



PRZEDSIĘBIORSTWO KONSULTINGOWO-INŻYNIERYJNE "DOR-EKO" Sp. z o.o.

02-261 Warszawa, ul. Robotnicza 11/13
tel./fax 846 78 85, 846 69 11 centr. 846 20 67, tlx 814557

Konto: PBK SA III O/W-WA Nr 370015-972381-2700-1-12
REGON: 002150784, NIP: 113-00-13-094, NKP: 3995020

Inwestor: - **Urząd Miejski w Tczewie**
Biuro d/s Realizacji Inwestycji Oczyszczalnia Ścieków

- **Spółka Wodno - Ściekowa "WISŁA" w Tczewie**



Zleceniodawca: **Spółka Wodno - Ściekowa "WISŁA" w Tczewie**

Projekt: **Techniczny Technologiczny - Dokumentacja
powykonawcza**

Inwestycja : **Centralna Oczyszczalnia Ścieków w Tczewie**

Nr Umowy
DE - 11 / 92 Aneks Nr 12

Nr archiw.
DE - 242/97

Stanowisko	Imię i nazwisko	Podpis
Opracował	mgr inż. Piotr Korzeniewski mgr inż. Sławomir Ziemięc	 mgr inż. Sławomir Ziemięc uprawn. budowl. Nr 778/66/Ww specjalność techn. budowl. Inżynieria wodno-ściekowa /Dz. Bud. Nr 77/64. poz. 55/..
Gł. Projektant	mgr inż. Zbigniew Jaźwiński	z. up. 

Wrzesień 1997 r.

Dyrektor

DYREKTOR

inż. Maria Golińska-Oleszczyk

-I-

SPIS TREŚCI

1. Przedmiot i podstawa opracowania.
2. Zakres opracowania.
3. Dopływ ścieków do oczyszczalni.
4. Schemat technologiczny oczyszczalni.
5. Schemat funkcjonalny oczyszczania ścieków.
6. Schemat funkcjonalny gospodarki osadowej.
7. Zestawienie obiektów technologicznych centralnej oczyszczalni ścieków.
8. Główna pompownia ścieków "CZATKOWY" OB.1.
9. Budynek kraty gęstej OB.2c.
10. Kanał odpływowy ścieków z budynku kraty gęstej do piaskowników - OB.2d.
11. Komora rozdzielcza i piaskowniki wirowe OB.2a
12. Budynek instalacji odwadniania piasku OB.3.
13. Komora defosfatacji OB.4a.
14. Komora denitryfikacji OB.4b.
15. Komora nitryfikacji OB.4c.
16. Osadniki wtórne OB.4d,e,f.
17. Komory tlenowej stabilizacji osadu OB.4 h, i.
18. Budynek instalacji odwadniania osadu OB.5
19. Składowisko osadu odwodnionego OB.4k.
20. Przepompownia wód opadowych OB.8 ze składowiska osadu odwodnionego.
21. Przepompownia ścieków oczyszczonych na wysokie stany wody w Wiśle OB.6.
22. Pompownia ścieków własnych OB.7
23. Budynek stacji dmuchaw OB.9.
24. Budynek instalacji PIX OB.10.
25. Stacja pomiarowa ścieków oczyszczonych OB.11.
26. Zewnętrzne sieci technologiczne na terenie oczyszczalni.
 - 26.1. Rurociąg tłoczny ścieków z pompowni "CZATKOWY" do Wisły.
 - 26.2. Rurociąg tłoczny ścieków z pompowni "CZATKOWY" do oczyszczalni ścieków.

-II-

- 26.3. Kanał dopływowy ścieków od budynku kraty gęstej do piaskowników wirowych.
- 26.4. Rurociągi ścieków od piaskowników wirowych do bloku komór biologicznego oczyszczania ścieków.
- 26.5. Przepływ ścieków przez komory bloku oczyszczalni biologicznej.
- 26.6. Rurociąg odpływowy ścieków oczyszczonych.
- 26.7. Kanalizacja ścieków własnych.
- 26.8. Rurociąg tłoczny ścieków własnych.
- 26.9. Sieć rurociągów osadowych.
- 26.10. Sieć sprężonego powietrza.
- 26.11. Sieć koagulanta PIX.
- 26.12. Sieć kanalizacji deszczowej.
- 27. Obsługa oczyszczalni.**
- 28. Kontrola i sterowanie procesu pracy urządzeń technologicznych.**
- 29. Laboratorium.**

-III-

SPIS RYSUNKÓW

1. Plan zagospodarowania terenu oczyszczalni	1 : 500
2. Schemat technologiczny oczyszczalni	
3. Schemat funkcjonalny oczyszczalni	
4. Główna pompownia ścieków "Czatkowy" - przekrój C-C	1 : 25
5. Główna pompownia ścieków "Czatkowy" - przekrój E-E	1 : 25
6. Rurociąg tłoczny \varnothing 600 do oczyszczalni	1 : 100/500
7. Plan sytuacyjny budynku krat i piaskowników wirowych	1 : 200/100
8. Budynek kraty gęstej OB.2c	1 : 50
9. Komora rozdzielcza ścieków i piaskowniki wirowe OB.2b	1 : 50
10. Komora rozdzielcza ścieków i piaskowniki wirowe OB.2b - - przekroje B-B i C-C	1 : 50
11. Budynek instalacji odwadniania piasku OB.3	1 : 50
12. Komora defosfatacji OB.4a - rzut i przekroje	1 : 100/50
13. Komora denitryfikacji OB.4b - rzut i przekroje	1 : 100
14. Komora nitryfikacji OB.4c - rzut A	1 : 100
15. Komora nitryfikacji OB.4c - rzut B	1 : 100
16. Komora nitryfikacji OB.4c - przekrój A-A	1 : 58
17. Komora nitryfikacji OB.4c - przekrój B-B	1 : 58
18. Osadniki wtórne OB.4,d,e,f - rzut i przekroje	1 : 100
19. Osadniki wtórne - pompowy zgarniacz osadu - rysunek zestawieniowy	1 : 20
20. Pompownia ścieków na wysokie stany OB.6	1 : 25
21. Stacja dmuchaw OB.9	1 : 50
22. Rurociąg sprężonego powietrza od OB.9 do OB.4d	1 : 100
23. Instalacja koagulanta PIX - rzut i przekroje	1 : 50
24. Pompownia ścieków własnych OB.7	1 : 25
25. Komory tlenowej stabilizacji osadu - OB.4h, i - rzut i przekroje	1 : 75
26. Stacja odwadniania osadu OB.5 - rzut i przekroje	1 : 50
27. Składowisko osadu odwodnionego OB.4k - rzut i przekroje	1 : 200/25
28. Pompownia odcieków ze składowiska osadu odwodnionego OB.8	1 : 25

OPIS TECHNICZNY.

1. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA.

Przedmiotem opracowania jest aktualizacja dokumentacji techniczno - technologicznej po dokonaniu zakupu urządzeń w wyniku przeprowadzonych przez Inwestora przetargów publicznych. W dokumentacji niniejszej uwzględniono również zmiany dokonane podczas budowy w ramach Nadzoru Autorskiego i uzgodnień roboczych z Inwestorem i z Wykonawcą dokonanych w latach 1996 i 97. Na załączonych rysunkach szczegółowych poszczególnych obiektów i instalacji wrysowano rzeczywisty stan instalacji już zmontowanej, lub będącej w trakcie montażu - na podstawie własnych pomiarów i oględzin, lub na podstawie rysunków montażowych przekazanych przez Dostawców urządzeń i Wykonawców robót. Niniejsza dokumentacja technologiczna może być zatem traktowana jako dokumentacja powykonawcza, która będzie przydatna w trakcie rozruchu technologicznego, a następnie w trakcie eksploatacji i w przypadku dalszej rozbudowy oczyszczalni w II etapie.

Podstawą formalną dla niniejszej dokumentacji jest Aneks Nr 12 z dn. 24.03.1997 r. do Umowy Nr DE-11/92 z dnia 15.09.1992 r., zawarty pomiędzy Spółką Wodno-Ściekową "WISŁA" w Tczewie i Gminą Miejską w Tczewie, a Przedsiębiorstwem Konsultingowo-Inżynieryjnym "DOR-EKO" w Warszawie.

2. ZAKRES OPRACOWANIA.

Niniejsza dokumentacja obejmuje - zgodnie z zapisem p-ktu 5. Aneksu Nr 12 - branżę technologiczną, w zakresie inwestycyjnym: od Głównej Pompowni ścieków "Czatkowy" do wylotu ścieków oczyszczonych do istniejącego kanału zrzutowego - przed wlotem p-powodziowym - którym ścieki są obecnie odprowadzane do rzeki Wisły.

W odróżnieniu od projektu technologicznego wykonanego w latach 1995 - 96, składającego się z szeregu odrębnych tomów dla poszczególnych obiektów, niniejsza dokumentacja powykonawcza ujęta jest w jednym tomie zbiorczym, na który składa się:

- opis techniczny
- zestawienia materiałowe
- rysunki.

UWAGA! Niniejsza dokumentacja nie obejmuje obiektów ogólnozakładowych zlokalizowanych na terenie oczyszczalni przy ul. Czatkowskiej.

3. DOPŁYW ŚCIEKÓW DO OCZYSZCZALNI.

Wszystkie ścieki z miasta dopływają do terenu oczyszczalni grawitacyjnie, końcowy odcinek kolektora zbiorczego o przekroju jajowym 0,9 x 1,57 m wchodzi na teren przed pompownią i następnie przechodzi w przekrój kołowy \varnothing 1,0 m, dochodzący do budynku głównej pompowni "Czatkowy" OB.1, która obecnie przetłacza wszystkie ścieki bezpośrednio do Wisły istniejącym rurociągiem ułożonym w latach 70 - tych na obrzeżu terenu oczyszczalni. Z pompowni jest wyprowadzony rurociąg tłoczny z rur żeliwnych

kielichowych \varnothing 600 aż do wału powodziowego. W węźle Nr W3 na tym rurociągu jest wykonana studnia zasuwowa, przeznaczona do podłączenia proj. rurociągu tłocznego \varnothing 600 skierowanego do proj. oczyszczalni. Przejście pod wałem jest wykonane z dwóch równoległych rurociągów $2 \times \varnothing$ 600 ułożonych na długości 60 m, w rurach osłonowych \varnothing 900 ułożonych pod wałem. W komorach zasuwowych pod wałem i za wałem zainstalowane są zasuwki umożliwiające wyłączenie z eksploatacji dowolnej nitki.

Na terenie międzywała - od wału do brzegu Wisły na długości 175 m rurociąg zrzutowy jest wykonany z rur żelbetowych \varnothing 800 - aż do komory rozdzielczej, z której ścieki odpływają do nurtu rzeki 40 m od brzegu dwoma równoległymi rurociągami stalowymi $2 \times \varnothing$ 500. Całkowita długość istniejącego kanału zrzutowego ścieków - od pompowni "Czatkowy" aż po wylot do Wisły wynosi $L = 889$ m.

Po uruchomieniu oczyszczalni ścieki surowe będą pompowane do budynku kraty gęstej - od komory zasuwowej w węźle Nr 3, zaś ścieki oczyszczone będą podłączone do komory zasuw przed przejściem pod wałem p-powodziowym w węźle Nr 6. Odcinek istn. rurociągu żeliwnego \varnothing 600 od węzła Nr 3 do węzła Nr 6 będzie wykorzystany wyłącznie jako awaryjne ominięcie oczyszczalni ścieków - tylko w sytuacjach wyjątkowych, w Uzgodnieniu z Wydziałem Ochrony Środowiska.

UWAGA! Opis techniczny istniejącego stanu na dopływie ścieków do pompowni "Czatkowy" i na odpływie z pompowni do Wisły opracowano na podstawie archiwalnej dokumentacji B.P.B.K. w Gdańsku z 1971 r.

4. SCHEMAT TECHNOLOGICZNY OCZYSZCZALNI.

Modernizację oczyszczalni ścieków w Tczewie, której budowę rozpoczęto w latach 80-tych wg technologii "PROMLE CZ" i dokumentacji opracowanej przez P.Z. MULTIREAKTOR, zaprojektowano dla ścieków o ilości i wskaźnikach zanieczyszczeń wg bilansu z 1995 r., z uwzględnieniem ścieków z Drożdżowni odprowadzanych do kanalizacji miejskiej - po podczyszczeniu w lokalnej oczyszczalni.

