

NATURPOL

Spółka z o.o.

02-123 Warszawa, ul. Korotyńskiego 19 m 102

Analiza aktualnie prowadzonej technologii oczyszczania  
ścieków Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Tomaszowie  
Mazowieckim pod kątem optymalizacji gospodarki osadami  
(na bazie istniejących urządzeń) oraz opracowanie spo-  
sobu zagospodarowania odwodnionych osadów.

E T A P I

Główni Autorzy opracowania:

prof. dr hab. Jan Siuta

doc. dr hab. inż. Grażyna Wasiak

mgr inż. Andrzej Królikowski

mgr inż. Jadwiga Saibut

dr. Marcin Kazmierczuk

mgr Zbigniew Jonca



Warszawa, kwiecień 1990 r.

## 1. Wstęp.

### 1.1. Podstawa opracowania.

Podstawą przeprowadzenia badań przedstawionych w niniejszym opracowaniu było zlecenie Zakładów "Wistom" w Tomaszowie Mazowieckim, skierowane do Przedsiębiorstwa "Natur-Pol" w Warszawie z dnia 19.02 1990 r., znak TO/VIII/29/90 oraz podpisana umowa z dnia 7.03 '90 r.

### 1.2. Cel i zakres opracowania.

Celem podjętych badań była ocena działania zakładowej oczyszczalni ścieków w Tomaszowie Mazowieckim, w zakresie oczyszczania ścieków i przeróbki osadów.

Ocenę taką uzyskano po wykonaniu badań sprawdzających w przekroju doby 7/8 kwietnia 1990 r. Ustalony wcześniej zakres badań został rozszerzony o większą ilość pobranych do analizy próbek ścieków, jak również zwiększoną ilość badań nad zagęszczaniem osadów z zastosowaniem środka wspomagającego w postaci kationowego polielektrolitu - Prestol.

### 1.3. Charakterystyka badanego obiektu.

Badana oczyszczalnia ścieków jest oczyszczalnią mechaniczno-biologiczną pracującą w układzie konwencjonalnym i w technologii jedniostopniowych komór osadu czynnego.

Obiekt przeznaczony jest do oczyszczania ścieków przemysłowych z Zakładów "Wistom", do którego doprowadzane są również ścieki miejskie po oczyszczeniu mechanicznym oraz ścieki z Za-

kładow Drobiarskich. Ogólna ilość oczyszczanych ścieków jest w granicach 78 tys.m<sup>3</sup>/dobę.

Przeróbka osadów ściekowych powstających w procesie oczyszczania obejmuje wspólne zagęszczanie osadów pokoagulacyjnych i osadu czynnego nadmiernego, a następnie ich odwadnianie na prasie ciśnieniowej. Osad po odwodnieniu kierowany jest na laguny, do których doprowadzane są również osady bezpośrednio z zagęszczacza, w przypadku gdy wstrzymana jest praca prasy filtracyjnej.

W procesie przeróbki osadów brak jest elementu stabilizacji, który stanowi istotne ogniwo w unieszkodliwianiu osadów zawierających znaczną ilość związków organicznych.

#### 1.4. Sposób przeprowadzenia badań.

Badania, jak wspomniano wcześniej, zostały przeprowadzone w przekroju doby z poborem próbek ścieków i osadów od godziny 10<sup>00</sup> dnia 7.IV do 7<sup>00</sup> dnia 8.IV.

Próbki pobierane były jako wyrywkowe, dla następujących punktów poboru:

W zakresie oczyszczania ścieków

- ścieki miejskie surowe,
- " " " po mechanicznym oczyszczaniu,
- " " " zakładowe i miejskie zmieszane,
- " " " drobiarskie,
- " " " doprowadzane do komór osadu czynnego,
- " " " oczyszczone

W zakresie przeróbki osadów

- osad pokoagulacyjny pompowany z osadników wstępnych,
- osad czynny nadmierny odprowadzany z osadników wtórnych,

- osad zmieszany odprowadzany z zagęszczacza.

Osad czynny - na pomiar stężenia i indeksu - pobierany był z komór osadu czynnego.

Pobrane próbki analizowane były w zakresie oznaczeń ustalonych programem badań.

## 2. Omówienie wyników badań.

### 2.1. Oczyszczanie ścieków.

#### 2.1.1. Charakterystyka ścieków na poszczególnych etapach oczyszczania.

Charakterystykę wszystkich badanych ścieków podano w tab. 1.

Odczyn pH ścieków miejskich zmieniał się w małych granicach od 6,7 do 7,1, średnio wynosił 6,9. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu zmieniało się w znacznych granicach od 561 do 1840 mg  $O_2$ /dm<sup>3</sup>. Największa wartość ChZT występowała w ściekach o godzinie 18<sup>00</sup>, średnia wartość ChZT w ściekach pobieranych w godzinach dziennych wynosiła 1049 mg  $O_2$ /dm<sup>3</sup>.

Zawiesiny ogólne zmieniały się w nieznacznych granicach od 191 do 270 mg/dm<sup>3</sup>. Średnia zawartość zawiesin w ściekach wynosiła 232,5 mg/dm<sup>3</sup>. Średnia zawartość zawiesin organicznych wynosiła 73,7% przy skrajnych wartościach od 67,6 do 76,9%.

Ścieki miejskie po mechanicznym oczyszczaniu charakteryzowały się wysokimi wskaźnikami zanieczyszczeń. Wartości ChZT w ściekach wahały się od 414 do 984 mg  $O_2$ /dm<sup>3</sup> przy średniej wartości wynoszącej 713 mg  $O_2$ /dm<sup>3</sup>. Zawiesiny ogólne wynosiły od 132 do 214 mg/dm<sup>3</sup> przy średniej wartości 181,4 mg/dm<sup>3</sup>.

Zawiesiny organiczne w zawieszynie ogólnej stanowiły od 62,2 do 80,7% przy średniej wartości wynoszącej 71,8%.

Odczyn ścieków po mechanicznym oczyszczaniu wynosił średnio 7,1 pH.



W wyniku mechanicznego oczyszczania ścieków miejskich wystąpiło obniżenie ilości zawiesiny ogólnej o 22%, a ChZT o 32% - liczne w stosunku do średnich wartości.

Mieszanina ścieków miejskich i przemysłowych charakteryzowała się znacznymi wskaźnikami zanieczyszczeń.

Odczyn pH ścieków zmieniał się w szerokich granicach od 6,2 (godz. 7<sup>00</sup>) do 12,0 (godz. 14<sup>00</sup>), przy średniej wartości wynoszącej 8,8. Wartość ChZT utrzymywała się prawie na jednym poziomie od 340 do 543 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, przy średniej wartości 435 mg/dm<sup>3</sup>. Zawartość zawiesin ogólnych zmieniała się od 153,1 do 499,0 mg/dm<sup>3</sup>, średnio wynosiła 295,4 mg/dm<sup>3</sup>. Zawiesiny organiczne stanowiły od 46,1 do 56,2%, średnio 51,5%.

Ścieki drobiarskie charakteryzowały się znacznymi wskaźnikami zanieczyszczeń. Odczyn pH ścieków zmieniał się w małych granicach od 7,1 do 7,5 (średnio 7,3). Wartość ChZT zmieniała się od 212 do 1049 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. Największa wartość ChZT występowała w godzinach 12<sup>00</sup> i 14<sup>00</sup>, zaś najniższa o godz. 7<sup>00</sup>. Również zawartość zawiesin ogólnych zmieniała się od 69 do 529 mg/dm<sup>3</sup>. Największe stężenie zawiesin ogólnych występowało o godz. 18<sup>00</sup>. Średnia zawartość zawiesin wynosiła 297,8 mg/dm<sup>3</sup>. Zawiesiny organiczne stanowiły od 65,2 do 79,0%, średnio wynosiły 75,2%.

Mieszanina ścieków miejskich, przemysłowych i drobiarskich charakteryzowała się średnimi wskaźnikami zanieczyszczeń. Odczyn pH ścieków był wysoki od 8,2 do 9,6 przy średniej wartości wynoszącej 9,1. Zawiesiny ogólne w ściekach zmieniały się od 160 do 405 mg/dm<sup>3</sup>, średnio wynosiły 260 mg/dm<sup>3</sup>. Zawiesiny organiczne średnio wynosiły 55,2% przy skrajnych wartościach wynoszących

51,6 i 58,0%. W ściekach występowały znaczne ilości żelaza ogólnego od 4,4 do 7,7 mg  $\text{Fe}/\text{dm}^3$ , przy średniej ilości 5,8 mg  $\text{Fe}/\text{dm}^3$ . Wartość ChZT średnio wynosiła 365 mg  $\text{O}_2/\text{dm}^3$  przy wartościach skrajnych 258 i 488 mg  $\text{O}_2/\text{dm}^3$ . Wartość BZT<sub>5</sub> zmieniała się od 111 do 245 mg  $\text{O}_2/\text{dm}^3$  przy wartości średniej wynoszącej 151 mg  $\text{O}_2/\text{dm}^3$ . Stosunek BZT<sub>5</sub> do ChZT zmieniał się od 0,33 do 0,50, średnio wynosił 0,41.

Zawartość azotu ogólnego w ściekach wahała się od 12,9 do 20,7 mg  $\text{N}_{\text{og.}}/\text{dm}^3$ , średnio wynosiła 16,4 mg  $\text{dm}^3$ .

Fosfor ogólny w ściekach zmieniał się w znacznych granicach od 0,65 do 3,03 mg  $\text{P}/\text{dm}^3$ , średnio wynosił 2,06 mg  $\text{P}/\text{dm}^3$ .

Przyjmując, że 70% azotu ogólnego (co stanowi cały azot organiczny i 1/2 azotu amonowego) ulega asymilacji w procesie biologicznego oczyszczania ścieków, stosunek BZT<sub>5</sub> do azotu w ściekach poddawanych biologicznemu oczyszczaniu wynosił od 100 (BZT<sub>5</sub>):5,6 (N) do 100:10,1 przy średniej wartości wynoszącej 100:7,6.

Stosunek BZT<sub>5</sub> do fosforu ogólnego wahał się od 100(BZT<sub>5</sub>):0,6(P) do 100:2,5, przy średniej wartości wynoszącej 100:1,4.

