

## SPIS TREŚCI

<b>1. INFORMACJE OGÓLNE .....</b>	<b>3</b>
1.1 PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA .....	3
1.2 INWESTOR .....	3
1.3 PODSTAWA OPRACOWANIA .....	3
<b>2. LOKALIZACJA INWESTYCJI .....</b>	<b>3</b>
<b>3. STAN ISTNIEJĄCY .....</b>	<b>3</b>
<b>4. BILANS ŚCIEKÓW .....</b>	<b>5</b>
<b>5. ODPADY .....</b>	<b>7</b>
<b>6. PRZEWIDYWANA ILOŚĆ WYKORZYSTYWANEJ WODY, ENERGII I INNYCH SUROWCÓW .....</b>	<b>7</b>
<b>7. OPIS PROJEKTOWANEJ TECHNOLOGII OCZYSZCZALNI .....</b>	<b>9</b>
<b>8. DOBÓR URZĄDZEŃ .....</b>	<b>11</b>
<b>9. OPIS PROJEKTOWANYCH OBIEKTÓW .....</b>	<b>16</b>
9.1. AUTOMATYCZNA STACJA ZLEWCZA ŚCIEKÓW DOWOŻONYCH .....	16
9.2. SEKWENCYJNY REAKTOR PORCJOWY (SBR) .....	17
9.3. RUROCIĄGI MIĘDZYOBIEKTOWE .....	25
9.4. PROJEKTOWANE NAWIERZCHNIE .....	26
<b>10. OPIS PRZEBUDOWY POMIESZCZENIA TECHNICZNEGO .....</b>	<b>26</b>
<b>11. WYTYCZNE BRANŻOWE .....</b>	<b>27</b>
11.1. BRANŻA KONSTRUKCYJNA .....	27
11.2. BRANŻA ELEKTRYCZNA .....	28
11.3. INSTALACJE SANITARNE .....	33
<b>12. UWARUNKOWANIA GEOTECHNICZNE .....</b>	<b>33</b>
<b>13. HARMONOGRAM PRAC BUDOWALNYCH .....</b>	<b>33</b>
<b>15. WNIOSKI KOŃCOWE .....</b>	<b>35</b>
<b>16. WYKORZYSTANE AKTY PRAWNE I DYREKTYWY .....</b>	<b>35</b>

## **SPIS RYSUNKÓW**

1. Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków	rys. nr 0
2. Plan zagospodarowania terenu oczyszczalni ścieków, skala 1:500	rys. nr 1
3. Sekwencyjny reaktor biologiczny porcjowy SBR, skala 1:100	rys. nr 2
4. Schemat stacji zlewczej ścieków dowożonych, skala 1:25,	rys. nr 3
5. Agregat sprężarkowy, skala 1:25,	rys. nr 4
6. Wpięcie do istn. piaskownika podłużnego, skala 1:50	rys. nr 5
7. Schemat włączenia projektowanej pompy PIX, skala 1:50	rys. nr 6
8. Schemat umebrowania pomieszczenia technicznego, skala 1:50	rys. nr 7
9. Profile podłużne projektowanych sieci międzyobiektowych	rys. 8 - 14

## **Spis załączników**

1. Prognoza bilansu ścieków- pogoda sucha	– załącznik nr 1.1
2. Prognoza bilansu ścieków- pogoda deszczowa	– załącznik nr 1.2
3. Prognoza bilansu ładunków zanieczyszczeń	– załącznik nr 2
4. Harmonogram pracy zbiorników SBR podczas występowania przepływów maksymalnych godzinowych w pogodzie deszczowej	- załącznik nr 3

## **1. INFORMACJE OGÓLNE**

### **1.1 Przedmiot i zakres opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy przebudowy i rozbudowy części biologicznej oczyszczalni ścieków w Słubicach.

### **1.2 Inwestor**

Inwestorem jest Zakład Usług Wodno – Ściekowych Sp. z o.o. z siedzibą w Słubicach.

### **1.3 Podstawa opracowania**

Podstawą opracowania są:

- umowa zawarta pomiędzy Zakładem Usług Wodno – Ściekowych Sp. z o.o. z siedzibą w Słubicach a konsorcjum firm:  
ESKO CONSULTING Sp. z o.o. – Lider konsorcjum  
ul. Ślężna 112/38, 53-111 Wrocław,  
oraz  
Bio – Nova Sp. z o.o. – Partner konsorcjum  
ul. Jana Brzechwy 3, 51-141 Wrocław,
- mapa do celów projektowych terenu oczyszczalni w skali 1:500,
- ustalenia z przedstawicielami zamawiającego,
- opis przedmiotu zamówienia,
- wizja lokalna w terenie,
- katalogi i informacje producentów i dostawców zastosowanych urządzeń,
- projekt wstępny pn. „Przebudowa i rozbudowa oczyszczalni ścieków w Słubicach”,
- projekt budowlany pn. „Przebudowa i rozbudowa oczyszczalni ścieków w Słubicach”,
- obowiązujące przepisy i normatywy.

## **2. LOKALIZACJA INWESTYCJI**

Przedmiotowa inwestycja zlokalizowana jest w północno – zachodniej części miasta Słubice na terenie istniejącej oczyszczalni ścieków przy ul. Żurawiej 10, na działce o numerze ewidencji 36/3 w obrębie ewidencyjnym nr 2 m. Słubice.

Powierzchnia istniejącej oczyszczalni ścieków w granicach ogrodzenia wynosi 1,56 ha, natomiast powierzchnia działki nr 36/3 wynosi ok. 6,0 ha.

## **3. STAN ISTNIEJĄCY**

Obecnie oczyszczalnia oczyszcza ścieki komunalne doprowadzone trzema rurociągami tłocznymi (dwa kolektory o średnicy 300mm wykonane z PCV oraz jeden o średnicy 200mm wykonany z PE) oraz ścieki dowożone taborem asenizacyjnym z obszaru gminy Słubice.

Ścieki surowe dopływające do oczyszczalni ścieków rurociągami tłocznymi doprowadzone są do komory rozprężnej przyległej do budynku krat. Z komory rozprężnej ścieki prowadzone są kanałem grawitacyjnym B=900mm do budynku krat wyniesionego ponad poziom terenu na ok. 6,9m, gdzie przepływają przez kratę gęstą o prześwicie 6mm. Następnie trafiają do dwukomorowego piaskownika poziomego przedmuchiwanego zblokowanego z budynkiem krat. Z piaskownika ścieki odprowadzane są naprzemiennie kanałami grawitacyjnymi o przekroju 0,6x0,6m (osadzonymi na estakadzie) do jednego z dwóch sekwencyjnych reaktorów porcjowych (zwanym dalej SBR) o średnicy 24,0m i głębokości czynnej 5,6m. Reaktory SBR łączą funkcję komór anaerobowej, atoksycznej i tlenowej oraz osadnika wtórnego, pracując cyklicznie w wydzielonych fazach:

- a) beztlenowego napełniania i mieszania, podczas której następuje proces denitryfikacji oraz uwalnianie fosforu z masy komórkowej osadu czynnego,
- b) napełniania, napowietrzania i mieszania, podczas której następuje redukcja węgla organicznego, nitryfikacja oraz defosfatacja biologiczna,
- c) napowietrzania i mieszania przy braku dopływu ścieków, podczas których dalej postępują procesy zapoczątkowane w fazie „b)”, a dodatkowo jest wiązany chemicznie fosfor w wyniku dawkowania koagulantu PIX lub PAX (sole żelaza lub glinu),
- d) uspokajania i sedymentacji – wyłączone mieszanie i napowietrzanie,
- e) spustu sklarowanych i oczyszczonych ścieków oraz osadu nadmiernego,
- f) mieszania osadu czynnego, podczas której następuje jego denitryfikacja –początkowo przy mieszaniu powietrznym.
- g) faza napowietrzania bez dopływu ścieków, podczas której następuje regeneracja osadu.

Proces biologicznej defosfatacji prowadzony w reaktorze SBR jest wspomagany przez chemiczne strącanie związków fosforu związkiem soli żelaza lub glinu (PIX lub PAX). Każdy z reaktorów współpracuje z trzema wolnostojącymi dmuchawami usytuowanymi na oddzielnych fundamentach. Każda z dmuchaw pracuje z wydajnością 31,5 m<sup>3</sup>/min.

Na terenie oczyszczalni ścieków funkcjonuje punkt zlewczy dowożonych nieczystości płynnych, na którym umieszczono kratę koszową o prześwicie 8 cm w celu uniknięcia zapychania się pomp w lokalnej przepompowni ścieków. Lokalna przepompownia ścieków o wydajności 90,0 m<sup>3</sup>/h przyjmuje ścieki bytowo – gospodarcze z terenu oczyszczalni, ścieki dopływające z punktu zlewczego ścieków dowożonych, ciecze nadosadowe z zagęszczaczy grawitacyjnych oraz z prasy filtracyjnej, następnie przetłacza je rurociągiem DN150mm do komory rozprężnej przed budynkiem krat.

Ścieki oczyszczone odprowadzane są z reaktorów SBR do odbiornika pośredniego - Kanału Czarnego, stanowiącego lewy dopływ Kanału Czerwonego.

Część osadowa oczyszczalni ścieków składa się z:

- dwóch grawitacyjnych zagęszczaczy osadu nadmiernego,
- budynku pras wyposażonego w prasę taśmową filtracyjną o wydajności  $4\div 11\text{m}^3/\text{h}$ , stację dozowania polielektrolitu oraz kontener na osad odwodniony zawierający ok. 20% s.m.,
- składowiska osadu będącego betonową płytą kompostową podzieloną na dwie kwatery o powierzchni  $210,0\text{ m}^2$ ; na kwaterach składowania osadu jest on poddawany procesowi wapnowania.

## **4. BILANS ŚCIEKÓW**

### **Założenia wstępne**

Oczyszczalnia ścieków będzie docelowo oczyszczała ścieki komunalne z aglomeracji Słubice, która obecnie obejmuje miasto Słubice (z wyłączeniem osiedla Krasińskiego) oraz wieś Kunowice (z wyłączeniem osiedla Widok i części ul. Słubickiej) leżącej na obszarze gminy Słubice. Rozbudowę części biologicznej o trzeci reaktor SBR zaprojektowano na okres perspektywiczny 20 lat.

Ścieki doprowadzone są do oczyszczalni systemem kanalizacji ciśnieniowej. Ponadto przewiduje się dowożenie do oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych taborem asenizacyjnym z terenów nieskanalizowanych.

### ***Ilość ścieków doprowadzonych do oczyszczalni***

Wg danych przyjętych na podstawie prognozy bilansu ścieków (załącznik nr 1) docelowa przepustowość oczyszczalni będzie wynosić:

- dla pogody suchej:
  - $Q_{d\acute{s}r} = 4036\text{ m}^3/\text{d}$ ,
  - $Q_{dmax} = 5650\text{ m}^3/\text{d}$ ,
  - $Q_{h\acute{s}r} = 235\text{ m}^3/\text{h}$ ,
  - $Q_{hmax} = 589\text{ m}^3/\text{h} = 163,6\text{ l/s}$ ,
  - $Q_{hmin} = 163\text{ m}^3/\text{h} = 45,3\text{ l/s}$ ,
- dla pogody deszczowej:
  - $Q_{d\acute{s}r} = 4700\text{ m}^3/\text{d}$ ,
  - $Q_{dmax} = 6581\text{ m}^3/\text{d}$ ,
  - $Q_{h\acute{s}r} = 274\text{ m}^3/\text{h}$ ,
  - $Q_{hmax} = 685\text{ m}^3/\text{h} = 190,3\text{ l/s}$ ,
  - $Q_{hmin} = 190\text{ m}^3/\text{h} = 52,8\text{ l/s}$ .

