

Odpadní vody mlékárenského průmyslu a jejich čištění

The waste waters in dairy industry and their cleaning

M. SVOBODA

Abstract: In the introduction the division, main components as well as properties of waste waters occurring in dairy plants are stated. Results of the research from the year 1959 to 1975 illustrate the evolution of efforts and the results reached in lowering of quantity and contamination of waste waters in the Czechoslovak dairy plants.

From cleaning methods there are stated above all these, which have been successfully used in Czechoslovakia (i. e. the low loaded activation with a mechanic aeration, oxidation ditches, so-called monoblock type with BSK turbine, stabilization tanks and ponds). Simultaneously there is analyzed a problem of the cleaning methods developed in Czechoslovakia (activation with a selector), as well as methods successfully used in foreign countries (the system UNOX, OMS-KomBI-Becken, the alternating double biofiltration, biofilters with the PVC or polystyrene fillings, ventilated stabilization tanks, irrigation of agricultural lands, electrodialysis, reversing osmosa, etc.).

In a conclusion the author emphasizes a necessity of the right water system in every dairy plant, that presumes the effective as well as the economically profitable cleaning of waste waters. The presumption of a right water system is the establishment as well as the well-aimed function of plant water system laboratories and the interest of operation workers in leading positions.

Mlékárenské odpadní vody řadíme mezi průmyslové odpadní vody, jejichž hlavní část je znečištěná převážně organickými látkami. Podle znečištění je dělíme na:

1. Vlastní odpadní vody, znečištěné mlékem, mléčnými výrobky a provozními látkami, odpadajícími při zkoušení a zpracování mléka i výrobků z něho. Těchto vod bývá obvykle 60—40 % z celkového množství odpadních vod.

2. Vody látkově neznečištěné, tj. vody, které byly použity pro chlazení a temperaci při zpracování mléka, které však s mlékem a mléčnými výrobky nepřišly do přímého styku.

3. Splaškové vody, tj. vody ze sociálních a hygienických zařízení mlékárny, na př. odpadní vody ze závodní kuchyně, kantýny, prádelny, koupelen a případně i bytových jednotek příslušného závodu.

Hlavními složkami vlastních mlékárenských odpadních vod jsou laktóza, bílkoviny a tuk, které jsou velmi vhodnou živinou pro mikroorganismy. Nejříve je mikrobiálně odbourávána laktóza, což má za následek vznik organické

kých kyselin, CO_2 a vysrážení mléčných bílkovin. Reakce takto zkvašené odpadní vody přechází do oblasti vyslovené kyselé a nejsou vzácné případy, že taková odpadní voda vykazuje pH 3—2. Kromě uvedených hlavních složek obsahují mlékárenské odpadní vody různé mycí a sanitační prostředky, chemikálie z příslušných laboratoří a běžné složky splaškových odpadních vod. Typickou vlastností mlékárenských odpadních vod, jako ostatně většiny odpadních vod z potravinářského průmyslu, je jejich rozkolísanost jak v jejich kvalitě, tak i v jejich kvantitě. Toto kolísání sa projevuje u mlékárenských odpadních vod jak během dne, tak i během týdne, ba i během roku. Složení a množství odpadních vod zejména ze starších mlékáren ovlivňuje dále charakter výroby (konzumní, výrobní) a pak zejména účinnost omezování ztrát suroviny, hlavních i vedlejších výrobků (tzv. boj proti odpadním vodám).

Při šetřeních, která jsme prováděli v našich mlékárnách v roce 1959—1960 [1] v závodech s tradiční výrobou (tj. konzumní mléko, máslo, sýry, tvaroh, případně kazein), připadlo na 1 l přijatého mléka a zpracovaného mléka průměrně 1,3—5,5 l odpadních vod. V jednom závodě Průmyslu mléčné výživy (60—81 % mléka zpracováváno na sušené mléčné výrobky), činilo množství vlastních odpadních vod $8,5 \text{ l} \cdot \text{l}^{-1}$ zpracovaného mléka a $18,16 \text{ l} \cdot \text{l}^{-1}$ odpadních vod z odparky. Šetření provedená v letech 1971—1975 prokázala výrazný pokles v množství odpadních vod, a to v rozmezí $1,04\text{—}3,52 \text{ l} \cdot \text{l}^{-1}$ [2]. Stejně tak znečištění, vyjádřené biochemickou spotřebou kyslíku po pěti dnech (BSK_5) v letech 1959—1960 se pohybovalo od $298 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$ (konzumní mlékárna) do $7.104 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$ (sýrárna), přičemž BSK_5 , připadající na 1 l přijatého a zpracovaného mléka činila $1,0\text{—}11,89 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$. Již uvedený závod Průmyslu mléčné výživy vykázal tehdy BSK_5 na 1 l zpracovaného mléka u vlastních odpadních vod $1,86 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$ a u odpadních vod z odparky $0,45 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$. Při šetřeních v roce 1971—1975 v rekonstruovaných nebo nově postavených mlékárnách, na 1 l přijatého a zpracovaného mléka připadalo v BSK_5 $0,84\text{—}2,12 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$.

Uvádí-li se, že městské sídlištní odpadní vody, čili jak říkáme — splašky, vykazují BSK_5 $360 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$, pak podle Babitta v citaci Bulíčkové [3]:

plnotučné mléko vykazuje	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$	102 500
odstředěné mléko	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$	73 000
podmásli	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$	64 000
syrovátka	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ O}_2$	32 000

Za předpokladu, že BSK_5 1000 l syrovátky vykazuje 32 000 až 40 000 g O_2 , zatímco veškeré splaškové odpadní vody, připadající na 1 obyvatele vykazují znečištění $55 \text{ g} \cdot \text{O}_2$ denně (tj. $360 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1} \times 153 \text{ l}$ na hlavu a den), Bulíček [3] uvádí, že při vypouštění 1000 l syrovátky (stejněměrně rozděleném na celých 24 hodin) mlékárna teoreticky znečišťuje vodní tok tak, jako splašky přibližně od 600 obyvatel. Avšak nárazovým vypuštěním stejného množství syrovátky, znečištění vodního toku stoupne na ekvivalent 4800 až 5000 obyvatel. To jest počet obyvatel, kterého by bylo třeba k produkci splaškových odpadních vod, odpovídajících výši znečištění vodám, znečištěným nárazovým odtokem 1000 l syrovátky. Tato čísla by si měli stále připomínat všichni pracovníci mlékáren, zejména však ti, kteří pracují v tvarohárnách, sýrárnách či kazeinárnách a pak ti, kteří jsou zodpovědní za další zpracování či rozvoz podchycené syrovátky.

Ve snaze snížit znečištění mlékárenských odpadních vod, navrhovali jsme

již v roce 1961 [4] oborovou normu maximálního znečištění mlékárenských odpadních vod, a to: 3 g BSK₅.l⁻¹ přijatého a zpracovaného mléka — pro mlékárny výrobní, 2,5 g BSK₅.l⁻¹ pro mlékárny výrobně konzumní a 1,5 g BSK₅.l⁻¹ pro mlékárny konzumní. Jak ukázala další naše šetření, provedená v letech 1971—1975 v mlékárnách, kam při jejich adaptaci či nové výstavbě byly instalovány moderní výrobní linky [2], dalo by se uvažovat o normě podstatně tvrdší, a to mezi 1—2 g BSK₅.l⁻¹, bez ohledu na výrobní zaměření mlékáren. Že je to reálné, dokládají i práce německých [5] a dánských [6] autorů, kteří uvádějí 1,4 až 1,5 g BSK₅.l⁻¹ dodaného mléka a při řádných vnitropodnikových opatřeních, dokonce 0,9 až 1,0 g BSK₅.l⁻¹.

