



VTEI

4

1986

VODOHOSPODÁŘSKÉ
TECHNICKO - EKONOMICKÉ
INFORMACE

O B S A H

Rámcová dohoda o vědeckotechnické spolupráci ve vodním hospodářství do roku 1990 (J.Beneš)	125
K padesátým narozeninám ing. V.Matouška (V.Sotorník)	127

VODNÍ TOKY A NÁDRŽE

Malé vodní elektrárny v povodí Vltavy - II (J.Podzimek - P.Forman)	129
Monitoring Zlatá Koruna (A.Nejedlý - J.Sezemský - J. Šauer)	139

ODPADNÍ VODY

Separační vlastnosti aktivačních směsí (Z.Koníček) ..	144
---	-----

ZÁSOBOVÁNÍ VODOU

Koagulanty na bázi polymerizovaného hliníku (J.Vostrčil (J.Vostrčil)	149
--	-----

SOUBORNÉ INFORMACE

Automatizované spojení ve vodním hospodářství (V.Blažek (V.Blažek)	159
Soustrojí na výrobu elektrické a tepelné energie z bioplynu (V.Sloup)	161

Na 3. straně obálky kresba P.Šourka

RÁMCOVÁ DOHODA O VĚDECKOTECHNICKÉ SPOLUPRÁCI VE VODNÍM HOSPODÁŘSTVÍ DO ROKU 1990

ing. J. Beneš, MLVH ČSR

Začátkem tohoto roku vstoupila v platnost rámcová dohoda o vědeckotechnické spolupráci v oblasti vodního hospodářství na období do r. 1990, podepsaná 6 členskými státy RVHP. Příprava přechodu na smluvní spolupráci probíhala přitom po řadu let a vycházela z usnesení Rady a Výkonného výboru RVHP, zaměřených na prohloubení vědeckotechnické spolupráce. Významným podnětem pro uzavření rámcové dohody byly zejména závěry z usnesení Ekonomické porady členských států RVHP na nejvyšší úrovni v r. 1983.

Vzhledem k nedořešení některých ekonomických problémů spolupráce je rámcová dohoda koncipována v obecné rovině s tím, že detailní podmínky spolupráce budou formulovány v dohodách nebo smlouvách o konkrétních úkolech.

Program vědeckotechnické spolupráce vychází z usnesení nejvyšších orgánů RVHP (z rozhodujících úkolů formulovaných v Komplexním programu do r. 2000 se vodního hospodářství bude týkat využití biotechnologií) a z konkrétních potřeb vodohospodářských orgánů členských států RVHP.

Program vědeckotechnické spolupráce členských států RVHP, který je přílohou rámcové dohody, obsahuje tyto úkoly:

1. Problematika zachování čistoty vod a zamezení znečišťování vodních zdrojů

- 1.1 - nové metody a technologie čištění a dočišťování odpadních vod včetně zpracování a využití kalů;
- 1.2 - nová technologická schémata opakovaného využívání a bezodpadového hospodaření s vodou, včetně způsobů využívání vyčištěných odpadních vod ve výrobních procesech a využívání hodnotných látek v průmyslových závodech;
- 1.3 - unifikované metody sledování jakosti vod a rozbor efektivnosti jejich používání;
- 1.4 - progresivní metody a vysoce efektivní metody úpravy pitné vody;
- 1.5 - systém přístrojů, metod a reprezentativnost analýz pro hodnocení jakosti přírodních i odpadních vod podle základních ukazatelů znečištění;
- 1.6 - metody ochrany povrchových a podzemních vod před znečištěním odtokem dešťových vod z areálů měst a zemědělských pozemků, nekrytých skladů surovin a materiálů, deponií kalů z čistíren odpadních vod a jiných rozptýlených zdrojů znečištění.

2. Uspokojování potřeby vody pro obyvatelstvo a národní hospodářství

- 2.1 - racionální využívání a ochrana nádrží;
- 2.2 - mikroprocesorové systémy ve vodním hospodářství;
- 2.3 - zdokonalení řízení využívání a ochrany vodních zdrojů včetně využití automatizovaných systémů řízení.

3. Plánování rozvoje a ekonomika vodního hospodářství

- 3.1 - zdokonalení ekonomických pák k ekonomizaci hospodaření s vodou a snížení množství znečištěných odpadních vod včetně zpracování a zavádění metod hodnocení ztrát národního hospodářství, vyvolaných vypouštěním znečištěných odpadních vod;

3.2 - zdokonalení metody prognózy rozvoje vodního hospodářství členských států RVHP.

4. Vypracování norem a standardů

- 4.1 - standardizace ve vodním hospodářství;
- 4.2 - vědecky podložené normy spotřeby vody a odpadních vod při respektování perspektivního rozvoje techniky a technologie výroby.

5. Další otázky spolupráce

- 5.1 - spolupráce v rámci mezinárodního odvětvového systému vědeckotechnických informací - VODOINFORM;
- 5.2 - vydávání Bulletinu vodní hospodářství.

Na zpracování jednotlivých témat se budou podílet zainteresované členské státy na bázi dohody nebo smlouvy (kontraktu) pod gescí jedné delegace. Obsah dohod - smluv bude předmětem jednání spolupracujících organizací v tomto roce. Předmětem dohod by měly být koordinované závazky jednotlivých stran na řešení problémů s formulací podmínek pro předávání a užívání výsledků řešení úkolů VTR.

V současné době jsou ve stadiu příprav dohody příp. smlouvy na jednotlivé úkoly. První návrhy by měly být k dispozici v polovině roku, definitivní návrhy do konce roku 1986.

K PADESÁTÝM NAROZENINÁM ING. VÁCLAVA MATOUŠKA

Ing. Václava Matouška, DrSc., ředitele Výzkumného ústavu vodohospodářského, zná naše odborná veřejnost především jako špičkového odborníka v problematice tepelných jevů.

Absolvent fakulty inženýrského stavitelství ČVUT pracoval po absolutoriu v roce 1959 u Báňských projektů Teplice jako projektant a později jako hlavní odborný projektant významných hydrotechnických i zdravotně vodohospodářských staveb.

Problematikou tepelných jevů se počal zabývat po roce 1967 jako vedoucí útvaru projekce na nově vzniklém podniku Povodí Ohře. Na základě experimentů na přivaděči z Ohře do Bíliny odvodil původní vztahy pro výměnu tepla mezi vodou a okolím a sestavil bilanční rovnici pro stanovení podélného teplotního profilu přivaděče. Tento výsledek svého výzkumu obhájil v roce 1972 jako kandidátskou disertační práci.

Díky svým organizačním schopnostem a úspěchům v řídicí práci se stal vedoucím útvaru technickoprovozního rozvoje a výpočetního střediska. V roce 1975 se ujal funkce technicko-provozního náměstka ředitele podniku Povodí Ohře. I v této funkci však pokračoval v experimentálním výzkumu ledového režimu na řekách Ohři a Teplé a současně spolupracoval na výstavbě vodohospodářského dispečinku Povodí Ohře a metodice jeho provozu. Za svou odbornou i politickou práci obdržel řadu vyznamenání.

V roce 1981 přešel do Výzkumného ústavu vodohospodářského, kde se plně věnoval vědecké práci - rozvinul výzkum teplotního a ledového režimu toků, jehož výsledky našly uplatnění hlavně na labské a vltavské vodní cestě. V roce 1985 obhájil doktorskou disertační práci "Matematické modelování teplotních změn a ledových procesů ve vodních tocích".

Ve výzkumné práci pokračuje i jako ředitel ústavu. Zároveň věnuje značnou pozornost výchově mladé generace vědeckých pracovníků.

Jménem redakčního kolektivu našeho časopisu i jménem celé naší odborné veřejnosti přejeme jubilantovi hodně zdraví, aby mohl ještě dlouho uplatňovat své bohaté zkušenosti ve vědecké a řídicí práci.

ing. Věkoslav Sotorník, CSc.



vodní toky a nádrže

Malé vodní elektrárny v povodí Vltavy - II.

(pokračování článku z minulého čísla)

ing. J. Podzimek - ing. P. Forman, Povodí Vltavy, Praha

2. Obnova mikrozdroje Klabava I.

Na řece Klabavě na Plzeňsku byla v roce 1941 postavena MVE, která sloužila pro potřebu továrny na uzeniny Karla Šula z Rokycan. V roce 1958 bylo na toku uvedeno do provozu VD Klabava. Jeho zemní hráz s délkou v koruně 403,6 m a výškou nad dnem nádrže 13,6 m původně sloužila pro ochranu rudných dolů před účinkem velkých vod. Koryto toku pod hrází bylo přeloženo a do původního náhonu MVE bylo zaústěno sanační potrubí Ø 800 mm s $Q_{\max} = 1,596 \text{ m}^3/\text{sec}$. Tento mikrozdroy byl v provozu do roku 1973. Jeho posledním majitelem byl Masný průmysl, od něhož elektrárnu Povodí Vltavy v roce 1985 odkoupilo. Tento mikrozdroy sestával z cihelného dvoupodlažního objektu o půdorysných rozměrech 5,1 m x 6,1 m a horního a dolního kanálu. Horní kanál ústí do rybníka o výměře $14 201 \text{ m}^2$. Ve spodní části MVE byla v betonové kašně umístěna Francisova turbína Ø 750 mm s horizontálním hřídelem fy Prokop a synové Pardubice. V horní části pak trojfázový generátor pro trvalý výkon 48 kW, rozvaděč a automatický hydraulický regulátor (viz obr. 1).

Obnova mikrozdroje zahrnovala:

- stavební úpravy objektu
- vyčištění a částečné zatrubnění odpadního kanálu v délce 70 m
- opravu turbíny
- instalaci nového elektrického rozvaděče, nového asynchronního motoru ve funkci generátoru a převodového řemenu

- vývoj a výrobu závažové poruchové automatiky s využitím části původního hydraulického regulátoru.

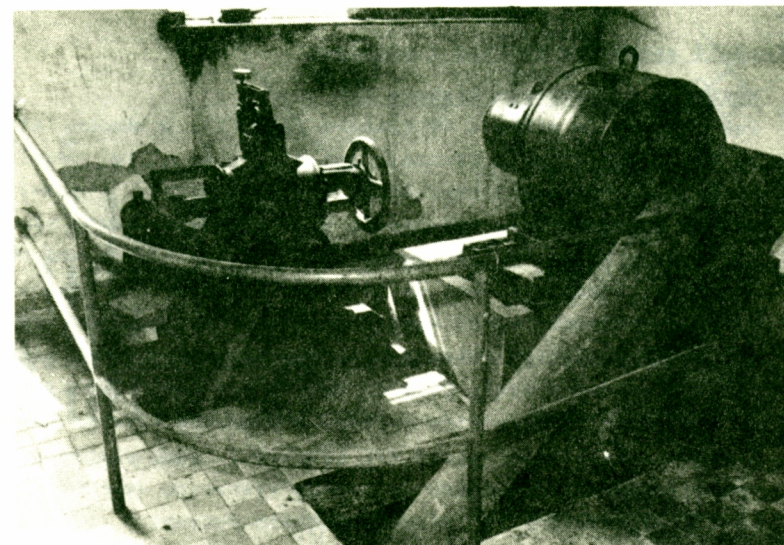
Jednalo se tedy o klasickou obnovu starého mikrozdroje s využitím původní turbíny s novou elektroinstalací a vývojovou poruchovou automatikou. Odpadní kanál byl z části veden pod těténem v tunelu s kamennou klenbou. Protože byl prosazen názor, že by mohlo po obnovení provozu MVE dojít k havárii klenby a protože opravu klenby nechtěl žádný stavební podnik zajistit, byla vypracována dvě projekční řešení. Byl vybrán poměrně drahý, avšak snadno proveditelný návrh na využití krabic typu Be-neš.

