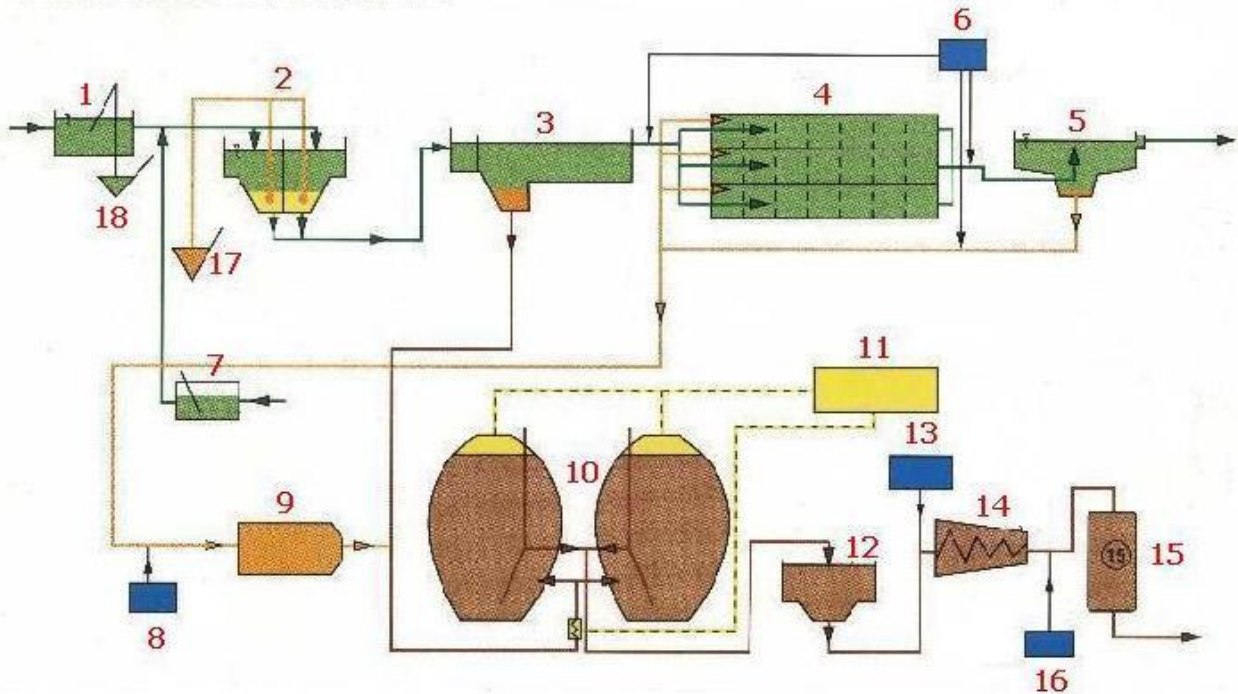


## Doświadczenia z eksploatacji oczyszczalni ścieków komunalnych dla polskiej i niemieckiej części wyspy Uznam w Świnoujściu

### SCHEMAT BLOKOWY



1. kraty , 2. piaskownik napowietrzany , 3. osadniki wstępne , 4. komory osadu czynnego , 5. osadniki wtórne ,
6. stacja dozowania PIX , 7. stacja przyjęcia fekalii , 8. stacja dozowania polimerów , 9. odwodnienie osadu nadmiernego ,
10. komory fermentacyjne , 11. blok ciepłno-energetyczny , 12. zagęszczacze końcowe , 13. stacja dozowania polimerów ,
14. wirówki , 15. silos osadu odwodnionego , 16. stacja dozowania wapna

Miejska oczyszczalnia ścieków obsługuje teren lewobrzeżnej i prawobrzeżnej części miasta Świnoujście a także z gminy niemieckie: Bansin, Heringsdorf i Ahlbeck. W przyszłym roku Miasto Świnoujście będzie realizować budowę systemu kanalizacji w dzielnicach Przytoru i Karsiborza i ścieki z tego obszaru zostaną także skierowane do tej oczyszczalni..

