

# Průzkum účinnosti stabilizačních nádrží odpadních vod pivovaru a sladovny v Topolčanech

663.4:628.3

Ing. MILOSLAV SVOBODA, Ing. VLADIMÍR HRDINA, Výzkumný ústav mlékárenský Praha, vodohospodářské oddělení Brno

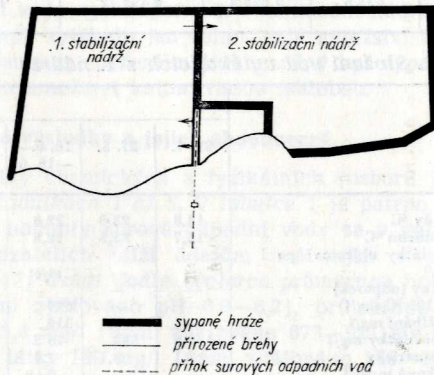
*Do redakce došlo 30. ledna 1972*

Čistírna odpadních vod pivovaru a sladovny v Topolčanech byla původně vybudována pro technologii čištění odpadních vod v tzv. asimilačních rybnících [1, 2]. V průběhu deseti let existence závodu však vzrostla výroba proti předpokladu projektu téměř na dvojnásobek. (Předpoklad projektu: v roce 1970 výstav piva 585 598 hl/rok a 18 850 tun sladu/rok.) Takové zvýšení výroby se projevilo nepříznivě v původní technologii čištění odpadních vod. Na základě našich zkušeností z čištění mlékárenských odpadních vod [3] byla proto v roce 1970 změněna technologie čištění, a to tak, že bývalé asimilační rybníky se používají jako přirozené stabilizační nádrže.

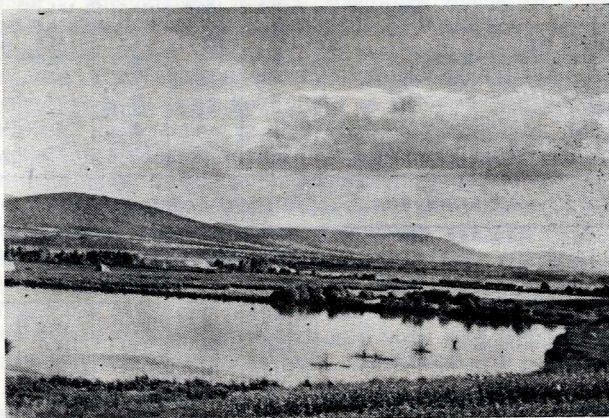
## Popis a funkce stabilizačních nádrží v Topolčanech

Soustava stabilizačních nádrží pracuje tak, že odpadní a dešťové vody z areálu závodu se přivádějí přes dva šterbinové vertikální lapače písku do betonového rozvodného žlabu v koruně hráze mezi 1. a 2. stabilizační nádrží (obr. 1, 2). Odtud vytékají prvním a druhým nápnutým objektem do 1. nádrže, jejíž výměra je 13 ha při objemu 104 000 m<sup>3</sup> vody. Z 1. nádrže odtéká voda vyrovnávacím přepadem v koruně hráze do druhé nádrže, která měří 14 ha při objemu vody 112 000 m<sup>3</sup>. Pod hrází 1. nádrže je umístěna ještě záchytná nádrž (1,15 ha), která se používala k akumulaci odpadních vod při vypouštění obou nádrží, když ještě pracovaly jako asimilační rybníky (obr. 1). Voda vyčištěná soustavou stabilizačních nádrží vytéká jednoduchým pozerákem situovaným ve hrázi 2. nádrže do odpadní strouhy, která po 2 km ústí do řeky Nitra.