Technické charakteristiky:

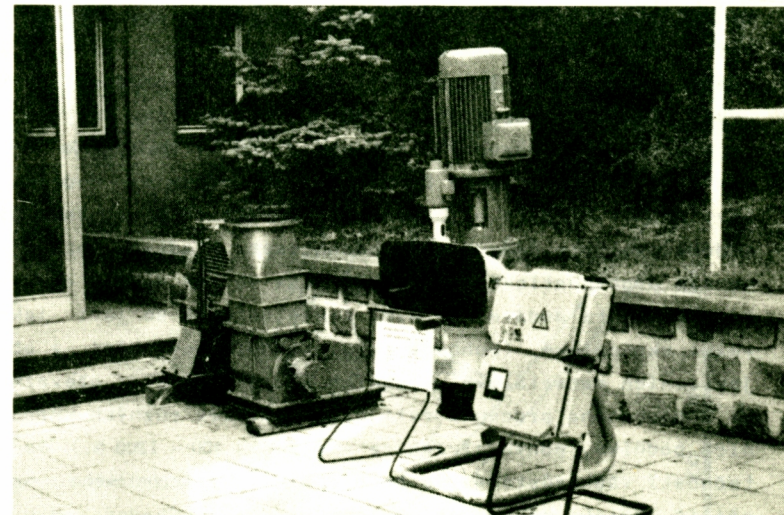
- Turbína - typ Francis s vodorovným hřídelem
průměr oběžného kola 700 mm
výkon 50,34 kW
hltnost $1,53 \text{ m}^3/\text{s}$
max. čistý spád 4,2 m
- Generátor - asynchronní motor v generátorovém chodu
typ F 250 M 04
výkon 55 kW
- Převod - plochý řemen typ Polifix - B

Na tomto příkladu lze dokumentovat výhodnost obnovy starých mikrozdrojů, neboť přesto, že obnova byla silně finančně zatížena poměrně nákladnou opravou odpadního kanálu, vychází celá akce z hlediska platných kritérií jako ekonomická.

Stavební a technologické opravy zajišťovalo Povodí Vltavy, závod Berounka, rozvaděč dodalo STS Tábor, projekt elektroinstalace HDP Brno, projekt opravy odpadního kanálu PV - projekční oddělení a ostatní technická dokumentace PV, útvar vodohospodářského a technického rozvoje. Termín obnovy mikrozdroje 1984 - 1986.



Obr. 1: Pohled do strojovny MVE Klabava I před obnovou



Obr. 3: Jediné dosud vyráběné vodní mini turbíny: Bánkiho turbína Kovopodniku Brno (vlevo) a Kaplanova turbína v ná-sakovém provedení MIAZ Týnec n. Sáz. (vpravo)

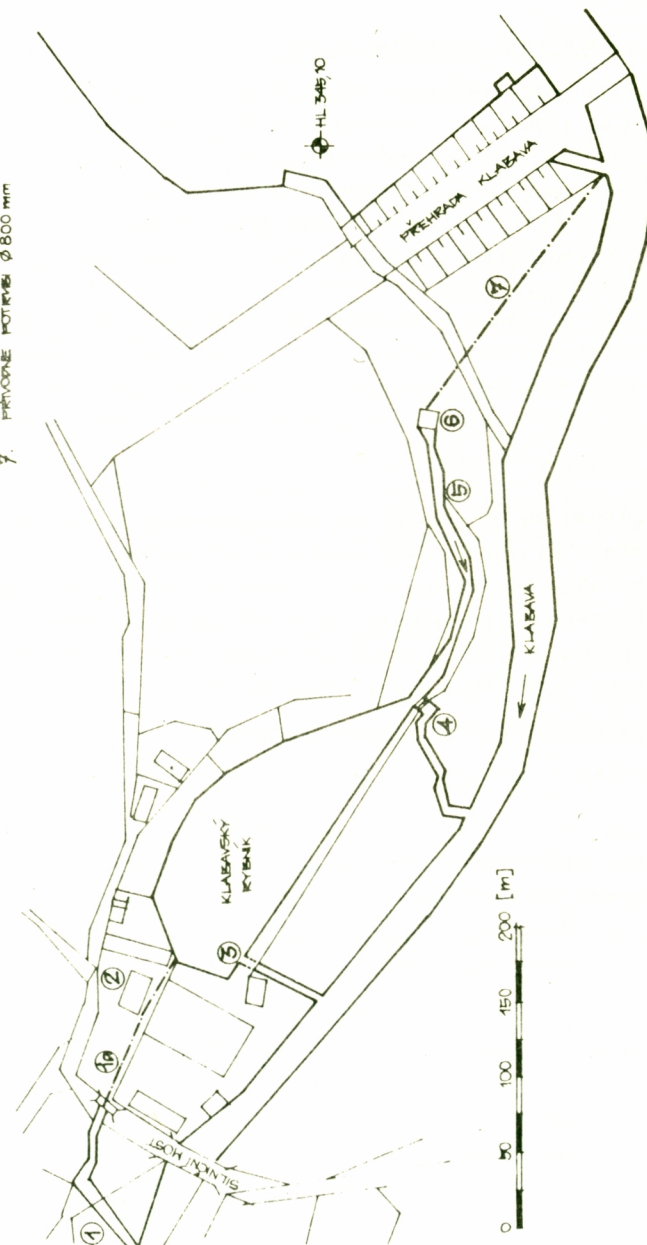
3. Využití sanačního průtoku z přehrady

3.1. Výstavba mikrozdroje Klabava II

Jak vyplývá ze situace VD Klabava (obr. 2), je obnovou staré MVE využíván spád přehrady jen částečně, a to necelou polovinou. Přitom od roku 1972, kdy byla těžba v rudných dolech zastavena, pozbylo vodní dílo prakticky svého významu. Podnik Povodí Vltavy opakovaně od roku 1976 do roku 1979 vypisoval tematický úkol na náhradní využití této přehrady. Přes poměrně velkou vypsanou odměnu ve výši 7000 Kčs a značnou publicitu nikdo řešení nepodal. Teprve po zveřejnění usnesení vlády ČSSR č. 304/79 byl podán ZN na energetické využití sanačního průtoku z přehrady. Tím se také "zjistila existence" staré MVE Klabava I. pod přehradou. Využití zbývajících spádu je řešeno výstavbou nové MVE Klabava II., umístěné na výtoku sanačního potrubí z přehrady. Vzhledem k tomu, že ani v době návrhu ani nyní není vhodná turbína pro tento spád a hltnost, bylo rozhodnuto využít čtyři malé Bánkiho turbíny, které v roce 1983 začal vyrábět Kovopodnik Brno. Tato turbína (obr. 3) při spádu $H = 5,0$ m a hltnosti $Q = 0,27$ m³/s má předpokládaný výkon 11 kW. Byl zpracován návrh na hydraulicky nejvhodnější rozdělení původního potrubí $\varnothing 800$ mm "kalhotovým kusem" na čtyři přivaděče $\varnothing 350$ mm s přechodem na obdélníkový profil v místě připojení na Bánkiho turbínu. Jsme si vědomi, že toto řešení je z technického hlediska přinejmenším problematické; vycházelo však ve své době z omezených možností dodávek turbín, takže celkově se jeví jako velmi ekonomické. (Bohužel tato ekonomie nevychází z objektivních materiálově-výrobních ukazatelů, ale převážně ze stanoveného procenta režijních přírážek různých výrobních podniků, pohybujících se v rozmezí 400 - 1200 %.) Skutečností však zůstává, že toto z hlediska technického nepříliš logické řešení je ekonomicky velmi výhodné. Bohužel termíny dodávek Kovopodniku Brno nejsou zdaleka plněny, jak bylo původně dohodnuto.

Obr. 2: Situace energetické soustavy Klabava I a Klabava II

- LEGENDA**
1. OPAD OP ELEKTRÁRNY
 2. OPAD OP ELEKTRÁRNY ZAKRYTÁ ČÁST
 3. STARÁ ELEKTRÁRNA
 4. VÝPNETÉ ZARÍZENÍ RYBNÍKA
 5. BEZPEČNOSTNÍ TŘEVL
 6. NÁHON
 7. NOVÁ ELEKTRÁRNA
- PRŮVODNÉ POTRUBÍ $\varnothing 800$ mm



Technické charakteristiky:

Turbogenerátor vyráběný Kovopodnikem Brno

typ Bánki B 30/35 U

počet kusů 4

hltnost $4 \times 0,27 = 1,04 \text{ m}^3/\text{s}$

max. čistý spád 5,0 m

Výkon celé MVE Klabava II. $4 \times 8 \text{ kW} = 32 \text{ kW}$

Stavební a montážní práce provádí PV - závod Berounka, dodavatelem technologie je Kovopodnik Brno, projekt elektročásti zpracoval HDP Brno, ostatní tech. dokumentace útvar VTR Povodí Vltavy. Termín výstavby mikrozdroje: 1984 - 1986.

Jak ze situace, tak popisu MVE Klabava I a Klabava II vyplývá, že je vhodné obě díla posuzovat jako energetickou soustavu Klabava, neboť průtok z přehradní nádrže je nejdříve zpracován v MVE Klabava II. pracující se spádem 5 m, a dále v MVE Klabava I se spádem 4,2 m. Přitom MVE Klabava II nezpracuje celý sanační průtok a proto zbývající část pro dosažení uváděného výkonu bude nutno přepouštět jalově.

Roční výroba el. energie v soustavě

Celkový instalovaný výkon v lokalitě Klabava

$$50,34 + 32 = 82,34 \text{ kW}$$

Dle čáry překročení vytvořené z řady průtoků 1974 - 83 mohou pracovat turbíny:

se 100 % plněním	159 dní v roce
při 75 % plnění dalších	28 dní
při 50 % plnění dalších	63 dní

Celková vyrobená energie: 381 108 kWh.

3.2. Výstavba MVE na VD Římov

Technicky a ekonomicky velmi originální energetické využití sanačního průtoku vodního díla bylo vyřešeno a realizováno na VD Římov na Malši u Českých Budějovic. Toto vodní

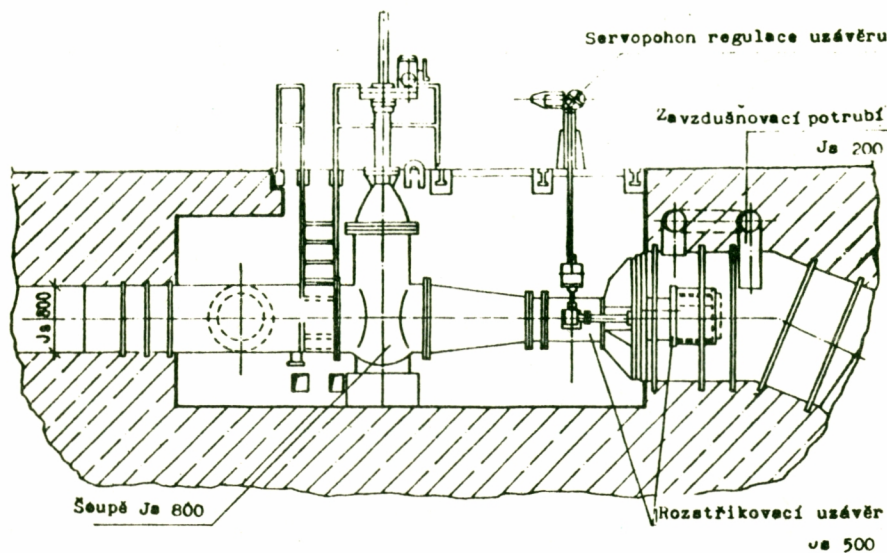
dílo uvedené do provozu v roce 1978 je typickou vodárenskou nádrží. Při maximálním využití, plánovaném po roce 1995, bude odebíráno z nádrže 1480 l/s vody. Přitom průměrný průtok v profilu hráze je $4,04 \text{ m}^3/\text{s}$ a minimální množství, vypouštěné do toku pod hrází, $0,65 \text{ m}^3/\text{s}$. Z toho vyplývá, že po dobu nejméně 180 dní v roce bude sanační průtok pod hrází přesahovat $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ a $Q_{90} = 3,26 \text{ m}^3/\text{s}$ při spádu až 40 m. Dalším významným faktorem je skutečnost, že současná spotřeba vody v oblasti napojené na úpravnu vody v Plavu nepřesahuje $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Na všechny tyto okolnosti, příznivé pro energetické využití vodárenské nádrže Římov, upozornil úsekový technik Karel Stach ve svém zlepšovacím návrhu, který podal u Povodí Vltavy - Praha a Jihočeských strojírén - Velešín. Oba podniky se pak sdružily a vybudovaly v letech 1983 - 1985 tuto zajímavou malou vodní elektrárnu.

