



W Cieszynie  
DZIAŁ GOSPODARKI ŚCIEKAMI  
ul. Słowicza 27 - Tel 851-54-44  
CIESZYN - BOGUSZOWICE

XXX III / ZTE/O

## **BIOSYSTEM Przedsiębiorstwo Inżynierii Biochemicznej**

50-304 Wrocław · ul. Pasterska 2 tel./fax (071) 329 26 00  
e-mail: biuro@biosystem.com.pl · www.biosystem.com.pl

**PROJEKT KONCEPCYJNY  
MODERNIZACJI SYSTEMU NAPOWIETRZANIA KOMÓR  
DENITRYFIKACJI I KOMÓR REAERACJI  
ORAZ  
MODERNIZACJI POMPOWNI GŁÓWNEJ**

Nr arch. dok.: PIB/U/11/2005/PK

**WYKONAWCA:** **Przedsiębiorstwo Inżynierii Biochemicznej**  
**„BIOSYSTEM”**  
**ul. Pasterska 2**  
**50 – 304 Wrocław**

**ZAMAWIAJĄCY:** **Zakład Gospodarki Komunalnej w Cieszynie**  
**ul. Słowicza 59**  
**43-400 Cieszyn**

**STADIUM:** **Projekt koncepcyjny**

**AUTORZY:**  
**mgr inż. Szymon Koziarski**  
**mgr inż. Maciej Krzonkalla**  
**mgr inż. Andrzej Kuczera**  
**mgr inż. Nikodem Nowak**

## Zawartość:

<b>1.CZĘŚĆ INFORMACYJNA.....</b>	<b>4</b>
1.1.ZAMAWIAJĄCY.....	4
1.2.WYKONAWCA.....	4
1.3.PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA.....	4
<b>2.CZĘŚĆ PROGRAMOWO-KONCEPCYJNA.....</b>	<b>5</b>
2.1.CHARAKTERYSTYKA ILOŚCIOWO-JAKOŚCIOWA DOPROWADZANYCH I ODPROWADZANYCH ŚCIEKÓW.....	5
2.2.OPIS ISTNIEJĄCEGO UKŁADU POMPOWNI I OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW.....	8
2.3.ZESTAWIENIE I CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW.....	8
2.4.OCENA TECHNICZNA ORAZ EFEKTY PRACY EKSPLOATOWANEGO UKŁADU.....	9
2.5.WNIOSKI.....	10
<b>3.CZĘŚĆ KONCEPCYJNA.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.KONCEPCJA MODERNIZACJI POMPOWNI GŁÓWNEJ.....</b>	<b>11</b>
3.1.1.OPIS ROZPATRYWANYCH WARIANTÓW ROZWIĄZANIA POMPOWNI GŁÓWNEJ .....	11
3.1.2.OPIS I CHARAKTERYSTYKA PROPONOWANEGO ROZWIĄZANIA MODERNIZACJI.....	11
3.1.2.1.ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ.....	12
3.1.2.2.ZESTAWIENIE ZAPOTRZEBOWANIA MOCY.....	13
3.1.2.3.ZESTAWIENIE RUROCIĄGÓW ORAZ ARMATURY.....	14
3.1.2.4.AUTOMATYKA UKŁADU I STEROWANIE PRACĄ ORAZ ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ I APARATURY POMIAROWO-STERUJĄCEJ.....	16
<b>3.2.KONCEPCJA MODERNIZACJI SYSTEMU NAPOWIETRZANIA KOMÓR DENITRYFIKACJI I KOMÓR REAERACJI. .</b>	<b>17</b>
3.2.1.OPIS ROZPATRYWANYCH WARIANTÓW ROZWIĄZANIA MODERNIZACJI SYSTEMU NAPOWIETRZANIA KOMÓR DENITRYFIKACJI ORAZ KOMÓR REAERACJI.....	17
3.2.2.OPIS I CHARAKTERYSTYKA PROPONOWANEGO ROZWIĄZANIA MODERNIZACJI.....	17
3.2.2.1.OPIS PROCESOWY.....	17
3.2.2.2.ZESTAWIENIE KUBATUROWE OBIEKTÓW.....	18
3.2.2.3.ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ.....	19
3.2.2.4.ZESTAWIENIE ZAPOTRZEBOWANIA MOCY I ZUŻYCIA ENERGII .....	22
3.2.2.5.ZESTAWIENIE ARMATURY ORAZ RUROCIĄGÓW.....	23
3.2.2.6.AUTOMATYKA UKŁADU I STEROWANIE PRACĄ ORAZ ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ I APARATURY POMIAROWO-STERUJĄCEJ.....	25

<b>4.CZĘŚĆ EKONOMICZNA.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1.PODSTAWY OPRACOWANIA.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2.PRZEDMIARY ORAZ ZESTAWIENIA.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.KALKULACJE.....</b>	<b>28</b>
<b>4.4.ZBIORCZE ZESTAWIENIE KOSZTÓW.....</b>	<b>32</b>
<b>5.OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1.WYMIAROWANIE HYDRAULICZNE.....</b>	<b>33</b>
5.1.1.WYMIAROWANIE HYDRAULICZNE UKŁADU POMPOWNI GŁÓWNEJ.....	33
5.1.2.WYMIAROWANIE HYDRAULICZNE SYSTEMU NAPOWIETRZANIA KOMÓR DENITRYFIKACJI I KOMÓR REAERACJI.....	38
<b>5.2.WYMIAROWANIE TECHNOLOGICZNE.....</b>	<b>40</b>
5.2.1.WYMIAROWANIE PROCESOWE UKŁADU OCZYSZCZANIA BIOLOGICZNEGO.....	41
5.2.2.OBLICZENIE ZAPOTRZEBOWANIA TLENU ORAZ POWIETRZA UKŁADU DENITRYFIKACJI I REAERACJI...	49
5.2.3.BILANS ZASADOWOŚCI.....	52
5.2.4.OKREŚLENIE TEORETYCZNEJ SPRAWNOŚCI BIOLOGICZNEJ ELIMINACJI FOSFORU ORAZ POTRZEB W ZAKRESIE STRĄCANIA FOSFORU POZOSTAŁEGO.....	54
<b>6.CZĘŚĆ GRAFICZNA.....</b>	<b>55</b>
Rys. 6.1 OGÓLNY PLAN SYTUACYJNY.....	
Rys. 6.2 PLAN UKŁADU POMPOWNI GŁÓWNEJ.....	
Rys. 6.3 PLAN UKŁADU KOMÓR DENITRYFIKACJI.....	
Rys. 6.4 PLAN UKŁADU KOMÓR REAERACJI.....	
Rys. 6.5 SCHEMAT HYDRAULICZNY ROZWIĄZANIA MODERNIZACJI POMPOWNI GŁÓWNEJ.....	
Rys. 6.6 SCHEMAT UKŁADU NAPOWIETRZANIA KOMÓR DENITRYFIKACJI.....	
Rys. 6.7 SCHEMAT UKŁADU NAPOWIETRZANIA KOMÓR REAERACJI.....	
Rys. 6.8 SCHEMAT UKŁADU STACJI DMUCHAW.....	
<b>7.KARTY KATALOGOWE URZĄDZEŃ.....</b>	

