

*Vol. 6*

**10**  

---

**1975**

**VTEI**

**VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO - EKONOMICKÉ INFORMACE**

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ • PRAHA - PODBABA**



O B S A H

Druhé vydání SVP a jeho základní zásady a závěry ( J.Buřita ) .....	309
<b>VODNÍ TOKY A NÁDRŽE</b>	
Výpočet rovnice měrné křivky průtoků samočinným počítačem ( J.Mlejnek ) .....	315
Posouzení reprezentativnosti průtokových řad 1931-1970 a 1931-1960 ( L.Bubeníčková - L.Kašpárek ) .	320
Měření průtoků vody Parshallovým měrným žlabem ( J.Burdých ) .....	324
<b>ODPADNÍ VODY</b>	
Čistenie a regenerácia odpadových vod z povrchových úprav kovov ( Š.Schlosser - F.Rippa ) .....	335
Mechanizace dávkování chemikálií v čistírnách prů- myslových odpadních vod ( Z.Žabička ) .....	342
Symposium RVHP v Jerevanu ( O.Miškovský ) .....	348
<b>SOUBORNÉ INFORMACE</b>	
Výstava měřicí techniky a přístrojů ve Stockholmu ( J. Hassman ) .....	350

DRUHÉ VYDÁNÍ SVP A JEHO HLAVNÍ ZÁSADY A ZÁVĚRY

ing. J.Buřita, VRV Praha

Zpracováním druhého vydání SVP se uzavírá jedna z významných etap koncepční činnosti, která znamenala nejrozsáhlejší komplex rozvojových a prognostických prací v celé historii čs. vodního hospodářství. Její výsledky nás zařadily na úseku dlouhodobého vodohospodářského plánování opět na světovou úroveň. Obdobně jako tomu bylo u prvního vydání SVP v roce 1954, nemá druhé vydání SVP ve světě obdoby co do šíře a komplexnosti i co do hloubky zpracování jednotlivých problémů.

Rozsáhlý soubor více než 200 podkladových úloh a dílčích studií k jednotlivým kapitolám SVP ČSR zpracoval a shrnul do výsledné podoby široký tým pracovníků Vodohospodářského rozvoje a výstavby v úzké spolupráci s pracovníky Střediska pro rozvoj vodního hospodářství při Výzkumném ústavu vodohospodářském za řízení a aktivní spolupráce odboru rozvoje vodního hospodářství ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR.

V průběhu všech dosavadních prací na druhém vydání SVP byly jednotlivé dílčí úkoly a podkladové studie podrobně projednávány a oponentovány v osmi odborných oponentních skupinách. Řada připomínek byla již k prvnímu znění druhého vydání, které shrnovalo předběžné výsledky první etapy prací do června 1972. Zpracovaný materiál proto odráží poslední stav znalostí nejen vodohospodářských odborníků, ale i pracovníků těch odvětví, která vodu užívají, odebírají, spotřebovávají nebo znečišťují. Teprve však úplný souhrn všech 17 kapitol SVP ČSR ukazuje vzájemné vazby, závislosti jednotlivých faktorů budoucího vývoje, a to zejména pod zorným úhlem řešení víceúčelových vodohospodářských soustav.



Výsledný návrh vodohospodářských opatření, zabezpečujících splnění základních úkolů odvětví, vychází z rozsáhlých podkladových prací. Pro názornější představu lze uvést např.:

- a/ Bylo přešetřeno 581 přehradních profilů, ve kterých by byla možná výstavba nádrží o celkovém objemu 14,66 mld.m<sup>3</sup>. Pro vybraných 286 profilů bylo zpracováno podrobnější technicko-ekonomické vyhodnocení, vždy pro tři varianty velikosti nádrže.
- b/ K posouzení zdrojů, vhodných pro zásobení pitnou vodou, bylo prověřeno 45 přímých odběrů z toků a na 200 výhledových vodárenských nádrží. Rovněž byly přehodnoceny všechny významnější zdroje podzemní vody, soustředěné především v 31 rozhodujících hydrogeologických rajónech o celkové ploše 8 760 m<sup>2</sup>.
- c/ Individuálně byl vyhodnocen očekávaný vývoj potřeby pitné vody pro 618 měst a větších obcí a navržena koncepce jejich zásobení do roku 2015.
- d/ Podrobně byla zhodnocena bilanční napjatost mezi potřebou vody a vodními zdroji v 172 profilech státní bilanční sítě, a to jak v současnosti, tak i pro výhled k roku 1985. U vybraných profilů bylo provedeno hodnocení i k roku 2000.
- e/ Bylo posouzeno více než 600 větších zdrojů znečištění, zpracována prognóza produkce znečištění i návrh opatření k ochraně vod, který vyústil m.j. ve stanovení limitů přípustného vypouštěného znečištění pro všechny rozhodující zdroje znečištění k r.1985 i 2000.
- f/ Byla prozkoumána potřeba úprav u více než 3 600 toků s povodím nad 5 km<sup>2</sup> o celkové délce 36 680 km. Jmenovitě bylo vyhodnoceno 212 úseků toků s nejrozsáhlejšími inundacemi a navržena ochrana před povodněmi celkem 175 tisíc ha.
- g/ Byly prověřeny technické možnosti a ekonomické parametry výstavby asi 1 200 km teoreticky možných vodních cest a posouzeny potřeby rekonstrukce a modernizace existujících cest.
- h/ Byly prozkoumány možnosti využití vodní energie u 70 lokalit, vhodných pro využití primárního hydroenergetického potenciálu a u 209 lokalit pro výstavbu přečerpávacích vodních elektráren.

i/ Byl zpracován přehled více než 2 500 vodohospodářských děl a zařízení, bylo zhodnoceno přes 1 400 odběrů povrchové a 2 500 odběrů podzemní vody.

j/ Byl zpracován výhled investiční a provozní náročnosti navrhovaných vodohospodářských opatření, výhled vývoje celkových nákladů odvětví, jeho jednotlivých oborů a činností i vývoje nákladovosti v jednotlivých ukazatelích. Byly provedeny rozborů potřeby pracovních sil a kvalifikační i profesní struktury vodohospodářských kádrů.

Výsledkem prací je komplexní návrh hlavních směrů rozvoje vodního hospodářství ČSR do r.1985 a r. 2000, stanovení celkové strategie a cílů státní politiky ve vodním hospodářství, komplexu opatření na úseku investic, provozů, ekonomiky, organizace, legislativy, rozvoje vědecko-výzkumné základny, uplatnění komplexní socialistické racionalizace, mechanizace a automatizace provozů atd. V tomto komplexním a systémovém přístupu spočívá jeden z rozhodujících přínosů druhého vydání SVP i jeden z hlavních rozdílů proti jeho prvnímu vydání z r. 1954, které v podstatě řešilo jen otázky technického charakteru.

V další etapě prací v roce 1975 budou vodohospodářská řešení a návrhy opatření SVP ČSR rozpracovány do podrobnější úrovně v SVP jednotlivých povodí. Výsledky prací na SVP ČSR a analogicky zpracovaného SVP SSR budou po projednání ve vládách obou republik shrnuty a do konce r. 1975 bude zpracován i souhrnný Směrný vodohospodářský plán Československé socialistické republiky.

Stále rostoucí intenzita civilizačního tlaku na přírodní prostředí, projevující se růstem požadavků na vodu, spolu s mimořádnou a nezastupitelnou funkcí vody pro život člověka vedla k formování hlavních, obecně platných zásad, z nichž musí vycházet jakýkoliv výraznější zásah do koloběhu vody v přírodě a jejichž respektování je nezbytnou podmínkou pro rozvoj společnosti. Jsou shrnuty takto:

- zdroje kvalitní vody nejsou nevyčerpatelné a proto je stále naléhavější nutností tyto zdroje racionálně využívat a hospodárně s nimi zacházet,



- jakost vody musí odpovídat požadavkům zdraví lidu a účelům využití, neboť znečišťování vody způsobuje škody lidem i ostatním živým organismům ;
- použitá voda musí být proto vrácena do recipientů v takovém stavu, který nevyvolá nebo podstatně nezhorší možnosti jejího dalšího využití pro hospodářskou i společenskou potřebu,
- pro udržení a dobrou funkci zdrojů má značný význam půda a vegetační kryt, zejména les.

V Československé socialistické republice je naléhavost péče o vodní zdroje ještě zvýrazněna zeměpisnou polohou, neboť prakticky celé území je odkázáno pouze na vodu z atmosférických srážek.

Dlouhodobá vodohospodářská politika státu, vycházející ze zhodnocení očekávaných nároků i technicky dosažitelných možností vodních zdrojů, bude zaměřena těmito hlavními směry :

- 1/ Zabezpečit dostatečné množství vody vhodné kvality pro obyvatelstvo, průmysl, zemědělství a k tomu účelu ve zdůvodněném předstihu budovat vodní zdroje s přednostním zabezpečením potřeb pro veřejné vodovody.
- 2/ Postupně snižovat počet vodohospodářsky pasivních oblastí. V souvislosti s tím rozvíjet vodní zdroje, zabezpečit je před znečištěním a nadměrným nebo nekontrolovaným užíváním, které je znehodnocuje nebo je příčinou jejich vyčerpání nebo zanikání.
- 3/ Postupným snižováním stupně znečištění našich toků napomáhat k vytváření zdravého životního prostředí pro obyvatelstvo naší republiky, zabránovat národohospodářským ztrátám a umožňovat nezbytné vícenásobné využívání vody.
- 4/ Zajišťovat společensky nezbytnou výstavbu zdravotně-vodohospodářských zařízení /vodovodů a kanalizací/, podmiňujících komplexní bytovou výstavbu a rozvoj středisek osídlení. Soustavně zvyšovat počet obyvatel zásobovaných pitnou vodou z veřejných vodovodů a bydlících v bytech, připojených na veřejnou kanalizaci. Přitom udržovat rozvoj vodovodů a kanalizací v potřebných vzájemných proporcích.

5/ Zlepšovat ochranu území před škodlivými účinky vody; přitom se zaměřit na úpravu vodohospodářských poměrů v rozhodujících produkčních oblastech. Koordinovat vodohospodářské investice a meliorační výstavbu odvětví zemědělství a lesnictví.

6/ Přispět ke zvýšení podílu vodní dopravy v dopravním systému ČSSR a k vyššímu využití vodní energie, především výstavbou přečerpávacích vodních elektráren.

V souladu s těmito hlavními směry bude nezbytné soustředit rozvoj odvětví vodního hospodářství ČSR v období do roku 2000 na tyto konkrétní cíle:

- a/ V rozvoji veřejných vodovodů dosáhnout k roku 2000 podílu 90 % zásobovaných obyvatel při vzrůstu roční výroby pitné vody z 679 mil.m<sup>3</sup>/r v roce 1970 na cca 1 660 mil.m<sup>3</sup>/r.
- b/ Zvýšit podíl obyvatel, bydlících v domech napojených na kanalizaci z 55 % v roce 1970 na asi 80 % v období kolem roku 2000.
- c/ Umožnit zabezpečený odběr cca 3,6 mld m<sup>3</sup>/r vody z povrchových zdrojů pro potřeby průmyslu a zemědělství a cca 1,1 mld m<sup>3</sup>/r pro úpravu na pitnou vodu. K tomuto účelu zvětšit do roku 2000 objem významných nádrží z nynějších 2,3 mld m<sup>3</sup> na cca 5,6 mld m<sup>3</sup> vybudováním dalších asi 70 nádrží.
- d/ Dosáhnout snížení vypouštěného znečištění na úroveň, která umožní v podstatě odstranit úseky toků IV. třídy čistoty a zvýšit podíl úseků III. a II. třídy čistoty. Pro splnění tohoto cíle uplatňovat dodržování limitů vypouštěného znečištění, stanovených ve Směrném vodohospodářském plánu.
- e/ Rozšířit nebo zvýšit ochranu před povodněmi o dalších cca 70 000 ha pozemků, převážně zemědělských.
- f/ Umožnit další využití vodní energie zejména výstavbou přečerpávacích vodních elektráren o celkovém výkonu asi 5 000 MW.
- g/ Umožnit zvýšení přepravních výkonů ve vnitrostátní přepravě na labsko-vltavské vodní cestě na asi desetinásobek úrovně roku 1970 a splavit Odru do Ostravy.
- h/ V rámci úlohy vody v životním prostředí člověka umožnit re-

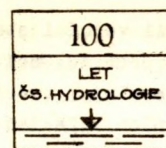


kreaci u vody v letní špičce až pro 5 mil. obyvatel, z toho na vodních nádržích až pro 2,5 mil. obyvatel.