Oczyszczalnia posiada stopień mechaniczny ( kraty , piaskownik napowietrzany , osadniki wstępne ) oraz reaktor biologiczny z możliwością wspomagania chemicznego w zakresie redukcji związków fosforu..

Zgodnie z pozwoleniem wodno-prawnym max. stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych nie mogą przekroczyć :

1.  $BZT_5 = 15 \text{ mg / dm}^3$
2.  $ChZT = 70 \text{ mg / dm}^3$
3.  $N_{og} = 18 \text{ mg / dm}^3$
4.  $P_{og} = 1,5 \text{ mg / dm}^3$
5. Zawiesina =  $20 \text{ mg/dm}^3$

### Krótki opis technologii oczyszczalni

W zakresie oczyszczania mechanicznego oczyszczalnia posiada :

1. Kraty trzydrogowe z mechanicznym usuwaniem i odwadnianiem skratek
2. Piaskownik napowietrzany 2- drogowy z wydzieloną komorą kożucha ściekowego

Osadzający się w komorach piaskownika piasek odpompowywany jest cyklicznie przez pompy zanurzeniowe, zamontowane na moście jezdnym, do separatora piasku, gromadzone w kontenerze i wywożone na składowisko osadów.

3. Dwa osadniki wstępne z mechanicznym usuwaniem osadów dennych i pływających. Osad gromadzony w lejach osadowych osadników wstępnych jest okresowo odpompowywany do komór fermentacyjnych.
4. Trójdrogowa komora osadu czynnego przewidzianą do biologicznego oczyszczania ścieków, podzieloną na kaskady, zbiorniki napowietrzania o łącznej objętości 27.000 m<sup>3</sup>.  
Kaskada 1 i 2 - bez napowietrzania tylko z krążeniem – strefa beztlenowa, eliminacja związków fosforu/denitryfikacja,  
Kaskada 3 i 4 - bez napowietrzania tylko z krążeniem – denitryfikacja  
Kaskada 5 – przemiennie napowietrzanie albo krążenie- denitryfikacja/nitryfikacja  
Kaskada 6 – napowietrzanie – nitryfikacja.  
Doprowadzenie wymaganej ilości tlenu do komór nitryfikacji odbywa się przy pomocy sieci rurociągów z dyfuzorami umieszczonymi równomiernie na całej powierzchni dna.  
Pomiar zawartości tlenu realizowany jest poprzez sondy umieszczone na wszystkich ciągach komór osadu czynnego.  
Z uwagi na w/przedstawioną konstrukcję kaskadową KOCZ możliwe są następujące sposoby pracy :
  - a) Nitryfikacja/denitryfikacja, usuwanie fosforu przez strącanie solami żelaza. Ścieki surowe w pierwszej kaskadzie są mieszane z osadem powrotnym i zawracanymi ściekami ( recykulacja wewnętrzna). W kaskadzie 5 załączone jest napowietrzanie i włączone krążenie. Ten sposób pracy wybierany jest tylko w przypadkach wyjątkowych (niska temperatura ścieków, rozruch nitryfikacji).
  - b) Nitryfikacja/denitryfikacja z biologicznym usuwaniem fosforu, przy zredukowanej strefie denitryfikacji. Biologiczne usuwanie fosforu przebiega w strefie beztlenowej kaskad 1 i 2. Surowe ścieki mieszane są z osadem powrotnym w pierwszej kaskadzie. Ścieki recykulowane są do kaskady trzeciej. Redukcja kaskady nitryfikacyjnej jest osiągnięta przez wyłączenie napowietrzania w kaskadzie 5.