Přitékající odpadní vody se v 1. nádrži směšují s vodami naplňujícími tuto nádrž. V tomto článku čisticí soustavy probíhají vlivem reducentů anaerobní mikrobiální procesy, při nichž je likvidována velká část přiváděného znečištění. V horní části 2. stabilizační nádrže tyto anaerobní rozkladné procesy pokračují. Ve spodní části této nádrže je patrna kvalitativní změna, při níž je organické znečištění již z větší části přeměňováno do těl vodních organismů. Hlavní produkt rozkladu — kysličník uhlíčitý, se uvádí do koloběhu a je fotosynteticky využíván řasami. Tím se zmenšuje nebezpečí okamžitého



Obr. 1. Schéma stabilizačních nádrží odpadních vod pivovaru a sladovny v Topolčanech



Obr. 2. Celkový pohled na soustavu stabilizačních nádrží

úbytku kyslíku v nádrži. V nádržích nastává vzhledem k jejich velké ploše, poměrně velký výpar. V chladném zimním období se čistící účinky, vzhledem k nižší inten-

*Tabulka 1. Průměrné složení surových odpadních vod pivovaru a sladovny v Topoľčanech*

Datum	16. 6.—19. 6. 70	22. 9.—25. 9. 70	16. 2.—19. 2. 71
Teplota vody °C	19,6	12,9	7,1
Teplota vzduchu °C	17,9	3,5	2,4
Usaditelné látky			
objemově po 1 a 2 h ml/l	3,3/3,5	1,8/2,1	1,2/1,5
Veskeré látky (odparek):			
sušené při 105 °C mg/l	1 395,5	1 545,2	1 228,7
zbytek po žhání mg/l	389,2	355,5	404,7
Nerozpuštěné látky mg/l	358,5	159,0	295,5
pH elektrometricky	6,6	7,5	8,2
Acidita celková mval/l	1,24	1,09	0,22
Alkalita celková mval/l	4,5	5,65	7,4
Solnost celková mval/l	11,48	9,19	8,14
Tvrdost celková mval/l	6,67	5,98	6,18
°něm.	18,7	16,7	17,31
Oxidovatelnost:			
manganistanové číslo mg/l $\text{KMnO}_4$	2 359,4	2 282,4	1 580,9
mg/l $\text{O}_2$	597,8	611,2	400,2
dvojjchromanem mg/l $\text{O}_2$	1 592,2	1 423,7	1 021,8
$\text{BSK}_5$ mg/l	711	921	673
Organický dusík (Kjeldahl) mg/l	51,9	28,6	38,6
$\text{NH}_4^+$ mg/l	0,502	—	0,642
$\text{NO}_2^-$ mg/l	0,545	—	0,275
$\text{NO}_3^-$ mg/l	5,01	—	4,0
$\text{PO}_4^{3-}$ mg/l	15,21	—	13,81



Tabulka 2. Přehled množství surových odpadních vod, jejich BSK<sub>5</sub>, nerozpuštěných látek a jejich podílů připadajících na 1 hl vystaveného piva

Datum	Vyrobena sladu (g)	Vystaveno piva (hl)	Množství odp. vod (m³)	ø m³ odp. vody na 1 hl piva	BSK <sub>5</sub> (mg/l)	BSK <sub>5</sub> (kg/den)	ø kg BSK <sub>5</sub> na 1 hl piva	Nerozpuštěné látky (mg/l)	NL (kg)	ø kg NL na 1 hl piva
16. 6.—18. 6. 1970	603	2 783,6	1 961,05	0,705	766	1 502,33	0,539	422,9	829,5	0,297
22. 9.—24. 9. 1970	483	2 265,3	2 120,63	0,936	924,8	1 961,22	0,805	170,5	361,6	0,159
16. 2.—18. 2. 1971	635,6	2 024,3	2 452,72	1,211	669,6	1 642,36	0,811	304,0	745,7	0,368