Efektivní plnění všech úkolů vodního hospodářství je podmíněno vzhledem k charakteru odvětví a podmínkám jeho rozvoje systematickou prognostikou a koncepční činností, která poskytuje vědecky podložené podklady pro dlouhodobé plánování i pro globální řízení praktické správní a investiční politiky ve vodním hospodářství. Zákon o vodách vytvořil pro toto pojetí vhodné podmínky a zejména je zdůraznil svým ustanovením § 3. o Směrném vodohospodářském plánu. Zpracování 2. vydání SVP plně vystihuje toto základní poslání a s navazujícími pracemi a dokumenty poskytuje potřebné podklady jak pro rozhodování v ČSR jako celku, tak i pro usměrnění koncepcí rozvoje v ostatních odvětvích národního hospodářství, která ovlivňují vodní hospodářství i pro formulování zásad a cílů vodohospodářské politiky státu.

Upozorňujeme čtenáře VTEI, že k 6. číslu roč. 1975 jsme přiložili anketní lístek, v němž jsme se dotazovali, co si čtenáři časopisu VTEI myslí o jeho obsahové i grafické úrovni, co je nejvíce zajímavé a co by si přáli zlepšit. Bohužel se nám zatím vrátilo velmi málo vyplněných anketních lístků a navíc, což je dost překvapující zjištění, jich jen malá část byla odeslána z vodohospodářských organizací. Chtěli bychom proto požádat ty odběratele, kteří nám lístek s odpovědí neposlali, aby tak dodatečně ještě učinili. Výsledky ankety napomohou zlepšení časopisu a budou tak sloužit nejen vydavateli, ale především čtenářům.

Redakce



## vodní toky a nádrže

VÝPOČET ROVNICE MĚRNÉ KŘIVKY PRŮTOKŮ SAMOČINNÝM POČÍTAČEM

Ing. J. Mlejnek, HMÚ Praha

V současné době můžeme pozorovat neustále se prohlubující bilanční napjatost mezi vodními zdroji a požadavky na vodu. Proto se věnuje mnoho sil a prostředků na další detailní průzkum vodního fondu. Při tom se ukazuje, že důležitou úlohu hraje přesnost hydrologických podkladů, používaných ve vodohospodářských studiích a rozborech. Tato problematika je velmi rozmanitá a dotýká se dnes již téměř všech oblastí vodního hospodářství. Je tedy přirozené, že se množí čím dál více nároky na přesnější hydrologické informace.

O zvýšení přesnosti hydrologických údajů se pokoušíme obvykle pomocí dvou zásadních směrů. Prvním je zdokonalování měřicí techniky, druhým je zavádění nových metod pro vyhodnocení hydrologického jevu. V posledních letech se při zpracování hydrologických údajů nabízí možnost hromadného užívání samočinných počítačů, které poskytují záruky vyloučení nahodilých chyb během výpočetního procesu.

V provozním cyklu bilancování průtoků na povrchových tocích je důležitým článkem konstrukce měrné křivky průtoků. Tato činnost je funkčně zařazena mezi vyhodnocení výsledků hydrometrických měření a vlastní bilanci průtoků, které může hydrologická služba Hydrometeorologického ústavu /HIS HMÚ/ provádět již dokončenými programy na samočinných počítačích. Tak například se zpracovává počítači více než 2000 hydrometrických měření ročně. Proto jsme v uplynulém období přistoupili k řešení výpočtu rovnice měrné křivky průtoků samočinným počítačem, čímž vznikly předpoklady k plynulému strojněpočetnímu zpracování průtokových dat.



Měrná křivka průtoků vyjadřuje závislost mezi vodními stavy a odpovídajícími průtoky v určitém vodoměrném profilu. Umožňuje jednoznačně určovat hodnotu průtoků pro libovolný vodní stav, což se požaduje ve většině hydrologických úloh. Základními podkladovými materiály k sestavení měrné křivky jsou:

- údaje o měřených průtocích a jim odpovídající vodní stavy,
- změřený příčný profil v místě vodoměrné stanice,
- střední profilové rychlosti přepočtené u jednotlivých měřeni průtoků k profilu vodoměrné stanice.

Z těchto podkladů se sestavuje měrná křivka v amplitudě změřených průtoků, v případě potřeby se provádí i její extrapolace. Měrná křivka se dosud vyjadřovala buď v grafické nebo numerické formě, podstatně méně byla určena rovnicí jako funkční závislost

$$Q = f(H), \quad /1/$$

kde  $Q$  je průtok v  $m^3 \cdot s^{-1}$ ,  $H$  je vodní stav v m nebo cm.

Tradiční výpočetní technika nedávala dobré předpoklady pro hromadné výpočty závislosti /1/, zejména pro poměrně velkou pracnost. Teprve strojněpočetní zařízení umožnilo volit i nové netradiční postupy konstrukce měrných křivek.

Pro analytické vyjádření měrné křivky se obvykle užívají tyto rovnice:

$$Q = a_0 + a_1 H + a_2 H^2 \quad /2/$$

$$Q = a_0 + a_1 H + a_2 H^2 + a_3 H^3 \quad /3/$$

$$Q = C/H - B/E, \quad /4/$$

kde  $B$  je vodní stav pro  $Q = 0 \text{ m}^3 \cdot s^{-1}$  cm,  $a_1$ ,  $C$  jsou koeficienty a  $E$  je reálné číslo. Z rozboru Chézyho rovnice vyplývá, že na měrnou křivku průtoků lze klást tyto požadavky:

a/ musí existovat právě jediný vodní stav  $B$ , pro který platí  $Q/B = 0 \text{ m}^3 \cdot s^{-1}$ ,

b/ osa vodních stavů v bodě  $B$ ,  $O$  je tečnou měrné křivky průtoků.

Lze dokázat, že rovnice /2/, /3/ jsou jen speciální formou obecnější rovnice /4/. Proto jsme pro vyjádření rovnice měrné křivky průtoků nadále používali rovnice /4/. Pro známou hod-

notu  $B$  je možné vypočítat parametry  $C$  a  $E$  metodou minima čtverců odchylek. Hodnota exponentu závisí na tvaru příčného profilu a částečně i na jeho drsnosti a je tedy pro každý profil jiná. V literatuře se uvádí, že pro obdélníkový profil  $E = 1,5$  až  $1,7$ , pro parabolický příčný profil  $E = 2,0$  až  $2,2$  atp. Hodnotu  $B$  můžeme ve většině případů na přirozených měrných profilech jen přibližně odhadnout buď z podélného profilu koryta toku nebo přibližnou extrapolací empirické měrné křivky. V programu MKPL, který připravil Ing. Jiří Kos z Laboratoře hydrologie HMÚ Praha pro výpočet rovnice a přesnosti měrné křivky, se hodnota  $B$  hledá iterativní optimalizací. Jako kritéria se užívá buď směrodatné chyby  $SR$  vypočtené z relativních odchylek:

$$SR = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \left( \frac{Q_i - Q_{vi}}{Q_{vi}} \cdot 100 \right)^2}{N - 2}} \quad /5/$$

nebo směrodatné chyby vypočtené z absolutních odchylek  $SA$

$$SA = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Q_i - Q_{vi})^2}{N - 2}} \quad /6/$$

V rovnicích /5/, /6/ je  $Q_i$  průtok měřený,  $Q_{vi}$  je průtok vypočtený, např. z rovnice /4/ a  $N$  je počet členů datového souboru.

Novým prvkem oproti původnímu vyhodnocování je zjištění přesnosti, s jakou byla měrná křivka stanovena a jakou mají průtoky z měrné křivky odečítané. Je totiž známé, že měrná křivka je prokládána korelačním polem, jehož každý bod byl zjištěn s rozdílnou přesností. Přesností měrné křivky se pak rozumí míra shody mezi průtokem odečteným z měrné křivky a průtokem skutečným. Použitá statistická metoda umožňuje zjištěním  $SR$  podle rovnice /5/ určit tzv. "vnější toleranční meze", které udávají toleranci na  $n$ -%ní hladině spolehlivosti, v níž se bude nacházet  $n$ -% měřených průtoků. Pro 95% hladinu spolehlivosti jsou vnější toleranční meze dány ve vzdálenosti  $\pm 2 SR$  od měrné křivky a zahrnují tedy 19 ze 20 hodnot měřených průtoků  $Q_i$ .

Přesnost odečtených průtoků z měrné křivky je charakteri-



zována standardní chybou /SRP nebo SAP/ průměrného vztahu /1/. Pro 95%ní hladinu spolehlivosti se nalézá skutečná hodnota odečteného průtoku mezi hranicemi tzv. "vnitřních tolerančních mezí", tj. mezi hranicemi  $\pm 2$  SRP / $\pm 2$  SAP/ od měrné křivky. To znamená, že v 19 ze 20 případů se vyskytne skutečná hodnota vypočteného průtoku mezi hranicemi  $\pm 2$  SRP, resp.  $\pm 2$  SAP.

Standardní chyba průměrného vztahu SRP, vypočtená z relativních odchylek, je dána rovnicí

$$SRP = \frac{SR}{\sqrt{N}}, \quad /7/$$

standardní chyba průměrného vztahu SAP, vypočtená z absolutních odchylek, rovnicí

$$SAP = \frac{SA}{\sqrt{N}}. \quad /8/$$

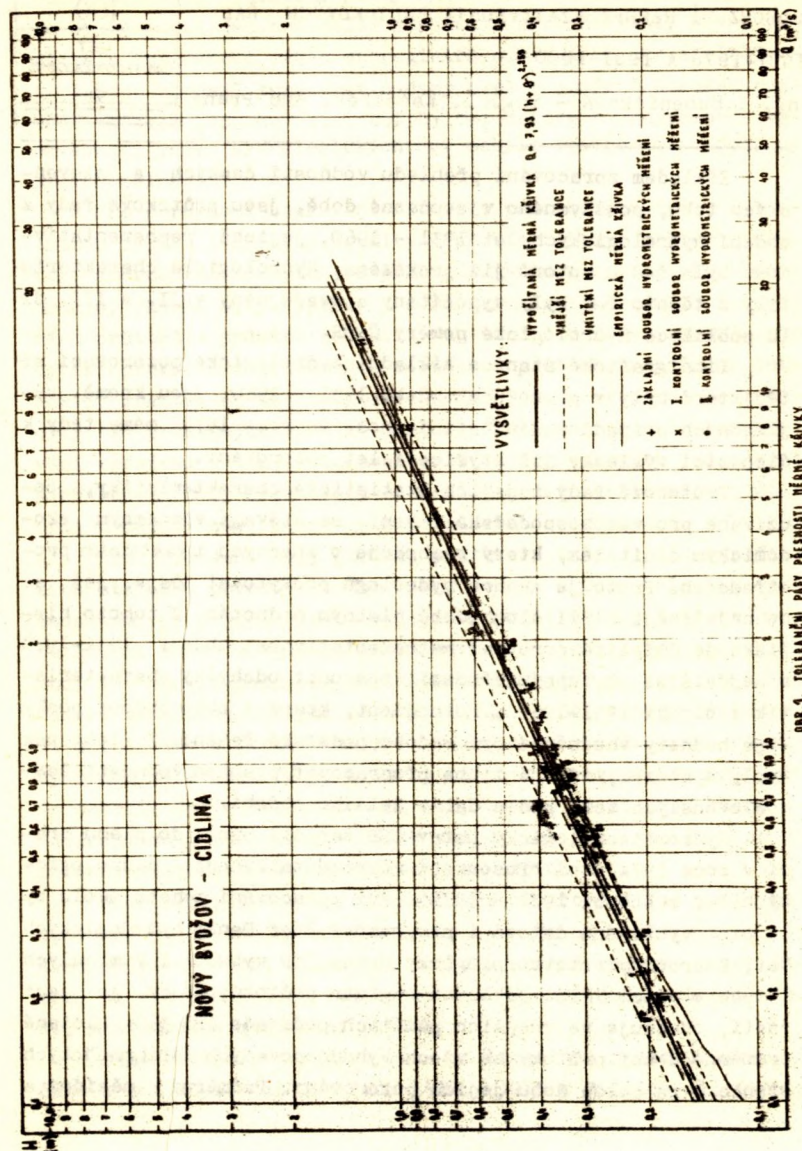
Je-li měrná křivka již stanovena a je k dispozici další kontrolní soubor měrných bodů, pak k posouzení statistické shody obou souborů lze doporučit Studentův t-test. Ten ukazuje, zda dva soubory dat je možné považovat za výběry ze stejného statistického souboru.