## **1. CZĘŚĆ INFORMACYJNA**

### **1.1. ZAMAWIAJACY**

Zakład Gospodarki Komunalnej w Cieszynie  
ul. Słowicza 59 43-400 Cieszyn

### **1.2. WYKONAWCA**

Przedsiębiorstwo Inżynierii Biochemicznej BIOSYSTEM  
ul. Paterska 2 50-304 Wrocław

### **1.3. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA**

Projekt koncepcyjny modernizacji systemu napowietrzania komór denitryfikacji i komór reaeracji oraz modernizacji pompowni głównej oczyszczalni ścieków w Cieszynie położonej przy ulicy Motokrosowej 27.

Formalną podstawę opracowania stanowi umowa nr PIB/U/11/2005 z dnia 11.07.2005r.

Założenia merytoryczne określono na podstawie następujących materiałów:

- materiały dotyczące charakterystyki odbieranych i odprowadzanych ścieków udostępnione przez Zamawiającego
- inwentaryzacja obiektowa wykonana we własnym zakresie
- oprogramowanie systemowe ATV "Ekspert osadu czynnego"
- oprogramowanie własne BIOSYSTEM w zakresie wymiarowania technologicznego procesów oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego
- karty katalogowe Producentów oraz zebrane oferty
- wymienione w p. 4.1. podstawy kalkulacji kosztów

## **2. CZĘŚĆ PROGRAMOWO-KONCEPCYJNA**

### **2.1. CHARAKTERYSTYKA ILOŚCIOWO-JAKOŚCIOWA DOPROWADZANYCH I ODPROWADZANYCH ŚCIEKÓW**

Oczyszczalnia przyjmuje ścieki komunalne z miasta Cieszyna zbierane za pośrednictwem sieci kanalizacji mieszanej: rozdzielczej i ogólnospławnej.

Zestawienie danych (na podstawie materiałów dostarczonych przez Zamawiającego) w zakresie ilościowo-jakościowej charakterystyki ścieków doprowadzanych i odpływających z oczyszczalni miejskiej przedstawiono w tabelach 2.1 oraz 2.2.

Według udostępnionych danych publicznych liczba mieszkańców stale zasiedlających Cieszyn zmienia się w granicach 36000 dop 38000 Mk.

Interpolacja danych przedstawionych w publikacji: Heidrich Z., Stańko G. "Dane wyjściowe do projektowania miejskich oczyszczalni ścieków" G.W.i.T.S. 7/2002 wykazuje jako średni jednostkowy wskaźnik zużycia wody dla miast o wielkości 20000 do 50000 Mk wartość  $207 \text{ dm}^3/\text{Mk} \times \text{d}$ . Przyjęcie tej wartości do kalkulacji pozwala prognozować ilość ścieków powstających ze zużycia wody na cele bytowo-gospodarcze w wysokości 7452 do 7866  $\text{m}^3/\text{d}$ . Porównanie tych wielkości oraz zestawionych w tabeli 2.1 rzeczywistych wartości dopływów odbieranych na oczyszczalni wskazuje na udział w ściekach ogólnych wód deszczowych, infiltracyjnych i przemysłowych.

Tabela 2.1. Stężenia i ilość ścieków surowych dopływających do oczyszczalni ścieków w Cieszyźnie

L.P	Wskaźnik	Jednostka	2004 rok												2005 rok					Wartości średnie		
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V			
1	2	3	4																			5
1	BZT <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	202	174	132	188	203	177	186	211	233	253	230	250	199	240	204	259	221	210		
2	ChZT	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	429	344	273	317	501	364	430	462	535	572	478	578	374	447	368	461	401	431		
3	Zawiesina ogólna	g/m <sup>3</sup>	183	185	160	169	272	238	280	279	387	373	342	426	263	253	259	286	223	269		
4	Azot ogólny	gN/m <sup>3</sup>	31,08	30,4	25,33	27,99	32,92	27,07	31,39	31,06	40,96	42,58	34,83	42,1	37,11	34,29	30,95	35,4	27,07	33		
5	Azot amonowy	gN/m <sup>3</sup>	18,18	20,62	14,75	18,9	20,28	15,31	18,4	18,37	19,16	20,25	17,79	23,09	-	-	-	-	-	19		
6	Azot azotanowy	gN/m <sup>3</sup>	1	1,51	1,38	0,72	0,37	0,59	0,17	0,24	0,2	0,37	0,59	0,39	-	-	-	-	-	0,63		
7	Fosfor ogólny	gP/m <sup>3</sup>	5,72	6,18	4,91	6,08	9,33	8,15	8,89	11,25	13,39	12,64	11,82	14,74	9,38	8,37	8,43	7,08	8,06	9,08		
8	Zasadowość	gCaCO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>																		0,00		
9	Ilość ścieków	m <sup>3</sup> /d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11137	11360	15077	10561	12491	12 125		

Tabela 2.2. Stężenia i ilość ścieków oczyszczonych odpływających z oczyszczalni ścieków w Cieszynie

