



# PROENCO

PRZEDSIĘBIORSTWO WIELOBRANŻOWE SP. Z O. O.

Adres: Warszawska 30/10, 25-312 Kielce, tel./ fax (041) 3415027

NIP: 657 24 09 288, REGON: 292393830

Stadium dokumentacji:		KONCEPCJA
Nazwa dokumentacji:		<i>Modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków typu Lemna w Rakowie, gmina Raków</i>
Egz.	Zał.	<i>Koncepcja modernizacji i rozbudowy oczyszczalni ścieków typu Lemna w Rakowie, gmina Raków</i>

Inwestor (Zamawiający):	Gmina Raków
Nazwa obiektu:	Modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków w Rakowie
Adres:	Raków
Umowa:	

	tytuł	imię i nazwisko	specjalność i nr uprawnień		podpis
Projektował	mgr inż.	Dobiesław Śliz	instalacyjna –inżynieryjna	KL – 178/90	

Kielce, styczeń 2022 r.

.....







Prezes

## Spis treści

<b>SPIS TREŚCI.....</b>	<b>1</b>
<b>1. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH WIELKOŚCI.....</b>	<b>2</b>
<b>2. DANE OGÓLNE.....</b>	<b>3</b>
2.1. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
2.2. MATERIAŁY WYJŚCIOWE.....	3
2.3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA.....	3
<b>3. CHARAKTERYSTYKA ŚCIEKÓW DOPROWADZONYCH DO OCZYSZCZALNI.....</b>	<b>4</b>
3.1. RODZAJE ŚCIEKÓW.....	4
3.2. IŁOŚĆ I PARAMETRY ŚCIEKÓW SUROWYCH.....	4
3.3. BILANS ŁADUNKÓW ZANIECZYSZCZEŃ W ŚCIEKACH DOPROWADZANYCH DO OCZYSZCZALNI.....	4
3.4. RÓWNOWAŻNA LICZBA MIESZKAŃCÓW.....	5
3.5. STĘŻENIA ZANIECZYSZCZEŃ W ŚCIEKACH OCZYSZCZONYCH.....	5
3.6. STOPIEŃ OCZYSZCZENIA ŚCIEKÓW.....	6
<b>4. ODBIORNIK ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH.....</b>	<b>6</b>
<b>5. STAN ISTNIEJĄCY OCZYSZCZALNI.....</b>	<b>7</b>
5.1. DANE TECHNOLOGICZNE NA JAKIE ZOSTAŁA ZAPROJEKTOWANA OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW.....	7
5.2. DANE TECHNICZNE ISTNIEJĄCEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW.....	7
5.3. PROCES TECHNOLOGICZNY W ISTNIEJĄCEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW.....	10
<b>6. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH OCZYSZCZALNI.....</b>	<b>10</b>
6.1. OPIS CIĄGU TECHNOLOGICZNEGO.....	10
6.2. OPIS POSZCZEGÓLNYCH OBIEKTÓW NA TERENIE MODERNIZOWANEJ I ROZBUDOWYWANEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW.....	11
6.3. REDUKCJA ZANIECZYSZCZEŃ W CZĘŚCI BIOLOGICZNEJ OCZYSZCZALNI.....	24
6.4. ODLEGŁOŚCI OCHRONY SANITARNEJ.....	27
6.5. URZĄDZENIA KONTROLNO - POMIAROWE.....	27
6.6. ZAOPATRZENIE W WODĘ OCZYSZCZALNI.....	32
6.7. CIĄGŁOŚĆ PRACY PODCZAS MODERNIZACJI I ROZBUDOWY.....	32
<b>7. EKSPLOATACJA OCZYSZCZALNI.....</b>	<b>33</b>
7.1. EKSPLOATACJA WSTĘPNA.....	33
7.2. EKSPLOATACJA W DAJSZYCH LATACH.....	33
<b>8. WYPOSAŻENIE OCZYSZCZALNI W MASZYNY I URZĄDZENIA.....</b>	<b>36</b>
<b>9. WYNIKI OBLICZEŃ TECHNOLOGICZNYCH.....</b>	<b>37</b>

## 1. Zestawienie podstawowych wielkości

### 1.1 Remont oczyszczalni istniejącej – typ stawowy

L.p.	Wyszczególnienie	Jednostka	Ilość jednostek
1	2	3	4
	Ilość ścieków a) $Q_{ds}$ b) $Q_{dmax}$ c) $Q_{hmax}$ d) $Q_{hmax}$	$m^3/d$ $m^3/d$ $m^3/h$ $dm^3/s$	150 200 15 4,16
	Średnie stężenia zanieczyszczeń na dopływie a) BZT <sub>5</sub> b) ChZT c) Zawiesina d) Azot ogólny e) Fosfor ogólny	$mgO_2/l$ $mgO_2/l$ $mg/l$ $mg/l$ $mg/l$	300 1200 290 60 23
	Dopuszczalne stężenia (ścieki oczyszczone) a) BZT <sub>5</sub> b) ChZT c) Zawiesina ogólna d) Azot ogólny e) Fosfor ogólny	$mgO_2/l$ $mgO_2/l$ $mg/l$ $mg/l$ $mg/l$	40 150 50 30 5
	Staw napowietrzany • powierzchnia w koronie grobli • głębokość czynna • głębokość całkowita • objętość czynna • czas zatrzymania • nachylenie skarp odwodnych	ha m m $m^3$ d 1 : 3	0,28 4,0 4,5 7500 22 1 : 3
	Staw Lemna • powierzchnia w koronie grobli • głębokość czynna • głębokość całkowita • objętość czynna • czas zatrzymania • nachylenie skarp odwodnych	ha m m $m^3$ d 1 : 3	0,34 3,85 4,30 8300 25 1 : 3
	Podstawowe obiekty $\alpha$ ) stacja zlewna ścieków dowożonych (istniejąca) $\beta$ ) kontener socjalny (istniejący) $\chi$ ) krata ręczna (istniejąca) d) zintegrowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków – sitopiaskownik (projektowany) f) zasiek na rzęsę (istniejący) c) komora koagulacji (istniejąca) $\delta$ ) budowla odpływowa (istniejąca) $\varepsilon$ ) komora pomiarowa ścieków oczyszczonych $\phi$ ) stanowisko dmuchaw ( istniejące)	szt. szt. szt. szt. szt. szt. szt. szt. szt. szt.	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

### 1.2 Dobudowa nowego ciągu oczyszczalni na $Q = 200 \text{ m}^3/\text{d}$ – technologia osad czynny

1. Charakterystyczne przepływy ścieków, podane w poniższej tabeli, sporządzono w oparciu o jednostko-we wskaźniki zapotrzebowania wody dla mieszkańców..
2. Przyjęto, iż 1 mieszkaniec rzeczywisty = 1 RLM
3. Stąd wielkość całej oczyszczalni wyniesie:
4.  $RLM = 2000$

Pozostałe wielkości bilansowe przyjęto jak niżej.

$L_p$	Miejscowość	JM	Ilość	$Q_{jedn}$	$Q_{d_{sr}}$	$N_d$	$Q_{d_{max}}$	$N_{hog}$	$Q_{h_{max}}$
	Raków.		Jedn	$[\text{dm}^3/\text{d}]$	$[\text{m}^3/\text{d}]$	[1]	$[\text{m}^3/\text{d}]$	[1]	$[\text{m}^3/\text{h}]$
<b>Prognozowany odpływ ścieków z gospodarstw domowych</b>									
1		RLM	2000	100	200,0	1,2	240,0	2,9	24,00

Gdzie:

$Q_{d_{sr}}$ - średni dobowy dopływ ścieków,

$Q_{d_{max}}$  - maksymalny dobowy dopływ ścieków,

$Q_{h_{max}}$  - maksymalny godzinowy dopływ ścieków,

$N_d$ - współczynnik nierównomierności dobowej,

$N_{hog}$ - współczynnik całkowitej nierównomierności godzinowej ( $24 \times Q_{h_{max}} / Q_{d_{sr}}$ ).

<b>3.6. BILANS TECHNOLOGICZNY</b>		
<b>Wyszczególnienie wielkości obliczeniowych</b>	<b>JM</b>	<b>Wartości</b>
Liczba mieszkańców równoważnych	[RLM]	2000
Średnia dobową ilość ścieków	$[\text{m}^3/\text{d}]$	200
Dobowy ładunek BZT <sub>5</sub> usunięty	$[\text{kgO}_2/\text{d}]$	115,80
Dobowy ładunek BZT <sub>5</sub> ścieków surowych	$[\text{kgO}_2/\text{d}]$	120
Roczna ilość usuniętego ładunku BZT <sub>5</sub>	$[\text{kgO}_2/\text{rok}]$	42267
Moc elektryczna zainstalowana	[kW]	16,04
Dobowe zużycie energii elektrycznej	$[\text{kWh}/\text{d}]$	171,70
Roczne zużycie energii elektrycznej	$[\text{kWh}/\text{rok}]$	62671
Zużycie energii elektrycznej na 1 $\text{m}^3$ ścieków	$[\text{kWh}/\text{m}^3]$	0,86
Zużycie energii elektrycznej przez jednego mieszkańca	$[\text{kWh}/\text{MR}]$	0,09
Zużycie energii elektrycznej na 1 kg usuniętego BZT <sub>5</sub>	$[\text{kWh}/\text{kg}]$	1,48

	BZT <sub>5</sub> ]	
Miesięczna ilość osadu	[m <sup>3</sup> /m-c]	26,88
Zbiornik osadu , pompa osadu	[m <sup>3</sup> /godz.]	1,0 – 4,0
Moc elektryczna zainstalowana	[kW]	1,5
Wirówka dekantacyjna KOWATS-270 Przepustowość 1,0 – 4,0 m <sup>3</sup> /h , 20-160 kg smo /h	kW	Silnik bębna – 11 kW, 400V Silnik ślimaka – 3,7 kW, 400V
CMP10-XL zespół przygotowania i dozowania polielektrolitu	kW	Mieszadło – 0,75 kW, Pompa dozująca PD-XL 0,3 kW,
Urządzenie do higienizacji osadów wapnem	kW	Elektrowibrator- 0,32 kW przenośnik ślimakowy osadu i wapna - 1,1 kW

## 2. Dane ogólne

### 2.1 Podstawa opracowania

- umowa nr ..... r. zawarta pomiędzy Gminą Raków, a Przedsiębiorstwem Wielobranżowym „Proenco” Sp. z o.o. w Kielcach, ul. Warszawska 30/10.

### 2.2. Materiały wyjściowe

- mapa syt.-wys. terenu oczyszczalni w skali 1:500, 1: 1000
- projekt techniczny oczyszczalni ścieków w m. Raków wykonany przez „Hydro” Sp. z o.o. w Kielcach w 1993 r.
- Operat wodno-prawny na wprowadzenie oczyszczonych ścieków do rz. Łagowicy PBE Augustyn Siemieniec 2013 r.
- Pozwolenie wodno prawne – decyzja nr RO-II.6341.48.2016.DP z dn. 08.04.2016 r.
- dane uzyskane od Inwestora i eksploatatora oczyszczalni
- projekt techniczny remontu oczyszczalni ścieków w m. Raków wykonany przez Proenco w 2017 r.
- literatura branżowa oraz katalogi i oferty firm produkujących urządzenia dla potrzeb oczyszczalni ścieków.

### 2.3. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest określenie zakresu robót dla potrzeb modernizacji i rozbudowy oczyszczalni ścieków typu Lemna w Rakowie polegającej na wymianie lub uzupełnieniu

wyposażenia oczyszczalni bez zmiany jej nominalnej przepustowości w części stawowej oraz dobudowie nowego ciągu technologicznego o przepustowości  $Q_{sr.d.} = 200 \text{ m}^3/\text{d}.$  .

W zakres projektu modernizacji oczyszczalni wchodzi następujące obiekty:

- modernizacja kraty ręcznej
- urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków - sitopiaskownik
- biologiczna oczyszczalnia ścieków typu stawowego – oczyszczenie z osadów, reprofilacja skarp, zabudowa nowego wyposażenia, napowietrzanie, przegrody
- stanowisko dmuchaw
- remont reaktora nitryfikacyjnego wraz z wyposażeniem
- rurociągi międzyobiektywne
- rurociągi technologiczne
- dobudowa nowego ciągu technologicznego na osad czynny
- - studnia rozprężno-rozdzielcza
  
- - osadnik wstępny (4 ciągi równoległe)
- - złoża biologiczne typ „BIOCLERE” B415 (4 ciągi równoległe)
- - złoża biologiczne typ „BIOCLERE” B180 (4 ciągi równoległe)
- - komora sedymentacyjna (osadnik wtórny, 2 ciągi równoległe)
- - punkt pomiaru przepływu ścieków (różne rozwiązania opcjonalne)

### 3. Charakterystyka ścieków doprowadzonych do oczyszczalni

#### 3.1. Rodzaje ścieków

Inwestor przewiduje, że do 2026 roku do oczyszczalni doprowadzane będą ścieki bytowo – gospodarcze z kanalizacji sanitarnej oraz ścieki dowożone ze zbiorników bezodpływowych z terenu Rakowa. Oczyszczalnia obsługiwać będzie łącznie około 3500 Mk.