Vzor měrné křivky průtoků se zakreslenými tolerančními pásy a kontrolními měrnými body ukazuje obr. 1.

V roce 1975 byl v HMÚ Praha vypracován a ověřen program pro zpracování měrných křivek průtoků MKPl. Program je sestaven v jazyce FORTRAM pro počítače ICL, ODRA 1304, TESLA 200 a umožňuje následující činnosti:

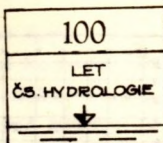
- množinou zadaných bodů  $H_1, Q_1$  proložit křivku  $Q = c/H-B/E^E$ ,
- tisk vstupních hodnot,
- výpočet a tisk tabulky odchylek zadaných bodů od vypočtené křivky,
- tabelaci vypočtené měrné křivky v zadaném rozsahu,
- výpočet a tisk hodnot SR, SRP, SA, SAP.

Přínosem proti dosavadnímu stavu je sjednocení konstrukce měrných křivek ve většině vodoměrných stanic pozorovací sítě HMÚ, omezení subjektivních vlivů a získání důležité informace o přesnosti měrné křivky průtoků.



obr. 1. TOLERANČNÍ PÁSY PŘESNOSTI MĚRNÉ KŘIVKY





Základem zpracování přehledu vodnosti českých a slovenských toků, používaného v současné době, jsou průtokové řady z období hydrologických let 1931 - 1960, jejichž reprezentativnost byla řadou autorů již prokázána. Hydrologické charakteristiky z těchto řad byly vypočítány a uveřejněny v II. a III. dílu publikace Hydrologické poměry ČSSR.

Limnigrafické stanice základní hydrologické pozorovací sítě, které byly v provozu v období 1931 - 1960, jsou kromě výjimečných případů v činnosti dodnes. Po roce 1970 máme tedy k dispozici výsledky již čtyřiceti let pozorování.

Průtokové řady i jejich statistické charakteristiky, používané pro vodohospodářská řešení, se stávají významným ekonomickým činitelem, který rozhoduje o značných investičních prostředcích. Proto je snahou hydrologů poskytovat údaje, jež se co nejvěrněji blíží dlouhodobě platným hodnotám. Z tohoto hlediska je důležité porovnat reprezentativnost období 1931-1970 s nejdélsími dostupnými řadami, posoudit odchylky charakteristik z období 1931-1960 a rozhodnout, které z obou období poskytuje hodnoty vhodnější pro vodohospodářská řešení. Z toho pak vyplývá otázka, zda je třeba přepracovat přehled vodnosti československých toků podle dat z delšího období.

Hydrometeorologický ústav ČSR zařadil proto do plánu prací v roce 1974 úkol "Posouzení reprezentativnosti hydrologických řad z období 1931 - 1970". Při zpracování tohoto úkolu byla plně využívána datová i programová část Banky hydrologických dat, kterou Hydrometeorologický ústav ČSR vybudoval v minulých letech v rámci VHIS. Základní registr průtoků, který je její částí, obsahuje ve vnějších pamětech počítače IBM 360 uložené průměrné denní průtoky ze všech vyhodnocovaných limnigrafických stanic a za celou dobu jejich pozorování. Průměrné měsíční a

roční průtoky, vyčíslené pomocí počítače z dat tohoto registru, se staly podkladem pro další statistická zpracování, která využívala programové části subregistru odvozených ukazatelů. Tento postup umožnil zpracovat zadaný úkol v poměrně širokém rozsahu za dobu jednoho roku, což by bez datové a programové vybavenosti Banky hydrologických dat nebylo tradičními postupy proveditelné.

Pro porovnání reprezentativnosti průtokových řad 1931 - 1970 a 1931 - 1960 byly použity charakteristiky: průměrný průtok, směrodatná odchylka, koeficient variace a koeficient asymetrie, /které byly vypočteny z řad průměrných ročních i měsíčních průtoků a průměrů jednotlivých měsíců v roce/, ukazatel shody čar překročení průměrných měsíčních průtoků, rozdělení četnosti, koeficient autokorlace prvního řádu a význačné periodicity řad průměrných ročních průtoků. Základní princip porovnávání spočíval v tom, že charakteristiky průtokových řad z kratších období byly srovnávány s týmiž charakteristikami, vypočtenými z delší řady, která byla považována za základní.

Pro posouzení byly použity průtokové řady z limnigrafických stanic z povodí českého Labe, Moravy a Odry. Hlavním požadavkem při jejich výběru bylo, aby použité řady byly co nejdelší. Do souboru byly zahrnuty závěrové stanice významných povodí i v tom případě, že jejich průtoky byly po určitou část období ovlivněny umělými zásahy. Kdyby se při výběru důsledněji přihlíželo k otázce umělých zásahů a byly vyloučeny všechny přímo ovlivněné řady, bylo by možno k porovnávání použít pouze několik řad o délce 50 - 60 let, vesměs ze stanic, které uzavírají malou plochu povodí. V povodí Labe by tyto stanice reprezentovaly méně než 13 % plochy po Děčín.

Nebezpečí, že závěry získané při zpracování řad jsou nesprávné, je do značné míry sníženo tím, že se používaly za základ průměrné roční a měsíční průtoky, které nejsou manipulacemi na vodních dílech ovlivněny tak výrazně jako průměrné denní, maximální a minimální průtoky.

Jako základ pozorování byla použita řada průtoků Labe v Děčíně z let 1891 - 1970 a řady 1911 - 1970 z dalších 11 stanic.



Větší počet řad z dílčích částí povodí je dosažitelný až v období 1921 - 1970, proto byly při dílčích etapách pro soubor 23 stanic použity též tyto řady jako základní. Při vyvozování závěrů bylo však nutno přihlížet i k tomu, jak se liší charakteristiky řad z těchto období ve stanici Děčín od charakteristik nejdlejší užití základní řady. Pro porovnání období 1931 - 1970 s obdobím 1931 - 1960 bylo použito charakteristik z 54 stanic.

K výpočtu charakteristik pro základní i porovnávané řady posloužil program Banky hydrologických dat HMÚ pro počítač IBM 360, založený na metodě momentů. Při hodnocení jejich shody byla uplatněna dvě základní kritéria: pořadí shody podle velikosti absolutních hodnot odchylek a počet případů, kdy relativní odchylka je větší než pravděpodobná chyba vypočítaná z řady, ke které je porovnávání vztaženo.

Základem pro výpočty ukazatelů shody čar překročení jsou hodnoty průměrných měsíčních průtoků překročených v 10, 20, 30, 50, 70, 90, 95, 98, 99 a 99,7 % trvání období, vypočítané rovněž pomocí programu Banky hydrologických dat. K porovnání míry jejich shody bylo použito kritérií podle velikosti součtů absolutních i relativních odchylek čar překročení porovnávaných řad od čáry základní /vypočtené odděleně pro rozsah pravděpodobnosti překročení 10 - 90 % a 90 - 99,7 %/.

Porovnání řad rozdělení četnosti průměrných ročních průtoků bylo provedeno pomocí histogramů četnosti výskytu, zpracovaných pro jednotlivé porovnávané a základní období.

Pro posouzení reprezentativnosti srovnávaných řad z hlediska autokorelace a periodicity byl použit koeficient autokorelace prvního řádu jako jediný ukazatel korelační funkce, zjištění nejvýznamnější frekvence a jí odpovídající délka periody, vypočítaných pomocí programu Ústavu pro hydrodynamiku ČSAV na počítači ICL 1905. Posouzení rozložení relativních odchylek koeficientu autokorelace prvního řádu a porovnání výskytu a rozložení délek period posuzovaných řad od hodnoty vypočtené z nejdlejších užitých řad bylo provedeno pomocí histogramů četnosti.

Po zhodnocení všech dílčích výsledků práce při porovnávání reprezentativnosti průtokových řad 1931 - 1970 a 1931 - 1960 jsme došli k těmto závěrům:

1. Základní řady 1891 - 1970 průměrných měsíčních průtoků Labe v Děčíně s odpovídajícími údaji řady průtoků v téže stanici z období 1911 - 1970 poskytují téměř stejné hodnoty průměrného průtoků, koeficientu variace i poměrně blízké hodnoty charakteristik průměrných průtoků v jednotlivých měsících v roce. Pro další posuzování reprezentativnosti mohlo být proto oprávněně použito dalších 11 průtokových řad 1911 - 1970 ze stanic v povodí Labe.
2. Porovnávání charakteristik průměrných měsíčních i ročních průtoků těchto řad s údaji vypočítanými z řad 1921 - 1970, 1931 - 1970 a 1931 - 1960 prokazuje, že reprezentativnost řady 1931 - 1970 je téměř rovnocenná s reprezentativností řady 1921 - 1970. Řady z těchto období poskytují vesměs přesnější odhady charakteristik základních řad než průtoky z třicetiletí 1931 - 1960.
3. Čtyřicetileté řady průtoků z období 1931 - 1970 lze tedy považovat za reprezentativnější než třicetileté řady 1931 - 1960. Odchylky průměrného průtoků, zjištěné při porovnání těchto řad z 54 vodoměrných stanic, nejsou však vzhledem k přesnosti vyhodnocování průtoků tak významné, aby odůvodňovaly přepracování používaných přehledů vodnosti. Průměrné průtoky vyčíslené z řad 1931 - 1960 jsou ve většině stanic menší než odpovídající údaje čtyřicetiletých řad, takže se při použití třicetiletí v oblasti malých průtoků většinou zvyšuje zabezpečení.
4. Řady z období 1931 - 1960 poskytují i poměrně spolehlivé a v průměru téměř nevychýlené hodnoty koeficientu variace průměrných měsíčních průtoků. Koeficient variace průměrných ročních průtoků je u řad z tohoto období většinou větší než u delších řad.
5. Z rozborů časového vývoje jednotlivých statistických charakteristik vyplývá, že se v určitém rozmezí mění, což odpovídá nestacionaritě hydrologického procesu. Změny se projevují v povodích značně odlišně, takže pro určení statistických charakteristik průtokových řad nemáme zatím lepší metodu, než používat průměrné hodnoty zjištěné z co nejdlejších po-



rovnání v daném povodí, pokud průtoky nejsou výrazně ovlivněny. V některých případech u koeficientu variace a všeobecně u koeficientu asymetrie je možné provést redukcí těchto koeficientů pomocí hydrologické analogie podle poměru analogonu s delší pozorovanou řadou.

6. Periodické složky, zjištěné rozbořem časových řad, jsou značně proměnlivé podle použitého období, a proto je nelze pro předpověď statistických charakteristik doporučit.