Średni stosunek BZT<sub>5</sub>:N:P wynoszący 100:7,6:1,4 wskazuje, że w ściekach poddawanych biologicznemu oczyszczaniu pożywki występują w ilościach pozwalających zapewnić prawidłowy przebieg oczyszczania.

Ścieki po biologicznym oczyszczaniu charakteryzowały się jasno szarym zabarwieniem, słabo wyczuwalnym specyficznym zapachem.

Odczyn pH zmieniał się w małych granicach od 7,2 do 7,6, przy średniej wartości wynoszącej 7,5. Średnia wartość ChZT wynosiła 91,8 mg  $\text{O}_2/\text{dm}^3$  przy skrajnych wartościach wynoszących 47,8 i 106,7 mg  $\text{O}_2/\text{dm}^3$ . Średnia zawartość zawiesin ogólnych wynosiła

48,5 mg/dm<sup>3</sup> (wartości skrajne - 43,2 i 66,0 mg/dm<sup>3</sup>). Zawartość zawieszin organicznych w oczyszczonych ściekach była niska i wynosiła średnio 28,9%.

Efekt biologicznego oczyszczania liczony dla dopływu do komór osadu czynnego i odpływu z osadników wtórnych, wynosił dla ChZT 74,8%, a dla zawiesiny ogólnej 81,3%.

#### 2.1.2. Praca komór osadu czynnego.

W okresie prowadzenia badań, ogólna ilość ścieków wynosiła 76533 m<sup>3</sup>/d, około 3189 m<sup>3</sup>/h.

W zakresie biologicznego oczyszczania pracują 4 komory napowietrzania z osadem czynnym. Każda z komór napowietrzania o pojemności 5000 m<sup>3</sup> zblokowana jest z osadnikiem wtórnym. Ścieki rozdzielane są równomiernie na poszczególne komory w ilości 19133 m<sup>3</sup>/d. Czas zatrzymania ścieków w komorach wynosił 6,3 h, a obciążenie hydrauliczne komór 3,8 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup><sub>k</sub> d. Obciążenie komór ładunkiem zanieczyszczeń wynosiło 0,57 kg BZT<sub>5</sub>/m<sup>3</sup><sub>k</sub> d. Obciążenie osadu wyrażone w BZT<sub>5</sub> w poszczególnych komorach zmieniało się od 0,21 do 0,61 kg BZT<sub>5</sub>/kg d, natomiast wyrażone w ChZT wynosiło od 0,51 do 1,47 kg O<sub>2</sub>/kg d.

Na rys. 11 podano zależność indeksu osadu czynnego od jego obciążenia ładunkiem BZT<sub>5</sub>.

Stężenie osadu czynnego w poszczególnych komorach napowietrzania było bardzo małe i wynosiło średnio od 0,93 do 2,72 kg/m<sup>3</sup>. Indeks osadu był bardzo wysoki i wynosił średnio w poszczególnych komorach od 280 do 790 cm<sup>3</sup>/g. Zawartość substancji organicznej w osadzie czynnym wynosiła średnio od 64,4% do 71,0%.

Parametry technologiczne pracy komór napowietrzania podano w tabeli 1, a charakterystykę osadu czynnego w tabeli 2.

Na podstawie badań mikroskopowych, w komorze I stwierdzono bardzo ubogą mikrofaunę, pojedyncze Opercularia oraz masowy rozwój bakterii nitkowatych. Dominują kłaczki duże około 300  $\mu\text{m}$ , silnie poprzerastane nitkami.

Biorąc pod uwagę cechy morfologiczne skupisk mikroorganizmów nitkowatych, można stwierdzić, że należą one do kilku rodzajów. Są to różne mikroorganizmy podobne do siebie tylko poprzez nitkowatą formę rozwoju. Sądząc po kształcie kłaczek oraz po ubogiej biocenozie, osad czynny w tej komorze jest wysoko obciążony. W komorze II kłaczki osadu czynnego wyraźnie drobniejsze od 50  $\mu\text{m}$  do sporadycznie większych 150 + 200  $\mu\text{m}$ . Ogólnie osad mało urozmaicony.

Spośród Ciliata dominuje Opercularia coarctata. Obserwuje się również pojedyncze osobniki Rotatoria. Mikroorganizmy nitkowate występują w średniej liczbie. Wygląd osadu, jego cechy morfologiczne i struktura mogą wskazywać, że osad ten jest średnio obciążony.

W komorze III osad posiada najbardziej urozmaiconą mikrofaunę. Można w nim wyróżnić przedstawicieli wszystkich poziomów troficznych, od bakterii poprzez pierwotniaki wolno pływające, pełzające po kłaczkach i osiadłe do wrotków i nicieni.

Spośród Ciliata dominuje Opercularia coarctata z dużą liczbą osobników. Kłaczki na ogół średnio duże i drobne (50 + 100  $\mu\text{m}$ ). Mikroorganizmy nitkowate występowały w niewielkiej ilości.

Wygląd osadu wskazuje na średni stopień obciążenia ładunkiem zanieczyszczeń.



W komorze IV osad charakteryzuje się średnimi i dużymi kłaczkami. Rozwój mikroorganizmów nitkowatych obfity. Mikroorganizmy osadu czynnego mało urozmaicone. Wśród Ciliata obserwowano Opercularie coarceta oraz Vorticella.

Można przypuszczać, że jest to osad średnio obciążony.

### 2.1.3. Efekty redukcji dla badanych wskaźników zanieczyszczenia.

Dla ustalenia efektów oczyszczania ścieków w badanej oczyszczalni, przyjęto jako wskaźniki obniżenie zanieczyszczeń węglowych wyrażone ChZT i obniżenie zawiesiny ogólnej.

Efekt obniżenie zanieczyszczeń dla ścieków miejskich po procesie mechanicznym podano w p. 2.1.1.

Znacznie niższe obniżenie średnich wartości badanych wskaźników uzyskano dla procesu mechanicznego oczyszczania w układzie oczyszczalni. Wyniosło ono dla ChZT ok. 20%, a dla zawiesiny ok. 15%.

Dla układu całej oczyszczalni efekt końcowy był znacznie wyższy i wyniósł ok. 81% redukcji w ładunku ChZT i ok. 85% w redukcji ładunku zawiesiny ogólnej.

Powyższych wyliczeń dokonano uwzględniając wpływ ścieków drobiarskich przy założeniu, że ilość tych ścieków stanowiła ok. 9% dopływu w stosunku do powstałych.

Brak możliwości pomiaru ścieków drobiarskich na dopływie do oczyszczalni nie pozwala na precyzyjne ustalenie wnoszonego przez te ścieki ładunku.



## 2.2. Przeróbka osadów ściekowych.

W procesie oczyszczania ścieków w omawianej oczyszczalni, powstają osady pokoagulacyjne i nadmierny osad czynny.

Mieszniana tych osadów poddawana jest procesowi zagęszczania i odwadniania na prasach.

Objętościowy stosunek osadu pokoagulacyjnego do nadmiernego osadu czynnego wynosi około 3:2 (60% osadu pokoagulacyjnego i 40% nadmiernego osadu czynnego).

### 2.2.1. Charakterystyka osadów.

Osad pokoagulacyjny uzyskany w procesie neutralizacji ścieków przemysłowych oraz koagulacji mieszaniny ścieków za pomocą siarczanu żelazawego ( $\text{FeSO}_4$ ), charakteryzował się stężeniem suchej masy osadu w granicach od 6 do 9,8 g/kg.

Substancje organiczne w osadzie zmieniały się w małym zakresie od 24,5 do 29%. Średnie uwodnienie osadu wynosiło 99,24%.

Opadalność osadu po dwóch godzinach sedymentacji wynosiła średnio około  $120 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ .

Wyniki analiz osadów pokoagulacyjnych podano w tabeli 4.

Stężenie suchej masy osadu czynnego nadmiernego zmieniało się od 6,0 do 9,6 g/kg przy średniej wartości wynoszącej 7,5 g/kg.

Zawartość substancji organicznych w osadzie wahała się od 62,3 do 66,3% przy średniej wartości wynoszącej 64,3%.

Średnie uwodnienie osadu wynosiło 99,25%. Odczyn pH osadu wynosił 7,3-7,4.

Opadalność osadu po dwóch godzinach sedymentacji wynosiła średnio  $930 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ .

Sucha masa osadu zagęszczanego w zagęszczaczu zmieniała się od 18,8 do 25,1 g/kg przy średniej wartości wynoszącej 21,4 g/kg co odpowiadało średniemu uwodnieniu osadu 97,86%. Zawartość substancji organicznych w osadzie zagęszczonym utrzymywała się na zbliżonym poziomie i wynosiła od 43,0 do 47,3% (tabela 4).

#### 2.2.2. Badania nad grawitacyjnym zagęszczaniem osadów.

##### S p o s ó b p r o w a d z e n i a b a d a ń.

Badania prowadzono w cylindrach o objętości 1 dm<sup>3</sup> i wysokości 32 cm. Zmianę wysokości słupa osadu zagęszczanego odczytywano w ciągu 6 godzin. Badania nad grawitacyjnym zagęszczaniem przeprowadzono dla osadów: pokoagulacyjnego, czynnego nadmierne-go oraz ich mieszaniny. Ponadto określono wpływ polielektrolitu Prestol na efekt zagęszczania mieszaniny osadów oraz osadu czynnego nadmiernego. Wielkość stosowanych dawek Prestolu wynosiła od 0,5 do 80 g/m<sup>3</sup> co stanowiło od 0,07 do 1,1% w przeliczeniu na suchą masę osadu.

Na podstawie uzyskanych wyników, dla każdego osadu wyznaczono graficznie krzywą zagęszczania. Zawartość suchej masy osadu zagęszczanego obliczono według wzoru:

$$C_k = \frac{H_o \times C_o}{h_k}$$

w którym:

$C_k$  - stężenie suchej masy osadu w punkcie "k", kg/m<sup>3</sup>

$C_o$  - początkowe stężenie suchej masy osadu badanego, kg/m<sup>3</sup>

$H_o$  - początkowa wysokość słupa osadu w cylindrze doświadczalnym przy czasie  $t=0$ , m

$h_k$  - wysokość słupa osadu w punkcie "k", m.

Grawitacyjne zagęszczanie osadów niekondycjonowanych.

