

VTEI

9
1986

VODOHOSPODÁŘSKÉ
TECHNICKO - EKONOMICKÉ
INFORMACE

O B S A H

Pocta severní Moravě /O.Vlk/	309
VODNÍ TOKY A NÁDRŽE	
Tepelná bilance nádrží Slapy a Orlík /M.Němec/	312
Sympóziu Tallin '85 /A.Nejedlý/	322
ODPADNÍ VODY	
Porovnání účinnosti různých aeračních systémů /S.Janda - V.Zahrádka/	328
Netradiční postupy v biotechnologii čištění odpadních vod /R.Duroň/	334
ZÁSOBOVÁNÍ VODOU	
Volba vhodných organických polymerů při úpravě vody /J.Vostrčil/	340
SOUBORNÉ INFORMACE	
Využití automatizace při čerpacích zkouškách u hydrogeologického průzkumu /A.Uhrin/	349
Ing. Jiří Kulhavý - 65 let /J.Veverka/	351
Na 3. straně obálky kresba E.Šourka	

POZOR!!! Nepřehlédněte důležitou zprávu na straně 327 !

POCTA SEVERNÍ MORAVĚ

dr. O. Vlk, Sm VaK Ostrava

Každoročně hodnotí MLVH ČSR spolu s českým výborem odbového svazu pracovníků dřevoprůmyslu, lesního a vodního hospodářství rozvoj iniciativy pracujících a výsledky hospodářské činnosti krajských podniků vodovodů a kanalizací, přičemž nejlepšimu je podle stanovených kritérií předána Rudá standarta MLVH ČSR a ČVOS. Letos bylo toto vyznamenání uděleno pracujícím Severomoravských vodovodů a kanalizací Ostrava za dosažené výsledky v roce 1985 a celé 7. pětiletce. K slavnostnímu aktu došlo 5. června v Kulturním domě v Hrušově, kde Rudou standartu předal řediteli Sm VaK Ostrava ing. J. Střondalovi a předsedovi PV ROH ing. J. Švábkoví náměstek ministra ing. J. Vančura a tajemník ČVOS V. Vinklárek.

Proč právě Severomoravským vodovodům a kanalizacím? Nejen proto, že obdobného úspěchu tento podnik dosáhl již v roce 1983, tedy v období, kdy bylo nutno zvládat následky první vlny sucha. Vždyť v podobné situaci byly i ostatní podniky. Rovněž zkvalitnění socialistické soutěže, rozvoj vynálezeckého a zlepšovatelského hnutí není onou dominantou, která by se mimořádně vymykala z celkového snažení vodohospodářů. Hlavním měřítkem se stala cílevědomost, s jakou se severní Morava pustila do zápasu s nepříznivými povětrnostními vlivy, nedostatečnými zdroji pitné vody a dalšími, normální činnost podniku limitujícími faktory. Protože to nebylo jen sucho, ale i povodně a silné mrazy, které zvláště na Ostravsku, trápenému následky poddolování, způsobily prudký vzrůst poruch. Ale nestačilo jen určit slabá místa, jejichž odstranění bylo nutno věnovat prvořadou pozornost. Musely se hledat prostředky a ten nejdůležitější se nakonec našel - v zájmu, v iniciativě lidí.

Když se vedení podniku spolu se stranickými a odborovými organizacemi zamýšlelo nad tím, jak charakterizovat nejen rok 1985, ale celou sedmou pětiletku, byly tyto zkušenosti shrnuty do několika mezníků. A každý z nich se stal svého druhu maturitní zkouškou, dokladem vodohospodářské dospělosti.

Mezník první - intenzifikace zdrojů: tento proces, započatý již v závěru sedmdesátých let, pomohl v době značně omezené investiční výstavby překlenout pasivní bilanci v zásobování především obyvatel pitnou vodou. Přes sedm set sekundových litrů v průběhu pěti let - takový byl výsledek iniciativy pracovníků našeho podniku.

Mezník druhý - racionalizace hospodaření s vodou: toto zaměření činnosti logicky vyplynulo z faktu, že ani intenzifikační akce, byť významné a dosahující např. na úpravě vody v Nové Vsi u Frýdlantu n. O. pěti set sekundových litrů, nemohou rozpor mezi zdroji a potřebou další dodávky především pro komplexní bytovou výstavbu trvale vyřešit. Zvláště v obdobích sucha, kdy byla úspěšně uplatněna regulační opatření pro velkoobdoběratele, se ukázala síla vodohospodářské osvěty. Díky soustředěnému tlaku masových sdělovacích prostředků, za pomoci i vlastní kampaně (vydání letáků STOP KAŽDÉ KAPCE) a při podpoře stranických a státních orgánů bylo dosaženo snížení odběrů až o 600 l.s⁻¹.

K racionalizaci hospodaření s vodou nedílně patří úsilí o systematické snižování ztrát vody v trubních sítích. Zvýšená pozornost organizace práce, využití hospodářských dispečinků a moderní diagnostické a měřicí techniky při vyhledávání poruch vedly ke každoročním úspěchům na tomto úseku. Dokladem je skutečnost, že do pětiletky Sm VaK Ostrava vstupovaly se ztrátami ve výši 23,93 % a na jejím konci se již podnik dostal pod celostátní průměr - na 19,51 %.

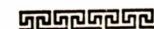
Mezník třetí - růst stavebně-montážní činnosti: také

v tomto případě nelze opomenout vliv výše uvedených postupových cílů, protože právě při intenzifikacích a snaze snížit co nejvíce ztráty vody větší starostlivostí o stav trubní sítě a dalších základních prostředků bylo nutno vybudovat silný "stavmont". Na začátku pětiletky se zdálo, že zvýšení SMČ o 100 procent je nereálné - ale podařilo se!

Mezník čtvrtý - jednání Sm KV KSČ: plénum tohoto vrcholného krajského stranického orgánu se 21. listopadu 1984 komplexně zabývalo problematikou vodního hospodářství v kraji a přijaté závěry se pak staly, spolu s dalšími stranickými dokumenty především z jednání XVII. sjezdu KSČ, jasnou koncepcí pro další činnosti podniku do roku 2000.

A mezník pátý - výstavba Slezské Harty: v ní je zakotvena ona tolik potřebná jistota, že soubor staveb posilujících Ostravský oblastní vodovod přinese již na konci 20. století možnost plynule zásobovat obyvatele Ostravska pitnou vodou. Bude to nástup k dalším významným zdravotně-vodohospodářským stavbám, včetně tolik potřebného Pomoravního vodovodu.

Po převzetí Rudé standarty nastávají pro pracující Severomoravských vodovodů a kanalizací další všední dny, jež se nebudou příliš lišit od těch minulých, snad jen že budou náročnější.



Nejvyšší přehrada

Uprostřed skalních masívů tádžických hor se buduje nejvyšší přehradní hráz světa - Rogozínská vodní elektrárna. V místě, kde řeka Vachš rozděljuje Pamír a Tchejn-šan, prorazili již tuneláři spojovací dopravní tunel. V úzkém kaňonu řeky vyrostle hráz vysoká 325 metrů. Strojovna a další provozní prostory budou umístěny pod zemí. Přehradní hráz vytvoří vodní nádrž o obsahu 12 miliard krychlových metrů vody, jež bude pohánět šest turboagregátů o celkovém výkonu 3,8 milionů kilowattů.

vodní toky a nádrže



Tepelná bilance nádrží Slapy a Orlík

ing. M. Němec, Povodí Vltavy, Praha

Výstavba vltavských přehrad a provoz vodních elektráren značně změnily teplotní režim Vltavy od orlické nádrže až po ústí do Labe. Výrazné ochlazení vody v létě a nepříznivé účinky na rekreaci se pociťují zvláště v kamýcké nádrži, v horní polovině slapské nádrže a od slapské elektrárny až do Prahy.

Konstrukce a umístění vtoků elektráren Slapy a Orlík jsou navrženy na povolené kolísání hladiny přes 20 m a na hltnost $600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ u Orlíka a $300 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ u Slap. Odběr těchto množství musí být zajištěn i při zakleslé hladině a proto nízké umístění vtoků neumožňuje odebírat teplou vodu od hladiny plné nádrže v letní době.

Na Orlíku se projevuje letní stratifikace teplot. Hromadí se tam teplá voda z přítoku horní Vltavy, Lužnice a Otavy i vody ohřáté sluneční radiací na rozlehlé hladině. Z hlediska rekreace znamená nízké umístění elektrárenských vtoků, že od června do září proudí pod orlickou elektrárnou studená voda ze spodních vrstev nádrže. Na Slapech se v létě vytvoří v dolní polovině nádrže úsek s teplou vodou, ohřátou sluneční radiací hladinou, který však nemůže ovlivnit poměry dále na toku.

Náprava by měla spočívat ve zvýšení teploty vody vypouštěné z elektrárny Orlík o několik stupňů. Toto nadlepšení by znamenalo podstatné zlepšení pro letní rekreaci na celé Vltavě pod Orlíkem.

Technické řešení pro přepouštění teplejších horních vrstev vody z nádrže je sledováno již řadu let. Výsledkem je návrh clony z umělých hmot, nesené soustavou lan zakotvených do břehů (1). Clona ve tvaru rybářské sítě je umístěna v profilunad přehradou, uzavírá jeho dolní část a nechává volný průtok přes horní okraj clony. Poloha horního okraje je regulovatelná a tím dává možnost volit oblast, ze které je voda odebírána, a řídit tak její teplotu.

Problém regulace teploty vody a laboratorní zkoušky návrhů clony byly předmětem několika modelových zkoušek a výzkumných úkolů (2),(3),(4),(5). Výsledky těchto prací vesměs potvrdily teoretickou správnost předpokladů i sledované cesty řešení.

Na žádost MLVH ČSR byl v roce 1975 založen u podniku Povodí Vltavy úkol technického rozvoje č. P 6 "Vltavská kaskáda - regulace teploty vody za použití clony z plastické hmoty - výzkum, studie". Cílem úkolu bylo zjištění současného stavu (před výstavbou clony) teplotních procesů v nádržích vodních děl Slapy a Orlík tak, aby bylo možno stanovit prognózu pro účinnost clon před hrázemi přehrad Slapy a Orlík a aby se dala tato účinnost po uvedení clon do provozu ověřit.

V dubnu 1977 zpracovala katedra hydrotechniky stavební fakulty ČVUT návrh metodiky měření v nádržích Slapy a Orlík (6). Tento návrh byl oponentní radou schválen a v červnu 1977 se započalo s měřením teplot. K měření se používaly termistorové teploměry vlastní konstrukce Povodí Vltavy.

Měření probíhala každoročně od dubna do září, používala se služební motorová loď. Celkem se v letech 1977 - 1984 měřilo 55 x z toho na Slapech 27 x a na Orlíku 28 x, nejdříve se začalo 25. 4. 1983 a nejpozději se skončilo 26. 10. 1977.