L.P.	Wskaźnik	Jednostka	2004 rok												2005 rok					Wartości średnie			
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V				
1	2	3	4																			5	
1	BZT <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	3,1	3,8	4,4	3,6	2,7	5,3	4	3,4	1,8	2,9	1,8	2,9	1,8	2,8	2,9	3,4	4,1	4,4	4,4	4,54	3,47
2	ChZT	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	22	22	26	23	21	23	25	24	21	22	22	22	22	23	23	25	26	25,7	23,21	23,21	23,30
3	Zawiesina ogólna	g/m <sup>3</sup>	5,4	6	11,4	5,6	4,8	7	4,9	3,3	3,6	4,1	3,5	5,7	3,5	5,3	5,7	6,6	6,4	6,9	6,94	5,73	
4	Azot ogólny	gN/m <sup>3</sup>	4,76	5,31	6,88	5,1	3,81	2,97	3,46	3,6	5,43	5,55	2,37	6,43	2,37	4,7	6,43	5,64	4,38	5,1	6,34	4,81	
5	Azot amonowy	gN/m <sup>3</sup>	2,35	1,89	2,44	2,38	1,63	1,19	1,99	1,66	2,53	3,09	1,74	-	1,74	3,47	-	-	-	-	-	2,20	
6	Azot azotanowy	gN/m <sup>3</sup>	1,62	1,09	1,8	1	0,38	0,39	0,43	0,45	0,4	0,55	0,43	-	0,43	0,65	-	-	-	-	-	0,77	
7	Fosfor ogólny	gP/m <sup>3</sup>	0,34	0,44	0,57	0,59	1,16	1,29	2,53	2,4	2,07	1,84	0,79	0,98	0,79	1,43	0,98	0,81	0,97	3,01	1,9	1,36	
8	Zasadowość	gCaCO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>																				0,00	
9	Ilość ścieków	m <sup>3</sup> /d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11137	-	-	11137	11360	15077	10561	12491	12 125	

## **2.2. OPIS ISTNIEJĄCEGO UKŁADU POMPOWNI I OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW**

Aktualnie zainstalowany układ hydrauliczny pompowni głównej obejmuje 8 zespołów agregatów przyłączonych do czterech równolegle pracujących przewodów tłocznych. Każdy z przewodów tłocznych obsługują dwa agregaty pompowe również zainstalowane w układzie pracy równoległej.

Obiekt wyposażony jest w 8 sztuk stale zamontowanych jednostek pomp 35F56-4S05-6.

Zespół przyłączono do dwóch niezależnych komór czerpalnych z uszeregowaniem: po cztery zespoły przyłączone do każdej z komór.

Linia technologiczna oczyszczania biologicznego składa się z dwóch równolegle pracujących ciągów w układzie denitryfikacji wtórnej

Każdy z ciągów zawiera szeregowo pracujące jednostkowe podobiekty procesowe: komora nityfikacji, komora denitryfikacji, komora reaeracji, osadnik wtórny, pompownia recyrkulacji.

Porównanie charakterystycznych wskaźników zanieczyszczeń wskazuje na znaczny udział wód deszczowych i infiltracyjnych w ściekach ogólnych. Średnie stężenie ChZT ścieków surowych z miasta Cieszyna za I-sze półrocze 2005 wynosi  $431 \text{ g O}_2/\text{m}^3$ . Charakterystyczne stężenie ChZT ścieków miejskich przedstawione w cytowanej wyżej publikacji wynosi  $990 \text{ g O}_2/\text{m}^3$ . Podobnie kształtuje się porównanie pozostałych charakterystycznych wskaźników zanieczyszczenia.

## **2.3. ZESTAWIENIE I CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW**

### Pompownia główna

Obiekt konstrukcji żelbetowej prostokątny w planie, złożony:  
z dwóch integralnych komór czerpalnych o gabarytach: 26,1 m x 2,5 m (wewnętrzne)

głębokość całkowita 8,95 m

pojemność całkowita  $1098,5 \text{ m}^3$  (obu komór)

oraz

dwupoziomowej hali pomp o gabarytach: 26,1 m x 8,8 m

powierzchnia jednego poziomu  $230 \text{ m}^2$

powierzchnia całkowita  $460 \text{ m}^2$

kubatura całkowita  $3105 \text{ m}^3$



### Komory denitryfikacji

Obiekty konstrukcji żelbetowej o przekroju kołowym w planie. Dwie jednostki o następujących gabarytach:

- średnica wewnętrzna 36,0 m
- głębokość czynna 4,8 m
- głębokość całkowita  $h_{\max} = 5,25$   $h_{\min} = 4,51$  m
- pojemność czynna 4342,5 m<sup>3</sup>
- pojemność całkowita 4851,4 m<sup>3</sup>
- łączna pojemność czynna 8685 m<sup>3</sup>
- powierzchnia czynna 1017,9 m<sup>2</sup>
- łączna powierzchnia czynna 2034,8 m<sup>2</sup>

### Komory reaeracji

Obiekty konstrukcji żelbetowej o przekroju prostokątnym w planie. Dwie jednostki o następujących gabarytach:

- wymiary wewnętrzne w planie 12 m x 10 m
- głębokość czynna 4,0 m
- głębokość całkowita 4,45 m
- pojemność czynna 480,0 m<sup>3</sup>
- łączna pojemność czynna 960 m<sup>3</sup>
- powierzchnia czynna 120 m<sup>2</sup>
- łączna powierzchnia czynna 240 m<sup>2</sup>

## **2.4. OCENA TECHNICZNA ORAZ EFEKTY PRACY EKSPLOATOWANEGO UKŁADU**

Przedstawione przez Zamawiającego wyniki badań efektów oczyszczania wykazują stałe uzyskiwanie wymaganych parametrów jakościowych odpływu.

Przedstawione w p. 5. niniejszego opracowania obliczenia teoretyczne również potwierdzają możliwość ich uzyskania w zakresie eliminacji węgla, azotu i fosforu. Cytowane obliczenia wykazują możliwość wymaganej eliminacji związków węgla, azotu i fosforu bez potrzeby stosowania korekty zasadowości i bez potrzeby chemicznego strącania fosforu resztkowego. Jednak ze względu na znaczną fluktuację jakościową

dopływu zaleca się zastosowanie instalacji umożliwiających interwencyjną korektę zasadowości oraz interwencyjne strącanie fosforu.

Stan techniczny konstrukcji żelbetowych obiektów do oczyszczania biologicznego jest zadawalający. Urządzenia mechaniczne utrzymywane są w stałym ruchu i pracują sprawnie. Jednak ze względu na ich wiek oraz wysoką energochłonność należy uznać je za zdekapitalizowane.

Podobiekty kubaturowe konstrukcji żelbetowych pompowni głównej pozostają w zadawalającym stanie technicznym. Zainstalowane agregaty oraz instalacje i armatura pracują sprawnie. Urządzenia te posiadają zbyt dużą wydajność w stosunku do przepływów rzeczywistych i charakteryzują się w świetle realnego obciążenia nadmiernym zaangażowaniem energii. Ze względu na wiek oraz wysokie zużycie energii agregaty oraz część instalacji i armatury można uznać za zdekapitalizowane.