Zagęszczanie osadów pokoagulacyjnych przebiegało bardzo dobrze. Proces zagęszczania składał się z dwóch faz: fazy sedymentacji i fazy zagęszczania osadu. Przeprowadzone badania wykazały, że przejście sedymentacji w zagęszczanie dla tych osadów następowało w granicach uwodnienia około 96,2%. Doświadczalny czas sedymentacji wynosił około 1 godzinę. Całkowity czas sedymentacji i zagęszczania - przyjęto 6 godzin (czas zagęszczania osadu w skali technicznej).

W wyniku procesu zagęszczania uzyskano stężenie suchej masy osadu od 60 do 86 g/kg.

Stopień zagęszczenia wynosił od 10 do 12,5 (tabela 5)

Graficzną interpretację wyników zagęszczania osadów pokoagulacyjnych podano na rys. 3.

Zagęszczanie nadmiernego osadu czynnego przebiegało źle.

Na podstawie przeprowadzonych badań w ciągu 6 godzin nie uzyskano przejścia procesu sedymentacji w proces zagęszczania (rys. 4)

Po 6 godzinach prowadzenia procesu uzyskano stężenie suchej masy osadu zagęszczonego w granicach od 7,9 do 12 g/kg. Stopień zagęszczenia osadu wynosił zaledwie 0,3 (tabela 5).

Zagęszczanie mieszaniny osadów pokoagulacyjnego (60%) i nadmiernego czynnego (40%) przebiegało słabo. Przejście procesu sedymentacji w proces zagęszczania następowało przy uwodnieniu około 98%.

Doświadczalny czas sedymentacji wynosił 3,5 - 5 godzin. Po 6 godzinach prowadzenia procesu zagęszczania, uzyskano stężenie suchej masy osadu zagęszczonego w granicach 21,5 - 31 g/kg.



Stopień zagęszczenia osadu wynosił 2,5 i 4,2.

Wyniki przedstawiono na rys. 5 i w tabeli 5.

Grawitacyjne zagęszczanie osadów kondycjonowanych.

W celu intensyfikacji procesu grawitacyjnego zagęszczania zastosowano polielektrolit Prestol.

Dla nadmiernego osadu czynnego zastosowano dawkę wynoszącą  $40 \text{ g/m}^3$  co stanowiło 0,7% w przeliczeniu na suchą masę osadu.

Przebieg procesu zagęszczania osadu kondycjonowanego oraz niekondycjonowanego przedstawiono na rys. 6. Po 6 godzinach prowadzenia procesu uzyskano stopień zagęszczenia osadu 2,1 co odpowiadało suchej masie osadu  $16,7 \text{ g/kg}$  (tab. 6).

Dla mieszaniny osadów (pokoagulacyjnego i nadmiernego czynnego) zastosowano dawki Prestolu od  $0,5$  do  $80 \text{ g/m}^3$  co odpowiadało od 0,07 do 1,1% w przeliczeniu na suchą masę osadu. Z danych przedstawionych w tab. 7 i rys. od 7 do 9 widać, że wielkość dawki Prestolu w granicach od  $0,5$  do  $60 \text{ g/m}^3$  nie ma istotnego znaczenia a uzyskane wyniki utrzymują się na podobnym poziomie. Stopień zagęszczenia osadu wynosił od 4,5 do 5,0 a stężenie osadu zagęszczonego od  $33,6$  do  $37,0 \text{ g/m}^3$ . Największy stopień zagęszczenia osadu 5,9 uzyskano przy dawce Prestolu wynoszącej  $80 \text{ g/kg}$  co odpowiada suchej masie osadu  $43,5 \text{ g/kg}$ .

W celu sprawdzenia wpływu polielektrolitu na jakość cieczy nadosadowej wykonano oznaczenie ChZT w próbce kontrolnej i próbce z największą dawką Prestolu ( $80 \text{ g/kg}$ ). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że ChZT cieczy osadu kondycjonowanego w porównaniu do próbki kontrolnej, obniżyło się około 16% i wynosiło  $22,7 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ .

### 3. Podsumowanie i wnioski dotyczące funkcjonowania oczyszczalni ścieków.

Przyjęty układ technologiczny w zakresie wspólnego oczyszczania ścieków przemysłowych i miejskich jest prawidłowy. Gwarantuje bowiem, że ścieki dopływające do komór osadu czynnego charakteryzuje podatność na biochemiczny rozkład w procesie biologicznego oczyszczania. Potwierdzeniem są wysokie redukcje uzyskane dla tego stopnia oczyszczania - 74,8% dla ChZT i 81,3% dla zawiesiny ogólnej.

Stosunek BZT<sub>5</sub> do ChZT wyniósł średnio 0,41 a BZT<sub>5</sub>:N i BZT<sub>5</sub>:P odpowiednio: 13:1 i 40:1, przy wartościach zalecanych 0,25, 17:1 i 90:1.

Całkowita redukcja zanieczyszczeń obniżanych w układzie całej oczyszczalni dla ChZT o ok. 81% i zawiesiny o ok. 85% jest tylko nieznacznie wyższa niż uzyskane w komorach osadu czynnego. Spowodowane jest to niską redukcją, zwłaszcza zawiesiny ogólnej, na urządzeniach do mechanicznego oczyszczania ścieków, a wywołane znacznym stężeniem ścieków miejskich i być może zwiększoną ich ilością dopływającą do oczyszczalni.

Niekorzystny wpływ wywierają również ścieki drobiarskie, których ilość jest niewielka, ale wprowadzają dużo zanieczyszczeń w postaci zawiesiny.

Podczas badań stwierdzono złą pracę komory napowietrzania I, w której oprócz bardzo wysokiego indeksu 790 m<sup>3</sup>/g stwierdzono również gwałtowny rozwój bakterii nitkowatych. Przy niskim stężeniu osadu w komorze 0,93 kg/m<sup>3</sup> jego obciążenie było wysokie - 0,61 kg BZT<sub>5</sub>/kg d - trzykrotnie wyższe niż w komorach II i III i dwukrotnie wyższe niż w komorze IV.



Podczas poboru prób stwierdzono, że jeden z aeratorów w komorze I usytuowany jako pierwszy przy odpływie do osadnika wtórnego nie działał. W końcowej części komory obserwowano brak pełnego mieszania i oddzielania osadu od cieczy, z tendencją do sedymentacji w komorze.

Należy sądzić, że znaczna część osadu zalegała w komorze a recyrkulacja osadu nie zapewniała utrzymania odpowiedniego jego stężenia.

Pomimo tak wysokiego indeksu w komorze I i podwyższonych wartości w komorach pozostałych, w badaniach nie obserwowano wynoszenia cząstek osadu w ściekach odpływających z oczyszczalni.

W badaniach z osadami powstającymi w oczyszczalni, skoncentrowano się głównie nad ich charakterystyką i zdolnością do zagęszczania.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że sam osad pokoagulacyjny zagęszcza się bardzo dobrze. Uzyskuje się wówczas stopień wysoki zagęszczenia i suchą masę ok. 9%. Wspólne zagęszczanie z osadem czynnym nadmiernym powoduje pogorszenie procesu i wyraźne obniżenie suchej masy do 2-2,5%.

Porównując proces zagęszczania osadów mieszanych w skali technicznej z testem laboratoryjnym można stwierdzić, że przebiegały one podobnie i uzyskano bardzo zbliżone efekty.

Dodatek Prostalu wyraźnie zwiększył efekt grawitacyjnego zagęszczania tak w stosunku do osadów mieszanych jak i samego osadu czynnego nadmiernego.

Poniższe zestawienie obrazuje efekt stosowania Prestolu.

osad mieszany	- średnio	21,5 % ss.m.
- " -	dawka Prestolu 80 g/m <sup>3</sup>	43,5 % - " -
osad czynny nadmierny		7,9% - " -
- " -	- " - dawka Prestolu	16,5% - " -
	40 g/m <sup>3</sup>	

Uzyskane rezultaty wskazują, że stosując środki wspomagające proces grawitacyjnego zagęszczania, można w istotny sposób zmniejszyć ilość kierowanych do odwadniania osadów powiększając ich suchą masę.

Odrębną sprawą w procesie przeróbki osadów stanowi problem nieustabilizowania osadu czynnego nadmiernego. Zawarte w nim 65% substancji organicznej powoduje, że po zmieszaniu z osadem pokoagulacyjnym blisko 50% stanowią części podatne na rozkład z wydzieleniem produktów rozkładu (zagniwanie).

Nawet wysokie odwodnienie tego osadu nie powstrzyma procesu rozkładu i w podwyższonej temperaturze otoczenia wystąpią procesy gnicia.

Stosowany w oczyszczalni schemat przeróbki osadów jest typowy dla układu, gdy ostatecznym etapem unieszkodliwiania jest proces spalania. Wówczas bowiem nie celowe jest ustabilizowanie osadu i redukcja części organicznych aby nie obniżyć kaloryczności osadu. W każdym innym przypadku należy przed odwodnieniem osadu przeprowadzić proces jego stabilizacji.

Zastosowanie stabilizacji osadu czynnego nadmiernego w warunkach oczyszczalni Zakładów "Wistom" byłoby przedsięwzięciem wymagającym znacznych nakładów finansowych na etap projektowania i realizacji inwestycji, jak również długim czasem. Z tych też względów jedynie słuszne wydaje się rozdzielenie w procesie przeróbki osadów, już na etapie zagęszczania, dwóch produkowanych w oczyszczalni osadów ściekowych - pokoagulacyjnego i czynnego nadmiernego.

Zagęszczony sam osad pokoagulacyjny posiadać będzie stężenie 8-2% s.m., a jego objętość kierowana do odwadniania na prasie zmniejszą się w stosunku do stanu obecnego minimum czterokrotnie.

Jednocześnie odwodniony osad pokoagulacyjny nie będzie wymagał stosowania tak wysokich dawek środków wspomagających jak obecnie a być może, o ile wykażą to badania sprawdzające, nie trzeba będzie w ogóle ich stosować.

Dla osadu czynnego nadmiernego proponuje się stosowanie w procesie zagęszczania efektywniejszego polielektrolitu kationowego i wydaje się możliwe uzyskanie jego stężenia 4-5% s.m. Tak zagęszczony osad miałby być odwadniany na urządzeniach mechanicznych (np. przemienna-praca prasy filtracyjnej) lub odprowadzany bezpośrednio do laguny, gdzie leżakowanie w dłuższym czasie pozwoli na dalsze jego zagęszczanie z odprowadzaniem cieczy nadosadowej.