### ***Ilość zanieczyszczeń i jakość ścieków doprowadzonych do oczyszczalni***

Według danych przyjętych na podstawie prognozy bilansu ładunków zanieczyszczeń (załącznik nr 2) obliczeniowa najwyższa wartość ładunku doprowadzona do oczyszczalni w roku referencyjnym 2034 w odniesieniu do wskaźnika  $BZT_5$  wyniesie  $1439\text{ kg/d}$  (w tym od mieszkalnictwa, przemysłu i

usług, podmiotów użyteczności publicznej). Stąd, przyjmując jednostkowy ładunek zanieczyszczeń na jednego mieszkańca na poziomie 60g/Md, ustalono równoważną ilość mieszkańców odprowadzających ścieki do oczyszczalni na poziomie:

$$RLM = 1439/60 * 10^3 = 23975 \text{ RM}$$

Dodatkowo do oczyszczalni dopływają ścieki przypadkowe (wody infiltracyjne i ścieki deszczowe), oraz dowożone są ścieki z terenów nieskanalizowanych. Po ich uwzględnieniu wartość RLM wyniesie 24 658 RM.

Przyjmując jednostkowe ładunki zanieczyszczeń dla wybranych wskaźników na poziomach:

Łj BZT5	= 60 g O <sub>2</sub> /Md
Łj CHZT	= 120 g O <sub>2</sub> /Md
Łj Nog	= 12 g Nog/Md
Łj Pog	= 2,5 g Pog/Md
Łj zaw. og.	= 65 g/Md

ustalono, że do oczyszczalni w ściekach surowych doprowadzony zostanie ładunek zanieczyszczeń w odniesieniu do tych wskaźników w ilościach:

Ł BZT5	= 24658 * 60 * 10 <sup>-3</sup>	= 1480 kg O <sub>2</sub> /d
Ł CHZT	= 24658 * 120 * 10 <sup>-3</sup>	= 2959 kg O <sub>2</sub> /d
Ł Nog	= 24658 * 12 * 10 <sup>-3</sup>	= 294 kg O <sub>2</sub> /d
Ł Pog	= 24658 * 2,5 * 10 <sup>-3</sup>	= 61 kg O <sub>2</sub> /d
Ł zaw. og.	= 24658 * 65 * 10 <sup>-3</sup>	= 1601 kg O <sub>2</sub> /d

Stąd wielkość wskaźników zanieczyszczeń w ściekach doprowadzanych do oczyszczalni będzie wynosić średnio:

S BZT5	= 1480/4036 * 10 <sup>3</sup>	= 367 g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
S CHZT	= 2959/4036 * 10 <sup>3</sup>	= 733 g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
S Nog	= 294/ 4036 * 10 <sup>3</sup>	= 73g No/m <sup>3</sup>
S Pog	= 61/4036 * 10 <sup>3</sup>	= 15 g Pog/m <sup>3</sup>
S zaw.og.	= 1601/4036 * 10 <sup>3</sup>	= 397 g/m <sup>3</sup>

### **Niezbędny stopień oczyszczania**

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 lipca 2014 r. (Dz. U. 2014, poz. 1800) w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń lub minimalne procenty redukcji zanieczyszczeń dla oczyszczonych ścieków komunalnych wprowadzanych do wód i ziemi dla oczyszczalni od 15 000 do 99 999 RLM powinny wynosić:

BZT <sub>5</sub>	≤	15 g/m <sup>3</sup> lub 90%
ChZT	≤	125 g/m <sup>3</sup> lub 75%
Zaw.	≤	25 g/m <sup>3</sup> lub 90%
Azot ogólny	≤	15 g/m <sup>3</sup> lub 70-80%

Fosfor ogólny	≤	2 g/m <sup>3</sup> lub 80%
pH	≤	6,5 – 9,0

## 5. ODPADY

Podczas prowadzenia procesów technologicznych w części mechanicznej oczyszczania ścieków powstają odpady w postaci skratek i piasku, zaś w trakcie prowadzenia procesów biologicznego oczyszczania ścieków następuje produkcja osadu nadmiernego kierowanego na istniejącą część osadową oczyszczalni, gdzie w wyniku zagęszczania wstępnego na zagęszczaczach grawitacyjnych i mechanicznego na prasie taśmowej otrzymywany jest osad zagęszczony.

### Skratki

Założono jednostkową ilość skratek na poziomie 10 dm<sup>3</sup>/Ma. Stąd dobową ilość piasku wynosi:

$$V = 24\,685 \times 10/365 = 676,3 \text{ dm}^3/\text{d}$$

### Zawiesina mineralna

Założono jednostkową ilość piasku na poziomie 5 dm<sup>3</sup>/Ma. Stąd dobową ilość piasku wynosi:

$$V = 24\,685 \times 5/365 = 338 \text{ dm}^3/\text{d}$$

### Osady ściekowe

Dobowy przyrost wynosi:

$$X = 1\,479,5 \text{ kg}/\text{d}$$

Ilość osadu ustabilizowanego przy założeniu uwodnienia 80% wynosi:

$$1479,5 \times 100/(100-80) = 7,4 \text{ T}/\text{d}.$$

Piasek i skratki po ich wstępnym oczyszczeniu z zawiesin organicznych oraz osad zagęszczony zhygienizowany deponowane są na składowisku odpadów. W kolejnych etapach inwestycyjnych niebędących przedmiotem niniejszego opracowania osad będzie poddawany przeróbce i dalszemu wykorzystaniu.

## 6. PRZEWIDYWANA ILOŚĆ WYKORZYSTYWANEJ WODY, ENERGII I INNYCH SUROWCÓW

### 6.1. Przewidywana ilość wykorzystywanej wody

Przewidywana ilość wykorzystywanej wody użytkowej w stosunku do stanu istniejącego wzrośnie i będzie zaspokajać zapotrzebowanie nowoprojektowanego urządzenia sita z prasą do skratek będącego elementem automatycznej zlewni ścieków dowożonych.

Przewiduje się zwiększenie zapotrzebowania na wodę o ok. 3 m<sup>3</sup>/d.

### 6.2. Przewidywana ilość wykorzystywanej energii

Moc zainstalowana urządzeń na oczyszczalni ścieków zwiększona zostanie o 93 kW. Łączne zwiększenie zapotrzebowania mocy wyniesie ok. 744 kWh/d.

Zestawienie mocy poszczególnych urządzeń oraz dane bilansowe zestawiono w tabeli nr 1. Z przeprowadzonej analizy zapotrzebowania w energię elektryczną całego obiektu po jego przebudowie wynika, że nie występuje konieczność wymiany transformatorów na nowe o wyższej mocy, a konieczne

jest jedynie zwiększenie mocy przyłącza elektroenergetycznego do poziomu 360kW. Szczegóły zawarto w branży elektrycznej.

Tabela nr 1. Zestawienie mocy urządzeń projektowanych – dane bilansowe.

Rodzaj urządzeń	liczba urządzeń [szt.], [kpl.]	moc zainstalowana [kW]	moc użytkowa [kW]
Dekanter	1	1,5	1,5
Mieszadła	2	7,5	7,5
Pompy	1	2	2
Przepustnice	2	0,2	0,2
Dmuchawy	3	55	110
Pompka PIX	1	0,1	0,1
Zlewnia ścieków	1	1,5	1,5
Instalacje el. - bud. socjalny	-	5	10
<b>BILANS</b>		72,8	132,8
		<b>Współczynnik jednoczesności Kz</b>	<b>Moc zapotrzebowana</b>
		0,7	<b>92,96</b>

### 6.3. Przewidywana ilość wykorzystywanych materiałów

#### Wapno palone

Do higienizacji komunalnych osadów ściekowych wykorzystywane jest wapno palone, które pozwala skutecznie ograniczyć występujące w nich drobnoustroje oraz eliminować nieprzyjemne zapachy. Szacunkowe zużycie wapna palonego:

- dawka: 200 kg/Mg smo
- dobową ilość osadu: 1479,5 kg smo/d

$$X = 1,479 \text{ Mg} \times 200 \text{ kg} / \text{Mg smo} = 295,8 \text{ kg/d}$$

#### Polielektrolit

W celu wspomagania koagulacji w procesach odwadniania i zagęszczania osadów stosowane są polielektrolity. Szacunkowe zużycie polielektrolitu wyniesie:

- dawka: 5 g/kg smo,
- dobową ilość osadu: 1479,5 kg smo/d,

$$X = 1479,5 \text{ kg smo/d} \times 0,005 \text{ kg/kg smo} = 7,4 \text{ kg/d}$$

#### Koagulanty PIX

W celu wspomagania procesów biologicznego oczyszczania ścieków stosuje się dawkowanie koagulantu PIX do dwóch istniejących i nowoprojektowanego zbiornika SBR. Szacunkowe zużycie koagulantów wyniesie:

- dawka: 150 g/m<sup>3</sup> ścieków,
- Qdśr: 4036 m<sup>3</sup>/d,

$$X = 4036 \text{ m}^3/\text{d} \times 0,15 \text{ kg/m}^3 = 605,4 \text{ kg/d}$$



**Uwaga:** każda z ww. dawek poddana zostanie weryfikacji na etapie rozruchu technologicznego oczyszczalni po jej przebudowie i rozbudowie. Podane dawki traktować należy jedynie jako dawki wyjściowe.

## **7. OPIS PROJEKTOWANEJ TECHNOLOGII OCZYSZCZALNI**

Szczegółowy zakres prac na terenie oczyszczalni ścieków będzie obejmował:

- budowę:
  - automatycznej stacji zlewczej ścieków dowożonych,
  - sekwencyjnego reaktora porcjowego (SBR) ze schodami i skarpa okalającą,
  - stacji dmuchaw dla nowoprojektowanego reaktora SBR,
  - rurociągów między obiektowych w tym powietrza ścieków, wody, koagulantu,
  - oświetlenia nowoprojektowanego terenu,
  - linii kablowych energetycznych, sygnalizacyjnych, sterowniczych, oświetleniowych,
  - nowego systemu sterowania pracą oczyszczalni ścieków obejmującego wszystkie istniejące i nowoprojektowane urządzenia i obiekty,
  - chodników, placów manewrowych i dróg wewnątrzzakładowych,
- przebudowę:
  - przebudowę istniejącego kanału sanitarnego wewnątrzzakładowego po trasie istniejącej,
- oraz dodatkowo:
  - remont pomieszczenia pralni i suszarni, które pełnić będzie rolę pomieszczenia technicznego oczyszczalni ścieków,
  - wymianę starych zużytych technicznie urządzeń technologicznych na nowe urządzenia o wyższej sprawności i mniejszej energochłonności,
  - rozbiórkę istniejącego punktu zlewczego ścieków dowożonych.

Projektowany zakres oczyszczalni ścieków będzie realizował procesy biologicznego oczyszczania ścieków tj.:

- denitryfikacji,
- nitryfikacji,
- defosfatacji,
- sedymentacji i kondycjonowania osadu czynnego.

### **Opis pracy oczyszczalni w zakresie projektowanych obiektów**

Ścieki komunalne obecnie doprowadzane są do oczyszczalni trzema rurociągami tłocznymi oraz dowożone są taborem asenizacyjnym z obszaru gminy Słubice.

Ścieki surowe dopływające do oczyszczalni ścieków rurociągami tłocznymi odprowadzone są do komory rozprężnej przyległej do istniejącego budynku krat, gdzie następuje proces cedzenia na kratkach i dalej trafiają na istniejący przedmuchiwany piaskownik podłużny, w którym następuje proces sedymentacji części mineralnych (piasek i żwir).

Z istniejącego piaskownika ścieki odprowadzane są do porcjowo do trzech sekwencyjnych reaktorów biologicznych (dwóch istniejących i jednego projektowanego), w których zachodzi proces biologicznego podczyszczania

ścieków. Ścieki do reaktorów SBR I i II dopływają odrębnymi otwartymi kanałami żelbetowymi o przekroju prostokątnym, zaś do projektowanego SBR III doprowadzane są projektowanym rurociągiem zamkniętym DN500 stal i Ø630 PE o przepływie syfonowym.

Projektuje się oczyszczanie biologiczne ścieków prowadzone w 8 godzinnych cyklach 3 razy na dobę w każdym z reaktorów SBR. Przesunięcie cykli pomiędzy reaktorami wynosić będzie 2h 40min.