Pokud se týká čištění mlékárenských odpadních vod, domnívám se, že především se musím zabývat aktivací, která je u nás nejrozšířenější a která je považována za najhygieničtější biologický způsob čištění odpadních vod.

Aktivaci s mechanickou aerací jsme prověřovali především v mlékárně v Kruhu u Jilemnice [7] a v Madetě v Řípci [7, 8]. I když čistící účinky kružské čistírny činily 95,6—97,9 % snížení BSK₅, její vysoké investiční a provozní náklady nemohly být uvažovány jako charakteristické pro tento čistící způsob. Zato výsledky dosažené v Řípci poskytují celkem objektivní informace o nízkozatěžované aktivaci, která i v tomto případě pracovala s 98 % účinností. Do čistírny přitékalo denně cca 213—443 m³ odpadních vod, jejichž BSK₅ se pohybovalo ve hlavní směně (6—17 h) od 1076 do 2302 mg.l⁻¹. Do čistírny bylo denně přiváděno cca 257—467 kg BSK₅. Látková zatížení čistírny se pohybovalo v době šetření od 622 do 862 g.m⁻³.d⁻¹ a objemové zatížení od 0,45 do 0,88 m³.m⁻³.d⁻¹. Zatížení sušiny kalu činilo 0,12—0,18 kg.kg⁻¹.d⁻¹. Průměrný recirkulační poměr vráceného kalu činil ve hlavní směně (cca 11 hodin) 1,75—2,74 : 1. Vyčištěná voda vykazovala zbytkové BSK₅ při prvním šetření 24,6—48,4 mg.l⁻¹ a při druhém šetření 3,8—10,5 mg.l⁻¹.

Oxidační příkopy, které pracují rovněž na principu nízko zatěžované aktivace, se u nás používají pro čištění mlékárenských odpadních vod od roku 1966, kdy byly užity pro čištění odpadních vod z mlékárny a sladovny v Brodce u Přerova. O rok později byla dokončena výstavba oxidačních příkopů u mlékárny v Rovensku pod Troskami, v roce 1968 pak v Šišmě u Přerova a v dalších letech v Hostivicích u Prahy, Moravském Berouně, Jaroměřicích n. Rokytnou, Radimi—Luži, Nedakoněčích a Znojmě. Rovenská čistírna nám posloužila k technologicko-ekonomické studii [9]. V době našich šetření se v mlékárně v Rovensku zpracovávalo denně průměrně 35 068 l mléka. Denní množství odpadních vod, přitékajících do čistírny činilo 52 až 141 m³. Jejich BSK₅ se pohybovalo kolem 1000 mg.l⁻¹. Látkové zatížení čistírny se pohybovalo od 100 do 404,9 g BSK₅.m⁻³.d⁻¹, zatížení sušiny kalu od 0,021 do 0,194 kg BSK₅.kg⁻¹ a hydraulické zatížení kolísalo od 48,48 do 155,98 m³.m⁻¹.d⁻¹. Voda, vytékající z čistírny, vykazovala BSK₅ 5—24 mg.l⁻¹. Čistící účinky dosahovaly průměrně 97,6 až 98,6 % snížení BSK₅ a v nejpříznivějším období dosáhly dokonce 99,5 %.

Stejně dobře se osvědčily oxidační příkopy v nové, moderní mlékárně ve Znojmě, která v době našich šetření [10] zpracovávala denně okolo 163 000 l mléka na tekuté mléčné výrobky, máslo, tvaroh a sýry a 76 000 l mléka sušila. Denní množství odpadních vod se pohybovalo okolo 440 m³ s 220,7 kg BSK₅. (Na 1 l přijatého mléka připadalo 2,71 l odpadních vod a 1,35 g látkového znečištění,

vyjádřeného jako BSK_5 !!) Čistírna pracovala při hydraulickém zatížení $0,328 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$. Látkové zatížení činilo $0,165 \text{ kg BSK}_5 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ a zatížení sušiny kalu bylo v průměru $0,019 \text{ kg BSK}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.

Pokud jsou oxidační příkopy dobře dimenzovány, pak v nich v letní době dochází k aerobní stabilizaci kalu, což zjednodušuje jejich kalové hospodářství. Snad jedinou nevýhodou oxidačních příkopů je, že vyžadují poměrně mnoho místa. Proto se dnes spíše prosazují aktivační nádrže čtvercového půdorysu, s poměrem strany čtvercové základny ku hloubce $2 : 1 - 5 : 1$ a s objemem od 50 do 2200 m^3 . Tyto nádrže se pak osazují vertikálními aerátory (u nás jsou to tzv. BSK turbíny Gigant, vyráběné v licenci v Sigmě v Hranicích).

Vzhledem k tomu, že použití oxidačních příkopů bylo rozpracováno ve světě v různých provozních podmínkách, je dnes na místě rozlišovat původní Pasveerovy oxidační příkopy, zatěžované maximálně $50 \text{ g BSK}_5 \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny kalu a aktivační příkopy, tedy příkopy vybavené dosazovací nádrží s možností recirkulace kalu a zatěžované více než $50 \text{ g BSK}_5 \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny kalu.

Jak již bylo řečeno, jednu z hlavních složek mlékárenských odpadních vod tvoří laktóza, jejíž podíl v mlékárenských odpadních vodách při havarijních únicích syrovátky se může neúměrně zvýšit. To má pak za následek enormní vzrůst vláknitých mikroorganismů v kalu (vláknité bytění aktivovaného kalu), vysoké kalové indexy, tj. i špatnou sedimentační a zahušťovací vlastnost aktivovaného kalu. Dosazovací nádrž je neustále plná kalu, který z ní přetéká a zhoršuje tak čistící účinky příslušné čistírny.

Z poloprovozních pokusů, provedených pracovníky VŠCHT v Praze [11] v čistírně odpadních vod města Olomouce, lze předpokládat, že použitím aktivačního systému se selektorem a předřazenou regenerační nádrží bude možno potlačit ono obávané bytění kalu, vyskytující se zejména při přetížení aktivačního systému glycidy.

Druhým perspektivním způsobem pro dosažení aktivovaného kalu s kalovými indexy vždy pod 100 je systém UNOX, patentovaný americkou firmou Union Carbide [12, 13]. Aktivace podle tohoto systému probíhá v uzavřené nádrži, rozdělené nejméně na tři sekce, v atmosféře čistého kyslíku o koncentraci 10 až $16 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Díky dobrým sedimentačním vlastnostem kalu ze systému UNOX je možno koncentraci kalu udržovat v aktivačních nádržích mezi $5-8 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, doba zdržení vody v systému může být nižší a dosahované čistící účinky jsou přesto poměrně vysoké.

Pokračuje i stavební vývoj čistíren odpadních vod. Všeobecně jsou zřejmé snahy spojit jednotlivé technologické články čistírny do jedné stavební jednotky, čímž se ušetří až 50% stavebního prostoru a investiční i provozní náklady se sníží o $25-50 \%$. Tyto snahy jsou patrné dokonce i u oxidačních příkopů. Tak například kombinovaná aktivační jednotka firmy OMS (OMS—Kombi—Becken) představuje aktivační příkop obdélníkového půdorysu, jehož střed vyplňuje ze $2/3$ dosazovací nádrž a z $1/3$ kalové silo [14]. Tato jednotka je zajímavá i tím, že místo obvyklých sračních válců má tzv. proudové aerátory. Jsou to v podstatě dva perforované žlaby, vsazené příčně nad příkop. Do nich se čerpá nepřetržitě dvěma šnekovými čerpadly usazený kal z dosazovací nádrže i suspense kalu z příkopu, v němž je cirkulace vody udržována vrtulovým čerpadlem. I u nás byly a jsou snahy o využití vnitřních prostorů oxidačních příkopů pro tzv. vložené dosazovací nádrže (mlékárny v Sismě u Přerova, Moravský Beroun), případně snahy o monoblokové řešení

dosazovacích nádrží s vlastní aerační nádrží (čokoládovny Velim), avšak až dosud byly většinou bezúspěšné.

