuti z odpadních vod byly navrženy způsoby chemické, fyzikálně-chemické a i biologické.

Chemické způsoby jsou založeny buď na tvorbě nerozpustných sloučenin rtuti (metody srážecí) nebo na redukci sloučenin rtuti na elementární rtuť (metody redukční).

Z chemických způsobů je nejčastěji navrhováno vylučování rtuti jako nepatrně rozpustný siričkatý rtuťnatý HgS. Pro redukci iontů Hg<sup>2+</sup> na elementární rtuť byl navržen hydrazin, sacharidy, formaldehyd aj.

Ze způsobů fyzikálně-chemických je možno jmenovat zejména zadržování rtuti na ionexech nebo na aktivním uhlí.

Pokud se týká biologických způsobů, bylo prokázáno, že lze vypěstovat vůči rtuti odolný aktivovaný kal, který je schopen ionty Hg<sup>2+</sup> akumulovat a redukovat na elementární formu. Po separaci kalu lze provzdušňováním (těkání Hg) dosáhnout odstranění převážné části akumulované rtuti.

Úkolem provedeného výzkumu na katedře bylo ověřit ve spolupráci se Spolanou n.p. v Neratovicích postupy pro odstranění Hg<sup>2+</sup> z odpadních vod z elektrolyzy redukcí hydrazinem a srážením siričkatým sodným.

Smíšená odpadní voda z elektrolyzy vykazovala pH 10,7, alkalitu 2,6 mval/l, obsah chloridů činil 1345 mg/l, síranů 187 mg/l a rtuti 2,2 mg/l. Celkový obsah rozpuštěných látek byl 2780 mg/l.

Byla podrobně sledována kinetika redukce Hg<sup>2+</sup> hydrazinem. Rychlost redukce je značně závislá na přebytku hydrazinu a teplotě. Redukci Hg<sup>2+</sup> hydrazinem lze popsat kinetickou rovnicí druhého řádu.

Při jednorázových pokusech bylo prokázáno, že pro snížení obsahu Hg<sup>2+</sup> pod 0,3 mg/l při 40°C a při půlhodinové reakční době je zapotřebí minimální specifické dávky 0,125 mmol hydrazini-

nu na mg  $\text{Hg}^{2+}$  resp. 4,0 mg hydrazinu na mg  $\text{Hg}^{2+}$ . Tato dávka je padesátkrát vyšší než dávka teoretická plynoucí ze stechiometrie.

Při kontinuálních pokusech ve směšovací reaktoru obnášela potřebná specifická dávka hydrazinu 0,2 mmol na mg  $\text{Hg}^{2+}$  za jinak stejných podmínek.

Při pokusech s hydroxylaminem a roztokem  $\text{HgCl}_2$  probíhala síce redukce na elementární rtuť podstatně rychleji, avšak při pokusech s vlastní odpadní vodou redukce neproběhla kvantitativně.

Při srážení  $\text{Hg}^{2+}$  jako  $\text{HgS}$  v alkalickém prostředí vylučuje se siřník v koloidní formě. Proto po srážení musí následovat koagulace, obvykle železitémi solemi. Kromě toho odstraňují ionty  $\text{Fe}^{3+}$  nadbytečný nezreagovaný siřník. Dávkou siřníku sodného odpovídající trojnásobku stechiometrie lze snížit obsah  $\text{Hg}^{2+}$  pod 0,1 mg/l.

Výhoda technologie redukce hydrazinem spočívá v tom, že při procesu neodpadají žádné objemné kaly a rtuť zachycená na náplavném materiálu (akt. uhlí) je snadno regenerovatelná a může být vrácena zpět do výroby.

Odstraňování iontů  $\text{Hg}^{2+}$  z odpadních vod srážením jako  $\text{HgS}$  a následující koagulací je účinné a lze dosáhnout přibližně stejných čistících efektů jako při redukci hydrazinem s náležitými přebytky činidla. Proces je jednoduchý, snadno kontrolovatelný a lze použít běžných zařízení používaných v technologii vody. Nevýhodou této technologie je tvorba železitých kalů s  $\text{HgS}$  a rtuť z tohoto kalu je obtížněji regenerovatelná.

Práce se dále zamýšlí nad řešením problematiky odpadních vod z elektrolyzy. Je nutno zajistit snížení ztrát rtuti úpravou technologie elektrolyzy. Jde o náležitou segregaci různých typů odpadních vod, zejména oddělení vod chladících, aby objem závadných odpadních vod vyžadujících zvláštní čištění byl co nejmenší. Různými úpravami elektrolyzy lze snížit ztráty rtuti i pod 10 g  $\text{Hg}$ /t chloru. Zbývající kapalně odpadní znečištěné rtuť činí po úpravách jen asi 0,2  $\text{m}^3$ /t chloru.

## zásobování vodou

K PROBLEMATICE STANOVENÍ DISTRIBUČNÍCH KŘIVEK VLASTNOSTÍ  
LÁTEK PŘÍTOMNÝCH V POVRCHOVÝCH VODÁCH

Inž. L. Žáček, VÚV Praha

Organické látky, přítomné v povrchových vodách, jsou dosud většinou charakterizovány průměrnými hodnotami oxidovatelnosti, barvy, zákalu, bez ohledu na to, že jde o směs látek s různou specifickou oxidovatelností, specifickou barevností, specifickým zákalem, různou velikostí částic či molekulovou hmotností, různými dielektrickými vlastnostmi a elektrickým nábojem. Znalost distribučních funkcí značně zpřesní informace o průběhu separačních procesů, o docílených účincích procesu atp. Nízkomolekulární látky s vyšší specifickou oxidovatelností a s vyšší kyselostí se mnohem hůře separují koagulací než látky s vyšší molekulovou hmotností, vyšší specifickou barevností, vyšším specifickým zákalem, nižší specifickou oxidovatelností a malým elektrickým nábojem.

V tomto sdělení uvádíme některé způsoby výpočtu distribučních křivek vlastností látek přítomných v povrchových vodách.

Z výsledků koagulačních a sorpčních zkoušek byly vypočteny průměrné hodnoty různých kritérií jakosti pro frakce organických látek zbylé v roztoku po separaci a průměrné hodnoty kritérií jakosti látek odstraněných s kalem. Z těchto dvojic hodnot byly sestaveny integrální distribuční křivky.

Příklady těchto závislostí jsou znázorněny na obr. 1 až 3. Obr. 1 a 2 znázorňuje distribuční funkce koeficientu  $K = \frac{\text{barva}}{\text{oxidovatelnost}} - \frac{(\text{Pt})}{(\text{mg O}_2/\text{l})}$  pro vodu z Ohře v profilu

Tuhnice a velmi měkkou barevnou vodu z lokality Myslivny<sup>x)</sup>.

Obr. 3 uvádí distribuční funkci koeficientu

$K = \frac{\text{oxidovatelnost}}{\text{absorbance}}$  huminových látek z výluhu rašeliny z lokality Libverda (rašelina byla vyluhována 3 dny roztokem  $\text{NaHCO}_3$  o koncentraci 5 mval/l).

Mimo již uváděné koeficienty můžeme vyčíslit hodnoty specifické oxidovatelnosti látek separovaných a zbylých ve vyčiřené vodě a ze získaných hodnot sestavit opět distribuční funkce.

$$S_o = \frac{1}{k_1 D} \left( \frac{O_s - O_u}{C} - O_s + O_u \right), \quad (1)$$

kde  $S_o$  je specifická oxidovatelnost látek odstraněných separačním procesem,  $D$  je dávka koagulantu,  $k_1$  je přepočítací faktor dávkovaného srážedla na čistý hydroxid  $\text{R}_2\text{O}_3$ ,  $O_s$  a  $O_u$  je oxidovatelnost surové a upravené vody a  $C$  je obsah org. látek v separovaném kalu v % dělený 100.

Předpokladem platnosti rovnice (1) je zanedbatelný obsah anorganických suspenzí v surové vodě. Není-li tomu tak, pak je třeba počítat i s tímto obsahem suspenzí.