Tabulka 3. Složení vod vytékajících z 1. nádrže

Datum	1970										1971			
	29. 4.	27. 5.	16. 6.— —19. 6.	16. 7.	26. 8.	22. 9.— —25. 9.	22. 10.	24. 11.	16. 12.		20. 1.	9. 2.	16. 2.— —19. 2.	31. 3.
Teplota vody °C	18,8	23 0	22,3	20,5	23,0	14,2	8,5	8,0	2,0	1,6	3,0	5,1	8,2	
Teplota vzduchu °C	15,7	23,5	18,8	18,0	21,0	5,5	11,8	9,6	4,0	1,3	4,0	3,4	6,8	
Usaditelné látky objemově po 1 a 2 h ml/l	—	—	st/st	—	—	st	—	—	—	—	—	st/st	st/st	
Veškeré látky (odparek) sušené při 105 °C mg/l	—	—	629	—	—	730,2	—	—	—	—	—	801	—	
zbytek po žitání mg/l	—	—	310	—	—	369	—	—	—	—	—	343,7	—	
Nerozpuštěné látky mg/l	119,0	502	18 2	350	68	28,8	331	308	183	135,5	—	75	133	
pH elektrometricky	7,1	8,1	7,4	7,1	7,2	7,5	6,4	7,05	6,466	5,95	6,2	6,8	6,7	
Acidita celková mval/l	—	—	0,69	—	—	0,91	1,58	0,7	0,60	2,38	—	0,39	—	
Alkalita celková mval/l	—	—	7,28	—	—	8,3	6,9	6,6	8,2	4,65	—	4,49	—	
Solnost celková mval/l	—	—	10,8	—	—	11,06	—	5,0	13,7	13,6	—	9,36	—	
Tvrdost celková mval/l °nēm	—	—	6,62	—	—	6,3	6,35	6,19	6,04	6,73	—	5,69	—	
Oxidovatelnost: manganistanové číslo mg/l KMnO <sub>4</sub>	311,0	522,4	179,9	677	642	251,5	707	509	410,8	349,1	289	232,6	299,6	
mg/l O <sub>2</sub>	78,7	132,8	45,5	171	188	63,7	178,9	129	140,0	88,4	73	58,1	75,8	
dvochromanem mg/l O <sub>2</sub>	252	371,6	153,6	490,2	739,3	166,7	604,3	345,5	497,3	585,3	—	308,6	506,5	
BSK <sub>5</sub> mg/l	175	186	21,7	44,6	248	43,8	231	281	317	422,5	371,2	285,3	436,7	
Rozpuštěný kyslík mg/l	0	0	2,7	0,4	0	2,9	0	0	0	0	0,89	0,88	0	
Organický dusík (Kjeldahl) mg/l	16,1	23,3	17,9	32,0	33,0	14,1	32,7	26,3	24,1	21,2	—	15,5	19,97	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	—	—	0,331	—	—	—	0,29	0,58	0,58	0,64	—	0,585	—	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	—	—	0,130	—	—	—	0,11	0,24	0,18	0,15	—	0,025	—	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	—	—	1,55	—	—	—	6,0	3,1	2,00	1,90	—	0,500	—	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	—	—	12,34	—	—	—	6,75	9,60	8,62	15,75	—	14,47	—	

Tabulka 4. Složení vod 2. stabilizační nádrže

Datum	1970										1971			
	29. 4.	26. 5.	16. 6.— —19. 6.	16. 7.	26. 8.	22. 9.— —25. 9.	22. 10.	24. 11.	16. 12.		20. 1.	9. 2.	16. 2.— —19. 2.	30. 3.
Teplota vody °C	13,4	20,5	21 7	19,5	19,4	13,8	7,5	6,4	1,5	1,5	2,5	4,4	7,5	
Teplota vzduchu °C	13,5	23,5	19,1	18,0	19,7	6,8	11,0	9,2	4,0	1,8	4,0	4,8	7,5	
Usaditelné látky objemově po 1 a 2 h ml/l	—	—	st.	—	—	st.	—	—	—	—	—	—	—	
Veškeré látky (odparek) sušené při 105 °C mg/l	—	—	629	—	—	730,2	—	—	—	—	—	801	—	
zbytek po žitání mg/l	—	—	310	—	—	369	—	—	—	—	—	343,7	—	
Nerozpuštěné látky mg/l	34,5	0	18,2	21,45	—	28,83	101,0	126,0	180,7	144,0	—	75,0	106	
pH elektrometricky	7,3	8,15	7,4	7,5	7,6	7,5	7,15	7,65	7,4	6,9	6,3	8,8	7,3	
Acidita celková mval/l	—	—	0,69	—	—	0,91	0,89	0,5	0,7	1,04	—	0,39	—	
Alkalita celková mval/l	—	—	7,3	—	—	8,3	8,5	8,1	8,0	7,65	—	4,49	—	
Solnost celková mval/l	—	—	10,8	—	—	11,08	12,36	11,5	11,45	15,13	—	9,36	—	
Tvrdost celková mval/l °nēm	—	—	6,62	—	—	6,30	6,35	6,14	5,94	7,23	—	5,69	—	
Oxidovatelnost: manganistanové číslo mg/l KMnO <sub>4</sub>	161,7	108,6	179,9	135,0	282,3	251,5	253,0	267,5	308,0	342,0	223,1	232,6	253,3	
mg/l O <sub>2</sub>	41,0	27,5	45,5	34,0	71,5	63,7	64,0	67,7	78,05	86,6	55,0	58,1	64,3	
dvochromanem mg/l O <sub>2</sub>	192,0	66,7	153,6	128,6	344,0	166,7	180,0	246,0	272,4	440,5	—	308,4	409,7	
BSK <sub>5</sub> mg/l	226,0	4,8	21,7	35,1	59,3	43,8	41,9	66,0	67,4	294,2	331,8	285,3	250,4	
Rozpuštěný kyslík mg/l	1,63	10,92	2,7	2,85	1,60	2,69	1,56	1,19	2,04	0	0,68	0,88	0,29	
Organický dusík (Kjeldahl) mg/l	11,0	4,0	17,9	11,9	15,27	14,1	15,0	16,05	22,65	19,4	—	15,5	16,1	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	—	—	0,331	—	—	—	0,270	0,318	0,565	0,630	—	0,585	—	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	—	—	0,130	—	—	—	0,070	0,185	0,220	0,155	—	0,025	—	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	—	—	1,55	—	—	—	2,20	0,80	1,60	1,30	—	0,50	—	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	—	—	12,34	—	—	—	23,13	8,87	6,94	13,37	—	14,47	—	

