

## Potreba vody a produkcia odpadových vôd v mliekárenskom priemysle

EVA KOJNOKOVÁ

Mliekárenský priemysel má na Slovensku dlhú tradíciu. V priebehu 5. a 6. päťročnice sa veľmi rozšíril, najmä výstavbou nových moderných veľkokapacitných závodov. V mnohých z nich sa budú vyrábať aj syry a rozličné iné mliečne výrobky.

S modernou technológiou nových veľkokapacitných závodov dostáva sa do popredia aj vodné hospodárstvo závodu. Mliekárenský priemysel, aj keď nepatrí k najväčším konzumentom vody v potravinárskom priemysle, značne ovplyvňuje vodohospodársky režim lokality v dôsledku nárokov na odber vody i produkciu odpadových vôd.

Z hľadiska vodohospodárskych záujmov treba poznamenať, že mliekárenský závod býva v každom okrese, pričom nie každá lokalita okresu je schopná zabezpečiť nároky mliekárenského závodu na pitnú vodu a čistenie odpadových vôd.

Východiskovým vodohospodárskym podkladom je tu špecifická potreba vody, z ktorej vyplýva aj množstvo odpadových vôd a zároveň potreba čistenia. Tento údaj je známy už v štádiu plánovania závodu a pri výbere lokality.

### Špecifická potreba vody v mliekárenskom priemysle

Potreba vody v jednotlivých závodoch mliekárenského priemyslu na Slovensku je rozdielna. Ak porovnáme údaje z Českej socialistickej republiky, prípadne z iných štátov a doplníme ich poznatkami autorov, dospejeme k názoru, že potreba vody na 1 liter opracovaného mlieka kolíše, a to aj vplyvom danosti lokality. V miestach, kde je dosť vody, bývajú spotreby väčšie, a tam, kde je určitý nedostatok vody, sú spotreby menšie, pretože sa s ňou lepšie hospodári.

V Slovenskej socialistickej republike podľa merania podnikových vodohospodárov je priemerná špecifická potreba vody na 1 liter spracovaného mlieka 3,9—7,5 l.

V Českej socialistickej republike, kde je väčší nedostatok vody, sú spotreby menšie, 1,5—2 l vody na 1 liter mlieka.

Zahraniční autori udávajú hodnoty spotreby vody na 1 liter spracovaného mlieka v rozsahu, uvedenom v tabuľke 1 a 2.

V Rakúsku špecifickú potrebu vody udávajú podľa technológie výroby mlieka takto [2]:

Tabuľka 1.

Autori	Potreba vody v m <sup>3</sup> na 1 m <sup>3</sup> spracovaného mlieka*
Viel	4
Scherb	3,5—5
Schultz-Falkenheim	2,8—3,5
Meinek	3—6

\* Podľa [1]

Tabuľka 2. Štatistické údaje z niektorých štátov

Štát	Potreba vody v m <sup>3</sup> na 1 m <sup>3</sup> spracovaného mlieka
NSR, Švajčiarsko, Anglicko	1,5—2
Rumunsko	9
ČSSR, ZSSR	3—6

Tabuľka 3. Špecifická potreba vody podľa výroby

Výroba	Špecifická potreba vody v l na 1 liter spracovaného mlieka*
Konzumné mlieko	1,5
Konzumné mlieko a tvaroh	1,75
Konzumné mlieko, tvaroh, smotana	3,5
Mliečny cukor	2,3
Výroba masla	2—4
Výroba syrov	5—8

\* Podľa [2]

Z uvedených hodnôt vidieť značný rozdiel v potrebe vody. Z hľadiska existujúcich závodov je najspoľahlivejšie urobiť vodohospodársky prieskum závodu. Pri projektovaní nových závodov treba vychádzať z uvedených hodnôt a racionálne nakladať s vodou ako s nenahraditeľnou surovinou. Mliekárne na území SSR by nemali prekračovať 3—4 l vody na 1 liter spracovaného mlieka.