## MĚŘENÍ PRŮTOKU VODY PARSHALLOVÝM MĚRNÝM ŽLABEM

ing. J. Burdych, VÚV Praha

### 1. Úvod

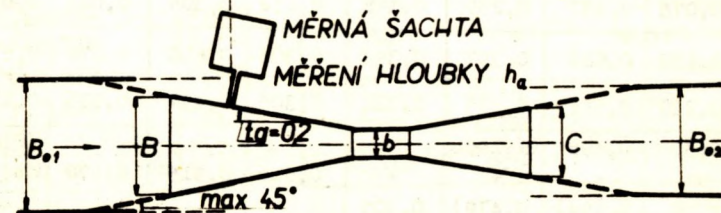
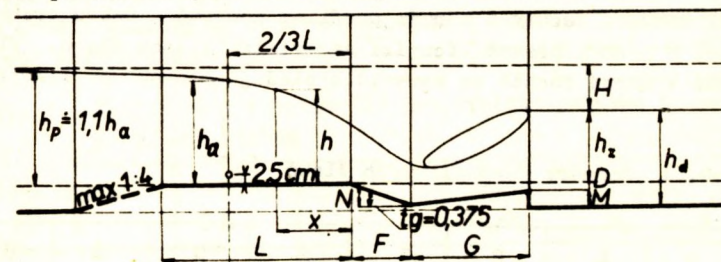
Jedním z nejznámějších zařízení na měření průtoku vody v otevřených žlabech, využívajících Venturiho principu průběhu hladiny v místech se zuženým příčným profilem, kde dochází ke změně režimu proudění z říčního na bystřínné s místním vznikem kritické hloubky, je Parshallův měrný žlab. Jeho použití je ve světě i u nás poměrně značně rozšířeno, přesto však dochází při návrhu i v praktickém provozu často k nejistotám a chybám. O jeho popularitě svědčí na příklad celkem běžně užívané označování i jiných typů Venturiho žlabu názvem Parshallův žlab. Protože znalost hodnot průtoků a z nich odvozených přítokových a odtokových množství má v provozu nejrůznějších vodohospodářských zařízení stále rostoucí význam, považoval autor příspěvku za vhodné shrnout dosavadní publikované poznatky i své vlastní zkušenosti aplikace Parshallova žlabu jako podklad pro účelné navrhování i provoz.

Parshallův měrný žlab je znám asi od roku 1925, kdy jeho autor navrhl základní uspořádání a uskutečnil řadu pokusů pro účely měření průtoku závlahové vody. Parshallův přístup byl čistě empirický, což vedlo především k tomu, že při následujících aplikacích se projektanti drželi úzkostlivě všech Parshallem navržených rozměrů a rovnic pro určení průtoku. Ne-

jistoty pramenily z poměrné nedostupnosti původních Parshallových údajů, takže v odvozených literárních pracích došlo často k nesprávné interpretaci a nevhodné interpolaci nebo dokonce extrapolaci Parshalllem doporučených hodnot. V našich podmínkách se navíc uplatňuje i okolnost, že Parshallovy údaje jsou v anglo-americké soustavě měr, takže po přepočtu do metrické soustavy docházelo buď k nesprávnému zaokrouhlování rozměrů nebo těžkostem při jejich dodržení při stavbě. Tabulky přepočtených hodnot uveřejnil Sajenko /1947/. Další nesrovnalosti a nepřesnosti měření spočívají v nedodržování Parshalllem doporučených podmínek osazení žlabu a způsobu měření, i když je dnes již zřejmé, že některé z nich nemají praktický vliv.

### 2. Uspořádání, rozměry a rovnice Parshallova žlabu

Parshallův měrný žlab /obr.1/ lze po délce rozdělit na tři části: přítokovou část s vodorovným dnem a bočně se zužující šířkou až na hodnotu šířky hrdla b, kde dno je skloněno po vodě a vývar se zvětšující se šířkou a dnem skloně-



$B_{01} \geq B, B_{02} \geq C$ , M VOLIT TAK, ABY BYLO VYHOVĚNO  
PODMÍNCE PRO  $h_2/h_a$

OBŘ.1 - ROZMĚRY PARSHALLOVA ŽLABU



ným proti vodě. Všechny boční stěny jsou svislé, úhel stěn zužující se části s podélnou osou žlabu má  $tg = 0,2$  a úhel dna v hrdle k vodorovné  $tg = 0,375$ . Tento základní tvar je třeba při návrhu a stavbě bezpodmínečně dodržet. Navázání na žlab, do něhož je Parshallův žlab vestavěn, musí být nenásilné /bočně křídly s maximálním úhlem  $45^\circ$ , ve dně se sklonem maximálně 1:4 v přítokové části/, vývar však může být ukončen stupněm ve dně. Vyhoví-li se dále uvedeným podmínkám, je možno dna přítokového a odtokového žlabu navázat přímo.

Parshall ovšem uvádí pro odzkoušené velikosti svého žlabu přesné rozměry všech částí /tab.1/. Při návrhu je účelné dodržet doporučené hodnoty F, G, D a N. Ostatní rozměry slouží především jako vodítka při volbě velikosti Parshallova žlabu vzhledem k rozměrům žlabu, do něhož se má vestavět.

Průtok Q Parshallovým žlabem se stanoví na základě hloubky  $h_a$ , změřené v předepsané vzdálenosti  $2/3 L$  před hrdlem žlabu piezometricky jako úroveň hladiny v měrné šachtě nad vodorovným dnem zužující se části žlabu. Parshall předpokládal spojení šachty s měrným profilem poměrně úzkou trubkou /asi  $\varnothing 5$  cm/, přesně lícující se svislou stěnou žlabu. Hladina v měrné šachtě se zpravidla sleduje plovákovým limnigra-

Tab. 1 Rozměry Parshallových žlabů [m]

b	L	B	C	F	G	D	N
0,076	0,457	0,259	0,178	0,152	0,305	0,025	0,057
0,152	0,610	0,397	0,394	0,305	0,610	0,076	0,114
0,229	0,864	0,575	0,381	0,305	0,457	0,076	0,114
0,30 až 12,00	(0,49b + 1,194)	(1,196b + 0,479)	b + 0,305	0,610	0,915	0,076	0,230

fem, který ve spojení se zapisovacím zařízením dovoluje kontinuální sledování hloubky, případně průtoku. V posledním případě je ovšem nutno zajistit, aby převod pohybu plováku na zapisovací zařízení respektoval vztah mezi hodnotami průtoku a hloubky  $Q = f(h_a)$ .

Pro jednotlivé velikosti žlabu podle tab. 1 lze určit vztah mezi průtokem Q a hloubkou  $h_a$  na základě výsledků Parshallových pokusů v podobě rovnice v jednotném tvaru

$$Q = k \cdot b \cdot h_a^n \quad \left[ \frac{m^3}{s}; -, m, m \right] \quad (1)$$

kde bezrozměrné koeficienty k a n mají hodnoty podle tab.2., platné vždy pouze pro určitou šířku hrdla žlabu b. Při tom je nutno dosazovat hodnoty  $h_a$ , změřené v profilu ve vzdálenosti  $x_1 = 2/3 L$  před hrdlem /obr.1/. Zároveň je nutno splnit podmínku volného, nezatopeného průtoku vody žlabem: poměr hloubky vody v odtokovém žlabu  $h_z$  a měřené hloubky  $h_a$  nesmí překročit určitou hodnotu /tab.2/, při čemž hloubka  $h_z$  musí být měřena od úrovně vodorovného dna Parshallova žlabu /nelze tedy použít hloubky  $h_d$  v odtokovém žlabu, viz obr.1/. Tab. 2. uvádí rovněž hodnoty pro šířky hrdla 0,025 a 0,051 m.

Tab. 2. Koeficienty rovnice (1) pro výpočet průtoku Q Parshallovým žlabem

Šířka hrdla b m	k	n	max.	max.
			$h_z/h_a$	$h_a$ m
0,025	2,379	1,550		-
0,051	2,379	1,550		-
0,076	2,316	1,547	0,6	0,35
0,152	2,501	1,580		0,40
0,229	2,341	1,530		0,45
0,300 až 2,400	0,372	1,570	0,7	0,5 až 2,00
2,400 až 12,00m	3,281 <sup>n</sup>	b0,026		



Jak je zřejmé z tab. 2, nemají hodnoty koeficientů  $k$  a  $n$  přesně stanovitelnou závislost na jednotlivých šířkách  $b$  Parshallova žlabu. Interpolace pro šířky  $b$ , odlišné od hodnot v tab. 2, není tedy přípustná pro šířky hrdla  $b < 0,300$  m.

Pokud jde o kapacitu jednotlivých velikostí Parshallova žlabu, udávají se v literatuře maximální hodnoty  $h_a$  podle tabulky 2. S uvážením, že Parshallovy pokusy braly zřejmě v úvahu případ poměrně mělkých závlahových kanálů, se autor domnívá, že není třeba se úzkostlivě držet uvedených hodnot max.  $h_a$ . Vlastní pokusy /Burdých 1962/ se žlabem s  $b = 0,15$  m ukázaly, že rovnice (1) s příslušnými koeficienty  $k$  a  $n$  platí velice přesně i pro  $h_a$  až 0,70 m /vyšší hodnoty pokusné zařízení nedovolovalo nastavit/. Hodnoty max.  $h_a$  v tab. 2 lze tedy s bezpečností překročit nejméně 1,5 krát.

V praxi bude kapacita spíše omezena spádovými poměry. Hloubka  $h_a$  se měří v místě, kde hladina se již snižuje. V literatuře se uvádí, že hloubka v přítokovém žlabu nade dnem měrného žlabu  $h_p$  podle obr. 1 dosáhne hodnoty  $h_p = (1,05 \text{ až } 1,1) h_a$ . Při návrhu je tudíž nutno počítat se ztrátovou výškou

$$H = 1,1 h_a - h_z \quad (2)$$

S uvážením podmínky nezatopeného žlabu, dané maximálními přípustnými hodnotami  $h_z/h_a$  musí být při návrhu k dispozici minimální ztrátová výška  $H = 0,5 h_a$  u menších velikostí, u středních a větších velikostí  $H = 0,4 h_a$ , respektive  $H = 0,3 h_a$ .

Návrh žlabu, využívající Parshallových údajů, je tedy omezen na volbu velikostí podle tab. 2, při čemž je třeba dodržet i ostatní rozměry v tab. 1., se zaokrouhlením na 0,01m.

### 3. Obecná rovnice Parshallova žlabu

Omezený výběr velikostí a nutnost dodržení přesných rozměrů, zejména při přepočtu do metrické soustavy, jsou vážnou překážkou při praktickém návrhu a nedostatkem, který brání širšímu použití, případně typizaci Parshallova žlabu. Tato skutečnost vedla Davise /1961/ k podrobnému rozboru hydro-

dynamických vlastností a empirických rovnic Parshallova žlabu a na základě rozměrové analýzy se mu podařilo sestavit obecnou rovnici pro určení průtoku z měřené hloubky před hrdlem ve tvaru

$$y_0 + \frac{Q_0^2}{2y_0^2 (1+0,4 x_0)^2} = 1,351 Q_0^{0,645} \quad (3)$$

kde  $Q_0$ ,  $y_0$  a  $x_0$  jsou bezrozměrné hodnoty průtoku  $Q$ , změřené hloubky  $h$  a vzdálenosti  $x$  měrného profilu ve zužující se části Parshallova žlabu od začátku hrdla /obr.1/, vztahené na šířku hrdla  $b$  jako

$$Q_0 = \frac{Q}{g^{0,5} \cdot b^{2,5}} ; y_0 = \frac{h}{b} ; x_0 = \frac{x}{b} \quad (4)$$

Výhodou Davisovy rovnice (3) je, že má všeobecnou platnost pro Parshallovy žlaby o libovolné šířce hrdla  $b = 0,025$  až 12,0 m a zejména, že není třeba dodržet při návrhu a stavbě všechny Parshallem doporučené rozměry. Profil, kde se měří hloubka  $h$ , nemusí být ve vzdálenosti  $2/3 L$  před hrdlem a ostatní rozměry z tab. 1 mohou sloužit pouze jako vodítko při návrhu. Je třeba pouze dodržet úhel bočních stěn zužující se části žlabu k podélné ose  $/tg = 0,2/$  a sklon dna v hrdle  $/tg = 0,375/$ . Odtok ze žlabu je ovšem nutno navrhnout pro splnění podmínky nezatopeného průtoku žlabem.

Výhodou rovnice (3) je rovněž možnost dodatečného získání vztahu mezi hloubkou a průtokem i v případech již postavených žlabů, kde nebyly dodrženy Parshallem doporučené rozměry, především vzdálenost  $2/3 L$  měrného profilu.

Pro hodnoty  $h$  v praktických mezích se pro většinu šířek  $b$  pohybuje odchylka hodnot  $Q$  podle rovnic (1) a (3) v mezích  $\pm 1$  %. Větší odchylky se vyskytují v případech, kdy Parshallovy výsledky měly značný rozptyl /část měření se uskutečnila v zimním období/. Z tohoto důvodu lze Davisovu rovnici (3) považovat za věrohodnější. Při extrémních hodnotách  $h$ , např. podstatně větších než hodnoty max  $h_a$  v tab. 2, se chyby rychle zvětšují.