Podle metodiky se měřilo v nádrži Slapy ve 12 profilech v ř. km 91,8; 92,2; 92,7; 97; 100; 105; 115; 120; 125; 129; 132;

134,5, tj. 0,1; 0,5; 1,0; 5,3; 8,3; 13,3; 23,3; 28,3; 33,3; 37,3; 40,3; 42,8 kilometru od hráze vždy v jedné svislici v nejhlubším místě. V nádrži Orlík se měřilo v 16 profilech v ř. km Vltava 144,75; 145; 147; 150; 155; 160; 165; 168; 170; 175; 180; 185; 190; 195; 200 a Otava 1,5, tj. 0,1; 0,35; 2,35; 5,35; 10,35; 15,35; 20,35; 23,35; 25,35; 30,35; 35,35; 40,35; 45,35; 50,35; 55,35 km ve Vltavě a 25,85 km v Otavě, od hráze opět vždy v jedné svislici nad nejhlubším místem.

Po prvním zpracování výsledků v hydrodynamickém ústavu ČSAV v roce 1983 se metodika upravila. První tři profily u hráze, jejichž výsledky byly téměř totožné, se nahradily jedním profilem na Slapech v ř. km 92, tj. 0,3 km od hráze a na Orlíku v ř. km 145, tj. 0,35 km od osy hráze. V orlické nádrži se zvětšil počet měření v Otavě, měří se ve třech profilech 1, 6 a 11 km od soutoku, tj. 25,35; 30,35 a 35,35 km od hráze. Každá ze svislic se měří v hloubkách 0,04; 0,5; 1; 2; 5; 7; 12; 17; 22; 32 m a dále po 10 m až ke dnu.

Výsledky měření v nádrži Slapy zpracoval VÚV Praha (7). Úkolem zprávy bylo zjistit, zda obsah tepla v nádrži VD Slapy je dostatečný a umožní nadlepšovat z ní přes clonu teplotu vody ve Vltavě.

Při výpočtu tepelné energie vody v nádrži se vycházelo ze vztahu:

$$E = C \cdot \rho \cdot T \cdot V$$

kde E - obsah tepla (J)

C - měrné teplo ($\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$)

ρ - měrná hmotnost vody (kg m^{-3})

T - teplota vody ($^{\circ}\text{C}$)

V - objem (m^3)

Při vlastním výpočtu se stanovily střední teploty ve svislých profilech a každému profilu se přiřadil úsek délky nádr-

že. Výpočet obsahu tepla spočíval ve vynásobení části plochy profilu obsažené mezi dvěma zvolenými kótami a příslušné střední teploty. Obsah tepla při jednotlivých měřeních je zpracován v tabulce I. Průměrné obsahy tepla E v jednotlivých měsících za celou dobu měření jsou uvedeny v tabulce II. s průměrnými celkovými přírůstky obsahu tepla za měsíc ΔE a průměrnými přírůstky obsahu tepla sluneční radiací hladinou R za měsíc.

Obsah tepelné energie v nádrži Slapy dosahuje max. hodnoty $E = 18,5 \cdot 10^{15}$ J. Největší přírůstek tepla je v květnu - $3,5 \cdot 10^{15}$ J. Tepelná energie v nádrži pochází v podstatě ze dvou zdrojů; prvním je teplo obsažené v přítoku do nádrže a druhým je sluneční radiace. Pro tepelnou bilanci platí:

$$\Delta E = E_o + E_m + R - E_s$$

kde ΔE - přírůstek tepelné energie za určité období

E_o - energie přitékající z nádrže Orlík

E_m - energie z mezipovodí

R - energie sluneční radiace a výměny tepla s okolím

E_s - energie odtékající vody z nádrže Slapy

Případnou možnost nadlepšovat v létě z nádrže Slapy teploty vytékající vody posoudíme porovnáním hodnot E a R , velikost energie z mezipovodí E_m je zanedbatelná. Je patrné, že pro tento účel není v samotné nádrži Slapy dostatečná rezerva energie, neboť veškerý přírůstek energie je ze sluneční radiace. Odebíráním tepla ze Slap by se ochladila celá nádrž a tím by se omezilo její rekreační využití.

Výsledky měření v nádrži VD Orlík byly zpracovány v Ústavu pro hydrodynamiku ČSAV Praha (8). V rámci této zprávy bylo zpracováno 23 měření z let 1977 - 1983; použili jsme tu část, která pojednává o tepelné bilanci nádrže.

Aktuální celkový tepelný obsah nádrže Orlík byl spočten ze vzorce:

$$E = \sum_j E_j$$

kde

$$E_j = \sum_i g_{ij} \cdot C_{pi} \cdot T_i \cdot V_i + g_o \cdot C_{po} \cdot T_{no} + 1/2 \cdot (P_o + P_{nl}) \cdot (H_o - H_{nl})$$

kde

$$V_i = 1/2 \cdot (P_i + P_{i-1}) \cdot l_m$$

kde

E - obsah tepla (J)

C_p - měrné teplo (J kg⁻¹K⁻¹)

T - teplota vody (°C)

V - objem vody (m³)

P - plocha (m²)

H_o - hloubka (m.n.m.)

Celkový tepelný obsah vody nádrže se skládá z tepla přitékajícího, z přestupu tepla hladinou, výměny tepla s podložím, příjmu tepla od práce vnitřních sil a příjmu tepla atmosférickými srážkami. Příjmy tepla od podloží, vnitřních sil a atmosférických srážek byly zanedbány, protože velikost největších z nich (cca 7.10⁷J) je oproti celkovému obsahu nádrže 4 až 50.10¹⁵J zanedbatelná. Tepelná bilance přítoku a odtoku byla spočtena podle rovnice:

$$\Delta E_{Qi} = \Delta t \cdot \sum_j g_{ij} \cdot C_{pij} \cdot Q_{ij} \cdot T_{ij} - g_{oi} \cdot C_{poi} \cdot T_{oi} \cdot \Delta t \sum Q_{ij} - \Delta V_i$$

kde t - délka dne (s)

Q - průtok (m³s⁻¹)

indexy označují i-tý den

j-tý přítok

o-odtok z nádrže

Obsah tepla při jednotlivých měřeních je zpracován v tabulce III. Střední hodnoty obsahu tepla E v jednotlivých měsících, celkové přírůstky tepla za měsíc ΔE a přírůstky tepla sluneční radiací R v jednotlivých měsících, za celé sledované období, jsou zpracovány v tabulce IV.

TABULKA č. 1 - Obsah tepla v nádrži Slapy

Měření č.	Datum	Objem V · 10 ⁶ m ³	Obsah tepla E · 10 ¹⁵ J
1	6.7.1977	265,725	15,3578
2	13.9.1977	260,720	18,4034
3	31.5.1978	253,900	10,8023
4	22.8.1979	252,800	17,8289
5	4.10.1979	258,575	16,4735
6	24.5.1980	251,700	9,6002
7	10.6.1980	252,800	12,0787
8	24.7.1980	265,010	15,4737
9	28.8.1980	256,001	18,0133
10	6.9.1980	258,575	18,1763
11	30.7.1981	267,870	15,5103
12	24.8.1981	260,720	17,4074
13	24.6.1982	245,100	12,5173
14	7.7.1982	256,430	14,2339
15	26.7.1982	257,860	15,6000
16	25.8.1982	255,000	16,1573
17	15.9.1982	253,900	15,9772
18	25.4.1983	251,920	6,7393
19	2.6.1983	259,862	11,2756
20	18.7.1983	252,580	15,3532
21	1.9.1983	255,858	17,9168
22	6.6.1984	255,715	10,8533
23	2.7.1984	252,800	12,3196
24	18.7.1984	257,145	13,9098
25	31.7.1984	253,900	14,7778
26	28.9.1984	233,000	13,5688

TABULKA č. 2 - Střední hodnoty obsahu a přírůstků tepla v nádrži Slapy

Datum	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
E	7,3	10,8	13,5	16,0	17,9	18,0 · 10 ¹⁵ J
ΔE	3,5	2,7	2,5	1,9	0,1	· 10 ¹⁵ J
R	4,2	2,9	2,6	2,0	0,1	· 10 ¹⁵ J

TABULKA č. 3 - obsah tepla v nádrži Orlík

Měření č.	Datum	Objem V $\cdot 10^6 \text{ m}^3$	Obsah tepla E 10^{15} J
1	1. 6. 1977	570,21	24,57
2	23. 8. 1977	698,20	51,47
3	26. 10. 1977	578,83	31,38
4	29. 5. 1978	613,79	29,53
5	16. 7. 1979	617,62	45,61
6	25. 7. 1979	605,11	44,97
7	29. 8. 1979	615,25	46,06
8	3. 10. 1979	655,07	42,38
9	6. 7. 1980	622,66	39,38
10	31. 7. 1980	647,14	44,88
11	26. 8. 1980	602,54	43,82
12	23. 6. 1981	558,15	33,59
13	6. 8. 1981	606,39	43,28
14	25. 8. 1981	581,76	42,64
15	6. 7. 1982	545,83	32,54
16	27. 7. 1982	642,79	42,49
17	24. 8. 1982	590,32	45,21
18	27. 4. 1983	630,79	21,58
19	1. 6. 1983	615,49	33,38
20	19. 7. 1983	597,09	43,85
21	31. 8. 1983	594,60	46,92

TABULKA č. 4 - střední hodnoty obsahu a přírůstků tepla v nádrži Orlík

Datum	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.	1.11.
E	10	17	29	36	42	46	88	31 $\cdot 10^{15} \text{ J}$
ΔE	7	12	7	6	4	-2	-13	$\cdot 10^{15} \text{ J}$
R	5	8	5	4	3	-1	-9	$\cdot 10^{15} \text{ J}$

Podle závěrů zprávy VÚV Praha není v nádrži Slapy dostatečná zásoba energie, která by umožnila nadlepšovat teploty vytékající vody, proto je nutné do nadlepšování zapojit hlavně nádrž Orlík, kde je zásoba energie přibližně trojnásobná.

Po výstavbě clony na Orlíku by bylo možno nadlepšovat teploty vytékající vody z povrchových vrstev, které jsou teplejší. Z dosavadních měření vyplývá, že nejvíce je možno nadlepšovat v měsících dubnu a květnu, o 6 až 10 °C, v dalších měsících postupně možnost nadlepšení klesá a v září dosahuje hodnot kolem 2 až 4 °C. V průběhu letní sezóny je tedy možno nadlepšovat teploty ve Vltavě o cca 5 °C. Počítáme-li s nadlepšováním od počátku května do počátku září po dobu 120 dnů o 5 °C při průměrném odtoku ze Slap $45 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, je k nadlepšování potřeba $10 \cdot 10^{15} \text{ J}$ energie, tj. asi $2,5 \cdot 10^{15} \text{ J}$ měsíčně.

V současné době odtéká v letních měsících ze slapské nádrže průměrně měsíčně voda s tepelnou energií $6 \cdot 10^{15} \text{ J}$, která je přibližně stejně velká jako energie vody přítékající z Orlíku a mezipodí, tj. $6 \cdot 10^{15} \text{ J}$. Energie přítékající a odtékající vody z nádrže Slapy je přibližně stejná, ohřátí vody umožňující její rekreační využití způsobuje pouze energie získaná ze sluneční radiace a výměny tepla s okolím.