zité fotosyntetického záření snižují a také výpar je menší. Postupuje se tedy tak, že se před chladným obdobím sníží hladina vody ve 2. nádrži, čímž se získá prostor pro vhodnou akumulaci vody horší kvality. Tohoto snížení hladiny se může využít k těžbě orobince (*Typha latifolia*), silně rozrostlého na východní straně 2. stabilizační nádrže.

#### Metodika

Byla provedena tři vícedenní sledování stabilizačních nádrží, a to:

15. 6. — 19. 6. 1970 — v době před ukončením zpracování

zásob ječmene z minulé sklizně ve sladovně a ve špičce výstavu piva.

21. 9. — 25. 9. 1970 — po zahájení zpracování ječmene nové sklizně ve sladovně a při nižším výstavu piva.

15. 2. — 19. 2. 1971 — ve druhé polovině zimního, chladného období.

Fyzikální, chemické a biologické rozborů se v těchto případech prováděly přímo na místě. Druhým způsobem sledování byl pravidelný odběr vzorků odpadních vod jedenkrát za měsíc a jejich transport do Brna, kde se analyzovaly. Chemické rozborů byly prováděny podle Jed-



Tabulka 5. Přehled čistících účinků soustavy stabilizačních nádrží v nejdůležitějších hodnotách

Datum	Nerozpuštěné látky						Veškeré látky (odpárek)						Organický dusík (Kjeldahl)						BSK <sub>5</sub>			Oxidovatelnost					
	přítok kg			výtok kg			čist. úč. v %			sušené při 105 °C			zbytek po zřívání			přítok kg			výtok kg			mangan. číslo KMnO <sub>4</sub>			dvojjchromanem		
16.6.— 18.6.70	2 488,5	2 285	99,9	3 055,3	13,6	99,4	848,04	12,96	98,5	307,98	2,247	99,3	4 507	2,272	99,9	2 867	5,71	99,8	8 578,9	16,06	99,8	9 026,5	20,91	99,8	7 688,5	246,23	96,8
22.9.— 24.9.70	1 084,9	3 616	99,7	3 404,8	30,53	99,1	798,4	15,43	98,1	187,07	1,771	99,1	5 883	5,50	99,9	3 806	7,99	99,8	9 026,5	20,91	99,8	9 026,5	20,91	99,8	7 688,5	246,23	96,8
16.2.— 18.2.71	2 237,2	56,25	97,5	3 174,9	213,17	93	1 039	91,48	91,2	303,45	12,39	93,9	4 927	234,7	95,2	3 001	46,26	98,5	7 688,5	246,23	96,8	9 026,5	20,91	99,8	7 688,5	246,23	96,8