#### 3.2. Ilość i parametry ścieków surowych.

Jednostkowy ogólny wskaźnik ilości ścieków przyjęto  $100 \text{ l/Mk d.}$

Ilość ścieków:

Świeżowodne:  $Q_{d.sr} = 100 \text{ l/Mk d} \times 3500 \text{ Mk} = 350 \text{ m}^3/\text{d}$

Przyjęto  $Q_{d.sr} = 350 \text{ m}^3/\text{d}$ , w tym

- ścieki z kanalizacji  $340 \text{ m}^3/\text{d}$
- ścieki dowożone  $10 \text{ m}^3/\text{d}$

Współczynnik nierównomierności dopływu maksymalnego  $N_{og} = 2,4$

Przepływ maksymalny godzinowy  $Q_{h.max} = N_{og} \times Q_{d.sr} = 15 \text{ m}^3/\text{h} = 4,16 \text{ l/s}$

#### 3.3. Bilans ładunków zanieczyszczeń w ściekach doprowadzanych do oczyszczalni

Przyjęte założenia:

- **Ładunki jednostkowe (wg ATV)**  
 $l_{BZT5} = 60 \text{ g/Mk d}$   
 $l_{ChZT} = 120 \text{ g/Mk d}$   
 $l_{Zaw. og.} = 70 \text{ g/Mk d}$   
 $l_{Azot. og.} = 6 \text{ g/Mk d}$   
 $l_{Fosf. og.} = 2,3 \text{ g/Mk d}$
- **Stężenia ścieków dowożonych (na podstawie badań własnych)**  
 $S_{BZT5} = 1500 \text{ g/m}^3$   
 $S_{ChZT} = 3000 \text{ g/m}^3$   
 $S_{Zaw. og.} = 1600 \text{ g/m}^3$
- **Liczba mieszkańców (wg danych uzyskanych z UG w Rakowie)**
  - perspektywa – 3500 Mk

#### **Bilans ładunków zanieczyszczeń.**

- Ilość mieszkańców wytwarzająca ścieki trafiające do kanalizacji LM = 3500 Mk
- Ładunki zanieczyszczeń w ściekach z kanalizacji:  
 $L = LM \times l$   
 $L_{BZT5} = (3500 \text{ Mk} \times 60 \text{ g/Mk d}) : 1000 = 210,0 \text{ kg/d}$   
 $L_{ChZT} = (3500 \text{ Mk} \times 120 \text{ g/Mk d}) : 1000 = 420,0 \text{ kg/d}$   
 $L_{Zaw. og.} = (3500 \text{ Mk} \times 70 \text{ g/Mk d}) : 1000 = 245,0 \text{ kg/d}$   
 $L_{Azot. og.} = (3500 \text{ Mk} \times 6 \text{ g/Mk d}) : 1000 = 21,0 \text{ kg/d}$   
 $L_{Fosf. og.} = (3500 \text{ Mk} \times 2,3 \text{ g/Mk d}) : 1000 = 8,05 \text{ kg/d}$
- Ładunki zanieczyszczeń w ściekach dowożonych:  
 $L = Q \times S$   
 $L_{BZT5} = (10 \text{ m}^3/\text{d} \times 1500 \text{ g/m}^3) : 1000 = 15 \text{ kg/d}$   
 $L_{ChZT} = (10 \text{ m}^3/\text{d} \times 3000 \text{ g/m}^3) : 1000 = 30,0 \text{ kg/d}$   
 $L_{Zaw. og.} = (10 \text{ m}^3/\text{d} \times 1600 \text{ g/m}^3) : 1000 = 16 \text{ kg/d}$   
 $L_{Azot. og.} = (10 \text{ m}^3/\text{d} \times 300 \text{ g/m}^3) : 1000 = 3 \text{ kg/d}$   
 $L_{Fosfor. og.} = (10 \text{ m}^3/\text{d} \times 100 \text{ g/m}^3) : 1000 = 1 \text{ kg/d}$
- Sumaryczny ładunek zanieczyszczeń w ściekach wymieszanych:  
 $L_{BZT5} = 210,0 \text{ kg/d} + 15 \text{ kg/d} = 225 \text{ kg/d}$   
 $L_{ChZT} = 420 \text{ kg/d} + 30,0 \text{ kg/d} = 450 \text{ kg/d}$   
 $L_{Zaw. og.} = 245 \text{ kg/d} + 16 \text{ kg/d} = 261 \text{ kg/d}$   
 $L_{Azot. og.} = 21,0 \text{ kg/d} + 3 \text{ kg/d} = 24 \text{ kg/d}$   
 $L_{Fosf. og.} = 8,05 \text{ kg/d} + 1 \text{ kg/d} = 9,05 \text{ kg/d}$
- Stężenia zanieczyszczeń w ściekach wymieszanych:  
 $S_{BZT5} = 225 \text{ kg/d} / 350 = 643 \text{ g/m}^3$   
 $S_{ChZT} = 450 \text{ kg/d} / 350 = 1286 \text{ g/m}^3$   
 $S_{Zaw. og.} = 261 \text{ kg/d} / 350 = 746 \text{ g/m}^3$   
 $S_{Azot. og.} = 24 \text{ kg/d} / 350 = 68 \text{ g/m}^3$   
 $S_{Fosf. og.} = 9,05 \text{ kg/d} / 350 = 26 \text{ g/m}^3$

### 3.4. Równoważna liczba mieszkańców.

Równoważna liczba mieszkańców dla rozbudowanej oczyszczalni ścieków w Rakowie, Gmina Raków wyniesie:

$$225000 \text{ g/d} : 60 \text{ g/Mk d} = 3750 \text{ RLM}$$

### 3.5. Stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych.

Najwyższe dopuszczalne stężenia ścieków oczyszczonych przyjęto zgodnie z obowiązującym pozwoleniem wodno- prawnym decyzja z dnia 08.04.2016 r. nr RO.II.6341.48.2016.DP.

Lp.	Parametr	Jedn.	Wartość
1.	BZT <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	40
2.	ChZT	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	150
3.	Z <sub>og.</sub>	g/m <sup>3</sup>	50
4	Azot <sub>og</sub>	gN/m <sup>3</sup>	30
5	Fosfor <sub>og</sub>	gP/m <sup>3</sup>	5

Projektowana oczyszczalnia ścieków typu stawowego po modernizacji spełni powyższe warunki.

### 3.6. Stopień oczyszczenia ścieków.

Stopień oczyszczenia ścieków zestawiono w poniższej tabeli:

Lp.	Parametr	Stężenie w ściekach surowych	Stężenie w ściekach oczyszcz.	Stopień redukcji %
1	BZT <sub>5</sub>	650	25	95,24
2	ChZT	1300	125	88,1
3	Z <sub>og.</sub>	753	35	94,25
4	Azot <sub>og</sub>	70	30	57,1
5	Fosfor <sub>og</sub>	26	5	80,07

### 4. Odbiornik ścieków oczyszczonych

Odbiornikiem oczyszczonych ścieków jest rzeka Łagowica. Ujście rowu odprowadzalnika do rz. Łagowicy jest w km. 1+ 990 km zgodnie z obowiązującym pozwoleniem wodno-prawnym.

### 5. Stan istniejący oczyszczalni.

Omawiana oczyszczalnia ścieków jest zlokalizowana w odległości około 1.1 km. na południowy wschód od centrum miasta po północnej stronie drogi prowadzącej do Staszowa. Teren jest ogrodzony. Odległość oczyszczalni od najbliższej zabudowy mieszkalnej wynosi 300 m.



### 5.1. Dane technologiczne na jakie została zaprojektowana oczyszczalnia ścieków.

Ilość ścieków:

Qśrd	= 150 m <sup>3</sup> /d.
Qmax.dob.	= 200 m <sup>3</sup> /d.
Qmax.godz.	= 215 m <sup>3</sup> /d
Qmax.	= 4,16 l/s

Średnie stężenia zanieczyszczeń:

BZT5	= 300 mg/l
ChZT	= 1200 mg/l
Zawiesina ogólna	= 290 mg/l
Azot ogólny	= 60 mg/l
Fosfor ogólny	= 23 mg/l

Dopuszczalne stężenia w ściekach oczyszczonych dla istniejącej i funkcjonującej oczyszczalni będącej przedmiotem modernizacji wg. obowiązującego pozwolenia wodno-prawnego decyzja z dnia 08.04.2016 r. nr RO.II.6341.48.2016.DP.

BZT5	= 40,0 mg/l
Zawiesina ogólna	= 50,0 mg/l
ChZTCr	= 150,0 mg/l
Azot <sub>og</sub>	= 30 mg/l
Fosfor <sub>og</sub>	= 5 mg/l

przy:

Ośrd	= 150 m <sup>3</sup> /d.
Qmax.dob.	= 200 m <sup>3</sup> /d.
Qmax.godz.	= 15 m <sup>3</sup> /d

### 5.2. Dane techniczne istniejącej oczyszczalni ścieków:

Na oczyszczalnię ścieki dopływają rurociągiem ciśnieniowym d160PCV i dalej rurociągiem grawitacyjnym d315 PCV o dł. 38 mb.

Istniejąca oczyszczalnia ścieków składa się z następujących elementów:

**Część mechaniczna oczyszczalni:**

**- punkt zlewny ścieków dowożonych**

zlokalizowany jest w sąsiedztwie piaskownika. Jest to konstrukcja żelbetowa o wymiarach w rzucie 1.5 x 0.8 m. zakryta poziomą kratą. Odpływ z punktu zlewnego do studni kontrolnej zlokalizowanej na rurociągu dopływowym do komory kraty ręcznej.

**- część mechaniczna – krata i piaskownik poziomy**

W komorze wlotowej piaskownika zamontowana jest krata gęsta o prześwicie pomiędzy prętami 15 mm. i szerokości kraty 0.4 m. Piaskownik składa się z dwóch koryt technologicznych o długości 9 m. i szerokości 0.25 m. każde, w dnie wyłożonych cegłą kanalizacyjną. Pod cegłą znajduje się warstwa filtracyjna z drenem odsączającym. Piaskownik wyposażony jest w sąsiadującą komorę zastawek. Zgarnianie skratek ręczne.

**- piaskownik, poletko do suszenia osadu**

Piaskownik jest dwukomorowy o przepływie poziomym o długości komory 9,0 wynikającej z poziomej prędkości przepływu  $V = 0.3$  m/s, prędkości opadania cząstek stałych dla średnicy ziaren 0.1 mm.  $U = 4.6$  m/s, przy przepływie  $Q_{\max.\text{godz.}} = 17.3$  l/s i napętnieniu 0.123 cm.

Piaskownik wyposażony jest w zamknięcia szandorowe umożliwiające zamykanie poszczególnych komór lub spiętrzenie ścieków. Wg. Projektu podstawowego ilość piasku 24.5 kg/d.

Obok piaskownik znajduje się poletko do odwadniania piasku w postaci zdrenowanej płyty ułożonej na podsypce zwirowej. Powierzchnia poletka 2.5 x 2.5 m, a powierzchnia czynna składowania 2.2 x 2.2 m. co daje 4.4 m<sup>2</sup> co przy wysokości pryzmy 0.5 m. pozwala na składowanie piasku przez okres 3 miesięcy.

Ocieki z poletka spływają drenażem do rurociągu technologicznego prowadzącego do stawu napowietrzanego.

**- staw napowietrzany:**

staw został uszczelniony folią PE o gr. 0.25 mm. z przykryciem ochronnym ziemią warstwą 0.25 m. w dnie i 0.5 m. na skarpach. W stawie nr. 1 w strefie falowania skarpy odwodnione umocnione są płytami żelbetowymi ażurowymi pasem o szer. 1.5 m. na włókninie filtracyjnej. Nachylenie skarp wewnętrznych 1:3, zewnętrznych 1:2.5, szerokość korony grobli 4.0 m.

Wymiary stawu nr. 1 napowietrzanego:

- rzędna dna 221.00 m.npm.
- Rzędna korony grobli 225.70 m.npm.
- powierzchnia dna: 950 m<sup>2</sup>
- powierzchnia wody; 2800 m<sup>2</sup>
- powierzchnia górą stawu: 2800 m<sup>2</sup>
- głębokość wody: 4.00 m.
- pojemność wody: 7500 m<sup>3</sup>
- głębokość całkowita: 4,5 m.

Staw podzielony jest na trzy cele przegrodami. Przepływ pomiędzy celami odbywa się poprzez wydzielone okna przelewowe w każdej z przegród. Zapewnia to równomierny przepływ przez przekrój poprzeczny stawu. Staw wyposażony jest w system napowietrzania dennego drobno pęcherzykowego bazującego na dyfuzorach rurowych drobnopęcherzykowych sprzężonych w zestawy czterorurowe w liczbie 12 szt. Objętość dostarczanego powietrza wynosi około 430 m<sup>3</sup>/h przy przepustowości oczyszczalni Q= 150 m<sup>3</sup>/d. Powietrze jest dostarczane poprzez zainstalowane dwie dmuchawy ( zasadnicza i awaryjna) o mocy po 7.5 kW każda.

Czas przetrzymania ścieków w stawie napowietrzanym 29 dni.

**- komora nitryfikacji i koagulacji:**

między stawem napowietrzanym i stawem doczyszczającym zlokalizowana jest komora koagulacji. Jest to studnia żelbetowa o wymiarach 4.5 x 4.5 x 4.0 m. głębokości. W komorze zabudowane są 4 pakiety złoż zatonionych o wymiarach 2.1x2.1x2.4. Każdy pakiet napowietrzany jest w dnie dyfuzorem. Złoża zabudowane w stalowych ramach. Na powierzchni złoż zatonionych wytwarza się błona biologiczna prowadząca rozkład związków amonowych do azotanów i azotynów. Wytwarza się wolny azot w wyniku którego następuje redukcja zanieczyszczenia ścieków związkami azotu. Komora jako studnia przepływowa jest wbudowana w skarpę. W komorze znajduje się dodatkowa cela w której zabudowany jest system mechanicznego dozowania siarczanu glinu bezpośrednio przed wylotem ścieków do stawu doczyszczającego. Podawanie siarczanu glinu do ścieków powoduje wytrącanie się związków fosforu w postaci osadu, który odkłada się na dnie stawu doczyszczającego. W komorze poprzez zastawki kanałowe zapewniona jest możliwość regulacji poziomu ścieków w stawie napowietrzanym.

**- staw doczyszczający:**

staw został uszczelniony folią PE o gr. 0.25 mm. z przykryciem ochronnym ziemią warstwą 0.25 m. w dnie i 0.5 m. na skarpach. Staw podzielony jest na dwie cele przegrodami. Przepływ pomiędzy celami odbywa się poprzez wydzielone okna przelewowe w przegródzie. Nachylenie skarp wewnętrznych 1: 3, zewnętrznych 1:2.5, szerokość korony grobli 4.0 m.