S rozvojem vertikálních aerátorů (aeračních turbin, mechanických povrchových aerátorů), které se vyznačují vysokým množstvím přiváděného kyslíku (BSK-Gigant od 2 do 350 kg $O_2 \cdot h^{-1}$ při 1,5–3,5 kg $O_2 \cdot kWh^{-1}$), se přechází, jak již bylo řečeno, od oxidačních příkopů k nádržím čtvercového půdorysu. Ty pracují buď přerušovaně, tj. převážnou část dne jako aktivací nádrž a zbytek dne jako dosazovací nádrž (monoblok) nebo nepřetržitě jako aktivací nádrž, kde však k oddělování aktivovaného kalu dochází až v oddělené dosazovací nádrži (kombiblok). Při bavorské mlékárně Rückholz (Ostallgäu) byla v roce 1967 realizována čistírna odpadních vod podobného typu [15]. Mlékárna má zpracovávat až 75 000 l mléka. den^{-1} , a to z 85 % na sýry a z 15 % na máslo. V době prošetřování čistírny odpadních vod zpracovávala cca 50 000 l mléka. d^{-1} . Čistírnu tvoří dvě vedle sebe položené betonové nádrže (každá 12 × 12 m, pracovní hloubka 2,78–3,61–4,85 m) s přemístitelným plovákovým aerátorem Simplex-HL, typ 6. Užitečný objem obou nádrží je 894 m³. Při denní produkci 120 m³ odpadních vod v době šetření byla tedy teoretická doba zdržení odpadních vod cca 7,5 dne. Čistírna nemá česle, lapák písku ani dosazovací nádrž. Čistící proces v nádržích může být provozován vedle nebo za sebou. Odpadní vody jsou 21 hodin provzdušňovány, pak probíhá jejich dvouhodinová sedimentace a během 1 hodiny dochází k výtoku vyčištěných odpadních vod do recipientu. Množství výtoku z čistírny není větší než denní přítok do čistírny (106–120 m³), takže cca 380 m³ vody a kalu zůstává v každé nádrži na příští den. Při průměrném znečištění 1470 mg BSK₅.l⁻¹, což odpovídá cca 2900 ekv. obyvatelům, činila BSK₅ výtoku v květnu 1969 5–7 mg.l⁻¹, v ostatním údobí 6–15 mg.l⁻¹.

U nás byla čistírna podobného typu navrhována brněnským Potravino-projektem pro PMV v Opočně. K její realizaci však nedošlo, jelikož pro Opočno má být budována společná kanalizační čistírna.

Poměrně velmi dobrých výsledků jsme dosáhli v zastaralé čistírně mlékárny Lacrum ve Velkém Meziříčí, která byla adaptována na tzv. monoblokový typ s BSK turbínou Gigant (\varnothing 1600 mm) na plovákové konstrukci [16]. V době našich šetření mlékárna zpracovávala průměrně 77 180 l. d^{-1} mléka. Do adaptované čistírny přitékalo v prodloužené směně (6–16 h) průměrně 106 m³ odpadních vod, jejichž BSK₅ byla cca 136,49 kg O_2 (992–1462 mg.l⁻¹ O_2). Látkové zatížení čistírny se pohybovalo od 558,8 do 896,2 g BSK₅.m³.směna⁻¹ a objemové zatížení od 0,526 do 0,639 m³.m⁻³.směna⁻¹. Zatížení sušiny kalu činilo 0,16–0,25 kg.kg⁻¹.směna⁻¹. I přes havarijní úniky mléka a syrovátky ve dnech těsně před naším šetřením, čistírna pracovala s 90,2–92,6% účinkem ve snížení BSK₅ a 84,6–90,4% účinkem ve snížení nerozpuštěných látek.

Biologické filtry, respektive vysokozaťažované rychlofiltry pro čištění mlékárenských odpadních vod u nás nenašly uplatnění. V Anglii jsou však biofiltry používány v čistírnách mlékárenských odpadních vod jako tzv. střídavá dvojité biofiltrace. Zařízení se skládá ze dvou biofiltrů (I a II) a ze dvou dosazovacích nádrží (I' a II'); jedno údobí přitéká odpadní voda z usazovací nádrže přes filtr I do dosazovací nádrže I' a odtud na filtr II, do dosazovací nádrže II' a pak již do recipientu. Druhé údobí se pořadí mění. Z usazovací nádrže jde tentokrát voda přes filtr II do dosazovací nádrže II' a odtud

na filtr I a přes dosazovací nádrž I' do recipientu. Výhodou tohoto uspořádání je, že změnou pořadí filtrů se odstraní přebujelý biologický nárůst z toho filtru, který byl v předcházejícím údobí jako první, kterým tedy protékaly znečištěnější odpadní vody.

U nás před devatenácti léty byl velký zájem o věžové biofiltry, které v NDR vyvinul Ing. Schulz, především pro městské splaškové a některé průmyslové odpadní vody. Jejich použití pro odpadní vody potravinářského průmyslu však nesplnilo naděje, které v ně někteří pracovníci skládali. Podle poloprovozních výsledků na naší pokusné čistírně v Brně [17] jsme dospěli k závěrům, že při sedmihodinové směně, při recirkulačním poměru 1 : 2, při látkovém zatížení $700\text{--}1000\text{ g BSK}_5 \cdot \text{m}^{-3}$ a při hydraulickém zatěžování $2,93\text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{směna}^{-1}$, lze dosáhnout 45—50 % čistícího účinku věžového filtru a 70 % čistícího účinku celé čistírny. Tyto závěry byly později potvrzeny v celoprovozních podmínkách čistírny mlékárny a konzervárny ovoce Pribina v Přibyslavi [18]. Podstatně horší výsledky vykazovala čistírna odpadních vod mlékárny v Čalově [19], kde jako druhý stupeň byly rovněž použity tři Schulzovy biofiltry. Surové odpadní vody, přitékající na první stupeň čistírny (aerační nádrž) vykazovaly průměrně BSK_5 464—899 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ O_2 . Jejich reakce se pohybovala v silně alkalické oblasti 10—12 pH. Tato skutečnost, vedle dalších nepříznivých vlivů (nevyužívání celého objemu provzdušňovací nádrže, nevyužívání recirkulace kalu a látkové i objemové přetěžování věžových filtrů) způsobovala, že čistírna pracovala s minimálním čistícím účinkem. V noční směně (17—7 h) byl zaznamenán dokonce vzestup hodnot BSK_5 vody, vytékající z dosazovací nádrže po biofiltraci!!

S rozvojem výroby umělých hmot se přechází i u biofiltrů k náplním z PVC (Flocor) nebo polystyrenu (Surfpac), které umožňují formovat náplň biofiltrů než to dosud umožňovaly náplně z kameniva. V roce 1967 byl postaven v Anglii biofiltr pro 59 m^3 denně produkovaných odpadních vod ze sýrárny (BSK_5 960 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$), jehož výtok vykazoval BSK_5 20 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a 30 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ suspendovaných látek [20].