Do projektowania była przyjęta następująca ilość ścieków:

$$\begin{aligned} Q_{d \text{ śr.}} &= 22.318 \text{ m}^3/\text{d} \\ Q_{d \text{ max}} &= 27.800 \text{ m}^3/\text{d} \\ Q_{h \text{ śr.}} &= 930 \text{ m}^3/\text{h} \\ Q_{h 16} &= 1.395 \text{ m}^3/\text{h} \\ Q_{h \text{ max}} &= 2.125 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Wskaźniki zanieczyszczeń ścieków surowych po korekcie związanej z podczyszczeniem ścieków stężonych z Drożdżowni:

$$\begin{aligned} \text{BZT}_5 &= 295 \text{ g O}_2/\text{m}^3 \\ \text{Zawiesina ogólna} &= 362 \text{ g}/\text{m}^3 \\ \text{Azot ogólny} &= 47 \text{ g N}/\text{m}^3 \\ \text{Azot amonowy} &= 30 \text{ g NH}_4/\text{m}^3 \\ \text{Fosfor ogólny} &= 11,8 \text{ g P}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

Wskaźniki zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych doprowadzanych do odbiornika:

BZT ₅	≤ 15 g O ₂ /m ³	
Zawiesina ogólna	≤ 50 g /m ³	
Azot ogólny	≤ 20 g N/m ³	
Azot amonowy	≤ 6 g NH ₄ /m ³	
Fosfor ogólny	≤ 5 g P/m ³	- do 2000 r.
	≤ 1,5 g P/m ³	- po 2000 r.

Zaprojektowano następujące procesy technologiczne oczyszczania ścieków komunalnych dopływających do oczyszczalni:

1) Usuwanie i unieszkodliwianie pływających części stałych:

realizowane w budynku pompowni "Czatkowy" na kracie rzadkiej o prześwicie $s = 60$ mm i na kratkach średnich o prześwicie $s = 20$ mm. Odwadnianie skratek w praskach ślimakowych, dezynfekcja skratek odwodnionych wapnem chlorowanym i wywóz na miejskie składowisko odpadów. Ilość skratek obliczeniowa: $V = 0,75$ m³/d. Ścieki wstępnie podczyszczone będą pompowane do budynku kraty gęstej zlokalizowanego na terenie ogrodzonym modernizowanej oczyszczalni ścieków.

2) Usuwanie ze ścieków drobnej zawiesiny:

realizowane na sicie o prześwicie szczelin $s = 3$ mm. Praca sita sterowana automatycznie od poziomu ścieków dopływających, z zadaniem utrzymania relatywnie wysokiego poziomu ścieków i wytworzenie na sicie, filtra z zawiesiny. Projektowana redukcja wskaźników zanieczyszczeń na sicie:

Zawiesina	= 72g /m ³	= 20 %
BZT ₅	= 43g O ₂ /m ³	= 14,5 %
Azot całkowity	= 2 g N/m ³	= 4,25 %
Fosfor	= 1 g P/m ³	= 8 %.

Ilość zredukowanej zawiesiny wyniesie $G = 1\,404$ kg sm/d.

Zawartość suchej masy w zawieszynie szacuje się na 20 %, a objętość zatrzymanej na sicie zawiesiny $V = 7$ m³/d. Zawiesina będzie odwadniana w prasie ślimakowej, dezynfekowana wapnem i wywożona na miejskie wysypisko odpadów. Wskaźniki zanieczyszczeń w ściekach po sicie:

Zawiesina ogólna	= 290 g /m ³
BZT ₅	= 252 g O ₂ /m ³
Azot całkowity	= 45 g N/m ³
Fosfor	= 10,8 g P/m ³ .

3) Usuwanie ze ścieków piasku:

będzie realizowane w dwóch piaskownikach wirowych. Z lejów osadowych tych piaskowników uwodniony piasek będzie przetłaczany pompą zatapialną do śrubowego separatora zainstalowanego w budynku OB.3. Odwodniony piasek będzie wywożony na miejskie składowisko odpadów. Obliczeniowa ilość piasku: $V = 0,3$ m³/d.

4) Biologiczne oczyszczanie ścieków:

będzie realizowane w procesach: defosfatacji, denitryfikacji i nityfikacji, prowadzonych w wydzielonych komorach żelbetowych. Defosfatacja biologiczna będzie prowadzona w komorze beztlenowej wyposażonej w mieszadła do wymieszania ścieków dopływających z piaskownikw z recyrkulowanym osadem biologicznym z osadników wtórnych. Pojemność komory beztlenowej: $V = 2.508 \text{ m}^3$.

Dopływ ścieków do komory beztlenowej: $Q_{h \text{ śr.}} = 930 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_{h 16} = 1.396 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_{h \text{ max}} = 2.125 \text{ m}^3/\text{h}$

Dopływ osadu recyrkulowanego: $Q_r = 465 - 1.860 \text{ m}^3/\text{h}$.

Średni przepływ ścieków przez komorę: $Q = 1.860 \text{ m}^3/\text{h}$.

Czas zatrzymania ścieków: $T_z = 1,34 \text{ h}$.

Stężenie tlenu w komorze powinno być poniżej $0,5 \text{ g O}_2/\text{m}^3$.

Komora przeznaczona do prowadzenia procesu denitryfikacji ma pojemność $V_{\text{istn.}} = 10.588 \text{ m}^3$, a istn. komora do nityfikacji ma pojemność $V = 22.019 \text{ m}^3$. Dla uzyskania potrzebnego stopnia oczyszczenia ścieków o temp. $+10^\circ\text{C}$, wymagane są następujące parametry procesu:

- pojemność komory denitryfikacji: $V = 3.457 \text{ m}^3$
- pojemność komory nityfikacji: $V = 14.783 \text{ m}^3$
- obciążenie osadu ładunkiem BZT₅: $= 0,077 \text{ kg O}_2/\text{kg sm}$
- zapotrzebowanie tlenu w warunkach standardowych $= 20.250 \text{ kg O}_2/\text{d}$

Znacznie większa pojemność komór istniejących wpłynie korzystnie na efektywność procesów biologicznych.

Do komory denitryfikacji będą doprowadzane ścieki z komory beztlenowej, oraz ścieki recyrkulowane z komory nityfikacji.

Ścieki z komory beztlenowej: $Q_{h \text{ śr.}} = 1.860 \text{ m}^3/\text{h}$

Ścieki z komory nityfikacji: $Q_{h \text{ śr.}} = 1.860 \text{ m}^3/\text{h}$

Ogółem średni dopływ ścieków wynosi: $3.720 \text{ m}^3/\text{h}$.

Dopływ ścieków z komory nityfikacji będzie regulowany automatycznie w zależności od potencjału REDOX. Komora denitryfikacji będzie wyposażona w mieszadła zatapialne.

W komorze nityfikacji ścieki będą napowietrzane przy pomocy instalacji dyfuzorów rurowych, zasilanych w sprężone powietrze z projektowanych dmuchaw.

Średni dopływ ścieków do komory $Q_{\text{śr.}} = 3.720 \text{ m}^3/\text{h}$.

Stężenie tlenu w komorze nityfikacji będzie utrzymywane automatycznie w granicach $1,5 \div 2,5 \text{ g O}_2/\text{m}^3$ - przy pomocy sond tlenowych, oraz przepustnicy regulacyjnej zainstalowanej na rurociągu tłocznym sprężonego powietrza. Stężenie osadu w komorze: $4 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Podstawowe parametry procesu nityfikacji:

- stężenie osadu w komorze
- stężenie tlenu w komorze
- ilość ścieków recyrkulowanych, będą regulowane automatycznie.

Parametry procesu biologicznego oczyszczania ścieków przedstawia poniższa tabela.

Parametry pracy komory nityfikacji i denitryfikacji przy założeniu wykorzystania pojemności komór istniejących do stabilizacji osadu

	Temperatura ścieków		
	+10°C	+15°C	+20°C
Pojemność komory nitrifikacji [m ³]	21 587	21 587	21 587
Pojemność komory denitryfikacji [m ³]	8 711	8 741	7 755
Pojemność istniejącej komory denitryfikacji [m ³]	10 588	10 588	10 588
Stężenie osadu w komorach [kg/m ³]	4	4	4
Obciążenie osadu ładunkiem BZT ₅ [kg O ₂ /kg smo]	0,051	0,051	0,051
Zapotrzebowanie tlenu w warunkach standardowych [kg O ₂ /d]	22 129	21 044	19 885
Produkcja osadu nadmiernego [kg/d]	5 600	5 307	5 071
Wiek osadu [dni]	21,7	22,9	23
Zapotrzebowanie powietrza średnio [m ³ /h]	14 317	13 617	12 865
BZT ₅ ścieków oczyszczonych [g O ₂ /m ³]	10,1	10,1	10,1
Azot ogólny w ściekach [g N/m ³]	6,5	3,2	3,43
Azot amonowy w ściekach oczyszczonych [g NH ₄ /m ³]	1,5	0,7	0,43

5) Usuwanie ze ścieków fosforu:

Do stężenia fosforu w ściekach poniżej 5 g P/m³ wystarczy proces usuwania biologicznego, do stężenia poniżej 1,5 g P/m³ potrzebny jest proces usuwania chemicznego. Ilość osadu nadmiernego wynosi wg obliczeń 4.565 kg/d. Przy stężeniu fosforu w osadzie 4 %, ilość fosforu, która pozostanie w ściekach oczyszczonych wyniesie 2,6 g P/m³, co wymaga chemicznego strącania koagulantem PIX w ilości ok. 2 000 kg/d = 1,34 m³/d.

Założono dozowanie PIX do komory nitrifikacji z projektowanej instalacji, która składa się ze zbiornika magazynowego i z pomp dozujących.

6) Usuwanie zawiesiny zawartej w ściekach oczyszczonych.

Usuwanie zawiesiny będzie realizowane w trzech osadnikach poziomych, które będą pełnić funkcję osadników wtórnych. Do tego celu będą wykorzystane trzy istniejące komory żelbetowe usytuowane wzdłuż komór oczyszczalni biologicznej - tj. komory defosfatacji, denitryfikacji i nityfikacji. Ścieki sklarowane będą odprowadzane systemem koryt przelewowych do zewnętrznego kanału odpływowego ułożonego w ziemi z rur stalowych $\varnothing 800$, który będzie przebiegał poprzez pompownię na wysokie stany i stację pomiarową ścieków oczyszczonych, potem zostanie wpięty do istn. kanału zrzutowego odprowadzającego ścieki do Wisły. Osad z dna osadników, oraz osad wyflotowany na powierzchnię będzie usuwany systemem pompowym do zewnętrznego otwartego kanału grawitacyjnego, z którego zostanie skierowany do komory defosfatacji - jako osad recykulowany, zaś część tego osadu - jako osad nadmierny będzie skierowany do komór tlenowej stabilizacji osadu.

W każdej komorze osadnika będzie zainstalowany zgarniacz osadu w postaci ruchomego mostu, do którego będą podwieszone po cztery pompy do usuwania osadu sedimentującego na dnie i po dwie pompy do usuwania osadu wyflotowanego. Praca mostu zgarniacza oraz praca pomp osadowych będzie sterowana wg nastawy ręcznej dla kilku różnych opcji, które zostaną określone w toku eksploatacji.

Parametry procesu usuwania zawiesiny w osadnikach:

Odpływ ścieków z osadników:

$$\begin{aligned} Q_{h \text{ śr.}} &= 930 \text{ m}^3/\text{h} \\ Q_{h 16} &= 1.395 \text{ m}^3/\text{h} \\ Q_{h \text{ max}} &= 2.125 \text{ m}^3/\text{h}. \end{aligned}$$

Dopływ ścieków z uwzględnieniem recyrkulacji osadu:

$$\begin{aligned} Q_{h \text{ śr.}} &= 1.395 - 2.790 \text{ m}^3/\text{h} \\ Q_{h 16} &= 1.860 - 3.255 \text{ m}^3/\text{h} \\ Q_{h \text{ max}} &= 2.590 - 3.985 \text{ m}^3/\text{h}. \end{aligned}$$

Pojemność czynna trzech osadników wynosi $V = 8.817 \text{ m}^3$.

Czas retencji w osadnikach:

$$\begin{aligned} t_{\text{śr.}} &= 3,16 \text{ h} \\ t_{16} &= 2,7 - 4,7 \text{ h} \\ t_{\text{min.}} &= 2,2 - 3,4 \text{ h}. \end{aligned}$$

Powierzchnia trzech osadników wynosi $F = 2.050 \text{ m}^2$.