Výpočet specifické oxidovatelnosti látek zbylých po proběhlé koagulaci v roztoku je poněkud složitější:

$$\frac{O_s - O_{u,2}}{S_{u,2}} + \frac{O_{u,2}}{S_{z,2}} = \frac{O_s - O_{u,1}}{S_{u,1}} + \frac{O_{u,1}}{S_{z,1}}, \quad (2)$$

kde  $S_z$  je specifická oxidovatelnost látek zbylých v roztoku po proběhlé koagulaci. Indexy 1 a 2 se vztahují ke dvěma různým dávkám koagulantu.

Za předpokladu konstantnosti  $C$  z rovnice (1) (předpoklad je přibližně splněn), vypočteme z rovnice (1) specifickou

<sup>x)</sup> Koeficient  $K$  charakterizuje upravitelnost vody. Při vyšší hodnotě tohoto koeficientu se org. látky odstraňují koagulačními procesy poměrně dobře. Naopak při nízké hodnotě koeficientu probíhá špatně.

oxidovatelnost odstraněných látek dvěma různými dávkami koagulantu  $S_{o,1}$  a  $S_{o,2}$ . Z rovnice (2) je pak možno vyčíslit poměr specifických oxidovatelností látek zbylých v roztoku po odstranění kalu.

Analogicky je možno sestavit distribuční funkce poloměru částic či funkce úměrné poloměru výpočtem ze vztahů:

$$1r_1^3 + 2r_2^3 = r^3 \quad (3)$$

$$r_1^3 = k \left( \frac{\text{Rel.zák.1}}{1} \right)^{1/2} \quad (4)$$

$$r_2^3 = k \left( \frac{\text{Rel.zák.2}}{2} \right)^{1/2}, \quad (5)$$

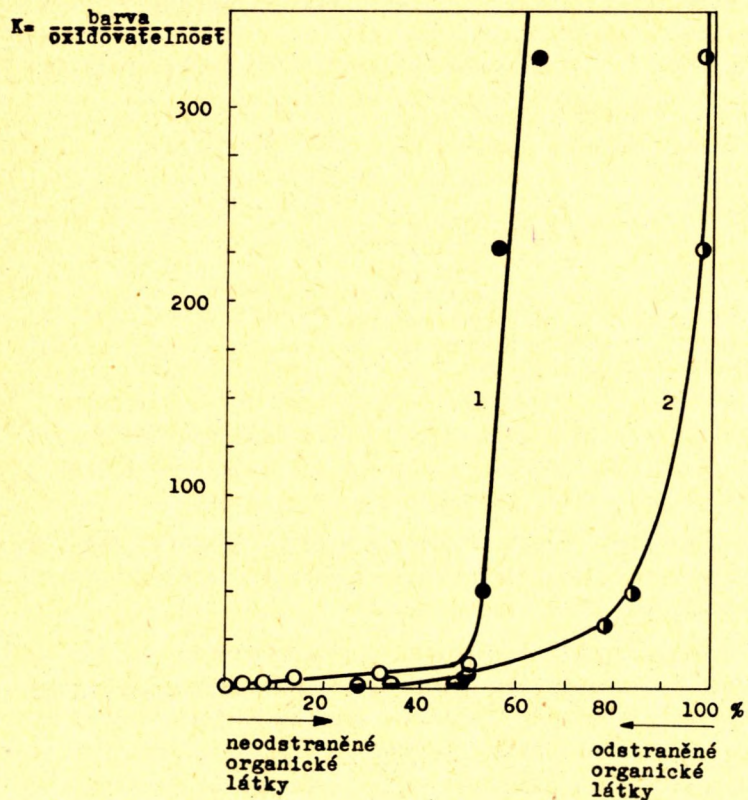
kde 1, 2, jsou počty částic na jednotku objemu ve frakcích 1, 2 a ve směsi;  $r_1$ ,  $r_2$  a  $r$  jsou příslušné poloměry částic a  $k$  je konstanta.

Příkladem distribuční křivky kyselosti funkčních skupin huminových látek zahuštěného vzorku vody z Kamenice v profilu Josefův Důl je křivka na obr. 4 (3).

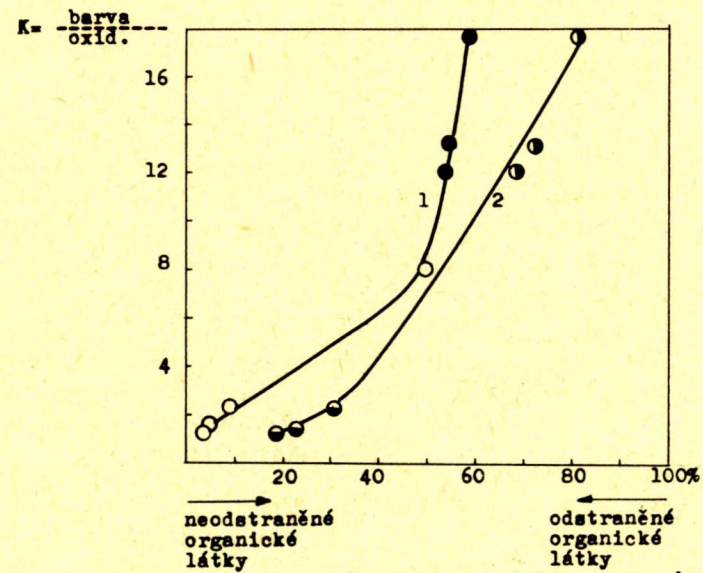
Pro konstrukci distribučních funkcí potenciálu částic či dielektrických vlastností organických látek mohou rovněž sloužit výsledky měření -potenciálu izolovaných frakcí kolidních organických látek, barevné charakteristiky indikátorů reagujících na nábojové poměry barevnou změnou atp./1/, /2/, /4/.

#### Literatura

- /1/ Vyskočil R.: Soukromé sdělení
- /2/ Žáček L.: Kolorimetrické stanovení náboje částic a povrchů pevných pevných látek. Vod. hosp., řada B, 7, 200 - 201, 1971.
- /3/ Žáček L.: Vliv charakteru přirozených barevných látek na účinek koagulace (dosud nepublikováno).
- /4/ Žáček L.: Zjednodušený matematický model koagulačních procesů probíhajících při úpravě vody (kandidátská dizertační práce), VÚV Praha 1972.

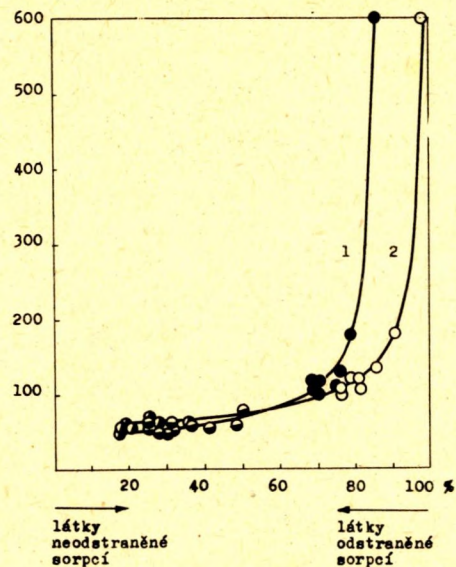


Obr.1: Distribuční funkce koeficientu  $K = \frac{\text{barva}}{\text{oxidovatelnost}}$  pro povrchovou vodu z Ohře v profilu Tuhnice  
 1 - z obsahu barevných látek  
 2 - z obsahu oxidovatelných látek  
 ● - nečistoty odstraněné koagulačním procesem

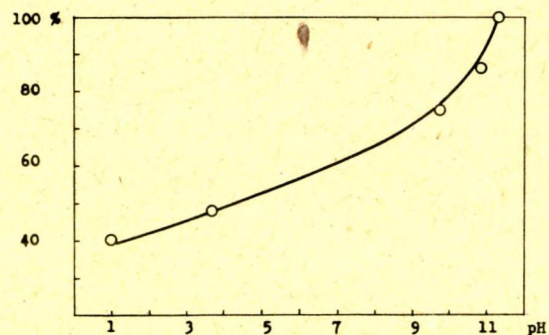


Obr.2: Distribuční funkce koeficientu  $K = \frac{\text{barva}}{\text{oxidovatelnost}}$  pro huminovou vodu z lokality Myslívny  
 1 - obsah barevných látek  
 2 - obsah oxidovatelných látek  
 ● - látky odstraněné koagulačním procesem

$K = \frac{\text{oxid.}}{\text{absorb.}}$



Obr.3: Distribuční funkce koeficientu  $K = \frac{\text{oxidovatelnost}}{\text{absorbance}}$  pro vyluh z rašeliny z lokality Libverda roztokem  $\text{NaHCO}_3$   
 1 - z obsahu oxidovatelných látek  
 2 - z obsahu barevných látek  
 ○ ● látky odstraněné sorpcí



Obr.4: Závislost absorbance (v % absorbance v extrémně alkalické oblasti) na pH. Vyluh huminových látek - Libverda. Pulfr. fotometr, filtr S 43, kvyety 5 cm).