Cykl pracy każdego z reaktorów składać się będzie z niżej wymienionych faz:

- 1) faza beztlenowego napełniania i mieszania wsadu, w trakcie której występować będzie proces denitryfikacji I-go stopnia (uwalnianie fosforu z masy komórkowej osadu czynnego),
- 2) faza tlenowego napełniania i mieszania, podczas której nastąpi proces redukcji węgla organicznego, nitryfikacji i defosfatacji I-go stopnia,
- 3) faza beztlenowego mieszania przy braku dopływu ścieków, w trakcie której następować będzie proces denitryfikacji II-go stopnia,
- 4) faza tlenowa z udziałem mieszania wsadu, w trakcie której następuje proces redukcji węgla organicznego, nitryfikacji i defosfatacji II-go stopnia – dodatkowo poprzez dawkowanie PIX-u lub PAX-u chemicznie wiązany jest fosfor,
- 5) faza sedimentacji zawiesin przy wyłączonym mieszaniu i napowietrzaniu, podczas której następuje klarowanie ścieków,
- 6) faza spustu ścieków oczyszczonych oraz spustu osadu nadmiernego – osad odprowadzany automatycznie,
- 7) faza kondycjonowania osadu, podczas której wstępnie napowietrzony osad poddany zostanie procesowi denitryfikacji i nitryfikacji.

Projektowany szczegółowy schemat działania zbiorników SBR względem rozkładu przepływów maksymalnych godzinowych w pogodzie deszczowej przedstawiono w załączniku nr 3.

Napowietrzanie w nowoprojektowanym zbiorniku SBR prowadzone będzie za pomocą systemu złożonego z drobnopęcheżykowych dyfuzorów rurowych tworzywowych osadzonych na rusztach napowietrzających o przekroju kwadratowym (80x80x2mm) włączonych do kolektorów głównych zasilanych z trzech nowoprojektowanych dmuchaw pracujących w układzie 2+1 o jednostkowej wydajności 31,5m<sup>3</sup>/h.

Mieszanie ścieków realizowane będzie poprzez dwa nowoprojektowane mieszadła wolnoobrotowe, a osad nadmierny odpompowywany będzie nowoprojektowaną pompą osadu nadmiernego i kierowany do istniejących zagęszczaczy grawitacyjnych, z których trafi do dalszej przeróbki.

Koagulant PIX (lub PAX) dawkowany do ścieków w nowoprojektowanym reaktorze SBR doprowadzony zostanie z istniejącej stacji dozowania koagulantu nowoprojektowanym rurociągiem tworzywowym.

W przypadku wystąpienia skrajnie wysokich napływów ścieków powodowanych zwiększonym dopływem do oczyszczalni wód przypadkowych i infiltracyjnych istnieje możliwość przełączenia reaktorów w 6 godzinny tryb pracy.

## 8. DOBÓR URZĄDZEŃ

### Automatyczna stacja zlewczna ścieków dowożonych

Automatyczna stacja zlewczna ścieków dowożonych umożliwia dokładny pomiar natężenia przepływu oraz parametrów ścieków takich jak: pH, przewodność, temperatura. Projektowana stacja została wyposażona w hermetyczne sito z prasą tłokową do skratek o prześwicie 20 mm, które służy do separacji ciał stałych zawartych w ściekach komunalnych. W skład stacji zlewczej wchodzi:

- panel sterujący
- hermetyczne sito z prasą tłokową do skratek o perforacji 20 mm,
- przepływomierz elektromagnetyczny DN 125 ze stali kwasoodpornej,
- ciąg spustowy Ø125 wraz ze sterowaniem:
  - rura doprowadzająca ścieki zakończona złączem strażackim,
  - zasuwa odcinająca z napędem pneumatycznym,
  - rura odprowadzająca ścieki zakończona odpowiednim złączem,
- sprężarka,
- moduł pomiarowy z kolektorem płuczącym (pH, przewodność, temperatura),
- czytnik do szybkiej identyfikacji dostawców,
- identyfikatory dostawców (min. 10 szt.),
- kontener o wymiarach 2,0x3,3x2,3 m ze stali kwasoodpornej min. 1.4301, izolowany termicznie, ogrzewany elektrycznie z regulowaną temperaturą i wentylacją wymuszoną,
- program do archiwizacji danych,
- drukarka.

#### Szczegółowe parametry techniczne:

- |                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| • przepustowość                    | do 100m <sup>3</sup> /h,            |
| • zasilanie                        | 3 LNPE 400V 50Hz,                   |
| • doprowadzenie zasilania          | kabel YKYżo 5 x 6 mm <sup>2</sup> , |
| • maksymalny pobór mocy            | 9 kW,                               |
| – pobór mocy:                      |                                     |
| • układ sterowania                 | 200 W,                              |
| • ogrzewanie                       | 2000 W,                             |
| • oświetlenie wewnętrzne (2 szt.)  | ~150 W,                             |
| • wentylacja (2 szt.)              | ~50 W,                              |
| • sprężarka                        | 1500 W,                             |
| • sito z prasą do skratek          | 3300 W,                             |
| • pobierak prób (opcja)            | 400 W,                              |
| – pobór wody dla układu płuczącego | 20 litrów / cykl,                   |
| – sprężone powietrze               | Pu = 0,4 ÷ 0,6 MPa,                 |
| – mierzone parametry:              |                                     |

- objętość ścieków w zakresie prędkości przepływu  $0 \div 3000 \text{ dm}^3/\text{min}$ ,
- pH (elektroda)  $2 \div 14 \text{ pH}$ ,
- temperatura  $0 \div 50 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- indukcyjny pomiar przewodności  $0 \div 20 \text{ m S}$ ,
- przyłącze (szybkozłącze typu strażackiego) 110 mm,
- gabaryty  $2,0 \times 3,3 \times 2,4 \text{ m}$ ,
- wykonanie materiałowe stal kwasoodporna min. 1.4301.

Wykonano obliczenia hydrauliczne dla istniejącego systemu kanalizacji wewnątrzzakładowej ks150 mającej odebrać ścieki z projektowanej automatycznej zlewni ścieków dowożonych z których wynika, że kanał nie posiada wystarczającej przepustowości, a w studzienkach połączeniowych występować będą podtopienia.

Z uwagi na niewystarczającą przepustowość istniejącego kanału ks150 projektuje się przebudowę kanalizacji po istniejącej trasie na kanał o średnicy Ø250 PVC. Przebieg kanału oraz profil zawarto na rys. nr 1 (plan zagospodarowania terenu) i nr 10 (profil podłużny kanalizacji wewnątrzzakładowej). Wydajność lokalnej przepompowni pozostaje bez zmian ze względu na zmianę miejsca zrzutu ścieków, a nie ich ilości.

#### **Agregat sprężarkowy (dmuchawy)**

Do napowietrzania ścieków w projektowanym reaktorze SBR zaprojektowano trzy agregaty sprężarkowe pracujące w układzie 2+1 (awaria) wyposażone w obudowy dźwiękochłonne i przetworniki częstotliwości (po jednym na każdą z dmuchaw). Dobrano agregaty sprężarkowe o następujących parametrach technicznych:

Sprężarki muszą spełniać poniższe parametry:

- max. wydajność jednej sprężarki:  $Q_{\max} = 1890 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- max. pobór mocy przy  $Q_{\max}$ :  $P_{\max} = 40,2 \text{ kW}$ ,
- min. wydajność jednego zespołu (40%  $Q_{\max}$ ):  $Q_{\min} = 761 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- max. pobór mocy przy  $Q_{\min}$ :  $P_{\min} = 18,5 \text{ kW}$ ,
- zainstalowany silnik nie większy niż 45kW,
- różnica ciśnień:  $\Delta p = 700 \text{ mbar}$ ,
- maksymalna prędkość obrotowa sprężarki nie wyższa niż 3400 rpm,
- max. poziom hałasu z obudową dźwiękochłonną mierzony w/g normy ISO 3744: 70 dB(A) +/- 3 dB,

Warunki zewnętrzne dla podanych wyżej wartości:

- a. - temperatura powietrza:  $T_{\text{pow.}} = 20^\circ\text{C}$ ,
- b. - wilgotność względna:  $RH = 50\%$ ,
- c. - ciśnienie atmosferyczne:  $P = 1,013 \text{ bar abs.}$

Minimalne wymagane wyposażenie sprężarek:

- stopień sprężający o wirnikach śrubowych powlekanych powłoką antykorozyjną,

- tłumik wlotowy zintegrowany z filtrem powietrza stanowiący ramę agregatu,
- separator zanieczyszczeń min. klasa EU4,
- zawór bezpieczeństwa/wydmuchowy wraz z tłumikiem hałasu,
- wentylator obudowy dźwiękochłonnej,
- kompensator,
- zawór przeciwwrotny,
- zawór rozruchowy,
- wentylator chłodzący wewnątrz obudowy wyposażony w niezależny napęd,
- tłumik wylotowy,
- silnik elektryczny: standardowy, łatwodostępny asynchroniczny na prąd trójfazowy do pracy ciągłej, o klasie izolacji min. F,
- wysokosprawna przekładnia pasowa,
- układ monitoringu elektronicznego.

## **SEKWENCYJNY REAKTOR BIOLOGICZNY**

### **Mieszadła**

W celu mieszania ścieków w projektowanym sekwencyjnym reaktorze biologicznym zaprojektowano dwa mieszadła o parametrach:

- średnica mieszadła: 650 mm,
- ilość obrotów maks.: 500 obr/min,
- moc znamionowa: 5,5-7,5 kW,
- IP68 klasa izolacji silnika nie gorsza niż H(180stC),
- wykonanie materiałowe kadłuba stal nierdzewna nie gorsza niż 1.4301,
- wirnik mieszadła trójłopatkowy, ze zwężką strumieniową o średnicy min.  $d_n = 650\text{mm}$  wykonany ze stali nierdzewnej nie gorszej niż ASTM 316L.
- maksymalna moc silnika na wale mieszadła  $P_2 = 7,5\text{kW}$ .
- wymagana minimalna nominalna siła mieszania 1 mieszadła  $F=2350\text{N}$ ;
- maksymalna moc pobierana z sieci przez napęd  $P_1=8,1\text{kW}$ ;
- parametry mieszadła (siła, sprawność) muszą być określone zgodnie z obowiązującą normą ISO21630:2007;
- możliwość pracy przy poziomie min. 2,3m od dna w miejscu montażu mieszadła.

### **Dekanter**

Do spustu ścieków sklarowanych zaprojektowano dekanter pracujący w przedziale czasowym 30-90 min (automatycznie regulowany czas spustu). Dekanter wyposażony jest w rozwiązanie zapobiegające odpływowi piany lub kożucha ściekowego oraz w system pozwalający na jego automatyczną eksploatację. Całość urządzenia wykonana z materiałów odpornych na

korozję w tym konstrukcja ze stali min. 1.4301. Przepustowość maksymalna urządzeń dekantacyjnych w jednym reaktorze SBR wynosi  $Q_{\max} = 1000\text{m}^3/\text{h}$ .

- średnica urządzenia: 2300 mm,
- silownik – moc napędu: 0,5 kW,
- wykonanie materiałowe: elementy stalowe min. 1.4307,
- rury przegubowe: guma EPDM,
- odpływ ścieków: grawitacyjny.

### **Pompa osadu nadmiernego**

W centralnej części nowoprojektowanego reaktora SBR zaprojektowano pompę osadu nadmiernego o parametrach:

- wydajność: 20-42,5 l/s,
- wysokość podnoszenia dla  $Q = 42,5\text{ l/s}$  9,05 m
- liczba obrotów: 1450 obr/min,
- moc znamionowa: 5,0 - 5,9 kW,

Minimalne wymagania techniczne i materiałowe dla projektowanych pomp:

- pompy wyposażone w wirniki otwarte/półotwarte, samooczyszczające się, współpracujące z dyfuzorem wlotowym,
- wirnik powinien umożliwiać pompowanie osadów ściekowych do 8%smo.
- korpus pompy wykonany z żeliwa klasy min. GG25,
- wał pompy łożyskowany w łożyskach tocznych niewymagający dodatkowego smarowania oraz regulacji,
- wał pompy wykonany ze stali nierdzewnej o właściwościach mechanicznych i antykorozyjnych nie gorszych niż stal klasy ASTM 431,
- silnik pompy wykonany ze stopniem ochrony IP 68, z klasą izolacji silnika H(180°C), rodzajem pracy S1, do zasilania prądem zmiennym 3-fazowym, 400 V, 50 Hz,
- silnik wyposażony w czujnik przecieku;
- pompy wyposażone w kable długości min. 20m,
- pompa dostosowana do współpracy z falownikiem.