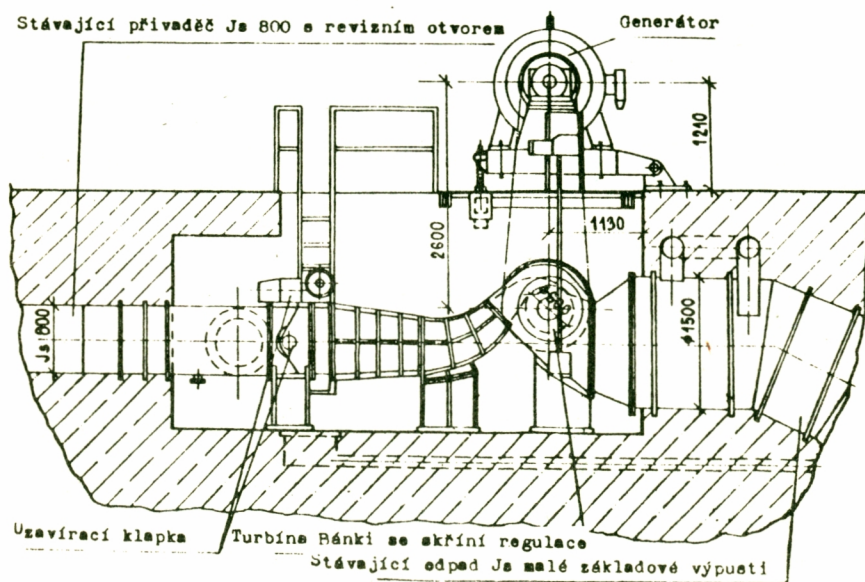
Nekonvenční projekční řešení, které zpracoval ORGREZ Brno - ateliér MVE, Karlovy Vary, zcela vyvrátilo původní naprosto zamítavé stanovisko generálního projektanta vodního díla a malá vodní elektrárna byla koncem roku 1985 uvedena do zkušebního provozu.

Celá projekce a konstrukce nového typu Bánkiho turbíny byla podřízena myšlence umístit MVE do strojovny malé základové výpusti, která při běžném provozu sloužila k vypouštění sanačního průtoky do Malše, a to do množství $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Na tomto potrubí Ø 800 mm bylo původně osazeno šoupě Ø 800 mm a rozřikovací ventil Ø 500 mm. (obr. 4).

Při minimálních stavebních nákladech se podařilo umístit do strojovny dvojici Bánkiho turbín a příslušné asynchronní motory ve funkci generátorů. Na potrubí spodní výpusti byla osazena rychlouzávěrová klapka, za ní se potrubí rozvětjuje kalhotovým kusem na dvě potrubí proměnného profilu, které jsou napojeny na tělesa turbín - (viz obr. 4). Zvláštností těchto nově vyvinu-



Obr. 4: Podélný řez strojovny původních uzávěrů malé spodní výpusti VD Římov (nahore) a strojovna MVE, dokončená v r. 1985 (dole).



tých Bánkiho turbín je využití regulačního segmentového uzávěru na místo známé klapky u turbíny fy Ossberger NSR. Toto zcela netradiční řešení se ukázalo na funkčním modelu, podrobně odzkoušeném ve zkušebně vodních strojů Strojní fakulty ČVUT - Praha, jako velmi perspektivní. (Podrobný popis funkce a hydraulických předností této turbíny přesahuje rámec tohoto příspěvku.)

Další zvláštností návrhu je převod mezi turbínou a generátorem, který je řešen pomocí násobných klínových řemenů. Pro tento výkon (cca 500 kW) bylo toto provedení v hydroenergetice použito v Československu poprvé. Při provozu se ukázalo, že tento převod je velmi efektivní nejen z hlediska ztrát, ale hlavně díky tomu, že plní funkci pružného prvku při zapojování do sítě a při odstavování stroje.

K vyvedení elektrické energie bylo použito stávajících kabelových tras ve štolách přehrady; elektrický rozvaděč a trafo 6 kV/22 kV jsou umístěny na levém břehu u koruny hráze.

Jak se ukázalo, je to nejefektivnější MVE nad 100 kW vybudovaná v posledních letech nejen u Povodí Vltavy, ale v rámci celého MLVH ČR. Realizaci MVE je možno považovat za ukázkou dobré spolupráce dvou zcela různých podniků a dobrý příklad využití zlepšovacího návrhu i mimořádné iniciativy a vysoké odborné úrovně projekčního ústavu. Od nápadu přes vývoj, konstrukci a výstavbu až k uvedení do zkušebního provozu neuplynuly ani 3 roky. Nebylo by správné nezmínit se o tom, že i u této MVE bylo nutno ve zkušebním provozu v rámci podnikového technického rozvoje odstranit některé technologické chyby při výrobě a optimalizovat konstrukci oběžného kola. Přesto považujeme zvolený postup za správný, protože maximálně úspěšil energetické využití sanačního průtoku na VD Římov a přinesl celou řadu nových technických myšlenek, které bylo možno zobecnit a využít pro konstrukci tohoto perspektivního typu Bánkiho turbíny.

Technické charakteristiky:

Turbína	-	typ Bánki	600 x 530
		počet strojů	2 ks
		Q výpočtové	3,5 m ³ /s
		N na osu přiváděče	38,35 m
		Q min při provozu jedné turbíny	0,65 m ³ /s
		P max jedné turbíny	513 kW
Generátor	-	P max obou turbín	980 kW
		jmenovité otáčky	430 ot/min
		průběžné otáčky	860 ot/min
		asynchronní s kotvou nakrátko	
Převod	-	typ	1 Y F 710 S 8
		výkon	500 kW/6 kW
		otáčky	757 ot/min
		násobné klínové řemeny (13 ks)	
		typ	25 J, délka 8000 mm

Stavební a montážní práce zajistilo PV, závod Horní Vltava, speciální montážní práce ČKD Blansko, dodávku technologie Jihočeské strojírny - Velešín formou subdodavatelů a projekční práce ORGREZ Karlovy Vary - Jenišov. Doba realizace MVE: 1983 - 1985.

(dokončení v dalších číslech)

Zásoby vody

Ústav celosvětového sledování ve Washingtonu uveřejnil odhady budoucích potřeb a stavu vody na Zemi. V roce 2000 vystoupí množství sladké vody získávané člověkem na takovou úroveň, že v Severní Americe a na Blízkém Východě budou všechny zdroje takřka vyčerpané. Rovněž na většině území Evropy, Střední a Jižní Ameriky se budou zásoby vody blížit hraničním možnostem. Deště nad pevninami vydají každoročně 110 tisíc kubických kilometrů vody, což by mohlo stačit pro 8-10 krát více lidí, než je dnes. Avšak dvě třetiny této vody neúspěšně uteče a zbývající část vláhy není rovnoměrně rozložena, takže na mnoha místech je vody nedostatek.

Monitoring Zlatá Koruna

ing. A. Nejedlý, CSc., VÚV Praha - ing. J. Sezemský - ing. J. Šauer, Povodí Vltavy, pracoviště Č. Budějovice

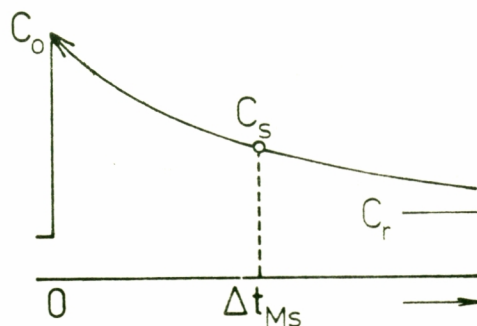
Při svých toulkách po jihu Čech si málokterý turista dá ujít návštěvu vznosného gotického chrámu ve Zlaté Koruně, založeného r. 1263 králem Přemyslem Otakarem II. Sotva si však všimne toho, že od r. 1984 má tato malá a poněkud odlehlá obec novou pamětihodnost - svědka naší současnosti s jejími střety mezi průmyslovou velkovýrobou a životním prostředím. Je jí úhledný domek, vklíněný mezi silnici od Rájova a pravý břeh Vltavy. Běžnému turistovi bude nápadné spíše silné znečištění toku, tak velice kontrastující s romantickou představou, kterou nám vnuká symfonická báseň Bedřicha Smetany. A tak si asi pomyslí: "To s tím nemohou něco udělat?"

Právě kvůli tomu "něco", které již léta nedává odborníkům spát, vybudoval podnik Povodí Vltavy Praha v tomto místě, asi 10 km pod daleko největším a nejzávažnějším zdrojem znečištění Vltavy nad Prahou, jeden z prvních monitoringů jakosti vody a vůbec první objekt tohoto druhu, který je vybaven nejen potřebnou technikou, ale i nezbytným matematickým modelem, umožňujícím konverzi naměřených hodnot k profilu u výusti odpadních vod (obr. 1) a zabezpečujícím tak vodohospodářské využití monitoringu.

Zařízení slouží zatím ke kontrole velkého zdroje znečištění Vltavy v době, kdy se s napětím čeká, že dojde k podstatnému a trvalému zlepšení jakosti vody v toku. Později, v rámci budoucí soustavy Vltava-Malše, bude ho možno využít na vyšší úrovni - k operativnímu hospodaření s vodou a k řízení jakosti vody ve Vltavě.

Zastavení výroby celulózy v Loučovicích v r. 1966 a vybudování českokrumlovské obchvatné štol v r. 1974 přineslo

ozdravení toku Vltavy až po ř.km 279,43. V profilu Zátou (ř.km 295,86), nad kalovým hospodářstvím a materiálovými skládkami celulóžky ve Větřním, je Vltava nádhernou řekou, s průměrnou hodnotou BSK_5 asi 1,5 mg/l. Ještě těsně pod Českým Krumlovem činí průměrná hodnota BSK_5 pouhých asi 2,5 mg/l. Skutečná hrůza, charakterizovaná hodnotami BSK_5 v desítkách mg/l, nastává teprve pod výstří obchvatné štoly.