Použití biofiltrů s náplní modulů Flocor nabízela anglická firma ICI pro adaptaci mlékárny v Čalově. Bylo uvažováno, že odpadní vody, po průtoku lapákem tuku, česlemi a provzdušňovanou vyrovnávací nádrží (220 m^3) přijdou po úpravě pH na hlavní článek čistírny, tj. na tři stupně biofiltrů Flocor, složených celkem z 5268 kusů modulů Flocor E a M o celkové kubatuře 1909 m^3 . Cena samotných modulů Flocor činila 74 155 liber šterlingů. Proti realizaci této nabídky jsem mimo jiné uváděl [21] zkušenosti a názor profesora Seyfrieda [22], publikované na sympoziu Mezinárodní mlékařské federace IDF v Kollekolle v Dánsku, v roce 1973. Cituji: „poněvadž plastické moduly jsou v současné době stále poměrně drahé, jejich použití je omezeno především pro silně organicky znečištěné odpadní vody a pak jako první biologický stupeň pro vyšší zatížení, poněvadž zde provozní náklady jsou mnohem příznivější (0,08—0,20 kWh na 1 kg BSK_5 odstraněného znečištění). Použití modulů pro dočištění v druhém stupni je stále ještě neekonomické“ (konec citace).

Z použití přirozených čistících způsobů, které je podmíněno místně vhodnými terénními podmínkami (zamokřené a neúrodné parcely), je třeba především uvést stabilizační nádrže. Tyto máme realizovány při mlékárně Lacrum v Telči [7]. Zatímco původně tekly odpadní vody z mlékárny do Štěpnického (Ostrovského) rybníka ve středu města, který se tak změnil ve vyhnívací nádrž, dnes

jsou přečerpávány přes svah nad mlékárnou. Pak protékají samospádem třemi nádržemi, zapojenými za sebou a vlévají se do Moravské Dyje, asi 1,5 km pod Telči. Zatopená plocha nádrží je 2 ha ($0,68 + 0,71 + 0,61$ ha). Objem jednotlivých nádrží je 7047, 6439 a 5406 m³. Čísirna se nachází v nadmořské výšce 520 m, kde průměrná roční teplota za posledních 50 let činila 6,5 °C. Uspořádání čistícího procesu do tří jednotek se projevilo specifickými poměry v jednotlivých nádržích.

I. nádrž obsahovala vodu začernalou, jejíž typický pach byl však zřejmý pouze v jejím nejbližším okolí. Oživení této nádrže bylo hypersaprobni až metasaprobni. Poněvadž v ní převládají bakterie, nazývá se bakteriální. V ní, následkem převážně anaerobních pochodů, dochází k 70—78 % redukci BSK₅ původního znečištění.

II. nádrž vykazovala již podstatně lepší saprobiální podmínky, kolísající mezi alfa-mezo až polysaprobistou. V této nádrži docházelo k 67—69 % redukci přiváděné BSK₅. Pro převahu zelených řas je nazývána fytoplanktonní.

Oživení III. nádrže lze klasifikovat alfa-mezosaprobistou s mírnou tendencí k polysaprobite při zámrazu. V této nádrži docházelo k masovému rozvoji velkých perlooček (*Daphnia pulex* LEYDIG), které pak v biomase této nádrže převládaly. Nádrž se proto nazývá zooplanktonní. Docházelo v ní k 66—84 % redukci BSK₅.

Účinnost celé soustavy těchto tří nádrží byla po celou dobu sledování vyrovnaná (97,1—98,7 % redukce BSK₅). Ani v době, kdy byl ve třetí nádrži přítomen fytoplankton, čistící účinek celého systému neklesl pod 95 % redukce BSK₅. Ve třech etapách, do kterých jsme rozdělili celé údobí našich šetření v letech 1964—1968, přitékalo do první nádrže průměrně 102,5—146,3—158,9 m³.d⁻¹ odpadních vod. Jejich průměrná BSK₅ byla 1441—1714—2152 mg.l⁻¹. To znamená, že do první nádrže bylo přiváděno 147,7—210,8—305,4 kg BSK₅.d⁻¹. Z třetí nádrže vytékalo denně průměrně 20,1—53,9—57,9 m³ vody. Výpar a průsak podle našich měření v červnu 1966 činil 6,3 mm.m⁻², v říjnu téhož roku 3,4 mm.m⁻² a v září 1967 5,0 mm.m⁻²! Roční průměrná BSK₅ výtoku ode dna třetí stabilizační nádrže vykazovala 116—114—151 mg.l⁻¹. Po zavedení výtoku od hladiny třetí nádrže v roce 1967, průměrná BSK₅ činila 70 mg.l⁻¹. Zatímco v roce 1964 až 1965 činilo zbytkové znečištění výtoku z třetí nádrže za den 2,3 kg, v roce 1966 stoupl na 6,1 kg a v roce 1967 činilo již 8,7 kg BSK₅. Po zavedení výtoku od hladiny, průměrná hodnota zbytkového znečištění poklesla na 4,0 kg BSK₅. Průměrné plošné zatížení činilo u první nádrže 217,3 až 449,4 kg BSK₅.ha⁻¹.d⁻¹, u druhé nádrže 61,6 až 92,9 kg BSK₅.ha⁻¹.d⁻¹ a u třetí 23,6 až 35,2 kg BSK₅.ha⁻¹.d⁻¹. Objemové zatěžování v průběhu tří po sobě následujících etap vykazovalo u první nádrže 20,9—29,9—43,3 g BSK₅.m⁻³.d⁻¹, u druhé 6,8—8,9—10,2 g BSK₅.m⁻³.d⁻¹ a u třetí nádrže 2,7—3,4—4,0 g BSK₅.m⁻³.d⁻¹.

Určitou nevýhodou stabilizačních nádrží při dosavadním uspořádání v naší zeměpisné šířce je, že v zimě dochází k postupnému zhoršování poměrů ve všech nádržích. Pro výstavbu dalších čistíren tohoto typu doporučujeme pro III. stabilizační nádrž počítat s kapacitou tak, aby sloužila ve studeném období, tj. asi 4 1/2 měsíce jako akumulací nádrž. Navrhované řešení by vyžadovalo, aby vždy těsně před zamrznutím se III. nádrž vypustila a její objem by se během studeného období využíval k akumulaci vod, které by se jinak dostávaly do recipientu. S nástupem teplého období koncem března

dojde pak k rychlé stabilizaci čistících procesů a k opětovnému výtoku vody do recipientu.