W celu przeciwdziałania rozkładowi związków organicznych do osadu, zarówno nadmiernego jak i po mechanicznym odwodnieniu, dodawane byłoby wapno w ilości podnoszącej jego odczyn do ok. 9-10 pH.

Powyższa propozycja wymaga sprawdzenia w celu ustalenia optymalnej dawki polielektrolitu, wyboru sposobu zagęszczania i określenia jego parametrów jak również wielkości dawki wapna i efektów jego odwadniania w lagunach o ile będzie tam odprowadzany osad odwodniony. Uściślenia wymagać będą dawki środków wspomagających proces filtracji ciśnieniowej osadów odwadnianych oddzielnie.

Przeprowadzone badania sprawdzające wykonane w oczyszczalni Zakładów "Wistom" oraz analiza uzyskanych wyników, pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- 1/ Należy wykonać badania ustalające wielkość obciążenia hydraulicznego osadników wstępnych i określić rzeczywisty czas zatrzymywania ścieków w tych urządzeniach;



2/ Wymódz na Zakładach Drobiarskich zatrzymywanie zawieszin (kraty, osadniki wstępne), co pozwoli chronić komory osadu czynnego przed zrzutami wysokich ładunków;

3/ Przeprowadzić badania sprawdzające proponowany sposób przeróbki osadów, zakładający oddzielne zagęszczanie i odwadnianie osadu pokoagulacyjnego i czynnego nadmiernego. Badania te powinny prowadzić do ustalenia bądź uściślenia podstawowych parametrów, jak również określić efektywność procesów.

4. Ocena chemicznych właściwości odwodnionego osadu po prasie filtracyjnej i osadu starego z laguny przeznaczonej do rekultywacji.

Do badań analitycznych pobrano dwie próby osadu:

- odwodnionego na prasie filtracyjnej
- osadu starego z laguny przeznaczonej do rekultywacji.

W osadach oznaczono: pH, zawartość  $H_2O$ , straty prażenia, sod rozpuszczony, siarczany rozpuszczone, azot całkowity, fosfor oraz metale Ca, Mg, K, Fe, Pb, Cd, Ni, Cr, Cu, Zn.

Metodyka badań była następująca:

1/ Zawartość wody

Po wysuszeniu próbki o wilgotności naturalnej do stałej masy w temp.  $105^{\circ}C$ .

2/ Straty prażenia

Po wypażeniu próbki wysuszonej w temp.  $105^{\circ}C$  do stałej masy w temp.  $530^{\circ}C$ .

3/ Odczyn zawiesziny wodnej

Wielkość wody 24 godzinny. Proporcja osadu o wilgotności naturalnej do wody 3:1 i 1:10. Pomiar potencjału i siły jonowej roztworu.

4/ Sole rozpuszczone

Sucha pozostałość po wysuszeniu w temp.  $110^{\circ}\text{C}$  porcji roztworu j.w. (p. 3).

5/ Sód rozpuszczalny

Stężenie w roztworze j.w. (p.3). Pomiar metodą płomieniową AAS.

6/ Siarczany rozpuszczalne.

Stężenie w roztworze j.w. (p. 3). Pomiar turbidymetryczny jako zawiesina Basa (z koloidem ochronnym TWEEN-80).

7/ Azot całkowity

Po zmineralizowaniu wg Kjeldahla, oddestylowaniu  $\text{NH}_3$  i zmineralizowaniu mianowanym roztworem  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

8/ Fosfor

Po roztwarzeniu w kwasach  $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ . Pomiar kolorymetryczny jako kompleks molibdenowo-wanadowy.

9/ Metale (Ca, Mg, K, Fe, Pb, Cd, Ni, Cr, Cu, Zn)

Po roztwarzeniu w kwasach  $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ , pomiar metodą płomieniową AAS.

Właściwości osadów przedstawiono w tabeli 3.

Osad z laguny pobrany był przy brzegu, stąd jego małe uwodnienie, natomiast osad jest znacznie bardziej uwodniony.

Należy zaznaczyć, że osady z oczyszczalni wykazują bardzo

dużą zmienność w zawartości poszczególnych składników. Właści-

wości każdego partia osadu może wykazywać zupełnie inne właści-

wości. Dotyczy to przede wszystkim zawartości wapnia, związków

azotu oraz rozpuszczonych soli oraz cynku. Zależy to oczywiście

od rodzaju ścieków dopływających do oczyszczalni, a więc od

rodzaju i ilości ścieków dopływających do oczyszczalni, a więc od



a okresowo do ścieków drobiarskich.

Na pewno bardziej reprezentatywne, uśrednione, są osady na lagunie, chociaż przy części przybrzeżnej jako znacznie bardziej odwodnione, zawierają większe koncentracje soli i metali ciężkich. Dla przykładu, średnia zawartość cynku w osadach kierowanych na laguny wynosi ok. 8%, a w pobranej próbce po prasie filtracyjnej wynosiła 3,1% i aż 14,6% w osadzie przy brzegu laguny. Zawartość żelaza w osadach jest również stosunkowo duża bo 2,26 do 3,05%.

W osadzie po prasie filtracyjnej była bardzo duża zawartość wapnia, ponad 50% co jest skutkiem dodawania tego składnika do osadów w celu jego lepszego odwodnienia.

### 5. Testacja biologicznej rekultywacji terenu składowania osadów ściekowych.

W modelowo-laboratoryjnych warunkach testowano osady ściekowe: 1/ częściowo odwodnione w basenie (lagunie), 2/ odwodnione na prasie. Właściwości chemiczne tych osadów omówiono w punkcie 4. Osady testowano na podstawie kiełkowania nasion brzozy i porzeczki w warunkach optymalnej wilgotności.

Osady ściekowe pobrane z basenu nie obniżyły siły kiełkowania nasion. Zapewnił bezskładnikowy

pokarmowy niezbędny do prawidłowej, intensywnej vegetacji roślin. Wzrost roślin tworzy on na lagunie osadowej. Bardzo

istotnym czynnikiem ograniczającym wegetację roślin na lagunie jest beztlenowość masy osadowej. Ponadto, w doświadczeniu modelowym rośliny zasilano wodą czystą, a na lagunie muszą korzystać z wody o dużym zasoleniu.

Wyniki testacji dowodzą jednak możliwości wprowadzenia roślin na mazistą powierzchnię osadu ściekowego. Wegetacja roślin zwiększy parowanie wody do atmosfery przyspieszając odwodnienie osadu. Odwodniony osad ściekowy może stanowić podłoże dla roślin lub być przemieszczony na inne miejsce, a basen użytkowany nadal jako osadnik.

Chcąc wykorzystać rośliny do odwadniania osadu ściekowego na lagunach, trzeba przeprowadzić stosowne doświadczenia wegetacyjne bezpośrednio na terenie obiektu.

Osad ściekowy odwodniony na prasie jest bardzo silnie alkaliczny (pH 13,2), zawiera wyjątkowo dużo wapnia (głównie w postaci wodorotlenku), co czyni go toksycznym dla roślin. W procesie uwęglanawiania wapnia następuje silna oementacja osadu. Do czasu całkowitego przekształcenia  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  w  $\text{CaCO}_3$  osad ten będzie toksyczny dla mikroorganizmów (bakterii) i roślin. Osad może być składowany na wydzielonej powierzchni istniejących osadników lub w innym miejscu. Jego uciążliwość dla środowiska będzie wynikała z silnej alkaliczności odcieków. Można ograniczyć jej skalę przez zmniejszenie infiltracji wód opadowych. W tym celu należy składować osad w sposób pozwalający na sukcesywne pokrywanie go glebotwórczą warstwą ziemi (lub osadu odwodnionego na lagunie) i szatę roślinną o dużej dynamice wegetacji.

Dotychczasowe traktowanie wapnem palonym osadu odwodnionego

na prasie jest sposobem skutecznego pomnażania produkcji odpadów. Nie można go uznać za właściwy do stosowania. Zużywa się w nim nadmierne ilości wapna, wytwarza się bardzo duże ilości uciążliwego odpadu oraz niszczy odwadniającą infiltrację.

Odstąpienie od nadmiernego wapnowania osadu jest konieczne. Zastosowanie właściwej technologii odwadniania osadu ściekowego na prasie da osad o innych fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwościach. Osad będzie więc zawierał więcej substancji organicznej, mniej wapna, będzie mniej alkaliczny i słabiej scementowany.



## Program doświadczeń rekultywacyjnych.

Celem doświadczeń rekultywacyjnych jest zbadanie:

- 1/ możliwości zastosowania roślin do zintensyfikowania odwadniania osadów składowanych w basenach, 2/ przydatności osadu płynnego i odwodnionego na lagunie do biologicznej zabudowy bezglebowych gruntów, w tym składowisk odpadów paleniskowych, 3/ możliwości pokrycia szatą roślinną (rekultywacji biologicznej) osadów odwodnionych na prasie.