Správny výpočet špecifickej potreby vody je východiskovým, teda veľmi dôležitým údajom pre zásobovanie, dodávku a čistenie odpadových vôd.

Z nesprávnych údajov vychádzajú poddimenzované vodohospodárske zariadenia, ktoré pri používaní nedosahujú požadovaný efekt.

Pri výpočte potreby vody v závode treba brať do úvahy značné kolísanie odberu v priebehu dňa aj týždňa, na čo treba pamätať pri konkrétnom riešení vodovodnej a kanalizačnej siete, jej objektov a čistiarní odpadových vôd.

Potrebu vody v mliekárenskom závode možno rozdeliť podľa týchto činností:

1. na základné ošetrovanie mlieka a výrobu mliečnych produktov,
2. na umývanie strojov a zariadení včítane fľaškovne,
3. pre zamestnancov,
4. na chladenie,
5. ostatná potreba pre pomocné prevádzky (kotolňa, autopark, kropenie zelene, čistenie ciest a i.).

Uvedené potreby vyžadujú pitnú vodu v zmysle ČSN, iba potreba na chladenie a ostatné potreby sa môže zabezpečiť úžitkovou vodou z vlastného zdroja.

Potreby uvedené pod 1 a 2 tvoria špecifickú potrebu vody na 1 liter spracovaného mlieka a z nich sa vytvára technologická mliekárenská odpadová voda.

### Mliekárenské odpadové vody

V technologickom procese mliekárenského priemyslu pri veľkej potrebe vody následne vznikajú aj technologické odpadové vody.

Tieto mliekárenské odpadové vody pôsobia na prvý pohľad ako zriedené mlieko: obsahujú 1—2 % mlieka. Ďalej obsahujú emar, srvátku, zvyšky masla, syra a tvarohu. Okrem toho obsahujú soli, cukry, lúhy a iné dezinfekčné činidlá, ktoré sa používajú pri umývaní a čistení strojov a zariadení. Prirodzene, technologická odpadová voda z mliekárni obsahuje aj všetky látky z mlieka: laktózu, proteíny a tuky. Jej charakteristickou vlastnosťou je rýchle zahŕňvanie. Kvalitu odpadovej vody však značne ovplyvňuje sama technológia spracovania mlieka a disciplína pracovníkov závodu.

Odpadové vody zo závodu možno rozdeliť podľa ich vzniku na:

1. Technologické odpadové vody z ošetrovania mlieka a z výroby mliečnych produktov, ktoré obsahujú 1—2 % mlieka, emar, srvátku a zvyšky tvarohu, syrov a masla.

2. Technologické odpadové vody z umývania strojov a zariadení, podláh a fliaš. Tieto odpadové vody obsahujú okrem už uvedených látok aj použité dezinfekčné činidlá. Viacnásobne použitá voda z umývania fliaš vyžaduje osobitnú úpravu a samostatné čistiace okruhy. Podľa technológie výroby je výhodné vytvoriť aj ďalšie samostatné okruhy.

3. Splaškové odpadové vody zo sociálnych zariadení. V porovnaní s technologickými odpadovými vodami je ich množstvo zanedbateľné. Ich vlastnosti a spôsob čistenia sú dobre známe. V prípade riešenia samostatnej ČOV pre závod neodporúča sa ich miešanie s technologickými odpadovými vodami. Výhodnejšie je splaškové odpadové vody čistiť samostatne, napr. v štrbinovej nádrži a až potom ich previesť do čistiarne závodu.

4. Chladiace vody sa tu spomínajú iba okrajovo, pretože sa ich množstvo v špecificknej potrebe vody neuvádza. Ich znečistenie je iné ako technologických odpadových vôd. Viacnásobným využívaním klesá ich množstvo a nepatrne sa zvyšuje ich znečistenie. Často sa z ekonomického hľadiska upúšťa od viac-

násobného využitia a používajú sa na zriedenie silno znečistených technologických odpadových vôd.