Staw

Wymiary stawu nr 2 napowietznanego:

- powierzchnia dna:	1150 m <sup>2</sup>
- powierzchnia wody;	3200 m <sup>2</sup>
- głębokość wody:	3.85 m.
- pojemność wody:	8300 m <sup>3</sup>
- głębokość całkowita:	4.35 m.
- pojemność całkowita;	10100 m <sup>3</sup>
- czas przetrzymania ścieków	33 dni

Staw pokryty jest systemem krat pływających, w których jest zaszczipiona rzęsa wodna. Na końcu stawu znajduje się budowla odpływowa, która zapewnia odpływ oczyszczonych ścieków z odpowiedniej warstwy słupa wody. Budowla odpływowa daje możliwość całkowitego opróżnienia stawu ze ścieków.

**- urządzenie pomiarowe:**

na końcu rurociągu wylotowego ścieków oczyszczonych z oczyszczalni znajduje się urządzenie pomiarowe ilości ścieków w postaci zabudowanego trójkąta pomiarowego Thompsona. Odczytów dokonuje się 1 raz na dobę co przy znacznym uśrednieniu wielkości przepływu (czas zatrzymania ścieków w stawach około 60 dni) pozwala na dokładny odczyt ilości oczyszczonych ścieków odpływających z oczyszczalni. Długi czas zatrzymania ścieków w stawach zapewnia wysoki stopień retencji i pozwala na dokładny odczyt ilości odpływających ścieków po oczyszczeniu. Ścieki odprowadzane są korytem odpływowym o długości łącznej 648 mb. do rzeki Łagowicy.

### **5.3. Proces technologiczny w oczyszczalni ścieków**

Ścieki surowe dopływają do oczyszczalni ścieków kolektorem D300 PCV. Przepływają przez kratę gęstą o świetle 15 mm, na której następuje separacja części stałych (skratek). Skratki okresowo są usuwane z kraty ręcznie. Następnie ścieki przepływają przez piaskownik gdzie zachodzi sedymentacja zawiesiny mineralnej i większych części stałych. Piasek z piaskownika jest usuwany ręcznie na poletko osadowe. Skratki i piasek są okresowo wywożone na wysypisko śmieci.

Ścieki po wstępnym oczyszczaniu kierowane są grawitacyjnie na staw napowietrzany. Napowietrzanie odbywa się systemem dennym drobno pęcherzykowym na dyfuzorach rurowych. Powietrze do systemu jest dostarczane przez dwie dmuchawy – zasadniczą lub awaryjną. System napowietrzania zapewnia dostarczenie wymaganej ilości powietrza dla procesów tlenowych w stawie.

Ścieki ze stawu napowietrzanego przepływają grawitacyjnie do komory nityfikacji i koagulacji, gdzie awaryjnie może być dozowany koagulant dla wytrącenia związków fosforu ze ścieków. W komorze zainstalowany jest mechaniczny dozownik siarczanu glinu.

Ścieki z komory koagulacji przepływają grawitacyjnie do stawu doczyszczającego. W okresie wegetacji na powierzchni stawu rośnie rzęsa wodna, która zapewnia środowisko beztlenowe wewnątrz kolumny wody. W okresach poza wegetacją środowisko stawu doczyszczającego jest zmienne z przewagą beztlenowego. Staw pracuje jako beztlenowo – tlenowy osadnik. Zbiór rzęsy wodnej w okresie lata w sposób naturalny usuwa biogeny ze ścieków. W okresie zimy redukcja biogenów jest ograniczona.

Reasumując: oczyszczalnia w Rakowie działa od 1993 roku i pracuje prawidłowo oczyszczając ścieki do zadanych parametrów. Jest nisko energochłonna i łatwa w eksploatacji.

## 6. Opis rozwiązań projektowych oczyszczalni

Przewiduje się modernizację i rozbudowę oczyszczalni ścieków w dwóch niezależnych ciągach technologicznych.

- remont i modernizacja istniejącej oczyszczalni ścieków typu stawowego
- dobudowa nowego ciągu technologicznego na osad czynny

### 6.1. Opis ciągu technologicznego dla oczyszczalni typu stawowego

Oczyszczalnia składać się będzie z części mechanicznej wyposażonej w nową kratę płaską, rzadką, istniejący piaskownik, istniejący punkt zlewny ścieków dowożonych, nowego sita kanałowego oraz z części biologicznej składającej się z istniejącego stawu napowietrzanego, oraz istniejącego stawu doczyszczającego. Część mechaniczna oczyszczalni jest zlokalizowana w sąsiedztwie części biologicznej.

Schemat pracy oczyszczalni będzie następujący: ścieki doprowadzane są grawitacyjnie do części mechanicznej oczyszczalni i po przepływie przez kratę rzadką, płaską, czyszczoną ręcznie, przepłyną przez istniejący piaskownik i trafią do pompowni ścieków. Na odcinku grawitacyjnym przed cz. mechaniczną, do studni włączony jest punkt zlewny. W komorze krat zamontowane będzie wysokowydajne sito kanałowe separujące skratki i piasek.

Sito kanałowe zapewnia separację dopływających większych części stałych oraz sedimentację mineralnych zawiesin ziarnistych. Po sicie kanałowym i piaskowniku ścieki przepłyną do istniejącego stawu napowietrzanego. W stawie napowietrzanym odbywa się usuwanie zanieczyszczeń w oparciu o niskoobciążony osad czynny. Do stawu podawane jest powietrze za pośrednictwem dyfuzorów rurowych. Ma tam miejsce redukcja zanieczyszczeń organicznych wyrażonych BZT<sub>5</sub> oraz zawiesiny ogólnej. Długi czas zatrzymania ścieków oraz znaczny wiek osadu czynnego powoduje, że osad nadmierny przyrasta w znikomej ilości. Istniejący staw napowietrzany podzielony jest na trzy odrębne komory (cele) za pomocą specjalnych dedykowanych nowych przegród hydraulicznych. Dzięki temu stworzone zostają różne warunki pracy osadu czynnego w obrębie jednego stawu. Następnie ścieki przepływają do reaktora nitrifikacyjnego zlokalizowanego pomiędzy stawami gdzie następuje rozkład związków azotu amonowego na azotyny i azotany. Następnie poprzez komorę koagulacji ścieki przepływają do istniejącego stawu doczyszczającego. W stawie tym zachodzą dalsze procesy redukcji związków organicznych na drodze biologicznych reakcji beztlenowych oraz bioakumulacji zanieczyszczeń do biomasy rzęsy wodnej porastającej powierzchnię zwierciadła ścieków. Powierzchnia stawu pokryta będzie kożuchem z rzęsy wodnej. Staw pokryty jest barierami pływającymi, służącymi do stabilizacji rzęsy na jego powierzchni i utrzymania równomiernej grubości kożucha roślinnego. Kożuch ten tworzy swoistego rodzaju barierę i izoluje środowisko wodne od dopływu promieni słonecznych i dyfuzji powietrza do środowiska wodnego oraz jednocześnie zabezpiecza przed emisją przykrych zapachów do atmosfery.

Wytworzony przez rzęsę i zastabilizowany przez bariery kożuch, umożliwia utrzymanie trzech stref w kolumnie wodnej stawu, tj.:

- strefy natlenionej - powstałej na skutek produkcji tlenu przez samą rzęsę
- strefy anoksydacyjnej - powstałej na skutek kontaktu strefy tlenowej z beztlenową
- strefy beztlenowej - powstałej na skutek przebiegu procesów rozkładu zanieczyszczeń organicznych przy deficycie tlenowym

Rzęsa wodna w stawie doczyszczającym nie pełni jedynie funkcji asymilatora biologicznego zanieczyszczeń, ale pełni również funkcję naturalnego biologicznego izolatora i stymulatora

środowiska wodnego stawu od otaczającego środowiska atmosferycznego.

Z istniejącego stawu doczyszczającego, poprzez budowlę odpływową, nowo wybudowaną komorę pomiarową ścieki oczyszczone są kierowane do odbiornika poprzez istniejący przelew trójkątny Thompsona "V" o kącie  $90^{\circ}$  do pomiaru ilości ścieków ( należy dostosować go do nowego max. przepływu ścieków). Dokładny pomiar dokonywany będzie przy pomocy sondy i czujnika elektronicznego przepływu zainstalowanego komorze pomiarowej zabudowanej na rurociągu odpływowym przed trójkątem.

## **6.2. Opis poszczególnych obiektów na terenie modernizowanej oczyszczalni ścieków w Rakowie.**

### **6.2.1. Obiekty technologiczne**

#### 6.2.1.1. Stacja zlewna ścieków dowożonych

Istniejący punkt zlewny do wymiany.

#### 6.2.1.2. Krata ręczna z piaskownikiem – istniejąca.

Budowla istniejąca – przewidziano naprawę i renowację konstrukcji betonowej oraz wymianę typowej kraty typ TKR – kompl. 1 (dostosowanej do kanału  $H_z = 0.4$  m i głębokości kanału 2.0 m., nowa krata o wym. 400/2100 i kącie 60 stopni wykonana ze stali nierdzewnej: szczeliny 40x10 mm o prześwicie 40 mm).

#### 6.2.1.3. Sito spiralne kanałowe

Do usuwania ze ścieków większych części stałych oraz sedymentacji mineralnych zawiesin ziarnistych zaprojektowano zintegrowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków. Optymalnym rozwiązaniem technicznym dla napływu grawitacyjnego ścieków jest zastosowanie spiralnego sita kanałowego typu SSK.

Urządzenie będzie zainstalowane na wolnym powietrzu, wyposażone jest w system grzewczy wraz z ociepleniem. Sito spiralne jest montowane bezpośrednio w kanale. Ściek zanieczyszczony napływa na część perforowaną sita, gdzie następuje separacja cząstek większych od otworów perforacji. Skratki transportowane są za pomocą przenośnika ślimakowego na zewnątrz do pojemnika. Przenośnik w części sitowej wyposażony jest w szczotkę czyszczącą sito, a w części transportowej w instalację płukania i prasowania skratek. Proces oczyszczania na sicie spiralnym jest zhermetyzowany, a wszystkie elementy konstrukcyjne są wykonane ze stali nierdzewnej typu AISI 304. urządzenie w całości sterowane jest automatycznie z możliwością ręcznego wyłączenia.

W skład projektowanego zintegrowanego urządzenia wchodzi:

#### Część sita

- Część perforowana sita ze stali nierdzewnej AISI 304
- Rama wsporcza sita z przyłączami ze stali nierdzewnej AISI 304
- Przenośnik ślimakowy zagęszczający i usuwający skratki. Spirala przenośnika bezwałowa (d250 mm.) wykonana ze stali konstrukcyjnej zabezpieczonej antykorozyjnie
- Silnik i przekładnia sprzęgło
- Szczotka czyszcząca część perforowaną sita z okuwką ze stali nierdzewnej AISI 304

- Obudowa urządzenia ze stali nierdzewnej AISI 304
- Czujniki poziomu ścieku oraz przelewu (konduktometryczne)

#### Tablica kontrolno – sterująca.

- Zabezpieczenie termiczne napędów
- Sterownik programowalny
- Panel dotykowy wyświetlający wszystkie informacje związane z pracą urządzenia i występującymi podczas pracy stanami awaryjnymi. System sterowania z panela umożliwia zmianę wszelkich parametrów pracy z poziomu wyświetlacza oraz załączanie sita w trybie ręcznym

**W rejon urządzenia należy doprowadzić przyłącze wodociągowe z PE dn 15 mm zabezpieczone przed przemarzaniem i zakończone zaworem 1/2”.**

Na etapie montażu sita woda zostanie połączona do urządzenia.

Całe urządzenie musi być przystosowane do pracy na zewnątrz (obudowane szczelnie z wewnętrznym grzaniem i otuliną przeciw zamarzaniu).

#### **Parametry techniczne**

- SSK

Parametr	SSK
Przepustowość [l/s]	15-50 l/s
Średnica szczeliny sita. [mm]	5 – 12
Minimalna szerokość kanału [mm]	500
Średnica sita. [mm]	300
Średnica transportera [mm]	250
Maksymalna dł. spirali transportowej [mm]	60000
Moc zainstalowana [kW]	1.5

#### Ilość skratek

$$V_s = 8 \text{ l/Mk rok} \times 3500 \text{ Mk/365d} = 76.7 \text{ l/d.}$$

$$Q_s = 0,076 \text{ m}^3/\text{d} \times 750 \text{ kg/m}^3 = \text{ca}^{\circ} 57 \text{ kg/d}$$

Roczna ilość skratek

$$Q_{\text{rok}} = 57,0 \text{ kg/d} \times 365 \text{ d/rok} = 20,805 \text{ t/rok}$$

Skratki będą składowane w specjalnym kontenerze, przesypywane wapnem chlorowanym celem ich higienizacji i sukcesywnie wywożone na gminne wysypisko.

#### Ilość piasku

$$Q_p = 350 \text{ m}^3/\text{d} \times 0,035 \text{ l/m}^3 = 12,25 \text{ l/d}$$

Odwodniony piasek będzie składowany z kontenerze. Celem zapewnienia odpowiednich warunków higienicznych należy przesypywać piasek wapnem chlorowanym. Piasek również będzie wywożony na gminne wysypisko.

**Uwaga: Dla zapewnienia ciągłości pracy oczyszczalni, szczególnie urządzeń części mechanicznej ( sitopiaskownika), należy zapewnić zastępcze źródło prądu instalując**

**agregat prądowczy w zabudowie kontenerowej przystosowany do automatycznej pracy na zewnątrz w każdych warunkach atmosferycznych.**

**6.2.1.4. Staw napowietrzany.**

Po wstępnym oczyszczaniu mechanicznym na sicie kanałowym ścieki dopływać będą grawitacyjnie do istniejącego stawu napowietrzanego.