## ÚPRAVNA VODY VELEBUDICE

Inž. B. Grünbaum, OVHS Most

### I. část

V květnu 1971 byla do zkušebního provozu uvedena nová úpravná vody ve Velebudicích pro zásobování okresů Most a Teplice pitnou vodou. Úpravná pracuje jako špičkový zdroj pitné vody, jímž se vyrovnávají zvýšené odběry ve flájském vodovodním systému. Stavba úpravní byla zahájena v I. pololetí 1968 a definitivně bude dokončena koncem roku 1972. Od zahájení zkušebního provozu je úpravná v nepřetržitém provozu a kapacitně vytěžována na 75 %; od dubna l.r. potom na plný výkon, vzhledem k nepříznivé předpovědi stavu zásob vody ve Flájské nádrži v budoucích letech.

Zdrojem vody pro úpravnou vody je Průmyslový vodovod Nechranice, který zásobuje průmyslové závody na Chomutovsku a Mostecku povrchovou vodou z řeky Ohře. Odbočkami z průmyslového vodovodu je voda přiváděna dvěma řadami Js 700 a Js 400 k úpravně vody. Přiváděcím řadem Js 700, který je součástí budoucího vodovodního systému Přísečnice a bude přivádět v budoucnu upravenou vodu od Chomutova do Mostu je úpravná zásobena surovou vodou. Přiváděcí řad Js 400 slouží pro zásobování města Mostu provozní vodou. Po vybudování přívodu pitné vody z Přísečnice bude úpravná trvale zásobena surovou vodou z přivaděče Js 400, který kapacitně pokryje odběry pro úpravu a zásobování Mostu provozní vodou.

Úpravná má kapacitu 130 l/s při vlastní spotřebě asi 8 l/s. Byla navržena jako chemická úprava vody s dvoustupňovou separací vložkové suspenze v usazovacích nádržích a otevřených rychlofiltrech, s následnou ozonizací a chlorací upravené vody.



Před vlastní chemickou úpravou je surová voda přivedena do aerace, kde je provzdušována systémem "Inka" ve třech komorách tak, aby bylo docíleno částečného odpachování, odvětrání zvýšeného obsahu volného  $\text{CO}_2$  a zvýšení koncentrace rozpuštěného kyslíku. Celková plocha komor je  $10,20 \text{ m}^2$ . Každá komora má vlastní ventilátor o výkonu  $1,23 \text{ m}^3/\text{s}$ . Doba zdržení v aeraci je asi 15 s.

Z aeračních komor přepadá voda do žlabu, kam je zavedeno dávkování roztoků síranu hlinitého, manganistanu draselného, suspenze aktivního uhlí, vápenného mléka a chlorové vody, po nadávkování příslušnými chemikáliemi odtéká do dvou rychlomísičů. Rychlomísič je vodorovná válcová nádoba o Js 400, do které jsou z obou čel zavedena vrtulová míchadla, s elektro-pohonem.

Z rychlomísičů vedou potrubí do dvou flokulačních nádrží půdorysných rozměrů  $4,8 \times 7,2 \text{ m}$ . V každé nádrži jsou tři pádlová míchadla o vnějším průměru 2000 mm. Obsah jedné nádrže je  $81 \text{ m}^3$ . Doba zdržení je 21 min. Flokulační nádrže tvoří s usazovacími monoblok s vřazenými dvěma děrovanými stěnami s kruhovými otvory.

Usazovací nádrž má půdorysné rozměry  $6 \times 30 \text{ m}$  a průměrnou hloubku vody 3,25 m. Doba zdržení je 2 hod. 28 min, horizontální rychlost  $3,38 \text{ mm/s}$  a povrchové zatížení  $0,36 \text{ l/s/m}^2$ . Kal ze dna nádrže se stírá mostovým lanovým shrabovákem do kalové probně, umístěné na začátku usazovací nádrže. Odkalování se provádí ručně jednou za 24 hodin. Pro odstraňování plovoucích nečistot z hladiny nádrže rovněž slouží mostový shrabovák, který horní lištou shrnuje nečistoty do sběrného naklápečího žlabu.

Z usazovacích nádrží přepadá voda do sběrného žlabu, z kterého je odváděna potrubím na otevřené filtry evropského typu s náplní křemičitého písku VP2, sestávající ze čtyř filtračních jednotek. Každá jednotka má dvě pole o rozměrech  $3,0 \times 5,4 \text{ m}$ . Celková plocha filtrů je  $130 \text{ m}^2$  a výška filtrační vrstvy 1,2 m. Filtrační rychlost je  $3,6 \text{ m/h}$ . Dél-

ka filtračního cyklu se pohybuje v mezích 10 - 24 hodin podle kvality surové vody. Filtry se perou vzduchem a vodou.

Intenzita praní vodou je  $6,6 \text{ l/s/m}^2$  a  $4 \text{ l/s/m}^2$  podle zvoleného způsobu praní. Filtry se ovládají pomocí hydraulických pultů.

Upravená voda je akumulována v samostatném objektu mimo vlastní budovu úpravný. Hlavní komora je půdorysných rozměrů  $11,70 \times 20,70 \text{ m}$ . Část této plochy je využita pro směšování ozónu s vodou. Směšovací komora je rozdělena svislými příčkami na čtyři části, kterými voda ve svislém směru meandrovitě protéká. V druhé části komory je u dna rozdělovací děrované potrubí, kterým je rozváděna směs vzduchu s ozónem, jehož bublinky postupují ode dna nahoru proti toku vody. Hloubka vody je 5,5 m. Doba zdržení v aktivním prostoru pro směšování ozónu s vodou je asi 17 min. Celkový objem obou komor je  $1017 \text{ m}^3$ .

Z akumulací nádrže se voda odebírá potrubím Js 600 a čerpá do vodojemu pitné vody o obsahu  $8000 \text{ m}^3$  na Liščí vrchu, vzdáleném asi 2,7 km.

Roztoky síranu hlinitého, manganistanu draselného a fluoridu sodného se připravují v samostatných ocelových pogumovaných nádržích. Chemikálie se odvažují na můstkové váze ve skladu a poté ručně vysypávají do rozpouštěcí nádrže. Do rozpouštěcích nádrží je přiveden tlakový vzduch k promíchání obsahu nádrže.

Suspenze vápenného mléka a aktivního uhlí se připravují v samostatných betonových nádržích s pádlovými míchadly. Vápno i aktivní uhlí se do nádrží sype pomocí výklopníků pytlů. Pro odstranění hlušiny z vápenného mléka jsou u rozpouštěcích nádrží na vápno instalovány 2 tříčlankové hydrocyklony. Všechny rozpouštěcí nádrže jsou instalovány po dvou kusech, z jedné nádrže se roztok odebírá a v druhé připravuje.