### Technologické odpadové vody, ich množstvo a kvalita

Produkcia týchto vôd závisí od kapacity závodu, od jeho výrobného programu a od recirkulácie chladiacich vôd i vôd z fľaškovne.

Viacerí autori udávajú spresnené hodnoty čo do množstva a kvality technologických odpadových vôd, t. j. bez vôd chladiacich (tab. 4).

Tabuľka 4. Prehľad precizovaných hodnôt množstva a kvality technologických odpadových vôd

Autor	Potreba vody v m <sup>3</sup> na 1 m <sup>3</sup> mlieka	Odpadové vody v m <sup>3</sup> na 1 m <sup>3</sup> mlieka	BSK- g/l	ChSK g/l	Poznámka
Sander	—	0,6—1,7	—	1,0—1,5	pH 6,8—7,0
Sierp	—	1,5—2	—	—	
Scherb	3,5—5	3 —3,5	2,5 —8,0	—	
Schultz-Falkenheim	2,8—5,5	0,8—1,5	0,7 —1,5	1,0—3,0	
Svoboda	—	1,8—2,4	0,35—4,8	—	pri syrárňach · BSK <sub>5</sub> — 4,0
Meinck	3,0—6,0	2,0—3,0	2,0 —6,0	—	
Pester	—	1,8—2,4	—	—	
Bunešová—Dvořák	—	0,6—3,0	—	—	
Handloser	—	0,9—1,2	—	—	
Fürhoff	—	—	0,42—0,73	1,1—2,5	
Mikusov	—	—	—	1,4—2,0	

Podľa údajov z MLR produkcia technologických odpadových vôd je takáto [1]:

— malé a stredné závody so spracovateľskou kapacitou 20 000 až 70 000 l mlieka za deň — 2,3 m<sup>3</sup> odpadovej vody z 1 m<sup>3</sup> spracovaného mlieka bez chladiacich vôd;

— veľké závody so spracovateľskou kapacitou 200 000 l mlieka za deň a viac — 7,0 m<sup>3</sup> odpadovej vody z 1 m<sup>3</sup> spracovaného mlieka bez chladiacich vôd.

Pri veľkých závodoch potreba chladiacich vôd predstavuje 1—1,5-násobok spracovaného mlieka.

Ak teda vychádzame z literatúry, kde rozliční autori udávajú odlišnú produkciu odpadových vôd, vidíme že väčšina z nich sa svojimi hodnotami napriek všetkému predsa len vzájomne približuje k stredným hodnotám čo do množstva aj znečistenia odpadových vôd. Ako sme už uviedli, znečistenie technologických odpadových vôd značne kolíše v priebehu dňa (BSK- 40—1600 mg/l) i týždňa, prípadne po voľnom dni. Pri začatí prevádzky sa množstvo odpadovej vody zvyšuje o 15—40 %.

Riedením technologických odpadových vôd chladiacimi vodami zníži sa ich znečistenie a zväčší sa ich množstvo. To treba pri konkrétnom návrhu nového závodu alebo pri rekonštrukcii existujúceho závodu z ekonomického hľadiska odborne posúdiť.

Pri veľkých mliekárenských závodoch je najekonomickejšie vytvoriť niekoľko uzavretých okruhov, okrem okruhu chladiacich vôd a vôd z fľaškovne.

Na samostatné okruhy treba však pamätať už v štádiu prípravy stavby. Uľahčujú predčistenie odpadových vôd pred vstupom do verejnej kanalizácie. V prípade zachytenia a využitia srvátky a emaru, zabezpečí predčistenie lapák tuku. Pri dimenzovaní lapáku tukov treba dbať na čas zdržania, ktorý by nemal presahovať 60 minút, lebo počas jednej hodiny by ešte nemalo dôjsť k zahŕňovaniu odpadovej vody. Pri tomto čase zdržania sa dá zachytiť 45—60 % tukov [1].