### **Przepływomierze elektromagnetyczne osadu nadmiernego**

W reaktorach SBR zaprojektowano po jednym przepływomierzu elektromagnetycznym DN 150 w celu pomiaru ilości osadu nadmiernego kierowanego do zagęszczaczy grawitacyjnych. Parametry urządzenia:

- przepływ  $Q_{\min} = 6,5\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_{\max} = 650\text{ m}^3/\text{h}$ ,
- przetwornik:
- 4-liniowy, podświetlany wyświetlacz LCD
- zmiana koloru wyświetlacza w przypadku błędu lub awarii
- język polski
- zasilanie 100-240VAC / 24VAC/DC
- temperatura otoczenia -20stC..+50stC

- przyciski optyczne
- wbudowane narzędzie diagnostyczne czujnika oraz przetwornika
- wbudowany web serwer do konfiguracji
- komunikacja Profibus DP
- czujnik:
- przyłączy procesowe kołnierz zgodny z EN1092-1
- wykładzina poliuretanowa
- elektrody sółżkowe 1,4435
- przygotowany do pracy z narzędziem diagnostycznym
- stopień ochrony IP68 (potwierdzone na tabliczce znamionowej przez fabrykę)
- wersja rozdzielna, kabel 10[m]

### **Pompy polielektrolitu**

Dobrano jedną pompę polielektrolitu o parametrach:

- wydajność jednego agregatu  $Q = 120-144 \text{ l/h}$ ,
- wysokość podnoszenia (ciśnienie na wyjściu)  $H = 4,0 \text{ bar}$ ,
- moc napędu  $0,09 \text{ kW}$ ,
- stopień ochrony IP55.

### **System napowietrzania**

Na podstawie wyliczonego zapotrzebowania na tlen wynoszącego  $200 \text{ kg/h}$  dla jednego cyklu oczyszczania ścieków dobrano dyfuzory rurowe drobnopęchéżykowe tworzywowe. W projekcie zastosowano 461 par dyfuzorów o średnicy  $\varnothing 63 \text{ PVC}$ . Dyfuzory osadzono na rusztach napowietrzających o przekrojach  $80 \times 80 \times 2 \text{ mm}$  wykonanych ze stali kwasoodpornej nim. 1.4301, w którym należy wykonać króćce przyłączeniowe o średnicy  $\varnothing 30 \text{ mm}$  zgodnie z wytycznymi wybranego producenta. Wydajność napowietrzania projektuje się jako płynnie regulowaną za pomocą pomiaru stężenia tlenu w SBR sprzężonego z zainstalowanymi wraz z dmuchawami przetwornicami częstotliwości.

### **Napędy elektryczne na przepustnicach – wylot z piaskownika i wylot z reaktora biologicznego**

Wymagania techniczno materiałowe:

- znamionowa moc napędu  $P = 0,75-1,4 \text{ kW}$ ,
- stopień ochrony IP68 – wysokość słupa wody min.  $8 \text{ m}$ , czas zanurzenia nie gorsza niż  $96 \text{ h}$  i do  $10$  uruchomień w trakcie zanurzenia,
- napęd w wersji ze zintegrowanym sterowaniem z możliwością odwieszenia sterowania na uchwycie naściennym, poziome położenie wyświetlacza na pulpicie sterowania lokalnego niezależne od sposobu zamontowania napędu na armaturze (możliwość zmiany orientacji pulpitu sterowania lokalnego wraz z wyświetlaczem),

- napęd wyposażony w przyłącze elektryczne typu gniazdo-wtyk w celu szybkiej możliwości odłączenia wtyczki elektrycznej, przyłącze fabryczne zintegrowane w obudowie,
- wyświetlacz graficzny, podświetlany, w języku polskim,
- pulpit sterowania lokalnego z przyciskami m.in. Otwórz-Stop-Zamknij-Reset, parametryzacja napędu możliwa z poziomu pulpitu sterowania miejscowego będącego na napędzie bez użycia dodatkowych urządzeń i narzędzi,
- napędy wyposażone w funkcje diagnostyczne,
- napędy powinny być wyposażone w trwałe pokrętła umożliwiające sterowanie ręczne, które nie mogą być wykonane z tworzywa; pokrętło ma być automatycznie odłączone w sterowaniu elektrycznym,
- w napędach musi być możliwa komunikacja z komputerem,
- napędy będą sterowane przez sieć Profibus DP, z wbudowanym wewnętrznym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym.

## **9. OPIS PROJEKTOWANYCH OBIEKTÓW**

### **9.1. Automatyczna stacja zlewcza ścieków dowożonych**

Automatyczną stację zlewczą zaprojektowano na ogrodzonym terenie oczyszczalni ścieków. Korytko odciekowe oraz drogę dojazdową i plac manewrowy zaprojektowano na terenie przyległym do oczyszczalni ścieków umożliwiając zrzut ścieków dowożonych bez konieczności wjazdu na teren zamknięty. W ogrodzeniu przy stacji zlewczej projektuje się zabudowę bramki wyjściowej celem łatwiejszego dostępu do koryta odciekowego.

Zlewnię ścieków dowożonych zaprojektowano w kontenerze przystosowanym do pracy w warunkach zimowych o wymiarach wewnętrznych 2,0 x 3,3 x 2,3 wyposażonym w drzwi, oświetlenie oraz ogrzewanie. Ustawienie kontenera zaprojektowano na powierzchni utwardzonej. Na zewnątrz kontenera pod końcówką do zlewni zaprojektowano betonowe korytko odciekowe (w kształcie koperty). Ocieki wraz ze ściekami dowożonymi odciedzonymi na sieć kierowane są kanałami Ø 160 PVC do projektowanej studzienki tworzywowej S8 o średnicy Ø 600mm zwieńczonej kratką ściekową typu D400 (zwieńczenie studni osadzić na pierścieniu odciążającym wg wytycznych wybranego producenta studzienki). Ocieki ze studzienki kierowane są projektowanym nowym kanałem Ø250 PVC-U do istniejącego przewidzianego do przebudowy rurociągu odprowadzającego ścieki do przepompowni lokalnej. Do zlewni ścieków dowożonych zaprojektowano doprowadzenie wody rurociągiem o średnicy Ø63mm. Woda wykorzystana zostanie do płukania sita oraz będzie przyłączona do zaworu czerpalnego umożliwiającego spłukanie powierzchni pod złączem głównym ścieków dowożonych.

Stacja podczas spustu ścieków dowożonych z wozu asenizacyjnego dokonuje ilościowego pomiaru ścieków poprzez wyposażenie ciągu spustowego w przepływomierz elektromagnetyczny DN-125 mm, jak również jakościowego



pomiaru ścieków poprzez wbudowany moduł pomiarowy z pomiarem pH, przewodności i temperatury.

Stacja wyposażona jest dodatkowo w hermetyczne sito z prasą tłokową do skratek o perforacji sita 20 mm, które służy do separacji:

- ciał stałych zawartych w ściekach komunalnych,
- odpadków artykułów higienicznych, części plastikowych, szmat, korków, odpadków kuchennych.

Sito z prasą do skratek zainstalowane jest przed ciągiem zlewczym, co poprawia warunki pracy stacji zlewczej i zmniejsza w znacznym stopniu jej awaryjność. Zrzut skratek do pojemnika jest hermetyczny i odbywa się wewnątrz kontenera zapobiegając przemarzaniu skratek.

Stacja zlewcza pozwala na szybkie identyfikowanie dostawców poprzez otrzymane transponderowe identyfikatory, a komputer uniemożliwia zrzut przez osoby nieuprawnione.

Automatyka stacji zlicza ilość oddanych ścieków przez poszczególnych dostawców i sumuje je na ich indywidualnych kontach. Dane te (tzn. ilość oddanych ścieków oraz data i godzina poszczególnych zrzutów) gromadzone są na karcie pamięci SD, którą można odczytać na komputerze PC.

Zaprojektowana stacja zlewcza ścieków posiada układ samo płuczący po każdym spuszczeniu ścieków.

Stacja uruchamiana jest za pomocą klucza lub karty identyfikacyjnej, po czym otwierana jest zasuwą elektryczną na dopływie do kontenera zlewnego. Układ pomiaru poziomu zabezpiecza przed ewentualnym przepełnieniem stacji zlewnej, w razie konieczności zamykając zawór elektryczny.

Projektowana stacja zlewcza odpowiada rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 października 2002r. w sprawie warunków wprowadzenia nieczystości ciekłych do stacji zlewcznych (Dz.U. 2002 nr 188 poz. 1576).

## **9.2. Sekwencyjny reaktor porcjowy (SBR)**

Zaprojektowano reaktor SBR jako obiekt okrągły, żelbetowy wylewany o wymiarach:

- |                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| • średnica         | – $d_w = 24,0 \text{ m}$ ,   |
| • wysokość czynna  | – $h_{cz} = 5,6 \text{ m}$ , |
| • pojemność czynna | – $V = 2533 \text{ m}^3$ .   |

Ścieki z istniejącego piaskownika napowietrzanego do projektowanego reaktora SBR doprowadzone będą rurociągiem Ø630 PE o przepływie syfonowym. Wpięcie kanału realizowane poprzez projektowany odcinek rurociągu stalowego DN500 mm włączonego do istniejącego króćca kołnierзовego DN500 mm przy istniejącym piaskowniku.

Na projektowanym przyłączeniowym odcinku rurociągu zaprojektowano montaż kompensatora dławicowego DN500 mm w celu kompensacji wydłużeń oraz przepustnicę kołnierзовą DN500 z napędem elektrycznym. Cały rurociąg przyłączeniowy pomiędzy istn. piaskownikiem, a projektowanym rurociągiem tworzywowym łącznie z projektowanym pionem przy istniejącym piaskowniku należy zaizolować matą polietylenową grubości min. 10 cm i obudować blachą stalową st. min. 1.4301. Rurociąg włączony jest w zbiornik reaktora SBR poprzez łańcuchowe przejście szczelne.

Ścieki odpływają ze zbiornika poprzez projektowany dekanter rurociągiem o średnicy DN500 mm ze stali min. 1.4301, na którym w przyległej do zbiornika komorze zasuw zamontowano przepustnicę DN500 z napędem elektrycznym.

Do rurociagu odpływowego zaprojektowano wpięcie rurociagu przelewu awaryjnego DN300 st. min. 1.4301. Na wlocie do rurociagu awaryjnego w zbiorniku SBR zaprojektowano montaż dyfuzora DN600/DN300 st. min. 1.4301 kotwionego do ściany wewnętrznej zbiornika.

Zbiornik projektowanego reaktora SBR obsypany jest gruntem (nachylenie skarp 1:1,5) w celu jego ocieplenia, a na koronie o szerokości 1,3 m zaprojektowano budowę opaski z kostki brukowej stanowiącą komunikację w jego górnej części. Chodnik na szczycie korony zabezpieczony jest barierkami łatwo demontowanymi wykonanymi ze stali st. 1.4301. Tożsame barierki projektuje się wokół zbiorników istniejących.

W osi zbiornika zaprojektowano żelbetowy pomost dostępowy o szerokości w świetle 1,2m, umożliwiający obsługę m.in. mieszadeł i pompy recyrkulacji osadu nadmiernego oraz dostęp do rusztów napowietrzających.

Na zewnętrznej koronie zbiornika oraz na koronie pomostu żelbetowego projektuje się posadowienie rurociagów sprężonego powietrza w sposób umożliwiający wykorzystanie ich jako barierek zabezpieczających (zgodnie z istniejącym rozwiązaniem). Ponadto na koronie zewnętrznej zbiornika oraz na koronie pomostu należy zainstalować kielichy boczne kotwiące do żurawika przenośnego służące do demontażu rusztów napowietrzających (22 szt. – średnio jeden kielich na dwa ruszty). Ponadto na tożsamy kielichach bocznych zaprojektowano montaż dwóch mieszadeł szybkoobrotowych. Mieszadła osadzić należy na prowadnicach wykonanych ze stali nierdzewnej min. 1.4301 (montaż zgodnie z wytycznymi wybranego producenta).

W pomoście wykonać należy otwory dostępowe do:

- pompy recyrkulacji osadu nadmiernego o wymiarze 0,8x0,8 m,
- zainstalowanej armatury (przepływomierz elektromagnetyczny DN150 i zasuw odcinająca DN150) na rurociagu osadu nadmiernego o wymiarze 1,55 x 0,95 m.