## **2.5. WNIOSKI**

Analiza zebranych informacji i danych oraz przedstawionych w koncepcji obliczeń pozwala w konkluzji zalecić:

- zachowanie istniejącego układu hydraulicznego pompowni głównej z dokonaniem wymiany agregatów pompowych, części instalacji technologicznej i elektryczno-sterowniczej w zakresie przedstawionym w części koncepcyjnej niniejszego opracowania,
- zachowanie istniejącego układu technologicznego denitryfikacji i reaeracji z dokonaniem wymiany mieszadeł oraz systemu napowietrzania w zakresie przedstawionym w części koncepcyjnej niniejszego opracowania,
- wykonanie instalacji do interwencyjnej korekty zasadowości w komorach nityfikacji.

### **3. CZĘŚĆ KONCEPCYJNA**

#### **3.1. KONCEPCJA MODERNIZACJI POMPOWNI GŁÓWNEJ**

##### **3.1.1. OPIS ROZPATRYWANYCH WARIANTÓW ROZWIĄZANIA POMPOWNI GŁÓWNEJ**

Analizą programową sposobu modernizacji pompowni głównej objęto modyfikację hydraulicznego układu przepływu oraz wymianę lub remont agregatów pompowych.

Analiza pozostających w dyspozycji wykonawcy materiałów przekonała, że w zakresie hydraulicznego układu przepływu rozwiązaniem najkorzystniejszym jest zastosowanie dwóch niezależnych równoległe pracujących podukładów z pracą równoczesną obsługiwanych przez dwa równoległe trójagreatowe zespoły pompowe podające do dwóch równoległych przewodów tłocznych.

Analiza materiałów dotyczących zagadnienia remontu lub wymiany agregatów pompowych wykazała, że rozwiązaniem korzystniejszym jest wymiana agregatów na jednostki o mniejszej wydajności i znacznie mniejszej mocy zainstalowane w układzie równoległym trzy plus trzy.

W części koncepcyjnej przedstawia się charakterystykę proponowanego rozwiązania realizacyjnego.

##### **3.1.2. OPIS I CHARAKTERYSTYKA PROPONOWANEGO ROZWIĄZANIA MODERNIZACJI**

Proponuje się jako realizacyjne zastosowanie rozwiązania polegającego na wykonaniu równoległego układu podającego zasilanego dwustronnie przez zespół sześciu agregatów pomp zanurzeniowych w wersji do suchego zainstalowania.

Schemat proponowanego rozwiązania przedstawiono na rys. 6.2., natomiast hydrauliczne parametry pracy w p. 5.

**3.1.2.1. ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ**

Lp	Rodzaj urządzenia, typ	Charakterystyka	Producent	Ilość	Miejsce zainstalowania	Przeznaczenie i funkcja
1	2	3	4	5	6	7
1	Pompa zatapialna (instalacja pionowa sucha) Typ: <b>S2 264 AL3</b> współpracująca z falownikiem <b>VI.T6000 Danfoss 30kW 175Z7033</b>	wydajność: 400 - 650 m <sup>3</sup> /h wysokość podnoszenia: 10,5 – 16,5 mH <sub>2</sub> O moc: 28,0 kW	GRUNDFOS ul. Klonowa 23 62-081 Przeźmierowo	2 (w układzie 1 pracująca + 1 rezerwowa)	Pompownia ścieków surowych	Podawanie ścieków podczyszczonych mechanicznie do komory rozdziału
2	Pompa zatapialna (instalacja pionowa sucha) Typ: <b>S2 264 AL3</b>	wydajność: 400 - 650 m <sup>3</sup> /h wysokość podnoszenia: 10,5 – 16,5 mH <sub>2</sub> O moc: 28,0 kW	GRUNDFOS ul. Klonowa 23 62-081 Przeźmierowo	4 (w układzie 2 pracujące + 2 rezerwowe)	Pompownia ścieków surowych	Podawanie ścieków podczyszczonych mechanicznie do komory rozdziału
3	Pompa zatapialna Typ: <b>AP 50B50.15.3</b>	wydajność: 20 m <sup>3</sup> /h wysokość podnoszenia: 9,0 mH <sub>2</sub> O moc: 1,5 kW	GRUNDFOS ul. Klonowa 23 62-081 Przeźmierowo	2 w układzie 1 zainstalowana + 1 rezerwowa w magazynie	Pompownia ścieków surowych	Odprowadzanie odcieków własnych pompowni do komór czerpialnych pomp ścieków surowych
4	Pompa wirowa zatapialna (instalacja pozioma sucha) Typ: <b>SE1.100.150.40.4.51D</b>	wydajność: 125 m <sup>3</sup> /h wysokość podnoszenia: 7,0 mH <sub>2</sub> O moc: 4,0 kW	GRUNDFOS ul. Klonowa 23 62-081 Przeźmierowo	2 (w układzie 1 pracująca + 1 rezerwowa)	Pompownia ścieków surowych	Odprowadzanie odcieków własnych pompowni do komór czerpialnych pomp ścieków surowych

**3.1.2.2. ZESTAWIENIE ZAPOTRZEBOWANIA MOCY**

Lp	Rodzaj urządzenia, typ	Ilość [szt]	Moc zainstal. [kW]	Moc pobierana [kW]	Czas pracy [h/d]	Zużycie energii [kWh/d]
1	2	3	4	5	6	7
1	Pompa zatapialna (instalacja pionowa sucha) Typ: <b>S2 264 AL3</b> współpracująca z falownikiem <b>VI.T6000 Danfoss 30kW 175Z7033</b>	2 (w układzie 1 pracująca + 1 rezerwowa)	$2 \times 28,0 = 56,0$	25,9	24	621,6
2	Pompa zatapialna (instalacja pionowa sucha) Typ: <b>S2 264 AL3</b>	4 (w układzie 2 pracujące + 2 rezerwowe)	$4 \times 28,0 = 112,0$	$2 \times 25,9 = 51,8$	3	155,4
3	Pompa zatapialna Typ: <b>AP 50B50.15.3</b>	1	1,5	1,0	1	1,0
4	Pompa wirowa zatapialna (instalacja pozioma sucha) Typ: <b>SE1.100.150.40.4.51D</b>	2	$2 \times 4,0 = 8,0$	2,8	2	5,6
<b>Łącznie</b>			<b>177,5</b>	<b>81,5</b>	-	<b>783,6</b>