Predčistenie sa zavádza v tých závodoch, kde je možnosť mechanicko-biologického čistenia odpadových vôd na mestskej ČOV. V mnohých prípadoch táto možnosť nie je, preto treba zriadiť samostatnú ČOV pre mliekárenský závod. Lapák tuku treba však zaradiť do objektov ČOV alebo ako predčistenie.

Povahu znečistenia mliekárenských technologických odpadových vôd udáva charakter výroby. Ich celkové množstvo závisí predovšetkým od recirkulácie chladiacich vôd, prípadne vôd z fľaškovne. Dôležitým znakom technologických odpadových vôd je ich biologická odbúrateľnosť, a tým schopnosť biologického čistenia. Bezpodmienečne potrebné je zachytiť srvátku a emar, znížiť úniky mlieka na minimum a zamedziť vnikaniu pevných odpadov úlomkov syrov a tvarohu do odpadovej vody.

Biologické čistenie mliekárenských odpadových vôd možno robiť umelým aj prirodzeným spôsobom. Ich priemerná hodnota v BSK sa pohybuje medzi 1000—2000 mg/l.

Najstarším, ale ešte stále zaužívaným spôsobom čistenia mliekárenských odpadových vôd sú biologické rybníky. Tieto možno rozdeliť do troch základných skupín: anaerobné, fakultatívne a aerobné. Ich výhodou sú malé investičné a prevádzkové náklady — nevýhodou je veľký plošný záber pôdy. Hĺbka rybníkov sa volí od 75 až do 150 cm.

Fakultatívne rybníky bývajú 120—150 cm hlboké, čas zdržania okolo 98 dní a zataženie 25 kg BSK<sub>5</sub>/ha/deň.

Aerobné rybníky majú hĺbku 100 cm, čas zdržania 17—19 dní a zataženie 200—400 kg/ha/deň. Do biologických rybníkov sa odporúča privádzať zriedenú mliekárenskú odpadovú vodu zo závodov, pokiaľ možno bez výroby syrov. Pri výrobe syrov treba biologické rybníky aj prevzdušňovať, voliť menšiu hĺbku do 1,0 m a väčší čas zdržania 100—160 dní, zataženie 250—300 kg BSK-/ha/deň. Odporúča sa aj ich radenie za sebou, čím sa zníži čas zdržania na 50—80 dní.

Pre veľké nároky na plochu sa rybníky dnes vyskytujú iba ojedinеле, a to v miestach, kde lokalita tento priestor poskytuje. Pri racionálnom využívaní vody bývajú mliekárenské odpadové vody také koncentrované, že čistenie iba na rybníkoch je nevyhovujúce. Treba povedať, že rybníky možno odporúčať iba pre menšie konzumné mliekárne. Pri pohľade na modernú technológiu veľkokapacitných mliekárenských závodov, kde je potrebné samostatné čistenie mliekárenských odpadových vôd, treba uvažovať s touto skladbou objektov:

Do predčistenia alebo do vlastnej mliekárenskej ČOV je nevyhnutne potrebný lapák tukov.

Mechanické čistenie mliekárenských odpadových vôd sa skladá z hrabíc

z medzerami, častíc 20—30 mm, prípadne zo sústavy sít. Usadzovacie nádrže sa neodporúča radit', výhodné je mechanické čistenie doplniť lapákom piesku.

Chemické čistenie býva ojedinelé. V ZSSR majú dobré skúsenosti s použitím viacerých flokulantov. Po usadení odpadovej vody došlo k zníženiu ChSK o 78 %.

Po mechanickom čistení mliekárenskej odpadovej vody vyžadujú biologické čistenie, a čo je dôležité, dajú sa všetkými spôsobmi biologického čistenia dobre čistiť. Kal získaný čistením možno dobre využiť v poľnohospodárstve.