Z uvedeného vyplývá, že nadlepšování teplot je možné pouze z orlické nádrže. Z tabulky IV. je patrné, že v nádrži Orlík se zachycuje v letních měsících část energie z přítoků. V průměru je to za březen $2 \cdot 10^{15} \text{ J}$; za duben $2 \cdot 10^{15} \text{ J}$; za květen $4 \cdot 10^{15} \text{ J}$; za červen $2 \cdot 10^{15} \text{ J}$; za červenec $2 \cdot 10^{15} \text{ J}$; za srpen $1 \cdot 10^{15} \text{ J}$. Dá se tedy říci, že voda odtékající z Orlíku je chladnější než voda přítékající, celkem se tak v nádrži nashromáždí $13 \cdot 10^{15} \text{ J}$ energie.

Provedeme-li pro Orlík stejnou úvahu jako pro Slapy, že na ohřátí vody pro rekreační účely stačí (stejně jako bylo prokázáno na Slapech) energie získaná sluneční radiací a výměnou tep-

la s okolím, můžeme konstatovat, že přebytek energie z přítoků $13 \cdot 10^{15} \text{ J}$ je větší než potřeba pro nadlepšování teplot $10 \cdot 10^{15} \text{ J}$. Zpětným výpočtem při využití celého přebytku $13 \cdot 10^{15} \text{ J}$ vychází, že je možné nadlepšovat teplotu v průměrném roce o 8°C .

Z vyhodnocení měření teplot v nádržích VD Slapy a Orlík a z rozboru výsledků je patrné, že nadlepšování teplot ve Vltavě je reálné. Po osmiletém nepřetržitém měření se dá říci, že rozhodující pro možné oteplení vody ve Vltavě v Praze je nádrž Orlík, kde je zásoba energie dostatečná. I při nadlepšování bude voda dostatečně teplá pro rekreační účely. Nádrže Slapy není pro nadlepšení možné využít vůbec, teplota vody přítékající z Orlíka je nízká a aby bylo možno Slapy využít rekreační, není možné žádnou energii, která se získává pouze sluneční radiací, odebrat.

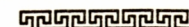
Již nyní lze jednoznačně říci, že clona umožňující přítok teplejší vody z horních vrstev k elektrárně musí být postavena před přehradou Orlík, zatímco u přehrady Slapy není nutná. Pokud bude z Orlíka vypouštěna voda teplejší o uvažovaných 5 až 8°C , pak je reálné, že se celá slapská nádrž prohřeje a voda na výtok z elektrárny bude o uvedených 5 až 8°C teplejší. Vzhledem k průměrnému zdržení vody ve slapské nádrži cca 50 dnů je nutné začít s vypouštěním teplejší vody z Orlíku v předstihu. Pokud chceme zajistit teplejší vodu ve Vltavě již koncem června, měla by být clona na Orlíku v provozu již od počátku května.

Celkově lze shrnout, že výstavba clony před přehradou Orlík splní svůj účel nadlepšením teplot ve Vltavě pro Prahu a vedle toho zvýšením teplot vody zlepší rekreační podmínky na Slapech, přičemž teploty vody v orlické nádrži se téměř nezmění.

Literatura:

/1/ Ing. L. Záruba - Patent č. 121 026 z roku 1966

- /2/ VÚV Praha - Dr. L. Lískovec - Výzkum konstrukce clony pro řízení teploty vody vypouštěné z hlubokých nádrží - 1967
- /3/ VÚV Praha - Ing. P. Hoření, CSc., Ing. A. Tonika - Výzkum clony pro vypouštění teplé vody z nádrže Orlík - 1973
- /4/ HDP Praha - Projektová studie - Vltavská kaskáda VD Orlík, regulace teploty vody - 1974
- /5/ VÚV Praha - Ing. P. Hoření, CSc. - Ovlivňování stratifikovaného proudění v soustavách nádrží a tocích - 1977
- /6/ ČVUT Praha - prof. Ing. Dr. L. Votruba - Návrh metodiky měření pro prognózu účinnosti clony v nádržích Slapy a Orlík - 1977
- /7/ VÚV Praha - Ing. P. Hoření, CSc. - Tepelná bilance nádrže VD Slapy v letních měsících 1977 - 1984 - 1985
- /8/ ČSAV Ústav pro hydrodynamiku Praha - Ing. M. Rudiš, CSc. - Hydrodynamické aspekty neizotermních nádrží - 1985
- /9/ Povodí Vltavy Praha - Ing. L. Záruba - Regulace teploty vody na vltavské kaskádě - 1978
- /10/ Povodí Vltavy Praha - Ing. M. Liška - Informace o měření teplotního režimu v nádržích VD Slapy a Orlík - 1978
- /11/ Povodí Vltavy Praha - Ing. M. Němec - Vltavská kaskáda - regulace teploty vody za použití clony z plastické hmoty - 1985



Vyriešený problém dezinfekcie?

V rámci dekády čistej vody by chcela Svetová zdravotnícka organizácia zabezpečiť do roku 1990 čistú vodu i pro väčšiu časť populácie, ktorá ju doteraz nemá. Najnaliehavejšou požiadavkou je dezinfekcia, pretože na choroby vyvolané znečistenou vodou zomiera ročne 10 miliónov ľudí. Užitočným pomocníkom by se preto mal stat malý elektrochemický chladič vody britskej firmy International Research and Development. Zariadenie, ktoré má rozmery malej skrine, dezinfikuje 200 tisíc litrov vody denne, čo stačí pre 4000 ľudí.

Ve dnech 19. - 20. listopadu 1985 se v Tallinnu, hlavním městě Estonské SSR, konalo VII. celosvazové sympóziu "Současné problémy prognózování a kontroly jakosti povrchových vod". Sovětská sympózia s touto a obdobnou tematikou pořádá Tallinnský polytechnický institut již tradičně. První z nich se uskutečnilo v roce 1967. Od minulého, šestého, uplynulo 6 roků. Předložených 311 referátů ve formě třístránkových abstraktů představovalo téměř úplnou žně poznatků získaných v SSSR v uplynulém pětiletce.

Jednání probíhalo ve čtyřech sekcích: I Prognóza a řízení jakosti povrchových vod (88 příspěvků), II Normy a kontrola jakosti vody (86 příspěvků), III Iřetí stupeň čištění odpadních vod (79 příspěvků) a IV Ozonizace vody (58 příspěvků). Zvládnout toto množství témat bylo možné jedine formou generálních referátů, asi desetistránkových po jednom v každé sekci.

Sekce I a II se tematicky prolínaly. Nejpočetněji byla zastoupena témata týkající se matematického modelování, prognózování a řízení jakosti povrchových vod včetně řízeného vypouštění odpadních vod, převodů vody a intervenčního nalepšování průtoku (asi 20 referátů) a turbulentní difuze resp. šíření cizorodých látek (12 referátů). Početnou skupinu tvořily též příspěvky věnované sběru dat, a to i s použitím vrtulníků a družic, a automatickým systémům kontroly jakosti vody (7 referátů). Dostí početnou skupinu tvořily příspěvky zabývající se biotestováním jakosti vody a biosignalizací, včetně mikrobiologického monitoringu (7 referátů).

Významnou skupinu tvořily též referáty věnované klasifikaci vod, normování jakosti vody, ekologickému zdůvodnění normativů, normativnímu průtoku, otázkám nejvyššího přípustného zatížení toků a dodržování stanovených mezí.

Poměrně četné byly i příspěvky týkající se rozkladu organických látek v tocích, jeho vlivu na kyslíkový režim toků, hnojení, smyvu rozpuštěných i nerozpuštěných látek, vč. vlivu hydromechanizace a urbanizovaných území, a průniku biogenních prvků, pesticidů a saponátů do povrchových vod. Několik příspěvků se zabývalo dnovými usazeninami a sorpčními procesy. Pojednáno bylo též o teplotním režimu povrchových vod. Dva referáty se týkaly vzájemného vlivu povrchových a podzemních vod.

Několik referátů bylo pojato komplexně z hlediska srovnání vlivu jednotlivých průmyslových odvětví na jakost povrchových vod a otázek ucelených povodí.

Značný počet příspěvků byl věnován speciálně jakosti vody v průplavech. Jeden referát se zabýval rekreačním zatížením povrchových vod vč. přilehlých pláží.

Z analytických metod byly na pořadu hlavně spektrofotometrie, extrakční a plynová chromatografie, dálkové použití polarografie, šetrné zahušřování huminových látek atd. Pozornost byla věnována též otázkám stanovení toxicity, zejména rychlým metodám a automatizačním prostředkům. Jeden příspěvek se týkal elektrochemických vlastností hydrobiontů.

Určitou tematickou skupinu by bylo možno utvořit z příspěvků věnovaných zdrojům centrálního zásobování obyvatelstva pitnou vodou, funkčním vlastnostem systémů ochrany vod, jejich sociálně ekonomickému hodnocení a ekonomickým ztrátám působeným znečišťováním vod.

Jednotlivé příspěvky byly věnovány např. též stratifikovaným ekosystémům a čiření povrchových vod, způsobu vyčleňování antropogenní komponenty znečištění povrchových vod a také jednotlivým komponentám jejich znečištění, např. chlorovaným uhlovodíkům, odpadním vodám z těžby a úpravy uhlí, z výroby celulózy a papíru, syntetického kaučuku ap.

Tematicky velice pestré bylo jednání v sekci III. Pokud jde o způsoby terciálního čištění odpadních vod, hovořilo se o použití fyzikálně chemických metod, o filtraci a infiltraci, o použití sorpčních procesů, práškového aktivního uhlí, aktivovaného zaolejovaného koksu, o použití flotace, peroxidu vodíku, flokulantů, iontoměničů, chlornanu vápenatého, kysličníku siřičitého, sulfonování, produktů hydrolýzy solí hořčíku, molekulárních filtrů, reversní osmózy, ferritizace a ionizujícího záření.

Z biologických způsobů byla věnována pozornost prodloužené aktivaci, dočišťování odpadních vod v rybnících a s použitím vodních rostlin. Některé příspěvky se dotkly též otázek egalizace odpadních vod před jejich terciárním čištěním, modelování procesů terciálního čištění, jeho automatického řízení a ekonomiky, včetně ekonomiky znovupoužití dočištěné vody.

Pokud jde o druhy odpadních vod, bylo pojednáno o městských odpadních vodách, o odpadních vodách z mytí automobilů, z dopravy živých ryb, z praní brambor a výroby škrobu, o odpadních vodách cukrovarských a droždářských, z výkrmů prasat, ze zpracování obilného zrna, z dřevařského průmyslu, z papíren a z výroby syntetického kaučuku a polystyrénu. Podle komponent šlo o odpadní vody s obsahem ropných látek, fenolů, sirovodíku a sirníků, chlóru, insekticidů, aromatických meziproduktů, arzenu, bóru, solí železa a chromu, těžkých kovů a biogenních prvků.