Otwory przykryć należy włazami dostępowymi wykonanymi ze stali min. 1.4301, a pod otworem z armaturą odcinającą (rurociąg osadu nadmiernego) zainstalować należy wannę zabezpieczającą wykonaną ze stali min. 1.4301 o wymiarach 1,55x0,95x0,57m. Tożsame wanny zabudować należy w istniejących zbiornikach SBR po uprzednim demontażu już istniejących. W istniejących zbiornikach na rurociagu osadu nadmiernego w sposób tożsamy jak w nowoprojektowanym obiekcie należy wykonać montaż nowej zasuw i przepływomierza (po 1 szt. na zbiornik).

Rurociągi przechodzące przez zewnętrzne przegrody zbiornika wykonać jako szczelne łańcuchowe – wszystkie elementy stalowe przejścia szczelnego wykonać ze stali min. 1.4301, a elementy gumowe z elastomeru NBR.

Rurociąg osadu nadmiernego układać należy dwuspadkowo umożliwiając jego odwodnienie w kierunku pompy osadu nadmiernego i w kierunku zagęszczaczy grawitacyjnych.

### **Obliczenia technologiczne komór SBR**

W tabeli nr 2 przedstawiono założenia i obliczenia podstawowych parametrów pracy komór biologicznych po projektowanej rozbudowie reaktorów dla stanu obecnego zgodnie ze sprawozdaniem OS-5.

Tabela nr 3 przedstawia założenia i obliczenia podstawowych parametrów pracy komór biologicznych SBR po projektowanej rozbudowie z uwzględnieniem uwag zawartych poniżej.

Uwagi do obliczeń:

1. Możliwe do uzyskania parametry technologiczne reaktorów SBR zapewniają wymaganą wydajność hydrauliczną oczyszczalni przy jednoczesnym zapewnieniu wymaganej redukcji związków biogennych (azotu ogólnego i fosforu ogólnego), nie zapewniają natomiast uzyskania stabilizacji tlenowej osadu w przypadku osiągnięcia przyjętych za docelowe ładunków zanieczyszczeń wskazanych w tabeli nr 3.  
Pełna stabilizacja osadu przy osiągnięciu ładunków zanieczyszczeń przyjętych jako docelowe wymagałaby utrzymania wieku osadu  $\geq 25d$ , obciążenia osadu na poziomie  $0,04 \text{ kg BZT5/kg smo d}$  i odpowiednio zwiększenia komór do pojemności całkowitej ok.  $10 \text{ } 100 \text{ m}^3$ .
2. Dla ładunków zanieczyszczeń przyjętych z aktualnego sprawozdania OS-5 zachodzić będzie stabilizacja osadu (wiek osadu wynosi  $25,6 d$ ). Wynika to m.in. z korzystnych stosunków pomiędzy wskaźnikami zanieczyszczeń w ściekach surowych tj. pomiędzy BZT5, zaw., Pog., Nog.  
W przypadku, gdy ładunki ścieków dopływających do oczyszczalni dążyć będą do parametrów docelowych (typowo bytowych) przyjętych jak w tabeli nr 3 wiek osadu wyniesie  $17d$  i nie będzie zachodzić stabilizacja osadu.
3. Przyjęty cykl pracy komór biologicznych SBR został przedstawiony w załączniku nr 3.
4. Z analizy bilansu azotu, wynika, że dla zapewnienia jego redukcji do wymaganego poziomu w ściekach oczyszczonych kierowanych do odbiornika ( $\max. 15 \text{ gNog/m}^3$ ) konieczne jest zapewnienie udziału procesów denitryfikacji na poziomie  $35 \%$  całkowitego czasu trwania reakcji biologicznych w reaktorach. W określaniu procesów technologicznych prowadzanych w ramach jednego cyklu (załącznik nr 3) ustalono odpowiednio:
  - czas mieszania (denitryfikacji) –  $115 \text{ min.}$ ,
  - czas napowietrzania (nitryfikacji) –  $215 \text{ min.}$ ,
  - czas reakcji nitryfikacji i denitryfikacji łącznie –  $330 \text{ min.}$
5. Obliczeniowe parametry mogą ulec istotnej zmianie wraz ze zmianą (w warunkach rzeczywistych) przyjętych założeń tj.:
  - ładunku zanieczyszczeń doprowadzonych do oczyszczalni,
  - redukcji ładunku zanieczyszczeń na części mechanicznej,
  - indeksu osadu.
6. Możliwe korekty parametrów procesowych dotyczą:
  - ilości cykli (przy dopływie większym niż  $1000 \text{ m}^3/\text{g}$  należy je zwiększyć do 4 w ciągu doby, przy czasie jednego cyklu  $6 \text{ h}$ ),
  - stężenie/zapas osadu (przy zwiększającym się indeksie osadu stężenie to powinno być zmniejszone),

- objętość porcji.
- 7. Przy głęboko idących korektach może zachodzić problem zapewnienia wymaganej sprawności usuwania azotu.
- 8. W trakcie rozruchu oczyszczalni będzie istniała konieczność potwierdzenia przyjętych założeń, a w razie ich zmiany ewentualnego odpowiedniego dokonania korekty przyjętych parametrów technologicznych.

Tabela nr 2. Założenia i obliczenia podstawowych parametrów pracy komór biologicznych SBR dla stanu obecnego

<b>Obliczenia SBR (stan obecny)</b>				<b>Wartość</b>	
<b>Założenia i parametry</b>	<b>Oznaczenia</b>	<b>Jednostki</b>	<b>Wzór</b>	<b>wg OS-5</b>	<b>dla tygodnia maksymalnego</b>
Ilość zbiorników	n			3	3
Pojemność komory SBR	Vr	m <sup>3</sup>		2533	2533
Przepływ średni dobowy	Q <sub>śrd</sub>	m <sup>3</sup> /d		4700	4700
Przepływ maksymalny dobowy	Q <sub>maxd</sub>	m <sup>3</sup> /d		6580	6580
Przepływ maksymalny godzinowy	Q <sub>maxh</sub>	m <sup>3</sup> /h		685	685
Ładunek BZT5 (do ocz.śc.)	Ł <sub>BZT5</sub>	kgO <sub>2</sub> /d		1358,0	1493,8
Ładunek zaw.og. (do ocz.śc.)	Ł <sub>zaw.og.</sub>	kg/d		1127,0	1239,7
Ładunek CHZT (do ocz.śc.)	Ł <sub>CHZT</sub>	kg/d		2670,0	2937,0
Ładunek Nog (do ocz.śc.)	Ł <sub>Nog</sub>	kg/d		243,0	267,3
Ładunek Pog (do ocz.śc.)	Ł <sub>pog</sub>	kg/d		29,0	31,9
Redukcja na kracie i piaskowniku Ł <sub>BZT5</sub>		%		5%	5%
Redukcja na kracie i piaskowniku Ł <sub>zaw.og.</sub>		%		10%	10%
Redukcja na kracie i piaskowniku Ł <sub>CHZT</sub>		%		5%	5%
Redukcja na kracie i piaskowniku Ł <sub>Nog</sub>		%		0%	0%
Redukcja na kracie i piaskowniku Ł <sub>pog</sub>		%		0%	0%
Ładunek BZT5 do biol.	l <sub>BZT5</sub>	kgO <sub>2</sub> /d		1290,1	1419,1
Ładunek zaw.og. do biol.	l <sub>zaw.og.</sub>	kg/d		1014,3	1115,7
Ładunek CHZT do biol.	l <sub>CHZT</sub>	kg/d		2536,5	2790,2
Ładunek Nog. do biol.	l <sub>Nog</sub>	kg/d		243,0	267,3
Ładunek Pog. do biol.	l <sub>Pog</sub>	kg/d		29,0	31,9
Stosunek zaw.og/BZT5		kg/kg O <sub>2</sub>		0,79	0,79
Jednostkowy przyrost osadu biologicznego dla WO = 16 d	USs <sub>bj</sub>	kg/kg BZT5		0,78	0,80
Całkowity przyrost osadu biologicznego dla WO = 16 d	USs <sub>b</sub>	kg/d		1006,3	1135,3
Ilość fosforu do strącenia	SiP	kg/d	$SiP = l_{pog} - Q_{śrd} \cdot 0,002 - l_{BZT5} \cdot 0,01$	6,7	8,3
Przyrost osadu ze strącania	USs <sub>P</sub>	kg/d	$USs_P = 6,8 \cdot SiP_{pog}$	45,6	56,5
Całkowity przyrost osadu dla WO = 16 d	USs <sub>cał</sub>	kg/d	$USs_{cał} = USs_b + USs_P$	1051,8	1191,8
Wymagany zapas osadu (dla reaktorów pracujących w układzie ciągłym)	Zap.os	kg		26913	26913

Przyjęte stężenie osadu (na podstawie obliczeń procesu sedymentacji i objętości porcji)	SMr	kg/m3		5,0	5,0
Obliczeniowa objętość komór (dla reaktorów pracujących w układzie ciągłym)	VR	m3		5383	5383
Czas trwania reakcji (łącznie czas napowietrzania i mieszania)	tr	h	$tr = tz - t_{sed} - t_{dek}$	5,7	5,7
Czas trwania cyklu (łącznie czas napowietrzania, mieszania, sedymentacji i spustu)	tz	h		8,0	8,0
Wiek osadu/czas zatrzymania (dla reaktorów pracujących w układzie ciągłym)	WO	d	$WO = n \cdot VR \cdot SMr / USd$	36,1	31,9
Wiek osadu po korekcie (dla reaktorów sekwencyjnych - SBR)	t <sub>sm</sub>	d	$WO \cdot tr / tz$	25,6	22,6
<b>Obliczeniowa objętość komór (dla reaktorów pracujących sekwencyjnie - SBR)</b>	VRs	m3	$VRs = VR \cdot tz / tr$	<b>7599,0</b>	<b>7599,0</b>
Ilość cykli	Nc	a	$Nc = 24 / tz$	3	3
<b>Obciążenie osadu w reaktorach sekwencyjnych SBR</b>	B <sub>sm</sub>	kgBZT5/kg sm d	$B_{sm} = 1BZT5 / M_{sm} / (tr / tz)$	<b>0,048</b>	<b>0,053</b>
<b>Wiek osadu w istn. komorach SBR</b>	t <sub>SM</sub>	d	$t_{SM} = (n \cdot VR \cdot SMr) / USs \text{ cał} \cdot (tr / tz)$	<b>25,6</b>	<b>22,6</b>
<b>Istniejący zapas osadu</b>	M <sub>sm</sub>	kg		<b>37995</b>	<b>37995</b>
<b>Przyjęty indeks osadu</b>	ISV	ml/g		<b>100</b>	<b>100</b>
Przyjęte stężenie osadu w SBR (do obliczeń procesu sedymentacji i objętości porcji)	SMr	kg/m3		5,0	5,0
Prędkość opadania osadu	vs	m/h	$vs = 650 / (SMr \cdot ISV)$	1,30	1,30
Poziom osadu poniżej zwierciadła ścieków	f <sub>Amax</sub>	m	$f_{Amax} = (1 - (SMr \cdot ISV) / 1000) - 0,1$	0,4	0,4
Wysokość całkowita komory	hw	m		5,60	5,60
Minimalny poziom osadu po zagęszczeniu (od dna)	hs	m	$hs = hw \cdot SMr \cdot ISV / 1000$	2,8	2,8
Minimalny poziom ścieków po spuszczeniu	hw <sub>min</sub>	m	$hw_{min} = hw \cdot (SMr \cdot ISV) / 1000 + 0,1 \cdot hw$	3,4	3,4
	hw <sub>min</sub>	m	$hw_{min} = hw \cdot (1 - f_{amax})$	3,4	3,4
Średnica SBR	D	m		12	12
Powierzchnia SBR	F	m2		452,2	452,2
<b>Pojemność porcji</b>	V <sub>ws</sub>	m3	$V_{ws} = (hw - hw_{min}) \cdot F$	<b>1012,8</b>	<b>1012,8</b>

Tabela nr 3. Założenia i obliczenia podstawowych parametrów pracy komór biologicznych SBR po projektowanej rozbudowie