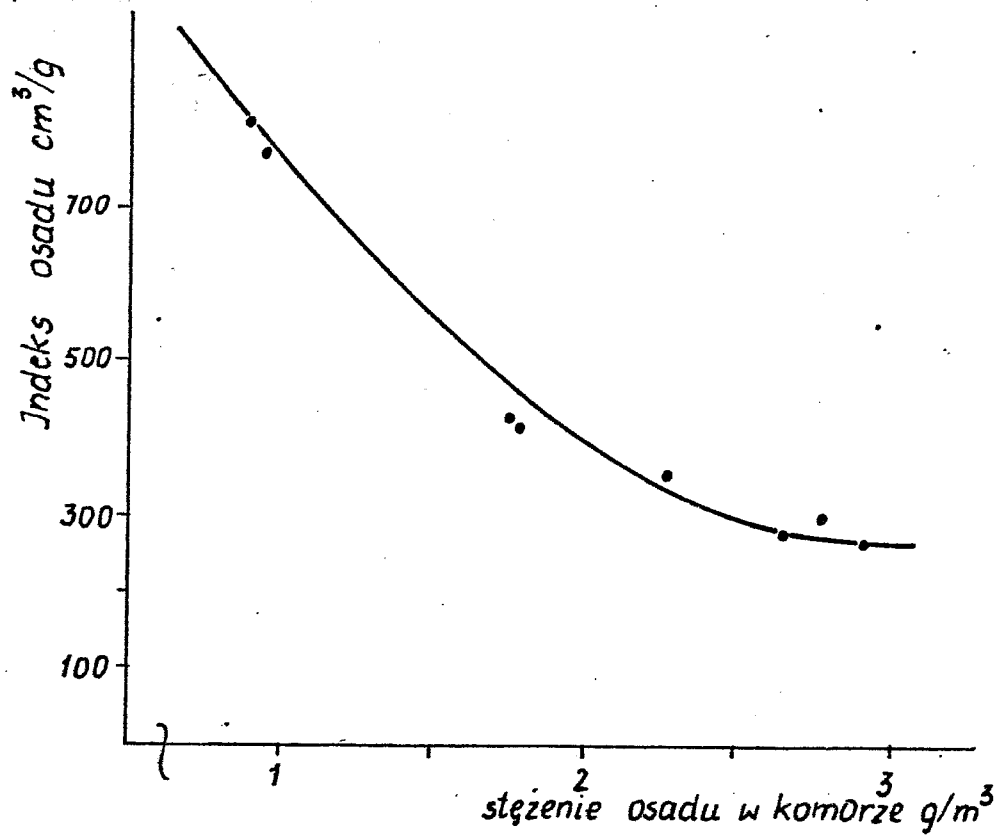
Doświadczenia będą prowadzone:

- w basenie zapełnionym osadem ściekowym
- w lizymetrach przenośnych
- na bezglebowym gruncie

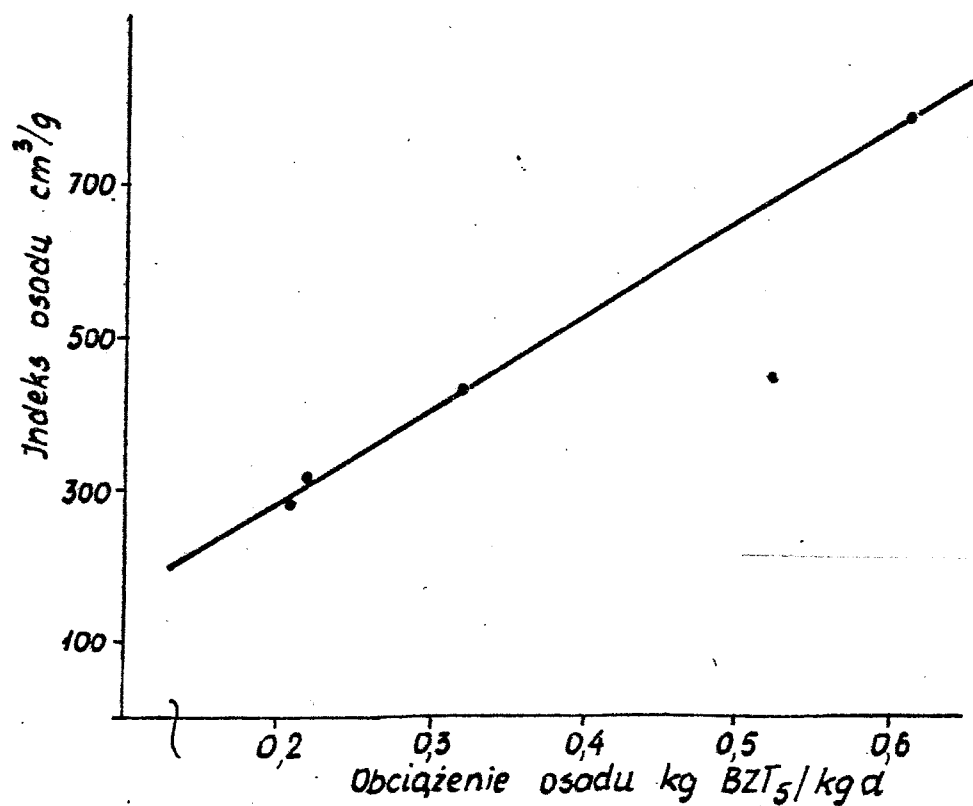
W lizymetrach zostanie określony udział roślin w odwadnianiu płynnego osadu ściekowego. Będzie to stanowiło uzupełnienie (w celu ilościowego określenia ilości wody pobranej przez rośliny) doświadczenia w basenie osadowym.

Na gruncie bezglebowym (nowoukształtowany taras na terenie basenów osadowych) zastosuje się osad płynny do ukształtowania szaty roślinnej.

Wymienione doświadczenia powinny być zapoczątkowane w maju i zakończone we wrześniu 1990 roku.

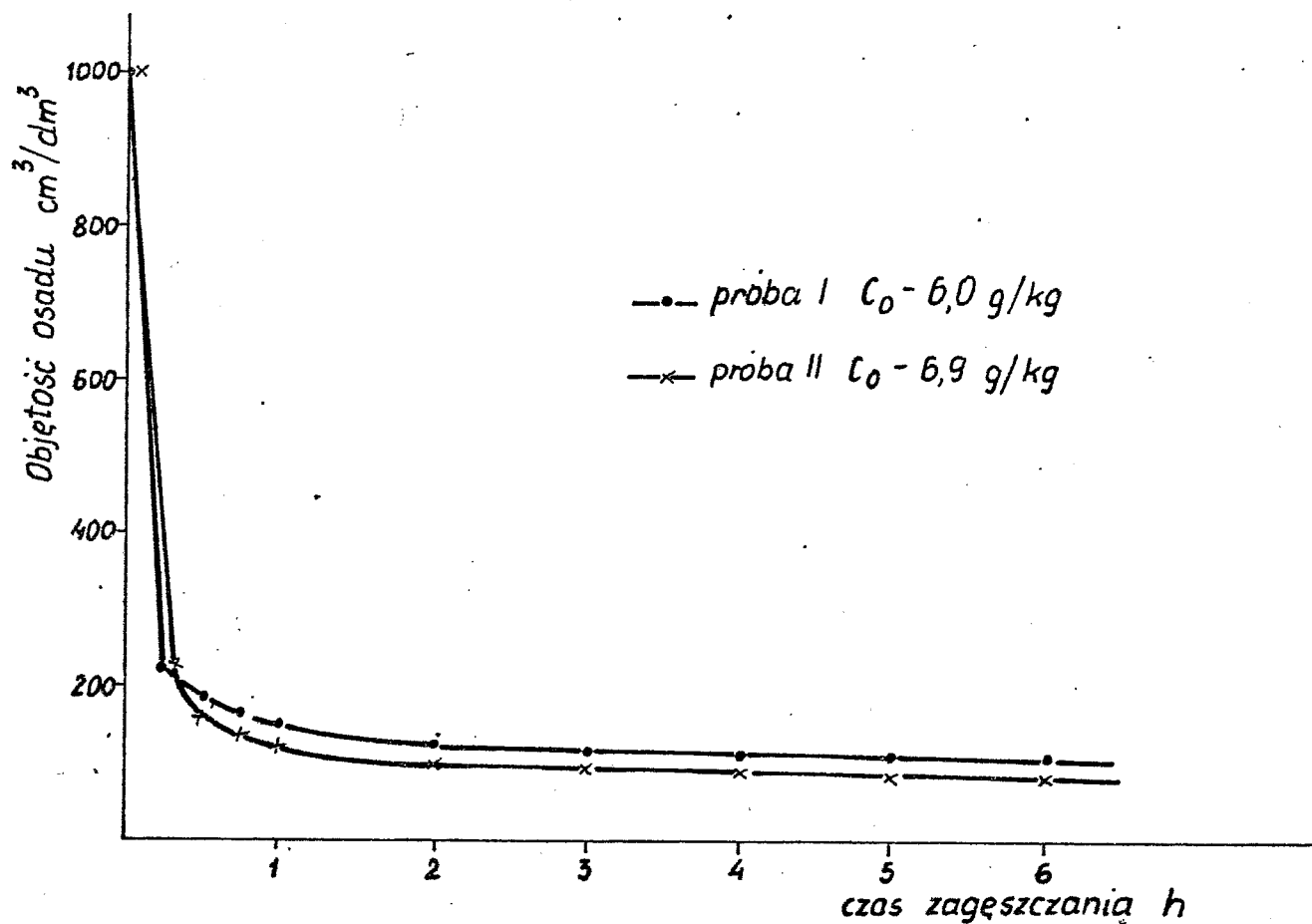


Rys. 1. Zależność stężenia osadu czynnego od jego indeksu.

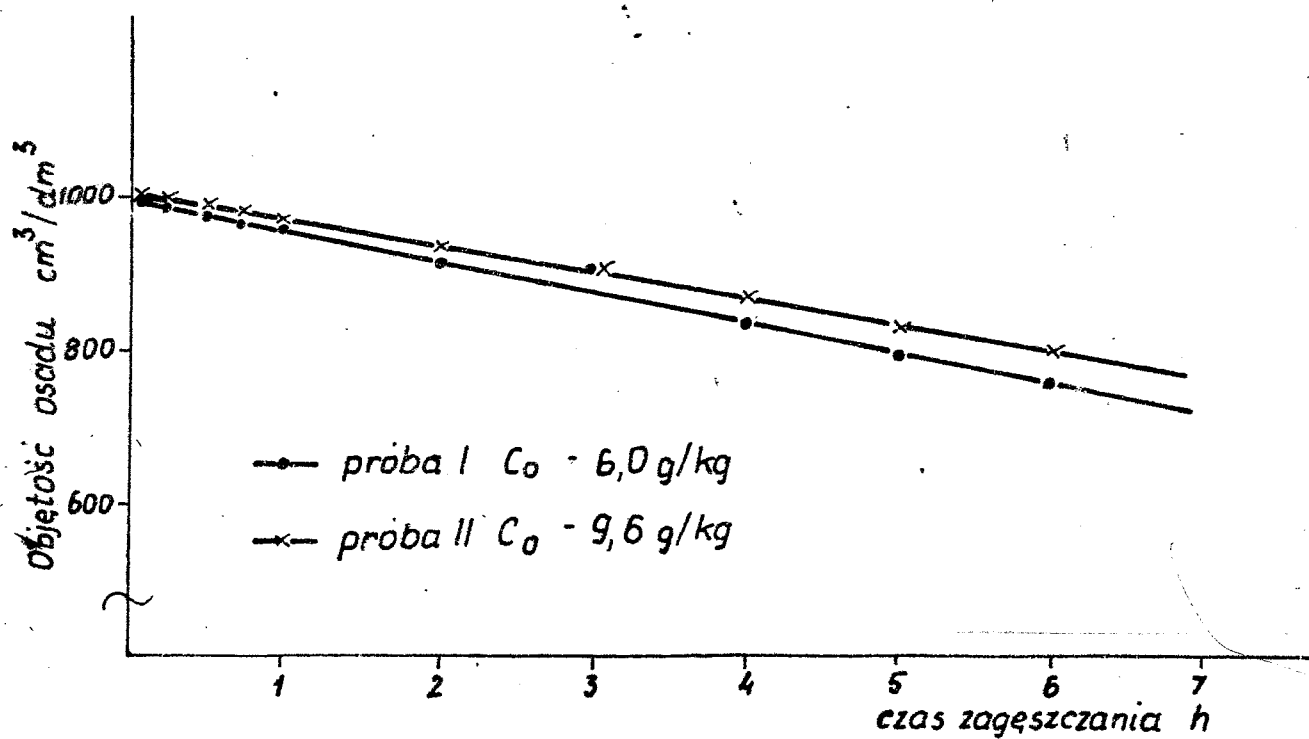


Rys. 2. Zależność indeksu osadu czynnego od jego obciążenia ładunkiem BZT<sub>5</sub>