notných metod chemického rozboru vod [4], biologické rozboru pak podle Jednotných metod biologického rozboru vod [5]. Saprobita se hodnotila saprobiálním indexem S podle *Pantleho* a *Bucka*, rozšířeným *Sládečkem* [6]. Množství surových odpadních vod jsme měřili dvojitým cejchovaným měrným přelivem a přenosným limnigrafem typu 515 (Metra). Surové odpadní vody se vzorkovaly automatickým vzorkovačem typu OV 2,4 (Papcel Litovel). Výtok z 1. nádrže byl stanoven výpočtem za využití hodnot přítoku surových odpadních vod, výparu a množství vody vytékající z 2. stabilizační nádrže. Jelikož z 2. nádrže vytékalo jen velmi malé množství vody, a to jen netěsnostmi požeráku (tak značný byl výpar), měřili jsme toto množství kalibrovanou nádobou.

#### Dosažené výsledky a jejich zhodnocení

Výsledky chemických a fyzikálních rozborů jsou uvedeny v *tabulkách 1 až 5*. V *tabulce 1* je patrné, že námi zjištěné hodnoty surové odpadní vody se v nejdůležitějších ukazatelích blíží údajům uváděným v literatuře. *Meinck* [7] uvádí podle *Leclerca* průměrnou hodnotu pH 7,5 (námi zjišťováno pH 6,6—8,2), průměrnou hodnotu BSK<sub>5</sub> 611,4 mg/l (námi zjišťováno 673—921 mg/l), nerozpuštěné látky 189 mg/l (námi zjišťováno 159—358 mg/l). Je tedy patrné, že průměrné výsledky našich analýz surových odpadních vod poněkud překračují hodnoty uváděné v literatuře. To se týká zejména BSK<sub>5</sub>, pro niž i *Pospíšil* [8] udává hodnoty 450 až 650 mg/l O<sub>2</sub>. Tím se také v Topolčanech zvyšuje specifické znečištění v kg BSK<sub>5</sub> připadajících na 1 hl vystaveného piva (viz *tab. 2*). Například *Cyrus* [9] uvádí, že tato hodnota kolísá od 0,357 do 0,527 kg BSK<sub>5</sub>/hl vystaveného piva, zatímco my jsme zjišťovali vyšší hodnoty, a to od 0,539 do 0,811 kg BSK<sub>5</sub>/hl vystaveného piva. Z dosud uvedeného se tedy dá předpokládat, že v tomto případě by se dalo přiváděné znečištění snížit, a to především důslednou technologickou kázní v provozu. Pokud se týká saprobity, surové odpadní vody z pivovaru a sladovny vykazují hypersaprobní charakter. Z mikroorganismů jsou zastoupeny převážně bakterie a kvasinky. Abioseston (anorganický a organický detritus) dosahuje počtu deseti tisíc až sto tisíc částic v 1 ml surové odpadní vody a je o jeden až dva řády menší než bioseston.

Výsledky chemických a fyzikálních analýz vody vytékající z 1. stabilizační nádrže jsou uvedeny v *tabulce 3*. Proti uspořádání soustavy nádrží pro čištění mlékárenských odpadních vod v Telči [3], uskutečnila se v Topolčanech kumulace funkcí prvních dvou stupňů, tj. 1. anaerobní nádrže s převážně bakteriálním oživením a nádrže tzv. fytoplanktonní, kde se pomnožují autotrofní organismy (jak už název napovídá). Ostatně tomu nasvědčuje i složení biccenózy 1. stabilizační nádrže v Topolčanech. Dominantní skupinou je zde *Chlorella* sp., která je známa svým mixotrofním způsobem výživy. V době její největší abundance (tj. v době maxima fotosyntetického záření) se v 1. stabilizační nádrži vyskytují i vířníci (hlavně druhy *Brachionus calyciflorus* a *Brachionus quadridentatus*). Výskyt *Chlorelly* je však vždy doprovázen heterotrofními organismy — z nejvýznamnějších nutno jmenovat bakterie *Lineola longa* a *Lamproedia hyalina*, které jsou pro 1. stabilizační nádrže typické. Saprobiální hodnocení 1. stabilizační nádrže je shrnuto v *tabulce 6*.