V sekci IV se jednalo o výrobu ozónu, o jeho vlastnostech a použití, zejména při čištění a dočišťování odpadních vod, samostatně nebo v kombinaci s dalšími činidly. Šlo o odpadní vody s obsahem alifatických sloučenin, aromatických karbonových kyselin, azosloučenin a organických barviv, polystyrénu, isopropanolu, olovnatých organických sloučenin, thiofosfátu sodného, ligninsulfonátů, ropných látek, močoviny a jejích produktů, sirovodíku a sirníků, fenolformaldehydových pryskyřic, kyseliny karbaminové, etylendiaminu, hydroxylových a jodidových iontů aj.

Velkou skupinu tvořily příspěvky zabývající se otázkami výroby ozónu, např. centrováním elektrod, významem mohutnosti výbojové koróny, měřením energie potřebné při výrobě ozónu, frekvencí napájecího napětí, teplotou plynu ve výbojové šterbině, mimořádným použitím ozonizátorů se širokou výbojovou šterbinou, závislostí elektrosyntézy ozónu na struktuře tlumeného výboje, zakoncentrováním a znovupoužitím zbytkového ozónu, měřením nízkých koncentrací ozónu, modelovou podobností v procesu ozonizace vody.

Kromě příspěvků otištěných v předem připraveném čtyřdílném sborníku¹⁾, odeznělo na sympóziu množství myšlenek a informací obsažených v oficiálních zahajovacích a závěrečných projevech a v neformálních diskusních příspěvcích. Ředitel Vodgeo, V.S. Jakovlev, člen-koresp. AV SSSR, hovořil např. o současném stavu vědeckých a technických znalostí ve srovnání se současnými a výhledovými potřebami praxe. Zdůraznil význam matematického modelování jakosti vody pro účely její prognózy a nutnost vytvořit pro ně potřebnou databázi. Poukázal na potřebu dalšího prohloubení a zdokonalení znalostí o zákonitostech, jimiž se řídí změny jakosti povrchových a podzemních vod, na jejichž podkladě by bylo možno vypracovat potřebné matematické modely. Intenzivní práce v tomto směru budou v SSSR zahájeny v roce 1986.

Z ukazatelů jakosti vody kladl důraz na rozpuštěný kyslík, dusíkaté látky a pesticidy. Připomenul naléhavou potřebu dalšího rozvoje přístrojové techniky, včetně prostředků pro dálkové měření. Z velkých a již probíhajících konkrétních řešení se zmínil o řízení jakosti vody v průplavech Dněpr - Donbas a Dunaj - Dněpr. Jako příklad prognózování jakosti vody v reálném čase uvedl problém chloridů na řece Severskýj Doněc pod Charkovem. Zmínil se též o připravované dohodě o spolupráci mezi SSSR a USA, v jejímž rámci mají američtí odborníci zvláštní zájem o sovětské zkušenosti v oblasti vlivu dnových usazenin na jakost vody.

¹⁾ Uložen v knihovně VÚV Praha pod sign. C 7134/I-IV.

M. A. Andres z Hydrometeorologického institutu uvedl, že základní síť pro kontrolu jakosti vod v SSSR tvoří asi 4000 stálých profilů. Postěžoval si však, že získaných údajů se dosud málo využívá k odvození obecně platných poznatků. Zmínil se o pojízdných laboratořích, označovaných jako "operativní monitoring". Dělá se v nich 30 stanovení, s četností odběru 12 vzorků za den. "Stacionární monitoring" představují analyzátorové stanice s vlastním výpočetním střediskem, instalované na řece Severskýj Doněc a na ústí Něvy. Distanční měření se provádějí nejen s použitím družic, ale i s použitím sond spouštěných na kabelech z vrtulníků.

V. R. Lozanskij z Vsesvazového vědeckovýzkumného institutu pro ochranu vod mluvil o nutnosti řídit jakost vod z celospolečenského hlediska. Dosud k tomu však prý chybí potřebné podklady. Případ řeky Severskýj Doněc označil za velmi složitý a výsledky tamního monitoringu za dosud velmi skromné. Postěžoval si na úzký výběr ukazatelů měřených analyzátorovými stanicemi. Dosud vynaložené prostředky na investice a výzkum se však již vrátily. Podařilo se přerozdělit vypouštění slaných vod tak, že jsou dodržovány přípustné koncentrace v toku. Nedostatkem též je fakt, že všeobecně neexistuje statutární odpovědnost za jakost povrchových vod, která se spíše pouze kontroluje, avšak neřídí. Všeobecné jsou i obtíže s posuzováním ekonomické efektivnosti praktických opatření na ochranu jakosti vod. Zatím existují pouze návrhy.

E. R. Jamsalu z Institutu experimentální geofyziky J.K.Fjodorova se přimlouval za co nejdříve uplatnění osobních mikro-počítačů. A. M. Nikanorov z Hydrochemického institutu hovořil o problému samočištění toku a o tom, jak velice se skutečnost liší od dosavadní teorie. V. V. Fadějev z Hydrochemického institutu doporučil vrátit se nejprve k terénním měřením a teprve pak proces matematicky modelovat, prý jako v ČSSR. I. D. Rodziller z Vodgeo doporučoval hlouběji studovat transformace organických látek v průběhu procesu samočištění a jejich mezi-produkty a vyzval ke spolupráci základního a aplikovaného vý-

zkumu v oblasti matematického modelování jakosti vody a souvisejících procesů, probíhajících ve vodním prostředí.

Lze říci, že sympóziu bylo velmi zajímavé a že z něho i pro naše odborníky plyne možnost srovnání dosažených poznatků.

- Nejedlý -

Vážení čtenáři,

posláním časopisu VTEI je informovat Vás o všem novém, zajímavém a podnětném z vodohospodářského výzkumu i praxe.

Abychom věděli, nakolik se nám to daří, a především abychom se seznámili s Vašimi názory na úroveň časopisu i návrhy na zlepšení naší práce, vkládáme do tohoto čísla VTEI anketní lístek. Prosíme Vás, abyste ho vyplnili a pokud možno co nejdříve zaslali na adresu, uvedenou na lístku, či předali Vašemu útvaru TEI nebo knihovně s žádostí, aby tak učinili oni.

Doufáme, že pečlivě zodpovíte anketní otázky - pomůžete tím nejen nám, ale i sami sobě - vždyť přece VTEI jsou určeny Vám všem.

Děkujeme Vám

Redakční rada VTEI



Porovnání účinnosti různých aeračních systémů

S. Janda - ing. V. Zahradka, CSc., VÚV Praha

V současné době je nejpoužívanějším způsobem biologického čištění odpadních vod aktivace. Tento aerobní proces, při němž jsou organické látky odstraňovány z městské odpadní vody pomocí kultury mikroorganismů, je závislý na kontinuálním přísunu kyslíku.

Systematický výzkum aerace aktivačních nádrží byl u nás před 15 lety dočasně přerušen, neboť tehdejší potřeby praxe (vč. blízkého výhledu) byly pokryty přiměřeným zpracováním teoretických i metodických problémů a stanovením oxigenačních, hydraulických i energetických parametrů nejdůležitějších systémů (hluboké i mělké pneumatické aerace a mechanické aerace horizontálními rotory). Od té doby se však na našich čistírnách začaly aplikovat i další aerační zařízení, a to jednak průmyslové výrobky (s určitou garancí), jednak různá svépomocná a náhradní řešení. Tento vývoj, ve svých důsledcích nežádoucí, vedl postupně k realizaci v podstatě náhodných řešení, uplatňovaných pod různými tlaky a bez ověřených podkladů. Vzniklou situaci jsme analyzovali v roce 1980 při přípravě IES nového státního úkolu (Zdokonalené a netradiční metody čištění a dočišťování odpadních vod a hospodaření s kaly) a na základě tohoto rozboru

navrhli obnovit výzkum aerace aktivačních nádrží; v první fázi se zaměřením na nejaktuálnější problém tzv. náhradních řešení (vynucených provizorií). Rozhodující část práce byla věnována výzkumu hydropneumatických aeračních systémů (prstencový směšovač a samonasávací injektory) a v závěru též porovnání pneumatického aeračního systému a injektorů pracujících v přetlakovém režimu na experimentální "věžové" aktivaci závodu ZAZ Nový Bydžov.

Experimentální čistírna je určena k ověřování technologie biologického čištění odpadních vod ze zpracování kůží; sestává z "věžové" aktivační nádrže (průměr 6 m a stavební výška 11,5 m) a tří systémů pro separaci kalu (dva flotační systémy, jedna klasická DN). Aktivační nádrž, která je zhotovena ze smaltovaných plechů, byla vybavena na naše doporučení dvojím aeračním zařízením: pro hydropneumatický a pneumatický systém. Současně se stanovením oxigenačního výkonu a kyslíkového výtěžku obou systémů jsme po dohodě s projektantem (CIP Gottwaldov) a provozovatelem (ZAZ Jaroměř) provedli sérii doplňkových měření, jejichž cílem bylo jednak rozšířit základní poznatky o vlastnostech hydropneumatického aeračního zařízení navrženého PVÚ VUT Brno, jednak ověřit parametry pneumatické aerace dle návrhu VÚV Praha ve "věžové" aktivační nádrži.

Aktivační nádrž byla pro požadované oxigenační testy a doplňková měření vybavena následujícími zařízeními a měřicími přístroji:

- a) Pneumatická aerace: Dmychadlo AGKRV-125/170 ERD s výkonem $Q = 1000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ pro $H = 10 \text{ v.sl.}$ Provzdušovací rošt byl konstruován jako kruhový prstenec (umístěný centrálně 0,23 m nad dnem nádrže), vybavený celkem 60 radiálními péry a každé s 57 otvory o průměru 5 mm. Otvory v pérech jsou vrtány ve třech řadách, v jedné svisle dolů, v dalších dvou šikmo dolů (pod úhlem 75° od svislé osy).
- b) Hydropneumatická aerace: Tři čerpadla 100 GFMU-250 60 LU 0,3, na něž bylo alternativně napojeno šest injektorů Js 80 (prů-

měr trysky 35 mm), resp. tři injektory Js 100 (průměr trysky 48 mm), určené v obou případech pro práci v přetlakovém režimu. Injektory byly tangenciálně osazeny u obvodové stěny nádrže cca 0,5 m nad jejím dnem, vzájemně posunuty o 120° a jejich výtrysk směřoval šikmo ke dnu nádrže.

Rozvod dmychaného i nasávaného vzduchu (při doplňkových měřeních) byl společný a umožňoval alternativní napojení obou aeračních systémů tlakovými gumotextilními hadicemi. V souvislosti s doplňkovými měřeními jsme vybavili příslušnými odbočkami (nátrubky) pro snímání tlaku celkem 14 měrných profilů; výsledky měření v těchto profilech byly využity současně pro určení charakteristik čerpadel GF MU 100 i dmyhadla, k analýze tlakových poměrů v injektorech i roštu a v neposlední řadě též ke kontrole výšky plnění nádrže. Množství čerpané vody jsme odečítali na vodoměru Polmatik, množství dmychaného vzduchu na průtokoměru Prema a elektrický příkon agregátů (dmyhadlo, čerpadla) na oceicheném elektroměru.