Hydrauliczne obciążenie powierzchni wyniesie:

$$\begin{aligned} q_{\text{śr.}} &= 0,45 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} \\ q_{16} &= 0,68 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}. \end{aligned}$$

Ilość osadu nadmiernego usuwanego z osadników wyniesie:

- sucha masa: $G = 5.071 \div 5.600 \text{ kg smo/d.}$
- zawartość suchej masy w osadzie: $0,8 \div 1,2 \%$.
- objętość osadu nadmiernego: $Q = 428 - 700 \text{ m}^3/\text{d.}$

Wiek osadu odpływającego z komór: 21,7 - 23 dni. Osad nadmierny będzie poddawany stabilizacji tlenowej.

7) Tlenowa stabilizacja osadu.

Tlenowa stabilizacja osadu nadmiernego będzie realizowana w dwóch bliźniaczych komorach żelbetowych, eksploatowanych równolegle w sposób przemienny. Dopływ osadu do komory będzie odbywał się rurociągami stalowymi, wyposażonymi w zasuwę z napędem elektrycznym, odpływ osadu ustabilizowanego z komór do instalacji odwodnienia będzie odbywał się analogicznie. Wody nadosadowe odbierane korytami pływającymi będą odprowadzane do kanalizacji ścieków własnych. Napowietrzanie osadu będzie odbywać się przy pomocy instalacji dyfuzorów zasilanych w sprężone powietrze ze stacji dmuchaw. Stężenie tlenu w komorze: $2,0 \text{ g O}_2(\text{m}^3)$. Pojemność całkowita jednej komory wynosi 1.179 m^3 .

Schemat ideowy procesu stabilizacji:

- napowietrzanie odbywa się w czasie napełniania komory i po jej napełnieniu
- po upływie w/wym. czasu następuje wyłączenie dopływu powietrza, osad ulega wówczas sedymentacji i zagęszczeniu, w czasie $t = 4 \text{ godz.}$
- po 4 godz. sedymentacji następuje spust wód nadosadowych w czasie ok. 2 godz.
- po spuszczeniu wód nadosadowych następuje włączenie dopływu powietrza do instalacji dyfuzorów - odbywa się wtedy wymieszanie, uśrednienie i natlenienie osadu
- wymieszany i natleniony osad będzie odpływał do instalacji odwadniania. Napowietrzanie osadu będzie trwać przez cały czas spustu osadu z komory.

Parametry osadu odprowadzanego z komór stabilizacji do instalacji mechanicznego odwodnienia:

- sucha masa: $G = 4.234 \div 5.222 \text{ kg smo/d.}$
- objętość osadu: $Q = 151 \div 209 \text{ m}^3/\text{d.}$
- wiek osadu: $30,7 \div 35 \text{ dni.}$
- zawartość suchej masy w osadzie: $1,5 \div 2,5 \text{ \%}$.

Ustabilizowany tlenowo osad nadmierny będzie odwadniany w wirówce. Parametry procesu stabilizacji osadu przedstawiono w formie tabelarycznej.

Parametry procesu stabilizacji tlenowej osadu.

L.p.	Parametr	Miano	Temperatura ścieków			Uwagi
			+10°C	+15°C	+20°C	
1	2	3	4	5	6	7
1	Ilość suchej masy	kg/d	5600	5307	5071	
2	Objętość osadu	m ³ /d	700	663	428	
3	Wiek osadu w komorach biologicznego oczyszczania	dni	21,7	22,9	23	

1	2	3	4	5	6	7
4	Wymagany wiek osadu	dni	50	33,3	25	
5	Stężenie osadu w komorze stabilizacji	%	2,5	2,5	2,5	
6	Wiek osadu w komorze stabilizacji	dni	9	10,1	9	
7	Ilość suchej masy po procesie stabilizacji	kg/d	5222	4565	4234	
8	Redukcja substancji organicznej w procesie oczyszczania i stabilizacji osadu	%	25	40		
9	Ilość osadu odprowadzonego z komory stabilizacji	m ³ /d	209	183	151	
10	Wiek osadu ogółem	dni	30,7	33	35	

8) Odwadnianie osadu.

Odwadnianie osadu będzie realizowane w wirówce sedymentacyjnej. Projektowana instalacja będzie składać się z następujących elementów:

- dwie pompy śrubowe podające osad do dwóch wirówek, o wydajności regulowanej $Q = 4 - 24 \text{ m}^3/\text{h}$; $Q_{\text{nom.}} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$.
- dwie wirówki dekantacyjne o wydajności $Q = 8 \div 25 \text{ m}^3/\text{h}$, lub $G_{\text{max}} = 800 \text{ kg s.m.}/\text{h}$
- instalacja przygotowania i dozowania polielektrolitu składająca się z: dozownika suchego polimeru, eżektora z mieszalnikami i pompą, zbiornika roztworowego i magazynowego z mieszadłami, pomp dozujących roztwór polielektrolitu do wirówki
- zespół dwóch transporterów śrubowych do odbioru osadu odwodnionego z wirówki i załadunku do przyczepy transportowej.

Praca wirówki będzie całkowicie zautomatyzowana z możliwością ręcznego sterowania i z możliwością zaprogramowania zawartości suchej masy w osadzie odwodnionym. Zakłada się odwodnienie osadu do min. 25 % s.m.

Zakłada się pracę jednej wirówki na zmianie przedłużonej do ok. 10 - 12 godz. lub jednoczesną pracę dwóch wirówek w ciągu ok. 10 - 12 godz. na I zmianie.

9) Składowanie i humifikacja osadu odwodnionego.

Osad odwodniony będzie składowany w istn. komorze żelbetowej zblokowanej z komorą nityfikacji ścieków. Ilość obliczeniowa osadu odwodnionego wynosi 18,3 m³/d. Projektowany czas składowania ok. 1,8 roku. W tym czasie nastąpi humifikacja osadu oraz dalsze naturalne odwodnienie, dzięki czemu ilość osadu zmniejszy się do ok. 10,3 m³/d. Dzięki humifikacji osadu nastąpi redukcja bakterii chorobotwórczych i jaj

robaków, co rokuje wykorzystanie osadu do nawożenia upraw przemysłowych i rekultywacji terenu.

Wody opadowe ze składowiska osadu zostaną przepompowane do komory nityfikacji.

5. SCHEMAT FUNKCJONALNY OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW.

Główna pompownia ścieków OB.1 składa się z dwudzielnej komory czerpnej i z części "suchej" w której są zainstalowane cztery pompy podłączone do zbiorczego rurociągu tłocznego \varnothing 600. Ścieki dopływające do budynku kanałem \varnothing 1,0 m, wewnątrz budynku płyną kanałem prostokątnym 1,20 x 1,20 m, w którym jest zainstalowana kratka rzadka - "osłonowa", o prześwicie między prętami $s = 60$ mm. Następnie ścieki przepływają przez dwie kraty płaskie z mechanicznym zgarnianiem skratek, o prześwicie $s = 20$ mm, do dwóch komór czerpnych pomp.

Skratki będą odwadniane na praskach, które następnie przetłoczą je do typowych kontenerów ustawionych na poziomie "zero" w budynku pompowni. Skratki w kontenerach będą przesypywane wapnem chlorowanym i po napełnieniu będą wywożone na miejskie wysypisko odpadów.

Ścieki wstępnie podczyszczone w budynku głównej pompowni będą przetłoczone do kraty gęstej o prześwicie $s = 3,0$ mm, zainstalowanej w budynku OB.2c. Skratki z tej kraty będą odwadniane w prasce, gromadzone w typowym kontenerze i dezynfekowane wapnem chlorowanym, a po napełnieniu wywożone na miejskie wysypisko odpadów. Z budynku kraty ścieki odpłyną grawitacyjnie kanałem otwartym do komory rozdzielczej OB.2a, a z niej do dwóch piaskowników wirowych. Komora zasuw Nr 4 na rurociągu tłocznym \varnothing 600 zlokalizowana przed budynkiem kraty, pozwoli na awaryjne ominięcie kraty gęstej i skierowanie ścieków do kanału grawitacyjnego OB.2d przed piaskownikami wirowymi. Piasek wytrącony w piaskownikach wirowych będzie wytłaczany z lejów osadowych dwiema pompami zatapialnymi do separatora piasku zainstalowanego w budynku OB.3. Piasek odwadniony będzie gromadzony w typowych kontenerach i wywożony na miejskie wysypisko odpadów, zaś odcieki technologiczne zostaną skierowane do kanalizacji ścieków własnych.

Projektowana oczyszczalnia w Tczewie nie będzie wyposażona w osadniki wstępne - ścieki po wstępnym oczyszczeniu mechanicznym na kratkach średnich i gęstych oraz w piaskownikach, odpłyną grawitacyjnie dwoma rurociągami stalowymi $2 \times \varnothing$ 600 do bloku komór oczyszczalni biologicznej, który składa się z następujących elementów:

- komora defosfatacji OB.4a
- komora denitryfikacji OB.4b
- komora nityfikacji OB.4c
- trzy osadniki poziome OB.d,e,f

Wszystkie w/w elementy stanowią jeden blok. podzielony na poszczególne komory ścianami żelbetowymi.

Ścieki dopływające z piaskowników wprowadzone będą do komory defosfatacji wyposażonej w dwa śmigłowe mieszadła zatapialne. Z komory defosfatacji ścieki przepłyną przez otwór w ścianie działowej do komory denitryfikacji wyposażonej w siedem śmigłowych mieszadeł zatapialnych, gdzie zostaną wymieszane ze ściekami recyrkulowanymi z komory nityfikacji. Z komory denitryfikacji ścieki wymieszane z recyrkulatem odpłyną przez otwory w ścianie działowej do komory nityfikacji, gdzie zostaną natlenione przy pomocy zainstalowanych na dnie dyfuzorów rurowych.

Sprężone powietrze będzie wtłaczane do dyfuzorów przy pomocy dmuchaw zainstalowanych w budynku OB.9. Zewnętrzna sieć sprężonego powietrza będzie wykonana z laminatów. W komorze nityfikacji będą zainstalowane dwa śmigłowe mieszadła "pompujące", które przetłoczą ścieki recyrkulowane do komory denitryfikacji. Do komory nityfikacji przewidziano dozowanie koagulanta PIX w celu chemicznego strącania fosforu ze ścieków. Instalacja koagulanta PIX będzie zlokalizowana w budynku OB.10. Będzie ona składać się ze zbiornika magazynowego o pojemności $V = 28 \text{ m}^3$ z laminatu i z 2 pomp dozujących f-my MENOS, rurociągi tłoczne $\varnothing 21$ z polietylenu. Z komory nityfikacji ścieki będą odbierane do koryta przelewowego, z którego rurociągami stalowymi $\varnothing 600$ dopłyną do trzech poziomych osadników wtórnych OB.4def. Każdy osadnik będzie wyposażony w pompowy zgarniacz osadu w postaci ruchomego mostu z podwieszonymi do niego czterema pompami zatapialnymi przeznaczonymi do usuwania osadu dennego i dwiema pompami zatapialnymi przeznaczonymi do usuwania osadu wyflotowanego. Z osadników wtórnych będą wytłaczane do zbiorczego kanału grawitacyjnego, stalowego o szerokości $b = 0,80 \text{ m}$ ułożonego ze spadkiem $i = 2,0 \text{ ‰}$ na konstrukcji wsporczej, wzdłuż zewnętrznej ściany osadników. Kanałem tym odprowadzany będzie osad biologiczny recyrkulowany do komory defosfatacji. Część osadu recyrkulowanego jako osad nadmierny będzie skierowana do tlenowej stabilizacji osadu w komorach OB.4i i OB.4h.

Ścieki po oczyszczeniu w osadnikach wtórnych odpłyną grawitacyjnie rurociągiem stalowym $\varnothing 800$ - poprzez: pompownię na wysokie stany OB.6, komorę zaworów zwrotnych SZ-1 i komorę pomiarową OB.11 - do istniejących rurociągów $2 \times \varnothing 600$ przejścia pod wałem p-powodziowym i dalej - istniejącym kanałem zrzutowym do nurtu rz. Wisły - wg opisu w rozdz. 3.