Nevýhodou rovnice (3) je pracnost výpočtu, který je proto nejlépe uskutečnit na samočinném počítači. Pro řadu hodnot  $x_0$  je výhodné řešit rovnici (3) přepsanou do tvaru

$$f(Q_0) = \frac{1,351}{y_0} Q_0^{0,645} - \frac{1}{K \cdot y_0^3} Q_0^2 - 1 = 0 \quad (5)$$

kde  $K = 2(1 + 0,4 x_0)^2$ .

Pro volené hodnoty  $y_0$  se postupně řeší rovnice (5) vyhledáním příslušných hodnot  $Q_0$  ve tvaru

$$a Q_0^{0,645} - b Q_0^2 - 1 = 0 \quad (6)$$

Vlastním rozborem rovnice (3) se zjistilo, že má dvě řešení pro  $Q_0$ , o čemž se Davis nezmiňuje. Podle srovnání s empirickou rovnicí (1) platí vždy nižší hodnota. Rovněž se ukázalo, že pro malé hodnoty  $x_0$  má rovnice řešení pouze do určité hodnoty  $y_0$  /například pro  $x_0 = 0,6$  do  $y_0 = 2,88$ , pro  $x_0 = 0,4$  do  $y_0 = 0,77$ .

Vzdálenost měrného profilu  $x_0$  musí být rovněž větší než vzdálenost profilu s kritickou hloubkou  $h_k$ , danou výrazem /v mezích zužující se části žlabu/

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g(b + 0,4x)^2}} \quad (7)$$

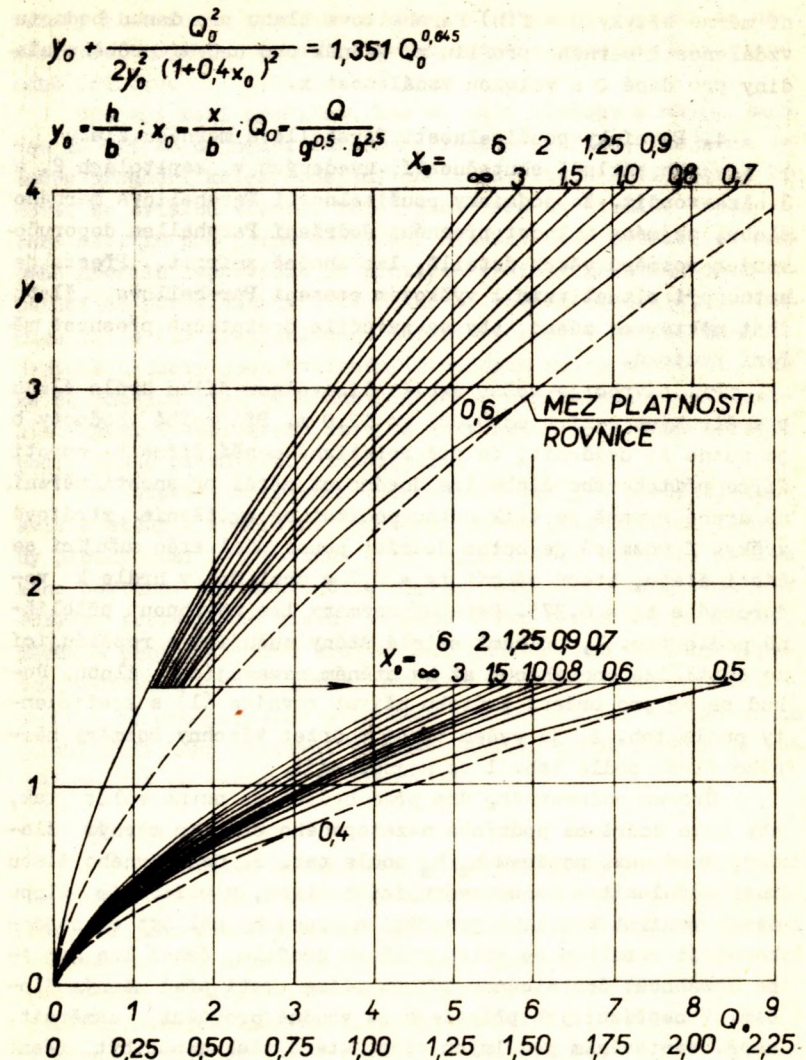
nebo v bezrozměrném vyjádření

$$y_{ko} = \frac{y_k}{b} = \left(\frac{2Q_0}{K}\right)^{2/3} \quad (8)$$

Hodnoty  $y_0$  z rovnice (3) musí být tedy větší než hodnoty  $y_{ko}$  z rovnice (8).

Obtížnost praktického měření hloubek v místech, kde hladina proudu při přechodu do dolní části žlabu má již značný sklon, vyžaduje, aby měrný profil byl umístěn v podstatně větší vzdálenosti, než jaká vychází podle teoretického kriteria polohy profilu s kritickou hloubkou.

Výsledky výpočtu rovnice (3) pro řadu hodnot  $x_0$  jsou vyneseny graficky na obr. 2. Grafu lze použít jednak pro urče-



OBR.2 - GRAF PRO URČENÍ PRŮTOKU PARSHALLOVÝM ŽLABEM



ni měrné křivky  $Q = f(h)$  Parshallova žlabu pro danou hodnotu vzdálenosti měrného profilu  $x$ , jednak pro určení průběhu hladiny pro dané  $Q$  a volenou vzdálenost  $x$ .

#### 4. Podmínky použitelnosti Parshallova měrného žlabu

Na základě skutečností, uvedených v kapitolách 2. a 3. lze soudit, že podmínky použitelnosti Parshallova měrného žlabu, zejména nutnost přesného dodržení Parshallem doporučených rozměrů všech detailů, lze značně zmírnit. Přesto je nutno při situativním i výškovém osazení Parshallova žlabu dbát některých zásad, aby se zaručila dostatečná přesnost měření průtoků.

Při návrhu je možno zvolit libovolnou šířku hrdla žlabu  $b$  v širokých mezích od 0,025 do 12,0 m. Při volbě hodnoty  $b$  je nutno si uvědomit, že při relativně menší šířce  $b$  oproti šířce přítokového žlabu lze dosáhnout větší přesnosti měření, na druhé straně je však nutno počítat se zvětšením ztrátové výšky. Z rozměrů je nutno dodržet pouze úhel stěn zužující se části žlabu, který má mít  $tg = 0,2$  a úhel dna v hrdle  $k$  vodorovné s  $tg = 0,375$ . Ostatní rozměry lze navrhnout přibližně podle tab. 1, přičemž svislé stěny zužující a rozšiřující se části lze protáhnout až ke stěnám navazujících žlabů. Pokud se má pro určení průtoků užívat rovnice (1) s koeficienty podle tab. 2, je ovšem třeba dodržet všechny rozměry měrného žlabu podle tab. 1 co nejpřesněji.

Úroveň vodorovného dna před hrdlem je nutno volit tak, aby byla dodržena podmínka nezatopeného průtoku měrným žlabem, daná max. poměrem  $h_z/h_g$  podle tab. 2. Osa měrného žlabu musí souhlasit s osou navazujících žlabů, v přírodním žlabu nesmí vznikat kritické proudění a proud by měl být co nejdokonleji rozdělen po celém příčném profilu, čehož lze nejlépe dosáhnout dostatečnou délkou přímé trati před měrným žlabem. V nepříznivých případech je vhodné proudění usměrnit, např. vestavením podélných stěn, které však nesmí být těsně před měrným žlabem. Jelikož v měrném žlabu se vytváří přechod mezi bystřinným a říčním prouděním, nemají poměry proudění v

odtoku vliv na funkci měrného žlabu, takže je např. možno odtokový žlab zcela vynechat a měrný žlab napojit přímo na následující objekty, pokud je ovšem splněna podmínka nezatopeného průtoků.

Spojení mezi profilem, kde se měří hloubka a měrnou šachtou má mít co nejmenší rozměry příčného profilu, zejména ve směru proudění kolem zaústění do žlabu, které musí přesně lícovat se svislou stěnou. Totéž platí pro eventuálně zabudované měřítko pro přímé odečítání hloubky nebo průtoků do stejného profilu /zpravidla do protilehlé stěny nebo nad otvor zaústění do měrné šachty/. Je nutno si rovněž uvědomit, že rovnice (1) a (3) předpokládají měření hloubek v měrné šachtě, jejichž hodnoty jsou ovlivněny prouděním kolem zaústění, takže se poněkud liší od hodnot, daných úrovní hladiny ve vlastním žlabu. Dělení měrné latě je tedy nutno příslušně upravit podle údajů plovákového limnigrafu.

Při stavbě je třeba kromě rozměrů dodržet předpokládané svislé stěny a vodorovné dno části žlabu před hrdlem. Všechny plochy musí být rovinné a co nejpečlivěji upraveny do hladkého povrchu. Lze doporučit, aby se podrobně zkontrolovaly rozměry postaveného žlabu, zejména šířka hrdla  $b$  a vzdálenost měrného profilu  $x$  před hrdlem jako podklad pro konečný výpočet průtoků  $Q = f(h)$  pomocí rovnice (3). Vypočtený vztah  $Q = f(h)$  je pak případně podkladem pro uspořádání zapisovacího limnigrafického zařízení v měrné šachtě, jehož funkci je rovněž vhodné po osazení zkontrolovat.

#### 5. Závěr

Parshallův měrný žlab je poměrně jednoduché zařízení na měření průtoků v otevřených žlabech. Obecně rozšířený názor, že jeho použití naráží při návrhu a stavebním provádění na nesnáze při dodržení Parshallem doporučených rozměrů a výpočtových rovnic, je dnes možno považovat za překonaný. Při použití rovnice (3) lze bezpečně stanovit ze změřené hloubky v měrné šachtě průtok v Parshallových žlabech o libovolné šířce hrdla v rozmezí od 0,025 m do 12,0 m při dodržení mini-



málných požiadavkú na ostatní rozměry /úhel stěn zužující se části žlabu a sklon dna v hrdle/. Rovnice (3) lze vhodně použít i pro určení průtoku ve stávajících žlabech, u nichž nebyly dodrženy Parshalllem předpokládané rozměry, zejména vzdálenost měrného profilu.

#### Životodérne kanály

Do konca septembra 1974 budú mať vo Vietnamskej demokratickej republike sieť zavlažovacích kanálov, dlhú 5000 km. Pri stavbe hrádzí bolo treba premiestiť vyše 300 mil. m<sup>3</sup> zeminy. V období každoročných tropických dážďov a záplav regulujú kanály hladinu viac ako 1000 vietnamských riek a v čase sucha zavlažujú najmä ryžoviska.

#### Otázky okolo Dunaja

Už niekoľko rokov sa pripravuje veľkorysé spoločné československo-maďarské dielo, jednotná sústava dvoch vodných diel Gabčíkovo-Nagymaros. Čs. vedeckotechnická spoločnosť a už dlhší podiel'á na riešení problémov, ktoré s týmto náročným projektom súvisia. Jej členovia sa úspešne zaoberajú napríklad otázkami ochrany a tvorby prírodného prostredia v súvislosti s výstavbou vodných diel, využitím dunajského medzihrádzového priestoru, vypracovaním komplexného biotechnického projektu, ochranou zdroja podzemnej vody v podunajskej oblasti, ochranou Bratislavy pred povodňami, úpravou širokej riečnej nádrže pod Bratislavou pre rekreačné účely, využitím dunajskej plavebnej dráhy s ďalšími otázkami.

(Práca č. 21/1975)

## odpadní vody

ČISTENIE A REGENERÁCIA ODPADOVÝCH VÔD  
Z POVRCHOVÝCH ÚPRAV KOVŮV

Ing.Š.Schlosser, SVŠT Bratislava - Ing.F.Rippa, VÚVH Bratislava

Odpadové vody z povrchových úprav kovov predstavujú pre svoju toxicitu a vysoký obsah cenných látok vážny problém vo vodnom hospodárstve. Preto pri čistení odpadových vôd treba zavádzať nové technologické postupy, ktoré znižujú únik toxických látok a umožňujú regeneráciu chemikálií z použitých roztokov.

