

STANISŁAW ZĄBEK

PROBLEM ŚCIEKÓW Z MLECZARNI I UKIERUNKOWANIE BADAŃ NAD ICH WYKORZYSTANIEM DO NAWODNIEŃ W ROLNICTWIE *

W związku z postępującym rozwojem przemysłu rolno-spożywczego w Polsce, w innych krajach europejskich i pozaeuropejskich ważnego znaczenia nabiera sprawa ścieków w tej gałęzi przemysłu tak dalece, że w interesie ochrony wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem przez cukrownie, mleczarnie, browary, drożdżownie, fabryki konserw postuluje się w wielu przypadkach zmiany technologii produkcji w celu zmniejszenia objętości ścieków i obniżenia w nich ładunku zanieczyszczeń. W tym celu wprowadza się obieg zamknięty dla wód chłodniczych, oddzielne ujęcia ścieków wysoko zanieczyszczonych i ponowne wykorzystanie do celów technologicznych ścieków o niskim ładunku zanieczyszczeń.

Duża różnorodność ścieków przemysłu rolno-spożywczego, z reguły wysoki stopień ich zanieczyszczenia (BZT₅ dochodzi do 5000 mg/l O₂), wybitna nierównomierność odpływu (np. ścieki kampanijne), zawodność dotychczas stosowanych metod oczyszczania stwarzają nowe problemy — zupełnie nie znane np. w przypadku ścieków bytowych, których niskie BZT₅, stosunkowo wyrównany odpływ, wystarczająca skuteczność stosowanych metod ich oczyszczania — nie stwarzają tak pilnej konieczności poszukiwania nowych metod.

Problemy te możemy prześledzić na przykładzie przemysłu mleczarskiego, który wyróżnia się spośród pozostałych gałęzi przemysłu rolno-spożywczego liczbą obiektów: w Holandii w 1940 r. około 400 mleczań; w NRF w 1966 r. około 3400 mleczań; w Polsce w 1965 r. około 890 zakładów mleczarskich — o zróżnicowanej mocy produkcyjnej, profilu i technologii produkcji. Po raz pierwszy problemy te zostały poruszone na XII kongresie mleczarskim w Sztokholmie w 1949 r. i na XIII kongresie w Hadze w 1953 r. i od tego mniej więcej czasu zainteresowanie ściekami mleczarskimi znacznie wzrosło.

* Praca niniejsza stanowi wstępną część obszerniejszego opracowania naukowego pt: Nawodnienia roślin uprawnych ściekami przemysłu mleczarskiego.

Problem ścieków z mleczarni w literaturze fachowej

Jak wynika z dostępnej literatury, badania ścieków przemysłu mleczarskiego rozpoczęto 30—40 lat temu. Informują o tym S c h a a f s m a (12) i M u e r s (7).

Przyczyną tych zainteresowań był znaczny wzrost zanieczyszczenia wód powierzchniowych przez ścieki przemysłu mleczarskiego w Holandii, we Francji, w Niemczech, w Stanach Zjednoczonych, w Kanadzie i w Nowej Zelandii oraz obawa przed skutkami dalszego ich zanieczyszczenia stanowi tło nowszych w tej dziedzinie osiągnięć w ostatnich 15 latach.

Najbardziej chyba racjonalnie problem ścieków z mleczarni potraktowano w Holandii (10), gdzie w 1949 r. ustanowiono Rządową Służbę Doradczą dla problemu wód ściekowych w przemyśle mleczarskim. Rezultatem tej inicjatywy było opracowanie technologii oczyszczania ścieków w rowach oksydacyjnych oraz badania nad rozdeszczaniem ścieków na łąkach.

W Hannoverze w 1954 r. (4) obradował Związek dla „nieszkodliwego usuwania ścieków mleczarskich” (Ausschuss zur unschaedlichen Beseitigung von Molkereiabwaessern). W czasie obrad zwrócono uwagę, że przemysł mleczarski stanowi większe niebezpieczeństwo dla wód powierzchniowych niż przemysł cukrowniczy. Wskutek tego VDM — związek niemieckich techników mleczarstwa (23, 24), w opraciu o ustawę wodną, podejmuje akcję zmierzającą do oszczędnej gospodarki wodą technologiczną w celu zmniejszenia ładunku zanieczyszczeń w ściekach.

W Stanach Zjednoczonych, jak podają R o s e n b e r g e r i N i e l s e n (10), zasadnicze trudności dotyczą zakładów mleczarskich w małych miejscowościach, gdyż wtedy zachodzi konieczność budowy oczyszczalni (najczęściej wspólnej), której koszty wkalkulowywane są w cenę masła. Od roku 1954 ceny z tytułu oczyszczania ścieków wzrosły o 34%. Najczęściej — jak podaje K o n n t z (7) — stosuje się oczyszczanie ścieków za pomocą osadu czynnego i napowietrzanie ścieków.

W Kanadzie, jak podaje W o o l i n g s (27, 28), najczęściej oczyszcza się ścieki w dołach gnilnych. Jednak problem, który nurtuje przemysł mleczarski, to oczyszczanie ścieków w warunkach małych miejscowości we wspólnych oczyszczalniach. Wtedy jednak wyłaniają się trudności, gdyż wielkość ładunku zanieczyszczeń odprowadzanego przez mleczarnię jest tak duża, że rzuca na pracę całej oczyszczalni. Wówczas mleczarnia buduje własną oczyszczalnię — najczęściej doły gnilne lub urządza rozdeszczanie ścieków.