Mliekárenské závody vzhľadom na čistenie odpadových vôd možno rozdeliť do dvoch skupín:

1. konzumné mliekárne s bežnou výrobou mliečnych produktov,
2. samostatné syrárne, ako aj syrárne pri konzumnej mliekárni.

1. Koncentrácia mliekárenských odpadových vôd je pomerne veľká aj pri konzumných mliekárňach, kde sa vyrába maslo, tvaroh a iné mliečne produkty. Na čistenie mliekárenských odpadových vôd mnohí odborníci odporúčajú cirkulačné priekopy. Tieto dosiaľ u nás nie sú veľmi zaužívané, častejšie sa navrhuje aktivácia.

V MLR majú s prevádzkou cirkulačných priekop dobré skúsenosti: dosiahol sa dobrý čistiaci efekt. BSK klesol o 95—99 % a ChSK 90—95 %.

Pri návrhu cirkulačnej priekopy je veľmi dôležitý čas prevzdušňovania, či cirkulačná priekopa bude pracovať etapovite, prípadne ako dvojstupňové biologické čistiace zariadenie.

Výsledky z prevádzky cirkulačnej priekopy v MLR [1]:

- denný prietok na cirkulačnú priekopu 105,5 m<sup>3</sup>/deň;
- koncentrácia prítoku surovej odpadovej vody 1300 g BSK<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>;
- celkový objem cirkulačnej priekopy 710,5 m<sup>3</sup>;
- užitočný priestor priekopy 552,5 m<sup>3</sup>;
- dĺžka priekopy 157 m;
- hĺbka priekopy 1,1 m;
- čas zdržania 5 dní;
- zaťaženie v BSK- 245 g/m<sup>3</sup>;
- BSK- v odtoku vyčistenej vody 16 mg/l.

Dosiahnutie dobrých čistiacich výsledkov závisí aj od dimenzovania ostatných objektov, najmä dosadzovacej nádrže, kde je výhodné voliť väčší čas zdržania ako 2 hodiny, odporúča sa zdržanie 4—6 hodín.

Prevádzka cirkulačnej priekopy sa môže skladať aj z týchto etáp:

- zároveň so začatím prevádzky mliekárenského závodu začína sa cirkulačná priekopa naplňať a prevzdušňovať;
- po skončení prevádzky mliekárenského závodu prestáva aj ďalšia dodávka odpadovej vody, a tým aj zaťaženie cirkulačnej priekopy, ale prevzdušňovanie je v prevádzke ešte ďalšie 3 hodiny;
- potom nastáva usadzovanie vo vlastnej cirkulačnej priekope v časovom rozpätí 4—6 hodín;
- odsadená voda sa vypúšťa a v cirkulačnej priekope pre ďalší deň prevádzky ostáva usadený kal a nad ním vrstva vody 40—60 cm vysoká.

Schéma 1 udáva kontinuálnu prevádzku cirkulačnej priekopy. Výhodné je zaradiť cirkulačnú priekopu aj ako druhý stupeň čistenia (schéma 2). V tomto prípade pri veľkom výkyve prietoku odpadových vôd na ČOV môže aeračná nádrž a cirkulačná priekopa pracovať aj ako primárne biologické čistenie alebo

Schéma 1. 1 — čerpacia stanica, 2 — mechanické čistenie, 3 — cirkulačná priekopa, 4 — dosadzovacia nádrž, 5 — čerpacia stanica kalu, 6 — aeračná stabilizačná nádrž kalu, 7 — odvoz kalu na poľnohospodárske využitie

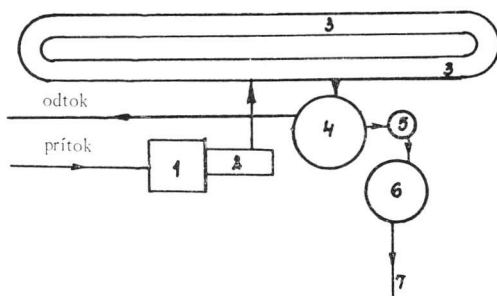


Schéma 2. 1 — mechanické čistenie, 2 — čerpacia stanica, 3 — aeračná nádrž, 4 — cirkulačná priekopa, 5 — dosadzovacia nádrž, 6 — kalové polia