Veškeré chemikálie se v úpravně dávkují mokřým způsobem dávkovacími čerpadly býv. ZÚV Praha. Roztok síranu hlinitého

se odebírá z rozpouštěcí nádrže v 10 % koncentraci a dávkuje se dvěma dávkovacími čerpadly DC 400 CH/400 CH Rmk o celkovém výkonu 800 l/hod. Optimální dávka se pohybuje v mezích 55 - 60 mg/l.

Pro úpravu pH se dávkuje 1,2 % suspenze hydrátu vápenatého dvěma DC 800 V/800 V Rmk o výkonu 1600 l/hod. Dávky přepočtené na CaO se pohybují v mezích 15 - 20 mg/l.

K oxidaci manganu obsaženého v surové vodě se dávkuje 1% roztok manganistanu draselného v množství 0,5 - 1,5 mg / l dvěma DC 60 Rmk o výkonu 60 l/hod.

Pro zlepšení organoleptických vlastností surové vody se dávkuje 1,4 % suspenze prachového aktivního uhlí v množství 5 - 8 mg/l dvěma DC 400 V Rmk každé o výkonu 400 l/hod.

Upravená voda se obohacuje fluórem. K fluoridaci vody se používá 2% roztok fluoridu sodného. Koncentrace fluóru v upravené vodě se pohybuje kole 1 mg/l.

Upravená voda se zdravotně zabezpečuje chlórem v množství 0,6 mg/l. Plynný chlór je odebírán z ocelové láhve, umístěné na váze ve váhově, sloužící zároveň jako sklad. Chlór je veden přes rozdělovač do dávkovacích přístrojů. Dávkovací přístroje jsou dva, každý o výkonu 1 kg Cl<sub>2</sub>/ hod. Přístroje jsou vzájemně propojeny tak, že je lze použít pro předchloraci a dochloraci. Kromě chlorování vody bude upravená voda ozonována s ohledem na možný výskyt fenolů v surové vodě.

Ve strojovně jsou instalována tři horizontální odstředivá čerpadla pro čerpání upravené vody do vodojemu na Liščím vrchu. Každé čerpadlo je o výkonu Q = 3900 l/min při H = 87 m v. sl. Sání všech čerpadel jsou napojena na společné potrubí, na které je též napojeno sání pracích čerpadel. Ke každému čerpadlu je přivedena tlaková voda pro chlazení ložisek a v přívodném potrubí této vody je pro každé čerpadlo solenoidový ventil Js 3/4. Aby bylo zajištěno zahlcení čerpadla, je na sacím potrubí napojeno evakuační potrubí od

automatické evakuační stanice. Pro doplňování vzduchu do větrníku slouží kompresor o výkonu Q = 25 m<sup>3</sup>/hod., p = 15 kp/cm<sup>2</sup>. Odpad chladicí vody z ložisek čerpadel je sveden do odpadní jímky, odkud je kalovým čerpadlem přečerpáván do odpadního potrubí.

K přečerpávání provozní vody slouží dvě horizontální odstředivá čerpadla s dvouotáčkovým motorem o výkonu Q = 6600 l/min. při H = 67 m v. sl. a n = 1480 ot/min., resp. Q = 4750 l/min. při H = 26 m v. sl. a n = 980 ot/min. Tato čerpadla jsou svým sáním napojena přímo na gravitační přivaděč Js 400, který je napojen na průmyslový přivaděč Nechranice. Protože v tomto řadu dochází ke značnému kolísání tlaku, jsou nutné dvojí otáčky čerpadel. Jako ochrana proti vodním rázům je jak na sací tak na výtlačné straně osazen větrník o obsahu 5 m<sup>3</sup> s automatickým doplňováním vzduchu z kompresoru. Chlazení ložisek a odvod chladicí vody je stejné jako u čerpadel upravené vody.

K praní filtrů jsou instalována dvě čerpadla, každé o výkonu Q = 10800 l/min při H = 12 m v. sl. Na společném výtlačném potrubí je provedena bezpečnostní smyčka, která nedovolí soupnutí tlaku pod mezidnem nad 6 m v. sl. Obě čerpadla se zavodňují pomocí zmíněné evakuační stanice.

Prací vzduch dodávají dvě dmyhadla typu "GROH-H/250/280/4, každé o výkonu Q = 2500 m<sup>3</sup>/hod. při přetlaku 5 m v. sl. Společné sací potrubí je vyvedeno asi 3 m nad stěnu budovy, kde je ukončeno prachovým filtrem. Na výtlačném potrubí je vytvořena smyčka, jejíž vrchol je nad max. hladinou ve filtru a která zabrání event. zpětnému vniknutí vody do dmyhadel.

Ve strojovně je dále umístěn hlavní rozvaděč nn, z kterého se ovládají všechna hlavní čerpadla, dmyhadla, kompresory, chlorovna, mostové lanové shrabovány a další strojní zařízení. Dále je ve strojovně instalováno veškeré měřicí a regulační zařízení. Nad strojním zařízením je umístěn ve strojovně pojízdný mostový jeřáb o nosnosti 2 t, ovládaný

ručně. Dávkovací čerpadla jsou umístěna v samostatné místnosti společně s druhým rozvaděčem.

Měření a regulace neelektrických veličin obsahuje měření průtoku vody, max. tlaku vody a hladiny vody v nádržích. Měření se přenáší na rozvaděč, umístěný ve strojovně, obsahující registrační a ukazovací přístroje pro měření neelektrických veličin, signalizační a ovládací prvky pro manipulaci s elektropohonem. Šoupátko se otvírá nebo přizavírá podle průtoku, odečteného na příslušném ukazovacím přístroji. K měření průtoků průmyslové, prací a surové vody je použito Venturiho trubice a registračních plovákových průtokoměrů. Upravená voda se měří Venturiho trubicí a zapisovací prstenovou vahou. K sledování tlaků na výtlačných řadech průmyslové a upravené vody je použito nízkotlakých membránových manometrů, napojených na zapisovací přístroje ZIR.

Vzhledem ke kolísavému tlaku na přívodu surové vody byl navržen okruh pro regulaci konstantního průtokového množství na přítoku do úpravy. Okruh je sestaven z Venturiho trubice, plovákového průtokoměru, regulátoru MuRivs, šoupátka s elpohonem s dvojitým odporovým vysílačem. Šoupátko je ovládáno podle průtoku, a to buď automaticky nebo ručně z rozvaděče. Stav otevření šoupátka lze odečíst na ukazateli KVm. Pro měření hladin ve vodojemech na průmyslovou a pitnou vodu je použito plovákových stavoznaků s odporovým vysílačem METRA 527/6. Naměřené hodnoty se přenášejí na zapisovací přístroj KZbm2, umístěný v rozvaděči strojovny. Pro měření hladiny v akumulární nádrži je použito plovákového stavoznaku s odporovým vysílačem METRA 527/6. Naměřené hodnoty se přenášejí rovněž na zapisovací přístroj KZbm1, umístěný ve strojovně. Max. a min. hladiny v nádržích jsou zvukově signalizovány.

V úpravně jsou instalovány 2 olejové transformátory s přirozeným chlazením. T1 a T2 každý o výkonu 1000 kVA, převod 22/0. Souměrný vyp. výkon 400 MVA. Transformátory jsou umístěny v transformátorových komorách s olejovými jímkami na plný obsah oleje.