W NRD, jak podaje Voigt (25), ładunek zanieczyszczeń odprowadzanych do małych ścieków wodnych w ściekach mleczarni jest równoważny 600 tys. mieszkańców, co przekracza kilkakrotnie zdolność tych cieków do samooczyszczania się.

O znacznym zanieczyszczaniu wód powierzchniowych przez przemysł mleczarski w Austrii donosi Stundl (14), a na Węgrzech Tokos (21), gdzie prowadzi się badania nad oczyszczaniem ścieków za pomocą osadu czynnego i metodą napowietrzania.

W ZSRR, na Ukrainie, jak podaje Trebudow (22), większość zakładów mleczarskich odprowadza ścieki do rzek lub dołów ziemnych. Są także propozycje wykorzystania tych ścieków do nawodnień gruntów ornych (18).

W ČSRS udoskonalono metodę Pien'a, tzw. dwustopniowej fermentacji ścieków mleczarskich, w której najpierw poddawane są odbudowie białka, a następnie — w drugiej fazie oczyszczania — cukier mleczny. Zamiast tej metody Svoboda, Šalplachta i Hlavka (15) proponują metodę jednostopniowej fermentacji. Są badane także inne metody (2, 16).

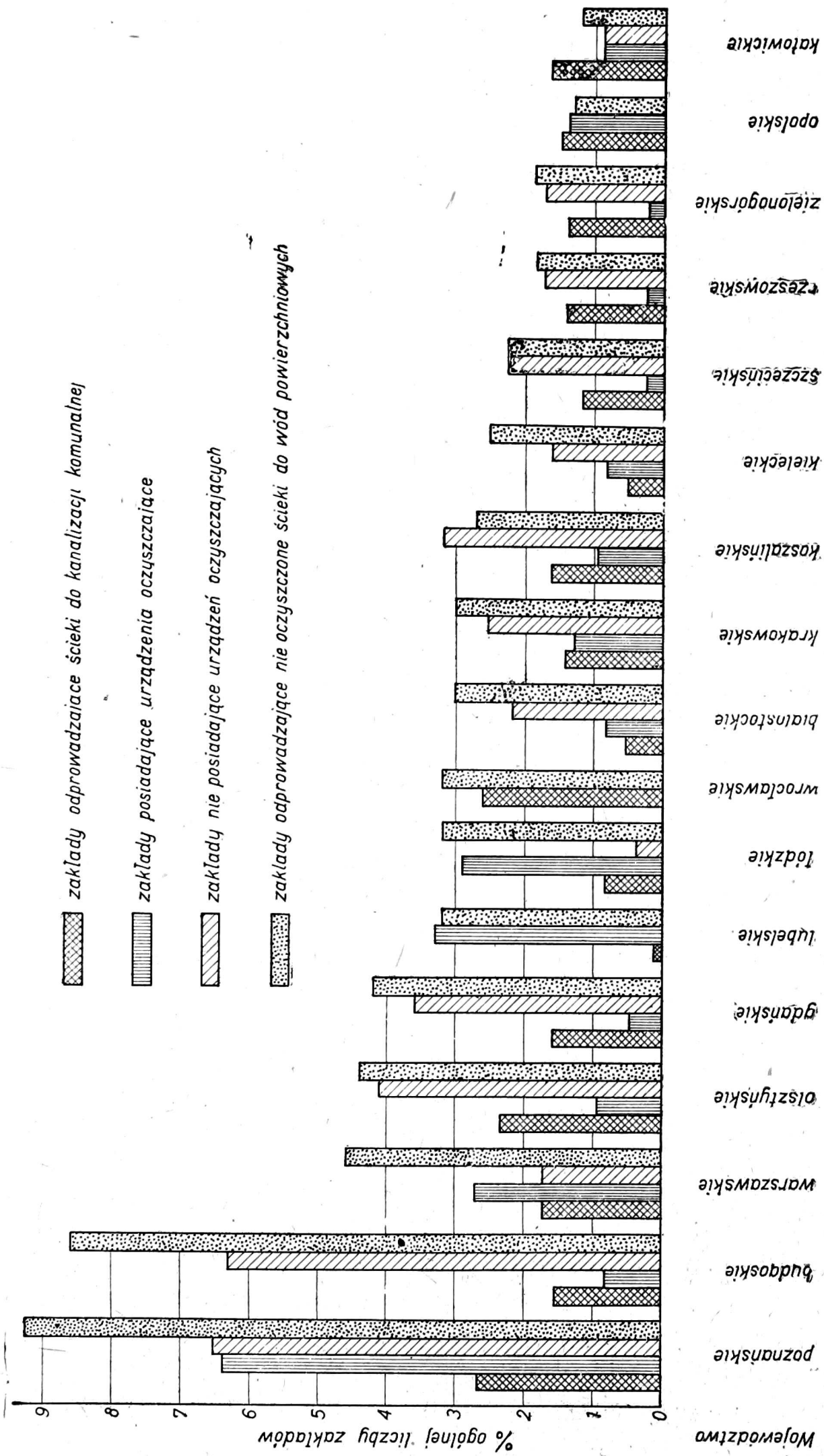
Problem ścieków z mleczarni w kraju

Jak wynika z danych Centralnego Zarządu Spółdzielni Mleczarskich, w Polsce jest czynnych ok. 880 zakładów mleczarskich (nie licząc zlewni mleka) i pod tym względem inne gałęzie przemysłu rolno-spożywczego nie mogą konkurować z mleczarstwem.