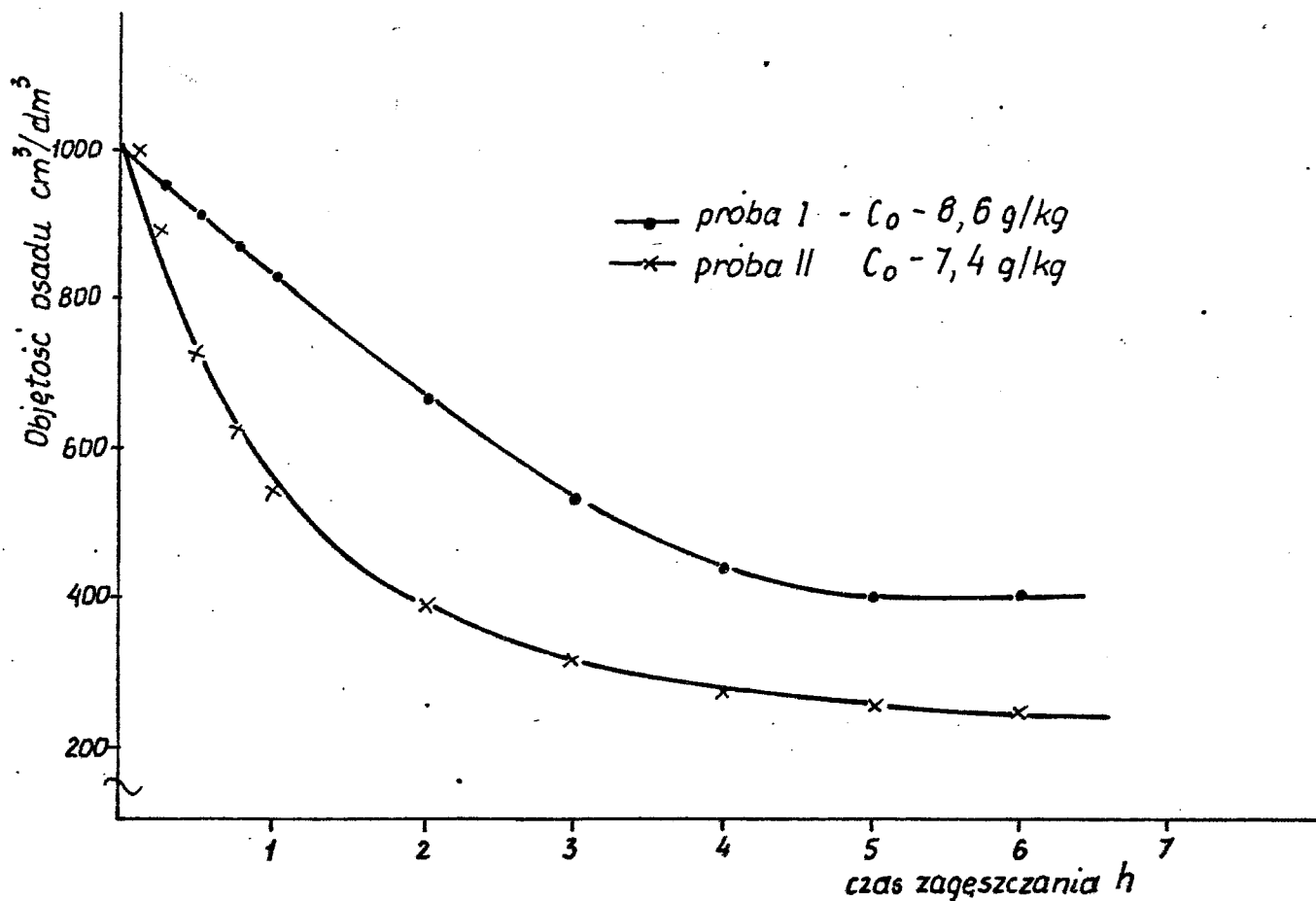




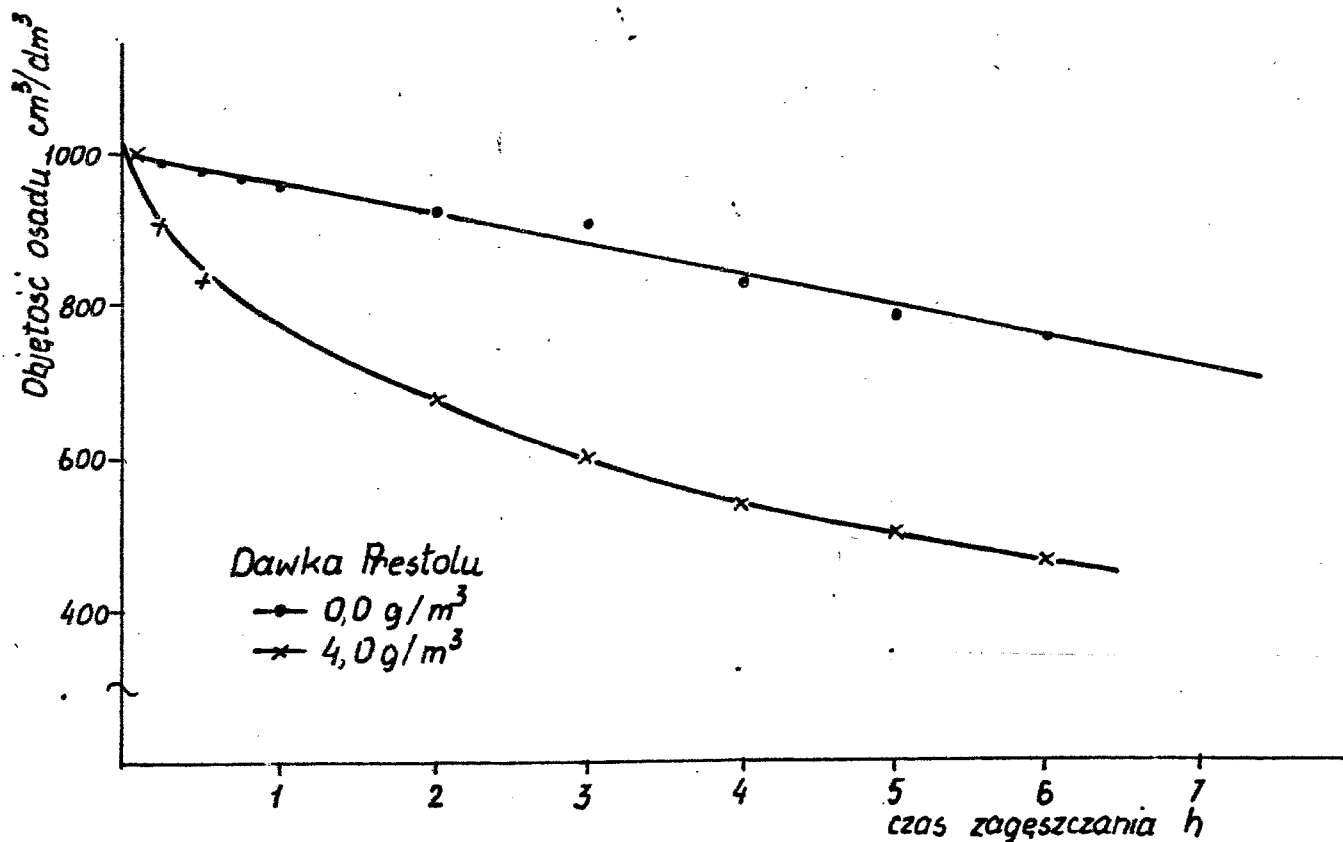
Rys. 3 Grawitacyjne zagęszczanie osadów pokoagulacyjnych