Założenia i parametry	Oznaczenia	Jednostki	Wzór	Wartość
Ilość zbiorników	n			3
Pojemność komory SBR	Vr	m <sup>3</sup>		2533
Przepływ średni dobowy	Q <sub>śrd</sub>	m <sup>3</sup> /d		4700
Przepływ maksymalny dobowy	Q <sub>maxd</sub>	m <sup>3</sup> /d		6580
Przepływ maksymalny godzinowy	Q <sub>maxh</sub>	m <sup>3</sup> /h		685
Ładunek BZT5 (do ocz.śc.)	ŁBZT5	kgO <sub>2</sub> /d		1479,5
Ładunek zaw.og. (do ocz.śc.)	Łzaw.og.	kg/d		1521,1
Ładunek CHZT (do ocz.śc.)	ŁCHZT	kg/d		2959,0
Ładunek Nog (do ocz.śc.)	ŁNog	kg/d		293,9
Ładunek Pog (do ocz.śc.)	Łpog	kg/d		60,9
Redukcja na kracie i piaskowniku ŁBZT5		%		5%
Redukcja na kracie i piaskowniku Łzaw.og		%		10%
Redukcja na kracie i piaskowniku ŁCHZT		%		5%
Redukcja na kracie i piaskowniku ŁNog		%		0%
Redukcja na kracie i piaskowniku Łpog		%		0%
Ładunek BZT5 do biol.	łBZT5	kgO <sub>2</sub> /d		1405,5
Ładunek zaw.og. do biol.	łzaw.og.	kg/d		1369,0
Ładunek CHZT do biol.	łCHZT	kg/d		2811,1
Ładunek Nog. do biol.	łNog	kg/d		293,9
Ładunek Pog. do biol.	łPog	kg/d		60,9
Stosunek zaw.og/BZT5		kg/kg O <sub>2</sub>		0,97
Jednostkowy przyrost osadu biologicznego dla WO = 16 d	USs bj	kg/kg BZT5		0,93
Całkowity przyrost osadu biologicznego dla WO = 16 d	USs b	kg/d		1307,1
Ilość fosforu do strącenia	SlP	kg/d	SlP=łpog-Q <sub>śrd</sub> *0,002-łBZT5*0,01	37,4
Przyrost osadu ze strącania	USsP	kg/d	USsP = 6,8*0,5*SlPog.+5,3*0,5*SlPog.	226,5
Całkowity przyrost osadu dla WO = 16 d	USs cał	kg/d	USscal = USs b + USs P	1533,7
Wymagany zapas osadu (dla reaktorów pracujących w układzie ciągłym)	Zap.os	kg		26913
Przyjęte stężenie osadu (na podstawie obliczeń procesu sedymentacji i objętości porcji)	SMr	kg/m <sup>3</sup>		5,0

<b>Założenia i parametry</b>	<b>Oznaczenia</b>	<b>Jednostki</b>	<b>Wzór</b>	<b>Wartość</b>
Obliczeniowa objętość komór (dla reaktorów pracujących w układzie ciągłym)	VR	m <sup>3</sup>		5383
Czas trwania reakcji (łącznie czas napowietrzania i mieszania)	tr	h	$tr = tz - t_{sed} - t_{dek}$	5,7
Czas trwania cyklu (łącznie czas napowietrzania, mieszania, sedimentacji i spustu)	tz	h		8,0
Wiek osadu/czas zatrzymania (dla reaktorów pracujących w układzie ciągłym)	WO	d	$WO = n \cdot VR \cdot SMR / US_d$	24,8
Wiek osadu po korekcie (dla reaktorów sekwencyjnych - SBR)	t <sub>SM</sub>	d	$WO \cdot tr / tz$	17,5
<b>Obliczeniowa objętość komór (dla reaktorów pracujących sekwencyjnie - SBR)</b>	VRs	m <sup>3</sup>	$VRs = VR \cdot tz / tr$	<b>7599,0</b>
Ilość cykli	N <sub>c</sub>	a	$N_c = 24 / tz$	3
<b>Obciążenie osadu w reaktorach sekwencyjnych SBR</b>	B <sub>SM</sub>	kgBZT5/kg sm d	$B_{SM} = l_{BZT5} / M_{SM} / (tr / tz)$	<b>0,052</b>
<b>Wiek osadu w istn. komorach SBR</b>	t <sub>SM</sub>	d	$t_{SM} = (n \cdot VR \cdot SMR) / US_{s\ cał} \cdot (tr / tz)$	<b>17,5</b>
<b>Istniejący zapas osadu</b>	M <sub>SM</sub>	kg		<b>37995</b>
<b>Przyjęty indeks osadu</b>	ISV	ml/g		<b>100</b>
Przyjęte stężenie osadu w SBR (do obliczeń procesu sedimentacji i objętości porcji)	SM <sub>r</sub>	kg/m <sup>3</sup>		5,0
Prędkość opadania osadu	vs	m/h	$vs = 650 / (SM_r \cdot ISV)$	1,30
Poziom osadu poniżej zwierciadła ścieków	f <sub>Amax</sub>	m	$F_{Amax} = (1 - (SM_r \cdot ISV) / 1000) - 0,1$	0,4
Wysokość całkowita komory	hw	m		5,60
Minimalny poziom osadu po zagęszczeniu (od dna)	h <sub>s</sub>	m	$h_s = hw \cdot SM_r \cdot ISV / 1000$	2,8
Minimalny poziom ścieków po spuszczeniu	hw <sub>min</sub>	m	$h_{wmin} = hw \cdot (SM_r \cdot ISV) / 1000 + 0,1 \cdot hw$	3,4
	hw <sub>min</sub>	m	$hw_{min} = hw \cdot (1 - f_{amax})$	3,4
Średnica SBR	D	m		12
Powierzchnia SBR	F	m <sup>2</sup>		452,2
<b>Pojemność porcji</b>	V <sub>ws</sub>	m <sup>3</sup>	$V_{ws} = (hw - h_{wmin}) \cdot F$	<b>1012,8</b>

Źródło: analiza własna



### **9.3. Rurociągi między obiektowe**

Zaprojektowano następujące sieci między obiektowe:

- rurociąg ścieków oczyszczonych o średnicy DN 500 stal min. 1.4301 o łącznej długości  $L = 42,0\text{m}$ ,
- rurociąg ścieków po części mechanicznej o średnicy  $\varnothing 630$  PE o łącznej długości  $L = 63,0\text{m}$ ,
- rurociąg odwodnieniowy o średnicy  $\varnothing 160$  PE o łącznej długości  $L=4,5\text{m}$  (wpięcie do istn. lokalnej przepompowni ścieków) wraz z zabudową zasuwy odcinającej klinowej DN150, obudową do zasuw i skrzynką uliczną - rurociąg wpiąć w dolną część rurociągu głównego  $\varnothing 630$  PE i prowadzić ze spadkiem min. 5 promil w stronę lokalnej przepompowni (wpięcie wykonać jako szczelne),
- rurociąg grawitacyjny ścieków ze stacji zlewczej o średnicy  $\varnothing 250$  PVC o łącznej długości  $L = 58,5\text{ m}$ ,
  - odcinek rurociągu Sp1 – S2 pod drogą ułożyć w rurze osłonowej o średnicy  $\varnothing 406,4 \times 8,0$ ,  $L= 5,0\text{ m}$ ,
- rurociąg powietrza o średnicy DN 350 stal o łącznej długości  $L = 38,0\text{ m}$ ,
- rurociąg powietrza o średnicy DN 150 stal o łącznej długości  $L = 9,0\text{ m}$ ,
- rurociąg tłoczny osadu nadmiernego z projektowanego reaktora SBR o średnicy  $\varnothing 225$  PE o łącznej długości  $L = 41,5\text{m}$ ,
- rurociąg tłoczny osadu nadmiernego z projektowanego reaktora SBR o średnicy DN 150 stal min. 1.4301 o łącznej długości  $L = 1,5\text{m}$ ,
- rurociąg tłoczny PIX-u o średnicy  $\varnothing 32$  PE o łącznej długości  $L = 44,0\text{m}$ ,
- przyłącze wodociągowe o średnicy  $\varnothing 32$  PE o łącznej długości  $L = 19,5\text{m}$ ,
- przyłącze wodociągowe o średnicy  $\varnothing 75$  PE o łącznej długości  $L = 40,5\text{m}$ ,
- odcinek rurociągu stalowego DN500 mm izolowanego termicznie (izolacja w obudowie z blachy stalowej min. 1.4301) z zasuwą elektryczną odcinającą odpływ z istniejącego piaskownika o łącznej długości  $L = 6,0\text{m}$ ,

ponadto projektuje się:

- przebudowę istniejącego kanału sanitarnego wewnątrz zakładowego k150 wraz ze studzienkami kanalizacyjnymi po trasie istniejącej na kanał o średnicy  $\varnothing 250$  PVC i długości  $L = 63,5\text{m}$ .

Rurociągi z polichlorku winylu (PVC) zaprojektowano jako jednorodne „lite” o sztywności obwodowej SN8 ( $8\text{kN/m}^2$ ) z uformowaną mufą i uszczelką wargową wg PN-EN 1401.

Rurociągi polietylenowe zaprojektowano z rur PE SDR17 o maksymalnym ciśnieniu roboczym  $P_{\text{robmax}}=1,0\text{MPa}$  zgrzewanych doczołowo lub elektrooporowo.

Rurociągi stalowe na sieciach i w obiektach zaprojektowano zgodnie z niżej wymienionym zestawieniem. Rurociągi niewymienione w zestawieniu wykonać należy ze stali nie gorszej niż 1.4301.

- DN 150 - rury ze stali 1.4301 o średnicy 168,3 x 4,0 mm,
- DN 200 - rury ze stali 1.4301 o średnicy 219,1 x 5,0 mm,
- DN 300 - rury ze stali 1.4301 o średnicy 323,9 x 5,0 mm,
- DN 350 - rury ze stali 1.4301 o średnicy 355,6 x 5,0 mm,
- DN 500 - rury ze stali 1.4301 o średnicy 508,0 x 6,0 mm.

Obliczenia hydrauliczne poszczególnych rurociągów sporządzono w programie obliczeniowym, a wyniki przechowywane są w archiwum biura projektowego.

#### **9.4. Projektowane nawierzchnie**

Projektowane nawierzchnie należy wykonać z kostki betonowej grubości 8cm, na podsypce cementowo-piaskowej grubości 3cm oraz podbudowie zasadniczej z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie grubości 20cm (o stopniu zagęszczenia  $IS \geq 1,0$ ). Szczegóły wg projektu branży drogowej.

### **10. OPIS PRZEBUDOWY POMIESZCZENIA TECHNICZNEGO**

W istniejącym budynku socjalnym projektuje się przebudowę (adaptację) istniejącego pomieszczenia pralni i suszarni odzieży roboczej na pomieszczenie techniczne.