Oba aerační systémy (přetlakové injektory a provzdušovací rošt) byly podrobeny základním hydrodynamickým a hydraulickým zkouškám, po jejichž vyhodnocení jsme určili potřebný rozsah oxygenačních testů. Při pokusech s injektory bylo dmyhadlo odlehčeno (odpouštěním zhruba poloviny dmychaného vzduchu do atmosféry) a podíl užitě spotřeby energie (z celkové, přímo měřené) jsme rozkládali propočtem, pomocí reálné charakteristiky dmyhadla (závislost příkonu a průtoku vzduchu na výstupním tlaku). Tuto charakteristiku jsme předem stanovili pomocí podrobné řady měření v rámci přípravných prací, výsledky jsme graficky zpracovali a vyrovnané křivky použili k určení příkonu odpovídajícímu užitému průtoku vzduchu a příkonu čerpadel při zavzdušněných injektorech. Průtok vzduchu je samozřejmě přepočítán na teplotu 20°C a absolutní tlak 100 kPa.

Při stanovení oxygenační kapacity zařízení jsme k deoxygenaci použili síran železnatý a 40 % kapalný hydroxid sodný; che-

mikálie jsme rozpouštěli a zředovali v $3,5\text{ m}^3$ dřevěné kádi, zředěné roztoky FeSO_4 , resp. NaOH jsme do aktivací nádrže čerpali kalovým čerpadlem GF MU 100. Kyslík jsme v průběhu každého testu měřili současně dvěma oximetry OXI 56, teplotu rtuťovým teploměrem (dělení po $0,1^\circ\text{C}$) a průběžně jsme odečítali další potřebné parametry (pH, množství dmychaného vzduchu i čerpané vody a tlaky v určených profilech).

Výsledky oxygenačních testů a doplňkových měření jsou shrnuty v tabulce I, kde:

V	- objem nádrže, tj. vody v ní	(m^3)
H	- hloubka nádrže, tj. vody v ní	(m)
H_a	- hloubka ponoření aerátoru	(m)
OC	- oxygenační kapacita nádrže, tj. vztažená na jednotku objemu nádrže	($\text{kg}/\text{m}^3\text{d}$)
OC'	- oxygenační kapacita zařízení, tj. vztažená na instalovaný aerační systém	(kg/d)
Q	- přívod vzduchu (Nm^3/h) do nádrže o objemu V	
P'/d_u	- relativní využitelnost kyslíku z dodávaného vzduchu při aeraci	
N'_d	- příkon dmyhadla (kW), resp. jeho odpovídající část (při odlehčení dmyhadla)	
N'_c	- příkon čerpadel	(kW)
$N'_c = N'_d + N'_c$	- celkový příkon pro nádrž	(kW)
E^+	- výtěžek (kg/kWh), tj. maximální přestup kyslíku vztažený na jednotku spotřeby energie	
P_d	- přetlak dmychaného vzduchu	(kPa)
β	- směšovací poměr vzduch/voda	(Nm^3/m^3)
N	- specifický příkon energie vztažený na jednotku objemu nádrže	(W/m^3)

Tab. 1: Výsledky oxygenačních testů a doplňkových měření

Test č.	Agregát	V (m ³)	$\frac{H}{H_0}$ (m)	OC (kg/m ³ ·d)	OC' (kg/d)	Q (Nm ³ /h)	P'/d _u (-)	N _d (kW)	N _z (kW)	N' (kW)	E ⁺ (kg/kWh)	P _d (kPa) $\frac{1}{\beta}$	N (W/m ³)
1	Aerační rošt dmychadlo (plně)	126,7	$\frac{4,48}{4,25}$	5,88	745	1001	0,111	19,0	-	19,0	1,63	$\frac{44,0}{-}$	150
2	Aerační rošt dmychadlo (plně)	258,4	$\frac{9,14}{8,91}$	5,76	1488	963	0,230	32,2	-	32,2	1,93	$\frac{88,8}{-}$	124
3	6 injektorů Js80 3x100 GF MU-250 + dmychadlo (část.)	251,9	$\frac{8,91}{8,25}$	3,41	858	470	0,272	13,5	14,8	28,3	1,26	$\frac{75,0}{1,90}$	112
4	3 injektory Js100 3x100 GF MU-250 + dmychadlo (část.)	258,4	$\frac{9,14}{8,56}$	4,02	1039	454	0,341	14,3	15,8	30,1	1,44	$\frac{82,6}{1,94}$	117
5	3 injektory Js100 3x100 GF MU-250 + dmychadlo (část.)	137,4	$\frac{4,86}{4,28}$	5,01	689	492	0,209	9,3	15,9	25,2	1,14	$\frac{43,9}{2,15}$	183

Z výsledků oxygenačních testů a doplňkových měření ve "věžové" nádrži s přetlakovými aeračními systémy vyplynuly prozatím tyto poznatky:

1. Kyslíkový výtěžek (E^+) je u pneumatické aerace podstatně vyšší než u aerace hydropneumatické. Při výšce plnění $H = 9,14$ m činí toto zvýšení 34 %, při výšce plnění kolem 4,6 m dokonce 43 % (což odpovídá snížení spotřeby energie k dosažení stejného oxygenačního výkonu o 25 %, resp. o 30 %) - viz též bod 4.
2. Z posuzovaných dvou systémů pro hydropneumatickou aeraci se ukázaly tři injektory Js 100 jako energeticky účinnější než šest injektorů Js 80 (za jinak srovnatelných podmínek).
3. Při směšovací poměru vzduchu k vodě (β) kolem dvou je přisávací účinek injektoru v podstatě již zanedbatelný; vyplývá to z porovnání přetlaku na výstupu z dmychadla (p_d) při srovnatelných hloubkách ponoru aerátoru. Ilakové odlehčení dmychadla by se zřejmě projevilo výrazněji až při podstatně nižších hodnotách β , při nichž by ovšem hodnoty kyslíkového výtěžku (E^+) klesly hluboko pod přijatelnou hodnotu.
4. Vzhledem ke způsobu předpokládaného použití experimentální nádrže k technologickým zkouškám čištění odpadních vod jsme oxygenační testy provedli s relativně vysokými intenzitami aerace (k dosažení hodnot OC potřebných pro vysokozatěžovaný aktivační 1. stupeň). Při aplikaci poznatků pro menší intenzity aerace bude nutno počítat s nižšími hodnotami kyslíkového výtěžku (E^+). To platí pro oba aerační systémy a při jejich použití pro nízkozatěžovaný aktivační stupeň by bylo nanejvýš žádoucí provést doplňkové aerační testy. V souladu s tím je třeba posuzovat i kvantifikaci rozdílů energetické účinnosti uvedenou v bodě 1; výhodnost pneumatické aerace (proti hydropneumatické za současného stavu vývoje u nás) však zůstává nespornou.

VERBEN

Netradiční postupy v biotechnologii

Čištění odpadních vod

ing. R. Duroň, Hydroprojekt, odšť. záv. České Budějovice

Čištění splaškových odpadních vod produkovaných obyvateli měst a sídlišť je již delší dobu teoreticky i prakticky úspěšně zvládnuto, takže účinnost čištění tzv. "klasických" i moderních technologií je poměrně vysoká. Kvalifikovaně vyprojektované, kvalitně realizované a dostatečně pečlivě provozované čistírny odpadních vod mohou spolehlivě zajistit potřebnou účinnost čištění a vodohospodářskými orgány stanovenou kvalitu vody v recipientech.

Podstatně složitějším problémem jsou odpadní vody z průmyslových podniků a závodů - ať už jsou čištěny společně se splaškovými odpadními vodami od obyvatelstva v městských čistírnách odpadních vod nebo v samostatných čistících zařízeních přímo v závodech.

Podle Daubnera (1) se dnes v celosvětovém měřítku syntetizuje ročně několik desítek tisíc nových chemických sloučenin, z nichž mnohé mají negativní biologický účinek. Řada substrátů a rozličných sloučenin se během výrobního procesu dostává v různých koncentracích do odpadních vod a s nimi společně do vodotečí, kde mohou narušovat biologickou rovnováhu a působit inhibičně nebo i toxicky na přítomnou biocenózu. Za obzvláště nežádoucí ve vodách je nutno považovat látky s nízkou biodegradabilitou a s možností kumulace v živých organismech. Při různých rozkladných procesech probíhajících při biologickém čištění odpadních vod mají klíčovou úlohu mikroorganismy. Jak Schürmann (4) na základě svých výzkumů potvrzuje, pouze bakterie se svojí vysokou rozmnožovací schopností (až 72 dělení za den), vysokou aktivitou a specifičností látkové výměny jsou schopné odstraňovat z odpadních vod většinu organických a anorganických látek

do té míry, že vodu pak lze bez nebezpečí přivádět zpět do přirozeného koloběhu. Na degradaci znečišťujících látek ve vodě se podílí mnoho druhů mikroorganismů, které je především využívají jako zdroj energie. Je zajímavé a cenné, že mikroorganismy jsou schopny rozkládat i látky, se kterými předtím nepřišly do styku, např. pesticidy. Daubner soudí, že likvidace znečištění z odpadních vod bude navzdory moderní technice nadále záviset především na metabolické činnosti mikroorganismů. Aby však bylo možné zvládnout likvidaci neustále se rozšiřujícího spektra komplikovaných látek a sloučenin, musí být uplatněny nové netradiční postupy, které využívají výsledků současných vědeckých poznatků. V tomto směru jsou některými autory vkládány značné naděje do moderních biotechnologií a především do otvírajících se perspektiv genových manipulací mikroorganismů za účelem zintenzivnění a rozšíření jejich biosyntetické a biodegradční aktivity. Předpokládá se, že i při čištění odpadních vod bude možno aplikovat postupy biotechnologií s využitím komplexu mikroorganismů k mineralizaci co nejširší škály organických látek a destrukci dalších rezistentních produktů moderního, zejména chemického průmyslu.

Tak např. BÜHNKE (2) soudí, že při racionální kombinaci známých a ověřených modifikací biologického čištění se striktně oddělenými biocenózami lze v porovnání s konvenčními technologiemi docílit:

- a) zlepšení účinnosti čištění a zejména větší stability procesu
- b) snížení specifické potřeby objemů čistírenských objektů
- c) vyrovnání a eliminace kyselých a toxických nárazů přítoku odp. vod
- d) snížení potřeby energie.

Proto namísto konvenčních jednostupňových (nebo i dvoustupňových) aktivačních biotechnologií čištění doporučuje - především pro čistírny s vyšším podílem průmyslových odp. vod nebo s podílem "problematických" odp. vod s komplikovanou strukturou

a s nízkou biodegradabilitou - navrhovat biologický systém čištění ve formě tzv. adsorpčně-aktivačního procesu (A-B Verfahren). Jedná se o funkčně i ekonomicky velmi efektivní kombinaci dvou dlouhodobě ověřených modifikací biologického čištění odp. vod aktivací ve formě dvoustupňového seriového uspořádání, s velmi vysoce zatíženou aktivací 1. stupně (tzv. adsorpční A-stupeň) a následnou víceméně konvenční nízkozatěžovanou aktivací 2. stupně (B-stupeň).

Od konvenčních dvoustupňových aktivačních systémů se A-B technologie odlišuje:

- velmi vysokým zatížením 1. stupně
- striktním oddělením recirkulace kalu (tj. vyloučením dosud obvyklého vracení přebytečného kalu z 2. do 1. stupně aktivace) za účelem vytvoření podmínek pro vznik a udržení ryze bakteriální biocenózy v prvním A-stupni.