  - c) Nitryfikacja/denitryfikacja z biologicznym usuwaniem fosforu przy zredukowanej strefie nitryfikacyjnej. Poprzez doprowadzanie ścieków surowych do kaskady drugiej możliwa jest praca z oddzielną denitryfikacją osadu powrotnego w pierwszej kaskadzie dla optymalizacji zawracanego roztworu fosforu w beztlenowej kaskadzie 2.
5. Strącanie związków fosforu :Możliwe jest dozowanie soli żelaza w celu eliminacji fosforu. Dozowanie odbywa się proporcjonalnie do stężenia fosforu i ilości ścieków odpływających z oczyszczalni lub przez hydrogram dzienny i dodatkowo jest kontrolowane przez pomiar stężenia PO<sub>4</sub> na odpływie z oczyszczalni. Instalacja umożliwi także dawkowanie soli żelaza do osadu zawracanego z osadników wtórnych, proporcjonalnie do ilości osadu zawracanego. Jako środek strącający na oczyszczalni w Świnoujściu stosuje się siarczan żelazowy produkowany przez przedsiębiorstwo KEMIPOL w Policach.
6. Osadniki wtórne – trzy okrągłe zbiorniki z poziomym przepływem ścieków.
7. Zbiornik osadu nadmiernego z mieszałem o pojemności 300 m<sup>3</sup>
8. Fermentacja osadu – dwie stalowe komory fermentacyjne o objętości 3000 m<sup>3</sup> każda przewidziane do energetycznego wykorzystania powstającego na oczyszczalni osadu i maksymalnej redukcji jego objętości oraz wykorzystaniem powstającego przy tym biogazu. Komory fermentacyjne zasilane są w sposób przerywany ( w cyklu czterogodzinnym ) zawsze tą samą ilością osadu. Komory, w celu zabezpieczenia przed nadciśnieniem lub podciśnieniem wyposażone są w wyrzutnik wodny. Przed przepelnieniem zabezpiecza je rura przelewowa odprowadzona do kieszeni fermentacyjnych. Komory są recykulowane przy pomocy mieszalnika. Ogrzewanie komór odbywa się metodą recykulacji dzięki umieszczonym na zewnątrz pompom i wspólnemu wymiennikowi ciepła. Przełączanie następuje w sposób przerywany według ustalonego rytmu czasowego symultanicznie do zasilania osadem surowym. Osad surowy zostaje poprzez iniektor do osadu gorącego i przemieszczany jest każdorazowo do przyporządkowanej komory fermentacyjnej.  
Komory fermentacyjne eksploatowane są zgodnie z zasadą wyporu ( taka sama ilość

dostarczanego osadu jak ilość wypieranego osadu przefermentowanego) . Wyparcie następuje z dolnej części komory poprzez przewód spustowy do górnego szybu osadowego . Wyparty osad kierowany jest do zagęszczaczy wtórnych.

9. Zagęszczacze grawitacyjne osadu przefermentowanego – 2 szt. o pojemności 300 m<sup>3</sup> każdy
10. Dwie wirówki do odwadniania osadu przefermentowanego o wydajności 25 m<sup>3</sup> każda.
11. Blok ciepłno-energetyczny do wykorzystania biogazu jako energii cieplnej służy do ogrzewania komór fermentacyjnych i pozostałych obiektów oczyszczalni i do produkcji energii elektrycznej. W skład tego bloku wchodzi dwa synchroniczne agregaty gazowe firmy DEUTZ-MWM KHD o mocy 180 kW każdy oraz kocioł dwufunkcyjny przystosowany zarówno do pracy na gazie ziemnym i fermentacyjnym.

Produkcja biogazu ok. 50 m<sup>3</sup>/h z każdej komory . Wartość opałowa 23,56 MJ/m<sup>3</sup>.