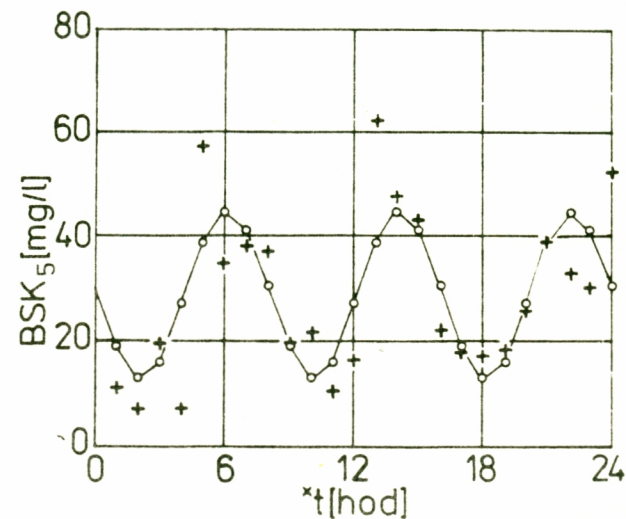
Obr. 1 - Schématické znázornění činnosti monitoringu

Na částečné likvidaci tohoto stavu se mají v dohledné době podílet nákladná opatření. Představují je jednak technologické změny v celulóžce, směřující ke snížení množství odpadních látek, vypouštěných do řeky (srv. VIEI č.2, str.50, 1985), jednak vybudování ČOV Český Krumlov. Na druhé straně, v sousedním povodí Malše, bylo vybudováno VD Římov, zajišťující odběr vody z Malše pro vodárnu Plav, zásobující značnou část jižních Čech pitnou vodou.

Další očekávané rozšiřování této oblasti a zvětšování odběru vody z Malše si nutně vyžádá převod kvalitní vody z Vltavy do Malše. Nemá-li tento převod vést k opětovnému zhoršení jakosti vody ve Vltavě nad Českými Budějovicemi, bude třeba ho vybudovat jako manipulovatelný a jeho řízení učinit dynamicky závislým na jakosti vody na Vltavě pod výstří českokrumlovské obchvatné štoly. Úkolem monitoringu Zlatá Koruna pak bude tuto vazbu zajišťovat.

Monitoring Zlatá Koruna již tedy pracuje a lze říci, že velmi účinně. Indikuje nejen značné diurnální změny jakosti vody (obr. 2), ale především denní množství odpadních látek, vypouštěných z celulóžky, a jeho obrovské výkyvy v jednotlivých dnech. Jeho provoz je zatím diskontinuální. V roce 1984 však bylo monitorováno již 26 dní, v roce 1985 jich bylo 35.

Monitoring Zlatá Koruna sám o sobě není prozatím žádným zázrakem automatizace. Jeho hlavním vybavením je přístroj na automatický odběr vzorků. Ty se podrobují klasické laboratorní analýze. Některá stanovení se však již nyní zajišťují na místě, s použitím registračních analyzátorů. Výběr ukazatelů není tedy určován dosavadními omezenými možnostmi dostupné automatizační techniky, nýbrž skutečnou praktickou potřebou. Objekt je dimenzován tak, aby jeho přístrojové vybavení bylo možno podle potřeby a možností obměňovat a postupně přecházet na kontinuální provoz.



Obr. 2 - Vltava, Zlatá Koruna; ukázka diurnálního kolísání jakosti vody; středa, 20.6.1984, Q_{Med} , $m^3/s = 7,68$ (Březí); křížky značí hodnoty měřené, kroužky hodnoty aproximované Fourierovou řadou

Matematický model, s nímž monitoring pracuje, je výsledkem několikaleté soustavné spolupráce pražského Výzkumného ústavu vodohospodářského, českobudějovických laboratoří Povodí Vltavy, Jihočeských vodovodů a kanalizací a Ústavu pro výzkum, výrobu a využití radioizotopů v Praze v rámci úkolů zadaných ministerstvem lesního a vodního hospodářství ČSR. V podstatě to je model samočištění toku, umožňující přepočty průměrných, aspoň denních hodnot jakosti vody, naměřených v monitorovaném profilu, k profilu u výstupu českokrumlovské štolý. Tímto přepočtem se eliminuje účinek procesu samočištění mezi oběma profily podle schématu na obr. 1 a tak se získávají správné bilanční hodnoty.

Rozsah příspěvku nedovoluje rozhovět se o modelu podrobněji. Ukažme ho však aspoň v jeho názorné tabelární podobě (tab. I). Použití modelu jistě není třeba obšírně vysvětlovat. Stačí říci, že dělením hodnoty jakosti vody zjištěné v profilu Zlatá Koruna C_s tabelovaným faktorem C_s/C_0 obdržíme hodnotu jakosti vody v profilu u výstupu obchvatné štolý C_0 . Model reaguje na změny průtoku a na změny v působení ostatních vnějších činitelů, dané ročním cyklem přírodního dění, včetně teploty vody, a cyklem hospodaření na půdě. Je použitelný celoročně a je nezávislý na trendu v působení uvažovaného zdroje odpadních látek. Pokud nedojde k výrazné změně v morfologii říčního koryta, např. ke zkrácení toku, je platnost modelu časově neomezená. Je použitelný nejen ke kontrole daného zdroje znečištění správcem toku, ale ve své širší podobě i k prognóze jakosti vody v celém uvažovaném říčním úseku na podkladě údajů znečišťovatele toku vzhledem k předvídaným změnám v množství vypouštěných odpadních látek.

Model se nemusí omezovat jen na hodnoty BSK₅. Lze ho konstruovat též pro některé další ukazatele jakosti vody, např. pro oxidovatelnost, a pro další říční úseky (pokud správci toků, v rámci uložené jim komplexní péče o jakost vody, projeví o takové řešení zájem).

Tab. I - Vltava, Zlatá Koruna, X_s , km = 269,03; modelové hodnoty jednotkové křivky samočištění toku pod profilem u výstupu obchvatné štolý, X_0 , km = 279,43

Roční čas		m									
			30	90	150	210	270	300	355	364	
Den, měsíc	t', rok	I, °C,	Q, m ³ /s, Březí 1951-60 ¹⁾								
		model	20,55	45,3	25,1	16,5	11,7	8,60	5,72	4,05	2,80
		3)	Δt_{Ms} , den, model ²⁾								
			159	100	141	180	220	263	333	407	504
			C_s/C_0 pro BSK ₅ , mg/l, model ⁴⁾								
M ⁵⁾	-	9,4	,635	,485	,550	,705	,740	,795	,805	,800	,785
15.01.	,040	1,2	,680	,625	,615	,735	,770	,815	,825	,820	,805
15.02.	,125	1,7	,680	,575	,610	,740	,770	,815	,825	,820	,805
15.03.	,210	4,3	,680	,505	,610	,740	,770	,815	,820	,815	,800
15.04.	,290	8,3	,680	,475	,610	,735	,770	,810	,820	,810	,795
15.05.	,375	12,6	,675	,640	,605	,730	,760	,805	,810	,805	,790
15.06.	,460	16,0	,650	,445	,570	,710	,745	,795	,805	,800	,785
15.07.	,540	17,6	,615	,345	,525	,610	,730	,780	,795	,790	,775
15.08.	,625	17,1	,590	,390	,495	,670	,715	,775	,785	,780	,760
15.09.	,710	14,5	,590	,465	,500	,670	,715	,775	,790	,785	,770
15.10.	,790	10,5	,610	,540	,535	,685	,725	,785	,790	,795	,775
15.11.	,875	6,3	,640	,640	,575	,705	,745	,795	,810	,805	,785
15.12.	,960	2,9	,665	,635	,605	,725	,760	,810	,820	,815	,800

Pozn.:

- 1) Podle ČHMÚ, před výstavbou VD Lipno
- 2) Střední doba zdržení vody mezi profily X_0 a X_s , model z výsledků měření v roce 1976, při teplotě vody 16,0°C
- 3) Model z dat 1976-80, N = 60
- 4) Model (var.IV) z dat 1976-80, N = 60; obor interpolace Q , m³/s = 8,60 ± 25,1
- 5) Roční průměr



Separační vlastnosti aktivačních směsí

doc. ing. Z. Koníček, CSc., stavební fakulta ČVUT, Praha

V rámci státního plánu základního výzkumu III-4-3, koordinovaného ÚH ČSAV Praha, byl v období 1980-85 řešen na katedře hydromeliorací FSv-ČVUT Praha ve spolupráci s VÚV Praha dílčí úkol III-4-3/06 "Separační pochody suspenzí s ohledem na jevy fázového rozhraní". Odpovědným řešitelem byl doc. ing. Z. Koníček, CSc. a za VÚV ing. V. Zahradka, CSc.

Řešení úkolu bylo zaměřeno na tři hlavní oblasti:

- 1) Vliv technologických parametrů aktivace na separační vlastnosti aktivační směsi, chápané jako vstupní médium do separátoru (dosazovací nádrž), spolurozhodujícího o konečné účinnosti ČOV.
- 2) Vliv velikostního spektra turbulentních vírů na velikost vloček aktivační směsi.
- 3) Popis a hodnocení hydraulických vlastností dosazovacích nádrží.

Tento článek se zabývá metodikou a výsledky výzkumu vlivu technologických parametrů aktivace na separační vlastnosti aktivační směsi, které řešily Handová, Sladká a Vlčková. Informace o řešení problematiky vlivu turbulentních vírů na velikost vloček a problematiky hydraulických vlastností dosazovacích nádrží budou předmětem dalšího sdělení.

Metodika

V průběhu řešení úkolu byl sledován a hodnocen celý komplex tradičních i netradičních fyzikálních, fyzikálně-chemických, chemických, biologických a hydraulických ukazatelů, navržených na základě teoretického rozboru problematiky. Ve vzájemné vazbě byly analyzovány a vyhodnoceny vztahy mezi technologickými parametry aktivačního procesu, biocenózou, morfologií vloček, fyziologickým stavem funkční polykultury a povrchovými a separačními vlastnostmi pevné fáze aktivační směsi.

Náročnost metodického přístupu k řešení byla násobena skutečností, že experimentální práce a veškerá měření byly prováděny s aktivační směsí na konkrétních objektech vytypovaných ČOV.

Výběr lokalit byl proveden tak, aby byly pokud možno rovnoměrně a v dostatečném experimentálně zvládnutém počtu zastoupeny tzv. "zdravé kaly" (tj. separovatelné gravitací), typické z hlediska zatížení kalu podle biocenózy i morfologie vloček pro vysoko, středně a nízko zatíženou aktivaci. Celkem bylo analyzováno a hodnoceno 18 lokalit, z toho 3 vysokozatížené, 7 středně zatížených a 8 nízkozatížených aktivačních čistíren.

Z technologických parametrů aktivace byla u každé lokality sledována koncentrace aktivační směsi, kalový index, objemové zatížení, zatížení kalu, stáří kalu a doba zdržení v aktivaci.

Po chemické stránce byly čistírny sledovány na základě rozborů bodových vzorků přítoku do aktivační nádrže, supernatantu (po 30 min. sedimentaci aktivační směsi ve válci, odebrané na konci aktivační nádrže před vstupem do dosazovací nádrže) a odtoku z ČOV. U vzorků přítoku, odtoku a supernatantu byly sledovány následující ukazatele: CHSK, BSK₅, suspendované látky, rozpuštěné látky, dusitany, dusičnany, amonné ionty, organický dusík, celkový dusík, celkový fosfor, fosforečnany, pH, alkalita, vodivost. U vzorků aktivační směsi byly sledovány hodnoty: sušina, suspendované látky, organický uhlík, celkový

dusík, celkový fosfor, látky extrahovatelné etherem, ropné uhlovodíky. Výsledky rozborů vzorků z bodových odběrů byly porovnávány s výsledky nejbližšího 24 hodinového odběru.