### 3.1.2.3. ZESTAWIENIE RUROCIĄGÓW ORAZ ARMATURY

L.P.	RUROCIĄG	ŚREDNICA [mm] MATERIAŁ	DŁUGOŚĆ [m]	ZAINSTALOWANA ARMATURA	IŁOŚĆ	PRZEZNACZENIE/ FUNKCJA	DOSTAWCA ARMATURY
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Rurociągi ssawne pomp S2 264 AL3	DN 600/250 rurociąg istniejący	24	Przejście szczelne	6	Uszczelnienie przejścia rurociągu przez ścianę	armatura istniejąca
2	Rurociągi tłoczne ścieków surowych odprowadzanych z pompowni	DN 350/600 stal 1.4301	51	Przepustnica zwrotna bezkołnierzowa ze wspomaganie na dźwigni DN 350	6	Zasowa odcinająca	Inter Befa ul. Legionów 26/28 43-300 Bielsko Biata lub inny
				Zasuwa klinowa kołnierzowa z miękkim uszczelnieniem DN 350	6	Ochrona przed przepływem zwrotnym ścieków	Inter Befa ul. Legionów 26/28 43-300 Bielsko Biata lub inny
3	Przewody odwadniające rurociągi tłoczne	DN 150 stal 1.4301	10	Zasuwa klinowa kołnierzowa z miękkim uszczelnieniem DN 150	6	Zasuwa odcinająca	Inter Befa ul. Legionów 26/28 43-300 Bielsko Biata lub inny
4	Przewiązka łącząca komory czerpalne w pompowni ścieków	DN 600 stal 1.4301	11	Zasuwa klinowa kołnierzowa z napędem elektromechanicznym	1	Zasuwa odcinająca	Inter Befa ul. Legionów 26/28 43-300 Bielsko Biata lub inny

L.P.	RUROCIĄG	ŚREDNICA [mm] MATERIAŁ	DŁUGOŚĆ [m]	ZAINSTALOWANA ARMATURA	IŁOŚĆ	PRZEZNACZENIE/ FUNKCJA	DOSTAWCA ARMATURY
5	Rurociągi ssawne pomp SE1.100.150.40.4.51D	DN 200 stal 1.4301	5	Przejście szczelne	2	Uszczelnienie przejścia rurociągu przez ścianę	armatura istniejąca
				Zasuwa klinowa kołnierzowa z miękkim uszczelnieniem	2	Zasuwa odcinająca	Inter Befaf ul. Legionów 26/28 43-300 Bielsko Biąta lub inny
6	Rurociąg tłoczny pomp SE1.100.150.40.4.51D	DN 150 stal 1.4301	7	Zawór zwrotny kulowy DN150	2	Ochrona przed przepływem zwrotnym ścieków	Inter Befaf ul. Legionów 26/28 43-300 Bielsko Biąta lub inny
				Zasuwa klinowa kołnierzowa z miękkim uszczelnieniem DN150	2	Zasuwa odcinająca	Inter Befaf ul. Legionów 26/28 43-300 Bielsko Biąta lub inny
7	Rurociąg tłoczny pompy AP 50B50.15.3 odprowadzającej ścieki z koryta odwadniającego	DN 100 rurociąg istniejący	2	Przejście szczelne	1	Uszczelnienie przejścia rurociągu przez ścianę	armatura istniejąca
				Przejście szczelne	1	Uszczelnienie przejścia rurociągu przez ścianę	armatura istniejąca

### **3.1.2.4. AUTOMATYKA UKŁADU I STEROWANIE PRACĄ ORAZ ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ I APARATURY POMIAROWO-STERUJĄCEJ**

Proponuje się zastosowanie jednego podmodułu układu rozproszonego współpracującego z aktualną jednostką centralną.

Sterowanie pracą pomp w funkcji przepływu z zabezpieczeniem sterowania w funkcji poziomu cieczy w komorach czerpalnych pompowni.

Jednostki pompowe z naprzemiennym cyklem pracy równomiernego wykorzystywania.

Dwa zespoły pracujące z dodatkowym podsterowaniem przy zastosowaniu falownika umożliwiającego płynną regulację wydajności pompowni przy niskich przepływach.

#### **Zestawienie aparatury sterującej**

sterownik miejscowy	- sztuk 1
czujniki poziomu	- sztuk 4
falownik miejscowy	- sztuk 2
detektor stacjonarny H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub>	- sztuk 1
przepływomierz elektromagnetyczny lub ultradźwiękowy	- sztuk 2



### **3.2.KONCEPCJA MODERNIZACJI SYSTEMU NAPOWIETRZANIA KOMÓR DENITRYFIKACJI I KOMÓR**

#### **REAERACJI**

#### **3.2.1.OPIS ROZPATRYWANYCH WARIANTÓW ROZWIĄZANIA MODERNIZACJI SYSTEMU NAPOWIETRZANIA KOMÓR**

##### **DENITRYFIKACJI ORAZ KOMÓR REAERACJI**

Analizą programową objęto systemy: oparty o strumienicowy (aktualnie użytkowany) oraz oparty o napowietrzanie sprężonym powietrzem.

Pozostające w dyspozycji wykonawcy materiały wykazały, że system napowietrzania sprężonym powietrzem jest znacznie tańszy eksploatacyjnie i jednocześnie umożliwia bardziej precyzyjne sterowanie procesem oczyszczania biologicznego.

W konsekwencji przedstawionej konkluzji proponuje się jako realizacyjne i przedstawia rozwiązanie z zastosowaniem napowietrzania sprężonym powietrzem.

#### **3.2.2.OPIS I CHARAKTERYSTYKA PROPONOWANEGO ROZWIĄZANIA MODERNIZACJI**

##### **3.2.2.1.OPIS PROCESOWY**

Proponuje się zachowanie aktualnie użytkowanego układu denitryfikacji końcowej. Przedstawione przez Zamawiającego wyniki badań potwierdzają jego skuteczność. Zachowanie tego układu charakteryzuje się najniższymi wskaźnikami kapitałochłonności inwestycyjnej i eksploatacyjnej.