Ozonizace není doposud v provozu. Výroba ozónu je následující:

Atmosférický vzduch je nasáván přes vložkový filtr třemi nízkotlakými radiálními ventilátory, každý o výkonu  $150 \text{ m}^3/\text{hod.}$  a tlaku 100 mm v. sl. a dopravován přes dvoustupňový vysoušecí systém k ozonizátorům. První vysoušecí systém tvoří vzduchový chladič, chlazený freonovou chladicí jednotkou, řízenou konstantním teploměrem v závislosti na teplotě výstupního vzduchu z chladiče. V chladiči je vzduch ochlazen na teplotu asi 6 st. C a přebytek vodních par obsažených ve vzduchu nad hladinou sytosti, odpovídající teplotě, kondenzuje. Kondenzát je z chladiče pomocí automatického plovákového ventilu odveden do odpadu. Z chladiče je vzduch veden do druhého vysoušecího stupně, který tvoří dva absorbní silikagelové sušiče se střídavým pracovním cyklem. Minimální doba pracovního cyklu silikagelového sušiče při výkonu  $450 \text{ m}^3/\text{hod.}$  je 8 hod. a doba regenerace - chladnutí a zapracování je rovněž 8 hod. Tuto dobu je možno v závislosti na výkonu nastavit libovolně pomocí časového relé. Regenerace silikagelových sušičů se provádí proudem ohřátého vzduchu. Vzduch se dopravuje ventilátorem o výkonu  $360 \text{ m}^3/\text{hod.}$  a tlaku 148 mm v. sl. přes elektrický ohříváč vzduchu do regenerovaného sušiče. Proudem ohřátého vzduchu se ze silikagelové náplně odpařuje absorbovaná voda a výfukový vzduch nasycený vodními parami je odváděn potrubím nad střechu strojovny. Po ukončení regenerace sušič nejprve samovolně dladne a při poklesu teploty pod 100 st. C se zavádí vodní chlazení vodou předehřátou ve výměníku tepla, který je zabudován ve výfukovém potrubí. Po vychladnutí sušiče probíhá po dobu asi 0,5 hod. zapracování a po této době je sušič připraven opět k provozu.

Vysušený vzduch je veden do 3 ozonizátorů typu OZ-500.1A2, každý o výkonu  $0,5 \text{ kg O}_3/\text{hod.}$  a při použití statického násobiče frekvence lze výkon zvýšit na  $1,5 \text{ kg/hod.}$  u jednoho ozonizátoru. Celkový výkon je tedy  $4,5 \text{ kg O}_3/\text{hod.}$  V provozu budou dvě jednotky a třetí je rezervní. Vyrobený ozón je

nasáván třemi rotačními kompresory a ve formě směsi vzduchu a ozónu (v poměru 10 g O<sub>3</sub> : 1,0 m<sup>3</sup> vzduchu) vháněn do děrovaného potrubí roštu v akumulární nádrži, kde dochází ke směšování ozónu s vodou probubláváním. Dávkovat se bude takové množství, aby v odebraném vzorku z kontaktní věže byla koncentrace ozónu 0,4 mg/l.

## souborné informace

HODNOCENÍ NÁHODNÝCH CHYB NĚKTERÝCH CHEMICKÝCH STANOVENÍ  
V LABORATOŘÍCH OVHS A KVRIS

Inž. I. Nesměrák, VRV Praha

Při studiu analýzy rozptylu výsledků sledování jakosti vody je třeba mít určitou představu o velikosti náhodné (analytické) chyby, jíž jsou zatíženy výsledky chemických analýz. Tyto náhodné chyby mohou být v různých laboratořích různé a mohou být přirozeně různé i při různém složení vody.

Každé jednotlivé stanovení může být zatíženo náhodnou, soustavnou nebo hrubou chybou. Provedeme-li několik paralelních analýz téhož vzorku vody, pak je tato série rozborů zatížena jen náhodnou chybou (vyloučíme-li možnost hrubé chyby) a výsledky se od sebe obvykle jen málo liší. Velikost odchylek  $d_i$  jednotlivých stanovení  $x_i$  od společného průměru  $\bar{x}$  je (za daných podmínek) ukazatelem přesnosti použité analytické metody. Obvykle je rozdělení paralelně stanovených hodnot  $x_i$  kolem průměru normální (Gaussovo) a velikost odchylek charakterizujeme směrodatnou odchylkou  $s$ . Směrodatnou odchylku  $s$  nebo koeficient variace  $v$  ( $v = 100 \cdot s / \bar{x} \%$ ) považujeme pak za ukazatele přesnosti analytického stanovení.

Náhodné chyby vznikají jednak nedokonalým měřením (chyby vážení, odečítání na byretě apod.), jednak nedodržením předepsaného nebo přesně stejného postupu u všech paralelně prováděných rozborů (např. nedodržením stejné doby varu u oxidovatelnosti podle Kubela<sup>x)</sup>) a eventuálně různou rychlostí reakce u různých vzorků (u biochemické potřeby kyslíku). Chyby způsobené nedokonalým měřením lze odhadnout a ty pak představují dolní hranici přesnosti.

<sup>x)</sup> Na příklad odchylka doby varu 0,5 minut vede k chybě 2,5% při stanovení polysacharidů a 5% při stanovení oxidovatelnosti bílkovin

Studujeme-li přesnost použité analytické metody za různých podmínek (např. při různých koncentracích stanovované složky), zajímáme se již vlastně o reprodukovatelnost, tj. stálost přesnosti

Souhrnné zhodnocení přesnosti a reprodukovatelnosti různých chemických stanovení látek ve vodách nebylo (pokud je nám známo) provedeno, existují pouze ojedinělé literární odkazy pro jednotlivá stanovení a neúplný přehled v amerických standardních metodách (dále jen ASTM) a v Jednotných metodách chemického rozboru vod. Protože jsme však potřebovali mít o velikosti chyb určité představy, provedli jsme zhodnocení materiálu obsaženého ve zprávě VRV Praha. Výsledkem našeho hodnocení je orientační představa o velikosti náhodné chyby a reprodukovatelnosti průměrné laboratoře OVHS.

#### Vyhodnocení výsledků paralelních rozborů

Zpráva VRV Praha obsahuje výsledky 10 paralelních rozborů téhož (libovolně vybraného) vzorku vody z 57 laboratoří OVHS a KVRIS. Bylo hodnoceno 18 chemických stanovení, tvrdosti, rozpuštěných látek, rozpuštěných látek žíhaných, oxidovatelnosti podle Kubela, chloridů, dusičnanů, síranů a fosforečnanů. Určitou závadou této účelné akce bylo, že laboratoře neprováděly předepsaná stanovení jednotným postupem. Závažnějším nedostatkem pak bylo, že některé laboratoře neuvedly metodu stanovení a odvolávají se pouze na Jednotné metody. Všechny laboratoře dále neprovedly paralelní rozboru u všech 18 ukazatelů a některé serie byly pro vyhodnocení nepoužitelné.

Každou serii 10 paralelních rozborů jsme zpracovali pravděpodobnostním způsobem tak, že jsme (vykreslením na pravděpodobnostní papír a grafickým proložením "od oka") stanovili medián hodnot  $x$  (jako nejlepší odhad průměru hodnot  $x$ ) a směrodatnou odchylku  $s$ . Pro jednotlivá stanovení jsme pak vynesli tečkové diagramy závislosti  $s$  na  $x$  a  $v$  na  $x$  jako podklad pro souhrnné zhodnocení přesnosti a reprodukovatelnosti příslušného stanovení.

#### Tvrдост:

Tvrдост vody je stanovována ve všech laboratořích chelometricky titrací chelatonem III. Pro vyhodnocení bylo využito výsledků z 19 laboratoří. V intervalu tvrdosti 0-10°N (8 laboratoří) byla nalezena střední hodnota  $s = 0,10^{\circ}\text{N}$  a v intervalu 10 - 25°N (11 laboratoří) pak střední hodnota  $s = 0,30^{\circ}\text{N}$ . Souhrnně lze závislost  $s$  na  $x$  vyjádřit jedním empirickým vztahem (1)

$$s = 0,0175 \cdot \text{tvrдост} \quad (1)$$

tj. střední koeficient variace byl 1,75 %. Jednotné metody uvádí přesnost 0,14°N při práci s objemem vzorku 100 ml a ASTM uvádí směrodatnou odchylku 0,17°N při tvrdosti 34,1°N.