Grawitacyjny odpływ do Wisły ścieków będzie odbywał się przy poziomach wody w rzece nie przekraczających o $1,0 \text{ m}$ poziomu tzw. wody brzegowej (rz. 4,60). Po przekroczeniu $5,5 \text{ m}$ wody w Wiśle, ścieki oczyszczone będą przetłaczane do rzeki przy pomocy pompowni na wysokie stany OB.6. Ścieki własne z terenu oczyszczalni - tj. ścieki sanitarne z obiektów oczyszczalni, ścieki porządkowe z hal technologicznych, wody nadosadowe z komór tlenowej stabilizacji osadu, oraz ścieki z instalacji odwadniania osadu - będą skierowane do przepompowni ścieków własnych OB.7 i przetłaczane do kanału pod kratą gęstą w OB.2c.

6. SCHEMAT FUNKCJONALNY GOSPODARKI OSADOWEJ.

Osad nadmierny usuwany z obiegu recyrkulacji będzie unieszkodliwiany w toku następujących, kolejnych procesów technologicznych:

- 1) Stabilizacja tlenowa w dwóch komorach OB.4hi napowietrzanych systemem drobnopełcherzykowym, sprężonym powietrzem z budynku dmuchaw OB.9.
- 2) Zagęszczanie grawitacyjne osadu ustabilizowanego tlenowo w tych samych j.w. komorach OB.4hi, lecz po okresowym wyłączeniu dopływu powietrza, kiedy nastąpi proces sedymentacji osadu. Po dokonaniu spustu ścieków nadosadowych nastąpi powtórne włączenie dopływu powietrza do instalacji dyfuzorów, aby osad odprowadzony do odwodnienia został dobrze napowietrzony i uśredniony.
- 3) Mechaniczne odwadnianie osadu w wirówkach sedymentacyjnych zainstalowanych

w budynku OB.5, ze wspomaganie procesu poprzez dozowanie do wirówki roztworu polielektrolitu. Odcieki technologiczne będą odprowadzane do kanalizacji ścieków własnych, zaś osad odwodniony w wirówce będzie odprowadzany przenośnikiem śrubowym do kołowego środka transportu, przeznaczonego do wywozu osadu na składowisko. Projektowane odwodnienie osadu w wirówce - ok. 25 % suchej masy, ilość osadu odwodnionego - średnio ok. 18,3 m³/d.

- 4) Składowanie i humifikacja osadu odwodnionego - w istniejącym zbiorniku OB.4k, bliźniaczym do komory nitrifikacji, o konstrukcji żelbetowej, wkomponowanym w istn. blok oczyszczalni biologicznej. Projektowany czas składowania osadu - ok. 1,8 roku. W tym czasie powinna nastąpić humifikacja osadu, oraz redukcja bakterii patogennych i jaj robaków. W wyniku postępującej mineralizacji i dalszego naturalnego odwadnienia na hałdzie, ilość osadu zmniejszy się o min. 30 % - do ok. 10 - 12 m³/d. Wody opadowe ze składowiska osadu będą przetłaczane do komory nitrifikacji przy pomocy pomp zatapialnych zainstalowanych w pompowni OB.8, zlokalizowanej na składowisku.

Zhumifikowany osad wywożony ze składowiska można będzie używać do celów przyrodniczych jako nawozu organicznego - po przeprowadzeniu badań laboratoryjnych i po uzyskaniu atestu SAN-EPID.

Zaprojektowano możliwość dozowania koagulanta PIX do wód nadosadowych z komór tlenowej stabilizacji osadu - celem strącania fosforu. Dozowanie PIX do komór stabilizacji osadu będzie miało charakter awaryjny.

7. ZESTAWIENIE OBIEKTÓW TECHNOLOGICZNYCH CENTRALNEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW.

- | | |
|--|-------------|
| 1. Główna pompownia ścieków "Czatkowy" | - OB.1 |
| 2. Budynek kraty gęstej | - OB.2c |
| 3. Kanał odpływowy ścieków z budynku kraty gęstej do piaskowników | - OB.2d |
| 4. Komora rozdzielcza i piaskowniki wirowe | - OB.2a |
| 5. Budynek instalacji odwadniania piasku | - OB.3 |
| 6. Komora defosfatacji | - OB.4a |
| 7. Komora denitryfikacji | - OB.4b |
| 8. Komora nitrifikacji | - OB.4c |
| 9. Osadniki wtórne | - OB.4d,e,f |
| 10. Komory tlenowej stabilizacji osadu | - OB.4h,i |
| 11. Budynek instalacji odwadniania osadu | - OB.5 |
| 12. Składowisko osadu odwodnionego | - OB.4k |
| 13. Przepompownia wód opadowych OB.8 ze składowiska osadu odwodnionego | |
| 14. Przepompownia ścieków oczyszczonych na wysokie stany wody w Wiśle | - OB.6 |
| 15. Przepompownia ścieków własnych | - OB.7 |
| 16. Budynek stacji dmuchaw | - OB.9 |
| 17. Budynek instalacji PIX | - OB.10 |
| 18. Stacja pomiarowa ścieków oczyszczonych | - OB.11 |

8. GŁÓWNA POMPOWŃ ŚCIEKÓW "CZATKOWY" OB.1.

Do pompowni tej dopływają zbiorczym kolektorem grawitacyjnym wszystkie ścieki z miasta Tczew. Pompownia została zrealizowana wg dokumentacji B.P. Bud. Komunalnego w Gdańsku, z roku 1971, z zadaniem przetłoczenia ścieków do Wisły, rurociągiem tłocznym z rur żeliwnych kielichowych $\varnothing 600$. Wg w/wym. dokumentacji pompownia ta była wyposażona w cztery pompy typ 30F49-4S405 prod. Warszawskiej Fabryki Pomp, o parametrach nominalnych $Q_p = 600 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 14 \text{ m s.l.w.}$ z silnikami $N_s = 40 \text{ kW}$. Wieloletni okres eksploatacji spowodował duże zużycie pomp i spadek wydajności do ok. $Q_p = 400 \text{ m}^3/\text{h}$. Przed pompami były zainstalowane dwie płaskie kraty z mechanicznym zgarnianiem skratek usuwanych bezpośrednio do typowych pojemników "śmieciowych".

Modernizacja pompowni "Czatkowy" została zrealizowana wg dokumentacji DOR-EKO opracowanej w IV kw. 1995 r. (Nr archiw. 176/95). Realizacja nastąpiła w 1996 r. Na podstawie dokumentacji DOR-EKO wykonano:

- 1) Wymianę istn. starych pomp na 4 pompy nowe prod. ABS (Niemcy), typ AFP3001, o parametrach nominalnych: $Q_p = 830 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 22,0 \text{ m s.l.w.}$ $N_s = 75 \text{ kW}$
- 2) wymianę istn. krat na dwie kraty nowe typu KUMP, prod. "BIOWOGAZ", o prześwicie $s = 20 \text{ mm}$
- 3) wymianę istn. zastawek w kanałach dopływowych ścieków do w/wym. krat
- 4) montaż dwóch prasek do odwadniania skratek usuwanych z krat KUMP
- 5) montaż kraty "osłonowej" rzadkiej o prześwicie $s = 60 \text{ mm}$, zainstalowanej w kanale wlotowym ścieków wewnątrz budynku pompowni. Zadaniem tej kraty będzie zatrzymanie dużych zanieczyszczeń pływających w ściekach, które mogłyby zablokować rurociąg tłoczny praski skratek.
- 6) montaż zasuw z napędami elektrycznymi, na rurociągach tłocznych $\varnothing 300$ każdej pompy, napędy ze wskazaniem stopnia otwarcia zasuw są przeznaczone do regulacji pracy pomp.

Zmiany jakie nastąpiły podczas realizacji projektowanej instalacji:

- 1) na życzenie użytkownika (Z.W.i K. - Tczew) zainstalowano na zbiorczym rurociągu tłocznym $\varnothing 600$ w budynku pompowni - zasuwę odcinającą $\varnothing 600$ usytuowaną pośrodku przyłączy $\varnothing 300$ czterech pomp do zbiorczego rurociągu $\varnothing 600$.
- 2) zrezygnowano ze stalowej konstrukcji osłonowej przeznaczonej do pionowego transportu pojemników ze skratkami z hali krat na poziom "zero" budynku pompowni, ponieważ BIOWOGAZ dostarczył praski o wysokim podnoszeniu, które wytłaczają skratki od razu do pojemników ustawionych na poziomie zero w budynku.
- 3) zrezygnowano z montażu instalacji filtra węglowego "NORIT" przeznaczonego do dezodoryzacji odgazów z hali krat (ze względów finansowych).

Opisana powyżej modernizacja technologiczna pompowni "Czatkowy" spowodowała konieczność modernizacji instalacji elektroenergetycznej, pomiarowej, oraz stacji transformatorowej T-5547.

Pompownia "Czatkowy" wraz z towarzyszącymi jej budynkami pomocniczymi (stacja trafo, budynek socjalny) - jest zlokalizowana poza ogrodzeniem terenu oczyszczalni.

9. BUDYNEK KRATY GĘSTEJ OB.2c.

Instalacja kraty gęstej została zaprojektowana w nowym budynku, zlokalizowanym na nasypie w pobliżu piaskowników wirowych. Projektowana krata o prześwicie $s = 3$ mm ma za zadanie zatrzymanie drobnej zawiesiny i częściową redukcję zanieczyszczeń (zawiesina ogólna, BZT₅, azot, fosfor) i w ten sposób odciążenie komór bloku biologicznego oczyszczania ścieków. W kanale przepływowym wewnątrz budynku będzie zainstalowana jedna krata gęsta (sito), z mechanicznym usuwaniem skrateg do praski odwadniającej. Odwodnione skratki są wytłaczane do kontenera ustawionego wewnątrz budynku. W budynku - obok stanowiska kraty wykonany jest tzw. "kanał ulgi", w którym próg wlotowy jest usytuowany powyżej max poziomu ścieków w kanale dopływowym do kraty - podczas normalnej eksploatacji. W przypadku nadmiernego zatkania kraty, ew. awarii mechanizmu zgarniacza, pompowane ścieki ulegną spiętrzeniu w głównym kanale i przepłyną wówczas obok kanału kraty - w/wym. "kanałem ulgi".

Wg dokumentacji DOR-EKO (styczeń 1996 r., Nr arch. 176/1/96) w budynku krat miała być zainstalowana krata szczelinowa $s = 3$ mm, typ A/1500 x 2100 STARSSCREEN o wydajności $Q = 2.300$ m³/h, włoskiej f-my SERNAGIOTTO oraz hydrauliczna praska do skrateg typ HPS-250A o wydajności $Q = 0,6 - 1,2$ m³/h prod. BIEWOGAZ - Poznań. W wyniku przetargu Inwestor zakupił kratę $s = 3$ mm typ AQUA GUARD - SKMNT Simple f-my ANDRITZ SPROUT - BAUER S.A. (Francja), wraz z praską do skrateg tej samej firmy (komplet), typ Combi-press 250/500, o wydajności $Q_{\max} = 2,0$ m³/h. Rozwiązanie funkcjonalne budynku pozostaje zgodne z dokumentacją DOR-EKO. Do kanału dopływowego ścieków do kraty gęstej (w budynku kraty) będzie podłączony rurociąg tłoczny z pompowni ścieków własnych oczyszczalni.

10. KANAŁ ODPLYWOWY ŚCIEKÓW Z BUDYNKU KRATY GĘSTEJ DO PIASKOWNIKÓW - OB.2d.

Ścieki podczyszczone na kracie gęstej odpłyną grawitacyjnie z budynku kraty kanałem otwartym o przekroju prostokątnym $b = 100$ cm do komory rozdziału ścieków przed piaskownikami.

Koniec kanału prostokątnego będzie połączony z komorą rozdzielczą rurociągiem stalowym $\varnothing 800$. Dziwne to połączenie wynikało z faktu, że komora rozdzielcza była zrealizowana kilka lat wcześniej - kiedy nie przewidywano realizacji budynku z instalacją kraty gęstej.

Kanał odpływowy został zrealizowany zgodnie z dokumentacją DOR-EKO z 1996r.

11. KOMORA ROZDZIELCZA I PIASKOWNIKI WIROWE OB.2a

Komora rozdzielcza była zaprojektowana i wybudowana z myślą o docelowej możliwości rozdziału ścieków pompowanych do oczyszczalni, na dwa niezależne zestawy piaskowników wirowych: zestaw OB.2a przewidziany do realizacji w I etapie i zestaw OB.2b przewidziany do realizacji w II etapie - po 2000 roku, kiedy byłby zrealizowany drugi rurociąg tłoczny $\varnothing 600$. Komora rozdzielcza została wybudowana zgodnie z dokumentacją DOR-EKO z lat 1992-93. Wg tej samej dokumentacji wykonano tę samą parę piaskowników wirowych typ LP0-600 (wg unifikacji czeskiej), średnica czaszy piaskowników $D = 2 \times 611$ cm, średnica leja osadowego $d = 100$ cm.