Część z nich — 188 mleczarni — odprowadza ścieki do kanalizacji miejscowej, w 223 mleczarniach czynne są osadniki 3- lub 4-komorowe, studnie Imhoffa lub inne oczyszczalnie mechaniczno-biologiczne. W 19 mleczarniach wybudowano rowy oksydacyjne, natomiast 346 mleczarni (41% ogólnej liczby zakładów) nie posiada jakichkolwiek urządzeń oczyszczających ścieki.

Jednak istniejące urządzenia oczyszczające — z wyjątkiem rowów cyrkulacyjnych i oczyszczalni wspólnych — oczyszczają ścieki jedynie mechanicznie i dlatego w 525 przypadkach w Polsce następuje w mniejszym lub większym stopniu zanieczyszczanie wód powierzchniowych przez ścieki mleczarskie, co stanowi 179 przypadków więcej niż liczba tych mleczarni, które nie posiadają jakichkolwiek urządzeń oczyszczających ścieki.

W poszczególnych województwach Polski (rys. 1) liczba zakładów z mleczarni oczyszczających ścieki w oczyszczalniach komunalnych — wykazujących brak oczyszczalni — wyposażonych w urządzenia oczyszczające oraz mleczarni zanieczyszczających wody powierzchniowe — w stosunku do ogólnej liczby mleczarni — jest bardzo zróżnicowana.



Rys. 1 Procent mleczarni w poszczególnych województwach Polski odprowadzających nieoczyszczone ścieki do wód powierzchniowych oraz oczyszczających ścieki w oczyszczalniach własnych lub komunalnych, wg stanu w roku 1968.

I tak: w województwach katowickim i opolskim, wg stanu w roku 1968, na łączną liczbę 63 zakładów mleczarskich 24 odprowadzały nie oczyszczone ścieki do wód powierzchniowych. W woj. zielonogórskim, rzeszowskim i szczecińskim na łączną liczbę 105 zakładów 55 odprowadzało nie oczyszczone ścieki do wód powierzchniowych. W woj. kieleckim, koszalińskim, krakowskim, łódzkim, białostockim i lubelskim na łączną liczbę 222 zakładów 154 odprowadzały nie oczyszczone ścieki do wód powierzchniowych. W woj. gdańskim, olsztyńskim i wrocławskim na łączną liczbę 174 zakładów 103 mleczarnie zanieczyszczały wody powierzchniowe. W woj. bydgoskim i poznańskim na łączną liczbę 228 zakładów 154 zanieczyszczały małe ścieki wodne i zbiorniki wód powierzchniowych. Wnioskując więc jedynie na podstawie liczby obiektów, najgorszy stan panował w roku 1968 w województwie poznańskim, bydgoskim, gdańskim, olsztyńskim i wrocławskim.

Szkody wyrządzone przez ścieki z mleczarni, jak również pewne propozycje zapobieżenia im były przedmiotem publikacji w codziennej prasie krajowej: Trybuna Ludu z dnia 24.XI.1967 r., Życie Warszawy z dnia: 27.IV, 12.VIII i 25.IX. 1968 r., Dziennik Łódzki z dnia 5.II. 1968 r.

W odróżnieniu od tych licznych sygnałów z terenu, nasza literatura naukowa i fachowa — jak na powszechność i wagę problemu — stosunkowo rzadko zamieszcza publikacje na te tematy. Do nielicznych autorów należą: Thom i Głowacki 1951 (21), Wierzbicki, 1957 (27), Zabierzewski, 1959 (30). Jest również próba deszczowania gruntów ornymi ściekami z mleczarni (4).

Właściwości ścieków przemysłu mleczarskiego

W wyniku mycia konwi, butelek, posadzek i aparatury do ścieków przedostają się resztki mleka i przetworów mlecznych, a także inne surowce używane w procesie technologicznym. Rin n (9) wymienia następujące składniki ścieków: resztki mleka, woda po płukaniu masła, serwatka, roztwory soli używanych do mycia, płynny NH_3 z urządzeń chłodniczych, woda lodowata z urządzeń chłodniczych zawierająca NH_3 , oleje smarowane, resztki H_2SO_4 , szlam z centryfugi, środki myjące (detergenty).

Przeważająca większość zanieczyszczeń w ściekach mleczarskich występuje w formie organicznej. Według Kiferie (Hartwig 5) skład ścieków zależy od działu produkcyjnego mleczarni (tab. 1).

Jak więc wynika z danych w tabeli 1, ścieki najbardziej zasobne w białko będą pochodziły z masłowni lub serowni — zasobne w związki tłuszczowe z hali — zasobne w cukier mleczny z serowni. Suma białka tłuszczu i cukru mlecznego stanowi 23% suchej masy (hala), 39% (masłownia) i 40% (serownia).

Tabela 1

Sucha pozost. g/l	Pozost. prażenia g/l	Białko g/l	Tłuszcz g/l	Cukier mleczny g/l	pH
Hala 1,5— 4,6	0,5—1,7	0,2 —1,0	0,3—1,1	0,2 —1,4	8,3—10,1
Masłownia 0,4— 7,5	0,3—2,1	0,02—2,9	0,1—0,6	0,02—2,6	6,5— 9,7
Serownia 1,1—18,2	0,4—2,9	0,4 —2,0	0,3—0,5	0,1 —9,4	4,3—7,9

Svoboda, Šalplachta i Hlavka (15) w ściekach z serowni znajdują laktozy 2700–8233 mg/l, białka 1056–1770 mg/l, pozostałości po odparowaniu 7543–14496 mg/l. Czyli suma białko + cukier mleczny stanowiły 59% suchej masy ścieków.