W skład elementów projektowanego wyposażenia wchodzi:

- pehametr przenośny (zestaw standardowy),
- szafa termostatyczna o pojemności komory 68 l, z wymuszonym obiegiem powietrza, zakres temperatury +3...+40°C z wewnętrznym gniazdem sieciowym 230,
- kompleksowy zestaw oznaczania BZT dla 6 stanowisk pomiarowych, z podstawą mieszającą, zasilaniem sieciowym 230V/50/60Hz i 6 główkami do oznaczania BZT oraz kompletem akcesoriów, (pomiar – BZT, biologicznego rozkładu, zużycia tlenu, oddychania gleby, biogazu),
- fotometr do oznaczania azotu ogólnego, fosforu ogólnego, ChZT z wyposażeniem standardowym,
- waga analityczna – maksymalna naważka 220g, dokładność 0,1 mg, kalibracja wewnętrzna, szalka Ø85mm, wyświetlacz LCD,
- wagosuszarka; obciążenie maks. 210g, działka odczytowa 1 mg, dokładność odczytu wilgotności 0,01%, 4 profile suszenia (standardowy, szybki, schodkowy, łagodny), 3 możliwości zakończenia suszenia (czasowa automatyczna, ręczna),

- termostat suchy (termo reaktor) 12 gniazd Ø16mm, temperatury 70, 100, 120, 148, 160°C,
- zestaw sedymentacji w lejach Imhoffa szklane ze statywem 2 miejscowym,
- piec do temp. 1100°C – precyzyjny piec mufowy wyposażony w mikroprocesorowy, elektroniczny regulator temperatury o charakterystyce PID; czas nagrzewania do temperatury nominalnej maks. 50 min; łatwe otwieranie drzwi; zewnętrzna obudowa metalowa, malowana proszkowo; mikroprocesorowy regulator temperatury z wyświetlaczem i zabezpieczenie nadtemperaturowe, wyłącznik zabezpieczający drzwiowy, ceramiczna płyta denna komory roboczej, komora robocza z włókna ceramicznego,
- zestaw odczynników do analiz: azot całkowity (zakres 0,5-14 mg/l, wydajność 24+1), fosfor ogólny (zakres 5,0-60 mg/l wydajność 24+1), ChZT (wydajność 24+1): 1 op. ChZT 150 (zakres 5-150); 1 op. ChZT 1500 (zakres 10-1500); 1 op. ChZT 15000 (zakres 100-15000),
- zestaw szkła: pipety, pipetor, cylindry miarowe, parownice,
- stół pod aparaturę na stelażu stalowym lakierowanym proszkowo farbą epoksydową, blat laminat HPL postforming gr. 38 mm, wym. (BxGxH) 600x2150x800 mm,
- szafki pod blat o wymiarach BxGxH (strona lewa pomieszczenia):
  - a) 600x710x800 mm,
  - b) 340x640x800 mm,
  - c) 600x1400x800 mm,
  - stół/blat nad szafki (poz. a-c jw.) i pod zlew z laminatu HPL postforming gr. 38 mm o wymiarach 600x2750 mm,
  - zlew ze stali nierdzewnej z kompletem rur dn 50 (lc = 1m) i syfonem, bateria c/z woda,
  - ociekacz-kołkownica,
- stanowisko antywibracyjne pod wagę,
- szafka wisząca o wymiarach (BxGxH) 800x300x700 mm,
- szafka o wymiarach (BxGxW) 600x350x1800mm.

Uwaga: podane wymiary traktować należy jako wstępne. Meble wykonać pod wymiar szczegółowy mierzony przez wybranego wykonawcę. Lokalizacja mebli w pomieszczeniu technicznym wskazana została na rysunku nr 7.

## **11. WYTYCZNE BRANŻOWE**

### **11.1. Branża konstrukcyjna**

Zaprojektować konstrukcję nowoprojektowanych obiektów kubaturowych na terenie oczyszczalni tj:

- sekwencyjny reaktor biologiczny o konstrukcji żelbetowej o wymiarach:

- średnica wewnętrzna
  - wysokość czynna
  - pojemność czynna
- dw = 24,0 m,
  - hcz = 5,6 m,
  - V = 2533 m<sup>3</sup>,
- fundament przeznaczony do posadowienia automatycznej stacji zlewczej,
- trzy fundamenty przeznaczone do posadowienia nowoprojektowanych dmuchaw,
- fundament pod pionem z rury stalowej DN500 mm,
- prace remontowe w pomieszczeniu technicznym w budynku socjalnym, oraz rozbiórkę istniejącej stacji zlewczej.

### **Prace rozbiórkowe**

Materiały z rozbiórki/przebudowy nadające się do ponownego wbudowania należy złożyć w miejscu wskazanym przez Zamawiającego lub Inwestora Zastępczego i pozostawić do dyspozycji Zamawiającego.

Pozostałe materiały usunąć z placu budowy oraz poddać zagospodarowaniu zgodnie z wymogami ustawy o odpadach.

## **11.2. Branża elektryczna**

W zakresie branży elektrycznej należy zaprojektować:

1. Demontaż wyeksploatowanych istniejących rozdzielni zasilająco-sterowniczych i montaż w ich miejsce nowych szaf dla istniejących i dodatkowo projektowanych urządzeń technologicznych.
2. Przystosowanie istniejącego układu zasilania do zwiększonego poboru mocy.
3. Instalacje elektryczne w projektowanych i przebudowywanych obiektach.
4. Niezbędne przekładki istniejących sieci elektrycznych kolidujących z nowoprojektowanymi obiektami.
5. Oświetlenie terenu w obrębie nowoprojektowanych obiektów.

W zakresie branży AKPiA należy zaprojektować system automatyki i nadzoru komputerowego dla całej oczyszczalni, który będzie się składał z modułowych, swobodnie programowalnych sterowników lokalnych PLC (wyposażonych w panele operatorskie), połączone ze stacją dyspozytorską w budynku socjalnym. Wszystkie urządzenia sterowalne (istniejące i projektowane) będą wyposażone w szafki sterowania lokalnego umożliwiające sterowanie lokalne oraz zdalne.

Przewiduje się układ sterowania pozwalający na zastosowanie trzech trybów pracy:

- praca automatyczna (system automatyki realizuje proces sterowania i regulacji zgodnie z zaprogramowanym algorytmem),
- sterowanie dyspozytorskie (ręczne zdalne za pomocą systemu automatyki-sterowanie urządzeniami realizowane jest przez operatora z wykorzystaniem

panelu operatorskiego na elewacji szafy sterowniczej lub komputera w dyspozytorni),

- sterowanie lokalne (ręczne awaryjne - sterowanie odbywa się za pośrednictwem przycisków i przełączników znajdujących się na elewacji szafy sterowniczej, szafek sterowania lokalnego).

W projektowanym układzie sterowania oczyszczalni ścieków zastosowane będą sterowniki obiektowe w poszczególnych szafach automatyki, które współpracować będą z aplikacją wizualizacyjną SCADA w zakresie wymiany danych o stanie pracy urządzeń i umożliwią zdalne sterowanie pracą urządzeń układu technologicznego.

Wypracowane w sterowniku sygnały binarne wprowadzane będą bezpośrednio do obwodów sterowania odpowiednich urządzeń, które załączają się lub wyłączają w zależności od wyznaczonych przez technologa algorytmów. Układy automatycznej regulacji zostaną zaprogramowane w sterowniku zgodnie z algorytmami technologicznymi.

Do wybranych węzłów technologicznych przewiduje się montaż rozdzielnic zasilająco-sterowniczych wyposażonych w sterowniki PLC. Głównym zadaniem sterowników PLC będzie prowadzenie procesu technologicznego w nadzorowanym obszarze w trybie dyspozytorskim oraz automatycznym, gromadzenie informacji o parametrach technologicznych i stanie urządzeń technologicznych w nadzorowanym obszarze. Dodatkowo na zainstalowanych kolorowych graficznych panelach operatorskich dotykowych komunikujących się ze stacją PLC zapewniona będzie bieżąca obserwacja parametrów technologicznych i stanów urządzeń technologicznych w nadzorowanym obszarze, stanu komunikacji sieci oraz najważniejszych parametrów pracy wszystkich urządzeń pracujących w danym węźle technologicznym.

Będzie możliwość dokonywania zmian nastaw, sterowanie zdalne-ręczne, diagnozy uszkodzeń. Ustawienia będą zabezpieczone hasłem przed nieautoryzowanymi zmianami. Wszystkie pomiary będą realizowane z użyciem protokołu Profibus DP lub pętli prądowej 4...20mA. Komunikacja między sterownikami na obiekcie, a komputerem dyspozytorskim będzie oparta o protokół Ethernet TCP/IP - medium transmisji kabel światłowodowy/skrętka miedziana. Wszystkie urządzenia pomiarowe powinny posiadać miejscowe (lokalne) odczyty wielkości pomiarów tj. ciśnień, przepływów, stopnia otwarcia przepustnic, itp.

Podstawowe wyposażenie szafy automatyki:

- sterownik PLC (z interfejsem Profibus DP oraz Profinet/Ethernet),
- panel operatorski,
- zasilacz buforowy gwarantujący podtrzymanie napięcia sterownika oraz modułów komunikacyjnych min. 1 godz..

Przewiduje się w sterowniku PLC rezerwę 10%: sterowania, pomiarów i sygnalizacji. Szafy będą wyposażone w dodatkowe ogrzewanie/wentylację sterowanie czujnikiem temperatury, dodatkowe oświetlenie, czujnik otwarcia szafy, gniazdo zasilające (serwisowe), sygnalizator alarmu.

## **Schemat ideowy sterowania oczyszczalną ścieków**

Poniżej przedstawiono ideowy schemat sterowania projektowanymi urządzeniami i układami technologicznymi z uwzględnieniem wszystkich istniejących i nowoprojektowanych urządzeń. Dla urządzeń pomiarowych i sterujących należy przewidzieć w układzie sterowania z poziomu dyspozytorni zmianę „nastaw” wartości zadanych. Wszystkie niezbędne sygnały w tym m.in. pracy, awarii, postępu oraz sterowanie przekazać należy do lokalnej szafy zasilająco-sterującej i dalej do centralnej dyspozytorni. Z poziomu dyspozytorskiego umożliwić należy również odczytanie m.in. czasu pracy urządzeń, zużycia energii i innych możliwych wartości poglądowych.

### **Budynek krat i separatora piasku**

Wszystkie istniejące urządzenia technologiczne i pomiarowe należy wpiąć do nowoprojektowanego układu AKPiA z wyprowadzeniem sygnałów pracy, awarii i postępu oraz sygnałów pomiarowych z trzech istniejących przepływomierzy zainstalowanych na rurociągach dolotowych. Odczyt przepływów odrębny dla każdego oraz sumaryczny dla PP1 i PP2.

Nowoprojektowany napęd przepustnicy – sygnał pracy, awarii i postępu przekazywany do dyspozytorni. Napęd przepustnicy z możliwością płynnej regulacji przepływu.

### **Przepompownia lokalna**

Pompy załączane i wyłączane przez czujniki poziomu ścieków zainstalowane w pompowni. Praca pomp automatyczna w trybie 1+1 awaria. W przypadku sygnału pracy pompy przewiduje się załączenie urządzenia o najkrótszym czasie pracy – odczyt czasu pracy poszczególnych urządzeń możliwy z poziomu dyspozytorskiego.

### **Reaktory SBR**

Praca układu reaktorów I-III zgodna z opisem pkt. 7 oraz schematem – załącznik nr 3.

Faza I - zbiorniki napełniane porcjowo poprzez otwarcie w układzie czasowym poszczególnych przepustnic z napędami elektrycznymi E3-E5. Sygnał otwarcia i zamknięcia przepustnic wysyłany z układu pomiarowego i czasowego poszczególnych reaktorów - otwarcie następuje po ukończonej fazie kondycjonowania osadu czynnego, a zamknięcie w układzie czasowym dla przyjętej długości czasu trwania fazy napełnienia lub awaryjnie w przypadku granicznym przy osiągnięciu maksymalnego napełnienia reaktora (wskazanie od czujnika poziomu). Układ czasowy równolegle załącza i wyłącza mieszadła.

Faza II – przejście z fazy I w układzie czasowym – działanie jak w fazie I z dodatkowym załączeniem dmuchawy (wydajność zadana – nastawna z poziomu dyspozytorskiego oraz korygowana względem wskazań sond

tlenowej, azotanowej i amonowej). Czas trwania fazy zadana z poziomu dyspozytorskiego – nastawna (w przypadku wydłużenia czasu trwania fazy bieżącej pomniejszony zostaje czas trwania fazy kolejnej – zasada stała dla faz od I do III).

Faza III – wyłączenie mieszadeł i napowietrzania w układzie czasowym,

Faza IV – załączenie i wyłączenie mieszadeł i napowietrzania w układzie czasowym. Wydajność napowietrzania korygowana względem wskazań sondy tlenowej, azotanowej i amonowej.

Automatyczne załączenie i wyłączenie pompki PIX – w układzie czasowym.

Faza V – czas trwania fazy w układzie czasowym,

Faza VI – załączenie i wyłączenie układów dekantacyjnych – czas trwania spustu regulowany automatycznie w przypadku nowoprojektowanego urządzenia, (urządzenia istniejące sterowane zgodnie ze stanem istniejącym – załączanie i wyłączanie pomp napełniających pływak automatyczne z możliwością regulacji czasu pracy pompy). Wysokość osadu zsedymetowanego mierzona stale przez ultradźwiękowe czujniki poziomu osadu - czujniki sprzężone z układem sterującym dekanterami i umożliwiające wyłączenie dekanterów w przypadku zagrożenia spustem osadu czynnego do odbiornika.