Istniejący staw napowietrzany wymaga remontu i oczyszczenia z zalegających osadów po ponad 20 letniej eksploatacji. Należy uzupełnić „zarwane” groble odwodne stawu od strony północnej i wschodniej, usunąć osad z dna stawu, wymienić wyposażenie technologiczne stawu polegające na wymianie starych, uszkodzonych przegród hydraulicznych, a przede wszystkim wymianie stalowych starych, dennych rurociągów powietrza na rurociągi pływające z PE, wymianie dyfuzorów powietrza na nowe. System napowietrzania w stawie zostanie od nowa zbudowany. W ramach modernizacji i rozbudowy oczyszczalni ścieków projektuje się wymianę systemu napowietrzania (rurociągów, armatury oraz dyfuzorów) w tym stawie oraz wymianę przegród hydraulicznych na nowe. Przewiduje się zamontowanie dwóch nowych przegród dzielących staw na trzy cele. Lokalizacja i wymiary przegród zgodne z rys. technologicznym.

W drugiej celi stawu napowietrzanego będzie zainstalowana sonda tlenowa, sterująca pracą systemu napowietrzania. Dmuchawy będą pracowały we współpracy z falownikiem sterującym dmuchawą w zależności od wymaganej ilości powietrza.

Dla oczyszczenia ścieków przewiduje się ich napowietrzanie. Wymagana ilość powietrza dla zdefiniowanej ilości ścieków  $Q = 150 \text{ m}^3/\text{d}$ . dla obliczeniowego ładunku BZT5 –  $97,5 \text{ kg/d}$  wynosi  $7,31 \text{ m}^3/\text{min}$ . Zapewni to jedna dmuchawa o mocy  $7.5 \text{ kW}$ , pracująca we współpracy z falownikiem w powiązaniu z sondą tlenową zabudowaną na stawie napowietrzanym (w drugiej celi, przy oknie przepływowym przegrody hydraulicznej). Dodatkowo zabudowana zostanie jedna dmuchawa jako awaryjna. Dmuchawy ulokowane będą w obudowach dźwiękochłonnych, przystosowanych do zabudowy na zewnątrz.

Emisja hałasu poniżej  $70 \text{ dBA}$ .

Napowietrzanie odbywać się będzie poprzez system dennych dyfuzorów drobnopęcherzykowych, zabudowanych w stawie. Powietrze dostarczane będzie poprzez system rurociągów rozprowadzających.

Przewiduje się wykorzystanie w całości istniejącego stawu napowietrzanego. Istniejący staw napowietrzany o powierzchni  $2700 \text{ m}^2$ , głębokości czynnej  $4,0 \text{ m}$ . i objętości wody  $7500 \text{ m}^3$  podzielony zostanie na trzy części dwoma przegradami hydraulicznymi. Zapewni to odmienny dla każdej z komór sposób napowietrzania i wydłuży hydraulicznie drogę przepływu ścieków. Przewiduje się zastosowanie dyfuzorów w wydajnościach  $Q = 0.25 \text{ m}^3/\text{min}$  dla zespołu dwururowego i  $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$  dla czterorurowego. W stawie napowietrzanym w celi I zabudowanych zostanie 9 szt. dyfuzorów 4 rurowych, w drugiej i trzeciej celi po 6 szt. dyfuzorów czterorurowych.

Rozmieszczenie systemu napowietrzania na oczyszczalni przedstawia dołączony rysunek.

**STAW NAPOWIETRZANY**

• powierzchnia w koronie grobli	$\Rightarrow 0,28 \text{ ha}$
• głębokość czynna	$\Rightarrow 4,0 \text{ m}$
• głębokość całkowita	$\Rightarrow 4,5 \text{ m}$
• objętość czynna	$\Rightarrow 7500 \text{ m}^3$
• czas zatrzymania	$\Rightarrow 23 \text{ d}$



• *nachylenie skarp odwodnych*  $\Rightarrow 1:3$

Po stawie napowietrzanym ścieki przepłyną do reaktora nitryfikacyjnego wraz z komorą koagulacji zlokalizowanego pomiędzy stawem napowietrzanym i stawem doczyszczającym. Jest to studnia żelbetowa o wymiarach 4.5 x 4.5 x 4.0 m. głębokości. W komorze zabudowane będą 4 pakiety złoż zatonionych o wymiarach 2.1x2.1x2.4. Są to konstrukcje palstikowe o dużej powierzchni czynnej wynoszącej 250 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> pakietu. Każdy pakiet napowietrzany jest w dnie dyfuzorem. Złoża zabudowane zostaną w stalowych ramach. Na powierzchni złoż zatonionych wytwarza się błona biologiczna prowadząca rozkład związków azotu amonowego do azotanów i azotynów. Wytwarza się wolny azot w wyniku którego następuje redukcja zanieczyszczenia ścieków związkami azotu. Komora jako studnia przepływowa jest wbudowana w skarpę. W komorze znajduje się dodatkowa cela w której zabudowany jest system mechanicznego dozowania siarczany glinu bezpośrednio przed wylotem ścieków do stawu doczyszczającego. Podawanie siarczany glinu do ścieków powoduje wytrącanie się związków fosforu w postaci osadu, który odkłada się na dnie stawu doczyszczającego. W komorze poprzez zastawki kanałowe zapewniona jest możliwość regulacji poziomu ścieków w stawie napowietrzanym.

Z komory nitryfikacji ścieki dopłyną do stawu doczyszczającego. Powierzchnia stawu pokryta będzie kożuchem z rzęsy wodnej. Rzęsa utrzymywana będzie równomiernie na powierzchni stawu przez system barier z tworzywa sztucznego. Oprócz funkcji izolacyjnej rzęsa dodatkowo asymilować będzie zanieczyszczenia biologiczne dopływające po stawach napowietrzanych.

Istotnym dla procesu oczyszczania w okresie letnim jest utrzymanie odpowiedniej gęstości i kondycji kożucha roślinnego z rzęsy. Dla utrzymania stosunkowo młodej populacji rzęsy wykazującej maksymalną zdolność absorcyjną zanieczyszczeń, konieczny jest okresowy zbiór rzęsy. Z doświadczeń z innych obiektów tego typu w Polsce wynika, że częstotliwość zbioru rzęsy wynosi 1 do 2 razy w roku.

#### STAW DOCZYSZCZAJĄCY

• <i>powierzchnia w koronie grobli</i>	$\Rightarrow 0,34 \text{ ha}$
• <i>głębokość czynna</i>	$\Rightarrow 3,85 \text{ m}$
• <i>głębokość całkowita</i>	$\Rightarrow 4,35 \text{ m}$
• <i>objętość czynna</i>	$\Rightarrow 8300 \text{ m}^3$
• <i>czas zatrzymania</i>	$\Rightarrow 26 \text{ d}$
• <i>nachylenie skarp odwodnych</i>	$\Rightarrow 1 : 3$

Modernizacja stawu doczyszczającego polegać będzie na zabudowie nowej przegrody hydraulicznej, wyczyszczenie stawu z osadów, reprofilację skarp.

##### 6.2.1.5. Budowla odpływowa

Obiekt istniejący – nie przewiduje się żadnych prac modernizacyjnych za wyjątkiem renowacji konstrukcji betonowej oraz naprawy i konserwacji kładki. Jeżeli po opróżnieniu stawu okazałoby się, że zabudowana armatura wymaga wymiany należy to zrobić w uzgodnieniu z Inspektorem Nadzoru i za akceptacją Inwestora. W komorze budowlu odpływowej na czas budowy zainstalowana będzie pompa do ścieków która pompowała będzie ścieki oczyszczone na mikrosito zabudowane w kontenerze za budowlą odpływową. Celem instalacji będzie ochrona jakości ścieków oczyszczonych przed wylotem

ścieków o podwyższonym stężeniu zawiesiny.

#### 6.2.1.6. Komora pomiarowa ścieków oczyszczonych.

Nie przewiduje się przebudowy wylotu ścieków oczyszczonych, a istniejący trójkąt pomiarowy Thompsona zostanie wymieniony na nowy z blachy nierdzewnej i odpowiednio oznaczony.

#### 6.2.1.7. Zasięg na rzęsę .

Budowla istniejąca. Przewiduje się uzupełnienie konstrukcji z dyli drewnianych.

#### 6.2.1.8. Stanowisko dmuchaw

Powietrze do stawu napowietrzanego tłoczone będzie za pomocą dmuchawy poprzez system rurociągów powietrza ze stali w powłoce PE (w obrębie grobli stawów) oraz z rur PE i EPDM (w obrębie stawów). Zaprojektowano wymianę wszystkich przewodów powietrza zabudowanych w stawie, natomiast przewiduje się ich pozostawienie w koronie grobli.

Parametry projektowanych dmuchaw:

2 agregaty dmuchaw ( 1 pracujący +1 awaryjny ) o wydajności  $Q = 7,2 \text{ m}^3/\text{min}$  każda przy nadciśnieniu roboczym 440 mbar.

Dmuchawy będą zamontowane na wspólnym fundamencie betonowym w oddzielnych osłonach dźwiękochłonnych , poziom hałasu <70 dBA.

Dmuchawy powietrza typu ROBOX EVOLUTION ES 35/2P wyposażona w dmuchawę RBS z silnikiem o mocy 11,0 kW, zasilanie 50 Hz, 400V i o obrotach nom. 2925 obr./min. Wyposażony w czujnik PTC, przystosowany do pracy z falownikiem w obudowie dźwiękochłonnej przeznaczonej do pracy na wolnej przestrzeni – 2 sztuki.

Podane parametry punktu pracy odniesione są do następujących warunków otoczenia:

ciśnienie  $p = 1013 \text{ mbar}$  , temperatura  $t = 20 \text{ stopni C}$  , gęstość  $\rho = 1.2 \text{ kg / m}^3$

W skład zestawów **ROBOX EVOLUTION ES** wchodzi:

stopień sprężający dmuchawy; tłumik wlotowy; płyta podstawy zintegrowana z tłumikiem wylotowym; przekładnia pasowa; silnik elektryczny; zawór bezpieczeństwa; zawór zwrotny; filtr na ssaniu; podłączenie elastyczne; wibroizolatory; wskaźnik ciśnienia (manometr), wskaźnik konserwacji filtra; obudowa dźwiękochłonna z wentylatorem i zewnętrznymi olejowskazami; układ monitoringu elektronicznego SENTINEL.

### **UKŁAD STEROWANIA**

**Układ z dwoma przekształtnikami częstotliwości - jedna dmucha podstawowe + jedna rezerwowa**

- silnik każdej dmuchawy jest zasilany z przekształtnika częstotliwości ,
- każda dmuchawa ma możliwość pracy ręcznej i automatycznej,
- w trybie pracy ręcznej prędkość pracy dmuchawy regulujemy potencjometrem z drzwi szafy,
- w trybie pracy automatycznej sterownik dołącza kolejne dmuchawy w celu utrzymania stałego stężenia tlenu.
- dmuchawa rezerwowa posiada swój niezależny przekształtnik częstotliwości.
- układ do zabudowy zewnętrznej.

miejsce pracy: oczyszczalnia ścieków

medium: powietrze atmosferyczne

zakres pracy z falownikiem: 20 / 50 Hz

wydajność: 120 / 432±10% m<sup>3</sup>/h

nadciśnienie: 440 mbar

wzrost temp.: 38 / 37 0C

zapotrzebowanie mocy: 2,5 / 7,4±10% kW

poziom hałasu (z obudową): <70 / <70 dBA

obroty dmuchawy: 1654 / 4680±10% obr/min

króciec UNI PN 10 (DN): 100

**silnik:**

typ 160MA

moc: 11,0 kW

zasilanie: 50 Hz, 400 V

obroty nom.: 2925 obr/min

uwagi: wyposażony w czujnik PTC, przystosowany do współpracy z falownikiem

**wentylator osłony:** 100W, 50Hz, 400V, 3-fazowy, 0,2A

**UKŁAD SONDY TLENOWEJ**

W skład układu wchodzi:

- przetwornik do pomiaru zawartości tlenu
- sonda tlenowa (25m)
- armatura zanurzeniowa dł. 130 cm
- konstrukcja wsporcza ze stali nierdzewnej.

Dmuchawy będą zamontowane na istniejącym wspólnym fundamencie żelbetowym o wymiarach 2,10m x 2,10 m i grubości 0,40 m. Od strony przeznaczonej do konserwacji, wzdłuż fundamentu będzie wykonany chodnik szer. 1,0 m z płytek 50x50x7 cm na podsypce piaskowej gr. 10 cm.

Sterowanie realizowane przez sterownik PLC w funkcji pomiaru stężenia rozpuszczonego tlenu w napowietrzanym zbiorniku. Przełączenie przełącznika sterowania wybranej dmuchawy w położenie Sterowanie ręczne powoduje jej załączenie do pracy ciągłej poprzez przetwornice częstotliwości i softstart. Załączenia pozostałych dmuchaw realizowane jest z zadanymi przesunięciami czasowymi co zapobiegne jednoczesnemu uruchomieniu wszystkich urządzeń np. po zaniku zasilania i jego powrocie.

W opcji sterowania automatycznego dmuchawy załączane są sekwencyjnie zgodnie z nastawami progów załącz-wyłącz na tlenomierzu. W sterowniku realizowany jest pomiar czasu pracy każdej dmuchawy. Zmianę wartości zadanej stężenia tlenu realizuje się poprzez ingerencję w nastawy progów zadziałania w menu tlenomierza zamontowanego na pomoście.

Lokalizacja dmuchaw zgodnie z rozmieszczeniem systemu napowietrzania na oczyszczalni przedstawia rys. systemu napowietrzania.

6.2.1.9. Pochylnia „slip” do nowego stawu w części doczyszczającej

Pochylnia w formie żelbetowej płyty posadowionej istniejąca, nie przewiduje się jej remontu.

6.2.1.10. Rurociągi międzyobiektove.

Nie przewiduje się przebudowy rurociągów międzyobiektowych.

6.2.1.11. Piezometry.

W celu monitoringu wód podziemnych wykonano 5 szt. piezometrów DN50. Na etapie modernizacji nie przewiduje się dodatkowych piezometrów.