Stundl (14) w warunkach austriackich znajduje w ściekach z mleczarni substancji organicznej 110–890 mg/l, cukru mlecznego do 10 tys. mg/l, białka do 1112 mg/l.

Tookos (21) dla warunków węgierskich znajduje w ściekach po produkcji masła, mleka spożywczego, śmietany, kefiru i twarogu — średnio: białka 624 mg/l, cukru mlecznego 1348 mg/l, co w sumie stanowi 70% suchej masy ścieków.

W wyniku tak znacznej zawartości cukru mlecznego i białka w ściekach mleczarskich ChZT i BZT₅ osiągają wg niektórych autorów wartości jak w tabeli 2.

Tabela 2

A u t o r	Rok	ChZT mg/l O ₂	BZT ₅ mg/l O ₂
Muers (7)	1953	—	3000
Thom, Głowacki (20)	1959	4263	2920
Dietrich (3)	1961	—	2755
Szifrin, Miszukov (17)	1963	—	325—1545
Trebudow (23)	1963	—	520—2650
Svoboda, Šalplachta, Hlavka (15)	1961	—	5636
Svoboda (16)	1964	—	152—3090
Tookos (21)	1966	2025	1933

Jak to wynika z danych w tabeli 2, BZT₅ waha się w szerokich granicach, jednak często występują tu wartości 1500–3000 mg/l O₂ a sporadycznie nawet ponad 5000 mg/l O₂.

Wskutek tej właściwości ścieki z mleczarni są trudne do oczyszczenia za pomocą osadu czynnego lub na złożach zraszanych, dlatego M u e r s (7) i P i e n (8) proponują dla tych ścieków metodę tzw. fermentacji 2-stopniowej.

Ścieki z mleczarni zawierają również pewne ilości składników nieorganicznych (Na_2O , P_2O_5 , K_2O , CaO), które wg niektórych autorów przedstawia tabela 3.

Tabela 3

Autor	Sucha masa mg/l	Popiół mg/l	N-og mg/l	P_2O_5 mg/l	K_2O mg/l	CaO mg/l
Schroop 13)	1430	630	40	24	40	200
Kiferie (5)	—	—	40	28,7	40	200
Baars (1)	—	—	76 —100	48 —72	68—111	161—220
Szifrin, Miszukov (17)	899—2053	—	16,8— 80,4	3,7—13,4	—	—

Natomiast w warunkach krajowych w próbkach ścieków pobieranych w latach 1961—1962 z zakładów mleczarskich na terenie województw poznańskiego i wrocławskiego zawartość N-og P_2O_5 , K_2O i CaO przedstawia tabela 4.

Tabela 4

Mleczarnia	N-og mg/l	P_2O_5 mg/l	K_2O mg/l	CaO mg/l	Na_2O mg/l
Bolesławiec	9	3	9	58	37
Jarocin	18	5	18	138	62
Laskowice	26	14	23	154	—
Leszno	36	26	29	134	36
Międzybórz	61	52	89	217	50
Milicz	55	23	26	87	35
Piła	13	6	10	106	68
Płakowice	15	4	8	84	7
Rawicz	15	4	9	75	200
Ryczywół	11	6	16	162	116
Twardogóra	11	5	11	71	17
Złotoryja	39	15	35	100	58
Średnio	27	13	23	110	36

Sucha pozostałość w badanych próbkach wahała się w granicach 340—1120 mg/l, pozostałość po prażeniu — w granicach 180—300 mg/l, zawartość substancji organicznej - 160—875 mg/l.

Czyli zawartość składników mineralnych (tab. 4) w ściekach z mleczarni nie jest wysoka, szczególnie jeśli chodzi o N, który w tych ściekach występuje w 95% jako białko.