Optymalne parametry pracy układu przedstawiają się następująco:

- Komora nityfikacji (warunki tlenowe)
  - obciążenie osadu  $A' = 0,15 \text{ kg BZT}_5/\text{kg sm} \times \text{d}$
  - czas zatrzymania  $T = 12,86 \text{ godz.}$
  - stężenie osadu  $c = 2,5 - 3,5 \text{ kg sm}/\text{m}^3$
- Komora denitryfikacji (warunki beztlenowe)
  - czas zatrzymania  $T = 6,0 \text{ godz.}$
  - stężenie osadu  $c = 2,5 - 3,5 \text{ kg sm}/\text{m}^3$
- Komora reaeracji (warunki tlenowe)
  - czas zatrzymania  $T = 0,5 \text{ godz.}$
  - stężenie osadu  $c = 2,5 - 3,5 \text{ kg sm}/\text{m}^3$
- Osadnik wtórny

- czas zatrzymania  $T = 4,0$  godz.
- stopień recyrkulacji  $\alpha (R) = 50 - 100\%$
- Efekty oczyszczania
  - usunięcie BZT<sub>5</sub>  $\eta (BZT_5) = 96,17\%$
  - BZT<sub>5</sub> odpływu  $BZT_5 = 6 - 10 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$
  - usunięcie zawiesiny  $\eta (\text{zaw.}) = 94,19\%$
  - zawiesina w odpływie  $z = 5 - 20 \text{ kg sm}/\text{m}^3$
  - fosfor ogólny w odpływie  $3,77 \text{ mg P}/\text{dm}^3$
  - azot ogólny w odpływie  $18,7 \text{ mg N}/\text{dm}^3$
  - azot azotanowy w odpływie  $10,4 \text{ mg N-NO}_3/\text{dm}^3$
  - azot amonowy  $1,15 \text{ mg N-NH}_4/\text{dm}^3$
- Przyrost osadu
  - jednostkowy przyrost osadu  $0,44 \text{ kg sm}/\text{kg BZT}_5 \text{ us.}$
  - jedn. przyrost osadu nadmiernego  $0,39 \text{ kg sm}/\text{kg BZT}_{5\text{us.}}$

### 3.2.2.2. ZESTAWIENIE KUBATUROWE OBIEKTÓW

Lp.	OBIEKT	Pow.	OBJĘTOŚĆ/ KUBATURA	
			CAŁKOWITA	CZYNNA/ UŻYTKOWA
		$\text{m}^2$	$\text{m}^3$	$\text{m}^3$
1.	2.	3.	4.	5.
<b>1.</b>	<b>Obiekty istniejące</b>	<b>2275,8</b>	<b>10770,8</b>	<b>9645,0</b>
1.1	Komora denitryfikacji nr 1	1017,9	4851,4	4342,5
1.2	Komora denitryfikacji nr 2	1017,9	4851,4	4342,5
1.3	Komora reaeracji	-	-	-
	- komora nr 1 - komora nr 2	120,0 120,0	534,0 534,0	480,0 480,0
<b>2</b>	<b>Obiekty projektowane</b>	<b>48,5</b>	<b>194,0</b>	<b>-</b>
2.1	Stacja dmuchaw	48,5	194,0	-

### 3.2.2.3. ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ

Lp	Rodzaj urządzenia, typ	Charakterystyka	Producent	Ilość	Miejsce zainstalowania	Przeznaczenie i funkcja
1	Ruszt napowietrzający drobnopęcherzykowy Typ <b>ASEKO A – 109</b>	3 Filtrosy rurowe elastomerowe w wersji wynoszonej ponad zwierciadło ścieków instalowane na 30 rurach nośnych dł 6215mm każda łączna ilość dyfuzorów: 270 szt obciążenie robocze jednego dyfuzora: $Q_{p1} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$ obciążenie maksymalne jednego dyfuzora: $Q_{p1} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$	4 ASEKO s.r.o. Chromec 3 Zabreh na Morave Republika Czeska	5 1 kpl	6 Komory denitryfikacji nr 1	7 Napowietrzanie zawartości komór denitryfikacji
2	Ruszt napowietrzający drobnopęcherzykowy Typ <b>ASEKO A – 109</b>	Filtrosy rurowe elastomerowe w wersji wynoszonej ponad zwierciadło ścieków instalowane na 30 rurach nośnych dł 6215mm każda łączna ilość dyfuzorów: 270 szt obciążenie robocze jednego dyfuzora: $Q_{p1} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$ obciążenie maksymalne jednego dyfuzora: $Q_{p1} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$	ASEKO s.r.o. Chromec 3 Zabreh na Morave Republika Czeska	1 kpl	Komory denitryfikacji nr 2	Napowietrzanie zawartości komór denitryfikacji
3	Ruszt napowietrzający drobnopęcherzykowy Typ <b>ASEKO A – 109</b>	Filtrosy rurowe elastomerowe w wersji wynoszonej ponad zwierciadło ścieków instalowane na 19 rurach nośnych dł 4735mm każda łączna ilość dyfuzorów: 133 szt obciążenie robocze jednego dyfuzora: $Q_{p1} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$ obciążenie maksymalne jednego dyfuzora: $Q_{p1} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$	ASEKO s.r.o. Chromec 3 Zabreh na Morave Republika Czeska	2 kpl	Komory reaeracji nr 1 oraz nr 2	Napowietrzanie zawartości komór reaeracji