### **6.2.2. Obiekty towarzyszące**

#### **6.2.2.1. Budynek socjalny.**

Istniejący budynek socjalny kontenerowy pozostaje bez zmian.

#### **6.2.2.2. Przyłącze wodociągowe i kanalizacyjne.**

Modernizowana oczyszczalnia ścieków nie posiada własnego przyłącze wodociągowe i nie przewiduje się jego budowania.

### **6.3. Redukcja zanieczyszczeń w części biologicznej oczyszczalni.**

#### **6.3.1. Usuwanie BZT<sub>5</sub>**

##### **6.3.1.1. Stężenie BZT<sub>5</sub>**

Do wymiarowania oczyszczalni przyjęto stężenie BZT<sub>5</sub> określone i podane w pkt. 3.3. Przyjęto stężenie BZT<sub>5</sub> = 650 g/m<sup>3</sup>.

##### **6.3.1.2. Temperatury projektowe**

###### Temperatura ścieków.

1. Zakres zimowych temperatur ścieków w stawach napowietrzanych wynosi 8 - 10 °C, w zależności od lokalizacji.
2. Zakres letnich temperatur ścieków w stawach 20 - 25 °C, w zależności od lokalizacji.

Dla celów zwymiarowania obiektów oczyszczalni przyjęto min. temperatury dla okresu zimowego:

Staw istniejący:

- cela nr 1                   ⇒ 5 °C
- cela nr 2                   ⇒ 4 °C
- cela nr 3                   ⇒ 2 °C

###### Temperatura powietrza.

1. Zakres zimowych temperatur powietrza od - 30 do 10 °C w zależności od lokalizacji.
2. Zakres letnich temperatur od 30 do 40 °C w zależności od lokalizacji.

Dla potrzeb tego projektu przyjęto najniższą temperaturę powietrza -30°C dla okresu zimowego i najwyższą temperaturę powietrza 38 °C dla okresu letniego. Temperatura z okresu letniego służy do wymiarowania systemu napowietrzania.

##### **6.3.1.3. Redukcja BZT<sub>5</sub> poprzez system napowietrzania o częściowym mieszaniu**

Dla wstępnej redukcji BZT<sub>5</sub> poprzez system napowietrzający przy pełnym mieszaniu używane są następujące standardowe równania:

$$\frac{C_e}{C_o} = \frac{1}{k \cdot t + 1}$$

gdzie:

$C_e$	=	stężenie BZT <sub>5</sub> na odpływie, mg O <sub>2</sub> /l
$C_o$	=	stężenie BZT <sub>5</sub> na dopływie, mg O <sub>2</sub> /l
$k$	=	stopień reakcji przy pełnym mieszaniu, dni <sup>-1</sup>
$t$	=	czas hydraulicznego przebywania, dni

Stopień reakcji będzie obliczony dla innych temperatur wody przy zastosowaniu równania:

$$k = k_{20}(1.036)^{T-20}$$

gdzie:

$k$	=	stopień reakcji przy projektowej temperaturze wody
$T$	=	projektowa temperatura wody, °C

W celu zastosowania tego równania do systemów wielokomorowych napowietrzania; przy częściowym mieszaniu i całkowitym mieszaniu odpływ z jednej komory przyjmuje się jako dopływ do następnej komory. Jest to przedstawione na załączonym wydruku z programu obliczeniowego ⇒ załączony do egz. archiwalnego, który wyszczególnia redukcję BZT<sub>5</sub> w każdej komorze.

Wymagania dotyczące napowietrzania są określone w m<sup>3</sup>/min  $Q_p$  dopływu powietrza przy użyciu następujących wzorów:

$$Q_p = SOR \cdot \frac{GP}{SOTE}$$

gdzie:

SOR	=	standardowe wymagania tlenowe, kg/h
GP	=	gęstość powietrza kg/m <sup>3</sup>
SOTE	=	standardowa sprawność transferu tlenu przez dyfuzor %
SOR	=	AOR/CF
AOR	=	aktualne wymagania tlenowe, kg/h

$$CF = ALFA \cdot \frac{C_{sw} - RO}{C} \cdot THETA^{T-20}$$

gdzie:

CF	=	współczynnik korekcyjny
ALPHA	=	współczynnik napięcia powierzchniowego
$C_{sw}$	=	BETA * $C_{st}$
BETA	=	współczynnik korekcyjny rozpuszczalności
$C_{s20}$	=	9.092 mg/l
RO	=	tlen obecny w zbiorniku, mg/l
THETA	=	współczynnik korekcyjny temperatury
$T$	=	projektowa temperatura wody

Wartości danych do tych wzorów zostały wzięte z tablic normowych .

AOR (aktualne wymagania tlenowe) zostały określone na podstawie BZT<sub>5</sub>.

W celu obliczenia AOR przyjęto mnożniki: 1.5 dla BZT<sub>5</sub> i 4.6 dla NH<sub>4</sub>.

Opierając się na powyższych wyliczeniach, wymagania zapotrzebowania powietrza ze względu na redukcję BZT<sub>5</sub> oraz zapewnienia mieszania będą wynosiły odpowiednio :

- za pomocą rusztów napowietrzających dyfuzora drobnopęcherzykowego  
6,7 m<sup>3</sup>/min ⇒ do stawów napowietrzanych

W stawie napowietrzanym oczekiwany stopień redukcji BZT<sub>5</sub> wyniesie 95% dla warunków zimowych (patrz arkusz obliczeniowy na końcu raportu).

#### 6.3.1.4. Redukcja w stawie doczyszczającym

Redukcja BZT<sub>5</sub> w stawie doczyszczającym jest funkcją czasu przetrzymywania. Rozwiązanie zaprojektowane w tym projekcie zapewni uzyskanie końcowego stężenia BZT<sub>5</sub> na odpływie poniżej 25 mg/l.

### **6.3.2. Redukcja zawiesiny ogólnej**

#### 6.3.2.1. Redukcja przez system napowietrzania

Redukcja zawiesiny ogólnej w systemie napowietrzania będzie wynosić około 75 - 85%.

#### 6.3.2.2. Redukcja w stawie doczyszczającym

Staw doczyszczający dokonuje redukcji zawiesiny ogólnej na dwa sposoby, poprzez osadzanie dopływających cząstek stałych i przez zapobieganie wzrostowi glonów w kolumnie wodnej.

Beztlenowa fermentacja w stawie doczyszczającym redukuje uwarstwienie w kolumnie wodnej ponieważ są wydzielane produkty gazowe w pobliżu dna stawu, które przemieszczają się na powierzchnię i powodują mieszanie. Gazy te (tj. CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>, i inne) są stopniowo usuwane do atmosfery. Usuwanie zawiesiny ogólnej jest przyspieszone przez mikrobiologiczną beztlenową aktywność.

Poniższa tabela może służyć do określenia redukcji zawiesiny ogólnej przy różnych wartościach stężeń. Dla tego projektu, minimum redukcji zawiesiny ogólnej w stawie doczyszczającym jest wyliczone w oparciu o czas przetrzymywania wynoszący 20 dni. Oczekiwane stężenie zawiesiny ogólnej po stawie doczyszczającym będzie wynosić ok. 30 mg/l.

	Zakres stężenia zawiesiny						
Stężenie zawiesiny ogólnej mg/l	500 - 200		200 - 100		100 - 50		50 - 5
Stopień redukcji mg/l d		18 - 24		4 - 6		3 - 5	

### **6.4. Odległości ochrony sanitarnej**

Procesy oczyszczania ścieków systemu stawowego charakteryzują się praktycznie bezzapachowym ich przebiegiem.

W trakcie normalnej eksploatacji cały staw doczyszczający pokryty jest rzęsą wodną, która uszczelnia powierzchnię stawu i nie przepuszcza do atmosfery żadnych zapachów, a doczyszczanie ścieków odbywa się przez asymilację zanieczyszczeń przez rzesę wodną.

Ponadto istniejąca i przewidziana zieleń wysoka i niska spełni rolę izolacyjną i tym samym ograniczy zasięg niekorzystnego oddziaływania.

## **6.5. Urządzenia kontrolno - pomiarowe.**

### **6.5.1. Pomiar ilości ścieków**

Ilość ścieków odpływających z oczyszczalni mierzona będzie na przelewie trójkątnym Thompsona "V" o kącie 90° na wylocie do odbiornika.

### **6.5.2. Koncepcja sterowania i monitoringu**

Zadaniem układu kontrolno - sterującego proponowanej oczyszczalni będzie zapewnienie właściwej pracy wszystkich urządzeń bez konieczności stałej obsługi przez zatrudnionych pracowników oraz informowanie o występujących stanach awaryjnych. Odpowiednie sterowanie obniży też koszty eksploatacyjne poprzez dostosowanie pracy urządzeń do rzeczywistych potrzeb wynikających np. ze zmiennego dopływu ścieków w ciągu doby. Przewiduje się wykonanie systemu automatyki wg podanych niżej założeń.

### **Założenia sterowania oczyszczalni:**

#### **6.5.3.1 Sito kanałowe**

wyposażone jest w system autonomicznego sterowania pracą urządzenia uzależnioną od poziomów napływających ścieków surowych poprzez układ sond konduktometrycznych. Układ jest wyposażony w zabezpieczenie termiczne napędów, sterownik programowalny, Panel dotykowy wyświetlający wszystkie informacje związane z pracą urządzenia i występującymi podczas pracy stanami awaryjnymi. System sterowania z panela umożliwia zmianę wszelkich parametrów pracy z poziomu wyświetlacza oraz załączanie sita w trybie ręcznym

#### **6.5.3.2. DMUCHAWY sterowanie dmuchawami - 2 kpl.**

- sterowanie w zależności od wskazań sondy tlenowej ( 1 szt.), niezależnie do ich wskazania; sterowanie czasowe, możliwość sterowania ręcznego, możliwość pracy ciągłej,
- przekazywanie informacji do systemu wizualizacji (rejestracja stanów).
- sterowanie systemem napowietrzania za pośrednictwem przetwornicy częstotliwości z programu sterowniczego wykorzystującego wskazania sondy tlenowej oraz sterowanie innymi urządzeniami z przekazywaniem informacji do systemu wizualizacji (rejestracja pomiaru), niezależnie od ich wskazania na poszczególnych stawach napowietrzanych
- odczyty ciągle zmian stężenia tlenu z rejestracją i archiwizacją.

## **6.6. Zaopatrzenie w wodę oczyszczalni**

Nie przewiduje się budowy przyłącza wodociagowego.

## **6.7. Ciągłość pracy podczas modernizacji i rozbudowy.**

W celu zachowania ciągłości pracy istniejącej oczyszczalni, modernizacja powinna być realizowana w następującej kolejności:

- Prace modernizacyjne w obrębie części mechanicznej oczyszczalni – wykonanie pompowni tymczasowej i obejścia kraty wraz z piaskownikiem, remont kraty rzadkiej, remont punktu zlewnego , zabudowa sita kanałowego
- Wykonanie tymczasowej pompowni ścieków surowych i rurociągu ciśnieniowego na odcinku od pompowni tymczasowej przy części mechanicznej do stawu

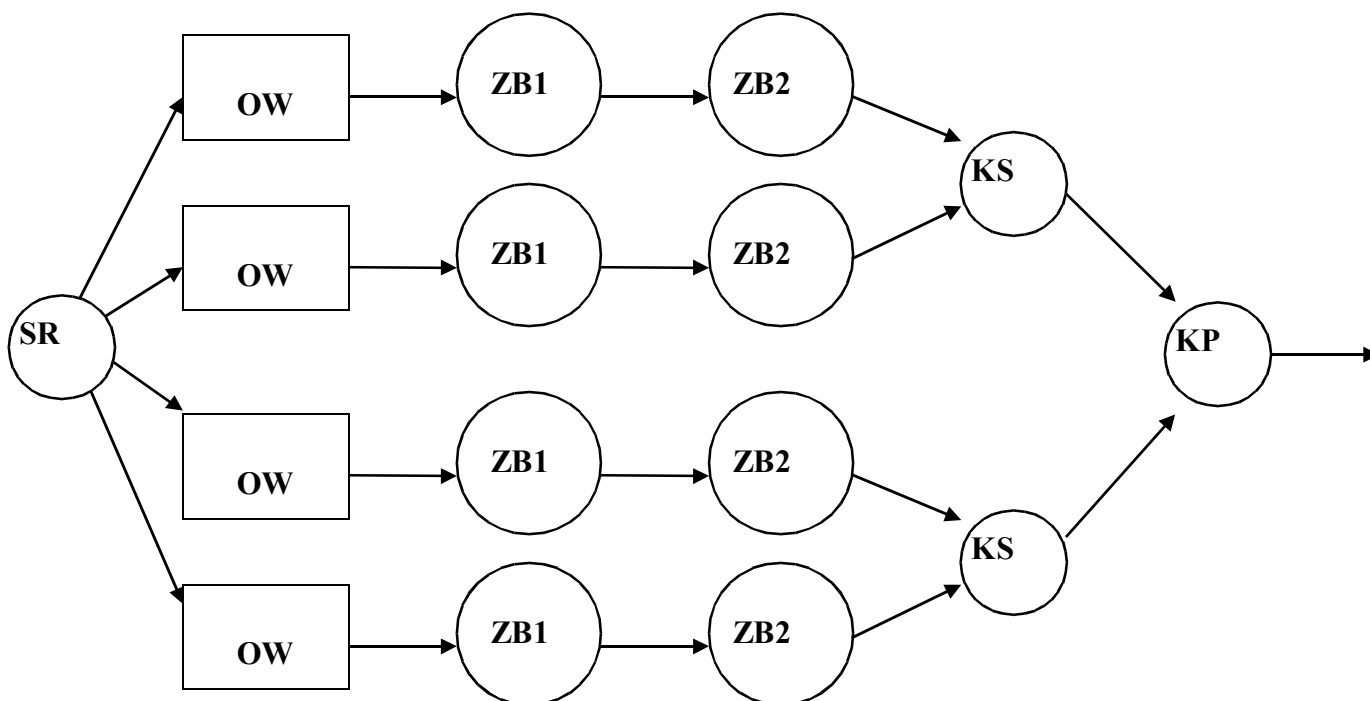
doczyszczającego celem ominięcia stawu napowietrzanego.