Biologickým rozbořem byla mikroskopicky zjišťována morfolgie vloček, přítomnost vláknitých organismů (včetně identifikace), kvalitativní i kvantitativní zastoupení biocenózy a počet volných bakterií.

Fyziologický stav funkční polykultury aktivační směsi byl sledován na základě stanovení specifické rychlosti spotřeby kyslíku (RSK_s), zjištěné přímo na ČOV ihned po odběru vzorku.

Povrchové vlastnosti byly hodnoceny na základě produkce bioflokulantů (cBF), zeta-potenciálu primárních částic aktivační směsi (ZP), soudržnosti vloček a agregační schopnosti primárních částic a mikrovloček (K_a , K_b , m) a flokulační schopnosti, vyjádřené množstvím syntetického organického flokulantu nutného pro snížení elektroforetické mobility primárních částic na nulu.

Separační vlastnosti byly hodnoceny na základě sedimentačních, zahušťovacích a filtračních (r) vlastností aktivační směsi a aktivovaného kalu, velikostní distribuce a aglomerační schopnosti a množství částic – 100 μm v supernatantu po 30 minutové sedimentaci.

Výsledky řešení

1. Ze všech stanovených hodnot RSK_s vyplývá závislost fyziologického stavu polykultury aktivační směsi na technologických parametrech aktivace. S ohledem na poměrně rychlé a jednoduché stanovení RSK_s , je z hlediska kontroly a řízení provozu ČOV významná přímá závislost RSK_s na zatížení kalu. Ze získaného souboru hodnot vyplynulo, že každá aktivační čistírna, pokud se nezměnily technologické parametry, měla svou charakteristickou a velmi málo se měnící hodnotu RSK_s , i když se značně měnila teplota (v průběhu ročních období) a koncentrace rozpuštěného kyslíku v aktivační nádrži.

- Zatížení kalu má vliv na produkci bioflokulantů, uplatňující se v mechanismu tvorby vloček.
- Tvorba dostatečně pevných vloček s dobrou separační schopností je podmíněna určitou minimální hodnotou zeta-potenciálu. Tato hodnota je přibližně - 13 mV. Rozmezí hodnot zeta-potenciálu, při kterém lze očekávat dobré separační vlastnosti, závisí na zatížení kalu.
- Nábojové poměry fázového rozhraní primárních částic pevné fáze aktivační směsi, vyjádřené hodnotou zeta-potenciálu, jsou ovlivňovány metabolickými procesy více než povahou vstupních primárních částic přítoku.
- Byl prokázán vztah mezi fyziologickým stavem kultury aktivační směsi (vyjádřené RSK_s) a optimální dávkou organického syntetického flokulantu pro snížení specifického filtračního odporu. Využití této závislosti umožňuje optimalizaci provozu ČOV pro následné strojní odvodnění kalu.
- Experimentálně byla prokázána možnost skupinového hodnocení separačních vlastností aktivační směsi v závislosti na zatížení kalu. S ohledem na separační vlastnosti lze tzv. "zdravé kaly" charakterizovat následujícími hodnotami sledovaných fyziologických, povrchových a separačních kritérií:

Kritérium	Rozměr	Zatížení kalu ($kg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$)		
		$Z_k \leq 0,1^{x/}$	$0,1 \leq Z_k \leq 0,5$	$Z_k > 0,5$
počet volných bakterií	($j \cdot ml^{-1}$)	$10^5 - 10^6$	10^7	$10^7 - 10^9$
RSK_s	($mg \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$)	≤ 10	10 - 22	> 22
cBF	($mg \cdot g^{-1}$)	35	60 - 120	vysoká
ZP	(mV)	-13 až -15	-13 až -18	-18
r	($m \cdot kg^{-1}$)	10^{13}	$10^{-14} - 10^{13}$	$10^{15} - 10^{16}$
pevnostní charakteristiky:				
m		0,1-0,2	0,5-0,1	0,1-0,2
K_b/K_a	(řádově)	$1,0 - 10^1$	$10^{-2} - 1,0$	$1,0 - 10^1$

x/ Tato kategorie je velmi citlivá na technologické podmínky, zejména na složení substrátu (poměr živin) a koncentraci rozpuštěného kyslíku. Při snížení koncentrace rozpuštěného kyslíku pod 2 mg.l^{-1} dochází ke zvýšení hodnot zeta-potenciálu, ke zvýšené produkci bioflokulantů a ke zvýšení počtu volných bakterií, což se nepříznivě odrazí i v separačních vlastnostech aktivací směsi. Při vysokém stáří kalu se na destrukci vloček této kategorie může podílet i vlastní biocenóza.

Závěr

Dosažené výsledky prokázaly významné rozdíly ve fyziologických, povrchových i separačních vlastnostech aktivací směsi v závislosti na zatížení kalu. Jednotlivé typy kalu se podařilo charakterizovat rozmezím hodnot kritérií fyziologických, povrchových a separačních vlastností v souvislosti s biologickou charakteristikou vloček. Nejlepší separační vlastnosti lze očekávat u kalů ze středně zatížených systémů, nejhorší u systémů vysokozatížených. Separační vlastnosti aktivací směsi z nízko zatížených aktivací jsou velmi citlivé na technologické a provozní parametry.

Čistička z plastu

Maďarskí odborníci vyvinuli z plastu zariadenie na čistenie odpadovej vody z malých sídlisk, nemocníc, inštitúcií a priemyselných závodov. Odpadová voda sa potrubím privádza do polyeterovej nádrže, kde sa použitím baktérií likvidujú infekčné látky. Zariadenie a jeho výstavba sú o 30 percent lacnejšie ako čističky z betónu či ocele s podobným výkonom. Očistená voda sa potom používa na zavlažovanie poľí.



zásobování vodou

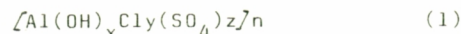
Koagulanty na bázi polymerizovaného hliníku

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

Během posledních deseti let se získal jistý vědecký základ pro nové anorganické koagulanty, převážně na bázi hliníku, hlavně jeho chloridu (nedávno i pro soli železa). Bylo dokázáno, že koagulačně účinné jsou především hydroxopolymery, přechodné látky mezi ionty Al^{3+} v původní soli a ve sraženině $\text{Al}(\text{OH})_3$. Tyto destabilizační částice se při běžné úpravě vody anorganickými koagulanty vytvářejí převážně až přímo v procesu hydrolyzy v koagulantu. Zkoušelo se tudíž zlepšit účinnost solí hliníku vytvořením polymerů hliníku v koagulantu samém před jeho dávkováním do vody, obdobně jako je tomu u organických flokulantů.

Ve většině případů jde o částečně neutralizovaný chlorid hlinitý (PAC). Pro jeho výrobu byla publikována a patentována řada postupů tovární výroby i přípravy přímo v úpravě vody (např. franc. pat. 2,472.951-1981). Zdroje Al a alkalizačního prostředku mohou být různé. Přidávanými neutralizačními prostředky mohou být NaHCO_3 , Na_2CO_3 , NaOH , příp. $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Nejčastěji se používá NaHCO_3 , protože se snadněji v roztoku smíchává než ostatní uvedené alkalizační prostředky a nevytváří lokální oblasti vysokého Ph, kde se sráží $\text{Al}(\text{OH})_3$, jako např. v případě NaOH . Příprava polyaluminium chloridu (PAC) z chloridu hlinitého postupným přidáváním alkalizačního prostředku je nejsnadnější. PAC může být připraven bez obsahu nebo s obsahem síranů. Typ připravovaného koagulantu závisí na objektivním záměru a zvláště na používané následné separaci v úpravě vody.

Preparáty polyaluminium chloridu jsou kationtové polymery s nízkou molekulovou hmotností. Např. elektrokinetický potenciál částic Sachtoklaru v dest. vodě (řed. 1:100 příp. 1:10) je 22-32 mV, částic flokulantu Nalco 600 v dest. vodě (roztok 0,01 - 0,1 % hmot.) je 24-29 mV. Složení PAC se dá vyjádřit sumárním vzorcem



kde n je (neznámý) počet atomů Al v celkové jeho struktuře (srovnatelně s polymerizačním stupněm)

Základní charakteristika polyaluminium chloridu je tzv. basicita, vyjádřena vztahem: $B = \frac{x}{3} \cdot 100 \quad (2)$

Tato basicita u preparátů, vyráběných v NSR, má být podle DIN nejméně 35 %, obvykle bývá 40 - 60 %. Poněvadž jen několik výrobců dodává PAC s podílem síranů (většinou obsahují jen chlorid) platí: $z \geq 0 \quad (3)$

Aktivními částicemi PAC při koagulaci a flokulaci jsou komplexy hliníku. V posledních letech bylo zjištěno, že v PAC (kde poměr OH/Al > 1) je vedle monomerních a dimerních komplexů hliníku přítomen oligomer, téměř sférický komplex souhrnného vzorce

$[Al_{13}O_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}]^{7+}$ příp. $[Al_{13}O_4(OH)_{24}]^{7+}$
označovaný pouze Al_{13} .

Obdobné složení komplexů bylo prokázáno rovněž u PAC s obsahem síranů.

Povahu a flokulační účinnost vytvořených komplexů v preparátu ovlivňuje metoda přípravy:

a) Poměr OH/Al v preparátu

Základní mechanismus polymerace je vznik můstků, kdy 2 atomy Al jsou vázány dvěma OH skupinami.

Průměrný počet molů OH, vázaných na mol Al v systému, se označuje jako molární poměr OH/Al=r. Je popisem stupně hydrolyzy iontů hliníku, např. r pro Al^{3+} je roven nule, pro $Al(OH)_3$ je roven 3. Čím vyšší je r u roztoků $AlCl_3$, tím je vzniklý polymer méně stabilní; vyžaduje okamžité použití po přípravě. Preparáty s vysokým poměrem r jsou účinné při flokulaci anorganické suspenze. Komerční produkty zásaditých Al-chloridů bývají připravovány obvykle s r = 1,5-2,0; většinou s r = 1,8.

b) Podmínky přidávání alkalizačního prostředku

Způsob přidávání alkalizačního prostředku má velký vliv na tvorbu sraženiny $Al(OH)_3$ a na povahu vytvářejících se polymerů. Existují čtyři způsoby přidávání alkalizačního prostředku: rychlé a pomalé přidávání po kapkách, rychlé a pomalé vstřikování. Když je alkalizační prostředek přidáván velmi pomalu, speciálně vstřikováním, neprobíhá srážení, dokud se nedosáhne vysoké hodnoty r. Prvé objevení se zákalu $Al(OH)_3$ kolísá od velmi nízkých hodnot r u rychlého přidávání po kapkách do $r > 2,5$ u pomalého vstřikování. Je nezbytné energické zamíchání přídatku do roztoku, neboť při přidávání mohou vzniknout centra přesycení, která blokují tvorbu $Al(OH)_3$.