Zadaniem piaskowników będzie wytrącenie i zatrzymanie zawiesiny mineralnej o średnicy ziarna 0,2 mm i większej, dla której prędkość opadania jest większa od $V = 0,02$ m/sek. Wg pierwotnej dokumentacji DOR-EKO (1993 r.) piasek z lejów osadowych miał być usuwany przy pomocy instalacji pomp "MAMUT", zasilanych w sprężone powietrze ze sprężarki typ A50-380-240P o wydajności $Q = 50$ m³/h i sprężu $P = 1,0$ MPa, z silnikiem $N_s = 7,5$ kW, produkcji Z-dów POMET w Poznaniu, która miała być zainstalowana w budynku odwadniania piasku. W wyniku przetargu zostały zakupione zamiast pomp MAMUT dwie pompy zatapialne do pulpy piaskowej typ FA 105-193 R kor f-my EMU (Niemcy) o parametrach: $Q = 25$ m³/h, $H = 3,6$ m sł.w., $N_s = 3,0$ kW.

Pompy te zainstalowane w lejach osadowych piaskowników wirowych będą przetłaczać uwodniony piasek do separatora zainstalowanego w budynku OB.3. Wg danych Dostawcy pompy te będą podwieszone do pomostów technologicznych piaskowników.

12. BUDYNEK INSTALACJI ODWADNIANIA PIASKU OB.3.

Budynek ten został zrealizowany na podstawie dokumentacji opracowanej przez DOR-EKO w latach 1992 - 93. Projektowano wtedy zainstalowanie separatora typ R0-6B o wydajności $Q_{\max} = 28$ m³/h, $N_s = 1,5$ kW, produkcji f-my "HUBER" (Niemcy). W wyniku przetargu został zakupiony separator polski produkcji f-my "Hydrobudowa-9" z Poznania - typ I, o przepustowości $Q_{\max} = 25$ m³/h, z napędem ślimaka $N_s = 1,5$ kW, średnica ślimaka $D = 250$ mm. Separator będzie ustawiony na stalowej konstrukcji wsporczej o wysokości 600 mm. Odwodniony piasek będzie wytłaczany transporterem śrubowym do przyczepy samowyladowczej typ W-8.

Rozwiązanie instalacji w budynku - wg załączonego rysunku. Odwodniony piasek powinien być przesypywany wapnem chlorowanym w typowym kontenerze M.P.O. i następnie wywożony na miejskie wysypisko odpadów. Oddzielona ciecz z separatora będzie skierowana do sieci kanalizacji ścieków własnych.

13. KOMORA DEFOSFATACJI OB.4a.

Ścieki oczyszczone od piasku w piaskownikach wirowych będą dopływać grawitacyjnie do komory defosfatacji, usytuowanej na początku komór biologicznej oczyszczalni ścieków. Do komory tej będzie również dopływać osad czynny recykulowany z osadników wtórnych. Obliczeniowy dopływ ścieków do komory:

$$\begin{aligned} - Q_{h24} &= 930 \text{ m}^3/\text{h} \\ - Q_{h16} &= 1.395 \text{ m}^3/\text{h} \\ - Q_{h\max} &= 2.125 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Obliczeniowy dopływ osadu recykulowanego:

$$- Q_r = 465 \div 1.860 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Ogółem średni obliczeniowy przepływ ścieków przez komorę defosfatacji wyniesie: $Q_{\text{śr.}} = 930 \text{ ścieki} + 930 \text{ recyrk.} = 1.860 \text{ m}^3/\text{h}$. Głębokość czynna komory $h_{\text{cz}} = 5,1$ m, wymiary w planie $13,4 \times 36,0$ m, pojemność czynna $V_{\text{cz}} = 2.508 \text{ m}^3$, co daje średni czas zatrzymania ścieków $T = 1,34$ h. W komorze defosfatacji będzie następować odtlenienie osadu czynnego i proces biologicznej redukcji fosforu. Celem intensywnego wymieszania ścieków w komorze będą zainstalowane trzy śmigłowe mieszadła zatapialne f-my ABS typ RW 4031A 40/8C o mocy $N_s = 4,2$ kW, $n = 680$ obr./min., które zostały zakupione

w wyniku przetargu. Usytuowanie mieszadeł w komorze uściślił Dostawca - tj. f-ma ABS. Mieszadła zostały zamocowane do pomostów technologicznych. Przepływ ścieków z komory defosfatacji do komory denitryfikacji będzie następować przez otwór w ścianie działowej pomiędzy tymi komorami.

14. KOMORA DENITRYFIKACJI OB.4b.

Do komory tej będą dopływać ścieki z komory defosfatacji, oraz ścieki recyrkulowane z komory nitrifikacji. Średni przepływ ścieków przez komorę denitryfikacji wyniesie:

- ścieki z komory defosfatacji $Q_{h \text{ śr.}} = 1.860 \text{ m}^3/\text{h}$
- ścieki recyrkulowane z komory nitrifikacji $Q_{\text{rec.śr.}} = 1.860 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\text{RAZEM: } Q_{h \text{ śr.}} = 3.720 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Przepływ ten może zmieniać się w szerokim zakresie w zależności od: ilości ścieków dopływających do oczyszczalni z miasta, ilości osadu recyrkulowanego z osadników wtórnych, oraz od ilości ścieków recyrkulowanych z komory nitrifikacji, którą można regulować automatycznie w zależności od potencjału Redox mierzonego w komorze. Pomiar potencjału Redox będzie sterować za pomocą falownika wydajność pomp cyrkulacyjnych zainstalowanych w komorze nitrifikacji. Komora denitryfikacji ma wymiary: szerokość 40,2 m, długość 51,0 m, głębokość czynna 5,05 m, pojemność $V = 10.588 \text{ m}^3$. W komorze denitryfikacji muszą być zachowane następujące warunki technologiczne:

- stężenie tlenu: poniżej $0,5 \text{ g O}_2/\text{m}^3$
- nie osiadanie zawiesiny na dnie komory przy stężeniu osadu $4 \text{ kg}/\text{m}^3$. W tym celu w komorze będzie zainstalowanych - zgodnie z projektem DOR-EKO - 7 szt. zatapialnych mieszadeł śmigłowych. W wyniku przetargu zakupiono mieszadła f-my ABS, typ RW 2000 S 15-4 o mocy $N_s = 2,65 \text{ kW}$, $n = 1390 \text{ obr.}/\text{min}$.

15. KOMORA NITRYFIKACJI OB.4c.

Do komory tej ścieki dopływają z komory denitryfikacji przez otwór w ścianie pomiędzy tymi komorami. Średni dopływ ścieków wynosi - $Q_{h \text{ śr.}} = 3.720 \text{ m}^3/\text{h}$. Głębokość komory 5,0m, szerokość 40,2 m, długość 107,4 m, pojemność czynna $V = 22.019 \text{ m}^3$. W komorze będzie zainstalowany - zakupiony w wyniku przetargu - ruszt napowietrzający f-my SUPRAFILT wyposażony w dyfuzory rurowe z przeponą elastomerową, typ PERMOX-OM 2,0 M LONG. Wydajność rusztu w przeliczeniu na ilość powietrza wtłaczanego do ścieków wynosi średnio $16 \text{ m}^3/\text{h} \times n$, gdzie n - ilość dyfuzorów w ruszcie. Poszczególne elementy tego rusztu mogą być wyciągane ze zbiornika, bez potrzeby opróżniania komory ze ścieków. Przy ścianie działowej pomiędzy komorą nitrifikacji, a denitryfikacji będą zainstalowane dwie pompy do recyrkulacji ścieków - będą to śmigłowe tzw. "mieszadła pompujące" produkcji ABS typ RCP 5000S/60-4, o parametrach nominalnych $Q = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 0,4 \text{ m s.l.w.}$, $N_s = 6,0 \text{ kW}$, $n = 465 \text{ obr.}/\text{min}$. Projektowane parametry procesu technologicznego w komorze nitrifikacji ścieków:

- stężenie osadu w komorze: $4 \text{ kg}/\text{m}^3$

- wydajność tlenowa urządzeń napowietrzających w warunkach standardowych: 22.129 kg O₂/d
- produkcja osadu nadmiernego: 5.000 ÷ 5.600 kg sm/d
- stężenie tlenu w ściekach: 1,5 - 2,0 g O₂/m³

Stężenie osadu założono 4,0 kg/m³ ścieków, będzie ono zmienne, m.in. odwrotnie proporcjonalne do wzrostu temp. ścieków. Ze względu na realizowaną tlenową stabilizację osadu nadmiernego, stężenie osadu w komorze powinno być takie, aby uzyskać minimalny wiek osadu 25 dni. Założone stężenie osadu może wzrosnąć aż do wystąpienia obniżenia stężenia tlenu w ściekach poniżej 1,5 g O₂/m³. Regulacja stężenia osadu odbywa się za pomocą regulacji wydajności pomp osadu recyrkulowanego z osadników wtórnych. Optymalne stężenie osadu będzie wtedy, kiedy uzyska się:

- wymagany stopień oczyszczenia ścieków
- stężenie tlenu w ściekach 1,5 g O₂/m³.

Stężenie tlenu w komorze będzie regulowane automatycznie - przy pomocy sond tlenowych, które będą sterować stopniem otwarcia przepustnic zainstalowanych na rurociągach tłocznych sprężonego powietrza, co z kolei spowoduje zmianę ciśnienia w rurociągu tłocznym powietrza i automatyczne sterowanie pracy dmuchaw. Przepływ ścieków przez komorę nityfikacji będzie odbywać się w sposób "tłokowy" - wzdłuż usytuowanej w środku szerokości kierownicy hydraulicznej. Odbiór ścieków z komory - korytem przelewowym, z którego ścieki będą odpływać do osadników wtórnych rurociągiem stalowym ø 600.

16. OSADNIKI WTÓRNE OB.4d,e,f.

Na osadniki zostały zaadaptowane trzy komory prostokątne usytuowane szeregowo wzdłuż komory nityfikacji (osadnik OB.4d) i komory nityfikacji (osadniki OB.4e i OB.4f). Osadniki te będą pełnić funkcję "osadników wtórnych". Wymiary jednego osadnika w planie: 13,4 x 51,0 m, głębokość czynna h = 4,30 m. W każdej komorze osadnika będzie zainstalowany ruchomy zgarniacz pompowy osadu, wykonany w postaci stalowego mostu, na którym będą zainstalowane:

- a) cztery pompy zatapialne do usuwania osadu sedymentującego na dnie osadnika, produkcji f-my ABS, typ AFP 1042.30 o parametrach nominalnych: Q = 150m³/h, H = 5,0 m sł.w., Ns = 4,0 kW. Wydajność tych pomp będzie sterowana w sposób płynny przy pomocy falownika - od 100 % do 50 % wydajności nominalnej.
- b) dwie pompy zatapialne do usuwania osadu wyflotowanego na powierzchnię ścieków w osadniku produkcji f-my ABS, typ AS-10-2CB110 o parametrach nominalnych: Q = 10m³/h, H = 5,0 m sł.w., Ns = 1,0 kW.

Napęd mostu zgarnicza - silnikiem o mocy Ns = 0,75 kW. Dostawcą zgarniaczy osadu jest f-ma INSTALEX-BIOOX w Pionkach, producentem pomp jest f-ma ABS. Oba rodzaje osadu będą przepompowywane do stalowego koryta prostokątnego, usytuowanego wzdłuż zewnętrznej ściany osadników, ułożonego ze spadkiem i - 2,0‰ w kierunku komory defosfatacji OB.4a. Korytem tym wypompowany osad będzie odpływać grawitacyjnie do komory defosfatacji - jako osad recyrkulowany.

Na wysokości komory beztlenowej jest usytuowana komora rozdzielcza, z której część osadu - jako osad nadmierny - odprowadzana będzie grawitacyjnie rurociągiem ø 250 do komór tlenowej stabilizacji osadu (OB.4h,i). Ścieki oczyszczone będą odbierane z każdej komory osadników, przy pomocy systemu podłużnych koryt

przelewowych, zaopatrzonych w regulowane przelewy pilaste. Ze zbiorczego koryta przelewowego ścieki oczyszczone będą odpływać z komór osadnika rurociągami stalowymi \varnothing 600 do zewnętrznego kanału odpływowego \varnothing 800, którym następnie odpłyną do Wisły - poprzez: pompownię na wysokie stany, koryto pomiarowe, oraz istniejący kanał zrzutowy ścieków do Wisły. Odprowadzone z osadnika ścieki oczyszczone będą miały wskaźniki zanieczyszczeń podane w rozdz. 4 opisu technicznego.