- Opróżnienie ze ścieków i osadów stawu napowietrzanego, demontaż istniejącego wyposażenia w tym rurociągów powietrza i dyfuzorów z czaszy stawu, reprofilacja skarp i dna, napełnienie stawu napowietrzanego ściekami, montaż przegród i systemu napowietrzania, montaż nowych dmuchaw, uruchomienie stawu napowietrzanego.
- Demontaż i montaż wyposażenia technologicznego w reaktorze nitryfikacyjnym (przy opróżnionym stawie napowietrzonym).
- Wykonanie tymczasowej pompowni ścieków i rurociągu ciśnieniowego na odcinku od nitryfikatora budowli odpływowej celem ominięcia stawu doczyszczającego.
- Prace modernizacyjne w obrębie stawu doczyszczanego. Opróżnienie stawu, usuwanie osadu, naprawa skarp w szczególności od strony północno wschodniej spowodowanej działalnością bobrów, itp. W trakcie tych prac należy wykonać ewentualną naprawę betonowych elementów zewnętrznych budowli odpływowej
- Uruchomienie stawu doczyszczającego
- Rozruch kompletnej zmodernizowanej oczyszczalni.

## 7. CIĄG TECHNOLOGICZNY NR. 2 – OSAD CZYNNY - KONCEPCJA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW

### 7.1. Schemat technologiczny układu oczyszczania ścieków

Dla uzyskania wymaganego efektu ekologicznego przyjęto mechaniczno-biologiczną oczyszczalnię ścieków, składającą się z następującego zespołu urządzeń oczyszczających :



**SR** - studnia rozprężno-rozdzielcza

**OW** - osadnik wstępny (4 ciągi równoległe)



**ZB1** - złoża biologiczne typ „BIOCLERE” B415 (4 ciągi równoległe)

**ZB2** - złoża biologiczne typ „BIOCLERE” B180 (4 ciągi równoległe)

**KS**- komora sedymentacyjna (osadnik wtórny, 2 ciągi równoległe)

**KP**- punkt pomiaru przepływu ścieków (różne rozwiązania opcjonalne)

## **7.2. Omówienie funkcji oraz zasady działania poszczególnych obiektów w ciągu technologicznym układu oczyszczania ścieków.**

### ***SR – studnia rozprężno- rozdzielcza***

Przed wprowadzeniem do układu oczyszczania, ścieki surowe powinny zostać rozprężone tak aby nie zaburzać strumienia ścieków w osadniku poprawiając tym samym warunki sedymentacji (opadania cząstek stałych).

Ponadto ścieki surowe powinny zostać równomiernie rozdzielone na cztery strumienie. Nastąpi to w studni rozprężno-rozdzielczej wyposażonej w odpowiednio wypoziomowane kolana odprowadzające ścieki do poszczególnych ciągów technologicznych.

### ***OW osadnik wstępny***

Zadaniem osadnika wstępnego jest oddzielenie zawiesiny zawartej w ściekach surowych oraz osadu nadmiernego powstającego w procesie biologicznego oczyszczania. Osadnik wstępny zaprojektowany został jako tzw. osadnik gnilny czterokomorowy. Czas przetrzymania ścieków w osadniku zapewnia wstępne oczyszczenie ścieków (wartość BZT<sub>5</sub> spada o 30%). Do projektowania przyjęto założenie, że część retencyjna osadnika ma zapewnić min. półtoragodzinny czas zatrzymania ścieków podczas ich maksymalnego godzinowego napływu, zaś część osadowa ma zapewnić czas fermentacji osadów wynoszący > 90 dni.

W pierwszych dwóch komorach osadnika następuje retencja ścieków surowych w wymaganym okresie czasowym. Trzecia komora osadnika może być trwale wyłączona z eksploatacji jeżeli ilość ścieków dopływających do oczyszczalni będzie znacznie mniejsza niż zakłada się w projekcie. W czwartej komorze znajduje się sito kosztowe uniemożliwiające przedostawaniu się zanieczyszczeń pływających do dalszej części ciągu technologicznego.

W części osadowej pierwszej komory zamontowany jest gęstościowy czujnik osadu informujący obsługę o konieczności opróżnienia osadnika. Komory magazynujące osad wyposażone są również w króćce ssawne do ciśnieniowego opróżniania zbiornika z osadów dennych. Zakłada się, że osady będą cyklicznie wywożone do zagospodarowania na większej oczyszczalni lub do zagospodarowania przyrodniczego (osad przefermentowany).

### ***ZB1 i ZB2 - Złoże biologiczne typu BIOCLERE® B415+B180***

Oczyszczalnie BIOCLERE® wykorzystują do oczyszczania ścieków naturalny proces utleniania biologicznego na złożu zraszanym. Wstępnie oczyszczone ścieki przepływają grawitacyjnie do strefy pompowania w studzience dolnej pod złożem biologicznym, skąd są podnoszone przez pompę zatapialną na dystrybutor ponad złożem i rozprowadzane po powierzchni złoża przez system zraszający. Wypełnienie złoża stanowią specjalne kształtki HUFO® z tworzywa sztucznego, o doskonałej przepuszczalności hydraulicznej, a przy tym o mocno rozwiniętej powierzchni czynnej. Proces oczyszczania zachodzi w trakcie przenikania ścieków przez złożę i kontakt z błoną biologiczną, która wytwarza się samoczynnie na powierzchni kształtek wypełnienia.

Pompa pracuje w reżimie czasowym zapewniając przez to recyrkulację ścieków oczyszczonych nawet w okresach małego przepływu i poprawiając dzięki temu sprawność działania złoża. Przesączone przez złożę ścieki odpływają do zewnętrznej strefy studzienki dolnej pod złożem, gdzie następuje sedimentacja cząstek błony biologicznej wypłukanej z powierzchni kształtek. Osad ten jest wypompowywany za pomocą małej pompy zatapialnej do osadnika wstępnego. Powietrze potrzebne do procesu utleniania biologicznego zasysane jest przez wentylator znajdujący się w górnej części obudowy złoża.

Pierwsze złożę biologiczne przyjmuje bardzo duży ładunek zanieczyszczeń w związku z czym błona biologiczna charakterystyczna dla złóż wysoko obciążonych (zazwyczaj przerośnięta, koloru szarego). Dopiero drugie złożę biologiczne stwarza warunki do rozwoju bakterii nityfikacyjnych (błona biologiczna jest wówczas koloru brązowego) zapewniających wysoki stopień oczyszczania ścieków.

### ***KS – osadnik wtórny (komora sedimentacyjna)***

Podstawowym zadaniem osadnika wtórnego jest oddzielenie osadu nadmiernego pochodzącego z obumarłej błony biologicznej od ścieków odpływających z oczyszczalni do środowiska. Uzyskuje się to poprzez zapewnienie odpowiedniego obciążenia hydraulicznego powierzchni osadnika oraz odbiór ścieków oczyszczonych za pomocą odpowiedniego orurowania.

## **7.3 Pomiar ilości ścieków przepływających przez oczyszczalnię**

Rozwiązania z zakresu automatyki oczyszczalni dają możliwość podłączenia urządzeń do pomiaru ilości oczyszczanych i odprowadzanych ścieków.

W zależności od indywidualnych uwarunkowań dla danej aplikacji można zastosować metodę pośrednią pomiaru z wykorzystaniem odczytu czasu pracy pomp lub metody bezpośrednie z wykorzystaniem przepływomierza elektromagnetycznego lub zestawów pomiarowych w oparciu o sondę ultradźwiękową z korytem pomiarowym (lub z elementem spiętrzającym) oraz z elektronicznym systemem przetwarzania i rejestracji odczytów.

Szczegółowe rozwiązanie techniczne pomiaru przepływu jest dobierane na etapie projektowym, gdy znane są uwarunkowania przestrzenne i wysokościowe konkretnej aplikacji.

W niniejszym opracowaniu – w części ekonomicznej – zarezerwowano szacunkowe koszty urządzeń pomiarowych (nie przesądzając o metodzie pomiaru).

#### **7.4. Szafa zasilająco - sterująca**

Sterowanie urządzeniami oczyszczalni realizowane jest za pomocą sterownika swobodnie programowalnego typu PLC firmy SIEMENS SIMATIC S7-1200, z kolorowym, minimum 7'' wyświetlaczem dotykowym pokazującym stan pracy poszczególnych urządzeń, zabudowanym na elewacji szafy, dodatkowo zabezpieczonym przed czynnikami atmosferycznymi transparentną pokrywą z tworzywa sztucznego, oraz modulem telemetrycznym do komunikacji za pomocą sieci GSM dowolnego operatora z systemem zdalnego monitoringu MONITEL.

Obudowę stanowi szafa elektryczna o stopniu ochrony IP55, przystosowana do zastosowań zewnętrznych, wyposażona w regulator temperatury z grzałką w celu zapobiegania kondensacji pary wodnej, wyłącznik główny, wyłącznik bezpieczeństwa, oraz kolumnę sygnalizacyjną wizualno-akustyczną stanów alarmowych. Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe klasy B+C oraz D dla układu sterowania.

#### **8. Obliczenia technologiczne**

zestawiono w poniższych tabelach. Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- Redukcje zanieczyszczeń na poszczególnych stopniach oczyszczania wg pkt. 2.1.2
- Czas zatrzymania ścieków w 2 pierwszych komorach osadnika wstępnego: min. 1,5 godziny,
- Obciążenie pierwszego stopnia złoża biologicznego  $0,4-0,7 \text{ kg/m}^3 \text{ d}$
- Obciążenie drugiego stopnia złoża biologicznego  $0,1-0,3 \text{ kg/m}^3 \text{ d}$
- Minimalny czas zatrzymania ścieków w osadniku wtórnym 1,5 h (na końcu ciągu technologicznego ze względu na projektowaną retencję w całym układzie oczyszczalni,  $Q_{\max h}$  przyjęto jako  $Q_{\max d}/20$ , uwzględniono 2 ciągi urządzeń)

<b>3.1.OSADNIK WSTĘPNY</b>		
<b>Wyszczególnienie wielkości obliczeniowych</b>	<b>JM</b>	<b>Wartości</b>
Max godzinowy przepływ ścieków Q <sub>max</sub>	[m <sup>3</sup> /h]	24,00
Założony czas zatrzymania ścieków w osadniku wstępnym	[h]	2,00
Minimalna objętość części przepływowej	[m <sup>3</sup> ]	48,00
Minimalna pojemność osadnika wstępnego	[m <sup>3</sup> ]	192,00
Przyjęto osadniki wstępne w ilości	[szt.]	4
Przyjęto osadnik wstępny typu	OW	50
Nominalna objętość osadników	[m <sup>3</sup> ]	200
Objętość części osadowej	[m <sup>3</sup> ]	100

<b>3.2. OBLICZENIE STOPNIA REDUKCJI I DOBÓR URZĄDZEŃ</b>				
<b>Wyszczególnienie wielkości obliczeniowych</b>	<b>JM</b>	<b>BZT</b>	<b>CHZT</b>	<b>SS</b>
Średni dobowy ładunek ścieków surowych	[kg/d]	120,0	240,0	130,0
Średnie stężenie w ściekach surowych	[g/m <sup>3</sup> ]	600	1200	650
Zakładana redukcja w osadniku	[%]	30%	30%	60%
Ładunek po osadniku	[kg/d]	84,0	168,0	52,0
Obliczeniowa objętość złoża I°	[m <sup>3</sup> ]	120,0		
Dobrana objętość złoża I°	[m <sup>3</sup> ]	168,0		
Rzeczywiste obciążenie złoża I° ładunkiem	[kgBZT <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> ]	0,50		
Stopień redukcji na złożu I° biologicznym	[%]	80%	70%	60%
Ładunek po złożu I° biologicznym	[kg/d]	16,80	50,40	20,80
Obliczeniowa objętość złoża II°	[m <sup>3</sup> ]	56,0		
Dobrana objętość złoża II°	[m <sup>3</sup> ]	86,4		
Rzeczywiste obciążenie złoża II° ładunkiem	[kgBZT <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> ]	0,19		
Stopień redukcji na złożu biologicznym II°	[%]	75%	65%	60%
Ładunek po złożu biologicznym II°	[kg/d]	4,20	17,64	8,32
Stopień redukcji na osadniku wtórnym	[%]	10%	10%	50%
Ładunek po osadniku wtórnym	[kg/d]	3,78	15,88	4,16
Stężenie w ściekach oczyszczonych	[g/m <sup>3</sup> ]	19	79	21
Dopuszczalne stężenie w ściekach oczyszczonych	[g/m <sup>3</sup> ]	25	125	35

<b>3.3.OSADNIK WTÓRNY x 2</b>		
<b>Wyszczególnienie wielkości obliczeniowych</b>	<b>JM</b>	<b>Wartości</b>
Max godzinowy przepływ ścieków $Q_{maxh}=Q_{maxd}/20/1$ komorę	[m <sup>3</sup> /h]	6,00
przyjęta wysokość części przepływowej	[m]	<b>1,50</b>
Średnica rury centralnej	[m]	<b>0,40</b>
przyjęta średnica osadnika	[m]	<b>2,90</b>
sprawdzenie czasu zatrzymania ścieków w osadniku	[h]	1,5

<b>3.4. BILANS OSADU</b>		
<b>Wyszczególnienie wielkości obliczeniowych</b>	<b>JM</b>	<b>Wartości</b>
Ilość doprowadzanych ścieków	[m <sup>3</sup> /d]	200,0
Równoważna liczba mieszkańców	[M]	2000
Jednostkowa sucha masa osadu nadmiernego	[g/(M•d)]	25,0
Sucha masa osadu nadmiernego	[kg/d]	50,00
Uwodnienie osadu nadmiernego	[%]	98,0%
Objętość osadu nadmiernego	[m <sup>3</sup> /d]	2,50
Sucha masa osadu wstępnego (zawiesina sedymentująca)	[kg/d]	78,0
Uwodnienie osadu wstępnego	[%]	95,0%
Objętość osadu wstępnego	[m <sup>3</sup> /d]	1,56
Objętość osadu zmieszanego	[m <sup>3</sup> /d]	4,06
Uwodnienie osadu zmieszanego	[%]	96,8%
Uwodnienie osadu zmieszanego po fermentacji	[%]	90,0%
Objętość osadu po fermentacji	[m <sup>3</sup> /d]	0,90
Czas magazynowania osadu	[d]	93,0
Zalecana całkowita pojemność strefy osadowej osadnika	[m <sup>3</sup> ]	100,0