#### Rozpuštěné látky:

Rozpuštěné látky jsou stanovovány ve všech laboratořích odpařením filtrátu na misce ve vodní lázni. Způsob filtrace a druh použitých misek nebyl zpravidla uveden. Pro vyhodnocení bylo využito výsledků z 27 laboratoří a byl nalezen empirický, poměrně volný vztah v rozmezí 0 - 600 mg/l RL

$$s = 5,5 + 0,026 \cdot \text{RL} \quad (2)$$

Střední směrodatná odchylka byla  $s = 11,5 \text{ mg/l}$ . Jednotné metody chybu neuvádí, ASTM uvádí směrodatnou chybu pro čisté vody dost nejasně, pro silně znečištěné vody lze odvodit  $s = 10,8 \text{ mg/l}$ .

#### Rozpuštěné látky žíhané:

Pro vyhodnocení bylo využito výsledků 20 laboratoří a byl nalezen v rozmezí 0 - 400 mg/l RLž medián směrodatné odchylky  $s = 9,2 \text{ mg/l}$ . Jednotné metody ani ASTM přesnost pro toto stanovení neuvádí.

#### Oxidovatelnost podle Kubela:

Všechny laboratoře stanovovaly oxidovatelnost čisté vody (oxidovatelnost do 5 mg/l  $\text{O}_2$ ) podle Kubela dle Jednotných metod. Pro vyhodnocení bylo využito výsledků z 34 laboratoří a v rozmezí 0 - 4 mg/l  $\text{O}_2$  byla nalezena střední hodnota směrodatné odchylky  $s = 0,105 \text{ mg/l } \text{O}_2$ . Na obrázku je uvede-

na střední hodnota směrodatné odchylky  $s = 0,105 \text{ mg/l O}_2$ . Na obrázku je uvedena nalezená závislost v na x jako příklad vyhodnocení přesnosti a reprodukovatelnosti průměrné laboratoře. Z obrázku je patrné, že směrem k malým hodnotám oxidovatelnosti relativní chyba prudce stoupá. Jednotné metody chybu oxidovatelnosti podle Kubela neuvádí, ASTM neuvádí metodu.

#### Chloridy:

Chloridy jsou v laboratořích OVHS a KVRIS stanovovány vesměs argentometricky a merkurimetricky; některé laboratoře způsob stanovení nevedly. Protože mezi výsledky obou postupů nebyl nalezen (na podkladě hodnoceného materiálu) významný rozdíl byly výsledky hodnoceny jako by byly stanoveny jednou metodou. Pro vyhodnocení bylo využito výsledků z 27 laboratoří a v rozmezí 0 - 40 mg/l Cl<sup>-</sup> byl nalezen empirický vztah (3)

$$s = 0,2 + 0,028 \cdot \text{Cl}^- \quad (3)$$

Jednotné metody uvádí přesnost 1 - 3 mg/l Cl<sup>-</sup> při argentometrickém a 1 mg/l Cl<sup>-</sup> při merkurimetrickém stanovení; ASTM uvádí pro koncentraci 219 mg/l Cl<sup>-</sup> směrodatnou odchylku  $s = 1,7 \text{ mg/l Cl}^-$  pro argentometrické a  $s = 1,3 \text{ mg/l Cl}^-$  pro merkurimetrické stanovení.

#### Dusičnany:

Dusičnany jsou stanovovány vesměs kolorimetricky, a to buď salicylanem sodným nebo brucinem. Pro vyhodnocení bylo využito výsledků z 25 laboratoří, z nichž 6 nevedlo použitou metodu. Rozptyl stanovených směrodatných odchylek byl značný a neumožnil konsistentní výsledek.

Pro koncentraci do 5 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (9 laboratoří) byla nalezena střední hodnota směrodatné odchylky  $s = 0,13 \text{ mg/l NO}_3^-$ , pro hodnoty nad 5 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> pak hodnota  $s = 0,64 \text{ mg/l NO}_3^-$ . Jednotné metody uvádí pro brucinovou metodu přesnost 0,5 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a ASTM uvádí směrodatnou odchylku ( $s = 0,22 \text{ mg/l NO}_3^-$  při koncentraci 5,75 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) pro stanovení kyselinou ferrodifosfonovou.

#### Sírany:

Sírany jsou stanovovány chelometricky, titračně dusičnanem olovnatým /7/ a vážkově. Pro vyhodnocení bylo využito výsledků z 23 laboratoří (z toho 9 nevedlo použitou metodu) bez ohledu na různost použité metody. V rozmezí 0 - 100 mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (19 laboratoří) byla nalezena střední směrodatná odchylka  $s = 1,7 \text{ mg/l SO}_4^{2-}$ , pro hodnoty nad 100 mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> pak hodnota 5 mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

V celém oboru nalezených hodnot (0 - 160 mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) by bylo možno vyjádřit závislost s na x empirickým vztahem (4)

$$s = 0,04 \cdot \text{SO}_4^{2-} \quad (4)$$

což znamená střední koeficient variace 4 %.

Jednotné metody uvádí přesnost chelometrického stanovení 0,5 mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> při titraci vzorku 250 ml s obsahem 5 - 50 mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. U vážkového stanovení uvádí přesnost 2 mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. ASTM uvádí směrodatnou odchylku  $s = 2,3 \text{ mg/l SO}_4^{2-}$  pro vážkové stanovení při koncentraci 288 mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

#### Fosforečnany:

Fosforečnany byly stanovovány pouze 9 laboratořemi vesměs kolorimetricky redukcí chloridem cínatým. Koncentrace fosforečnanů se pohybovaly v mezích 0 - 0,3 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> a nalezené směrodatné odchylky se pohybovaly v mezích 0,0005 - 0,0117 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>.

Podle Jednotných metod je přesnost kolorimetrického stanovení při redukcí chloridem cínatým v rozmezí koncentrací 0,02 - 0,50 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 0,01 - 0,02 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. ASTM uvádí směrodatnou odchylku  $s = 0,02 \text{ mg/l PO}_4^{3-}$ .

#### Diskuse a závěr:

Naším cílem bylo využít existující experimentální materiál a pokusit se (v rámci daných možností) o výpočet přes-

x) v publikaci /1/ je v tab. č. 17 na str. 105 chyba, ve vzorci pro  $y = kx_1/x_2$  má být pod odmocninou  $x_2$  místo  $x_2$ .

ností, respektive reprodukovatelnosti některých analytických stanovení. U některých stanovení bylo v materiálu /6/ použito několika metodik nebo rozptyl nalezených směrodatných odchylek tak velký, že neumožnil konsistentní vyhodnocení.

Dolní hranici směrodatné odchylky lze vypočítat, uvažujeme-li pouze chyby způsobené nepřesností měření nebo odměrování roztoků. Jestliže pro výpočet hodnoty testovaného analytického stanovení platí rovnice (5)

$$y = k \cdot x_1/x_2 \quad (5)$$

pak pro směrodatnou odchylku platí podle rovnice (6) <sup>x)</sup>

$$s_y = k \cdot \frac{x_1}{x_2} \left( \frac{s_1}{s_2} \right)^2 + \left( \frac{s_2}{x_2} \right)^2 \quad (6)$$

Platí-li na příklad pro tvrdost

$$^{\circ}N = a \cdot f \cdot 280/V \quad (7)$$

kde a je spotřeba odměrného roztoku chelatonu 3 v ml

f faktor odměrného roztoku (uvažujeme f = 1)

V objem vzorku podrobeného titraci

platí pro směrodatnou odchylku s

$$s = 280 \cdot \frac{a}{V} \left( \frac{s_a}{a} \right)^2 + \left( \frac{s_v}{V} \right)^2 \quad (8)$$

Odhadneme-li směrodatnou odchylku chyby odměřování vzorku vody  $s_v = 0,04$  ml a směrodatnou odchylku chyby nastavení nulky a odečítání na byretě  $s_a = 0,03$  ml /l/ a předpokládáme-li  $V = 100$  ml, lze druhý člen pod odmocninou zanedbat. Pak dostaneme  $s = 0,084$   $^{\circ}N$ . Pro rozmezí tvrdosti 0 - 10  $^{\circ}N$  byla nalezena střední hodnota směrodatné odchylky  $s = 0,10$   $^{\circ}N$ , tedy blízká teoreticky vypočtené hodnotě pro  $V = 100$  ml.