Dnes používané postupy zneškodňovania odpadových vôd neutralizáciou a zrážaním nie sú dosť účinné a zvyškové koncentrácie vo vyčistených vodách sú vysoké. Pri týchto postupoch čistenia je problém z riešením kalového hospodárstva. Ďalšou nevýhodou je, že cenné látky zostávajú v kaloch, ich spätné získavanie nie je hospodárne a má malé perspektívy pre budúcnosť.

Novou skupinou procesov, ktoré nachádzajú stále širšie uplatnenie pri čistení a regenerácii odpadových vôd, sú membránové deliace procesy. Pod membránovými procesmi budeme rozumieť procesy, v ktorých sa delenie tekutých zmesí dosahuje na základe rozdielnej priepustnosti membrán pre jednotlivé zložky zmesi pri pôsobení danej hnacej sily. Membrány sú obyčajne vytvorené z tenkých filmov a rozmanitosť materialov, z ktorých sa membrány vyrábajú, ako aj roznosť ich štruktúry a mechanizmu ich deliaceho účinku je veľká.

Pri likvidácii a regenerácii odpadových vôd z povrchových úprav kovov používajú sa hlavne obrátené osmóza, elektrodialýza, dialýza a ultrafiltrácia. Cieľom tohoto prehľadu je poukázať na možnosti ich využitia a súčasný stav vývoja.

#### Obrátená osmóza

Ak pôsobíme na roztok, ktorý je v styku s vhodnou membránou, tlakom väčším ako je jeho osmotický tlak, resp. rozdiel



osmotických tlakov roztokov oddelených membránou, má roztok prechádzajúci cez membránu iné zloženie ako pôvodný. Tento dej, resp. proces, nazývame obrátená osmóza. V prípade vodných roztokov obyčajne prechádza voda a soli, alebo organické látky sa zadržávajú na membráne. Deliaci účinok pri obr. osmóze je dôsledkom hlavne rozdielných sorbčno-difúzných vlastností zložiek delenej zmesi v membráne. Typické tlaky sa pohybujú v intervale 25 - 70 kp/cm<sup>2</sup>. Používajú sa mikroporovité membrány s lamínárnou štruktúrou. Najčastejšie sú to membrány z acetátu celulozy, avšak veľký význam dnes majú novšie vyvinuté membrány z nylonu, aromatických polyamidov a pod.

Obr. osmóza nachádza uplatnenie pri čistení a regenerácii odpadových vôd z pokovovacích kúpeľov s vysokým obsahom ionov kovov ako Al, Zn, Ni, Cr, Ag, Au, Cu, ale aj anionov CN<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> apod. Osmózou získame koncentrát soli /napr. NiSO<sub>4</sub>/ a odsolenú vodu. Koncentrát i vyčistená voda sa vracajú späť do výroby a tým sa vytvorí uzatvorený cyklus. Jednostupňové i dvojstupňové zariadenie pre obr. osmózu dodáva napr. firma Osmonics, Inc., USA. Návratnosť investícií pri regenerácii 95 kg niklu za hodinu je asi 6 mesiacov. Zadržavacie schopnosti membrán fy. Osmonics pre niektoré ióny sú uvedené v tabuľke 1.

Tab.1. Zadržavacia schopnosť membrán fy. Osmonics

Ión	Symbol	Zadrž. %	Max.konc. %	Ión	Symbol	Zadrž. %	Max.konc. %
Sodík	Na <sup>+</sup>	94-96	3-4	Chloridy	Cl <sup>-</sup>	94-95	3-4
Železo	Fe <sup>2+</sup>	98-99	+	Sírany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	99+	8-12
Hliník	Al <sup>3+</sup>	99+	5-10	Fosfáty	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	99+	10-14
Meď	Cu <sup>2+</sup>	96-99	8-10	Chromáty	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	90-98	8-12
Nikel	Ni <sup>2+</sup>	97-99	10-12	Kyanidy	CN <sup>-</sup>	95++	4-12
Kadmium	Cd <sup>2+</sup>	95-98	8-10	Ferrokyanidy	Fe/CN <sub>6</sub> <sup>3-</sup>	99+	8-14
Striebro	Ag <sup>+</sup>	94-96	+				

+ Treba dať pozor na zrsážanie, max. koncentráciu ovplyvňujú ďalšie ióny  
 ++ Veľmi závislé od pH

Golomb sa zaoberá možnosťou aplikácie obr. osmózy pri čistení a regenerácii oplachovacích vôd s pozinkovania /kyanidové/, pochrómovania, poniklovania a pomeďovania /pyrofosforečnanové/. Použil laboratórne i poloprevádzkové zariadenia pre obr. osmózu s membránami z acetátu celulozy a nylonu. Prišiel k uzáverom, že obr. osmózu možno zaviesť priamo do technologického postupu pri regenerácii niklu a meďi z kalvanických kúpeľov. Pre tento účel sú vhodné membrány z acetátu celulozy, ktorých životnosť a zadržavacia schopnosť je dobrá a regenerácia obrátenou osmózou ekonomicky výhodná. V ostatných prípadoch má obr.osmóza obmedzené použitie. V prípade kyanidových vôd pri použití membrán z acetátu celulozy vadí vysoké pH, pri ktorom je životnosť membrány malá. Na druhej strane nylonové membrány majú nízku zadržavacu schopnosť /28%/. Pri regenerácii chrómu z odpadových vôd /pH 2,6/, je pri nízkom pH zadržavacia schopnosť nízka. Neutralizáciu vôd sa zvýši životnosť i deliaci účinok membrány, ale koncentrát nemožno priamo recirkulovať. Autor uvádza, že v týchto prípadoch možno obr. osmózu použiť v kombinácii s inými procesmi.

Uvedli sme niekoľko príkladov použitia obr. osmózy pri regenerácii a čistení odpadových vôd z pokovovania. Už dnes možno povedať, že sa v niektorých prípadoch priemyselne uplatnila. V prípadoch, kde ešte dnes má obr. osmóza obmedzené použitie, môže dôjsť k obratu vývojom nových membrán.

#### Elektrodialýza

Elektrodialýza /ED/ je proces, pri ktorom prechádzajú katióny a anióny cez membrány účinkom elektrického gradientu. Relatívne rýchlosti prechodu cez membránu sú odlišné od ich rýchlosti vo voľnom roztoku. Možno použiť obyčajné mikroporovité, alebo lyogélové membrány. Dnes sa najčastejšie používajú iónovymieňачové lyogélové membrány.

Iónovymieňачové membrány obsahujú viazané ionizované skupiny. Ich deliaci účinok sa zakladá na elektrostatickom odpudzovaní iónov suhlasne nabitých ako ióny viazané v membráne a na voľnej priepustnosti iónov nesúhlasne nabitých. Podľa toho, aké ióny membrána prepúšťa, hovoríme o katiónovymieňачových a aniónovymieňачových membránach.



Pri klasickej ED sú medzi elektródami striedavo uložené kationvymieňачové a anionvymieňачové membrány oddelené separátormi. V praxi sa ED využíva pri regenerácii  $Ni_2$ , najoptimálnejšia koncentrácia niklu pri tomto je 1,5 - 3,0 g/l. Preto do technológie regenerácie je zaradená aj kolona s iónovymieňачom, kde sa nikel zo zriedených roztokov zachytáva. Vody z regenerácie iónovymieňачa sa vedú do druhej jednoty ED. Zakonzentrované roztoky  $Ni$  /60 g/l/ sa vracajú priamo späť do výrobného procesu. Postup regenerácie neprodukuje odpadové vody a straty niklu sú minimálne.

ED s chemickou reakciou na anode možno použiť pri regenerácii kúpeľov z pochrómovania. Opatrebovanie kúpeľov z pochrómovania je spôsobené dvoma základnými faktormi a to redukciou  $CrO_4^{2-}$  na  $Cr^{3+}$  a zvyšovaním koncentrácie cudzích kovov ako sú Zn, Fe, Ni a Al. Pri regenerácii chrómových kúpeľov ED je katódový a anódový priestor oddelený od seba kationvymieňачovou membránou. Tým sa oxidačná reakcia  $Cr^{3+}$  na  $CrO_4^{2-}$  na anóde neovplyvňuje vodíkom vzniklým na katóde. Odstránenie cudzích kovov závisí vo veľkej miere od ich koncentrácie v roztoku. ED, ale aj pokovovanie prebieha optimálne, keď koncentrácia znečisťujúcich kovov je pod 10 g/l. Pri vhodnej voľbe ploch membrány a plochy elektród je možné kontinuálne odstraňovať znečisťujúce kovy z roztoku a na druhej strane sa  $Cr^{3+}$  oxiduje na  $CrO_4^{2-}$ . Podobne možno ED použiť aj pri leptaní a morení medi, kde sú podobné podmienky. Autori predpokladajú ED použiť aj pre chromačné roztoky pre Zn a Cd.

Celý proces závisí od materiálu anódy, ktorý musí byť odolný silne kyslým roztokom. Okrem toho, regeneráciu chrómu treba robiť s veľkou hustotou prúdu, aby sa dosiahli dobré výsledky. Túto vysokú prúdovú hustotu a silne agresívny roztok znesú len málokteré látky a tieto sú drahé. Preto ED v týchto prípadoch možno zaviesť len vo veľkých prevádzkach, kde sa dá počítať s návratnosťou investícií.

#### Dialýza

Pri klasickej dialýze oddeľujeme rozpustné analytické disperzné látky /soli, kyseliny apod./ od koloidných častíc roz-

toku. Deliací účinok membrány je dôsledkom hlavne jej sitového účinku pre koloidy.

Novšou úpravou dialýzy je dialýza cez iónovymieňачové membrány /D IM/, pri ktorej sa využíva rozdielna priepustnosť iónovymieňачových membrán pre rôzne nabité ióny, čo umožňuje ich delenie. Kationvymieňачové membrány prepúšťajú katióny a anionvymieňачové anióny. Membrána oddeľuje delený roztok od čistého rozpúšťadla. Ióny, ktoré membrána prepúšťa, prechádzajú účinkom koncentračného gradientu do rozpúšťadla. Na druhej strane však prechádza časť rozpúšťadla v dôsledku osmotického tlaku do deleného roztoku.

DIM sa priemyselne uplatnila pri rafinácii  $H_2SO_4$ , jej regenerácii a oddeľovaní od  $NiSO_4$ , alebo na regeneráciu HCl z roztokov odpadajúcich pri leptaní hliníka /pozri tab. 2 a 3/. Používajú sa anión vymieňачové membrány, ktoré voľne prepúšťajú anióny a vodíkové ióny, ale neprepúšťajú katióny kovov.

Tab. 2. Delenie a rafinácia kyseliny sírovej a síranu nikelnatého

Voda	l/hod.	30,6	15,0	19,7
Čistený roztok	l/hod.	28,6	15,0	19,6
$H_2SO_4$	g/l	413,0	414,0	411,0
Nikel	g/l	23,5	21,1	22,4
Vyčistený roztok	l/hod.	34,1	19,7	24,2
$H_2SO_4$	g/l	194,0	145,0	148,0
Nikel	g/l	19,0	17,8	18,1
Dialyzát	l/hod.	26,1	10,6	20,7
$H_2SO_4$	g/l	219,0	315,0	277,0
Nikel	g/l	0,5	0,5	0,6



Tab. 3 Regenerácia kyseliny soľnej z roztokov odpadajúcich pri leptaní hliníka

Voda	l/hod.	20,0
Čistený roztok	l/hod.	20,0
HCl	g/l	100,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	g/l	30,0
Vyčistený roztok	l/hod.	17,0
HCl	g/l	85,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	g/l	0,7
Dialyzát	l/hod.	23,0
HCl	g/l	25,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	g/l	26,0

Nevýhodou dialýzy je, že koncentrácia prechádzajúcich látok v dialyzáte je nižšia ako v nástreku, čo obmedzuje jej využitie. Hnacou silou dialýzy, ako už bolo spomenuté, je rozdiel koncentrácií, hodnota ktorej je obmedzená a rýchlosť dialýzy preto nie je veľká. Dialýza vyžaduje pre daný výkon pomerne veľkú plochu membrán, čo zvyšuje investičné náklady.