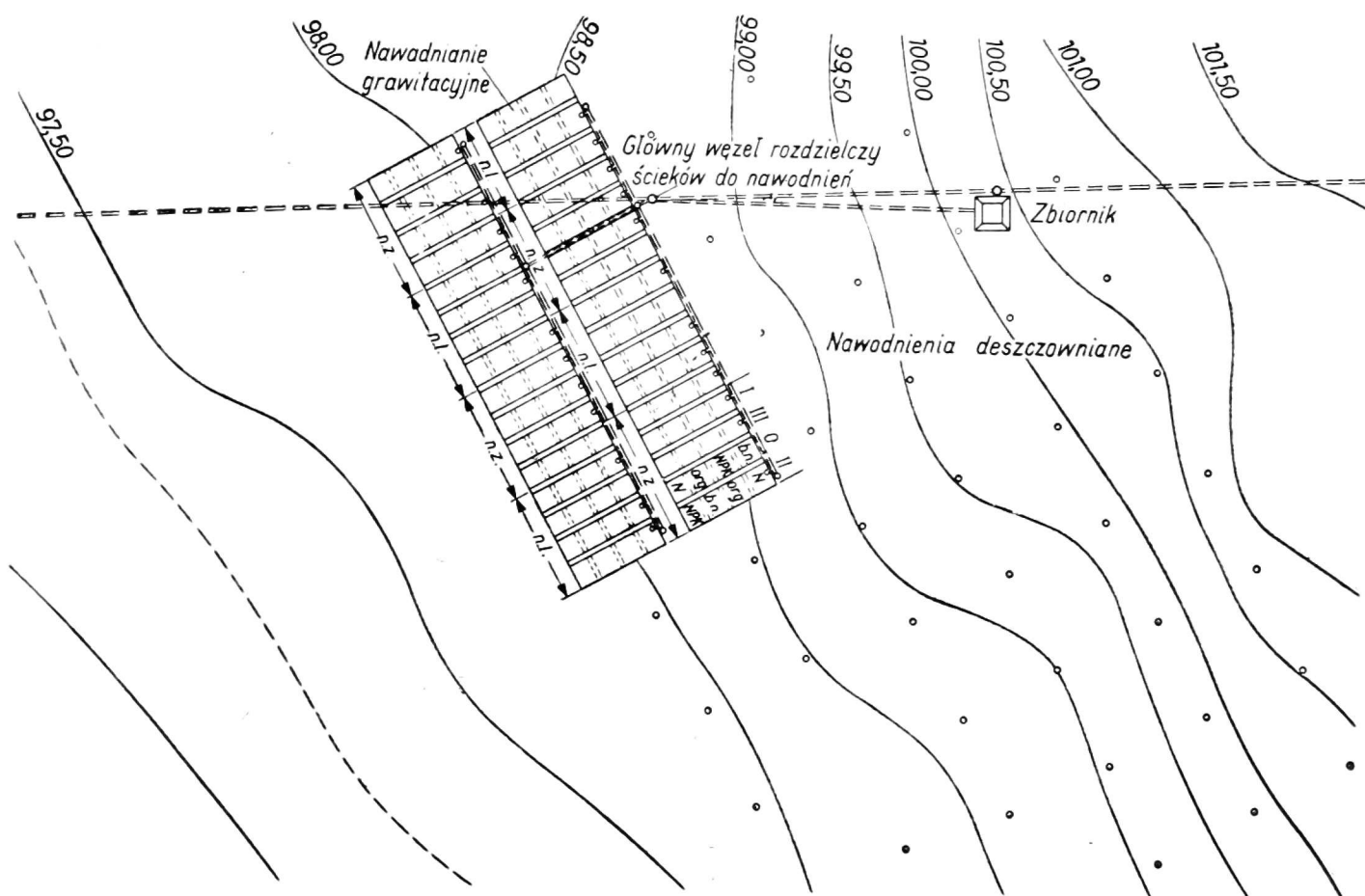
Opis doświadczeń polowych w Laskowicach Oławskich

Ze względu na znaczną zawartość białka i cukru mlecznego w ściekach z mleczarni oraz ich zdolność do szybkiego zagniwania istniały obawy, czy nawodnienia te nie będą szkodziły roślinom uprawnym. W literaturze, z wyjątkiem 1 doświadczenia polowego na łąkach i 1 doświadczenia w doniczkach, nie było na ten temat żadnych danych. Dlatego przy organizowaniu doświadczeń w Laskowicach Oławskich w latach 1961—1963 w rachubę nie wchodziło potwierdzenie wyników poprzednich badań lub ich pogłębienie, lecz w warunkach niejednokrotnie prototypowych rozwiązań — takie wykorzystanie terenu, aby było możliwe uzyskanie maksymalnej ilości informacji dla całorocznego wykorzystania ścieków do nawodnienia. W związku z tym w schematach doświadczeń polowych z różnymi roślinami uprawnymi stosowano 3 ilości ścieków, a także zróżnicowane nawożenie NPK w celu wyznaczenia najkorzystniejszej interakcji ścieków i nawożenia. Zróżnicowano także sposoby nawodnienia (nawodnienia stokowo-zalewowe, deszczowanie, rozlew z rur), a w przypadku nawodnień stokowo-zalewowych wyprowadzono nawodnienia w okresie wegetacji i nawodnienia w okresie jesienno-zimowym. Schemat tego doświadczenia zastosowano również do doświadczeń z nawodnieniem ściekami łąki dolinowej w Laskowicach na glebie murszowej płytkiej.

Zorganizowanie tych doświadczeń było możliwe głównie dzięki temu, że kolektor podziemny o długości 950 mb odprowadzający grawitacyjnie nie oczyszczone ścieki do potoku Laskowicka Woda przechodził najpierw pod polem (2/3 długości), a następnie pod łąką (1/3 długości), co dawało możliwość doprowadzenia ścieków do obu tych użytków rolnych.

Na rysunku 2 przedstawiono plan sytuacyjny wysokościowy doświadczeń z nawadnianiem stokowo-zlewowym i deszczowaniem, które łącznie z dodatkowymi doświadczeniami, w których wykorzystywano dla rozprowadzenia ścieków rury deszczowni, zajmowały powierzchnię ok. 1,8 ha.

Jak wynika z rysunku 2, doświadczenia z deszczowaniem i nawadnianiem zajmują część zbocza opadającego w kierunku południowo-wschodnim, o nachyleniu w górnej części od 1,4 do 1,7%, a w części niższej — na terenie doświadczeń grawitacyjnych — od 0,7 do 0,9%. Teren, na którym zlokalizowano nawodnienia i deszczownie, zajmują gleby piaszczyste całkowite, żytńio-ziemniaczane, zaliczane do V lub VI



Rys. 2 Plan sytuacyjno-wysokościowy doświadczeń polowych na glebach ornich w Laskowicach Oławskich

klasy bonitacyjnej. Średnia miąższość poziomu próchniczego — 20 cm, zawartość próchnicy — 0,9% — przyswajalnego P_2O_5 — 16,5 mg, K_2O — 9 mg/100 g gleby. Odczyn pH w H_2O — 6,6, w 1n KCL — 6,3. Frakcja części spławialnych ($<0,02$ mm) wynosi średnio w poziomie próchniczym 5,5%, frakcja piasku (1,0—0,1 mm) 84% z przewagą piasku drobnego. Poziom wody gruntowej w okresie lata znajduje się na głębokości 2,5—3,5 m, a w dolnej części — na terenie nawodnień grawitacyjnych, na głębokości 1,5—1,8 m. Są to więc piaski całkowite suche.