Lp	Rodzaj urządzenia, typ	Charakterystyka	Producent	Ilość	Miejsce zainstalowania	Przeznaczenie i funkcja
4	Mieszadło szybkoobrotowe Typ: <b>AMG.75.58.336</b>	wydajność: 3234 m <sup>3</sup> /h średnica wirnika: 580 mm obroty: 336 min <sup>-1</sup> moc zainstal.: 7,5 kW instalacja standardowa (stojak z kołowrotem) wykonanie stal nierdzewna	GRUNDFOS ul. Klonowa 23 62-081 Przeźmierowo lub inny o podanych parametrach	2	Komora denitryfikacji nr 1	Mieszanie zawartości komory denitryfikacji
5	Mieszadło szybkoobrotowe Typ: <b>AMG.75.58.336</b>	wydajność: 3234 m <sup>3</sup> /h średnica wirnika: 580 mm obroty: 336 min <sup>-1</sup> moc zainstal.: 7,5 kW instalacja standardowa (stojak z kołowrotem) wykonanie stal nierdzewna	GRUNDFOS ul. Klonowa 23 62-081 Przeźmierowo lub inny o podanych parametrach	2	Komora denitryfikacji nr 2	Mieszanie zawartości komory denitryfikacji
6	Mieszadło szybkoobrotowe Typ: <b>AMD.45.45B.675</b>	średnica wirnika: 450 mm obroty: 675 min <sup>-1</sup> moc zainstal.: 4,5 kW instalacja standardowa (stojak z kołowrotem) wykonanie stal nierdzewna	GRUNDFOS ul. Klonowa 23 62-081 Przeźmierowo lub inny o podanych parametrach	2	Komora reacji (komora nr 1 oraz komora nr 2)	Mieszanie zawartości komory reacji
7	Dmuchała wyporowa systemu Root's Typ: <b>DT 65/102 DN100</b> z obudową dźwiękochłonną	wydajność: Q <sub>p</sub> = 727 m <sup>3</sup> /h spręż: Δp = 50 kPa moc silnika: P <sub>s</sub> = 18,5 kW moc na wale dmuchawy: 13,5 kW prędkość obrot. dmuchawy: 1728 obr/min	LUTOS Prazska 183 439 83 Lubenec Republika Czeska	2 (w układzie: 1 pracująca + 1 rezerwowa)	Stacja dmuchaw	Dostawa sprężonego powietrza do nawiewiania zawartości komór denitryfikacji nr 1

Lp	Rodzaj urządzenia, typ	Charakterystyka	Producent	Ilość	Miejsce zainstalowania	Przeznaczenie i funkcja
8	Dmuchawa wyporowa systemu Root's Typ: DT 65/102 DN100 z obudową dźwiękochłonną	wydajność: $Q_b = 727 \text{ m}^3/\text{h}$ spręż: $\Delta p = 50 \text{ kPa}$ moc silnika: $P_s = 18,5 \text{ kW}$ moc na wale dmuchawy: $13,5 \text{ kW}$ prędkość obrot. dmuchawy: 1728 obr/min	LUTOS Prazska 183 439 83 Lubenec Republika Czeska	2 (w układzie: 1 pracująca + 1 rezerwowa)	Stacja dmuchaw	Dostawa sprężonego powietrza do napowietzania zawartości komór denitryfikacji nr 2
9	Dmuchawa wyporowa systemu Root's Typ: DT 65/102 DN100 z obudową dźwiękochłonną	wydajność: $Q_b = 727 \text{ m}^3/\text{h}$ spręż: $\Delta p = 50 \text{ kPa}$ moc silnika: $P_s = 18,5 \text{ kW}$ moc na wale dmuchawy: $13,5 \text{ kW}$ prędkość obrot. dmuchawy: 1728 obr/min	LUTOS Prazska 183 439 83 Lubenec Republika Czeska	2 (w układzie: 1 pracująca + 1 rezerwowa)	Stacja dmuchaw	Dostawa sprężonego powietrza do napowietzania zawartości komór reeracji nr 1 oraz nr 2

**3.2.2.4. ZESTAWIENIE ZAPOTRZEBOWANIA MOCY I ZUŻYCIA ENERGII**

Lp	Rodzaj urządzenia, typ	Ilość [szt]	Moc zainstal. [kW]	Moc pobierana [kW]	Czas pracy [h/d]	Zużycie energii [kWh/d]
1	2	3	4	5	6	7
1	Mieszadło szybkoobrotowe Typ: AMG.75.58.336	2	2 x 7,5 = 15,0	2 x 5,2 = 10,4	12	124,8
2	Mieszadło szybkoobrotowe Typ: AMG.75.58.336	2	2 x 7,5 = 15,0	2 x 5,2 = 10,4	12	124,8
3	Mieszadło szybkoobrotowe Typ: AMD.45.45B.675	2	2 x 4,5 = 9,0	2 x 3,2 = 6,4	12	76,8
4	Dmuchawa waporowa systemu Root's Typ: DT 65/102 DN100 z obudową dźwiękochłonną	2 (w układzie: 1 pracująca + 1 rezer.)	2 x 18,5 = 37,0	13,5	12	162,0
5	Dmuchawa waporowa systemu Root's Typ: DT 65/102 DN100 z obudową dźwiękochłonną	2 (w układzie: 1 pracująca + 1 rezer.)	2 x 18,5 = 37,0	13,5	12	162,0
6	Dmuchawa waporowa systemu Root's Typ: DT 65/102 DN100 z obudową dźwiękochłonną	2 (w układzie: 1 pracująca + 1 rezer.)	2 x 18,5 = 37,0	13,5	24	324,0
<b>Łącznie</b>			<b>150,0</b>	<b>67,7</b>	-	<b>974,4</b>

### 3.2.2.5. ZESTAWIENIE ARMATURY ORAZ RUROCIAGÓW

L.P.	RUROCIĄG	ŚREDNICA [mm] MATERIAŁ	DŁUGOŚĆ [m]	ZAINSTALOWANA ARMATURA	IŁOŚĆ	PRZEZNACZENIE/ FUNKCJA	DOSTAWCA ARMATURY
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Rurociąg doprowadzający powietrze do komory denitryfikacji nr 1	114,3 x 2,0 stal 1.4301	2 x 0,70 = 1,40	Przepustnica zwrotna międzykołnierzowa DN 100	2	Ochrona przed przepływem zwrotnym powietrza	Inter Befa ul. Legionów 26/28 43-300 Bielsko Biała lub inny
				Przepustnica międzykołnierzowa DN 100	2	Przepustnica odcinająca	JAFAR ul. Kadyiego 12, 38-200 Jasto lub inny
2	Rurociąg doprowadzający powietrze do komory denitryfikacji nr 2	273,0 x 2,0 stal 1.4301	45,0	Kompensator mieszkowy kołnierzowy DN 250	3	Kompensacja drgań oraz wydłużeń termicznych	Metal-Gum ul. Naftowa 2, 65-705 Zielona Góra lub inny
				Przepustnica międzykołnierzowa DN 100 Przepustnica zwrotna międzykołnierzowa	2	Ochrona przed przepływem zwrotnym powietrza	Inter Befa ul. Legionów 26/28 43-300 Bielsko Biała lub inny
2	Rurociąg doprowadzający powietrze do komory denitryfikacji nr 2	114,3 x 2,0 stal 1.4301	2 x 0,70 = 1,40	Przepustnica międzykołnierzowa DN 100 Przepustnica zwrotna międzykołnierzowa	2	Przepustnica odcinająca	JAFAR ul. Kadyiego 12, 38-200 Jasto lub inny
				Kompensator mieszkowy kołnierzowy DN 250	3	Kompensacja drgań oraz wydłużeń termicznych	Metal-Gum ul. Naftowa 2, 65-705 Zielona Góra lub inny