V poslední době se používají i tzv. provzdušňované nádrže. V Japonsku byla vybudována první provzdušňovaná stabilizační nádrž u mlékárny společnosti Morinaga v Sapporo [23], kde se teplota vzduchu pohybuje od $+30^{\circ}\text{C}$ do -20°C . Je to zemní nádrž 44 m široká, 88 m dlouhá a při nejvyšší vodní hladině 4 m hluboká. Její dno a boční svahy jsou izolovány folií z umělé hmoty, aby se zabránilo případnému znečištění podzemní vody. Nádrž je rozdělena betonovou stěnou uprostřed do dvou menších nádrží ($V = 2 \times 6500 \text{ m}^3$), vzájemně propojených. 1500—2000 m^3 surových odpadních vod s BSK_5 400—500 mg.l^{-1} přitéká do nádrží, zapojených za sebou, kde jsou provzdušňovány dvěma vertikálními aerátory na plovácích. Tak dochází k mísení odpadních vod s vodní suspenzí kalu z předchozích dní. Teoretická doba zdržení odpadní vody v nádržích je asi 7 dní, látkové zatížení 60 g $\text{BSK}_5.\text{m}^{-3}.\text{d}^{-1}$. Čistírna pracuje diskontinuálně. Když přijde doba vypouštění, aerátor v druhé — odtokové nádrži se zastaví, suspenze kalu se usadí (cca za 1 hodinu) a čistá voda se postupně vypouští. Koncentrace kalu v systému se pohybuje od 400 mg.l^{-1} (v létě) do 800 mg.l^{-1} (v zimě). Zbytný kal se během dvouletého provozu nevyskytl. Vyčištěná voda vykazuje pH 7,1; BSK_5 4,0 mg.l^{-1} ; CHSK — dvojjachromanové číslo 14,4 mg.l^{-1} ; nerozpuštěné látky 11,0 mg.l^{-1} . Obsah amonného dusíku v surové vodě 20—25 mg.l^{-1} byl v čistírně zredukován na 0,1 mg.l^{-1} . Diskontinuální provoz čistírny má výhodu, že doba usazování kalu může být upravována podle jeho usaditelnosti, že systém je odolnější jak proti látkovému a hydraulickému přetěžování, tak i proti nárazovým změnám v reakci surových odpadních vod. Dnes pracuje v Japonsku asi 60 provzdušňovaných stabilizačních nádrží, většinou v mlékárnách, v různých dalších potravinářských a dokonce i chemických závodech. Z uvedeného je zřejmé, že se vlastně již jedná o aktivaci než o proces probíhající ve stabilizační nádrži.

Stabilizační (asimilační) rybníky, což jest název rybníků, které nejen zneškodňují odpadní vody z potravinářského průmyslu, ale využívají je k zvýšené produkci ryb, máme realizovány u mlékárny v Žichovicích u Horažďovic a ve Dvorcí-Nepomuku. Rybník při této mlékárně jsme sledovali v roce 1967 (7). Jeho katastrální plocha je 17,8 ha, avšak zatopená plocha se pohybuje okolo 15 ha. V době provozu mlékárny, která zpracovávala v tu dobu okolo 70 000 l mléka, přitékalo do rybníka průměrně 250 m^3 odpadních vod. Jejich BSK_5 během směny vykazovala průměr 1150 mg.l^{-1} . Za zbytek dne přitékalo do rybníka průměrně 32,6 m^3 vody, jejíž BSK_5 činila 355 mg.l^{-1} . Do rybníka bylo tedy denně přiváděno téměř 300 kg BSK_5 . Zatímco při červencovém šetření bylo do rybníka přiváděno za den cca 2100 m^3 ředících vod s cca 4 kg BSK_5 , při zářijových šetřeních přitékalo tam pouze 1100 m^3 s cca 1,6 kg BSK_5 . Výtok z rybníka vykazoval 9,8—12,0 mg.l^{-1} BSK_5 . Ve stabilizačním rybníku se denně zneškodnilo 278—287,4 kg BSK_5 a jeho průměrný čistící účinek, vyjádřený ve snížení BSK_5 , činil okolo 94 %. Bylo též zjištěno, že v teplejší části roku se výparem a průsakem likvidoval stejný objem vody, který byl do rybníka přiváděn z mlékárny. Z příslušných šetření bylo vypočteno plošné zatížení cca 20 kg $\text{BSK}_5.\text{ha}^{-1}.\text{d}^{-1}$, tj. 375 akvivalentních obyvatel na hektar a den a objemové zatížení 1,5 g $\text{BSK}_5.\text{m}^{-3}.\text{d}^{-1}$. K obdobným výsledkům s čistěním mlékářenských odpadních vod dospěl i profesor Cyrus [24] na Pan-

ském rybníku (26 ha) u Nezamyslic, kde se likvidují a využívají odpadní vody z mlékárny v Žichovicích. Obě práce přispěly tedy k zpřesnění zatěžovacích parametrů tohoto způsobu čištění odpadních vod. Při dodržení původních Pytlíkových a Švecových parametrů [25], i při podchytu syrovátky by musela být plocha Dvoreckého rybníka zvětšena asi o 73 %, což v daných podmínkách není možné. Rybářské využití Dvoreckého rybníka bylo zhodnoceno podle údajů Státního rybářství, O. p., odštěpného závodu v Klatovech. Po vyloučení údajů z roku 1958, kdy se rybník začal rybářsky využívat, a údajů z roku 1967, kdy rybník byl přerýbněn a obsádku bylo nutno přikrmovat, činí průměrný přírůstek ryb $7,06 \text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$ (respektive $8,39 \text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$ — za předpokladu skutečně zatopené plochy). Oproti celopodnikovému průměru $2,82 \text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$ to tedy bylo významně zvýšení. Také údaje z Panského rybníka [24], kde se před jeho využitím pro čištění přikrmovalo pouze uměle, dokládají velký vliv tohoto způsobu využívání odpadních vod na intenzitu provozu rybníčního hospodářství. Zatímco při umělém přikrmování průměrný hektarový přírůstek ryb v letech 1954—1962 činil $2,58 \text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$ až $4,24 \text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$, po napojení odpadních vod ze žichovické mlékárny v letech 1963—1967 výtěžnost se výrazně zvýšila. Průměrná výtěžnost v jednotlivých letech tohoto období se pohybovala od $3,48 \text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$ do $7,70 \text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$. Průměr za celé období činil $5,0 \text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Použití předčištěných mlékárenských odpadních vod pro závlahu luk bylo u nás před několika lety zkoušeno pražským Zemědělským projektovým ústavem v Kačici [26]. Šlo o předčištěnou odpadní vodu z jednostupňové fermentace, tedy vodu egalizovanou, s poměrně stabilní pH a teplou. Stejně tak již v letech 1955—1958 se předpokládalo v mlékárnách v Galantě, Pacově a Bruntále využití předčištěných odpadních vod z tamních mlékáren. V Galantě k tomu bylo vyhrazeno 50 ha pozemků tamního JRD. Ani na jednom objektu nedošlo však k trvalému využití závlah jak pro nezáměr zemědělců, tak i mlékařů. Předpokládám, že dnes je doba pro závlahy příznivější a věřím, že to budou zemědělci, kteří dají impuls k tomu, abychom i v tomto směru dospěli k realizovatelným a hlavně trvale použitelným zařízením. Pozoruhodné jsou výsledky dosažené v posledních letech v jižním Švédsku [27]. Množství odpadních vod, použitých tam k závlaze, odpovídalo 600—1000 mm dešťových srážek na m^2 , což je dvojnásobek skutečných srážek na tomto území. Na každý hektar pastviny bylo přivedeno během dubna až listopadu: 7500 m^3 odpadní vody, tj. 12 500 kg sušiny, 3800 kg BSK₅. Voda použitá k závlaze neovlivnila pH půdy, naopak, byl zjištěn její hnojivý účinek. Uvedené množství vody obsahovalo 430 kg dusíku, 110 kg fosforu, 800 kg vápníku a 120 kg draslíku. Na Novém Zélandě je postřikem pastvin zneškodňováno 50 % syrovátky, odpadající z kyselé výroby kazeínu [28]. Surovátka se ředí 2,5 díly pracích vod. Při ročních dešťových srážkách 1270—1780 mm bylo použito $2794 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ naředěné syrovátky, což znamená cca $798 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ syrovátky. Na každý hektar pastviny přišlo během 3—8 hodin zavlažování, při 7—21 denním cyklu cca $28,1$ — $33,7 \text{ m}^3$ zředěné syrovátky.