Tabela 5

sposób nawodnienia	Ilość ścieków mleczarskich w m ³ /ha na obiektach:		
	ścieki I	ścieki II	ścieki III
Stokowo-zalewowy			
a) w okresie wegetacji	2130	4260	6490
b) w okresie jesienno-zimowym	3210	5200	7170
Deszczowanie	1350	1940	3180
Rozlew z rur	900	1600	2160

Schemat wszystkich doświadczeń polowych zakładał 3 obiekty z trzema wzrastającymi ilościami ścieków mleczarskich, które średnio za lata 1963—1968, dla poszczególnych sposobów nawadniania, kształtowały się jak w tabeli 5.

Nawodnienia jesiennie-zimowe mają istotne znaczenie dla całorocznego wykorzystania ścieków z mleczarni, lecz przebiegają one w zupełnie innych warunkach niż nawodnienia w okresie wegetacji. Wynika to z rysunku 3, na którym porównano wysokości jednorazowych dawek ścieków na kwaterach nawadnianych w okresie wegetacji i wysokość jednorazowych dawek ścieków na kwaterach nawadnianych w okresie jesiennie-zimowym.

Jeżeli w warunkach nawodnień w okresie wegetacji — średnio za 5 lat — jednorazowa dawka ścieków utrzymywała się na poziomie 1000—1200 m³/ha, to w okresie nawodnień jesiennie-zimowych, średnio za 4 zimy, gwałtownie malała w miesiącach styczniu i lutym do wysokości 400 m³/ha, co stanowi 30 % dawki w okresie wegetacji.

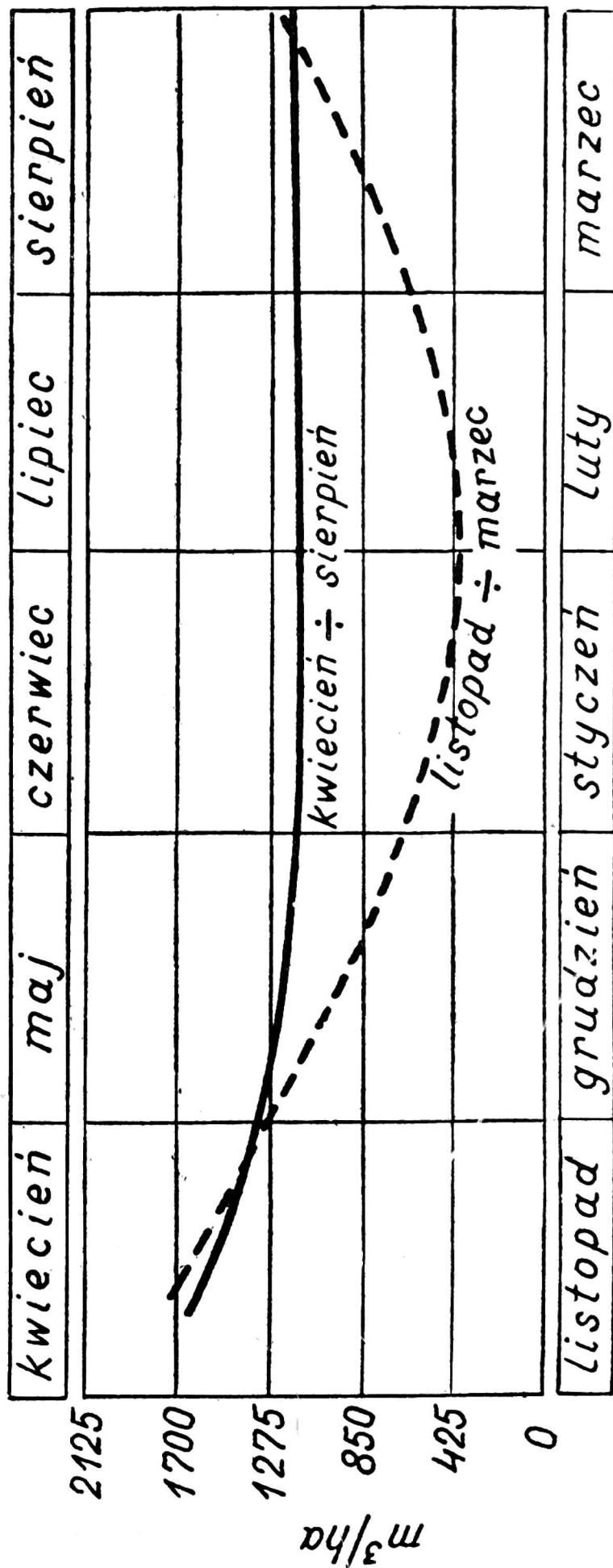
Na podstawie realizowanych w tak szerokim zakresie doświadczeń na glebach ornym w Laskowicach Oławskich wykreślono dla poszczególnych lat (1963—1969) długości okresów nawadniania różnych roślin, co przedstawiono na rys. 4.

Użytki zielone można nawadniać ściekami — ogólnie biorąc — w ciągu całego roku, natomiast na gruntach ornym okresy nawadniania — jak to wynika z rys. 4 — muszą być dostosowane do fazy rozwojowej danej rośliny i dlatego będą zróżnicowane. I tak: zboża, rzepak, gorczyca, gryka, ziemniaki, mieszanki zbożowo-motylkowe na paszę, bobik na paszę, a z roślin okopowych ziemniaki można nawadniać — średnio — w okresie 6 tygodni. Natomiast buraki pastewne — ćwikłowe — cukrowe, brukiew, marchew pastewną, kapustę pastewną — w okresie 3 do 4 miesięcy.