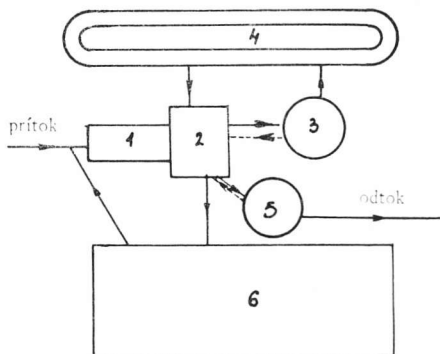
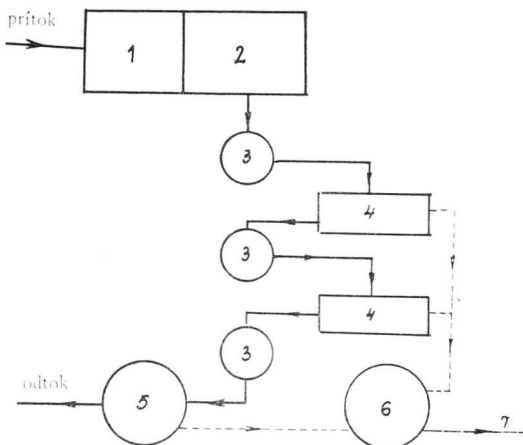


Schéma 3. 1 — mechanické čistenie, 2 — čerpacia stanica, 3 — biologický filter s plastickou náplňou, 4 — usadzovacia nádrž, 5 — dosadzovacia nádrž, 6 — uskladňovacia nádrž, 7 — kal k ďalšiemu využitiu alebo k spracovaniu



ako dvojstupňové biologické čistenie. V tom prípade je cirkulačná priekopa druhým stupňom biologického čistenia.

Výhodou cirkulačných priekop sú pomerne nízke investičné a prevádzkové náklady, malý plošný záber s možnosťou použiť rozličné tvary podľa daností lokality.

2. V prípade veľkokapacitných mliekárni a syrární, kde je väčšia koncentrá-

cia odpadových vôd, odporúča sa zaraďovať do ČOV biologické filtre s plastickou náplňou. Schéma 3 znázorňuje zariadenie biologických filtrov s plastickou náplňou do mliekárenskej ČOV.

Výhodou biologických filtrov s plastickou náplňou oproti biologickým filtrom s klasickou náplňou je, že nie sú také citlivé na výkyvy pH a zaťaženie. Náplň je ľahká a dobre sa ňou manipuluje. Objekt je stavebne jednoduchý, nevyžaduje náročné zakladanie. Z prevádzkového hľadiska často vyžaduje viacnásobné prečerpávanie odpadových vôd. Vzhľadom na malý plošný záber umožňuje intenzifikáciu starých čistiární. Pri návrhu biologických filtrov s plastickou náplňou treba však venovať zvýšenú pozornosť hydraulickému zaťaženiu filtra a recirkulácii. Ich nevýhodou je, že vytvárajú veľké množstvo vodnatého kalu, ktorý sa ďalej zle spracúva, je nestabilný a treba ho denne odčerpávať z dosadzovacích nádrží. Tento kal sa dá po viacdnovom prevzdušňovaní v samostatnej aeračnej stabilizačnej nádrži dobre využiť v poľnohospodárstve.

Účinnosť biologického filtra s plastickou náplňou súvisí so zaťažením, čo vidieť z príkladu:

- zaťaženie 300—600 g BSK<sub>5</sub>/deň na 1 m<sup>3</sup> náplne — čistiaci efekt — až 90 %
- 1000 g BSK<sub>5</sub>/m<sup>3</sup> — 86 %
- 1800 g BSK<sub>5</sub>/m<sup>3</sup> — 50—60 %.