Zkoumejme směrodatnou odchylku chyby stanovení rozpuštěných látek. Koncentrace RL se vypočte ze vzorce (9)

$$RL = (m_2 - m_1) \cdot 1000/V \quad (9)$$

kde  $m_1$  je váha misky v mg

$m_2$  váha misky s odparkem v mg

V objem odměřeného vzorku vody v ml

Odhadneme-li směrodatnou odchylku chyby vážení  $s_{m1} = s_{m2} = 0,2$  mg /l/ a směrodatnou odchylku odměření vzorku vody  $s_v = 0,03$  ml, můžeme opět druhý člen pod odmocninou v rovnici (6) zanedbat a dostaneme

$$s_{m2} - m_1 = 0,2^2 + 0,2^2 = 0,283 \text{ mg} \quad (10)$$

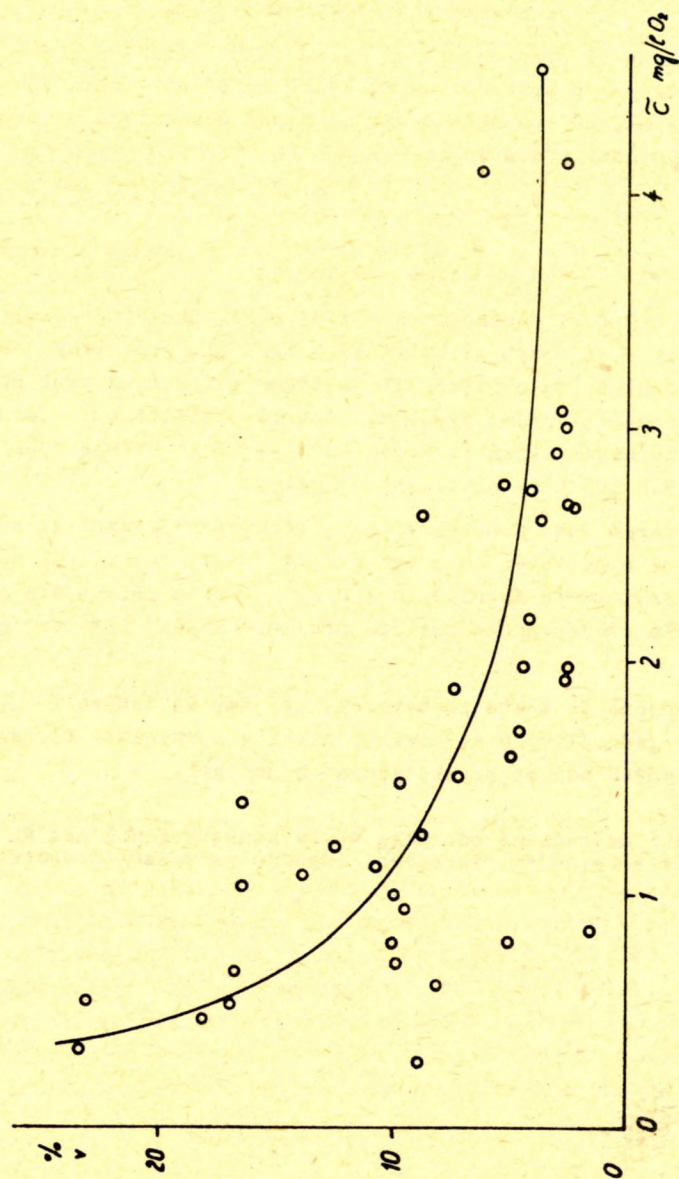
$$s_{RL} = 1000 \cdot 0,283/V \quad (11)$$

Při  $V = 100$  ml dostaneme  $s = 2,83$  mg/l. Skutečně nalezené hodnoty s se pohybují kolem 11,5 mg/l RL, jsou tedy zhruba čtyřnásobné. Tuto diferenci je třeba připsat na vrub především nedostatečnému vysušení odparků, zvláště při použití porcelánových misek <sup>x)</sup>. Proto také v /7/ se určuje doba sušení při 105 $^{\circ}C$  na minimálně 2 hodiny.

Závěrem lze konstatovat, že některá stanovení se provádí sice s dostatečnou přesností (tvrdost, chloridy a oxidovatelnost podle Kubela), u jiných je třeba přísnějším dodržováním předepsaného postupu přesnost zvýšit (především u RL).

Konečně je třeba poznamenat, že jsme se zabývali přesností jednotlivých stanovení, nikoliv správností tj. shodou nalezených hodnot se skutečnými hodnotami.

<sup>x)</sup> Nižší směrodatná odchylka chyby stanovení RL $\bar{z}$  než RL ukazuje také na to, že sušení odparků je vesměs nedostatečné.



## vodohospodářský věstník

K VYHLÁŠCE Č. 35/1972 SB., O OCHRANĚ VOD PŘED ZNEČIŠŤOVÁNÍM ROPNÝMI LÁTKAMI

Dr. J. Krecht, MLVH ČSR

S účinností od 1. července 1972 platí vyhláška ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR č. 35/1972 Sb., o ochraně vod před znečišťováním ropnými látkami. Její vydání bylo vyvoláno stále rostoucí spotřebou uvedených látek v České socialistické republice. Tento vývoj přináší totiž stále větší nebezpečí pro čistotu a zdravotní nezávadnost povrchových i podzemních vod.

Od roku 1955 do roku 1970 se množství zpracovávané ropy v celé Československé socialistické republice zvýšilo téměř dvacetkrát (na 10,600 mil. t/rok), takže tím došlo k vyrovnání ve spotřebě ropných látek s ostatními průmyslově vyspělými zeměmi. Do roku 1980 se má spotřeba ropných látek dále zvýšit, a to více než dvojnásobně. V souvislosti s tím se také zvýší i nebezpečí, které představují ropné látky pro podzemní a povrchové vody.

S rostoucí spotřebou ropy a ropných látek se zvyšuje i počet ropných havárií. I když převládají většinou malé úniky (řádově desítky až stovky kg ropných látek), dochází periodicky i k velkým havarijním únikům, které mohou mít nedozírné následky pro vodní zdroje našeho státu. Jako příklady z posledních pěti let lze uvést únik leteckých pohonných látek ze skladu Československých aerolinií v Kněževci u Prahy, které znehodnotily lokální zdroje pitných vod, únik 38 t ropné nafty a 17 t benzínu při železniční nehodě u Lysé nad Labem, v bezprostřední



blízkosti vodárny v Káraném a únik leteckých pohonných hmot ze skladů v Plzni.

Zvlášť varovným případem znehodnocení zdroje pitných vod je znečištění II. vodního zdroje pro Bratislavu úniky ropných látek z provozu rafinerie Slovnaft. Do doby vybudování náhradního zdroje bylo nutno nouzově zásobovat pitnou vodou asi 150.000 obyvatel.

V budoucnu nelze počítat se zmenšením počtu havárií, spíše naopak.

Proto je třeba vytvořit předpoklady pro předcházení ropným haváriím a pro rychlé odstraňování jejich následků. Povaha znečištění vody ropnými uhlovodíky vyžaduje přitom daleko důslednější postup, než tomu bylo ve vodohospodářské praxi dosud. Vyhláška platí jen na území České socialistické republiky.

Ropnými látkami se rozumějí pro účel citované vyhlášky uhlovodíky a jejich směsi, zejména benzin, benzen a jeho deriváty, motorová nafta, petrolej, letecký petrolej, topný olej a dále též dehtový olej. Za ropné látky se nepovažují látky o viskozitě, přesahující při teplotě 50° C 100 cSt.

Uživatelé ropných látek je podle vyhlášky každý, kdo tyto látky používá, těží, zpracovává, dopravuje nebo s nimi jinak nakládá. Za ropnou havárii se považuje událost při provozu nebo užívání zařízení, v nichž se ropné látky zachycují, uchovávají, zpracovávají nebo dopravují, při níž dochází k úniku těchto látek ze zmíněných zařízení. O ropnou havárii však nejde, jde-li o úniky zanedbatelné, při nichž je vyloučeno nebezpečí vniknutí uniklých látek do povrchových nebo podzemních vod.