- Skład : - metan 65,5 %
- dwutlenek węgla 32,4 %
  - siarkowodór 0,11 %
  - wilgotność bezwzględna 1,6 %
  - wilgotność względna 81,4 %

12. Zbiornik biogazu o pojemności użytkowej 2500 m<sup>3</sup>.

Produkowany w komorach gaz fermentacyjny kierowany jest poprzez czujnik wykrywający pianę , separator cząstek i skroplin , pomiar ilości gazu do zbiornika gazu . Dalej gaz poprzez instalację podwyższania ciśnienia kierowany jest na silniki gazowe lub kocioł . Silnikami napędzane są prądnice synchroniczne . Oddawane przy tym ciepło z chłodzenia silników i spalin wykorzystywane jest do celów grzewczych w centrali grzewczej.

13. Powstający w trakcie procesu oczyszczania osad ściekowy poddawany jest fermentacji , następnie odwadniany i dodatkowo higienizowany wapnem palonym.  
Przy zużyciu koagulanta 6 - 6,5 kg na tonę suchej masy osadu uzyskuje się odwodnienie 27 - 29 %.

Obecnie cały powstający na oczyszczalni osad jest wykorzystywany rolniczo bądź używany do rekultywacji nieczynnych kwater składowiska odpadów.

Wykorzystanie rolnicze osadów odbywa się na zasadach określonych w wydanym przez Urząd Wojewódzki w Szczecinie w decyzji .

Badania osadu przeprowadzane są w cyklu 1 raz na cztery miesiące

### Parametry pracy oczyszczalni na podstawie roku 2002

#### 1 . Warunki technologiczne pracy oczyszczalni

Pod względem możliwości (sprawności ) technologicznych oczyszczalni spełnia warunki pozwolenia wodno-prawnego . Utrzymywane są parametry ścieków oczyszczonych w zakresie pięciu określonych pozwoleniem wskaźników zanieczyszczeń.

<b>Parametr</b>	<b>BZT5</b>	<b>ChZT</b>	<b>Nog</b>	<b>Pog</b>	<b>Zawiesina</b>
<b>Wartość wymagana pozwoleniem [mg/l]</b>	15	70	18	1,5	20
<b>Średnioroczna wartość osiągnięta</b>	6,83	44,41	11,25	0,63	14,94
<b>Średnia redukcja zanieczyszczeń %</b>	<b>98,3</b>	<b>94,2</b>	<b>85,1</b>	<b>95,2</b>	<b>95,7</b>

Wyniki określone są na podstawie 24-godzinnej próby mieszanej .

Wyniki te potwierdzają spełnianie przez oczyszczalnię wymogów pozwolenia wodno-prawnego j.w. Monitoring ścieków zrzucanych do odbiornika odbywa się w systemie on-line i codziennie potwierdzany jest próbami laboratoryjnymi .

2. Zestawienie ilości ścieków oczyszczonych i ilości ścieków na podstawie sprzedaży usług ( łącznie ze ściekami z Niemiec)

Miesiąc	Ilość ścieków oczyszczonych [m3] (wskazania przepływomierza na odpływie z oczyszczalni)	Ilość ścieków sprzedaży usług [m3] (razem z niemieckimi)	wg
Styczeń	339320	284922	
Luty	348200	254289	
Marzec	394980	266304	
Kwiecień	338400	279013	
Maj	386580	303078	
Czerwiec	390760	302129	
Lipiec	417380	342478	
Sierpień	402940	351521	
Wrzesień	327060	336355	
Październik	327200	282001	
Listopad	293020	250906	
Grudzień	279840	237022	
<b>Razem</b>	<b>4245680</b>	<b>3490018</b>	

w tym sprzedaż ścieków niemieckich

Miesiąc	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień	Razem
Ilość ścieków [m3]	63283	57822	71761	71023	90400	99150	113149	118889	91470	81542	54435	53165	<b>966 089</b>

W stosunku do projektowanej przepustowości oczyszczalni pracowała pod średnim obciążeniem hydraulicznym **37 %**.