Podľa výskumu zahraničných odborníkov je výhodné radiť biologické filtre za sebou, so striedavou prevádzkou, po 3—5 dňoch. Na 1 m<sup>3</sup> náplne sa všeobecne odporúča privádzať 0,6—1,0 m<sup>3</sup> odpadovej vody. Priemerné zaťaženie sa odporúča 200—300 g BSK<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>/deň.

Mliekárenské odpadové vody sú bohaté na živiny, preto sa pri čistení na biologických filtroch s plastickou náplňou dobre vytvára biologická blana. Obsahujú však aj masné čiastky, ktoré často zanášajú filter, preto ho treba z času na čas preplachovať. Filter sa ľahko zapracuje.

Tabuľka 5

	BSK <sub>5</sub> v mg/l surovej vody	Zaťaženie odpadovou vodou m <sup>3</sup> /deň	BSK <sub>5</sub> kg/m <sup>3</sup> náplne	Odstránené BSK v %
Firma ICI (Imperial Chemical Industry)	1500	900	2,97	66
	1660	136	2,4	60
	1500—2000	1136	2,97	90
Harper	2846	—	7,4	78
Hemming	1000—2000	—	1—4	60—90

Tabuľka 5 udáva niektoré prevádzkové hodnoty biologického filtra s plastickou náplňou.

Keďže mliekárenské závody iba málokedy majú rovnaký výrobný program, čím je aj koncentrácia a množstvo odpadových vôd rozličné, odporúča sa návrh samostatnej mliekárenskej ČOV pred jej realizáciou aspoň laboratórne odskúšať.



## Súhrn

Úlohou tohto článku bolo poukázať na dôležitosť špecifickej potreby vody v mliekárenskom priemysle z hľadiska výpočtu technologickej vody, ktorá niekoľkonásobne prekračuje ostatné potreby pre pomocnú prevádzku a zamestnancov. Je východiskovým údajom pre návrh vodovodnej siete, zdroja a akumulácie vody, ako aj návrhu čistiacej stanice odpadových vôd. Článok ďalej naznačuje možnosti ekonomicky správneho riešenia odvádzania odpadových vôd, potrebu tvorby samostatných okruhov vnútornej kanalizácie výrobného objektu, ktoré umožňujú získať z odpadovej vody cenné látky, čím sa znižuje koncentrácia znečistenia mliekárenských odpadových vôd. Umožňuje sa ich jednoduchšie a ekonomickejšie čistenie.

## Literatúra

1. Élelmiszeripari szennyvizek tisztítása Bartho, Horváth, Toökos, Vermes.
2. Österr. Wasserwirt., 1974, H. 9—10.

## Потребность воды и продукция сточных вод в молочной промышленности

### Выводы

Задачей этой статьи было отмечать возможность специфической потребности воды в молочной промышленности с точки зрения подсчета технологической воды, которая многократно превышает другие потребности для подсобной работы и работающих в промышленности. Она основой для составления водоводной сети гидроресурса и аккумуляирования воды, и также станции чистки сточной воды. Далее в статье приведены возможности экономически правильного решения сброса сточных вод, необходимость составления отдельных контуров внутренней канализации производственного объекта, которые позволяют приобрести ценные вещества из сточной воды, чем унижается концентрация засорения молочных сточных вод. Позволяются их простейшая и экономическая очистка.

## Water need and production of waste waters in dairy industry

### Summary

The aim of this article it was to point out a importance of specific waterneed in dairy industry from standpoint of technologic water calculation, which multiple exceeds the other needs for auxiliary operation and employees. It is a starting indication for project of water main network, water source and storage as well as project of waste waters purification plant. In the article are further indicated possibilities economic right to solve the waste waters outlet, the need to form independent circuits of production plant sewage drains, which enable from waste water valuable materials to obtain and so pollution concentration of dairy waste waters is reduced. More simple and more economic purification of these waters is possible.