Do soustavy stabilizačních nádrží o katastrální ploše 27 ha přitéká v teplém období denně průměrně 2041 m<sup>3</sup> odpadních vod. Jelikož ze 2. stabilizační nádrže nepřetéká žádná voda a poněvadž ztráty průsakem jsou v tomto případě zanedbatelné, předpokládáme, že se toto množství vody stačí vypařit. Znamená to tedy, že z 1 m<sup>2</sup> plochy nádrží se odpaří průměrně 7,56 l odpadní vody. Z těchto předpokladů jsme vypočetli plošné a objemové



zatížení nádrží. Průměrný výpar z první stabilizační nádrže je tedy v teplém období asi 983,0 m<sup>3</sup> vody denně. Plošné zatížení 1. nádrže odpovídá podle přepočtu v teplém období 133,2 kg BSK<sub>5</sub>/ha .den a objemové zatížení 16,65 g BSK<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>.den. Z 1. nádrže vytéká zhruba 1058 m<sup>3</sup> vody, jejíž průměrná koncentrace je 128,5 mg/l BSK<sub>5</sub> (aritmetický průměr hodnot od 16. 6. do 25. 9. 1970). To znamená, že z 1. nádrže vytéká denně 135,98 kg BSK<sub>5</sub>. Podle těchto propočtů by čistící účinek odpovídal u 1. stabilizační nádrže 93,34 % snížení BSK<sub>5</sub>.

Výsledky chemických a fyzikálních analýz vody ve 2. stabilizační nádrži jsou uvedeny v tabulce 4. Tato stabilizační nádrž odpovídá třetímu článku soustavy stabilizačních nádrží mlékárny v Telči [3]. Nastává zde rozvoj zooplanktonu, hlavně velkých filtrátorů rodu *Daphnia* a *Moina*. V období jejich největšího rozvoje (abundance druhu *Daphnia magna* dosahuje 2800 jedinců/l a *Moina micrura* až 8250 jedinců v l vody) voda ve 2. stabilizační nádrži vykazuje nejmenší koncentraci BSK<sub>5</sub>. V teplém období voda 2. stabilizační nádrže vykazuje beta až alfa mezosaprobni charakter (viz tab. 6). V chladném období se blíží k polysaprobii. Jak již bylo uvedeno, do 2. stabilizační nádrže přitéká denně 135,98 kg BSK<sub>5</sub>. Při její předpokládané ploše 14 ha činí tedy plošné zatížení pouhých 9,71 kg BSK<sub>5</sub>/ha .den a objemové zatížení 1,21 g BSK<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>.den.

Tabulka 6. Saprobiální hodnocení výtoků z 1. a 2. stabilizační nádrže

Nádrž	1	2
Datum	S - saprobiální index podle Pantleho a Bucka rozšíř. Sládečkem	S
16. 6. 70	5,40	78,0
17. 6. 70	3,82	120,5
18. 6. 70	3,94	97,0
26. 8. 70	5,40	248,0
22. 9. 70	5,36	123,0
23. 9. 70	5,18	164,25
24. 9. 70	5,50	158,8
25. 9. 70	5,34	195,5
22. 10. 70	5,79	231,0
24. 11. 70	5,87	281,0
16. 12. 70	5,75	317,0
20. 1. 71	—	—
16. 2. 71	6,99	406,0
17. 2. 71	6,04	350,5
18. 2. 71	6,03	369,5
19. 2. 71	6,32	339,0
		Ø BSK <sub>5</sub> [mg/l]
		2,27
		2,37
		2,32
		3,03
		2,77
		2,99
		3,88
		3,68
		—
		3,84
		3,84
		6,03
		6,67
		6,29
		6,18
		6,26
		7,0
		7,05
		16,0
		53,6
		25,5
		41,9
		55,4
		42,8
		—
		66,0
		67,4
		295,5
		327
		307,3
		276,0
		250,0

Vypočtené zatěžovací parametry 1. a 2. stabilizační nádrže v Topolčanech jsou podle našich dosavadních zkušeností velmi nízké. Zejména u 2. stabilizační nádrže vycházejí tak nízké, že hodnoty analýz vzorků vody z této nádrže by musely být podstatně příznivější než ve skutečnosti byly. Z příčin, které by mohly způsobit tuto nesrovnalost, jako nejpravděpodobnější by přicházela v úvahu podstatně nižší objem vody v druhé nádrži, způsobený jednak výparem, erozí aj., jednak i zarůstáním nádrže makrovegetací (*Typha latifolia*), která zabrala již asi 1/3 zatopené plochy. Pro přesnější výpočty zatěžovacích

parametrů by tedy bylo nutno provést nová měření skutečně zatopené plochy nádrže a jejich hloubky.