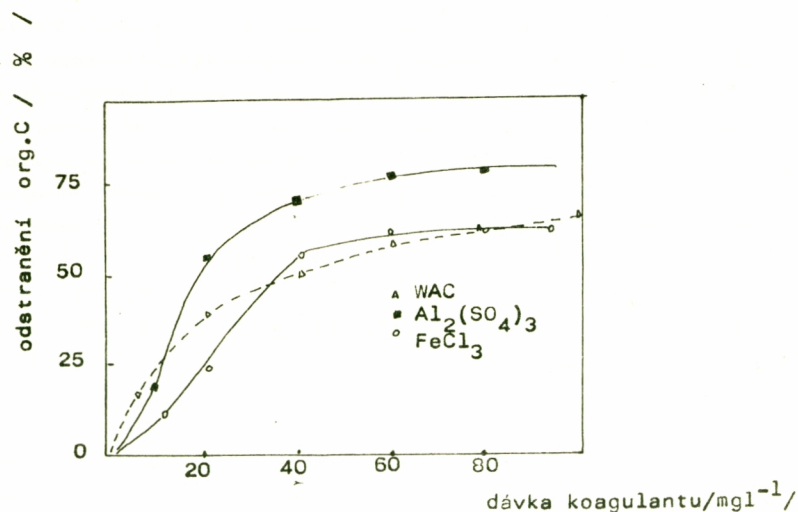
c) Doba zrání (stárnutí)

V závislosti na poměru r určuje složení preparátu doba jeho stárnutí. Zrání zředěných roztoků s poměrem r=2,5 se projevuje postupně změnou forem monomerů, přičemž se pomalu vytváří krystalický gipsit. Srážení gipsitu se tím více zpomaluje, čím je r nižší a naopak.

d) Vliv síranových iontů

Na výsledné složení komplexu má vliv přítomnost některých aniontů. Anionty s velkou afinitou k hliníku mohou při konkurenci s OH znatelně změnit typ polymerisace. Zvláště zajímavě se chovají sírany, příp. fosforečnany. Sírany mohou vytvářet polymery značných rozměrů, které jsou stabilní na rozdíl od produktů bez síranů s vysokým poměrem r. Koncentrace sí-

ranů však musí být nízká; molární poměr SO_4/Al by neměl překročit hodnotu 0,16 - jinak nastává rychlé srážení zásadického síranu hlinitého. Síranu jsou přítomny jen v několika obchodních produktech, např. Sachtoklar, WAC. Tyto polymery jsou mimořádně účinné při odstraňování zákalotvorných látek. Obvykle jsou méně účinné než polymery bez síranů při odstraňování organických látek (obr. 1). Vysvětlení spočívá asi v konkurenci síranových iontů s organickými látkami při reakci s hliníkem.



Obr. 1: Odstranění organických látek různými koagulanty: sklenicové pokusy, pH = 7,0 (Irib. Cebedeau, No 479, s. 419, 1983)

Všeobecně mohou komplexní formy hliníku poskytovat (oproti síranu hlinitému) tyto výhody:

- Předem polymerizovaný chlorid hlinitý působí rychle v počátečním období koagulace (obr. 2). Není potřeba delšího času pro doběhnutí hydrolýzy síranu hlinitého, takže může bez problému flokulovat vodu s teplotou pod 5°C .

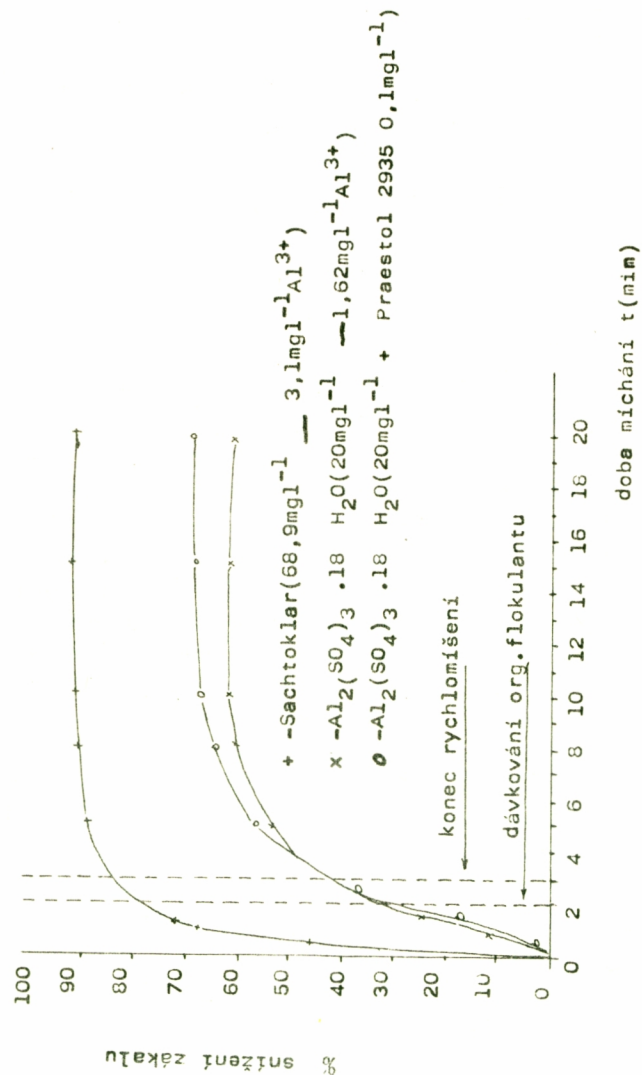
- Poněvadž v PAC nahrazuje nejméně 35 % OH iontů jiné anionty, bude při flokulaci s PAC vneseno do upravované vody jen zlomek aniontů ve srovnání např. se síranem hlinitým.

- Změna pH, ale i alkalita je nepatrná. Výhoda nepatrné změny pH při koagulaci s PAC nemusí ovšem být vždy jen předností, bereme-li v úvahu lepší eliminaci huminových látek při nízkých hodnotách pH.

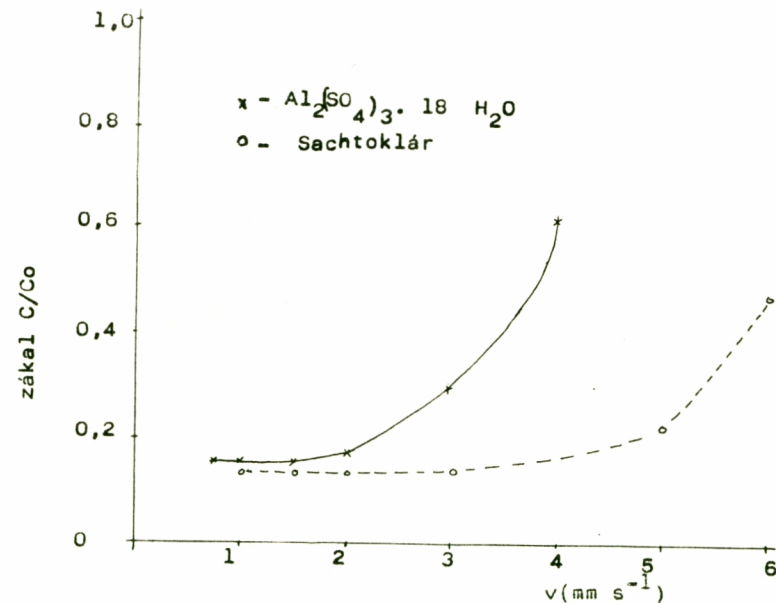
- Vlivem oligomerního Al komplexu je PAC ve většině případů účinnější flokulační činidlo než síran hlinitý (obr. 3). Toto platí zvláště pro flokulaci, ale ne vždy např. pro paralelně probíhající stechiometrické srážení fosfátů. V tomto případě, čím vyšší basicita, tím menší schopnost PAC k srážení fosfátů; přítomnost síranů zlepšuje účinnost PAC speciálně při nízké hodnotě pH.

- Vedle zákalotvorných látek se dají též pomocí PAC účinně eliminovat bakterie a viry. Odstraňování řas pomocí flotace je ekonomicky výhodnější již za použití dávky PAC, odpovídající polovině dávky síranu hlinitého. Za příznivých podmínek se polymerizovaný chlorid hliníku může použít k odstranění huminových látek. Nejvíce efektivní v tomto případě bývá PAC s molárním poměrem $r = 1,8$.

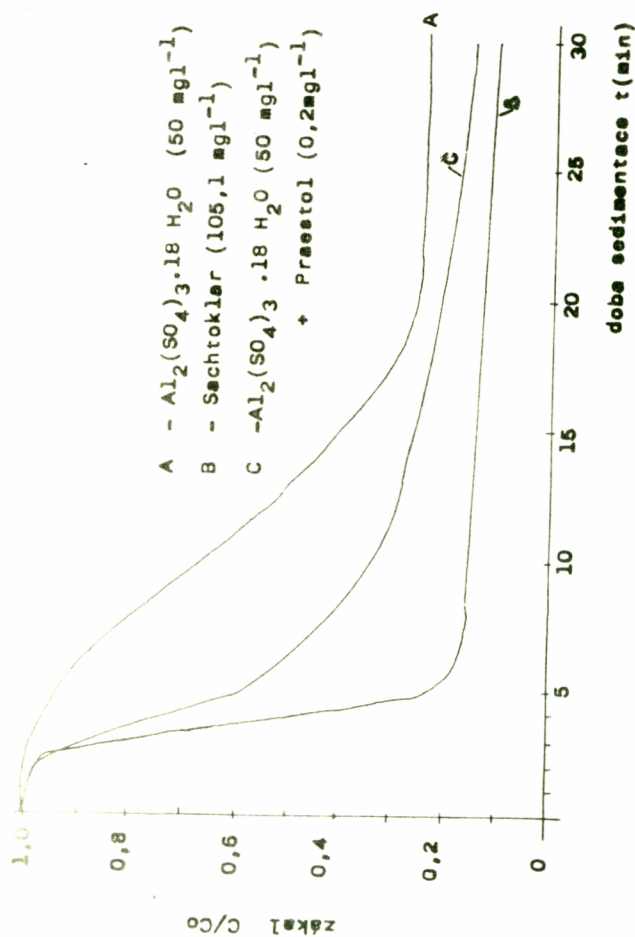
- Poněvadž PAC vytváří stabilní kompaktní vločky, lze se ve většině případů obejít bez použití pomocného organického flokulantu; vznikají dobře sedimentující vločky s dostatečnou sedimentační rychlostí (obr. 4). Struktura vloček je lepší, produkovaný kal se lépe zahušťuje a odvodňuje.



Obr. 2: Sledování tvorby vloček během koagulace: sur. voda z Bečvy, rychlomíšení $G = 80 \text{ s}^{-1}$.



Obr. 3: Závislost zbytkového zákalu v upravené vodě na vstupné rychlosti vody v úrovni vločkového mraku. Čiřič s kyvným pádlem a sférickou flokulací. Ekvi- valentní dávky síranu hlinitého a Sachtoklaru: $5,3 \text{ mg l}^{-1} \text{ Al}^{3+}$, 15°C .



Obr. 4: Sedimentační charakteristiky suspenzí vložek, vytvořených optimálními dávkami: sur. voda z Bečvy.

Částečně neutralizované roztoky AlCl_3 jsou vyráběny v Japonsku, v záp. Evropě (Francie, NSR, Belgie, Velká Británie a Itálie) v současné době se zavádějí v licenci v USA a Kanadě. Tyto preparáty se rovněž používají v SSSR. V kapitalistických státech přicházejí na trh pod různými obchodními názvy (tab.I). Typické komerční výrobky obsahující Al v koncentracích řádově 10 % hmot. Al_2O_3 , se dodávají většinou jako vodné, lehce opaleskující roztoky. Vyjma výrobků, uvedených v tab.I, se objevují další preparáty na bázi polyaluminium chloridu: SL 15 (výr. fy Societé Rhone-Poulenc, Francie), P.C.B.A. (koncentrace Al 0,15 M/l, $r = 2,5$), TAKEI 6010 (výr. TAKEI Chemical Comp., Japonsko, Al_2O_3 10 % hmot., $\text{pH} = 2,6$, $r = 1,8$), PAC 250 A (10,2 % Al_2O_3 , $\text{pH} = 2,6$), PAC 250 AO (prášek, 30 % Al_2O_3). Japonská firma TAKI Fertiliser uveřejnila metodu na přípravu BAC (bázický chlorid hlinitý) a BACS (BAC + sírany). BACS se považuje vůbec za "otce" produktů nynějších polyaluminium chloridů. PAC byl původně vyvinut v Japonsku a většina produktů, vyráběných v západoevropských státech, jsou licence.