Praca zgarniacza osadu będzie sterowana miejscowo i zdalnie - z dyspozytorni. Będą możliwe dwa sposoby regulacji jazdy zgarniacza:

- sposób pierwszy: wg regulacji czasu i postoju zgarniacza
- sposób drugi: zmiana długości drogi zgarniacza w kolejnych cyklach pracy.

Projektowana regulacja pracy zgarniacza pozwoli na uzyskanie maksymalnego stężenia osadu recyrkulowanego, co z kolei pozwoli na zmniejszenie ilości osadu recyrkulowanego, a w efekcie tego - zmniejszenie zużycia energii elektrycznej do oczyszczania ścieków. Wydajność pomp osadu recyrkulowanego może być sterowana przy pomocy falownika - w zależności od stężenia osadu w komorze nityfikacji. Niepotrzebny wzrost stężenia osadu w komorze nityfikacji - powyżej stężenia wymaganego - spowoduje większe zużycie tlenu, a tym samym większe zużycie energii elektrycznej.

17. KOMORY TLENOWEJ STABILIZACJI OSADU OB.4 h, i.

Na komory tlenowej stabilizacji osadu zaadaptowano dwie komory żelbetowe o wymiarach w planie 13,4 x 17,6 m i głębokości czynnej 5,0 m każda, usytuowanych na przedłużeniu komory beztlenowej. Osad nadmierny będzie doprowadzany do komór rurociągiem \varnothing 250, wtedy kiedy sonda zainstalowana w osadnikach wtórnych wskaże max. poziom osadu - sygnał ten uruchomi otwarcie zasuwy na rurociągu \varnothing 250 przed wlotem osadu do komory stabilizacji. Zamknięcie zasuwy wlotowej nastąpi przy max. zw. cieczy w komorze stabilizacji, lub po zadanym czasie. Możliwe jest również ręczne sterowanie dopływem osadu nadmiernego do komór stabilizacji. Obie komory eksploatowane będą w sposób przemienny co 24 godziny. Napowietrzanie osadu w komorach odbywać się będzie przy pomocy stacjonarnego rusztu f-my SUPRAFILT, składającego się z pięciu segmentów wyposażonych w 16 sztuk dyfuzorów rurowych typ PERMOX - OM 2,0 LONG - ogółem w jednej komorze - 18 sztuk dyfuzorów. Zakres wydajności dyfuzora od 0 m³/h do 12 m³/h powietrza. Transfer tlenu od 14,0 do 18 g O₂/m.b., ekonomia natleniania 3,5 kg O₂/kWh. Sprężone powietrze będzie doprowadzone do stacji dmuchaw odgałęzieniem \varnothing 200 od głównego rurociągu tłocznego. Dopływ sprężonego powietrza będzie sterowany wskazaniem sondy tlenowej zainstalowanej w komorach, oraz stopniem otwarcia przepustnicy na rurociągu sprężonego powietrza w każdej komorze. Przepustnice te będą przymykane, lub otwierane w zależności od stężenia tlenu w komorach.

Wody nadosadowe będą odbierane z komór przy pomocy pływających koryt przelewowych i odprowadzane do zewnętrznej kanalizacji \varnothing 300, skierowanej do pompowni ścieków własnych.

Osad ustabilizowany tlenowo będzie odpływać rurociągiem zewnętrznym \varnothing 200 do budynku odwadniania osadu. Na wszystkich rurociągach wlotowych do komór stabilizacji i odpływowych z komór stabilizacji są zainstalowane zasuwy z napędami elektrycznymi - co pozwala na automatyzację procesu i trybu eksploatacji obiektu.

18. BUDYNEK INSTALACJI ODWADNIANIA OSADU OB.5

Ustabilizowany tlenowo osad będzie odwadniany w wirówce sedymentacyjnej. Instalację odwadniania osadu zlokalizowano w budynku zrealizowanym wg pierwotnej dokumentacji opracowanej przez MULTIREAKTOR. Zakupiona w wyniku przetargu kompletna instalacja odwadniania osadu, składa się z następujących urządzeń:

- 1) Dwie pompy podające osad do wirówek f-my ALLEWEILER (Niemcy), typ AE1E550, o regulowanej wydajności $Q = 4 \div 24 \text{ m}^3/\text{h}$, $P = 0,6 \text{ Mpa}$, $N_s = 4,0 \text{ kW}$.
- 2) Dwie wirówki dekantacyjne f-my NOXON - Szwecja typ DC-20, o parametrach pracy: $Q = 8 \div 25 \text{ m}^3/\text{h}$ lub do 800 kg s.m.o./h , wyposażone w dwa silniki do napędu śruby i bębna o mocy: $N_s = 18,5 \text{ kW}$ i $N_s = 15,0 \text{ kW}$.
- 3) Kompletna instalacja przygotowania i dozowania polielektrolitu, składająca się z:
 - dozownika suchego polielektrolitu o wydajności 75 kg/h suchego proszku
 - ezektora z mieszalnikiem i pompą
 - zbiorników: roztworowego i magazynowego z mieszadłami $N_s = 2 \times 0,75 \text{ kW}$.
- 4) Dwie pompy dozujące roboczy roztwór polielektrolitu do wirówki. Producent: ALLEWEILER - Niemcy, typ SE BP 50.1, o wydajności $Q = 3 \div 35 \text{ l/min.}$, $N_s = 1,5 \text{ kW}$
- 5) Dwa transportery śrubowe przeznaczone do odbioru osadu i przeniesienia go do przyczepy samowyladowczej ustawionej w nowym budynku przyległym do budynku instalacji odwadniania osadu. Producent transporterów: SPIRAC - Szwecja, typ V320, długości: $l_1 = 6.250 \text{ mm}$, $l_2 = 10.500 \text{ mm}$, silniki o mocy $N_{s1} = 2,0 \text{ kW}$, $N_{s2} = 4,0 \text{ kW}$.

Dostawcą kompletnej instalacji odwadniania osadu jest f-ma AVM - Szwecja.

Do instalacji odwadniania będzie dopływać osad z komór tlenowej stabilizacji w ilości:

$$G = 4.234 \div 5.222 \text{ kg s.m.o./d}$$

$$Q = 151 \div 209 \text{ m}^3/\text{d}, \text{ o zawartości suchej masy } 1,5 - 2,5\%.$$

Odwadnianie osadu odbywać się będzie na pierwszej zmianie przedłużonej.

Przyjmując obciążenie wirówki w wymiarze: $Q = 15 - 20 \text{ m}^3/\text{h}$, lub $G = 400 \div 500 \text{ kg s.m.o./h}$, czas pracy jednej wirówki będzie wynosił ok. $10 \div 13 \text{ h/d}$. Zakłada się odwodnienie osadu do min. 20 % s.m. Objętość osadu odwodnionego wyniesie ok. $26 \text{ m}^3/\text{d}$.

Osad odwodniony będzie wywożony transportem kołowym do komory składowania OB.4k, usytuowanej wzdłuż komory nitryfikacji.

Ocieki technologiczne z instalacji odwadniania osadu będą odprowadzane do zewnętrznej kanalizacji skierowanej do przepompowni ścieków własnych.

Ilość odcieków wyniesie ok. $Q = 235 \text{ m}^3/\text{d} = 18 \text{ m}^3/\text{h}$.

Do wirówki będzie dozowany 0,5 %-owy roztwór polielektrolitu. Zakładana dawka polielektrolitu: $4 - 5 \text{ kg/t s.m.o.}$. Rzeczywista dawka, a także rodzaj polielektrolitu

będzie określona w trakcie rozruchu i wstępnej eksploatacji. Do roztwarzania i rozcieńczania polielektrolitu potrzebna jest czysta woda - o parametrach wody pitnej - w ilości $Q = 3,5 - 4,0 \text{ m}^3/\text{d}$.

19. SKŁADOWISKO OSADU ODWODNIONEGO OB.4k.

Osad odwodniony będzie okresowo składowany na terenie oczyszczalni - w istniejącym zbiorniku żelbetowym o wymiarach w planie $107,4 \times 40,2 \text{ m}$ i głębokości całkowitej $H = 5,7 \text{ m}$. Zbiornik ten przylega bezpośrednio do komory nityfikacji ścieków OB.4c. Podczas tego składowania będzie następować proces humifikacji osadu.

W ścianie szczytowej od strony Wisły jest wjazd o szerokości $11,5 \text{ m}$ dla przyczepy z osadem odwodnionym odbieranym z wirówki. Istniejący zbiornik został zaadaptowany poprzez wyburzenie ścian wewnętrznych i wyłożenie dna warstwą asfaltobetonu. Na dnie komory składowiska, jest poprzecznie usytuowany w pobliżu wjazdu - kanał odwadniający skierowany, ze spadkiem dna $i = 1 \%$ do przepompowni OB.8. Kanałem tym będą odprowadzane wody opadowe z powierzchni składowiska osadu. Dno składowiska będzie ukształtowane ze spadkiem $i = 1 \text{ ‰}$ i $i = 2 \text{ ‰}$ do w/wym. kanału. Zaprojektowano składowanie osadu w pryzmach o wysokości ok. $3,5 \text{ m}$ - w kierunku od wjazdu, do przyległej ściany szczytowej. Uwzględniając pasy komunikacyjne dla sprzętu kołowego do dowozu i wywozu osadu pojemność czynna składowiska wyniesie ok. 11.500 m^3 . Podczas hałdowania osadu na składowisku będzie następować proces humifikacji, podczas którego nastąpi zagęszczenie i mineralizacja osadu, oraz zmniejszenie jego objętości o ok. $30 \div 40 \%$.

Przy dobowej ilości osadu odbieranego z wirówki $V = 21 \div 26 \text{ m}^3/\text{d}$ (20% sm.o.) - czas składowania w komorze wyniesie teoretycznie ok. $1,2 \div 1,5$ roku, przy dobowej ilości osadu odwodnionego $V = 17 \div 21 \text{ m}^3/\text{d}$ (25% s.m.o.) - czas składowania wyniesie ok. $1,5 \div 2,0$ lat. Objętość osadu do wywiezienia po cyklu humifikacji wyniesie od ok. $5.400 \text{ m}^3/\text{rok}$ do ok. $6.600 \text{ m}^3/\text{rok}$ - w zależności od ilości osadu odwodnionego, oraz od stopnia mineralizacji i zagęszczenia osadu na składowisku. Nie przewiduje się przerzucania osadu w pryzmach, pomimo, że przerzut osadu skraca proces humifikacji. Sposób zagospodarowania osadu będzie zależał od jego stanu higienicznego i zawartości w nim metali ciężkich. Wskaźniki zanieczyszczeń w ściekach surowych rokują możliwość wykorzystania osadu do nawożenia gleby pod uprawy roślin przemysłowych.

20. PRZEPOMPOWNIA WÓD OPADOWYCH OB.8 ZE SKŁADOWISKA OSADU ODWODNIONEGO.

Wody opadowe ze składowiska będą przepompowywane bezpośrednio do przyległej komory nityfikacji ścieków. Pompownia tych wód, zlokalizowana w obrębie składowiska, jest wykonana w kształcie żelbetowej komory o wymiarach $3,0 \times 3,0 \text{ m}$ i głębokości $h = 2,0$. W wyniku przetargu zakupiono pompy zatapialne f-my ABS szt.2 ($1 + 1$), typ AS 30-2CBM o parametrach: $Q_p = 84 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_p = 22 \text{ m}$, $N_s = 3,0 \text{ kW}$, $n = 2850 \text{ obr./min}$. Praca pomp będzie sterowana automatycznie - od poziomu ścieków w komorze pompowni. Pompa rezerwowa będzie włączana automatycznie - po przekroczeniu napełnienia w komorze powyżej H_{max} - co może nastąpić w przypadku wystąpienia wyjątkowo wysokich opadów, lub awarii pompy załączonej do pracy. Obie pompy powinny być włączane do ruchu w sposób przemienny.