Nelze však pomíjet ani výhody zdravotníků. V jižní Africe jsou námitky proti používání závlah odpadními vodami hlavně pokud se týká možnosti jejich prosakování do vod podzemních. V Kanadě se odpadní vody zneškodňují na vymezených půdních parcelách, připomínajících spíše proces biofiltrace. Závěrem informací o závlahách mlékárenskými odpadními vodami nelze opomenout i možnost využití vod ze stabilizačních nádrží pro závlahu. Vzhle-

dem k tomu, že stabilizační nádrže jsou vždy umísťovány v bezprostřední blízkosti zemědělsky obdělávaných pozemků, nabízí se tedy možnost jejich současného využití jako akumulčních — zásobních nádrží závlahové vody. Při členění stabilizačních procesů do více jednotek (viz str. 12—13), jak je tomu v Telči, naskytá se možnost využití vod z těchto nádrží buď pro závlahu hnojivou — v době mimovegetační (z prvé, eventuálně i z druhé nádrže) nebo ve vegetaci, pro doplňkovou (přídavnou) závlahu — vyčištěnou vodou z třetí nádrže [29].

V poslední době se velmi úspěšně rozvíjí elektroflotace a elektrodialýza odpadních vod. Mnoho nadějí, zvláště v potravinářském průmyslu, se vkládá v reverzně-osmotické děje, tj. v ultrafiltraci a hyperfiltraci. V potravinářském průmyslu se používají zejména k zahušťování ovocných šťáv, kávy, čaje, odstředěného mléka, syrovátky a j. Uvedené způsoby je však nutno, z hlediska čištění mlékářských odpadních vod, považovat spíše jako operace předčištění, respektive v případě reverzně osmotických dějů jako další, perspektivní možnosti zpracování a využití vedlejších výrobků (syrovátka, odstředěné mléko a j.). Tyto způsoby mohou sice významně přispět k snížení znečištění odpadních vod, avšak jako samostatné čisticí způsoby mlékářských odpadních vod se nebudou pravděpodobně používat. Pokud se týká reverzně osmotických dějů (hyperfiltrace) potvrdila to i kritická literární rešerše [30], vypracovaná v našem ústavu. Bylo konstatováno, že:

1. množství odseparovaných látek je zanedbatelné,
2. odpadní vody nevhodné pro zpracování reverzní osmózou je nutno čistit jiným způsobem,
3. z hlediska technologického a ekonomického v případě mlékářských odpadních vod je aplikace reverzní osmozy nevhodná.

Při čištění odpadních vod nás musí zajímat nejen účinnost jednotlivých čisticích způsobů, ale i úroveň, účelnost vodního hospodářství a pak i náklady vynaložené na čištění odpadních vod. Došlo se totiž k poznatku, že při výstavbě čistírny odpadních vod z kteréhokoliv průmyslového závodu je nezbytné v první řadě začít s dobrým vnitropodnikovým vodním hospodářstvím, zejména však s redukcí množství a znečištění jeho odpadních vod. Teprve pro odpadní vody, zbývající po realizaci všech opatření v provozech, je pak účelné dimenzovat čistírnu odpadních vod, samozřejmě s určitou rezervou, pro další růst závodu. Avšak i v závodech, které již vlastní čistírnu, bude snížení množství a znečištění odpadních vod znamenat zvýšení čisticích účinků čistírny, větší stabilitu čisticího procesu a případně i úplné zrušení náhrad za zbytkové znečištění, vypouštěné do recipientu.

Pod pojmem dobrého vnitropodnikového hospodaření vodou rozumíme především dokonalý přehled o nezbytné potřebě vody nejen v rámci závodu, ale i v rámci jeho jednotlivých středisek. Získané údaje mohou posloužit nejen při racionalizačních opatřeních, ale budou moci býti využity i výchovně v závodních školách práce, kde by každý rok měla být věnována pozornost i vodo-hospodářské tematice. S dobrým vnitropodnikovým hospodařením vodou úzce souvisí podchyt a opětovné využití (recirkulace) oteplených, avšak jinak neznečištěných vod chladících, které jsou vlastně také odpadem. Obzvláště v závodech s nedostatkem provozní vody je nutno toto řešení důsledně uplatňovat. Podchycené oteplené vody chladící, je pak možno využívat pro mytí podlah

nebo je ochlazovat pomocí gradovny a opětně využívat pro sladkovodní chlazení.

Dále je třeba zahrnovat pod pojmem „dobré vnitropodnikové hospodaření vodou“ i problematiku ztrát a odpadu surovin i finálních výrobků, čili „boj proti odpadním vodám“. Vyřešit dělení vod, podchytu a využití vedlejších produktů a odpadních látek v mlékárnách i ostatních potravinářských závodech, musí být společným dílem techniků a dělníků v jednotlivých střediscích. Navrhovaná opatření musí být taková, aby jejich funkce byla co nejméně závislá na lidech, aby fungovala i v měnlivých podmínkách potravinářských závodů a aby vykazovala co nejvyšší účinky. Výrobní procesy v jednotlivých střediscích je však také třeba kontrolovat a hodnotit i z hlediska vodohospodářského tj. z hlediska možných úspor vody a pak zejména z hlediska provozu, který by měl co nejméně odpadních vod, pokud možno co nejméně znečištěných. Ještě dnes v mnohých závodech jsou střediska, kde se vodou plývá, kde podchyt vodou znečišťujících látek je spíše symbolický, respektive kde pracně podchycované, vodu znečišťující látky, se dostávají nakonec přece jen do odpadních vod, jelikož v příslušném závodě není dbáno o další zužitkování a odvoz již jednou podchycených látek.

Nelze ani podceňovat zbytečné znečišťování odpadních vod, způsobené průtahy a odkladáním různých řemeslných prací (práce zednické, vodo-inštalátorské, elektroinštalátorské aj.), nezbytných pro různé úpravy jak v provozech, tak i na kanalizační síti. Stejně potíže a nekonečné průtahy zavedení různých vodohospodářských zlepšení působí i obstarávání různého úzkoprofilového materiálu (kupř. trojcestné ventily, šoupata, kolena, čerpadla aj.). Nemalou vinu na enormním množství a znečištění odpadních vod z potravinářských závodů má též nedostatečně poučený a kontrolovaný personál. Obzvláště při zastupování během dovolených jsou způsobovány velké škody jak ve vzniku a množství tak i ve znečištění odpadních vod.

V neposlední řadě k zbytečnému znečištění odpadních vod přispívá i to, že jejich množství a výše znečištění není soustavně kontrolována vlastní podnikovou vodohospodářskou laboratoří. Přitom od 1. 1. 1974 nabyla účinnosti ČSN 83 0604 — Kontrola odpadních vod. Podle této normy, producent odpadních vod je povinen m. j. sledovat nejméně jednou za čtvrtletí jejich množství a kvalitu bez ohledu na to, zda je odpadní voda čištěna nebo vypouštěna přímo do veřejné kanalizační sítě nebo recipientu. Opatření, vyplývající z této normy, měla být zajištěna u dosavadních producentů odpadních vod do 1. 1. 1977.

I když podle bodu 25 a 35 příslušné normy se připouští, že těmito kontrolami může producent odpadních vod pověřit organizaci cizí, v obou bodech se především počítá s tím, že kontroly si budou producenti odpadních vod a provozovatelé čistíren odpadních vod provádět k tomu účelu vybavenými vlastními vodohospodářskými laboratořemi.