Výsledky koagulace a flokulace s PAC jsou ekvivalentní použití síranu hlinitého ve spojení s organickými flokulanty. Principiální aplikace PAC při úpravě vody se tudíž předpokládá tam, kde jsou vhodné nízkomolekulární kationické polymery. Zásobní roztoky PAC by měly mít hodnotu $r = 1,5-1,8$. Vyšší hodnoty r poskytují produkty s malým množstvím kladného náboje a mohou obsahovat koloidní $\text{Al}(\text{OH})_3$. Produkty s nižší hodnotou r nemusí obsahovat dostatečné množství polymerních komplexů.

Dosud získané praktické zkušenosti s použitím PAC při úpravě vody dokumentují, že tyto produkty mají již dnes pevné místo v moderní technice úpravy vody. PAC je možno si buď samostatně připravit na úpravě vody nebo vybrat obchodní produkt v závislosti na kvalitě upravované vody, na charakteru upravního zařízení apod., tj. používat koagulant přímo "na míru".

Typ Stožení	Sachtlakar / 1 *	Herlifloc No 953 / 2 *	Herlifloc No 954 / 2 *	Prodefloc AC -serie / 3 *				WAC / 4 *	Gluifloc / 5 *	Floculact / 6 *
				100 S	150 FB	150 SAC	190			
Vzhled	kapalina	kapalina	kapalina	kapalina	kapalina	prášek	kapalina	světložlutá kapalina	příhled. kapalina	světložlutá kapalina
Obsah Al ₂ O ₃ % váh.	cca 11	cca 11	4,5	10,7 ± 0,8	15 ± 1	31 ± 1,5	10 ± 0,5	min 10,0	min. 10,5	min. 10,0
Al ³⁺ % váh.	5,4 - 6,6									
Cl ⁻ % váh.	9,0 - 11,0						21 ± 0,5	9,2 ± 1,2		9,2 ± 1,2
pH - konc. roztok	20°C 2,6 ± 0,3	20°C 2,6 ± 0,3	20°C 3,5 ± 0,1	20°C 2,45 ± 0,3	2,6 ± 0,3		1,6 ± 0,02	25°C 2,7 ± 0,3	20°C 3 - 3,2	25°C 2,7 ± 0,3
SO ₄ ²⁻ % váh.	2,5 - 3,0							2,9 ± 0,2		
pH - ředění	1/20 ± 4,4							1/10-25°C 4,4 ± 0,3	1/9-20°C 4 - 4,5	1/20 4,4 ± 0,3
hustota g/cm ³	20°C 1,20 ± 0,02	20°C cca 1,20	20°C 1,10	20°C 1,23 ± 0,04	1,24 ± 0,04		1,32 ± 0,02	25°C 1,20 ± 0,01	1,20	1,20 ± 0,04
viskozita	20°C 20 cP	20°C 3,5 - 4,5 cP		20°C 4 ± 0,4 St	3,6 ± 0,4 St		21,6 ± 2,0 St	25°C 4,2 ± 0,2 cP	10°C 8 mPas	25°C 2,5 ± 0,5 cP
bod tuhnutí °C	- 12	- 12	- 15	- 15	- 15		- 20	- 12 ± 1,0		
hustota %	40 - 50 / 50 - 50 /							45 - 60	min. 50	45 - 60
pH - pH	4,5 - 9,0	5,0-9,0	(5,0-9,0) (5,5-7,8)	šířoký rozsah	šířoký rozsah	šířoký rozsah	šířoký rozsah		5,5-8,0	šířoký rozsah

Výrobci: 1-Sachtlakar, chemie GmbH, NSR; 2-Feldmann-Genie GmbH, NSR; 3- PRODECO S.p.A., Itálie; 4- Societé des Products chimiques, Belgique; 5- fy W. Wansan S.A., Belgie



souborné informace

Automatizované spojení ve vodním hospodářství

ing. V. Blažek, CSc., Hydroprojekt, Praha

hydroprojekt zpracoval v letech 1983-85 studii komplexního spojení ve vodním hospodářství jako dílčí úkol R1-06 resortního úkolu technického rozvoje "Racionalizace operativního řízení hospodaření s vodou". O první etapě - spojení pro vodohospodářské procesy - jsme referovali v č.9/83 tohoto časopisu v článku Přenosová síť ASDŘ. Nezbytná koncepční příprava byla před zahájením prací na úkolu hotova pouze u okruhu vodohospodářské procesy (VHP). Ostatní okruhy - sociálně ekonomické soustavy (SES), účelové informační soustavy (UIS) a VTEI - své koncepce teprve tvořily. V druhé polovině roku 1983 byla schválena Strategie ASŘ VH - rámcově pojatý první závazný materiál. Práce pokračovaly přípravou podrobnější Koncepce ASŘ VH, avšak značně pomaleji, než se předpokládalo. Studie spojení, která má Koncepci ASŘ VH v části technologického zařízení plně respektovat, musela být dokončena před jejím závěrečným projednáním.

Pro okruhy SES, UIS a VTEI nejsou dosud specifikovány všechny požadované funkce rozsahem programového díla, periodicitou užívání, rozsahem přenášení vstupních a výstupních dat a dalšími charakteristikami. Vychází se z předpokladu neměnné organizační struktury podniků. Návrh koncepce předpokládá zřízení sdružených výpočetních středisek u podniků povodí, dimenzovaných pro veškeré potřeby podniků včetně podřízených závodů a pro obdobné potřeby územně příslušného podniku vodovodů a kanalizací.

Rozbor požadavků ukázal hlavní rozdíl nároků na spojení pro okruhy SES a VHP. U okruhu SES jde o dávkový přenos dat středního objemu, zpravidla v předem dohodnutých časech a termínech (intervalů týden, měsíc, čtvrtletí, výjimečně den). U okruhu VHP se vyžaduje přenos v reálném čase prakticky trvale.

Data jednotné základní měřicí sítě z povodí přijímá komunikační řídicí jednotka na oblastním vodohospodářském dispečinku (OVD). Odtud jsou data vedena jednak přímým kanálem do počítače pobočky ČHMÚ, jednak do zpracovatelského systému podniku povodí. Mimo to je propojen s počítačem pobočky též zpracovatelský systém. Pro přenos informací okruhů SES, UIS a VTEI se navrhuje propojit zpracovatelský systém přes modemy přímo s počítačem odvětvového výpočetního centra (OVC) v Praze-Komořanech. Atypické bude spojení mezi podružnými dispečinkem a OVD Povodí Vltavy. OVD zde bude spojen s PVD Plzeň a České Budějovice přes Komořany a příslušné pobočky ČHMÚ.

Původně otevřená otázka možného užívání spojů dispečinku pro ostatní okruhy ASŘ nebo uspokojování požadavků SES, UIS a VTEI jednotlivě veřejnou telefonní sítí byla překonána možností použít pro páteřní síť ČHMÚ (hvězdicové spojení OVC s počítači poboček v krajských městech) modemy pro vícenásobné využití jednoho pronajatého spoje. Doporučuje se použít modemy firmy Datentechnik s přenosovou rychlostí 9600 bit/s s multiplexními kanály 2x 2400 a 1x 4800 bit/s. Jeden kanál 2400 bit/s by sloužil k přenosu dat okruhu VHP, druhý k přenosu dat okruhů SES, UIS a VTEI. Rychlý kanál 4800 bit/s by se využíval pro digitalizovaný přenos meteorologických map mezi OVC a pobočkami.

Některá spojení pro zvláštní účely ČHMÚ budou vyžadovat i nadále samostatně trvale pronajaté spoje. Podobně u vybraných vodních děl se trvá na okamžité pohotovosti spojení dvěma nezávislými cestami. Na úrovni závodů a provozů podniků povodí i podniků vodovodů a kanalizací se doporučuje realizovat přenos jakýchkoli dat mimo jednotnou základní měřicí síť komutovaně veřejnou telefonní sítí.

Za reálné pokládáme vybavení poboček ČHMÚ v Ostravě, Ústí nad Labem a Brně výpočetní technikou, včetně automatizovaného propojení s OVC a příslušnými podniky povodí do r. 1990. K témuž termínu bude vybaveno MLVH inteligentním terminálem k OVC. Do roku 1995 se předpokládá vybavení a připojení zbývajících poboček ČHMÚ a všech přímo řízených organizací vodního hospodářství a zahájení provozu celé páteřní sítě. Do roku 2000 by měly být vybudovány všechny podružné dispečinky podniků povodí a jednotná základní měřicí síť by měla pokrývat více než polovinu plochy území ČSR.

Soustroje na výrobu elektrické a tepelné energie z bioplynu

ing. V. Sloup, CSc., Hydroprojekt Praha

Státní vývojový úkol P 11-329-455-05 stanovil vypracovat návrh soustrojí, sestávajícího z bioplynového zážehového spalovacího motoru a připojeného elektrického generátoru. Požadovaný elektrický výkon byl 100 kW a tepelný asi 170 kW, přičemž bylo stanoveno maximálně využít veškerou tepelnou energii, tj. i teplo z výfukových plynů. Dále bylo nutno zajistit výrobu prototypu soustrojí a provést ověřovací zkoušky.

Vzhledem k tomu, že se u nás bioplynové zážehové spalovací motory nevyráběly a nevyrábějí, po shromáždění veškerých dostupných podkladů o zahraničních bioplynových motorech různých výrobců a s ohledem na naftové a benzinové motory v tuzemsku vyráběné bylo vypracováno několik návrhů, u nichž byla zjišťována možnost zavedení tuzemské sériové výroby s požadovaným počtem kusů soustrojí. Po jednání u potenciálních výrobců bylo rozhodnuto přestavět vznětový motor typu 6 S 160, vyráběný v ČKD Praha závod Hořovice, na zážehový tak, aby se využilo co nejvíce stávajících částí, avšak zároveň tak, aby jeho parametry byly na světové úrovni a bioplynový motor byl dobře a výhodně prodejný i v nesocialistických zemích.

Řešitel úkolu z vývojového střediska Hydroprojektu Praha vypracoval podrobné návrhy úprav a doplňků motoru, projednal je s výrobcem ČKD Hořovice a po jejich odsouhlasení je předal výrobnímu záводу. Při úpravách bylo změněno sací potrubí tak, aby se zkrátily regulační odezvy, instalovaly se plynové solenoidové ventily, směšovací ventily s regulačními klapkami a regulační přísávací ventilký. Pro směšování bioplynu se vzduchem byly zvoleny ventily firmy Impco, jejichž regulační klapky jsou ovládány automaticky elektromagnetickým servomotorem elektronického regulátoru otáček soustrojí. Tuzemský výrobce obdobných zařízení přislíbil vývoj a výrobu směšovacích ventilů od roku 1986. Ventily tohoto typu mají poměrně jednoduchou konstrukci a malou tlakovou ztrátu. Je možno je používat pro bioplynové motory s nasáváním i pro motory přeplňované. Umožňují snadné startování bez obohacování směsi s relativně vysokým kroutícím momentem při nízkých otáčkách. Tyto směšovací ventily je možno používat bez jakékoli změny i na zemní plyn. Směšovače jsou konstruovány tak, že nasávají bioplyn přímo z plynojemů bez jakéhokoli regulátoru mezi plynojemem a směšovačem. Pracují v rozmezí přetlaku 500 až 1500 Pascalů (asi 50 až 150 mm vodního sloupce).