K nejpozoruhodnějším a nejcennějším poznatkům těchto výzkumů však patří, že bakteriální biocenóza A-stupně - tedy velmi vysoce zatíženého 1. stupně - vykazuje oproti nízkozatíženému 2. stupni téměř o 100 % vyšší fyziologickou aktivitu vůči těžko i lehce odbouratelným polymérním organickým sloučeninám. Dochází tak mj. k posunu poměru CHSK/BSK v tom smyslu, že se výrazněji snižuje hodnota CHSK. BÖHNKE (3) a WOLF (5) to vysvětlují tak, že tento posun znamená buď vyšší redukci CHSK než BSK nebo navázání a přeměnu těžko odbouratelných látek (CHSK) do biologicky snadněji odbouratelné formy (BSK).

Významnou provozně-technologickou předností A-B procesu je také poznatek, že vysoce zatíženým A-stupněm se prakticky zcela eliminuje nebezpečí tzv. "bytnění kalu", tj. vzniku vláknitého kalu se sklonem ke vzplývání a se špatnými, resp. velmi špatnými sedimentačními vlastnostmi a vysokými kalovými indexy. To je velmi důležité zejména u čistíren odp. vod s vyšším podílem odpadních vod glycidického charakteru z potravinářského, farmaceutického, papírenského, příp. chemického průmyslu.

Z uvedeného vyplývá, že vysoce zatížený A-stupeň může případně nahradit technologickou modifikací tzv. selektoru (úspěšně používaného jakožto preventivního opatření proti bytnění kalu), a to včetně oddělené regenerace kalu. A-B technologie má navíc výraznou přednost v tom, že A-stupeň zahrnuje vlastní separační zařízení, tzv. meziusazovací nádrž. Tak je zajištěna formou energeticky nenáročného odtahu kalu ze systému eliminace cca 50 % znečištění - včetně převážné části metabolitů procesů čištění v A-stupni. Tímto znečištěním pak není následně zatěžován B-stupeň čištění a docílí se úspor investičních nákladů (menší objem aktivace) i úspor energie na dodávku kyslíku (menší potřeba O_2).

V prvním biologickém A-stupni vyrostlé společenství bakterií vykazuje podle Böhnka (2) následující vlastnosti:

1. Široký biochemický potenciál, umožněný specifickým bakteriím na substrát specializací jednotlivých druhů.
2. Velká variabilita bakteriální biocenózy na proměnné i extrémní vlivy při nárazových zatíženích.
3. Vysoká selekční a mutační schopnost při dlouhotrvajících zatíženích, která vedou k vypěstování adaptabilních a mutabilních kmenů bakterií.
4. Indukování mutací chemickými a fyzikálními vlivy, čímž může být mutační frekvence zvýšena o faktor 10^3 až 10^4 .
5. Účinný mechanismus "přežití", daný krátkými generačními časy a vysokou přizpůsobovací schopností.

V poslední době se stále častěji poukazuje na nevhodné odstraňování vysoce aktivního bakteriálního kalu, obsaženého v odpadních vodách přitékajících do čistírny, kde je primární sedimentací v usazovacích nádržích a následným odčerpáním ve formě kalu do vyhnívacích nádrží tento cenný biogenetický materiál "zničen". Naopak se doporučuje vytvoření optimálních podmínek pro tento v přitékající odp. vodě obsažený bakteriální kal, aby se importovaný biogenetický materiál mohl plně rozvíjet.

V těchto intencích je také koncipován A-B systém, který zpravidla zcela vynechává konvenční primární sedimentaci na začátku technol. linky čištění. Pouze v případě zvýšeného podílu hrubých nečistot a tuků v přítékající odpadní vodě se doporučuje použití krátkodobé sedimentace - tzv. "hrubého odkalení" - motivovaného zejména provozními důvody (ochrana strojního zařízení atd.).

Na odvodňované území + kanalizační systém + čistírnu odp. vod je vždy nutno pohlížet jako na jeden organický celek. Vlastní kanalizační síť zde představuje první biologický předstupeň, ve kterém nacházejí vynikající životní prostor volně plovoucí i sесilní bakterie. Aby se tedy dosáhlo maximální výkonnosti a současně i stabilního průběhu procesů, je nutné upustit od primární sedimentace, která negativně ovlivňuje z hlediska biotechnologického činnost mikroorganismů.

Závěr

Jak bylo konstatováno již v úvodu, produkují moderní průmysl a civilizace značné množství stále komplikovanějších substrátů a sloučenin, které se ve velké míře dostávají do odpadních vod a ovlivňují jejich složení a čistitelnost.

Je zjevné a logické, že pro uspokojivé a ekologicky přijatelné vyčištění odpadních vod už nebude v současnosti (atím méně ve výhledu) postačovat konzervativní aplikace dosavadních metod čištění, byť se v dřívějších dobách dobře osvědčily. Lze zcela reálně předpokládat, že konvenční - většinou jednostupňové technologie biologického čištění - nezajistí eliminaci nebo přeměnu komplikovaných látek s nízkou biodegradabilitou do té míry, aby po zaústění vyčištěné odpadní vody do vodoteče (recipientu) nedocházelo k inhibování, příp. k intoxikaci přirozené biocenózy nebo k postupnému kumulování rezistentních resp. škodlivých látek v povrchových vodách.

Dvoustupňová adsorpčně-aktivační biotechnologie čištění odpadních vod, vzniklá racionální kombinací dlouhodobě ověřeného částečného biol. čištění vysokozatíženým aktivačním systémem s následným úplným biol. čištěním nízkozatíženým aktivačním systémem (se striktně oddělenými biocenózami obou stupňů) je schopna zajistit současné i výhledové vysoké nároky na účinnost čištění. Tuto netradiční biotechnologii lze výhodně aplikovat především pro čistírny odp. vod s napojením průmyslu.

Literatura:

- (1) DAUBNER, I. : Využitie mikrobiálnej genetiky pri čištění odpadových vod; Životné prostredie '85, č.6, str. 298-304; Slovenská akad. ved, Bratislava 1985.
- (2) BÖHNKE, B. : Verbesserung der konventionellen einstufigen biologischen Anlagen durch Vorschaltung einer höchstbelasteten Belebungsstufe; Abwassertechnik 3/1985, S. 4-7.
- (3) BÖHNKE, B. : Veränderung des BSK₅/CSB-Verhältnisses bei der Abwasserreinigung; "Kurz bericht" für 12. Essener-Tagung vom 28.-30. 3. 1979.
- (4) SCHÜRMANN, B.: Biocoenosen von Belebungsanlagen unterschiedlicher Schlammbelastung; Gewässerschutz. Wasser, Abwasser 70/1984, s. 365-371.
- (5) WOLF, P. : Ergebnisse von Versuchen zur Umstellung einer Vorbelüftung zur Adsorptionsstufe der Kläranlage Buchloe; Gewässerschutz. Wasser. Abwasser 70/1984, s. 161-172.

zásobování vodou



Volba vhodných polymerů při úpravě vody

ing. J. Vostrčil, CSc., VÚV, pobočka Brno

V současné době nebyla zatím stanovena pravidla, podle kterých lze předem přesně stanovit nejvhodnější organický flokulant. Účinnost polymerů v různých aplikacích úpravy vody závisí nejen na vlastnostech polymerů a charakteru suspenze, ale i na rychlostním gradientu, době jeho působení a dalších faktorech. Na základě stávajících dlouholetých zkušeností můžeme předběžně volit vhodné organické flokulanty s ohledem na jejich základní vlastnosti, tj. molekulární hmotnost, náboj a nábojovou hustotu, počet a disociační schopnost funkčních skupin. Podle molekulární hmotnosti se organické flokulanty obvykle člení na nízkomolekulární $10^4 - 10^5$, středněmolekulární $10^5 - 10^6$, vysokomolekulární $1 - 5 \cdot 10^6$, velmi vysokomolekulární $> 5 \cdot 10^6$.

Dávkování organických polymerů na počátku procesu (před prvý separační stupeň)

Jako organické koagulanty se používají kationaktivní nízko- až středně - molekulární polyelektrolyty s vysokou nábojovou hustotou. Středně - molekulární polymery se aplikují hlavně při důrazu na rychlost flokulace a při vysokém obsahu solí ve vodě. Kationtové polymery jsou schopné neutralizovat záporný náboj koloidů a přispívat k destabilizaci koloidních částic. Jejich nábojová hustota je proto důležitější než molekulární hmotnost. Hodnota pH suspenze může ovlivnit náboj separovaných částic a v některých případech i náboj polymerů.

Jako primární koagulanty se z komerčních produktů nejčastěji používají kationtové polyelektrolyty na bázi polydialkyl-dimethylamonium chloridu a epichlorhydrinu s dimethylaminem (Epi/DMA). Jsou většinou struktury lineární, příp. málo větvené, náboj nekolísá, příp. nepatrně kolísá s hodnotou pH. Epi/DMA se velmi často používá ke koagulaci silně zabarvených vod. Méně často se jako primární koagulanty doporučují větvené polymery - polyaminy, příp. kvart. polyaminy. Polyaminy mají náboj závislý na hodnotě pH a jsou citlivé na chlor (předchlorace). U kationtových aminů je kladný náboj v podstatě nezávislý na hodnotě pH a tyto organické flokulanty jsou odolné vůči chlóru.

Kationtové polyelektrolyty mohou částečně nebo úplně nahradit hydrolýzující kovové soli. Kationtové polyelektrolyty používané s anorganickým koagulantem působí snížení záporného náboje na povrchu koloidů.

Aplikace kationtových polyelektrolytů je vhodná při dvoustupňové úpravě vody s vyšším obsahem zákalotvorných nebo barvotvorných látek nebo obojí, dále při odstraňování mikroorganismů apod. Výhodou aplikace je skutečnost, že polymer málo mění objemovou koncentraci separovaných suspenzí. Nízký zákal v surové vodě omezuje u dvoustupňové úpravy vody použití kationtových polymerů jako primárních koagulantů. V tomto případě je lépe upravovat vody přímou filtrací nebo zvýšit obsah suspenzí přidávkem koloidních částic. V obou případech, u vod s vysokým i nízkým zákal, jsou kationtové polyelektrolyty vhodné v případě, probíhá-li flokulace při G vyšším než 400 s^{-1} . Jako primární koagulanty je nejlépe používat takové kationtové polymery, které jsou schopné současně vysrážet rozpustné barvotvorné látky.

Vzájemné působení organických polymerů a koloidních částic ve vodě může být zcela specifické a mohou přicházet v úvahu i jiné mechanismy působení než neutralizace náboje nebo mostění. Některé kationtové polyelektrolyty s vysokou nábojovou

hustotou vylučují barvotvorné látky za tvorby komplexu koloidní barevné látky - polyelektrolyt působí nejprve jako činidlo srážející barevné látky a teprve až jsou kompletně vysráženy barevné složky, působí jako koagulant.