3.5. ZESTAWIENIE ZAPOTRZEBOWANIA MOCY ELEKTRYCZNEJ							
Urządzenie	Typ urządzenia	Ilość	Moc jednostkowa	Moc zainstalowana	Moc użytkowa	Czas pracy	Dobowe zużycie
		[kpl.]	[kW]	[kW]	[kW]	[h/d]	[kWh]
BIOCLERE 4 x B(415+B180)							
Pompa zraszania	Best 4	8	1,10	8,80	6,16	19,20	118,27
Pompa zraszania	Best 3	4	0,75	3,00	2,10	19,20	40,32
Pompa recyrkulacji	Ebara Best ONE	12	0,25	3,00	2,10	0,27	0,56
Wentylator	90 W	8	0,09	0,72	0,50	24,00	12,10
2 x KS i KP (opcja)							
Pompa osadu	Ebara Best ONE	2	0,25	0,50	0,35	0,27	0,09
Przepływomie rz (opcja)	Promag 50W	1	0,015	0,015	0,015	24	0,36
Razem				16,04	11,23		171,70

<b>3.6. BILANS TECHNOLOGICZNY</b>		
<b>Wyszczególnienie wielkości obliczeniowych</b>	<b>JM</b>	<b>Wartości</b>
Liczba mieszkańców równoważnych	[RLM]	2000
Średnia dobowa ilość ścieków	[m <sup>3</sup> /d]	200
Dobowy ładunek BZT <sub>5</sub> usunięty	[kgO <sub>2</sub> /d]	115,80
Dobowy ładunek BZT <sub>5</sub> ścieków surowych	[kgO <sub>2</sub> /d]	120
Roczna ilość usuniętego ładunku BZT <sub>5</sub>	[kgO <sub>2</sub> /rok]	42267
Moc elektryczna zainstalowana	[kW]	16,04

Dobowe zużycie energii elektrycznej	[kWh/d]	171,70
Roczne zużycie energii elektrycznej	[kWh/rok]	62671
Zużycie energii elektrycznej na 1 m <sup>3</sup> ścieków	[kWh/m <sup>3</sup> ]	0,86
Zużycie energii elektrycznej przez jednego mieszkańca	[kWh/MR]	0,09
Zużycie energii elektrycznej na 1 kg usuniętego BZT <sub>5</sub>	[kWh/kg BZT <sub>5</sub> ]	1,48
Miesięczna ilość osadu wywożonego wozem asenizacyjnym	[m <sup>3</sup> /m-c]	26,88

### 8.1. STUDZIENKA ROZPRĘŻNO-ROZDZIELCZA (SR)

- konstrukcja typowej studzienki kanalizacyjnej (beton lub tworzywo),
- średnica studzienki Ø 1500 mm,
- wyposażenie : króciec rozprężający lub przegroda, kolana rozdzielcze

### 8.2. OSADNIK WSTĘPNY (4 x OW)

- γ) zbiornik z tworzywa sztucznego,
- η) pojemność czynna 4x12,5=50m<sup>3</sup>,
- ι) średnica części cylindrycznej zbiornika 2,50 m,
- φ) długość zbiornika 11,9 m,
- κ) położenie króćca wlotowego (od dna zbiornika) 2,30 m.
- λ) położenie króćca wylotowego (od dna zbiornika) 2,20 m.

*Wyposażenie:*

- ← włazy inspekcyjne do każdej z komór,
- ← rurociągi spustu osadu,
- ← czujniki poziomu osadu,
- ← sito koszowe

### 8.3. ZŁOŻE BIOLOGICZNE (4 x ZB1)

- ← złożo biologiczne zraszane (np. typu B415 , wg systemu BIOCLERE<sup>®</sup>),
- ← konstrukcja wykonana z laminatu zbrojonego włóknem szklanym z warstwą izolacji poliuretanowej,
- ← długość złoża biologicznego 8,1 m
- ← szerokość złoża biologicznego 3,0 m
- ← wysokość złoża biologicznego 2,4 m
- ← objętość czynna złoża biologicznego 42 m<sup>3</sup>

- ← maksymalne obciążenie hydrauliczne 6,6 m<sup>3</sup>/h

*Wyposażenie:*

- ← 2 pompy recyrkulacji osadów EBARA Best ONE o mocy 250 W (każde złoże)
- ← 2 pompy zraszania EBARA Best 4 o mocy 1100 W (każde złoże)
- ← 1 wentylator (90 W - każde złoże)

#### 8.4. ZŁOŻE BIOLOGICZNE (4 x ZB2)

- ← złoże biologiczne zraszane (np. typu B180 , wg systemu BIOCLERE®),
- ← konstrukcja wykonana z laminatu zbrojonego włóknem szklanym z warstwą izolacji poliuretanowej,
- ← średnica złoża biologicznego 3,0 m
- ← wysokość złoża biologicznego 3,6 m
- ← objętość czynna złoża biologicznego 21,6 m<sup>3</sup>
- ← maksymalne obciążenie hydrauliczne 6,6 m<sup>3</sup>/h

*Wyposażenie:*

- ← 1 pompa recyrkulacji osadów EBARA Best ONE o mocy 250 W (każde złoże)
- ← 1 pompa zraszania EBARA Best 3 o mocy 750 W (każde złoże)
- ← 1 wentylator (90 W - każde złoże)

#### 8.5. KOMORA SEDYMENTACYJNA (2 x KS)

μ) zbiornik z tworzywa sztucznego,

- ν) średnica części cylindrycznej zbiornika 2,90 m,

*wyposażenie :*

- ← rura centralna z deflektorem,
- ← układ przewodów zbierających,
- ← pompa recyrkulacji osadów EBARA Best ONE o mocy 250 W.

#### 8.6. PUNKT POMIARU PRZEPŁYWU ŚCIEKÓW (1 x KP - opcja).

- konstrukcja typowej studzienki kanalizacyjnej (beton lub tworzywo),
- średnica studzienki Ø 1200÷1500 mm,

*wyposażenie :*

- zestaw pomiarowy, dobór rozwiązania (przepływomierz, koryto pomiarowe z sondą, itp.) – na etapie projektu budowlanego

## 8.7. RUROCIĄGI TECHNOLOGICZNE I ICH UZBROJENIE.

- Kanalizacja ścieków surowych (pomiędzy studzienką rozdzielczą, a osadnikiem wstępnym)
  1. rura kanalizacyjna z PVC klasy N, kielichowa  $\varnothing$  160 mm,
  2. połączenia rur na uszczelki gumowe wargowe,
  3. studzienki kanalizacyjne betonowe (lub z tworzyw sztucznych)  $\varnothing$ 1000 do 1200 mm
- Kanalizacja międzyobiektoowa i ścieków oczyszczonych
  4. rura kanalizacyjna z PVC klasy N, kielichowa  $\varnothing$  160 mm,
  5. połączenia rur na uszczelki gumowe wargowe,
  6. studzienki kanalizacyjne betonowe lub z PVC  $\varnothing$ 315-450 mm
- 1. Rurociąg recyrkulacji osadu nadmiernego
  - rura kanalizacyjna kielichowa z PVC  $\varnothing$ 110 mm,
- połączenia rur na uszczelki gumowe wargowe,
- studzienki kanalizacyjne z PVC  $\varnothing$ 315-425 mm

## 8.8 Ciąg osadowy- rozwiązanie techniczne

Do odwadniania osadów na oczyszczalniach ścieków komunalnych stosuje się stacje różnego typu, są to workownice, prasy taśmowe albo wirówki w połączeniu z układami dozowania flokulantów oraz odprowadzeniem osadu odwodnionego na pryzmę lub przyczepę transportową. Proponuje się zastosowanie wirówki jako rozwiązanie najmniej uciążliwe dla Użytkownika, a jednocześnie pozwalające osiągnąć najlepszy efekt odwadniania. Proponowana stacja odwadniania osadów dostarczana jest jako kompletny zestaw urządzeń w kontenerze 20". W związku z tym stacja może służyć jako stacja mobilna obsługująca kilka oczyszczalni po jej przewiezieniu na dowolny obiekt. Stacja dostosowana jest do wydajności do 3 m<sup>3</sup> osadu surowego (uwodnienie ok. 98%) na godzinę.

W omawianym rozwiązaniu dla  $Q_e = 200$  m<sup>3</sup>/d przewiduje się przyrost osadu (łącznie z osadem wstępnym w ilości  $< 1$  m<sup>3</sup> /d. W związku z tym przy maksymalnym obciążeniu oczyszczalni stacja odwadniania będzie uruchamiana dwa/trzy razy w miesiącu.

W skład stacji wchodzi następujące urządzenia:

- Zbiornik osadu nadmiernego (zagęszczacz wstępny)
- Pompa osadu z regulowanym wydatkiem
- Przepływomierz osadu
- Wirówka dekantacyjna
- Stacja dozowania polielektrolitu



- Higienizacja osadów wapnem
- Przenośnik ślimakowy osadu odwodnionego

Poz.	Urządzenie	Elementy elektryczne
1	Studnia z lejem w części dolnej o o pojemności ok. 12 m <sup>3</sup> . Średnica studni 3 m, całkowita wysokość ok. 3 m. Studnia wykonana z betonu lub laminatu poliestrowo szklanego. Zagłębienie studni w gruncie jest dostosowane do warunków terenowych i posadowienia studni względem położenia osadników wstępnych oczyszczalni Bioclere.	
2	Pompa PD MH030-B2 Wydajność 1,0 – 4,0 m <sup>3</sup> /h	Silnik- 1,5 kW, 400V, 50Hz, IP55 Regulacja motoreduktorem
3	Przepływomierz typu PROMAG 50	
4	Wirówka dekantacyjna KOWATS-270 Przepustowość 1,0 – 4,0 m <sup>3</sup> /h 20-160 kg smo /h Wymiary: 2774 x 800 x wys. 1011 mm, Masa: 2500 kg Tablica kontrolna - 400V, 50 Hz, IP65, kontroluje i zabezpiecza pracę wirówki, pomp osadu i polielektrolitu oraz ewentualnych urządzeń współpracujących np. przenośnika osadu.	Silnik bębna – 11 kW, 400V Silnik ślimaka – 3,7 kW, 400V
5	CMP10-XL zespół przygotowania i dozowania polielektrolitu Zbiornik polietylen – 1000 l, z podziałką poziomu napełnienia, wyposażenie ze stali nierdzewnej AISI 304	Mieszadło – 0,75 kW, 400V Pompa dozująca nurnikowa PD-XL – 0,3 kW, wydatek 0-300 l/h, uszczelnienie teflonowe
6	Urządzenie do higienizacji osadów wapnem MHIG-03 wymiary: 1000x1000x1600 mm Tablica kontrolna - 400V, 50Hz, IP65, kontroluje i zabezpiecza pracę zasobnika i dozownika wapna oraz przenośników osadu. Zasobnik wapna z komorą opróżniania Dozownik wapna: długość 2000 mm, wydajność 12-70 kg wapna/h Stal nierdzewna AISI 304	Elektrowibrator-0,32 kW, IP65, 400V, 50Hz 2750 obr./min Wentylator z filtrem powietrza, 0,06 kW, zasilanie 230 V, IP44 Dozownik - 0,37 kW, 400V, Tablica kontrolna - 400V, 50Hz,
7	PS 160/5.0 przenośnik ślimakowy osadu i wapna; Silnik - 1,1 kW, 400V	Silnik - 1,1 kW, 400V

	Długość 5000 mm Stal nierdzewna AISI304 Ślimak bezwałowy - stal konstrukcyjna zabezpieczona antykorozyjnie.	
--	--	--

Zespół wirówki przewiduje się zabudować w kontenerze technologicznym wyposażonym w oświetlenie i ogrzewanie.

## 9. Eksploatacja oczyszczalni

### 9.1. Eksploatacja wstępna

Zakres obsługi będzie następujący :

- regulacja i pomiar przepływu
- regulacja i pomiar poziomu ścieków
- analizy ścieków
- zbiór rzęsy
- regulacja i naprawa barier
- obsługa i regulacja systemu napowietrzania
- obsługa i regulacja drugiego ciągu z osadem czynnym
- obsługa zespołu wirówki

Częstotliwość powyższych czynności ustalona będzie w pierwszym roku pracy oczyszczalni.

### 9.2. Eksploatacja w dalszych latach

#### 9.2.1. Obsługa stała

- wykonywana będzie przez przeszkoloną załogę składającą się z :
  - konserwatora 1 etat
  - elektryka 1/2 etatu

Szczegółowy zakres eksploatacji oczyszczalni będzie określony w instrukcji eksploatacji opracowanej przed oddaniem oczyszczalni do eksploatacji.

Z punktu widzenia obsługi technologicznej jest to wystarczające, ale z uwagi na zainstalowane wyposażenie obiektu zalecane jest zapewnienie stałego dozoru.

#### 9.2.2. Zbiór biomasy

Rzęsa zbierana jest ręcznie przy pomocy łódki.

Częstotliwość zbioru uzależniona jest od stężenia ścieków i temperatury powietrza.

Częstotliwość zbioru w zależności od temperatury :

od 10° C do 21 C	1 raz /miesiąc
od 21° C do 27 C	1.5 razy/miesiąc
powyżej 27° C	2 razy /miesiąc
Objętość biomasy ca	30 m <sup>3</sup> / ha /zbiór

Ze stawu doczyszczającego zbiór rzęsy może wynosić :

$$V = 0,33 \text{ ha} \times 30 = \text{max. } 9,9 \text{ m}^3/\text{zbiór} \times 1\text{t/m}^3 = 10 \text{ t/zbiór}$$

W oparciu o podobne obiekty przewiduje się 2 krotny zbiór rzęsy w roku, czyli zbiór około 20 ton/rok rzęsy.