Z dosud uvedeného je zřejmé, že ve stabilizačních nádržích lze dosáhnout nejen významného snížení obvyklých hodnot znečištění odpadních vod (tab. 5), ale při vysokém výparu i likvidace převážného jejich množství. Dosažené výsledky jsou natolik příznivé, že se nabízí možnost pokusit se znovu o využití této soustavy pro chov ryb. Jednalo by se o rozdělení 1. a části 2. nádrže na 3—4 menší nádrže, zapojené za sebou. Převážná část 2. — dolní nádrže by se potom změnila opět v rybník sloužící k chovu ryb [10].

### Závěry

Likvidace pivovarsko-sladařských odpadních vod ve stabilizačních nádržích je vhodným technologickým postupem pro čištění odpadních vod tohoto typu, zejména pro svoji vysokou účinnost a malé nároky na obsluhu. Poněkud nižší čistící účinky ve studeném období roku lze paralyzovat akumulací těchto vod v prostoru, jehož objem postačí na celé jejich množství z tohoto údobí. V teplém období roku přispívá významně k likvidaci odpadních vod i výpar, což napomáhá získat akumulací prostor pro studené období. Při vhodném uspořádání je možno stabilizačních nádrží hospodářsky využít k chovu ryb. Lze předpokládat, že takto vyčištěné vody mají nižší eutrofizační potenciál než používané intenzivní způsoby čištění odpadních vod (aktivační systémy apod.). Nevýhodou tohoto systému čištění je náročnost na stavební plochu a pachové závady, vyskytující se občas v okolí první nádrže (převážně anaerobní).

### Literatura

- [1] PYTLÍK, R.: Akumulační a asimilační rybníky pro odpadní vody potravinářského průmyslu. In.: Sborník z konference „O odpadních vodách v potravinářském průmyslu“, část I, s. 91—105, Matice hornicko-hutnická, Praha 1957.
- [2] MARVAN, P. - ŠKVARENINA, Š.: Biochemická oxydace a redukce organických látek v odpadních vodách. I. Výzkum oxydačních rybníků při sladovně v Topolčanech. Etapová zpráva VÚV, pracoviště Brno a VÚPS, pracoviště Bratislava, číslo úkolu S-C-V/4—13, Brno 1962.
- [3] SVOBODA, M. - GILLAR, J. a kol.: Technologicko-ekonomická studie čs. čistíren mlékárenských odpadních vod. Dílčí a závěrečná zpráva VÚM č. 12 Ob. 3/1965, 0—18/1966 a 0—19/1967 Brno, 1966—1968
- [4] HOFMANN, P. - HAVRÁNEK, M. a kol.: Jednotné metody chemického rozboru vod. Praha, SNTL 1965
- [5] CYRUS, Z. - SLÁDEČEK, V.: Jednotné metody biologického rozboru vod. Příloha Vodního hospodářství 1965, č. 11; 1966, č. 1; 1969, č. 8.
- [6] SLÁDEČEK, V.: The measures of saprobity. Verh. Internat. Verein. Limnol., 17, 1969, s. 546—559
- [7] MEINCK, F. - STOFF, H., KOHLSCHEUTTER H.: Industrie — Abwasser, 4. neue bearbeit. Auflage, Stuttgart, Gustav Fischer Fischer Verlag, 1968
- [8] POSPÍŠIL, V.: Výsledky vodohospodářského průzkumu v pivovarském a sladařském průmyslu. Sborník z konference „O odpadních vodách v potravinářském průmyslu“, část VI, s. 32—41, Praha 1957
- [9] CYRUS, Z. - VOŠAHLÍK, M.: Likvidace odpadních vod pivovarsko-sladařských v přirozených stabilizačních systémech. Závěrečná zpráva VÚV, Praha 1971
- [10] SVOBODA, M. - HRDINA, V.: Průzkum účinnosti stabilizačních nádrží odpadních vod pivovaru a sladovny v Topolčanech. Závěrečná zpráva VÚM, P-69-VH/71, Brno 1971