#### Ultrafiltrácia

Ultrafiltrácia /UF/ je proces, pri ktorom sa koloidné častice zachytávajú na membráne, zatiaľ čo disperzné prostredie /rozpúšťačlo/, analyticky dispergované rozpustné látky /solí, kyseliny a látky s malou mol. váhou/ prechádzajú v dôsledku tlakového gradientu cez membránu. Deliaci účinok membrány pri UF sa zakladá hlavne na jej sitovom účinku, no čiastočne aj na rozdielnych rýchlostiach difúzie rôznych častíc v membráne. Osmotický tlak koloidných roztokov je veľmi nízky a nehrá pri UF významnú úlohu. Tlaky používané pri UF sú asi 0,3 - 7,0 kp/cm<sup>2</sup>. Pri UF sa používajú mikroporovité alebo lyogélové membrány. Ultrafiltráciu možno pri pokovovaní aplikovať:

a/ pri oddeľovaní olejov a znečistenia z alkalických umývacích roztokov,

b/ k rozdeleniu stabilných vodno-olejových emulzií,

c/ k získaniu a nakoncentrovaniu náterových hmôt z odpadových vôd

d/ k predčisteniu odpadových vôd pred ďalším čistením /obr.osmóza a iónovymieňače/

e/ k deionizácii lakov pri ich elektroforetickom nanášení.

Pri UF sa často stretáme so zanášaním pórov membrán, ich deštrukciou v dôsledku agresívneho pôsobenia rozpúšťačiel, kyselín a vyšších teplôt. Tieto problémy sa dajú často riešiť výberom membrán a vhodnou konštrukciou membránového modulu.

Veľký pokrok v UF sa dosiahol vyvinutím modulov s membránami z anorganického materiálu, ktoré umožňujú prácu aj s agresívnymi a horúcimi roztokmi.

Membránové procesy už dnes sa priemyselne využívajú na regeneráciu a čistenie odpadových vôd z povrchových úprav kovov. Rozšírenie ich použitia, ktoré bude nepochybne napredovať, závisí najmä od vývoja nových membrán, zariadení a postupov, ako aj od prekonania konzervatizmu pri ich zavádzaní. U nás je dnes ich uplatnenie čiastočne ovplyvnené aj tým, že v krajinách RVHP sa vhodné membrány a zariadenia prakticky priemyselne nevyrábajú.

#### Detektor na zjišťovanie vad a poruch na zariadení

Pre zjišťovanie vad a poruch na rotujúcich častiach zariadení je používaný detektor podľa západonemeckého patentu. Aparát sestáva z trubicového zvukovodu a sluchátka o jemnej citlivosti. Priložení konce trubicového zvukovodu na plášť alebo povrch rotujúcej časti stroja umožňuje rozoznávať druh poruchy napríklad vadná ložiska, uvoľnené časti stroja a zariadení, vadná ozubení rýchlostných skříní, vady na uložení klikových hříděli u spalovacích motorů, uložení a stav pístů a pod. Nastavitelná délka trubice zvukovodu umožňuje odposlouchání vad strojů i z těžko přístupných míst. Aparát vyrábí firma: C. Richter, Hamburg 36. Esplanadebau.



## MECHANIZACE DÁVKOVÁNÍ CHEMIKÁLIÍ

### V ČISTÍRNÁCH PRŮMYSLOVÝCH ODPADNÍCH VOD

Z. Žabička, inženýrský podnik PIKAZ, technický úsek Brno

Nezbytnou součástí každé čistírny průmyslových odpadních vod je chemické hospodářství, jehož rozsah a vybavení je dáno především kapacitou čistírny a technologickým procesem zneškodňování odpadních vod, včetně chemikálií potřebných pro chemickou úpravu odpadních vod.

V oborové normě ON 73 6719 a v připravované státní normě ČSN 8309 - Zneškodňování odpadních vod z povrchové úpravy kovů - se k chemickému hospodářství konstatuje nutnost mít k dispozici vhodný objekt pro zařízení skladů a dávkovacích zařízení, s požadavkem řešení mechanizace dopravy činidel a dopravních prostředků až k dávkovacím přístrojům, případně do reakčních jímek. Nově připravovaná státní norma se v případě skladování a dávkování chloru odvolává na ČSN 69 0013.

Z hlediska dávkování činidel se požaduje potrubí z vhodného materiálu, vzdorujícího účinku činidel, snadno revidovatelné, čistitelné a přístupné pro kontrolu a údržbu. Stejně požadavky jsou i na dávkovací zařízení.

Má tedy projektant široké pole působnosti, ale současně i velkou odpovědnost, aby navrhl takové zařízení, které by svým rozsahem, stupněm mechanizace, funkcí, potřebnou obsluhou a údržbou byla ekvivalentní velikosti dané čistírny a složitosti technologické úpravy odpadních vod.

Dávkovací zařízení chemického hospodářství ve stávajících malých a středních čistírnách průmyslových odpadních vod jsou ve většině případů vyřazena z provozu a nebo demontována a odstraněna z čistírny vůbec. Jediná zařízení, která většinou přetrvávají, jsou karb pro vápno, některé rozpouštěcí nádrže typu VHS Praha a chlorátory VHS Praha, pokud je ještě používán plynný chlor a nepřešlo se na chloran sodný. Zato kolem čistíren je plno přepravních nádob na kyseliny, sudů s louhem sodným, nádob s chlornanem apod.

U velkých čistíren jsou namáhavě udržovány šnekové nebo pneumatické podavače ze sil na mletý hydrát, případně některé další zařízení, použita improvizovaně z jiných provozů a konstruovaná většinou pro jiné účely.

Hlavní příčiny tohoto stavu jsou následující:

1/ Převážná většina zařízení na přípravu a dávkování chemikálií byla konstruována pro jiné účely než pro těžký provoz v čistírnách odpadních vod, takže vykazují značnou poruchovost a velké nároky na údržbu.

2/ Špatná kvalita dodávaných chemikálií s obsahem značného procenta nečistot způsobuje ucpávání dávkovacích přístrojů a potrubí. V těchto případech může poruchovost vést až k havarijnímu stavu čistírny.

3/ Pokud zařízení pro přípravu a dávkování chemikálií vyžaduje na obsluze stejnou a nebo větší fyzickou námahu, než vyžaduje ruční doprava a ruční dávkování činidel, pak obsluha vždy najde objektivní důvod, aby zařízení na dávkování chemikálií vyřadila z provozu. Tento lidský faktor je ve většině případů rozhodující.

4/ Dosud neexistuje výrobce, který by se systematicky zabýval otázkami nejen přípravy a dávkování chemikálií, speciálně pro čistírny odpadních vod, ale kompletní finální dodávkou čistíren všech velikostí vůbec, kalovým hospodářstvím, měřením a regulací, a to včetně montáže se zárukami za funkci, s uvedením do provozu, zapracováním obsluhy a provedení vyhodnocení funkce čistírny.

5/ Pro naprostý nedostatek výběru vhodných a funkčně spolehlivých zařízení dávkovačů s přijatelnou dodací lhůtou musí projektant často improvizovat se zařízeními dostupnými, ale pro daný účel nevyzkoušenými.

Rozbor podkladů pro návrh mechanizace dávkování chemikálií  
Pro dobré řešení provozního souboru chemického hospodářství v ČPOV je třeba posoudit:

a/ druh a množství chemikálií včetně klasifikace materiálu, zda jde o materiál pevný, kapalný či plynný;



b/ přepravní jednotky, zda se jedná o manipulaci v paletech, kontejnerech či obalech a jakých nebo zda jde o materiál volně ložený;

c/ rozměry, váha nebo objemová hmotnost, tvar, nebezpečí poškození při dopravě /materiál křehký, jedovatý, zamořující, výbušný apod./;

d/ stav materiálu, zda se jedná o materiál lepkavý, prašný, měnící se s teplotou, nestálý apod.;

e/ vnější dopravní připojení /vlečka, silnice, vnitřní komunikace v objektu/;

f/ vlastní manipulace s materiálem uvnitř provozního souboru, tj. stanovení trasy, délky pohybu, intenzity toku jednotlivých druhů chemikálií;

g/ při volbě mechanizačních prostředků pro manipulaci s chemikáliemi /materiálem/ je třeba dodržet zásady efektivnosti v manipulaci /nákup, příjem, skladování, příprava v provozním souboru, vratnost obalů, kontrola spotřeby/, zásady využití samospádu, optimálního využití prostoru a zařízení a zásady zajištění snadné údržby a obnovy zařízení. Je nutno rovněž zachovávat bezpečnost práce.

Projekční zásady pro řešení provozních souborů chemického hospodářství ČPOV

#### 1/ Skladování

Chemikálie by se měly uskládkovat v uzamykatelných skladech, situovaných tak, aby přísun do skladu a ze skladu do dávkovacích zařízení byl co nejkratší a pokud možno jednosměrný.

Umístění skladu v patrech jen ve výjimečných případech, zdůvodněných ekonomicky nebo stísněností prostorů.

Skladování jednotlivých druhů chemikálií ve zvláštních skladech nebo vhodně oddělených oddílech.

Skladování chloru viz ČSN 69 0013 a pokyny pro manipulaci. Zásoba chemikálií se zpravidla volí na 30 dnů s výjimkou až max. 100 dnů s ohledem na malá množství, dopravní podmínky a jiné.

#### 2/ Příprava a dávkování chemikálií

Stanovení dávky chemikálií se určí dle technologických výpočtů, laboratorních a poloprovozních zkoušek nebo provozních

zkušeností z jiných obdobných zařízení.

Veškerá zařízení, armatury a potrubí, musí být navržena z materiálu odolného účinkům příslušné chemikálie, rovněž tak ochrana stěn a podlah.

Obsah rozpouštěcích zařízení má postačit na potřebu roztohu v jedné směně. U velkých čistíren na 1/2 směny.

U nepřetržitého dávkování /průtočné čistírny automatizované/ třeba uvažovat vždy se 2 rozpouštěcími nádržemi, z nichž jedna je vždy provozní zálohou.

Rozpouštění chemikálií se urychluje mícháním mechanickým nebo stlačeným vzduchem /8 - 10 l/s/m<sup>2</sup>/.

U přípravy vápenného mléka z mletého hydrátu je třeba uvažovat s rozpouštěcí nádrží k zachycení značného procenta nečistot /písku/ s případným přečerpáním do dávkovací nádrže přes hydrocyklon.

V každém případě u přípravy vápenného mléka třeba počítat se záložním karbem, případně s hašenkou.

Při manipulaci s vápnem v jakékoliv formě je třeba dbát na řádné vyřešení prašnosti prostředí, vývinu plynů apod.

V některých případech se osvědčuje vytvořit zásobní nádrže na koncentráty a z nich teprve přepravovat již poměrně čisté dávkovací roztoky činidel /zejména u kapacitně velkých čistíren s velkou spotřebou chemikálií/.

Pro vlastní dávkování chemikálií /dávkovaných roztoků/ použít pokud možno samospádu a snadno demontovatelné a čistitelné potrubí /pryžové hadice, PE potrubí apod./.

Pokud je nutno použít dávkovacích přístrojů a čerpadel, je třeba je umístit na snadno přístupném místě, dobře osvětleném a větraném.

U průtočných čistíren musí být osazen vždy jeden náhradní přístroj.

#### 3/ Rozvodná potrubí a armatury na chemikálie

Požadavek odolnosti potrubí a armatur proti účinkům rozváděné chemikálie je samozřejmostí. Přitom třeba přihlížet k délce rozvodu, zabránění průhybu potrubí a tím usazování chemikálií a tvoření vzduchových pytlů. Dispozičně je třeba potrubí



umísťovat tak, aby byla možná jeho snadná výměna, čištění a kontrola. U delších potrubí a snadno usaditelných chemikálií je třeba upravit potrubí na propláchnutí, případně zdvojit úsek náhradním potrubím.

Při dimenzování je nutno počítat s takovou rychlostí, při které nedochází k usazování chemikálií.

Armaturám na rozvodném potrubí je třeba se co nejvíce vyhýbat a pokud možno je nepoužívat. V krajním případě třeba u dávkovací nádrže provést rozdělovač snadno čistitelný a armatury osadit tak, aby byla možná jejich snadná údržba a opravy.