Dosavadní praxe v plnění této normy v rámci českých mlékárenských podniků je však taková, že odpadní vody jsou odebírány naprosto nevyhovujícím způsobem zaměstnancem mlékárny a zasílány pak k rozboru cizí organizaci (OHS, KHS, OVAK aj.), které jim často se zdráháním tyto rozborů za úplaty zajišťují. Takové řešení se však zcela míjí se záměrem příslušné normy. Vzorky odpadních vod nejsou odebírány během celého provozu mlékárny, jsou skládány ze vzorků odebíraných v půlhodinových až hodinových intervalech (!) zaměstnanci kontrolovaných mlékáren (!). Tyto vzorky jsou pak doručovány,

mnohdy se značným zpožděním, do příslušné laboratoře. Výsledné rozborů těchto laboratoří pak pouze zachycují stav a hodnoty vzorků v době rozboru, avšak neodhalují (a vzhledem k neznalosti poměrů na místě odběru ani nemožnou odhalit) příčiny eventuálního enormního znečištění dodaných vzorků. Příslušné rozborů nejsou pak také dostatečně kriticky zhodnocovány a využívány podnikovými vodohospodáři a hlavními inženýry podniků. Toto polovičaté řešení zavádění podnikových vodohospodářských laboratoří spíše škodí a do budoucna je neudržitelné. Otálení se zřizováním a řádným personálním vybavením vlastních vodohospodářských laboratoří zdůvodňují podniky nedostatkem pracovních sil, nedostatkem místností a j. Zájem vedoucích pracovníků v provozech, závodech i v podnicích je doposud podvazován řadou dalších a jak bývá zdůrazňováno, ekonomicky zatím naléhavějších povinností a úkolů. Je potom pochopitelné, že zájem o vodní hospodářství a zejména zájem o odpadní vody a vyhovující životní prostředí, je spíše jenom slovně proklamován, než aby se v tomto směru také něco konkrétního dělalo. Prokázali jsme však, že ku příkladu v mlékárnách pouhým oddělením oteplených chladicích vod lze dosáhnout 50—60 % redukce odpadních vod a téměř stejné redukce znečištění zbývajících odpadních vod (2). Takový zásah se pak pochopitelně projeví příznivě i v ekonomické oblasti, t. j. v tomto případě ve 45—66 % snížením t.zv. úplat za vypouštění nečištěných nebo nedostatečně čištěných odpadních vod do vodních toků (Vládní vyhláška č. 16/1966 Sb.).

Bude-li v mlékárenských a potravinářských závodech vůbec chápáno vodní hospodářství jako neoddělitelná součást jejich výrobních procesů a budou-li v něm postupně realizována potřebná opatření, projeví se to samozřejmě i v jejich ekonomické oblasti. A to bude současně nejlepším příspěvkem k tomu, aby budovaná čistírna jejich odpadních vod pracovala nejen účinně, ale také co nejeekonomičtěji. Pro informaci o ekonomické problematice čištění odpadních vod uvádím výsledky technologicko-ekonomické studie československých čistíren mlékárenských odpadních vod [7], kterou jsme provedli před jedenácti léty. Z 11 prošetřovaných čistíren, pracujících podle 7 technologicky odlišných postupů, se ukázaly jako nejlepší:

Stabilizační nádrže, u nichž provozní náklad je 0,47 Kčs.kg⁻¹ BSK₅ a návratnost investice je 3,5 roku.

Stabilizační rybník, kde provozní náklady jsou 0,71 Kčs.kg⁻¹ BSK₅ s návratností 17,6 roku.

Aktivace s mechanickou aerací, která vykazala provozní náklady 1,41 Kčs.kg⁻¹ BSK₅ a návratnost 3,5 roku.

Oxidační příkop, jehož provozní náklad byl 2,77 Kčs.kg⁻¹ BSK₅. Návratnost u čistírny tohoto typu je cca 10 roků.

Zdůrazňuji však znovu, že všechna technická a organizační opatření zůstanou pouhým teoretickým návodem, nebude-li funkce čistíren odpadních vod a účinnost vykonaných zásahů a opatření, pohotově kontrolována vlastní vodohospodářskou laboratoří, budovanou buď pro několik závodů (oblastní laboratoř) nebo pro celý podnik. Výsledky kontrol, vykonaných takovou laboratoří musí být však i kriticky zhodnoceny a v případě zjištěných nedostatků musí příslušná zpráva obsahovat i návrh na odstranění zjištěných závad. Tyto zprávy pak poslouží jako podklady pro zásahy podnikového vodohospodáře a hlavního inženýra podniku.

Závěrem bych chtěl ještě zdůraznit, že úspěšné zavedení zde navrhovaných

vodohospodářských opatření, laboratoří a nakonec i dobrá funkce čistíren příslušných odpadních vod bude především záviset na kvalitách lidí, kteří budou tyto návrhy realizovat a hotové zařízení pak udržovat v provozu. Samozřejmě, bude zde hrát nejdůležitější roli i opravdová vůle vedoucích pracovníků, dosáhnout trvalého zlepšení ve vodním hospodářství závodů a podniků, za jejichž řízení jsou zodpovědní. Plně se ztotožňuji s názory pracovníků Ministerstva průmyslu SSR a Ústředí státní vodohospodářské inspekce SSR [31], kteří na IV. celoslovenském semináři závodových a podnikových vodohospodářů v Tatranské Lomnici v roce 1974 prohlásili, že „na vykonávání vedoucí funkce v průmyslu není způsobilý takový pracovník, který nevěnuje vodohospodářské problematice dostatečnou pozornost“.

Souhrn

Úvodem je uvedeno rozdělení, hlavní složky a vlastnosti odpadních vod, vyskytujících se v mlékárnách. Na výsledcích šetření z let 1959 až 1975 je doložen vývoj snah a dosažené výsledky při snižování množství a znečištění odpadních vod z čs. mlékáren.

Z čistících způsobů jsou uvedeny především ty, které byly v Československu s úspěchem použity (nízko zatížená aktivace s mechanickou aerací, oxidační příkopy, tzv. monoblokový typ s BSK turbinou, stabilizační nádrže a rybníky). Současně je diskutována problematika čistících způsobů vyvíjených v Československu (aktivace se selektorem), či používaných s úspěchem v zahraničí (systém UNOX, OMS-Kombi-Becken, střídavá dvojitá biofiltrace, biofiltry s náplní z PVC nebo polystyrenu, provětrávané stabilizační nádrže, závlaha zemědělských pozemků, elektroflotace, elektrodialýza a reverzní osmóza).

Závěrem autor zdůrazňuje nutnost dobrého vodního hospodářství v každé mlékárně, což pak vytváří předpoklady nejen pro účinné, ale i ekonomicky únosné čištění odpadních vod. Předpokladem dobrého hospodaření s vodou je vybudování a cílevědomá funkce podnikových vodohospodářských laboratoří a pak i zainteresovanost jak pracovníků v provozech tak i na vedoucích místech

Literatura

1. SVOBODA, M. a spol.: Studium množství a zatížení odpadních vod československých mlékáren. In: Sborník VŠCHT, Potravinářská technologie 6, část 2. Praha, SPN 1962, s. 139—168.
2. SVOBODA, M.: The possibilities of reducing the amount and pollution rate of effluents at the Czechoslovak dairy plants. IDF Seminar on Dairy Effluents, Warsaw 1976.
3. BULÍČEK, J.: Vodohospodářské otázky našich mlékáren. Mlékařské Listy, 42, 1950, č. 19—20, s. 144—153.
4. SVOBODA, M. a spol.: Studium potřeby provozních vod a odpadních vod mlékárenského průmyslu. Závěrečná zpráva úkolu 09.10. Brno, Výzkumný ústav mlékárenský 1961, 112 s.
5. WÄLZ HOLZ, G. — LEMBKE, A. — GONAU, J. a spol.: Die Abwasserhältnisse der Molkereien. Kieler milchwirtschaftliche Forschungsberichte, Band 20, Heft 5, 1968, s. 415—532.
6. LYTKEIN, E.: Relations between production size and effluent pollution. Proceedings of the IDF symposium held in Denmark in May 1973. Annual Bulletin IDF — Document No. 77, s. 24—28.