Kationtové polyelektrolyty napomáhají koagulaci anorganickými koagulanty za přítomnosti rušivých látek, (např. ligninsulfonanu sodného), zlepšují odstranění nebo omezují vzniky některých dalších nečistot vody jako alkylbenzensulfonanu sodného, trihalogenmetanů apod.

Organické flokulanty s jistým obsahem karboxylových skupin mohou působit selektivně, srážet těžké kovy, vytvářejíce tak jádra pro další agregaci.

Ke zlepšení sedimentace, příp. separace v reaktoru s vločkovým mrakem, suspenzí, vylučujících se při úpravě vody dekarbonizací nebo při odželezování a odmanganování vody se nejčastěji volí vysoko-, příp. velmi vysoko- molekulární organické flokulanty neiontové, příp. slabě aniontové. K flokulaci sraženin, vylučovaných při dekarbonizaci vody, jsou vhodné aniontové flokulanty. Vysoká molekulární hmotnost těchto polymerů jim poskytuje dostatečnou délku řetězce k roztažení do roztoku na vzdálenosti větší než je tloušťka elektrické dvojvrstvy a umožňuje jim spojit se s povrchem částic.

Aniontové, příp. neiontové organické flokulanty se samostatně k flokulaci povrchových vod používají jen v ojedinělých případech, např. s nadměrně vysokým obsahem hlíny, písku atp. Flokulace aniontovými polymery je specifická a ovlivněna hodnotou pH, koncentrací Ca^{2+} , molekulární hmotností, iontovou silou roztoku, stupněm hydrolýzy flokulantu. U kopolymeru akrylamid akrylová kyselina je většina skupin akrylové kyseliny při hodnotě pH nad 6 ve formě aniontového akrylátu a pod hodnotou pH asi 3,5 většina je ve formě nedisociované kyseliny. Vysoký obsah soli ve vodě stlačením elektrické dvojvrstvy částic podporuje adsorpci polymeru a současně však může snižovat roztažení polymerní molekuly.

Jako pomocná agregační činidla ke zlepšení separačních vlastností vloček se používají vysokomolekulární organické polymery (molekulární hmotnost $> 10^6$) nižší nábojové hustoty než mají polymery používané jako destabilizační činidla. Při téže molekulové hmotnosti jsou lineární polymery účinnější než větvené. Nábojová hustota organického flokulantu je méně důležitá, ale v některých případech můžeme identifikovat typ polymeru (aniontové či kationtové) nejlépe vhodný pro danou aplikaci. Při čištění vody anorganickými koagulanty se volí nejčastěji jako pomocná agregační činidla vysokomolekulární, slabě aniontové polymery ($\sim 5 \text{ mol } \% - \text{COOH}$), příp. neiontové. Aniontovým flokulantům se dává přednost při čištění vody s jílovitou zemínou, nebo v případě, kdy v prvním stupni úpravy se dává aktivní uhlí. Vliv pomocných agregačních činidel na zeta - potenciál částic je minimální; agregace částic nastává hlavně mostěním.

Nejobvyklejší typy v této aplikaci jsou deriváty polyakrylamidu (homo - nebo kopolymery), které rychle flokulují, ale čírost odsazené vody není vždy uspokojivá. Všeobecné pravidlo bývá, čím vyšší molekulární hmotnost, tím produkt působí lépe. Ovšem toto zlepšení musí vyrovnat problémy, vytvářené větší viskozitou roztoků vysokomolekulárního polymeru. U silně zabarvené surové vody jsou většinou vhodnější vysokomolekulární kationtové deriváty polyakrylamidu než aniontové produkty.

Je-li organický flokulant používán v prvním stupni úpravy vody jako pomocné agregační činidlo, není vždy nutné dávkovat dodatečně před filtr jakýkoliv organický flokulant jako pomocné filtrační činidlo. Dávkování organického flokulantu v prvním stupni úpravy se projevuje ve všech stadiích úpravy vody; má vliv i na účinnost filtru. Použití organických flokulantů na počátku procesu úpravy vody jako pomocného agregačního činidla se doporučuje tam, kde snížení koncentrace suspendovaných látek v přítoku na filtr postačí ke zlepšení procesu úpravy v nepříznivých obdobích roku nebo k požadovanému zvýšení výkonu bez rozšíření úpravy.

Aplikace organického flokulantu před filtry

Úlohou organického flokulantu při aplikaci před filtrací je agregace unikajících koloidních částic a mikrovloček z prvního stupně separace. Polymer je též přidáván za účelem zvýšení pevnosti vločky. Jako pomocné filtrační činidlo jsou obvykle aplikovány vysokomolekulární ($> 10^6$) neiontové nebo slabě aniontové polymery.

V některých případech se mohou jako pomocná filtrační činidla též dávkovat kationtové polyelektrolyty. Tyto dovolují hlubší pronikání vloček do filtrační náplně než aniontové nebo neiontové polymery, které naopak poskytují větší ochranu proti průniku suspenze.

Jestliže se v prvním stupni dávkuje aktivní uhlí k odstranění zápachu vody, zabraňuje pronikání aktivního uhlí následujícími pískovými filtry přidávek kationtového organického flokulantu. V případě, kdy se voda v prvním stupni upravuje pouze vápnem, musí se na filtr dávkovat společně se slabě aniontovým flokulantem 1 - 2 mg.l⁻¹ síranu hlinitého. Polymer sám nezabrání předčasnému průniku vloček z dekarbonizace. Příznivý vliv organických flokulantů se nejlépe uplatní, jestliže se náplň písku nahradí náplní antracit - písek. Polymery, hlavně neiontové, snižují průnik suspenze u všech náplní s velikostí do 1,55 mm.

Dávkování organického flokulantu před filtry se obvykle používá tam, kde je nutné v období roku se zhoršenou kvalitou vody surově zlepšit kvalitu upravené vody a zvýšit dobu ochranného účinku filtrační vrstvy; v případě nutnosti zvýšit výkon úpravny (při malém kolísání koncentrace suspendovaných látek v přítoku na filtr) v úpravárnách, které používají filtry s průtokem zdola nahoru.

Organické flokulanty se při tzv. přímé filtraci aplikují buď společně s anorganickými koagulanty nebo samostatně. Výhodnější jsou kationtové polyelektrolyty, v ojedinělých případech

aniontové, příp. neiontové flokulanty. Aniontové, příp. neiontové organické flokulanty se používají hlavně jako pomocná filtrační činidla při současném použití anorganických koagulantů. Principiální vliv polymerů v přímé filtraci je prodloužení délky filtračního cyklu. Za současné úpravy vody anorganickým koagulantem a kationtovým polyelektrolytem lze zpravidla snížit dávku anorganického koagulantu. Efektivní náhrada kationtového polyelektrolytu za síran hlinitý je 10 : 1. Kationtový polyelektrolyt působí větší adhezi vloček k filtrační náplni. Kationtové flokulanty dovolují větší výkyvy ve filtrační rychlosti bez zhoršení kvality filtrátu.

Kationtový organický flokulant může při přímé filtraci zcela nahradit anorganické koagulanty, převážně síran hlinitý. V tomto případě působí jako destabilizační činidlo (primární koagulant). Výběr kationtových flokulantů pro přímou filtraci jako primárních koagulantů je omezen na polymery s molekulární hmotností $10^4 - 2 \cdot 10^5$. Kationtové polymery s molekulární hmotností $< 10^4$ odstraňují zákalotvorné látky z vody nedostatečně (vyvolávají nízkou ztrátovou výšku). Kationtové polymery s molekulární hmotností $> 10^6$ způsobují vysokou ztrátovou výšku, ale zato výtečné odstranění koloidní suspenze.

Účinnost polymeru v přímé (i agregační) filtraci je ovlivněna intenzitou míchání v závislosti na molekulární hmotnosti. Flokulanty s molekulární hmotností $> 10^5$ působí nejlépe, jestliže flokulace proběhla při $G \ 600 - 1000 \text{ s}^{-1}$; polymery s molekulární hmotností $10^4 - 5 \cdot 10^4$ při $G \sim 300 \text{ l}^{-1}$. Obecně optimální G flokulace pro většinu polymerů leží v oblasti 300 - 600 s⁻¹. Následná flokulace vždy zlepšuje účinnost polymeru, s výjimkou polymerů s velmi nízkou molekulární hmotností ($< 10^4 - 10^5$).

Vločky, produkované při čiření vody samotnými kationtovými flokulanty, jsou dobře filtrovatelné, nezkracují filtrační cyklus a jejich filtrační vlastnosti se mohou v četných případech ještě zlepšit přidávkem neiontových, příp. aniontových or-

ganických flokulantů jako pomocných filtračních činidel. Destabilizace koloidních částic v povrchových vodách nenastává v případě, když kationtový organický flokulant je použit jako primární koagulant při běžně používané hodnotě G flokulace. Stupeň odstranění rozpustných organických, příp. barvotvorných látek z vody závisí na typu kationtového flokulantu a jeho dávkě.

Příznivý vliv organických flokulantů se zřetelněji projeví při filtraci vícevrstevnými filtry, a to jak vzhledem ke ztrátě tlaku, tak také k hodnotám sledovaných kritérií. Velmi účinné a ekonomické je použití organických flokulantů ze současné přestavby filtrační náplně.

Pro běžně používané podmínky koagulační filtrace ($v \sim 10 \text{ m h}^{-1}$; zrnitost $\sim 0,6 \text{ mm}$) je lépe používat jako koagulantů soli hlinitých, avšak u pískových rychlofiltrů s hrubší náplní (zrnitost $\sim 1,20 \text{ mm}$) a vyšší rychlostí je výhodnější použití kationtových polyelektrolytů.

Pokud se upravuje surová voda s nízkým zákaelem přímou filtrací, můžeme opět zkrátit dobu zapracování filtru aktivací povrchu náplně filtru kationtovým polymerem ke konci praní filtru.

Agregační filtrace je z hlediska organických flokulantů i procesu úpravy podobná přímé filtraci v tom, že všechny suspendované látky vstupující na úpravnu se odstraňují pouze filtrem. Ekvivalentní náhrada anorganického koagulantu kationtovým polymerem poskytuje delší filtrační cykly. Agregace se liší od přímé filtrace mechanismem koagulace. U přímé filtrace se koagulace dosahuje mechanickou flokulací, kdežto u agregace probíhá koagulace uvnitř filtrační náplně jako výsledek kontaktu částic koagulantu a částic znečištění. Agregace je velmi prospěšná při úpravě vody s nízkým zákaelem. Jako u přímé filtrace jsou vhodné nízké ($10^4 - 10^5$) až středně ($10^5 - 10^6$) molekulární kationtové polyelektrolyty.

Kationtové organické flokulanty se rovněž používají ke zlepšení separační účinnosti naplavovaných hmot při použití nejhrubšího zrnění naplavovaných hmot. Současně se zlepší i odstranění koloidních částic. Zlepšení je působeno:

- změnou náboje pouze suspendovaných látek surové vody kationtovým polymerem. Ten se přidává do surové vody dostatečně daleko před filtračním zařízením, aby byla k dispozici dostatečná doba ku změně charakteru suspendovaných látek,
- chemickou předúpravou naplavovaných hmot kationtovými polymery, aby se zlepšila jejich schopnost zachycování suspenzí změnou náboje povrchu částic naplavených hmot; předúprava se provádí buď jen u základní vrstvy nebo jen u naplavovaných hmot, příp. u obou.