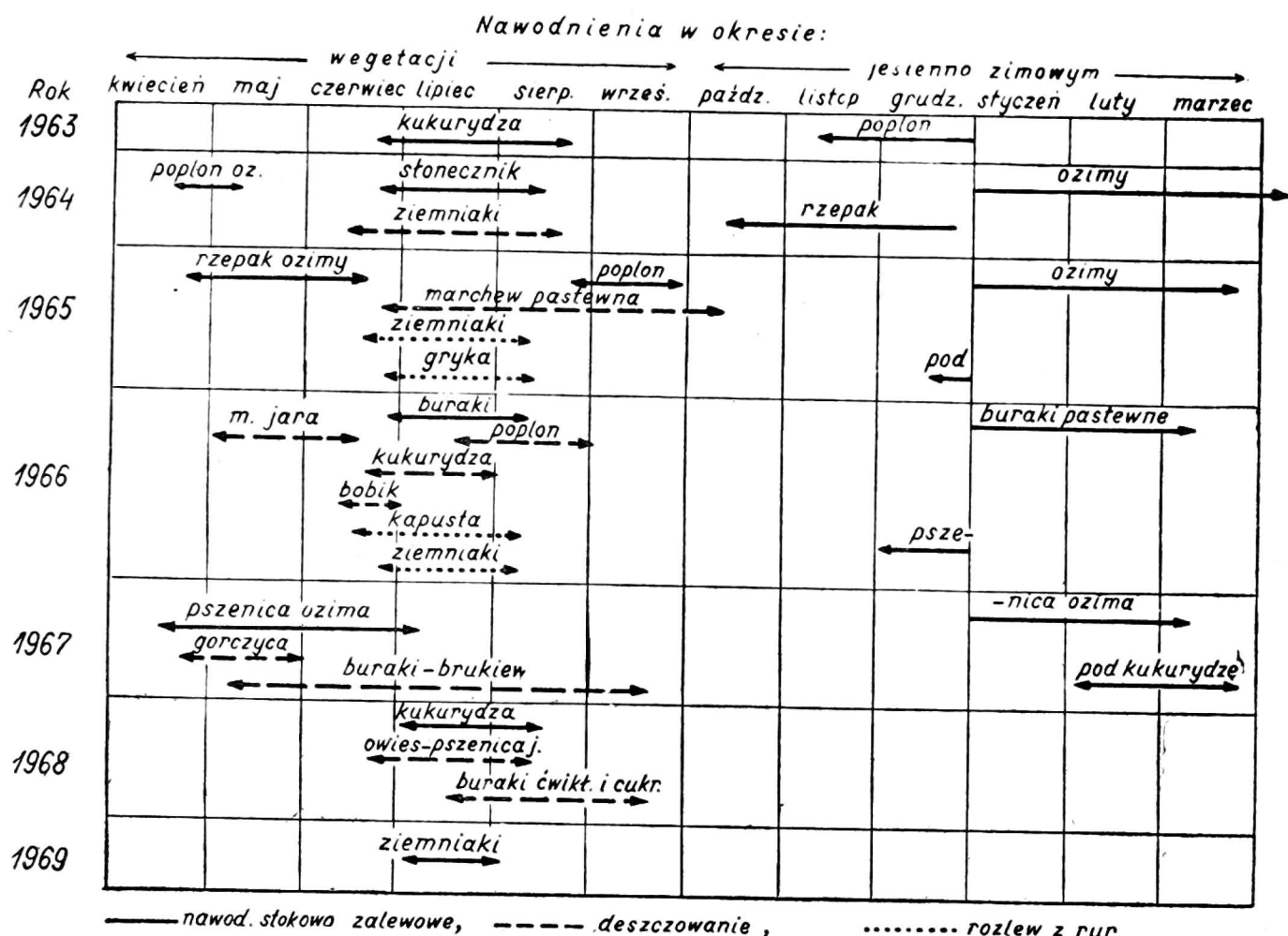
Największe zapotrzebowanie na ścieki — jak to wynika z rys. 4 — przypadało w okresie od 15.VI do 15.VIII. Następnie od połowy września aż do końca października, czyli w okresie sprzętu roślin okopowych i siewów jesiennych jest okres przejściowy, w którym można ścieki skierować na użytki zielone. Dopiero w listopadzie można ponownie skierować ścieki na grunty orne.

Wnioski

1. Przemysł mleczarski cechuje znaczna liczba obiektów zróżnicowanych co do wielkości, zakresu i technologii produkcji, które w większości przypadków zarówno w krajach europejskich, jak i pozaeuropejskich odprowadzają w ciągu całego roku nieoczyszczone ścieki do małych ścieków wodnych i zbiorników wód powierzchniowych. Problemy te, przed-



Rys. 3 Kształtowanie się jednorazowych dawek ścieków przy nawadnianiu stokowo-zalewowym, w okresie wegetacji i w okresie jesienno-zimowym na glebie piaszczystej w Laskowicach Oławskich w latach 1963—1969.



Rys. 4 Okresy nawodnień ściekami z mlecza rośl. uprawnych na glebie piaszczystej w latach 1963—1969, w Laskowicach Oławskich.

stawione na XII i XIII Międzynarodowym Kongresie Mleczarskim (Sztokholm 1949, Haga 1953), stały się przedmiotem licznych badań w skali międzynarodowej, przeważnie o charakterze technologicznym.