Załączenie pompy osadu nadmiernego ręczne i automatyczne względem wskazań czujnika poziomu osadu – poziomy załączania i wyłączania pompy nastawne.

Faza VII – praca dmuchaw i mieszadeł sterowana w układzie czasowym. Wydajność dmuchaw stała zadana z poziomu dyspozytorskiego (nastawna). Wartość graniczna – zadany sumaryczny nieprzekraczalny czas trwania poszczególnych składowych fazy VII ( $t=15\text{min}$ ).

Przepustnice z napędami elektrycznymi E6-E8 na odpływie z reaktorów SBR z możliwością płynnej regulacji – stale otarte z możliwością regulacji otwarcia z poziomu dyspozytorskiego.

Projektowane przepływomierze elektromagnetyczne (3 szt.) mierzące ilość osadu nadmiernego odprowadzanego z poszczególnych SBR do zagęszczaczy grawitacyjnych włączyć w system automatyki.

Projektowane gęstościomierze osadu umieszczone w poszczególnych zbiornikach SBR (3 szt. - po 1 szt./zbiornik) mierzące gęstość osadu włączyć w system AKPiA, a odczyty przekazać do dyspozytorni.

## **Stacja dmuchaw**

Istniejące – dmuchawy załączane zgodnie z licznikiem czasu pracy (start dmuchawy o najkrótszym czasie pracy) - sterowane od wskazań tlenomierza, sondy azotanowej i amonowej. Wydajność pierwszej załączonej dmuchawy sterowana zakresowo za pomocą falownika, a po osiągnięciu maksymalnej wydajności załączana jest druga dmuchawa. Falownik osiągając zakres maks. na dmuchawie nr 1 przełączany jest na dmuchawę nr 2 sterując jej zakresem wydajności.

Projektowana – każda dmuchawa posiada zintegrowany falownik. Wydajność sterowana od wskazań tlenomierza, sondy azotanowej i amonowej.

### **Automatyczna zlewnia ścieków dowożonych**

Kompletne autonomiczne urządzenie z własnym układem sterowania z którego sygnały pracy awarii i postoju należy wyprowadzić do dyspozytorni. Możliwość odczytu z poziomu dyspozytorskiego bieżących i archiwalnych danych dotyczących jakości ścieków dowożonych oraz ilości ścieków dowiezionych przez dany pojazd. Dane dotyczące jakości i ilości dowiezionych ścieków oraz identyfikacja dostawcy ewidencjonowane z możliwością ich późniejszego odczytu.

### **Zagęszczacze grawitacyjne**

Na rurociągu dolotowym zainstalowane dwa napędy elektryczne. Napełnienie mierzone czujnikiem poziomu osadu – po osiągnięciu maksymalnego napełnienia zamykana jest zasuwka na dolocie do pierwszego zagęszczacza i otwierana jest zasuwka do drugiego zagęszczacza. Po napełnieniu obu zagęszczaczy następuje automatyczne wyłączenie pompy osadu nadmiernego. Mieszadła prętowe – praca automatyczna w układzie czasowym, załączane po osiągnięciu poziomu maksymalnego w zagęszczaczu.

### **Układ technologiczny prasy osadowej wraz z urządzeniami towarzyszącymi**

Istniejący kompletny autonomiczny układ technologiczny załączany ręcznie z poziomu dyspozytorskiego i lokalnie z szafy zasilająco - sterującej. Wszystkie możliwe sygnały pracy, awarii, postoju i pomiarowe wyprowadzić do dyspozytorni wraz z możliwymi sygnałami z poszczególnych urządzeń umożliwiającymi sterowanie układem z poziomu dyspozytorskiego.

Wykaz projektowanych urządzeń pomiarowych zgodnie z rysunkiem nr 0 – schemat technologiczny oczyszczalni ścieków.

### ZESTAWIENIE PROJEKTOWANYCH URZĄDZEŃ POMIAROWYCH

- gęstość osadu – 3 kpl. (2 szt. w istn. SBR I i II, 1 szt. w proj. SBR),
- poziom osadu – 3 kpl. (2 szt. w istn. SBR I i II, 1 szt. w proj. SBR),
- pomiar poziomu – 1 kpl.,
  - sonda – 1 szt.,
  - pływakowe czujniki poziomu ścieków – 2 szt.,
- pomiar azotu (jonów amonowych i azotanowych) – 3 kpl.,
- pomiar tlenu – 1 kpl.

Urządzenia pomiarowe dostarczane z kompletnymi systemami mocowań i okablowania wg wytycznych wybranego producenta – elementy stalowe wykonane ze stali kwasoodpornej.



Zaprojektowano w każdym zbiorniku SBR czujnik gęstości osadu i czujnik rozdziału faz. Pomiar gęstości osadu ma służyć do sterowania pracą pomp osadu nadmiernego, które załączają się po zakończeniu sedymentacji i spustu ścieków oczyszczonych. Czujnik rozdziału faz jest przewidziany jako urządzenie zabezpieczające SBR przed odprowadzeniem zbyt dużej ilości osadu. Eksploatacyjne parametry takie jak stężenie osadu, objętości osadu odpompowanego, wysokości zawieszenia sondy rozdziału faz należy ustawić w trakcie rozruchu i korygować w trakcie eksploatacji.

### **11.3. Instalacje sanitarne**

W zakresie instalacji sanitarnych wykonać włączenie nowoprojektowanego zlewu w pomieszczeniu technicznym do istniejącej instalacji wewnętrznej (zgodnie ze stanem aktualnym). Na odpływie ze zlewu zamontować zamknięcie wodne syfonowe. Długość rurociągu do miejsca wpięcia zgodnie ze stanem istniejącym 1,5 m. Stosować rury i kształtki wykonane z PVC-U min. SN 4.

## **12. UWARUNKOWANIA GEOTECHNICZNE**

Zgodnie z dokumentacją geotechniczną swobodne lustro wody gruntowej stabilizowało się na głębokości 1,1 m p.p.t. tj. ok. rzędnej 18,5 m n.p.m. Odwodnienie jest możliwe przy zastosowaniu zestawów igłofiltrów lub studni depresyjnych.

Zgodnie z wynikami prac i badań oraz wymogami norm i literatury, występujące w podłożu grunty zaliczono do dwóch warstw geotechnicznych, tj.:

WARSTWA I – zbudowana z mad rzecznych, torfów oraz namulów organicznych gliniastych, występujących jako przewarstwienie w obrębie piasków, są to grunty organiczne w stanie plastycznym i miękkoplastycznym, są to grunty słabonośne, bardzo ściśliwe, które nie mogą występować poniżej fundamentów obiektów, w przypadku występowania tychże gruntów poniżej, zaleca się ich wymianę na podsypkę piaskowo-żwirową odpowiednio zagęszczoną,

WARSTWA II – stanowią ją rzeczne piaski średnie, są to grunty w stanie średnio zagęszczonym na granicy luźnego, o stopniu zagęszczenia  $ID = 0,35$ .

## **13. HARMONOGRAM PRAC BUDOWALNYCH**

Realizacja inwestycji musi przebiegać wg harmonogramu zapewniającego ciągłość pracy całej oczyszczalni.

Elementem projektowanych prac wpływającym na ciągłość pracy istniejących reaktorów SBR jest włączenie odpływu ścieków oczyszczonych do istniejącego rurociągu. Zaleca się przeprowadzenie włączenia poprzez zamknięcie odpływu z reaktora nr 2, a jego opróżnianie prowadzić za pomocą pompy zatapialnej opuszczanej manualnie za pomocą żurawika. Podana

metoda jest przykładowa i może być zmieniona po uzgodnieniu jej z Inwestorem.

Niezależnie Wykonawca zobowiązany jest do sporządzenia szczegółowego harmonogramu robót oraz przedłożenia go do uzgodnienia Zamawiającemu.

#### **14. ANALIZA PRACY OCZYSZCZALNI POD KĄTEM WYSTĘPOWANIA STREF ZAGROŻONYCH WYBUCHEM**

Procesy technologiczne - podczas mechanicznego oczyszczania ścieków w trakcie normalnej pracy nie będą zachodzić procesy beztlenowe w tym fermentacji. Wynika to z faktu, że w składzie ścieków komunalnych dopływających do oczyszczalni nie występują substancje, które w typowych procesach mechanicznego oczyszczania (cedzenia na kratkach, sedymentacji i separacji piasku w piaskownikach i płuczce piasku, sedymentacji w reaktorach SBR) powodowałyby powstawanie i emitowanie związków palnych i wybuchowych. Stąd wyklucza się istnienie stref zagrożonych wybuchem.

Z pośród obiektów zlokalizowanych na przedmiotowej oczyszczalni ścieków prawdopodobieństwo wystąpienia śladowych ilości gazów trujących i palnych występuje:

- w punkcie automatycznej zlewni ścieków dowożonych, który jest obiektem hermetycznym wolnostojącym. Ewentualna śladowa emisja gazów występuje w momencie odłączania opróżnionej beczki ścieków dowożonych.
- w budynku krat, gdzie wydziela się duża ilość związków odorowych gazy trujące i palne na bieżąco odprowadzane są poprzez istniejący układ wentylacyjny mechaniczny i grawitacyjny (obsługa przed wejściem do obiektu winna załączać wentylację mechaniczną na co najmniej 10 min.).

Biorąc pod uwagę powyższe według naszej opinii na obiekcie oczyszczalni ścieków nie ma potrzeby wyznaczania przestrzeni zagrożonych wybuchem.

Przyjęcie takiej klasyfikacji jest uzasadnione przeprowadzoną analizą możliwości wystąpienia atmosfer wybuchowych oraz technicznymi zabezpieczeniami występującymi w tych pomieszczeniach. Zakłada się, że w żadnej przestrzeni tych pomieszczeń nie dojdzie do osiągnięcia dolnej granicy wybuchowości potencjalnych palnych par/gazów mogących wytwarzać się w procesach oczyszczania ścieków. Na przyjęcie takiej klasyfikacji pozwalają zapisy normy PN-EN 1127-1:2011 „Atmosfery wybuchowe - Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem” – w analizowanych pomieszczeniach, w których istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia śladowych ilości gazów trujących i palnych zaprojektowano wiarygodne źródło kontroli stężenia oraz sprzężono system detekcji z wentylacją mechaniczną awaryjną.

## **15. WNIOSKI KOŃCOWE**

1. Całość prac prowadzić zgodnie z projektem technologicznym i projektami branżowymi.
2. Prace prowadzić zgodnie z przepisami BHP.
3. Rurociągi PVC i PE układać zgodnie z warunkami montażu podanymi w opisie technicznym oraz w instrukcji montażowej producenta rur.
4. Roboty ziemne wykonywać zgodnie z zasadami i przepisami BHP, ze szczególnym uwzględnieniem właściwego oznakowania i prowadzenia robot ziemnych.
5. Ścisłe przestrzegać wytycznych producentów materiałów i urządzeń.
6. Przed zasypaniem sieć zainwentaryzować geodezyjnie.
7. W razie zaistnienia trudności w trakcie realizacji zadania inwestycyjnego należy powiadomić autorów projektu.

## **16. WYKORZYSTANE AKTY PRAWNE I DYREKTYWY**

Projekt zrealizowany jest na podstawie obowiązujących aktów prawnych i dyrektyw w tym m.in.:

1. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21).
2. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627).
3. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2003 nr 80 poz. 717 z późniejszymi zmianami).
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800).
5. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229).
6. Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (Dz.U. 2001 nr 72 poz. 747).
7. Unijna dyrektywa z 21 maja 1991 r. dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (91/271/EWG).
8. Komentarz ATV-CVWK do A131P i A210P „Wymiarowanie jednostopniowych oczyszczalni ścieków z osadem czynnym oraz sekwencyjnych reaktorów porcjowych SBR”, Niemiecki Zbiór Reguł ATV wydanie polskie, Warszawa 2002r.
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 października 2002r. w sprawie warunków wprowadzenia nieczystości ciekłych do stacji zlewczych (Dz.U. 2002 nr 188 poz. 1576).

Opracował:

mgr inż. Karol Tarczyński

mgr inż. Zofia Szajna