Běžnější je druhý způsob, tj. změna záporného náboje na povrchu částic naplavovaných hmot na kladný náboj obalením elektropozitivní substancí (většina částic vyskytujících se v přírodních vodách má záporný náboj), čímž se zlepší adsorpce těchto částic naplavovanými hmotami. Oblast použití naplavované filtrace se tak rozšiřuje i na vody s vyšším zákaelem než 30 ZF.

U dvoustupňové úpravy vody, kdy se rychlofiltrace používá k dočišťování předem zkoagulovaných vod, lze použít ke zlepšení adsorpčních vlastností filtrační náplně na počátku filtračního cyklu aniontových, příp. neiontových organických polymerů. Z organických flokulantů se mohou použít např. kopolymery kyseliny akrylové (např. výrobek Sokrat). Aktivace filtrační náplně rychlofiltru se v praxi provádí tak, že na konci praní filtru se do prací vody přidá vhodný organický flokulant v odpovídající dávce. Dávka musí být přesně stanovena, aby organické flokulanty nezpůsobily agregaci jemných částic filtračního materiálu. Takto provedená předúprava vody, příp. organický flokulant přidávaný pouze na počátku filtračního cyklu zlepšuje adhezi před zapracováním filtru, přispívá ku zkrácení doby zrání filtrů, snižuje zbytkový obsah anorganického koagulantu ve filtrátu a prodlužuje filtrační cyklus až o 25 %.

Použití organických polymerů v obou separačních stupních

V úpravnách, u nichž během roku silně kolísá jak kvalita, tak teplota surové vody, lze změnou místa dávkování organického flokulantu dosáhnout po celý rok požadované kvality upravené vody. Např. v období srážek se flokulant dává před usazovací nádrž, v období nízkých teplot a nízkého zákalu se může flokulant přidávat před filtry.

Jako sekundární dávkování se označuje dodatečný přírůstek flokulačního činidla před filtry, při současném dávkování organického flokulantu v prvním stupni úpravy v optimálním množství. Zpravidla se přidává v malém množství stejné flokulační činidlo jako v prvním stupni úpravy. Sekundární dávkování organického flokulantu poskytuje jednoduchou možnost k prodloužení doby filtrace, k dosažení vysokých filtračních rychlostí. U povrchových vod s vysokým obsahem huminových látek lze použití sekundárního dávkování organického flokulantu za současné ozonizace vody.



BUDE NUTNÉ PŘESTĚHOVAT PEKING ?

Čínská metropole trpí nedostatkem vody

Peking má tak vážný nedostatek vody, že možná bude nutné čínské hlavní město přestěhovat. Řekl to náměstek předsedy vlády Wan Li v interview listu China Daily.

Oblast hlavního města trpí již sedm let suchem a v důsledku toho lidé žijící v Pekingu mají k dispozici jen šestinu vody, která připadá průměrně na každého obyvatele v celé zemi. Na leto již bylo oznámeno omezení dodávky vody pro průmysl a očekává se omezení i pro domácnosti.

Vláda investovala velkou částku do výstavby nové vodárny, která by mohla zvýšit dodávku vody do hlavního města do roku 1991 o 74 procent, avšak problémem je úbytek spodní vody, takže ani osm dosavadních vodáren nepracuje naplno.

Peking je hlavním městem Číny po většinu z posledních tisíc let. V dnešní době prochází velkou přestavbou a modernizací. Objevil se názor, že by tyto investice zachránily pokuty. Za každý zjištěný kapající kohoutek se bude platit v přepočtu 16 dolarů.



souborné informace

Využití automatizace při čerpacích zkouškách u hydrogeologického průzkumu

ing. A. Uhrin, Vodní zdroje Praha

V podniku Vodní zdroje již delší dobu řešíme problematiku využití automatizace čerpacích zkoušek. Úkol si stanovil následující cíle:

- podstatné zvýšení kvality prováděných prací při čerpacích zkouškách omezením vlivu nespolehlivého lidského činitele při práci;
- zvýšení bezpečnosti práce podstatným omezením pochůzek v terénu v noci a v nepříznivých povětrnostních podmínkách;
- zvýšení produktivity práce tím, že se dobrým technickým vybavením umožní jedné osádce odčerpat více objektů nebo tím, že úplná automatizace provozu omezí činnost osádky pouze na dohled nad provozem;
- omezení přesčasové práce při nepřetržitém provozu.

Uvedených cílů lze dosáhnout v podstatě dvěma technickými prostředky, jejichž vývoj byl ukončen úspěšným provozním ověřením.

První stupeň automatizace tvoří "Universální panel pro čerpací zkoušky" (dále jen UP-ČZ). Toto zařízení umožňuje měření a řízení až na čtyřech jímáných objektech současně. Hladina se měří 1 m dlouhým odporovým elektrodovým snímačem s rozlišovací schopností 2 cm. V případě potřeby lze průběh hladiny registrovat na liniových nebo bodových zapisovačích. K měření jímáného

množství slouží vodoměry, které jsou vybaveny snímacími hlavici-
cemi pro dálkový přenos. V UP-ČZ se průtok registruje počítad-
ly. K řízení stavu hladiny (požadované deprese) nebo požadova-
ného průtoku se používá servoventilů, které jsou ovládány z UP-
-ČZ. Překročí-li hladina nastavené meze, zapůsobí tzv. hlídač
mezních hodnot a upozorní obsluhu optickým i akustickým sig-
nálem na nutnost zásahu. Signalizován je rovněž výpadek el. sí-
tě, při kterém se požaduje mimořádný zásah obsluhy. Jednoduše
by se dalo říci, že toto zařízení umožňuje dispečerské řízení
a dálkové měření. Sledování objektu (přepínání) je automatické
s možností volby intervalu cyklovače nebo i tzv. individuální
korespondence, kterou si volí obsluha podle vlastní potřeby.
Zařízení je provedeno v konstrukční soustavě Almes, takže se
elektronické bloky opravují výměnným způsobem (výsuvné bloky).
Panel se umísťuje do obytného prostoru maringotky.

Druhý stupeň automatizace tvoří "Automatická čerpací sta-
nice" (dále jen AČS). Toto zařízení je konstruováno tak, aby
přítomnost obsluhy nebyla nutná trvale, ale pouze na jednu den-
ní kontrolu v rozsahu cca jedné hodiny. Jedná se o provoz na
jednom objektu; AČS nahrazuje osádku při individuální čerpací
zkoušce. Tomu musí odpovídat i technické vybavení pro plně au-
tomatické řízení provozu a registraci všech údajů (hladina,
průtok, teplota). AČS je vybavena automatickým regulátorem zá-
kladního parametru (hladina nebo průtok) i centrálním řídícím
panelem, který umožňuje automatické nastavení základního para-
metru na požadovanou depresi přiměřenou volitelnou rychlostí.
Zařízení je vybaveno obvody imunními proti krátkodobým poru-
chám a navíc i bezpečnostními obvody pro ochranu čerpadla i
dalšího zařízení. Je umístěno v mobilní uzavřené buňce, do níž
jsou zavedeny pouze kabelové přívody a vývody. Celé pracoviště
je oploceno a zabezpečeno pro úplný autonomní provoz. Zařízení
se již téměř dva roky plně využívá v provozu na čerpacích
zkouškách. S postupem rozvoje dostupné techniky se průběžně
modernizuje a doplňuje.

V porovnání s předchozím zařízením (UP-ČZ) se jedná o ná-
ročnější a složitější prvek. Úspěch práce takovýchto technic-
kých zařízení předpokládá bezpodmínečné zabezpečení kvalitního
servisu osobami s nesrovnatelně vyšší kvalifikací, než jaká
byla požadována na elektrotechnikovi u klasické čerpací zkouš-
ky. Je to tedy stejný problém, jako všude tam, kde se zavádí
progresivní technika. Ekonomický efekt tuto novou investici pl-
ně zaplatí a ve velmi krátké době zabezpečí značné přínosy.

Ing. Jiří Kulhavý - 65 let

Nebývá běžné, že ve vodohospodářském časopisu vzpomínáme
životní výročí elektrikáře. Učiňme však výjimku v případě ing.
Jiřího Kulhavého, hlavního specialisty Hydroprojektu pro obor
silnoproudé elektrotechniky, který se v plné svěžesti dožívá 65
let.

Jen telegraficky z jeho života: datem narození patří do
pověstného jednadvacátého ročníku, maturoval na reálce v r. 1939,
za války absolvoval dvouletý abiturientský kurs, v r. 1947 pro-
moval na ČVUT na fakultě strojního a elektrotechnického inže-
nýrství. Po krátkém zaměstnání ve Škodovce, v bývalých Elektro-
technických závodech a v Energoprojektu se stal v r. 1953 čle-
nem pracovního kolektivu Hydroprojektu, kde pracuje dosud. Pro-
blematice vodního hospodářství věnoval více než 30 let svého
technického života. Není třeba uvádět názvy důležitých projek-
tů, které zpracoval jako vedoucí projektant jak pro naše, tak
i pro exportní akce. Nejdůležitějším úsekem jeho práce byla vý-
chova mladých pracovníků, ke kterým měl vždy zcela mimořádný
laskavý přístup a zejména kontrola technické kvality projektů
v elektroprofesi, především výkladem a dodržováním předpisů a
norem, v jejichž znalosti má těžko konkurenci.

Ing. Kulhavému přejeme zdraví do dalších let a vodnímu
hospodářství přejeme další spolupráci našeho jubilanta.

Ing. Jaroslav Veverka

VTEI

Ročník 28

Vydává VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ V PRAZE

z pověření ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR

Určeno pracovníkům, zabývajícím se problematikou vodního hospodářství, podnikovým vodohospodářům, pracovníkům národních výborů, vodohospodářských podniků a organizací, zlepšovatelům a novátorům.

Dohlédací pošta Praha 07,
snížený poštovní poplatek povolen Ředitelstvím pošt Praha,
j. zn. P/1-6561/73 ze dne 9. 11. 1973

Evidenční číslo ÚVTEI - 73275

Vychází měsíčně

Redakční
rada:

ing. J. Beneš /předseda/, dr. H. Daňková, ing. T. Elék,
ing. M. Chrtek, J. Januška, dr. ing. J. Kurka, ing. A.
Ladecský, dr. Z. Mařík, ing. B. Müller, ing. A. Nejedlý, CSo.,
doc. ing. P. Pitter, CSo., ing. J. Podzimek, ing. J. Růžička,
dr. A. Sladká, CSo., ing. V. Sotorník, CSo., ing. T. Švare,
ing. V. Svejkský, ing. D. Veselý, CSo., dr. O. Vlček, ing.
E. Zamazalová, ing. J. Zolman.

Redaktor: dr. D. Kubálek

Redakce: Výzkumný ústav vodohospodářský,
Podbabská 30
160 62 Praha 6

tel. 32 90 41-9

Číslo 9

Cena 3,50 Kčs