2. W warunkach krajowych przemysł mleczarski (wg stanu z roku 1968) posiada 880 zakładów, z których tylko 200 oczyszcza ścieki w oczyszczalniach komunalnych, a z pozostałej liczby 680 zakładów — około 550 — zanieczyszcza ściekami rzeki, potoki, jeziora i stawy. Najmniej korzystne w tym zakresie warunki panują w województwach: poznańskim, bydgoskim, gdańskim, olsztyńskim i wrocławskim.

3. Ścieki przemysłu mleczarskiego zawierają głównie białko i cukier mleczny oraz pewne ilości tłuszczu (w sumie ilość tych składników może stanowić 75% suchej pozostałości). Cechuje je wysokie ChZT i BZT₅ i zdolność do szybkiego zagniwania. Dlatego wymagają odmiennych metod technologicznych dla ich oczyszczania.

4. Mimo znacznych ilości substancji organicznej, ścieki mleczarskie są mało zasobne w składniki nawozowe roślin. Ilości te średnio na podstawie próbek pobranych w kilkunastu zakładach mleczarskich woje-

wództwa wrocławskiego i poznańskiego wynoszą: 27 g N-og, 13 g P_2O_5 , 23 g K_2O , 154 g CaO, 36 g Na_2O . Ilości te są przeważnie niższe niż analogiczne dane innych autorów.

5. Jak wynika z kilkuletnich badań i obserwacji polowych w Laskowicach Oławskich, ścieki przemysłu mleczarskiego nawet słabo oczyszczone mechanicznie można wykorzystać do nawadniania roślin uprawnych i użytków zielonych w warunkach nawadniania stokowo-zalewowego, jak też w warunkach deszczowni; w okresie wegetacji, jak również w okresie jesienno-zimowym. Największe zapotrzebowanie na ścieki do nawodnień — jak to wykazano w Laskowicach Oławskich — istnieje w okresie lata, co pokrywa się z okresem wzmożonej produkcji w tej gałęzi przemysłu rolno-spożywczego.

Z miłą satysfakcją pragnę podkreślić, że podczas organizowania doświadczeń w Laskowicach Oławskich korzystałem z cennych uwag prof. dra Jana Wierzbickiego przy projektowaniu urządzeń nawadniających, a z uwag prof. dra Bolesława Świętochowskiego przy wytyczaniu kierunku produkcji roślinnej na glebach piaszczystych w warunkach nawodnień ściekami.

L I T E R A T U R A

1. Baars, IR., C.: 1960, Wasser u. Nahrung, 4, s. 225—230.
2. Bunesova, St., Dvorak, M.: 1968, Vodni hospod., 10, s.
3. Dietrich, K., R.: 1961, Die Molk. Ztg Welt d. Milch, 9, s. 263.
4. Gieżewski J.: 1961, Gaz, Woda i Technika Sanit., 5, s. 188—190.
5. Hartwig, H.: 1967, Brauchwasser u. Abwasser in Molkereien. Heinrichsverlag, Kb—32, Hildesheim.
6. Konntz M., M.: 1954, Die Molk. Ztg. H. 40, s. 1232.
7. Muers, M., M.: 1953, XIII-th Intern. Dairy Congress, The Hague, Bd. III., s. 962—965.
8. Pien, J.: 1953, XIII-th Inter. Dairy Congress. The Hague, Bd. III, s. 965—970.
9. Rinn, M.: 1962, Die Mol. u. Kaserei Ztg, H. 46, s. 1518.
10. Rosenberger, W., S., Nielsen, V., H.: American Milk Review.
11. Rensink, J., H.: 1965, Die Molk. Ztg Welt d. Milch, 34, s. 1120—1122.
12. Schaafsma, J., A.: 1949, Dairy Congress Stockholm, Sect. III, s. 659—670.
13. Schropp, W.: Dtsch. Molk. Ztg, Nov. 12.
14. Stundl, K.: 1949, XII-th Intern. Dairy Congress Stockholm, s. 678.
15. Svoboda, M., Salplachta, J., Hlavka: 1961, Vodni hospod., 4.
16. Svoboda, M., Gillar, J., Salplachta, J., Hlavka, M., C., Stelcova, D.: 1964, Vodni hosp. 6.
17. Sifrin, S., M., Burcev, W., P.: 1965, Wodosnabzenije i Sanit. Tiechn., 10.
18. Schulz, G.: 1955, Dtsch. Molk. Ztg (Kempten-Allgau), F. 5, s. 129—13.
19. Świętochowski, B., Ząbek, S.: 1968, Gosp. Wodna, 2.
20. Thom, R., Głowacki, J.: 1951, Prace Inst. Przem. Mleczarskiego, Z-3/16/, s. 51.

21. Tookos, I.: 1966, Wasserwirt. Wassertechn., 4, s. 133—136.
22. Treubov, W.: 1953, Molocnaja Prom., 6.
23. V D M: 1962, Die Molk. Ztg Welt d. Milch, 40.
24. V D M: 1959, Die Molk. Ztg Welt d. Milch, 59, s. 1711.
25. Voigt H.: 1963. Wasserwirt.-Wassertechn. H., 4 s. 169.
26. Wierzbicki, J.: 1957, Przegląd Mlecz., 4, s. 11—16.
27. Woolings, N., D.: 1955, The Canad. Dairy and Ice Cream Jour. may.
28. Woolings, N., D.: 1955, The Canad. Dairy and Ice Cream Jour. June.
29. Zabierzewski, C.: 1959, Przegląd Mlecz., 7.
30. Ząbek S.: 1968. Molkerei Abwasserlandbehandlung, Symposium Berlin, 23—30 Mai.