21. PRZEPOMPOWNIĄ ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH NA WYSOKIE STANY WODY W WIŚLE OB.6.

Zadaniem tej pompowni będzie przetłaczanie ścieków oczyszczonych do Wisły, w przypadku podniesienia się poziomu wody w rzece do wysokości uniemożliwiającej odpływ grawitacyjny. Uwzględniając opory przepływu w rurociągu zrzutowym, przypadek taki nastąpi przy poziomie zw. wody w Wiśle powyżej 5,5 m n.p.m. Nastąpi wówczas spiętrzenie ścieków w pompowni i w konsekwencji wzrost poziomu linii ciśnień w rurociągach odprowadzających ścieki z koryt przelewowych osadników wtórnych oraz wzrost poziomu ścieków w tych korytach. Max dopuszczalny wzrost poziomu linii ciśnień założono 10 cm poniżej krawędzi przelewu w korytach odpływowych osadników. Poziom załączania pompy przewałowej założono 0,5 poniżej w/wym. poziomu maksymalnego, tj. na rzędnej 9,10 m n.p.m.

Pompownia OB.6 ma kształt komory żelbetowej o średnicy $D = 4,2$ m, zagłębionej płytko w terenie, max. głębokość cieczy 4,29 m, max. pojemność czynna $V = 59,4$ m³. Jest to komora przepływowa wybudowana na rurociągu $\varnothing 800$ wg dokumentacji DOR-EKO z lat 1992÷93.

W wyniku przetargu zakupiono dwie (1 + 1) pompy zatapialne przewałowe prod. Warszawskiej Fabryki Pomp, typ 50 PZ B17, o parametrach nominalnych: $Q = 2\ 300$ m³/h, $N_s = 75$ kW, $n = 1.485$ obr./min.. Pompy te są zamontowane w pionowych rurach stalowych $D_n = 800$ mm, które pracują jak zbiorniki ciśnieniowe. Odpływ tłoczonych ścieków z w/wym. rur $\varnothing 800$ odbywa się poprzez boczne rurociągi $\varnothing 600$ uzbrojone w przepustnice zwrotne. Na rurociągu odpływowym $\varnothing 800$ - za komorą pompowni jest wybudowana komora zasuw, w której są zainstalowane: dwie zasuwy odcinające $\varnothing 800$, oraz jedna kłapa zwrotna usytuowana pomiędzy tymi zasuwami. Zasuwy są przeznaczone do odcięcia przepływu ścieków w przypadku ew. konieczności wymontowania kłapy zwrotnej. Wyloty rurociągów tłocznych $\varnothing 600$ z pomp przewałowych do rurociągu zrzutowego $\varnothing 800$, są zlokalizowane poniżej w/wym. instalacji zasuw odcinających.

22. POMPOWNIĄ ŚCIEKÓW WŁASNYCH OB.7

Do przepompowni tej będą dopływać zewnętrzną siecią kanalizacyjną następujące strumienie ścieków:

- ścieki sanitarne z obiektów oczyszczalni
 $Q_d = 2,65$ m³/d
- wody nadosadowe z komór tlenowej stabilizacji osadu
 $Q_d = 439$ m³/d
- odcieki technologiczne ze stacji odwadniania osadu
 $Q_d = 235$ m³/d

Dopływ do pompowni wyniesie ogółem:

$$Q_d = 677 \text{ m}^3/\text{d}, \quad Q_{h \text{ max}} = 140 \text{ m}^3/\text{d}$$

Ścieki te będą przepompowywane do budynku kraty gęstej, wylot rurociągu tłoczego

Ø 150 jest skierowany do kanału otwartego, którym ścieki tłoczone z pompowni "Czatkowy" dopływają do kraty gęstej w OB.2c.

Pompownia została wybudowana w kształcie podziemnej studni o kształcie cylindrycznym i średnicy $D = 3,0$ m, głębokość cieczy wynosi 1,4 m, w tym głębokość retencyjna 0,9 m. Pojemność retencyjna studni wynosi $6,3 \text{ m}^3$.

W wyniku przetargu zostały zakupione do zainstalowania dwie pompy zatapialne produkcji Warszawskiej F-ki Pomp, typ FX 150-250 A o parametrach: $Q = 144 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 18$ m sł.w., $N_s = 15$ kW. Sterowanie pracy pomp - automatyczne od poziomu ścieków w studni zbiorczej. Jedna pompa jest przeznaczona do pracy, druga stanowi rezerwę. Pompa rezerwowa może się włączyć do ruchu automatycznie, np. w przypadku awarii pompy podstawowej - kiedy poziom ścieków w studni wzrośnie ponad max poziom włączenia pompy pracującej. Obie pompy powinny być eksploatowane przemiennie, przestawianie drugiej pompy do ruchu - ręczne miejscowe.

23. BUDYNEK STACJI DMUCHAW OB.9.

Instalacja dmuchaw przeznaczonych do napowietrzania ścieków w komorze nityfikacji i do napowietrzania osadu nadmiernego w komorach tlenowej stabilizacji osadu - jest zlokalizowana w budynku wybudowanym na podstawie dokumentacji opracowanej przez P.Z. Multireaktor. W budynku zainstalowano cztery dmuchawy w układzie funkcjonalnym 3 + 1. W wyniku przetargu zostały zakupione dmuchawy f-my COMPROT z Wrocławia. Agregat składa się z dmuchawy włoskiej ROBUSCHI i z silnika produkcji Z-dów CELMA. Typ dmuchawy: RB 120 LPV o parametrach nominalnych: $Q = 80 \text{ m}^3/\text{min.}$, $\Delta p = 700$ mbar, $\Delta t = 63^\circ\text{C}$, moc na wale: $N_w = 118,9$ kW, moc silnika $N_s = 160$ kW, $n_w = 2200$ obr./min., emisja hałasu: bez obudowy: 102 ± 3 dB, z obudową 82 ± 3 dB. Dmuchawy są przystosowane do współpracy z falownikiem.

Jedna z zainstalowanych dmuchaw musi pracować w sposób ciągły, praca pozostałych dmuchaw będzie sterowana automatycznie przy pomocy sond tlenowych zainstalowanych w komorze nityfikacji ścieków i w komorach stabilizacji osadu, które z kolei będą sterować stopniem otwarcia klap regulacyjnych na rurociągach doprowadzających sprężone powietrze ze stacji dmuchaw. Przymknięcie, lub otwarcie klapy regulacyjnej powoduje wzrost lub spadek ciśnienia powietrza w rurociągu tłocznym. Sygnał wzrostu lub spadku ciśnienia będzie przenoszony na sterownik, który steruje pracą falownika, który spowoduje zmianę obrotów silnika dmuchawy, a tym samym zmianę ich wydajności.

W pomieszczeniu dmuchaw zainstalowano belkę stalową z wciągnikiem o napędzie ręcznym - dla ułatwienia montażu i demontażu urządzeń. Na każdym rurociągu tłocznym Ø 250 wychodzącym z dmuchawy jest zainstalowana przepustnica odcinająca z napędem ręcznym. Kolektor zbiorczy sprężonego powietrza Ø 600.

W zakres dostawy producenta dmuchawy wchodzi:

- tłumik absorpcyjny na ssaniu z filtrem powietrza wypełnionym włókniną polipropylenową.
- tłumik na tłoczeniu
- zawór zwrotny klapowy
- zawór bezpieczeństwa
- rurowe połączenia gumowe z opaskami zaciskowymi
- manometr do kontroli ciśnienia
- czujnik temperatury silnika.

Sieć wewnętrzna i zewnętrzna sprężonego powietrza została wykonana z laminatu, w P.T. opracowanym przez DOR-EKO projektowano rurociągi ze stali nierdzewnej.

24. BUDYNEK INSTALACJI PIX OB.10.

Instalacja koagulanta PIX jest usytuowana w wydzielonym pomieszczeniu tego samego budynku, w którym jest zlokalizowana stacja odwadniania osadu. Budynek ten został wzniesiony w stanie surowym wg dokumentacji P.Z. Multireaktor, adaptacja budynku dla obu w/wym. instalacji została dokonana wg dokumentacji DOR-EKO. Instalacja PIX będzie eksploatowana kiedy nastąpi konieczność strącenia fosforu do poziomu stężenia poniżej $1,5 \text{ g P/m}^3$ w ściekach oczyszczonych, ponieważ defosfatacja biologiczna pozwoli na usunięcie fosforu ze ścieków do poziomu ok. $2,5 - 3,0 \text{ g P/m}^3$. Orientacyjną dawkę koagulanta PIX, przy zawartości żelaza w koagulancie 12 %, przyjęto w przedziale $80 - 120 \text{ g/m}^3$ ścieków. Dawka powinna być określona w toku eksploatacji - praktycznie może okazać się, że dawka ta będzie mieścić się w przedziale $60 - 90 \text{ g/m}^3$. Koagulant PIX będzie dozowany do komory nityfikacji - proporcjonalnie do ilości dopływających ścieków, oraz do obu komór stabilizacji osadu - wg czasu nastawy.

Zakupiona instalacja PIX składa się z następujących urządzeń:

- 1) zbiornik magazynowy koagulanta wykonany z laminatu poliestrowo-szklanego o wymiarach: $D = 2.458 \text{ mm}$, $L = 6.645 \text{ mm}$, o pojemności $V = 28 \text{ m}^3$ (42 tony koagulanta PIX)
- 2) dwie pompy dozujące f-my MENOS o wydajności regulowanej $Q = 0 - 100 \text{ l/min}$.
- 3) rurociągi z rur polietylenowych i armatura.

25. STACJA POMIAROWA ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH OB.11.

Stacja pomiarowa jest zlokalizowana na kanale odpływowym $\varnothing 800$ ścieków oczyszczonych - pompowni ścieków na wysokie stany i komory zasuw Sz-1.

W stacji pomiarowej będzie zainstalowany:

- 1) ciągły pomiar przepływu ścieków w rurociągu ze wskazaniem, rejestracją i sumowaniem
- 2) aparat do automatycznego poboru próbek ścieków, przeznaczonych do badań laboratoryjnych. Pobór próbek ścieków będzie odbywać się proporcjonalnie do przepływu ścieków w kanale. Instalacja do poboru próbek będzie wyposażona w instalację schładzającą w lecie, oraz w instalację podgrzewającą w zimie, niedopuszczającą do zamarznięcia ścieków.

26. ZEWNĘTRZNE SIECI TECHNOLOGICZNE NA TERENIE OCZYSZCZALNI.

Zewnętrzne sieci technologiczne były realizowane w różnych latach wg dokumentacji opracowanej przez Biura Projektowe:

- Biuro Proj. Budownictwa Komunalnego w Gdańsku (rok 1971)
- Przedsiębiorstwo Zagraniczne "MULTIREAKTOR" w Warszawie (lata 1985 - 90)

- Przedsiębiorstwo Konsultingowo-Inżynieryjne "DOR-EKO" w Warszawie - lata 1992 - 94 i 1996 - 97.

26.1. Rurociąg tłoczny ścieków z pompowni "CZATKOWY" do Wisły.

W roku 1971 - 72 został zrealizowany rurociąg tłoczny ścieków od pompowni "Czatkowy" do rz. Wisły - wg dokumentacji opracowanej B.P.B.K. w Gdańsku. Rurociąg ten został ułożony na obrzeżu terenu przeznaczonego na budowę oczyszczalni ścieków. Długości i materiał:

- 1) odcinek od pompowni do miejsca przejścia pod wałem p-powodziowym: $l = 607$ mb, $\varnothing 600$ - rury żeliwne kielichowe
- 2) przejście pod wałem p-powodziowym: $l = 50$ mb, $2 \times \varnothing 600$ - rury żeliwne kielichowe ułożone w rurach osłonowych stalowych $\varnothing 900$. Przed wałem i za wałem wykonane są komory żelbetowe (3 szt.) z zasuwami odcinającymi.
- 3) odcinek od wału p-powodziowego do linii wysokiego brzegu rz. Wisły: $l = 175,50$ m, $\varnothing 0,80$ m - rury żelbetowe ułożone ze spadkiem $i = 8,0$ ‰. Na tym odcinku rurociąg pracuje najczęściej jako kanał grawitacyjny.
- 4) odcinek od linii wysokiego brzegu rzeki do nurtu Wisły: $l = 40,0$ mb, $2 \times \varnothing 500$ - rury stalowe.

Po uruchomieniu oczyszczalni ścieków opisany powyżej rurociąg ściekowy $\varnothing 600$ od pompowni "Czatkowy" do wału p-powodziowego będzie wykorzystywany tylko w sytuacjach awaryjnych, kiedy zajdzie konieczność ominięcia projektowanej oczyszczalni. Odcinek istn. rurociągu ściekowego na trasie od komory zasuw przed wałem, do nurtu Wisły - będzie wykorzystywany do odprowadzenia do Wisły ścieków oczyszczonych.