Dla składowania biomasy wykorzystany będzie istniejący kompostownik na rzęsę. Biomasa może być wykorzystana jako nawóz ogrodniczy kompostowany z trocinami w stosunku 1:1. Alternatywnie przewiduje się wywóz biomasy rzęsy na wysypisko jako źródło węgla do kompostowania.

### **9.2.3. Usuwanie osadów z oczyszczalni**

#### **9.2.3.1. Opis ogólny**

W układzie technologicznym stawów brak jest ciągu technologicznego usuwania i przeróbki osadów. Związane jest to z wprowadzeniem procesów tlenowych w stawie napowietrzanym oraz procesów beztlenowych o długim czasie zatrzymania w stawie doczyszczającym, który jest pokryty rzęsą wodną. Powoduje to pełną mineralizację osadów na oczyszczalni i minimalizuje ich powstawanie. Wytrącony osad denny jest w bardzo wysokim stopniu zmineralizowany i nieczynny biologicznie.

Osad gromadzący się na pochyłych częściach skarp stawów ulega częściowemu i stopniowemu zsuwaniu się w kierunku dna stawu. Powierzchnia z jakiej należy usunąć osad będzie więc nieco większa niż powierzchnia dna stawów. Przy nachyleniu skarp odwodnych w wysokości 1:3 będzie do odległość około 1.5-2.0m. Przy zgromadzonej na dnie stawu kilkudziesięciu centymetrowej warstwie osadu, podczas jego usuwania przy stopie skarpy odwodnej nastąpi zsuniecie się części osadu zgromadzonego na skarpie. Z powyższego wynika konieczność usunięcia osadów tylko z powierzchni dna stawów. Doświadczenia amerykańskie i polskie ze stawami napowietrzanymi i osadowymi wskazują, że niewielka warstwa osadowa na dnie stawu rzędu 15 do 25 centymetrów ma mały lub nie ma wpływu na działanie układu oczyszczania ścieków. Warstwa w/w osadu pełni wręcz bardzo ważną funkcję technologiczną zupełnie inną niż w tradycyjnych stawach ściekowych. W wyniku szybko postępującej mineralizacji (rzędu 80%) wytrąconych osadów tworzy swoiste złożo flotacyjne w kolumnie wodnej stawu napowietrzanego. Częsteczki, które stanowią wypełnienie tego złoża są właśnie cząsteczkami wcześniej zmineralizowanego osadu nadmiernego zawieszonymi przez system napowietrzania w przestrzeni wodnej stawu. Tworzy się mineralny szkielet i rozwinięta powierzchnia właściwa dla porostu bakterii, przez co znacznie wzrasta aktywność biologiczna oczyszczania w stawie napowietrzanym. Zatem, osad może być usuwany w miarę potrzeby, ale nie musi być usuwany całkowicie. W obliczeniach technologicznych stawów oczyszczalni stawowej przyjęta jest rezerwa objętości na skrócenie czasu zatrzymania powstały przez odkład osadów do 0.5m. Pozostawiona warstwa osadu może być na poziomie ok. 20cm.

Warstwa osadu przy, której konieczne jest jego usunięcie wynosi ok. 50-70cm. W oparciu o dostępne dane z obiektów eksploatowanych w Polsce oraz prognozę przyrostu osadu, taka ilość osadu w stawie napowietrzanym wytworzy się po ok. min. 10 latach, a biorąc pod uwagę, że dotyczy to oczyszczalni w pełni dociążonej ładunkiem zanieczyszczeń, (co w pierwszych latach pracy oczyszczalni rzadko ma miejsce), może się okazać, że czas ten wydłuży się nawet do 20 lat.

W momencie kiedy nastąpi konieczność usunięcia osadu ze stawu napowietrzanego ilość osadów w stawie doczyszczającym będzie dużo mniejsza. Konieczność usunięcia osadów ze stawu napowietrzanego nastąpi najwcześniej po ok. 10-15 latach.

#### **9.2.3.2. Usuwanie osadów z dna stawów.**

Usuwanie osadów z dna stawów jest możliwe praktycznie po ich opróżnieniu. To właśnie przewiduje się dla istniejącego stawu napowietrzanego po 20 latach eksploatacji. Na podstawie przeprowadzonej kontroli istniejący staw doczyszczający nie wymaga usuwania

osadów. Doraźnie można usuwać osad z dna stawu pompą refulera z łodzi. Osad z dna stawów będzie pompowany do zbiornika wozu asenizacyjnego o poj. min. 10 m<sup>3</sup> w celu wstępnego zagęszczenia. Pompowany osad posiadał będzie uwodnienie ok. 99% mimo, że jego uwodnienie przy dnie stawu jest dużo mniejsze.

#### 9.2.3.3. Odwadnianie osadów

Dla ciągu stawowego ze względu na specyfikę rozwiązań technologicznych nie ma potrzeby przewidywać stacjonarnego ciągu do przeróbki osadu, lecz przewoźną stację odwadniania, np. typ WPNC 08 prod. Bellmer, Niemcy (urządzenie może być wypożyczone).

Odwodniony osad kierowany jest podajnikiem taśmowym do kontenerów (przyczepa, wywrotka) i wywożony poza teren oczyszczalni ścieków (do rolniczego wykorzystania).

W zależności od ilości osadów różny będzie czas ich usuwania i odwadniania. Przy spodziewanych ilościach osadów rzędu kilkuset m<sup>3</sup> osadów szacuje się, że czas pracy instalacji wynosić będzie rzędu kilkunastu dni.

Dla ciągu z osadem czynnym do odwadniania osadów proponuje się zastosowanie wirówki jako rozwiązanie najmniej uciążliwe dla Użytkownika, a jednocześnie pozwalające osiągnąć najlepszy efekt odwadniania. Stacja odwadniania osadów dostarczana jest jako kompletny zestaw urządzeń w kontenerze 20". W związku z tym stacja może służyć jako stacja mobilna obsługująca kilka oczyszczalni po jej przewiezieniu na dowolny obiekt. Stacja dostosowana jest do wydajności do 3 m<sup>3</sup> osadu surowego (uwodnienie ok. 98%) na godzinę. W omawianym rozwiązaniu dla  $Q_e = 200 \text{ m}^3/\text{d}$  przewiduje się przyrost osadu (łącznie z osadem wstępnym w ilości  $< 1 \text{ m}^3/\text{d}$ ). W związku z tym przy maksymalnym obciążeniu oczyszczalni stacja odwadniania będzie uruchamiana dwa/trzy razy w miesiącu.

#### 9.2.3.4. Zagospodarowanie osadów

Oczyszczalnia ścieków w Rakowie, Gmina Raków przyjmuje tylko ścieki bytowe, w związku z tym osad nadaje się do rolniczego wykorzystania bez uprzedniej higienizacji. Decyzja o sposobie wykorzystania wymaga dokonania odpowiednich badań. Wstępnie uzgodniono, że osad zostanie wykorzystany w celach rolniczych i zostanie odwieziony na grunty rolne.

#### **9.2.4. Gospodarka odpadami**

Projektowana oczyszczalnia ścieków będzie wytwarzać odpady stałe:

- odpady stałe z części mechanicznej, tj. z kraty i piaskownika, powstają w ilości:
- skratki:  $Q_{\text{rok}} = 58,0 \text{ kg/d} \times 365 \text{ d/rok} = 21\,291 \text{ t/rok}$
- piasek  $Q_p = 350 \text{ m}^3/\text{d} \times 0,035 \text{ l/m}^3 = 12,25 \text{ l/d}$

Będą one higienizowane poprzez przesypywanie wapnem chlorowanym.

- osad z dna stawów, usuwany wg metody omówionej w p. 9.2.3. raz na 10 -15 lat
- rzęsa wodna ze stawu doczyszczającego w ilości max. 20 t/rok

Charakterystyka odpadów:

- odpady z sita kanałowego stanowią części stałe w formie papieru, fragmentów owoców i warzyw, tworzyw sztucznych, mięsa, kału i innych odpadków znajdujących się w

gospodarstwie domowym; odpady te mają nieprzyjemny zapach oraz zawierają różne organizmy chorobotwórcze w postaci bakterii i wirusów; należy je higienizować poprzez przesypywanie wapnem. Drugi odpad z sita stanowi piasek znajdujący się w ściekach; ze względu na możliwość wytrącania się razem z piaskiem cząstek organicznych może mieć czasem przykry zapach; dlatego należy go również higienizować poprzez przesypywanie wapnem

- osad z dna stawów usuwany raz na 10 - 15 lat stanowi praktycznie całkowicie zmineralizowane cząstki organiczne koloru czarnego, które są bezwonne i bardzo dobrze dają się odwadniać; usuwany osad wg przedstawionej w p. 9.2.3. technologii jest pozbawiony organizmów chorobotwórczych, proponuje się wykorzystywać do celów rolniczych.
- Osad z ciągu nr 2 zagęszczony na wirówce, jako typowy dla ścieków komunalnych po higienizacji

## 10. Wyposażenie oczyszczalni ciągu stawowego w maszyny i urządzenia.

Wyposażenie oczyszczalni w maszyny i urządzenia przedstawiono w poniższej tabeli.

Nr	Nazwa urządzenia, typ	Ilość [szt./kpl]	Miejsce instalowania	Moc 1 szt. [kW]	Producent	UWAGI:
1.	Sito kanałowe	1	Część mechaniczna	1.5 kW	EKOFIN	
2.	Krata ręczna rzadka szer/wys. 400/2100 prześwit 40mm,	1	Część mechaniczna	0	ENKO Gliwice	
3.	Pompa w pompowni tymczasowej	2	Część mechaniczna	1,5		
4.	Dmuchawy	2	Część biologiczna	11	EKOFIN	
5.	Przegrody hydrauliczne	3 (2+1)	Na stawie doczyszczającym i napowietrzanym	0	P.W."Proenco" Sp. z o.o. Kielce, ul. Warszawska 30/10	
6.	Bariery	komplet	Remont istniejących na stawie doczyszczającym	0	j.w.	
7.	Pakiety nitryfikacyjne	4 kpl.	Pakiet w zabudowie wraz z dyfuzorem	0	P.W."Proenco" Sp. z o.o. Kielce, ul. Warszawska 30/10	
8.	Dyfuzory do zabudowy w stawach - czterorurowe	21 szt.	Na stawie napowietrzanym	0	P.W."Proenco" Sp. z o.o. Kielce, ul. Warszawska 30/10	

## Wyposażenie BHP oczyszczalni.

Wymogi BHP w zakresie urządzeń technicznych i technologicznych oraz warunków wykonywanych prac zawarte są w Rozporządzeniu MGPIB z dnia 01.10.1993 roku.

Oczyszczalnia powinna być wyposażona w następujący zestaw sprzętu:

Koło ratunkowe z linką	4 szt.
Szelki ratunkowe z linkami	2 szt.
Kamizelka ratunkowa	2 szt.
Kask ochronny	2 szt.
Rękawice gumowe	2 pary
Przenośne urządzenie wentylacyjne	1 szt.
Apteczka pierwszej pomocy z wyposażeniem	1 szt.
Przenośny wykrywacz gazu	1 szt.
Gaśnica	1 szt.
Próbnik napięcia	2 szt.
Rękawice dielektryczne	2 szt.
Obuwie dielektryczne	2 szt.
Dywaniki gumowe	2 pary
Narzędzia izolacyjne	2 komplety
Przedłużacz L=50 m	1 szt.
Okulary ochronne	2 szt.
Pasy bezpieczeństwa	2 szt.
Łódka płaskodenna 2 osobowa wyporność 500 kg	1 szt.
Taczki dwukołowe	1 szt.
Łopata	1 szt.
Szpadel	1 szt.
Grabie metalowe	1 szt.
Wiadro	1 szt.
Kosiarka spalinowa lub kosa spalinowa	1 szt.
Kosz na śmieci	1 szt.

Wszyscy pracownicy obsługi powinni być przeszkoleni w zakresie obsługi sprzętu BHP. Za gospodarkę sprzętem BHP jest odpowiedzialny Kierownik Oczyszczalni.

## 11. Koszty budowy i czasookres realizacji

remont oczyszczalni istniejącej + dobudowa reaktorów dla  $Q_{sr.d.} = 200 \text{ m}^3/\text{d}$  wraz z gospodarką osadową

remont oczyszczalni istniejącej:	1 405 000 zł netto (kosztorys)
dobudowa ciągu na osad czynny:	2 360 000 zł netto (dostawa producenta)
dobudowa instalacji odwadniania osadu:	380 000 netto (dostawa producenta)
ogrodzenie, droga, oświetlenie, wylot itd.	385 000 zł.
Razem wariant II:	4 145 000 zł. netto

Podsumowanie:

łączny koszt modernizacji i rozbudowy oczyszczalni wraz z pracami pomocniczymi wynosi około 4 530 000 zł netto

Ocenia się, że omówiony wcześniej zakres robót wymagał będzie dwóch sezonów budowlanych na ukończenie inwestycji.

## **12. Wnioski końcowe**

Modernizacja istniejącej oczyszczalni typu stawowego oraz dobudowa nowego ciągu technologicznego pozwala na optymalne wykorzystanie istniejącej infrastruktury, co znacznie obniża koszty w porównaniu do budowy nowej oczyszczalni.

Ze względu na stały napływ ścieków podczas budowy oczyszczalni musi cały czas przyjmować ścieki. Po wykonaniu modernizacji i rozbudowy Inwestor posiadał będzie możliwość elastycznego wykorzystywania oczyszczalni. W okresie zimy kiedy ścieków jest mniej przepustowość systemu może zostać ograniczona. W okresie lata i wzmożonego ruchu turystycznego oczyszczalnia typu stawowego wykazuje największą efektywność, co jest korzystne dla systemu.