Pomimo ewidentnego niedociążenia hydraulicznego oczyszczalni, dzięki przeprowadzonym czynnościom optymalizacyjnym możliwe jest utrzymanie wymaganych parametrów technologicznych. Jednakże tak niewielkie obciążenie ilością ścieków i ładunkiem zanieczyszczeń powoduje jednoznacznie pogorszenie efektu ekologicznego a przede wszystkim ekonomiki procesu. Już podczas prowadzenia rozruchu próbnego i w początkowym okresie eksploatacji pojawiły się problemy z utrzymaniem prawidłowej i ekonomicznej pracy oczyszczalni wynikające z dużo mniejszej ilości ścieków dopływających do oczyszczalni w stosunku do założeń projektowych.

Główne problemy z tym związane to:

- trudna, a w niektórych warunkach technologicznych wręcz niemożliwa regulacja systemów i urządzeń, restrykcyjna praca urządzeń
- odkładanie się osadów w instalacjach, na skutek małej prędkości przepływu ścieków przez rurociągi (brak zjawiska samooczyszczania),
- duże koszty jednostkowe oczyszczania ścieków.

### **3. Charakterystyka pracy oczyszczalni na podstawie parametrów osadu czynnego**

DATA	ilość ściek m3/d	BZT5 sur mgO2/l	KOCZ.zaw mg/l	Vkocz+os m3	Mn kg/d	TS %	Cyl.[1/2h] ml/l	Wo doba	lo cm3/g	Og kgBZT/kgsm
04.01.2001	11640	370	3690	24000	3797,7	0,45	910	23,3	246	0,049
11.01.2001	9860	320	3750	24000	2969	0,46	925	30	246	0,035
20.01.2001	10980	300	3810	24000	3936	0,52	960	23,2	252	0,036
27.01.2001	10000	380	3530	24000	3391	0,47	950	25	269	0,045

02.02.2001	10620	220	3730	24000	4192	0,49	950	21,3	254	0,026
09.02.2001	12980	280	3660	24000	3765	0,46	960	23,3	262	0,041
18.02.2001	12020	280	3500	24000	3216	0,44	960	26	274	0,04
02.03.2001	10760	240	3380	24000	3320	0,42	960	24,4	284	0,032
09.03.2001	12460	170	3320	24000	3034	0,4	950	26,3	286	0,026
17.03.2001	13500	560	3450	24000	3385	0,42	955	24,4	277	0,091
28.03.2001	12940	130	3640	24000	2858	0,42	960	30,5	264	0,019
03.04.2001	11480	420	3890	24000	2791	0,44	970	33,4	249	0,051
12.04.2001	12000	360	4210	24000	3120	0,49	965	32,4	229	0,043
14.04.2001	11640	360	3830	24000	3151	0,45	960	29,2	250	0,045
19.04.2001	12640	440	3890	24000	3120	0,44	970	30	249	0,059
27.04.2001	11700	420	3750	24000	2991	0,44	950	30	253	0,054
04.05.2001	11060	440	3340	24000	3259	0,38	950	24,6	284	0,061
09.05.2001	10720	300	3550	24000	2030	0,36	850	42	239	0,038
17.05.2001	12100	320	3290	24000	3152	0,35	745	25	226	0,049
24.05.2001	10940	390	2800	24000	3169	0,31	580	21,2	207	0,063
07.06.2001	12060	360	2880	24000	3312	0,32	440	20,9	153	0,063
15.06.2001	10920	380	2790	24000	2708	0,36	490	24,7	176	0,062
27.06.2001	11020	390	3290	24000	2864	0,32	450	27,6	137	0,056
05.07.2001	11900	380	3150	24000		0,41	305		97	0,06
14.07.2001	12760	520	3040	24000		0,33	400		131	0,091
20.07.2001	13040	470	3340	24000		0,36	400		120	0,076

gdzie : Mn- masa osadu odciaganego z układu , TS-sucha masa osadu czynnego , Cyl[1/2h]-ilość osadu zsedymetowanego w cylindrze po 1/2 h ,Wo-wiek osadu , Io-indeks osadu , Og-obciążenie osadu czynnego

Powyższe wyniki wykazują ewidentnie , że osad czynny pracuje pod niskim obciążeniem ładunkiem zanieczyszczeń .