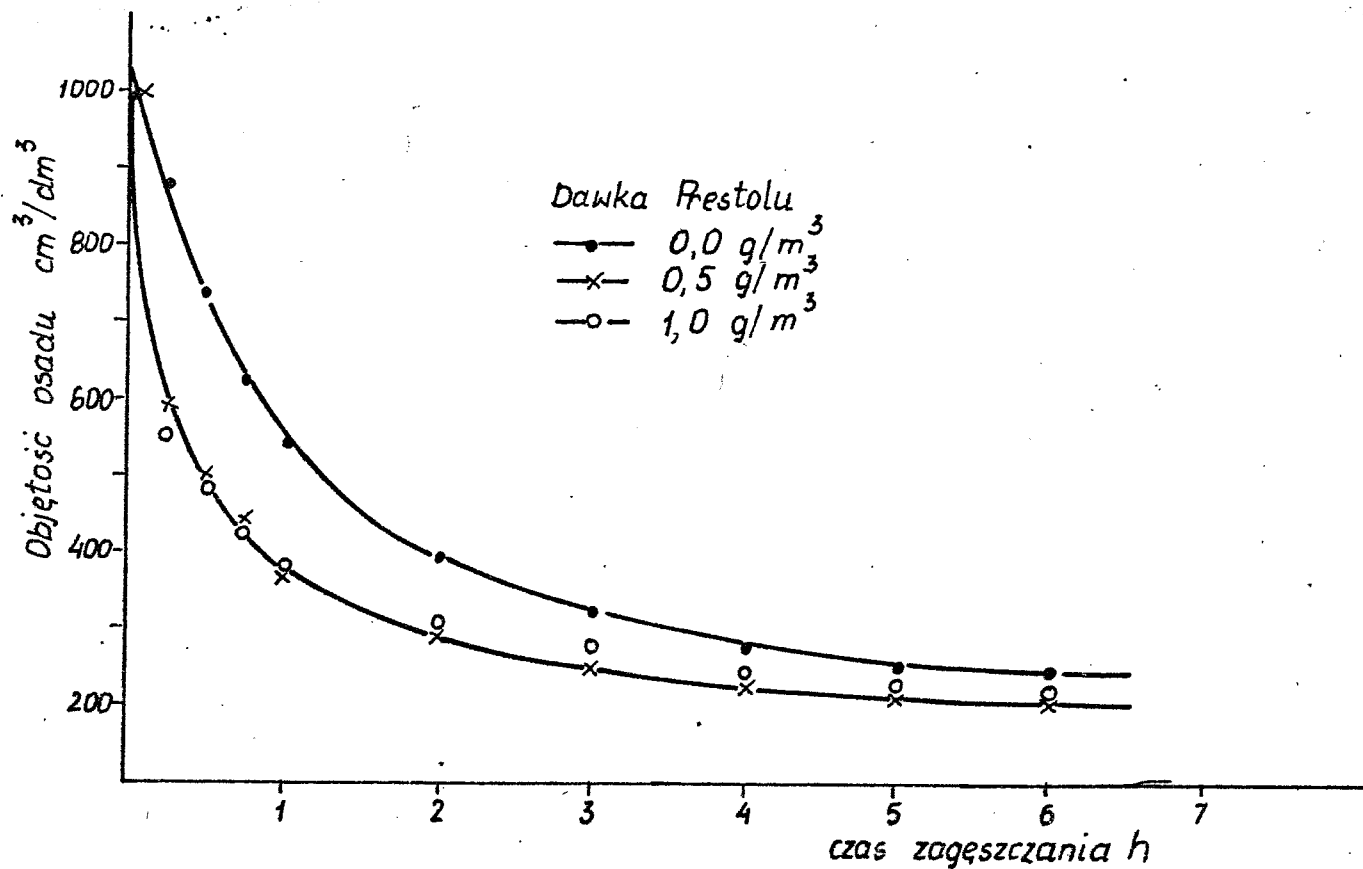
Rys. 4 Grawitacyjne zagęszczanie osadu nadmiernego czynnego.



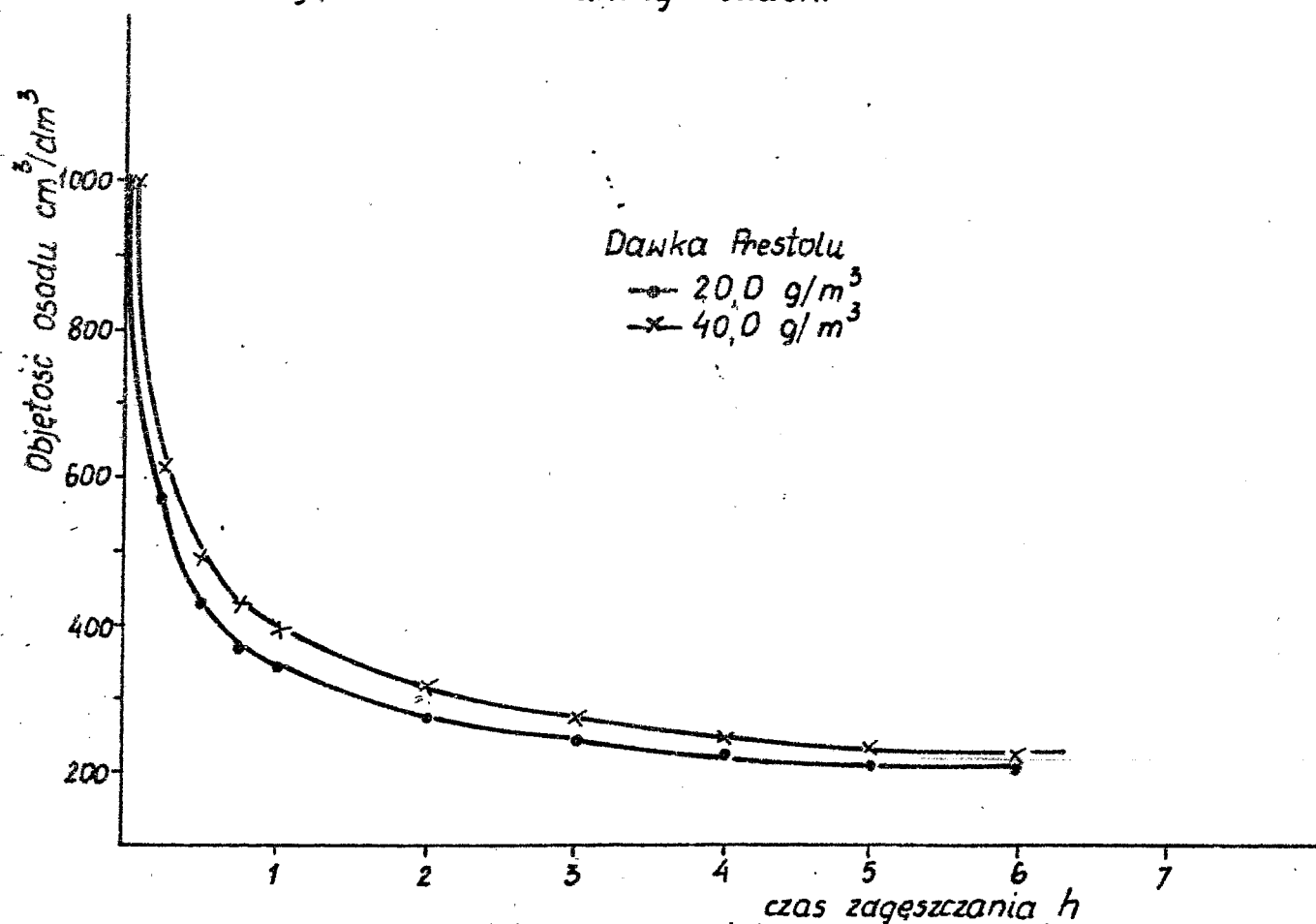
Rys. 5 Grawitacyjne zagęszczanie mieszaniny osadu pokoagulacyjnego 160% i czynnego nadmiernego 140%



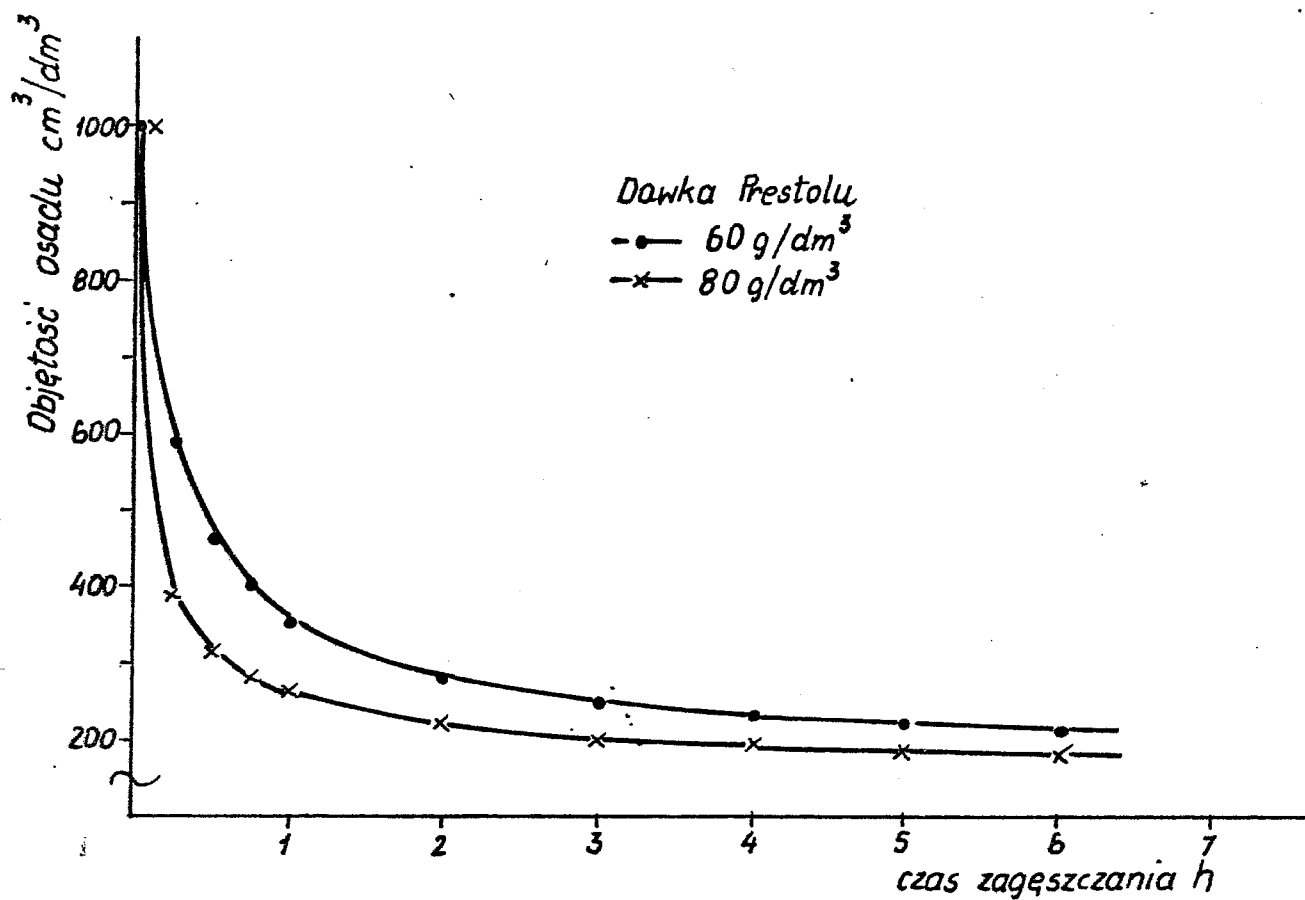
Rys. 6 Wpływ polielektrolitu Prestol na efekt grawitacyjnego zagęszczania nadmiernego osadu czynnego.