Zařízení pro přípravu, manipulaci a dávkování chemikálií  
K přípravě chemikálií jsou používány většinou těsné, volné i otevřené přepravné obaly /sudy, pytle, skleněné nádoby/, tlakové nádoby /chlor/ kontejnery typu Vertex 500 z polystyrenových skelných laminátů, kontejnery typu N - 4 - výrobce RUBE NA Náchod /pro mletý vápenný hydrát/, ohradové palety a jiné otevřené a odměrné nádoby.

Při přepravě od výrobce chemikálií do skladu čistírny je třeba používat výhradně nákladních automobilů s tahači, popř. s přívěsy a nebo návěsy, traktorů s vlečkami, speciálních cisternových vozidel, případně vozidel pro sypné materiály.

Jen ve výjimečných případech je možná doprava železničními vagony /nákladní, násypní, cisternové a speciální kolejové vozidla/.

Uvnitř provozního souboru chemického hospodářství lze použít k manipulaci pásových dopravníků, šnekových dopravníků, vlečkových dopravníků; zdvihadla /vysokozdvíhací vozíky/, mobilní jeřáby, výtahy, kladkostroje s podvážnou drážkou, podvážné jeřáby, zvedací můstky, rampy a vážící zařízení, průmyslové vozíky s vlastním pohonem, ruční vozíky, manipulační vozíky pro sypné materiály apod.

Pro přípravu a dávkování chemikálií se používá celá řada rozpouštěcích nádrží a zařízení, které vyrábí Vodohospodářské strojírna Praha, Královopolská strojírna Brno, závod Moravské Budějovice a vanová zařízení použitá z výrobního programu KOVO-FINIS Ledec nad Sázavou, speciální sklolaminátové nádrže z RD

Ejovice, Vertex Litomyšl, Plastika Nitra, jakož i ocelové pogumované či ochrannými nátěry opatřené ocelové nádrže z ocelových konstrukcí n.p. Žilina a dle vlastních návrhů projektantů různá zařízení, vyráběná komunistními podniky, družstvy či údržbou v závodech pro vlastní čistírenská zařízení.

Z čerpací techniky jsou v zásadě dva dodavatelé, a to pro kontinuální dávkování v malých kvantech jsou k dispozici dávkovací čerpadla Vodohospodářských strojíren Praha a pro ostatní čerpací techniku Ústřední prodej Sigma Olomouc a nebo přímo odbyt výrobních závodů v Lutíně, Hranicích a v Závadce nad Hronem.

Některé náměty k zlepšení mechanizace v přípravě a dávkování chemikálií

1. Pro snížení počtu drobných obalů /sudů, skleněných nádob na kyseliny apod./ u středních a velkých čistíren průmyslových odpadních vod se osvědčily akumulární nádrže na tekuté chemikálie, případně rozpouštěcí nádrže koncentrovaných roztoků u hydroskopických látek apod.

Nádrže třeba zabezpečit tak, aby v případě havárie či jakékoli netěsnosti se koncentrát nemohl dostat do kanalizace, povrchových či podzemních vod.

Zásobní množství chemikálie je snadno kontrolovatelné a přepravní obaly lze ihned po vyprázdnění vrátit výrobci. Akumulární nádrže umožní stáčení i celého obsahu automobilové či železniční cisterny v případě, že bude dodavatel chemikálií používat výhledově tento způsob přepravy.

2. K přepravě mletého vápenného hydrátu se osvědčil přepravní kontejner Rubeny Náchod, kontejner lze zavěsit na kladkostroj a umístit přímo nad šnekový podavač, který dopraví práškový hydrát přímo do rozpouštěcí nádrže nebo nad korb.

3. K přesnému dávkování některých chemikálií lze s výhodou použít tárovací můstkové váhy, na které je umístěna nádoba s dávkovacím roztokem.

Do nádrže se ponoří sací potrubí čerpadla a přečerpáním se dopraví dávkovaný roztok do reakční nádrže. Množství dávkovaného roztoku se sleduje na váhové stupnici s poměrně přesným



mi údaj, které jsou přesnější než jakýkoliv stavoznak a jiné měření.

4. Pro přímé dávkování chemikálií do odpadní vody lze použít i samonasávací schopnosti některých druhů čerpadel tak, že do sacího potrubí je připojeno přísávací potrubí menšího profilu, připojené do nádoby s obsahem dávkované chemikálie.

Zapnutím čerpadla je do nasáté odpadní vody přisán roztok dávkované chemikálie. Přisávané množství chemikálií lze regulovat ventilem, případně zcela uzavřít. Množství chemického činidla přisátého do odpadní vody lze měřit buď na stavoznaku či plováku u dávkovací nádrže nebo na stupnici tárovací mřížkové váhy, na které je nádoba s dávkovanou chemikálií.

Účelem tohoto příspěvku je upozornění na problematiku, které je v odborné literatuře čistíren průmyslových odpadních vod věnováno jen velmi málo místa a která v praktickém provozu je jedním z velmi citlivých článků, neboť se dotýká vlastní fyzické práce obsluhivatele a má velký vliv na řádný a bezpečný provoz čistírny průmyslových odpadních vod.

---

SYMPOSIUM RVHP V JEREVANU

Ing.O.Miškovský, Státní vodohospodářská inspekce Praha

---

Za mezinárodní účasti zástupců členských států RVHP proběhlo ve dnech 22.4. - 25.4.1975 v Jerevanu symposium, které se zabývalo metodikou prognózy znečišťujících látek, vypouštěných do povrchových vod.

K uvedené problematice bylo předneseno 15 odborných referátů a bezprostředně na ně navazovala diskuse. Jednalo se zejména o následující problémy:

- prognózy složení odpadních vod vypouštěných do recipientů
- předpovídání potřeby vody a vypouštěného množství odpadních vod, metody čištění a kvality odpadních vod
- současné problémy při čištění odpadních vod z galvanotechniky

- ochrana čistoty vod recipientů při vypouštění odpadních vod z potravinářského průmyslu
- odpadní vody celulosy-papírenského průmyslu
- efektivnost biologických čistíren městských odpadních vod
- hygienické otázky prognózy podmínek vypouštění průmyslových odpadních vod do recipientů
- řízení kvality vody v recipientu
- toxikologický vliv flotačních chemikálií na vodní organismy
- předpoklady prognózy vypouštění odpadních vod a hygienického stavu recipientů
- klasifikace jezer a opatření na hospodaření s vodami
- technologické metody cukrovarenského průmyslu za účelem snížení množství znečištění
- prognóza produkce znečištění z průmyslu.

Projednávané referáty obsáhly informace o stavu znečištění a produkce odpadních vod některých průmyslových odvětví v různých zúčastněných státech a dále informace o metodickém přístupu k vypracování prognózy znečištění a opatření na snížení produkce znečištění. Ukazuje se, že ve všech členských státech RVHP se uvedené problematice věnuje zvýšená pozornost, i když přístup podle podmínek různých zemí je odlišný a výchozí podklady jsou různorodé. V podstatě ve všech státech se zdůrazňuje význam společného čištění městských a průmyslových odpadních vod. Z hlediska prognózy množství a kvality průmyslových odpadních vod a vlivu na recipient je třeba vycházet z bilančních úvah spotřeby vody a produkce, vlastních metod čištění odpadních vod a jejich efektu. Diskuse ukázala, že poměry, případně normativy vypouštěných odpadních vod a jejich složení, jsou v jednotlivých státech odlišné.

Prognóza kvality vody v recipientech pod vlivem antropogenních faktorů je v současnosti velmi aktuální problematikou, proto je účelné a potřebné rozpracovat metodiku prognózy kvantity a kvality znečišťujících látek vypouštěných do recipientů.



## souborné informace

VÝSTAVA MĚŘICÍ TECHNIKY A PŘÍSTROJŮ VE STOCKHOLMU

Ing. J. Hassman, OVHS Chomutov

Ve dnech 20. - 26. dubna 1975 se konala ve Stockholmu mezinárodní výstava měřicích přístrojů a techniky. Výstavy se zúčastnily všechny světové firmy v oblasti součástkové, přístrojové, regulační a řídicí techniky, ze socialistických států se výstavy zúčastnily vývozní společnosti SSSR, MLR, ČSSR. Kladem výstavy byl její ucelený charakter, takže návštěvník měl možnost shlédnout široký sortiment nabízeného zboží od měřicích přístrojů běžných typů až po speciální automatizované ústředny pro laboratorní měření a velkou škálu měřicích, regulačních a řídicích zařízení pro průmyslové aplikace.

V oblasti součástkové dochází již k integraci na bázi LSI obvodů ve velmi širokém měřítku. Obvody s vysokou hustotou integrace nabízí řada firem a stávají se již dosti běžným konstrukčním prvkem. Tuto skutečnost jsme měli možnost si ověřit při dvou návštěvách výrobních podniků, resp. jejich vývojových laboratoří elektroniky firmy Boffrs a Atlas Copco.

V oblasti regulační techniky se nabízí řada kompaktních systémů pro regulaci různých technologických parametrů. Lze říci, že v této oblasti jsou systémy dosti podobné např. i se systémem ZPA Notron, Notrep atd. Za zmínku snad stojí ta skutečnost, že v této oblasti se velmi angažuje firma Philips, které je u nás prezentována jako firma, zaměřená na spotřební elektroniku.

Z oblasti měřicích přístrojů byla vystavována celá řada přístrojů různých typů a druhů vcelku odpovídajících trendu, kte-

rý je vidět také na veletrhu v Brně. Potvrzuje se dle mého názoru trend výrobců co nejvíce zhodnocovat své výrobky tím, že jsou vybavovány prakticky jednoduše počítači pro vyhodnocování např. naměřených veličin.

V oblasti řídicí techniky bylo možno shlédnout některé velmi zajímavé exponáty. Např. firma Honeywell vystavovala systém pro řízení technologických procesů, který byl zatím aplikován v energetice a ocelářském průmyslu, firma Compucorp vystavovala celý systém Compucorp 425 G, včetně diskové paměti, které je novinkou a byla poprvé uváděna na veřejnosti a neméně zajímavá byla výstava firmy Kent, které předváděla jednak přístrojovou techniku a jednak bylo možné získat informace o jejich systému pro řízení vodohospodářské soustavy.

Tato firma instalovala ve Velké Británii dnes již několik systémů, které dispečersky řídí distribuci vody včetně čerpacích stanic a úpraven vody a celý systém je řízen počítačem PDP. Obdobné systémy má firma realizovat pro řízení chemických procesů v SSSR.

Neméně zajímavá byla také návštěva dvou výše uvedených podniků. Firma Atlas Copco je specializována na výrobu stavebních strojů. Měli jsme možnost shlédnout jejich vývojové dílny elektroniky a měřicí laboratoře. Laboratoře jsou velmi dobře vybavené včetně vyhodnocování měření, které se provádí na počítači Hewlett - Packard řady 3 000. Firma Boffrs, které byla druhým místem návštěvy, se zabývá hlavně zbrojním průmyslem, chemií a těžkým strojírenstvím. Měli jsme možnost shlédnout především vývojové laboratoře elektroniky a některé výrobní celky. Za zmínku opět stojí např. způsob oživování elektroniky automatických vah, které firma vyrábí, což se provádí simulací na mini-počítači PDP.

Celkově lze říci, že jak výstava, tak návštěvy obou firem byly velmi poučné a umožnily všem účastníkům učinit si obrázek o technické i organizační úrovni navštívených závodů a o jejich možnostech.



## R O Č N Í K 17

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

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

Dohlédací pošta Praha 07, snížený poštovní poplatek povolen ředitelstvím pošt Praha, j. zn. P/1 - 6561/73 ze dne 9. listopadu 1973.

Vychází měsíčně.

Redakční rada: ing. J. Beneš (předseda), dr. H. Daňková, ing. M. Chrtěk, ing. K. Kouba, ing. dr. J. Kurka, ing. A. Ladecký, dr. Z. Mařík, ing. A. Nejedlý, CSc., ing. P. Pitter, CSc., ing. J. Růžička, dr. A. Sladká, CSc., ing. V. Sotorník, CSc., ing. H. Trnka, ing. Z. Vaník, ing. K. Vávřů, Z. Vlček, ing. J. Zolman.

Redaktor: dr. D. Kubálek

Redakce: Výzkumný ústav vodohospodářský, Podbabská 30, 160 62  
Praha 6, tel. 32 90 41 - 6

Číslo 10

Cena 3,50 Kčs