Vyhláška rozlišuje opatření, která je třeba učinit k předcházení haváriím (preventivní opatření) a opatření ke zneškodnění havárií již nastalých. Zneškodněním havárie se rozumí odstranění jejích škodlivých účinků.

K preventivním opatřením patří jednak ta opatření, která je povinen provádět každý uživatel ropných látek (tedy i každý drobný uživatel těchto látek), jednak zabezpečovací opatření, prováděná v případě užití ropných látek ve větším rozsahu, nebo je-li s jejich užíváním spojeno zvýšené nebezpečí ohrožení čistoty vod.

K preventivním opatřením, uvedeným na druhém místě, patří také vypracování plánu opatření pro případ ropné havárie a jeho předložení ke schválení okresnímu národnímu výboru (jeho odboru vodního a lesního hospodářství a zemědělství), příprava speciálních přístrojů a prostředků k ochraně před ropnou havárií a k jejímu zneškodnění, odborné vyškolení pracovníků k předcházení a zneškodnění ropné havárie, jakož i vedení záznamů o opatřeních, prováděných k předcházení haváriím.

Opatření ke zneškodnění havárií již vzniklých se rozlišují na opatření bezprostřední a na opatření následná.

K bezprostředním opatřením patří bezodkladné ohlášení havárie příslušnému okresnímu národnímu výboru nebo nejbližšímu místnímu národnímu výboru, popř. orgánu Veřejné bezpečnosti, dále odstranění příčin havárie a zabránění nepříznivým následkům havárie, popř. zmírnění jejího účinku.

K následným opatřením patří zejména zneškodnění uniklých ropných látek a sledování jakosti ohrožené podzemní vody atd.

Při provádění uvedených opatření se řídí uživatel ropy pokyny příslušného národního výboru. Na tyto pokyny však nečeká a provádí operativně sám, čeho je podle místních podmínek zapotřebí. Předpokládá se, že některá opatření nebude moci uživatel ropy zajistit sám svými silami, a že bude třeba, aby k jejich zabezpečení přispěly i jiné orgány či organizace podle plánu, který předem pro takové případy vypracují jednotlivé okresní národní výbory.

Okresní národní výbory dozírají na plnění povinností, které mají uživatelé ropných látek podle této vyhlášky, nebo které jim podle ní byly uloženy.

Jestliže uživatelé ropy nedbají pokynů okresního národního výboru, uloží jim tento národní výbor potřebné opatření rozhodnutím, vydaným podle správního řádu.

Plán opatření pro případ ropné havárie v okrese vypracují okresní národní výbory ve spolupráci se Státní vodohospodářskou inspekcí, orgány hygienické služby, veřejnými požárními útvary, popř. s dalšími orgány.

Praktické se zdá být ustanovení vyhlášky, podle něhož okresní národní výbory ve spolupráci s ostatními dotčenými orgány vyhledávají a určují místa, kde mají být uniklé ropné látky a látky jimi kontaminované spáleny, popř. jinak zneškodněny nebo uloženy. Místa těchto skládek se vyznačují v plánu opatření pro případ ropné havárie v okrese. Včasným vyhledáním míst pro tyto skládky se má odstranit improvizace při vyhledávání vhodných míst pro uložení nebo zneškodnění škodlivých látek pro případ skutečné havárie.

Vypracování plánů pro případ ropné havárie v jednotlivých okresech usměrňují krajské národní výbory.

Kontrola opatření, provedených nebo uložených podle citované vyhlášky, přísluší též Státní vodohospodářské inspekcí.

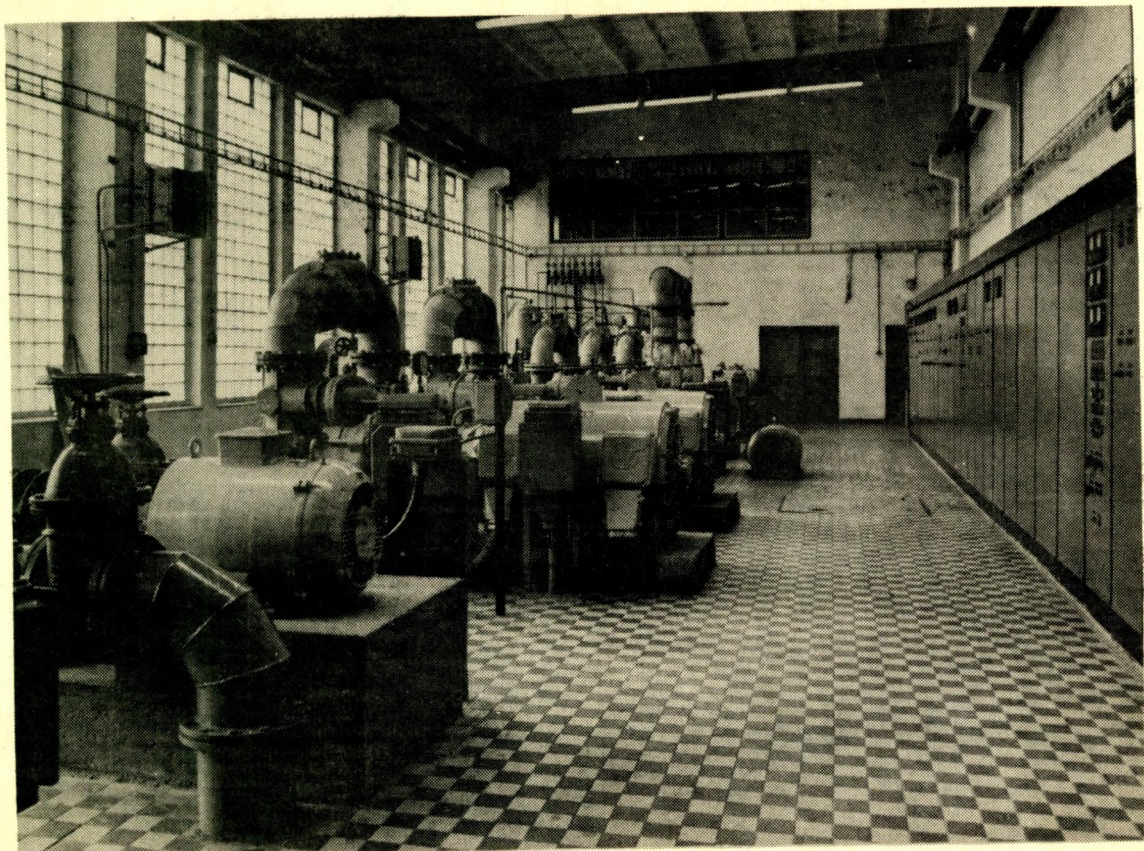
Při zmírňování a zabraňování nepříznivým účinkům ropné havárie spolupůsobí podle svých technických možností též veřejné požární útvary. (Zpravidla při každé ropné havárii vzniká i nebezpečí požáru).

Dojde-li k porušení povinností, uložených uvedenou vyhláškou nebo k porušení povinností, uložených podle této vyhlášky vodohospodářskými orgány, mohou být provedeny i příslušné sankce.

Organizacím, porušujícím uvedené povinnosti, bude možno ukládat pokuty podle vládní vyhlášky č. 120/1966 Sb.,

jestliže znečistí nebo ohrozí povrchové nebo podzemní vody tím, že způsobí, že do těchto vod se dostanou nebo mohou dostat ropné látky. Výše pokuty může v tom případě činit až 200.000 Kčs.

Občany bude možno pokutovat podle zákona č. 60/1961 Sb., o úkolech národních výborů při zajišťování socialistického pořádku. Podle § 8 cit. zákona se dopustí přestupku proti ochraně vodního hospodářství ten, kdo nedbá podle své povinnosti ochrany vod.



Úpravna vody ve Velebudicích  
( Foto: P.Michálek, VÚV )