Rys. 7 Wpływ polielektrolitu Prestol na efekt grawitacyjnego zagęszczania mieszaniny osadów.



Rys. 8 Wpływ polielektrolitu Prestol na efekt grawitacyjnego zagęszczania mieszaniny osadów.



Rys. 9 Wpływ polielektrolitu Prestol na efekt grawitacyjnego zagęszczania mieszaniny osadów.



Charakterystyka ścieków w układzie oczyszczalni Za

rodzaj próby	oznaczenia	jednostki	G o d z i n	
			10 <sup>00</sup>	12 <sup>00</sup>
1	2	3	4	5
Ścieki miejskie surowe  I	temperatura	°C	15,2	15,0
	odczyn pH		6,8	7,0
	ChZT	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	561	911
	zawiesiny ogólne	mg/dm <sup>3</sup>	261,0	270,0
	- " - mineralne	- " -	68,0	90,0
	- " - organiczne	- " -	193,0	180,0
	- " - mineralne	%	26,1	33,3
	- " - organiczne	%	73,9	66,7
Ścieki miejskie dopływające do oczyszczalni  II	temperatura	°C	16,8	17,2
	odczyn pH		6,9	7,0
	ChZT	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	414	810
	zawiesiny ogólne	mg/dm <sup>3</sup>	170,0	209,0
	- " - mineralne	- " -	56,0	79,0
	- " - organiczne	- " -	114,0	130,0
	- " - mineralne	%	33,0	37,8
	- " - organiczne	%	67,0	62,2
Ścieki mieszane przemysłowe i miejskie  III	temperatura	°C	20,5	20,2
	odczyn pH		7,1	8,2
	ChZT	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	340	442
	zawiesiny ogólne	mg/dm <sup>3</sup>	223,6	245,0
	- " - mineralne	- " -	117,2	116,0
	- " - organiczne	- " -	106,4	129,0
	- " - mineralne	%	52,4	47,2
	- " - organiczne	%	47,6	52,8
Ścieki drobiarskie  IV	temperatura	°C	16,8	17,0
	odczyn pH		7,2	7,3
	ChZT	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	607	1012
	zawiesiny ogólne	mg/dm <sup>3</sup>	133,0	347,0
	- " - mineralne	- " -	37,0	73,0
	- " - organiczne	- " -	96,0	274,0
	- " - mineralne	%	27,8	21,0
	- " - organiczne	%	72,2	79,0

1	2	3	4	5
Ścieki do- pływające do komór napowietrzania  V	temperatura	°C	17,9	18,0
	odczyn pH		8,5	8,9
	ChZT	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	258	276
	BZT <sub>5</sub>	- " -	111	122
	stosunek BZT <sub>5</sub> :ChZT		0,43	0,44
	azot ogólny	mg N <sub>og</sub> /dm <sup>3</sup>	15,0	17,6
	fosfor ogólny	mg P/dm <sup>3</sup>	0,75	1,96
	Stosunek <sup>x/</sup> BZT <sub>5</sub> :N:P		100:9,5 :0,7	100:1 :1,6
	żelazo ogólne	mg Fe/dm <sup>3</sup>	7,7	4,4
	zawiesiny ogólne	mg/dm <sup>3</sup>	160	405
	- " - mineralne	- " -	72	173
	- " - organiczne	- " -	88	232
	- " - mineralne	%	45,0	42,8
	- " - organiczne	%	55,0	57,2
Ścieki oczyszczone odpływające z oczyszczalni  VI	temperatura	°C	17,9	18,0
	odczyn pH		7,4	7,4
	ChZT <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	90,5	99,4
	zawiesiny ogólne	mg/dm <sup>3</sup>	43,2	47,2
	- " - mineralne	- " -	33,2	36,8
	- " - organiczne	- " -	10,0	10,4
	- " - mineralne	%	76,9	78,0
	- " - organiczne	%	23,1	22,0

x/ Przyjęto, że 70% azotu ogólnego (cały azot organiczny i 1/2 azotu

Tabela 2

Parametry technologiczne pracy komór osadu czynnego na oczyszczalni  
w Tomaszowie Mazowieckim

oznaczenia	jednos- tki	komora      napowietrzania			
		I	II	III	IV
ogólna ilość ścieków 76533	$m^3/d$	-	-	-	-
ilość ścieków kierowana na poszczególne komory	"	19133	19133	19133	19133
czas zatrzymania ścieków w komorze	h	6,3	6,3	6,3	6,3
obciążenie hydrauliczne komory	$m^3/m^3/d$	3,8	3,8	3,8	3,8
obciążenie komory ładun- kiem BZT <sub>5</sub>	$kg\ BZT_5/m^3/d$	0,57	0,57	0,57	0,57
obciążenie osadu czynnego BZT <sub>5</sub>	"	0,61	0,22	0,21	0,32
obciążenie osadu czynnego ChZT	$kg\ O_2/kg\ d$	1,47	0,54	0,51	0,79
stężenie osadu	$kg/m^3$	0,93	2,55	2,72	1,76
substancje organiczne w osadzie	%	64,4	71,0	65,9	66,3
indeks osadu	$cm^3/g$	790	305	280	415
temperatura w komorze	$^{\circ}C$	17,4	17,4	17,4	17,4

charakterystyka osadu czynnego w poszczególnych komorach napowietrzania

Jednostka	Temperatura komory								
	IV	II	III	I	I	I	II	III	IV
g od z i n a p o b o r u p r o b y									
	12 <sup>00</sup>	16 <sup>00</sup>	14 <sup>00</sup>	18 <sup>00</sup>	7 <sup>00</sup>	7 <sup>00</sup>	7 <sup>00</sup>	7 <sup>00</sup>	7 <sup>00</sup>
Stężenie osadu	1,74	2,83	2,68	0,95	0,93	2,27	2,77	1,78	
Substancje mineralne	0,58	0,72	0,96	0,39	0,28	0,74	0,89	0,61	
Substancje organiczne	1,16	2,11	1,70	0,56	0,65	1,53	1,88	1,17	
% mineralne	33,3	25,4	36,1	41,1	30,1	32,6	32,1	34,2	
% organiczne	66,7	74,6	63,9	58,9	69,9	67,4	67,9	65,8	
Indeks osadu	420	260	270	770	810	350	290	410	



Tabela 4

Charakterystyka osadów ściekowych powstających na oczyszczalni  
ścieków w Tomaszowie Mazowieckim.

Rodzaj osadu	o z n a c z e n i a	jed- nos- tki	s e r i a   b a d a		
			I	II	III
osad pokoagu- lacyjny	sucha masa	g/kg	6,0	6,9	9,8
	substancje mineralne	g/kg	4,5	4,9	7,4
	- " -      organiczne	g/kg	1,5	2,0	2,4
	- " -      mineralne	%	75,0	71,0	75,5
	- " -      organiczne	%	25,0	29,0	24,5
	uwodnienie	%	99,4	99,31	99,02
nadmierny osad czynny	sucha masa	g/kg	6,0	9,6	6,9
	substancje mineralne	g/kg	2,3	3,2	2,5
	- " -      organiczne	g/kg	3,7	6,4	4,4
	- " -      mineralne	%	37,7	33,7	35,8
	- " -      organiczne	%	62,3	66,3	64,2
	uwodnienie	%	99,4	99,04	99,31
osad po zagęsz- czaczu	sucha masa	g/kg	18,8	20,3	25,1
	substancje mineralne	g/kg	9,9	10,8	14,3
	- " -      organiczne	g/kg	8,9	9,5	10,8
	- " -      mineralne	%	52,7	53,2	57,0
	- " -      organiczne	%	47,3	46,8	43,0
	uwodnienie	%	98,12	97,97	97,49

Tabela 6

Wpływ polielektrolitu Prestol na efekt grawitacyjnego zagęszczania nadmiernego osadu czynnego.

czas zagęszczania /h/	dawka Prestolu	
	-	40 g/m <sup>3</sup>
0,0	1000	1000
0,25	990	910
0,50	980	830
0,75	970	810
1,0	960	-
2,0	920	620
3,0	910	510
4,0	830	400
5,0	790	405
6,0	760	365
sucha masa g/kg		
C <sub>o</sub>	6,0	6,0
C <sub>k</sub>	7,9	16,5
stopień zagęszczenia	1,3	2,7
czas zagęszczania /h/	6	6

Tabela 7

Wpływ polielektrolitu Prestol na efekt grawitacyjnego zagęszczania mieszaniny osadów.

- sucha masa osadu  $C_0 = 7,4 \text{ g/kg}$

Stosunek zmieszania osadów:

- pokoagulacyjnego 60%

- czynnego nadmiernego 40%

czas zagęszczania / h /	dawka Prestolu w $\text{g/m}^3$						
	0	0,5	1,0	20	40	60	80
0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
0,25	890	590	550	570	610	590	390
0,50	730	500	490	430	490	460	310
0,75	680	440	435	370	430	400	280
1,0	600	365	370	340	390	350	260
2,0	490	290	310	270	310	280	220
3,0	460	250	275	260	270	250	200
4,0	415	220	240	220	240	230	190
5,0	360	210	230	210	230	220	180
6,0	340	200	210	200	220	210	170
sucha masa osadu za- gęszczonego g/kg	21,80	37,0	35,2	37,0	33,6	35,2	43,5
stopień za- gęszczenia	2,9	5,0	4,7	5,0	4,5	4,7	5,9
czas za- gęszczania h	6	6	6	6	6	6	6

Tabela 8

## Właściwości osadów ściekowych.

cecha lub zawartość składnika	jed- nos- tka	osad świe- ży odwod. na prasie	osad z la- guny
odczyn zawiesiny wodnej	pH	13,2	7,22
zawartość $H_2O$ , $105^{\circ}C$	%	55,8	58,8
straty prażenia w $550^{\circ}C$	%	4,29	19,3
zawartość $SO_4$ rozp.w wodzie	%	0,02	1,20
$N_T$	%	0,81	1,94
$P_{2O_5}$	%	0,42	1,81
CaO	%	51,2	22,9
MgO	%	0,38	0,32
$K_2O$	%	0,03	0,06
Fe	%	3,05	2,26
Pb	ppm	227	674
Cd	ppm	12	5
Ni	ppm	10	35
Cr	ppm	37	119
Cu	ppm	33	196
Zn	%	3,10	14,6
Na	mg/ dm <sup>3</sup>	n.o.	39,0