26.2. Rurociąg tłoczny ścieków z pompowni "CZATKOWY" do oczyszczalni ścieków.

Na istn. rurociągu tłocznym $\varnothing 600$ z rur żeliwnych został wykonany w r. 1972 węzeł zasuwowy Nr W-3 w postaci dwóch bliźniaczych komór żelbetowych wyposażonych w zasuwę $\varnothing 600$, w celu podłączenia w przyszłości rurociągu tłoczego do oczyszczalni ścieków. Rurociąg ten został zaprojektowany przez DOR-EKO w marcu 1996 r, z rur polietylenowych o dużej gęstości typ PE-HD $\varnothing 630 \times 19,3$ mm, f-my KWH PIPE - Poland Sp. z o.o. Rurociągiem tym ścieki będą przetłaczane do budynku kraty gęstej. Na rurociągu tłocznym przed budynkiem kraty gęstej została wykonana komora zasuw Nr 4, wyposażona w dwie zasuwę odcinające $\varnothing 600$, co pozwoli na awaryjne ominięcie instalacji kraty. Odcinek rurociągu tłoczego od komory zasuw Nr 4 do budynku kraty został wykonany z rur stalowych. Cały rurociąg tłoczny do oczyszczalni został wykonany zgodnie z dokumentacją DOR-EKO.

26.3. Kanał dopływowy ścieków od budynku kraty gęstej do piaskowników wirowych.

Jest to kanał żelbetowy otwarty o przekroju prostokątnym odprowadzający ścieki od instalacji kraty gęstej do komory rozdzielczej przed piaskownikami (patrz - rozdz. 10). Z komory rozdzielczej do piaskowników wirowych ścieki płyną dwoma kanałami prostokątnymi - będącymi fragmentem tych piaskowników. Kanał został wykonany wg

dokumentacji DOR-EKO z grudnia 1995 r.

26.4. Rurociągi ścieków od piaskowników wirowych do bloku komór biologicznego oczyszczania ścieków.

Są to rurociągi grawitacyjne 2 x \varnothing 600 wykonane z rur stalowych - wg dokumentacji DOR-EKO z r. 1993. Na rurociągach tych jest wybudowana komora wlotowa ścieków do komory defosfatacji OB.4. Z komorą tą są zblokowane dwie zasuwy 2 x \varnothing 600, które pozwolą w razie konieczności na ominięcie całej oczyszczalni biologicznej i skierowanie ścieków odpływających z piaskowników wirowych - bezpośrednio do rurociągu odpływowego ścieków oczyszczonych z osadników wtórnych do komory zasuwowej przed istn. wałem p-powodziowym.

26.5. Przepływ ścieków przez komory bloku oczyszczalni biologicznej.

Przepływ ścieków przez komory defosfatacji, denitryfikacji i nitryfikacji - odbywa się przez otwory w ścianach działowych pomiędzy tymi komorami. Odpływ ścieków z komory nitryfikacji do osadników wtórnych odbywa się przy pomocy rurociągów stalowych \varnothing 600, usytuowanych wewnątrz bloku - wg dokumentacji DOR-EKO z 1996r.

26.6. Rurociąg odpływowy ścieków oczyszczonych.

Ścieki oczyszczone odpływają z osadników wtórnych rurociągami stalowymi \varnothing 600 podłączonymi do rurociągu zbiorczego \varnothing 800 z rur stalowych. Na rurociągu zbiorczym \varnothing 800 jest zlokalizowana pompownia ścieków na wysokie stany, komora zaworów powiązana funkcjonalnie z pompownią, oraz stacja pomiarowa ścieków oczyszczonych. Rurociąg \varnothing 800 jest podłączony do dwóch istn. rurociągów 2 x \varnothing 600 przejścia pod istn. wałem p-powodziowym. Miejsce podłączenia - przed istn. komorą zasuw odcinających. Rurociąg \varnothing 800 został zrealizowany wg dokumentacji DOR-EKO z lat 1992-93.

26.7. Kanalizacja ścieków własnych.

Kanalizacja została wykonana z rur kielichowych o średnicach: \varnothing 150, \varnothing 200, \varnothing 250 i \varnothing 300. Zbierają one ścieki bytowo - sanitarne z budynków oczyszczalni ścieków, oraz oraz wody nadosadowe z komory tlenowej stabilizacji osadu, oraz odcieki technologiczne ze stacji odwadniania osadu. Odpływ ścieków z tej kanalizacji jest skierowany do przepompowni ścieków własnych.

26.8. Rurociąg tłoczny ścieków własnych.

Rurociąg ten jest wykonany z rur stalowych \varnothing 150 i jest doprowadzony do kanału ścieków przed kratą gęstą w budynku OB.2c. W ten sposób wszystkie ścieki własne z terenu oczyszczalni są wprowadzane na wlot do tej oczyszczalni.

26.9. Sieć rurociągów osadowych.

Osad sedimentujący na dnie osadników, oraz osad wyflotowany na powierzchnię ścieków będzie wypompowywany do zewnętrznego nadziemnego koryta stalowego o przekroju prostokątnym, którym osady odpływają grawitacyjnie do zewnętrznego nadziemnego koryta stalowego o przekroju prostokątnym, którym osady dopływają grawitacyjnie do komory usytuowanej na wlocie do komory defosfatacji, do której dopłynie jako osad recyrkulowany. Osad nadmierny odpłynie dalej - rurociągiem stalowym \varnothing 250 do komór tlenowej stabilizacji osadu. Osad ustabilizowany będzie odpływać z tych komór do stacji odwadniania rurociągiem stalowym \varnothing 200, zaś wody nadosadowe będą odpływać rurociągiem stalowym \varnothing 300 do przepompowni ścieków własnych. Do rurociągu \varnothing 300 będzie podłączony rurociąg \varnothing 150 PVC odprowadzający odcieki z separatora piasku zainstalowanego w budynku OB.3.

Sieć rurociągów osadowych została zrealizowana na podstawie dokumentacji DOR-EKO z lat 1992-93.

26.10. Sieć sprężonego powietrza.

Sieć sprężonego powietrza została zrealizowana z rur wykonanych z laminatu odpornego na wysokie temperatury. Z budynku dmuchaw wychodzi magistralny rurociąg tłoczny \varnothing 600 skierowany do komory nitryfikacji, gdzie następnie przechodzi na średnicę \varnothing 400. Boczne rurociagi rozdzielcze, zasilające poszczególne segmenty dyfuzorów rurowych są wykonane z rur laminowanych o średnicach stopniowo malejących: \varnothing 350, \varnothing 300, \varnothing 250, \varnothing 200, \varnothing 150. Do magistralnego rurociągu tłoczego \varnothing 400 jest podłączony rurociąg \varnothing 200 zasilający instalację dyfuzorów rurowych w komorach tlenowej stabilizacji osadu. Tylko odcinek rurociągu \varnothing 600 jest ułożony w ziemi - od budynku dmuchaw do bloku biologicznego. Pozostała część sieci sprężonego powietrza jest ułożona na pomostach technologicznych w obrębie bloku OB.4.

Sieć sprężonego powietrza została wykonana wg dokumentacji DOR-EKO z roku 1996, z tym, że został zmieniony materiał - z rur ze stali nierdzewnej, na rury z laminatu - w wyniku przetargu publicznego.

26.11. Sieć koagulanta PIX.

Rurociagi tłoczne koagulanta PIX są wykonane z rur polietylenowych \varnothing 20, ułożonych na ziemi, lub na pomostach technologicznych bloku OB.4

PIX dozowany będzie do komór tlenowej stabilizacji osadu (do wód nadosadowych), oraz do komory nitryfikacji ścieków OB.4c.

Sieć koagulanta PIX została wykonana wg dokumentacji DOR-EKO z roku 1996.

26.12. Sieć kanalizacji deszczowej.

Wody opadowe z utwardzonych nawierzchni dróg i placów wewnętrznych będą odprowadzane siecią wydzielonej kanalizacji deszczowej do przepompowni ścieków własnych, skąd zostaną przetłone do budynku OB.2c, do kanału ścieków z pompowni "Cztkowy" - przed kratą gęstą.

27. OBSŁUGA OCZYSZCZALNI.

W projekcie technicznym przewidywano zatrudnienie 17 osób na trzech zmianach, oraz trzy osoby dodatkowe - na podmiiany. Rzeczywisty stan zatrudnienia będzie ustalony przez użytkownika oczyszczalni, po zakończeniu rozruchu technologicznego i po opracowaniu instrukcji dla opszczególnych obiektów, instalacji i węzłów technologicznych.

Proponowaną w projekcie technicznym obsługę oczyszczalni przedstawiono w poniższej tabeli:

L.p.	Pracownik	Zmiana I	Zmiana II	Zmiana III
1	Kierownik oczyszczalni	1		
2	Technolog	1		
3	Automatyk	1		
4	Dyspozytor	1	1	1
5	Księgowy	1		
6	Laboranci	2		
7	Operatorzy oczyszczalni	2	2	2
8	Operator sprzętu transportowego / taboru /	1		
9	Elektryk - mechanik	1		
	Razem	11	3	3

Na I zmianie - 11 osób

Na II zmianie - 3 osoby

Na III zmianie - 3 osoby.

Ogółem 17 osób + 3 osoby na podmiiany.

28. KONTROLA I STEROWANIE PROCESU TECHNOLOGICZNEGO.

Projektowana oczyszczalnia będzie bogato opomiarowana i zautomatyzowana. Pomiary będą zrealizowane w układzie analogowym i cyfrowym, przy zastosowaniu aparatów i urządzeń elektronicznych. Wskazania tych pomiarów będą przeniesione do dyspozytorni oczyszczalni ścieków. Dla większości zainstalowanych urządzeń jest możliwe sterowanie pracy zdalne - z pomieszczenia dyspozytorni.

Do kontroli i sterowania procesu technologicznego będą zainsatlowane następujące

rodzaje pomiarów:

- 1) pomiary przepływu ścieków i osadów - symbol pomiarowy: FIRQ
- 2) pomiar pH ścieków - symbol pomiarowy: QIR_{A_{pH}}
- 3) pomiary poziomu ścieków i osadów w komorach technologicznych - symbole pomiarowe: LISA, LZA, LSA, LAH
- 4) pomiary ciśnienia na instalacjach pompowych ścieków i osadów - symbol pomiarowy: PI
- 5) pomiar potencjału REDOX - symbol pomiarowy: QIR_{RDX}
- 6) pomiary gęstości osadu - symbol pomiarowy: DSA
- 7) pomiary stężenia tlenu w ściekach - symbol pomiarowy: QIRCA_{O₂}
- 8) sygnalizacja stanu pracy maszyn i urządzeń technologicznych - symbole pomiarowe: NSA, NA

W głównej sterowni będzie zainstalowany system komputerowy, który będzie spełniać trzy zasadnicze funkcje:

- sterowanie urządzeniami technologicznymi
- wizualizacja stanu urządzeń oczyszczalni
- centralna rejestracja i przetwarzanie danych

W tym celu w centralnej dyspozytorni będzie zainstalowany sterownik mikroprocesorowy, oraz komputer z monitorem, klawiaturą i drukarką.


Instalacja AKPiA jest przedstawiona w dokumentacji opracowanej przez f-mę AUTOMATIC - SYSTEM z Gdańska.

2 9. Laboratorium.

Analityczna kontrola procesu oczyszczania ścieków będzie zadaniem laboratorium, zlokalizowanego w budynku wielofunkcyjnym oczyszczalni ścieków. Obsługa tego laboratorium będzie prowadziła badania ścieków i osadów oczyszczalni centralnej, oraz w podczyszczalni ścieków w Drożdżowni. Na wyposażeniu laboratorium znajduje się sprzęt potrzebny do wykonywania oznaczeń niezbędnych do kontroli procesów oczyszczania ścieków, przeróbki osadów, oraz kontroli jakości ścieków surowych i ścieków oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika.

Wyposażenie laboratorium jest przedstawione w "P.T. Laboratorium Ochrony Środowiska", opracowanym przez DOR-EKO w kwietniu 1997 r.

Opracował:
mgr inż. Sławomir Ziemięć


mgr inż. Sławomir Ziemięć
uprawn. budowl. Nr 778/66/Ww
specjalność techn. budowl.
inżynieria wodna
/Dz. Bud. Nr 17/64 poz. 55/