Powodem tego jest przewymiarowanie obiektów oczyszczalni i brak możliwości płynnej regulacji wieku osadu.

Skutkuje to wysokim indeksem osadu oraz jego słabą zdolnością sedymentacyjną , co prowadzi do tworzenia się osadu pływającego w komorach osadnika wtórnego. Okresowo , szczególnie przy znacznych zmianach temperatury otoczenia , pojawia się także zjawisko puchnięcia osadu. Osad biologiczny charakteryzuje się wtedy dużą ilością bakterii nitkowatych znajdujących nie na zewnątrz kłaczka osadowego oraz wyraźnym roztrzępaniem kłaczek osadowych przez bakterie nitkowate .

Dla poprawienia kondycji osadu biologicznego eksploatator podjął próbę zawracania osadu nadmiernego na początek procesu oczyszczania,

tj. do komory wytłumienia przed halą krat.

W czasie trwania próby wykonywane były pomiary indeksu osadu (IO) , zawartości suchej masy osadu (TS) , zawiesiny w komorach osadu czynnego , oraz zdolności sedymentacyjnych osadu w leju Imhoffa.

Ponadto wykonywano wszystkie rutynowe badania ścieku surowego i oczyszczonego w zakresie : odczynu , przewodności elektrycznej , zawiesiny , ChZT , BZT5 , oraz związków azotu i fosforu .

Już w początkowej fazie funkcjonowania takiego układu pojawiająca się wcześniej tendencja spadku wartości indeksu osadu (IO) oraz sedymentacji w leju Imhoffa zaczęła wzrastać i w efekcie w dniach od 13.06 – 03.07.2002 indeks osadu (IO) spadł ze 193 do 107 , a skuteczność sedymentacji w leju Imhoffa po 0,5 h wzrosła z 770 do 340 .

Jednak równolegle do wyżej wymienionych efektów zaczęto obserwować zmianę barwy ścieku surowego na czarną , oraz stopniową utratę sedymentacji osadu surowego .W osadniku wstępnym pojawiły się duże trudności z oddzielaniem osadu surowego ze ścieków . Pojawiło się dużo frakcji pływających tworzących trudną do usunięcia zawieszinę pływającą , dla której usunięcia nie był skuteczny ani zgarniacz denny ani zgarniacz osadu pływającego .

W związku z powyższym drastycznie zmniejszyła się faktyczna ilość odciaganego osadu surowego , a pompy osadu surowego podawały do komór bardzo rzadki osad.

Przez pojawienie się drobnej zawiesiny pływającej w sposób widoczny wzrosła także mętność ścieku oczyszczonego do 32 NTU .

Codzienne mikroskopowe badanie osadu biologicznego nie wykazało widocznych zmian w kondycji kłaczków osadu .

W załączeniu tabelaryczne zestawienia wyników prób ( Załącznik 1 ) .

**Wnioski :** przeprowadzona próba wykazała skuteczność tej metody w odniesieniu do spadku indeksu osadu (IO) oraz w znacznym stopniu poprawiła zdolności sedymentacji osadu biologicznego badane w leju Imhoffa po 0,5 h .Wykazała jednak negatywny wpływ na prace osadnika wstępnego oraz spowodowała znaczące zwiększenie mętności ścieku oczyszczonego .

Dlatego też nasuwa się wniosek , że należy przeprowadzić próbę technologiczną polegającą na wprowadzeniu tylko części osadu nadmiernego na początek procesu oczyszczania ścieków. Ilość tego osadu będzie musiała być ustalona empirycznie w trakcie kolejnych prób.