Spalovací prostor motoru byl řešen zcela nově tak, aby se dosáhlo požadovaného vysokého kompresního poměru a nutné zvýšené rychlosti hoření směsi bioplyn-vzduch. Původní pístní kroužky byly nahrazeny užšími kroužky s větším přitlakem a lepší obvodovou přizpůsobivostí. Pro prototyp bioplynového motoru byly navrženy dva základní typy hlav válců. První typ má místo zcela rálně vestavěné vstřikovací trysky zabudovanou zapalovací svíčku, zašroubovanou přímo do hlavy válce, aby bylo zajištěno dobré odvádění tepla ze svíčky. Druhý typ hlav válců má zapalovací svíčku uloženou šikmo k ose válce, takže vysokonapěťové kabely neprocházejí vrchním víkem válce, ale vývod je přímo v boku hlavy. Hlavy motoru nemají vrtání pro indikátor, aby nedošlo v tomto prostoru k předčasnému zážehu vstupující směsi.

U motorů 6 S 160 je výfukové potrubí umístěno na stejné straně jako sací potrubí. Poněvadž by mohlo dojít ke zhoršování objemové účinnosti nasáváním vlivem ohřívání sacího potrubí sáláním, bylo u bioplynového motoru navrženo vodní chlazení výfukového potrubí s tím, že se využije takto získané teplo. Hlavní část tepelné energie z výfukových plynů se získává ve speciálním nerezovém výměníku spaliny-voda. Výměník byl dimenzován tak, aby se využilo maximální množství energie z plynů a teplota odcházejících plynů byla nad rosným bodem.

Hřídél náhonu vstřikovacího čerpadla a regulátoru otáček byl zkrácen a využit jako náhon rozdělovače zapalování s generátorem impulsů.

Zapalovací zařízení bylo zvoleno elektronické, bezkontaktní, tranzistorové, firmy Bosch. Vyhovuje zejména pro bioplyn i zemní plyn a pro stanovený kompresní poměr. Po jednání s n. p. PAL Magneton byl dodán z tohoto závodu prototyp zapalovací soupravy obdobných parametrů, které udává firma Bosch. Souprava se vyznačuje vysokým napětím, asi 3,5 x vyšším než u běžně používaných zařízení a více než trojnásobnou energií elektrického výboje. Zapalovací zařízení obsahuje též regulaci úhlu sepnutí a ochranu proti přeběhu soustrojí. Je konstruováno pro napájecí napětí 24 V=.

Pro regulaci otáček soustrojí byl navržen speciální elektronický regulátor, který pracuje tak, že výsledná poloha výstupního hřídela servopohonu je přímo úměrná vstupnímu signálu z jeho elektronické řídicí jednotky. Regulátor může být použit buď pro provoz do omezené sítě nebo pro provoz do veřejné elektrické soustavy. Elektronický regulátor otáček se skládá z elektromagnetického servomotoru, indukčního snímače a z vlastních řídicích elektronických bloků. Pracuje tak, že udržuje při odběru výkonu z bioplynového motoru od 0 do 100 % ustálené otáčky motoru na nastavené žádané hodnotě, s trvalou poměrnou změnou otáček stavitelnou od 0 % do cca 10 %. Elektrická část regulátoru je napájena stejnosměrným proudem 24 V ze startovací akumulátorové baterie.

Elektrické ovládání bioplynového soustrojí je napájeno rovněž z 24 V akumulátorové společné baterie. Hlídací a signalizační část se skládá ze skříňky KPD-10, která signalizuje poruchy, případně vysílá impuls pro zastavení motoru a ze skříňky KLOD, která má několik funkcí: sleduje přeběh otáček motoru, dává signál pomocnému relé pro odpojení spouštěče a pro trvalé zapojení elektrických obvodů solenoidových ventilů a zapalování. Ovládací zařízení obsahuje dále dvoukontaktní teploměry pro olej a vodu, tlakový spínač pro hlídání tlaku oleje, manostat pro hlídání tlaku plynu před motorem a paměťové relé, určené pro zastavení motoru při vzniku poruchy druhého stupně. Skříňka KPD-10 se při startování odpojuje, poněvadž by blokovala start motoru s ohledem na nulový nebo nízký tlak oleje a zapíná se až po rozběhu motoru.

Po dokončení montáže bioplynového soustrojí na ČOV Třeboň a kompletaci pračky plynu byly zahájeny ověřovací zkoušky. Již při prvním zapojení startovací automatiky pracovalo soustrojí bezvadně. Pro zatěžování soustrojí se používal prototypový regulační vodní odpor, který umožňoval zatěžovat bioplynové soustrojí plynule od nuly až do cca 140 kW. Pro provádění zkoušek a potřebná měření byl sestaven program, jenž předpokládal zatěžování ve výkonových stupních 20, 40, 60, 80, 100 a 120 kW. Pro tyto stupně byla měřena spotřeba bioplynu a zjišťován jeho tlak před motorem. Pro všechny výkonové stupně byla měřena teplota chladicí vody na vstupu do motoru, na výstupu, teplota vody do výměníku spaliny-voda, na výstupu z tohoto výměníku a teplota vody v dalších stanovených místech okruhu. Pomocí termočlánků byla měřena teplota výfukových plynů na výstupech z každého válce, na výstupním společném výfukovém potrubí, teplota výfukových plynů na vstupu do výměníku spaliny-voda a na výstupu z tohoto výměníku. Pomocí clon byla měřena spotřeba vzduchu soustrojí. Elektrické veličiny byly měřeny přístroji na rozvaděči soustrojí, tj. napětí a proudy jednotlivých fází, wattmetrem celkový výkon, kmitočtoměrem kmitočet, součtovými hodinami celková doba provozu. Další měření byla prováděna s využitím přístroje na ovládacím panelu soustrojí. Tam byly měřeny

otáčky soustrojí, tlak oleje, teplota vody a oleje. U ovládacího panelu jsou dále umístěny: kontaktní teploměr a tlakoměr pro signalizaci mezních stavů a pro odstavení soustrojí při jejich překročení.

Při zkouškách soustrojí bylo zjištěno, že bioplynové soustrojí splňuje všechny podmínky požadované při zadání úkolu. Dává výkon až 120 kW a je možno je přetížít až na 130 kW, přičemž je zachován kmitočet 50 Hz.

Výsledky měření při různých výkonech generátoru jsou uvedeny v tabulce I. Pro informaci a pro porovnání je v tabulce II provedeno srovnání standardního naftového soustrojí s výrobou elektrické energie 6 S 160 s bioplynovým soustrojím 6 S 160 BG, přičemž se vychází z hodnot uvažovaných v návrhu.

Vyvinuté bioplynové zdrojové soustrojí 6 S 160 BG slouží k výrobě elektrické a tepelné energie z bioplynu při vysoké celkové účinnosti 83 %. Při spotřebě asi $54 \text{ m}^3/\text{hod.}$ bioplynu se sníženým obsahem sirovodíku pod 0,15 objemových procent má elektrický výkon 100 kW při $3 \times 380 \text{ V}$, 50 Hz a tepelný výkon 170 kW v horké vodě 90°C při množství 7200 litrů za hodinu. Soustrojí může pracovat buď samostatně s různým požadovaným výkonem do oddělené elektrické sítě nebo dávat různý nastavený elektrický výkon do 100 kW dle množství bioplynu do veřejné elektrizační soustavy.

Komplexní soustrojí pro potřeby vodohospodářských organizací, zemědělských podniků ČSSR i pro zahraniční zájemce dodává ČKD Praha, závod Hořovice. Soustrojí je možno již nyní objednat. Cena soustrojí s rozvaděčem je asi 230 000 Kčs a nerezového výměníku spaliny-voda asi 70 000 Kčs. Dodací lhůta činí dva roky. Závod Hořovice je schopen uspokojit veškeré požadavky na bioplynová soustrojí 6 S 160 BG od tuzemských odběratelů i z exportu.

Tab. I: Výsledky měření bioplynového soustrojí 6 S 160 BG

Výkon na svorkách generátoru (kW el.)	Spotřeba bioplynu (m ³ /hod)	Tlak bio- plynu před motorem (mm v sl.)	Přepoč- tená spo- třeba bio- plynu (m ³ /100 kWh)	Účinnost generá- toru (gen %)	Teploty výfuk.plynů před za výměníkem (°C)
0	14,40	105	-	-	-
20	27,27	72	135,35		
40	33,96	60	84,90		
60	40,00	43	66,66		
80	48,00	15	60,00		
100	54,90	12	54,90	91,5	330
120	62,06	7	51,72	91,9	400

Složení bioplynů v době měření (51,8 % CH₄, 9,2 % H₂, 0,3 % H₂S, 30,7 % CO₂ a zbytek N₂, vodní pára, vzácné plyny) dává hodnotu jen 5,43 kWh/m³.

Účinnost přeměny bioplynu na elektrickou energii je při 100 kW - 33,6 % a při 120 kW - 35,6 %.

Tab. II: Porovnání naftového soustrojí 6 S 160 a bioplynového soustrojí 6 S 160 BG

Parametr	Jednotka	6 S 160	6 S 160 BG (zadávané údaje)
Zdvih	mm	225	
Vrtání	mm	160	
Obsah jednoho válce	dm ³	4,524	
Počet válců	ks	6	
Celkový obsah válců	dm ³	27,144	
Druh provozu	-	čtyřtákní motor s nasáváním	a přirozeným
Trvalý výkon	kW	119	asi do 110 kW dle kvality bioplynu
Otáčky	min. ⁻¹		1000
Kompres.poměr	l	15,5	13
Měrná spotřeba nafty	g/kWh	238,1	---
Měrná spotřeba bioplynu	m ³ /kWh	---	0,54
Výhřevnost nafty	kJ/kg	42 000	---
Výhřevnost plynu	kJ/m ³	---	22 000
Teplota dodané do motoru v poměrné hodnotě	kJ/kWh	10 000	11 000
Střed.efekt.tlak	MPa	0,585	0,575
Bod zážehu	°kl.hřídle	---	40° před H ₀
GPD paliva	°kl.hřídle	30° před H ₀	---
Způsob tvoření směsi	---	přímý vstřik	ve směšovači
Regulátor typ	---	RV 11 Z	WOODWARD ČKD Hronov
Zapalování	---	---	BOSCH PAL Magneton
Pořad zapalování	---	1-5-3-6-2-4	
Zapalovací svíčky	---		Jiskra PAL L 8-Y, N 8-Y
Průměrné složení	%	dle ČSN 656506 motorová nafta	BIOPLYN 64% CH ₄ , 32% CO ₂ 2% H ₂ , 1 až 2% N ₂ max. 0,15 obj.% H ₂ S
Elektr.výkon soustrojí	kW	112	100

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.

Dohledací pošta Praha 07,
snížený poštovní poplatek povolen Ředitelstvím pošt Praha,
j. zn. P/1-6501/73 ze dne 9. 11. 1973

Evidenční číslo UVTEI - 73275

Vychází měsíčně

Redakční
rada:

ing. J. Beneš /předseda/, dr. H. Daňková, ing. T. Elek,
ing. M. Chrtěk, J. Januška, dr. ing. J. Kurka, ing. A.
Ladecký, dr. Z. Mařík, ing. B. Müller, ing. A. Nejedlý, CSc.,
doc. ing. P. Pitter, CSc., ing. J. Podzimek, ing. J. Růžička,
dr. A. Sladká, CSc., ing. V. Sotorník, CSc., ing. T. Švarc,
ing. V. Svejkský, ing. D. Veselý, CSc., dr. O. Vlk, 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 4

Cena 3,50 Kčs