7. SVOBODA, M. — GILLAR, J. a spol.: Technologicko-ekonomická studie čs. čistření mlékárenských odpadních vod. Dílčí a závěrečná zpráva VÚM Brno, č. 12 Ob. 3/1965, 0—18/1966 a 0-19/1967.
8. HLÁVKA, M.: Aktivací čistírna mlékárenských odpadních vod v Řípci. Prům. Potr., 20, 1969, č. 11, s. 329—332.
9. SVOBODA, M. — GILLAR, J. a spol.: Studium čistření mlékárenských odpadních vod v oxidačních příkopech. Dílčí a záv. zpráva VÚM Brno, č. 0-26/1968 a 0-17/1969.
10. ŠALPLACHTA, J.: Čistření odpadních vod z velkokapacitních mlékáren nízkou zatěženou aktivací. Prům. Potr. — Mlékařské listy, 27, 1976, č. 6, s. 338. 66-339.67.
11. CHUDOBA, J. — GRAU, P. — SAZOVSKÁ, E. a spol.: Poloprovozní pokusy s čistěním městské odpadní vody v aktivacním systému se selektorem. In: Sborník VŠCHT v Praze, F20 (1967) Technologie vody. Praha, SPN 1976, s. 161—211.
12. UNION CARBIDE: Waste Water Treatment. Prospekt Union Carbide o systému UNOX. Cit. [11].
13. GRAU, P. — DOHÁNYOS, M.: Aktivace s čistým kyslíkem. Vodní hospodářství, řada B, 1976, č. 9, s. 239—244.
14. HEGMON, S. — NOSEK, J.: Mezinárodní odborová výstava a symposium zařízení pro likvidaci odpadních vod a pevných odpadů v Mnichově 1972. Věstník Centroprojektu, XII, č. 7, července 1973.
15. BEIER, K. — SCHABING, W.: Molkereikläranlage Rückholz (Ostallgäu) und ihre bisherigen Betriebsergebnisse. Wasser und Boden, 1970, č. 9, s. 253—256.
16. SVOBODA, M. — MARVAN, P.: Průzkum adaptované monoblokové čistící stanice mlékárenských odpadních vod ve Velkém Meziříčí. Zpráva VÚM Brno, TS-MP-3/1975.
17. SVOBODA, M. — GILLAR, J. a spol.: Studium dočišťování mlékárenských odpadních vod pomocí věžového biofiltru. Závěrečná zpráva VÚM Brno, č. 0-5-16/1964.
18. ŠALPLACHTA, J. — GILLAR, J.: Dočišťování odpadních vod z mlékárenského a konzervárenského provozu na věžovém filtru. Prům. Potr., 19, 1968, č. 6, s. 324—330.
19. ŠALPLACHTA, J. — GILLAR, J.: Prověrka funkce čistírny odpadních vod mlékárny v Čalově. Posudek VÚM, vodohosp. odd. v Brně, č. j. 248/67/Šal/Št ze dne 18. 5. 1967.
20. McDONALD, D. P.: Why and how of effluent treatment. Food Manufacture, 48, 1973, č. 7, s. 31, 33, 34, 37.
21. SVOBODA, M.: Posudek druhé verze zahraničních nabídek na rekonstrukci čistírny odpadních vod z mlékárny MILEX v Čalově. Zpráva VÚM Brno — TS-MP-2-1976.
22. SEYFRIED, C. F.: Treatment of dairy effluent by plastic medium trickling filters. Proceedings of an IDF symposium held in Denmark, May 1973, Annual Bulletin No. 77, 1974 — Dairy effluent treatment, s. 101—107.
23. TANAKA, T.: Use of aerated lagoons for dairy effluent treatment. Proceedings of an IDF symposium held in Denmark, May 1973, Annual Bulletin No. 77, 1974 — Dairy effluent treatment, s. 93—100.
24. CYRUS, Z.: Biologické čištění mlékárenských odpadních vod ve stabilizační nádrži Nezamyslice. Záv. zpráva. Praha, VÚP 1967.
25. PYTLÍK, R. — ŠVEC, Z.: Čištění a využitkování odpadních vod mlékárenských v asimilačních rybnících. Sborník ČSAŽV, 27, řada B, 1954, č. 2—3, s. 177—198.
26. VAŠKŮ, Z. — HOLOUBKOVÁ, J.: Závlaha mlékárenskou odpadní vodou v Kačicích. In: Závlahy odpadními vodami. Sborník z II. celostátního semináře pro odborné pracovníky. ČVTS zemědělská, UV sekce meliorací a ochrany krajiny. Praha, Agroplán 1971.
27. MAGNUSSON, F.: Use of dairy effluent for spray irrigation. Dairy waste water as a fertilizer and a hygienic risk. Presented at IDF Symposium on Dairy Effluent Treatment at Kollekolle, Denmark, May 1973.
28. MITCHELL, W. D. — CASSIDY, N. G.: Utilisation of Casein Wastes for Pasture Irrigation. XVIIth International Dairy Congress, E/F, 1966, s. 745—752.
29. SVOBODA, M.: Možnosti kombinace stabilizačních nádrží a závlahy pro využití a likvidaci odpadních vod potravinářského průmyslu. In: Závlahy odpadními vodami. Sborník prací z III. celostátního semináře pro odborné pracovníky. ČVTS — společnost zemědělská. Plzeň, DT 1975, s. 66—72.
30. ČERNÝ, F.: Separace složek odpadních vod progresivními metodami (kritická literární rešerše). Zpráva VÚM Brno, PP 329-2-04-VE 03/1978.

31. PRIZEMIN, P. — HETKARŠI, J.: Metodika technicko-ekonomického rozboru vodného hospodárstva v rezorte Ministerstva priemyslu SSR. In: Zborník zo IV. celoslovenského seminára závodných a podnikových vodohospodárov. Bratislava, SVTS 1974, s. 22—38.

М. Свобода

Сточные воды молочной промышленности и их очистка

Резюме

В статье приведен анализ сточных вод (их разделение, главные компоненты и свойства), возникающих в молокозаводе. На основе полученных результатов исследований за 1959—1975 гг. иллюстрировано развитие усилий и достигнутые результаты при понижении количества и засорения сточных вод в чехословацких молокозаводах.

Из множества способов очистки прежде всего приведены такие, которые используются в Чехословакии успешно (слабая активация с механической аэрацией, окислительные каналы, так называемый моноблочный тип с БСК турбиной, стабилизационные резервуары и пруды). Также ведется дискуссия о проблематике способов очистки, которые развивают в Чехословакии (активация со селектором), или способов успешно использованных за границей (система УНОХ, ОМС-КОМБИ-БЕЦКЕН, переменная двойная биофильтрация, биофильтры с наполнительным материалом из ПВХ или полистирола, проветриваемые стабилизационные резервуары, орошение сельскохозяйственных участков, электрофлотация, электролиз и реверсивный осмос).

В заключении автор подчеркивает необходимость хорошего водного хозяйства в каждом молокозаводе, что создает условия для эффективной, но и экономически рентабельной очистки сточных вод. Предпосылкой хорошей экономичности с водой является постройка и целеустремленная функция водохозяйственных лабораторий в предприятиях, далее большую роль имеет заинтересованность рабочих в ходах, заведующих производством как и инженеров на производстве.