L.P.	Rurociąg	ŚREDNICA [mm] MATERIAŁ	DŁUGOŚĆ [m]	ZAINSTALOWANA ARMATURA	IŁOŚĆ	PRZEZNACZENIE/ FUNKCJA	DOSTAWCA ARMATURY
3	Rurociąg doprowadzający powietrze do komory reaeracji	114,3 x 2,0 stal 1.4301	2 x 0,70 = 1,40	Przepustnica zwrotna międzykoleńzowa DN 100	2	Ochrona przed przepływem zwrotnym powietrza	Inter Befa ul. Legionów 26/28 43-300 Bielisko Biała lub inny
				Przepustnica międzykoleńzowa DN 100	2	Przepustnica odcinająca	JAFAR ul. Kadyiego 12, 38-200 Jasio lub inny
4	Pierścień rozprawadający powietrze w komorze denitryfikacji nr 1	273,0 x 2,0 stal 1.4301	38,0	Kompensator mieszkowy koleńzowy DN 250	3	Kompensacja drgań oraz wydłużeń termicznych	Metal-Gum ul. Naftowa 2, 65-705 Zielona Góra lub inny
				Zawór kulowy DN 25	30	Zawór odcinający	Aseko (integralne wyposazenie rusztu)
5	Pierścień rozprawadający powietrze w komorze denitryfikacji nr 2	273,0 x 2,0 stal 1.4301	112,0	Zawór kulowy DN 25	30	Zawór odcinający	Aseko (integralne wyposazenie rusztu)
				Zawór kulowy DN 25	2 x 19 = 38	Zawór odcinający	Aseko (integralne wyposazenie rusztu)
6	Pierścień rozprawadający powietrze w komorze reaeracji	168,3 x 2,0 stal 1.4301	2 x 40 = 80,0	Zawór kulowy DN 25	2 x 19 = 38	Zawór odcinający	Aseko (integralne wyposazenie rusztu)
7	Przewiązka łącząca przewody doprowadzające powietrze do komór denitryfikacji nr 1 i nr 2	273,0 x 2,0 stal 1.4301	0,55	Przepustnica międzykoleńzowa DN 250	1	Przepustnica odcinająca	JAFAR ul. Kadyiego 12, 38-200 Jasio lub inny



### 3.2.2.6. AUTOMATYKA UKŁADU I STEROWANIE PRACĄ ORAZ ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ I APARATURY POMIAROWO-STERUJĄCEJ

Proponuje się zachowanie aktualnie eksploatowanego układu sterowania pracą, sterowanie wydajnością nawiewierzania komór denitryfikacji w funkcji potencjału Redox z pomiarem kontrolnym stężenia tlenu.

Sterowanie wydajnością nawiewierzania komór reaeracji: praca ciągła ze sterowaniem czasowym naprzemiennego użytkowania dmuchaw.

#### Zestawienie urządzeń i aparatury pomiarowo-sterującej

sonda tlenu	- sztuk 2 (jeżeli wymagałyby wymiany)
sonda Redox	- sztuk 2 (jeżeli wymagałyby wymiany)
przepływomierze elektromagnetyczne lub ultradźwiękowe do pomiaru ilości odprowadzanego osadu nadmiernego	- sztuk 2

## **4. CZĘŚĆ EKONOMICZNA**

### **4.1. PODSTAWY OPRACOWANIA**

Kalkulacje kosztów opracowano na podstawie:

- „Zbiór jednostkowych wskaźników cenowych z zakresu budownictwa ogólnego mieszkaniowego oraz przemysłowego na roboty inwestycyjne – marzec 2005”, Wydawnictwo BISTYP-CONSULTING Warszawa 2005 r
- „Zbiór jednostkowych wskaźników cenowych z zakresu budownictwa ogólnego mieszkaniowego oraz przemysłowego na roboty remontowe – marzec 2005”, Wydawnictwo BISTYP-CONSULTING Warszawa 2005 r
- „Informacyjny cennik materiałów budowlanych, instalacyjnych, elektrycznych, maszyn i urządzeń oraz ceny najmu sprzętu budowlanego – przekrój ogólnokrajowy – pierwsze półrocze 2005”, Wydawnictwo BISTYP-CONSULTING Warszawa 2005 r
- „Informacyjny Zestaw Wskaźników Nakładów na Obiekty Budowlane IWNB – II kwartał 2005”, ORGBUD – SERWIS, Poznań 2005 r
- „Informacyjny zestaw cen czynników produkcji budowlanej – II kwartał 2005”, ORGBUD – SERWIS, Poznań 2005 r
- Oferty oraz informacje cenowe uzyskane od producentów proponowanych urządzeń
- Kosztorysy ofertowe i inwestorskie, na realizację obiektów o podobnym charakterze, wykonywane przez P.I.B. BIOSYSTEM w latach 2004 – 2005

### **4.2. PRZEDMIARY ORAZ ZESTAWIENIA**

Realizacja przedsięwzięcia polegającego na modernizacji systemu napowietrzania komór denitryfikacji i reaeracji oraz modernizacji układu pompowni głównej ścieków surowych w oczyszczalni ścieków w Cieszynie wymaga:

1. Opracowania dokumentacji projektowej modernizacji, wraz z uzyskaniem wymaganych prawem uzgodnień i zezwoleń
2. Wykonania obiektów kubaturowych – budynku stacji dmuchaw
3. Wykonania prac remontowych zbiorników żelbetowych oraz budynku pompowni głównej
4. Zakupu i montażu urządzeń technologicznych w modernizowanych obiektach

5. Wykonania instalacji technologicznych: sprężonego powietrza, instalacji i rurociągów tłocznych w pompowni głównej, instalacji energetycznych i sterowniczych
6. Zagospodarowania terenu obiektów modernizowanych
7. Zakupu niezbędnego wyposażenia eksploatacyjnego
8. Wykonania rozruchu mechaniczno – technologicznego, przeszkolenia personelu obsługi

Szczegółowy przedmiar robót przedstawiono w tabeli 4.1

TABELA NR 4.1. SZCZEGÓŁOWY PRZEDMIAR ROBÓT

<i>Lp</i>	<i>Wyszczególnienie robót</i>	<i>Zakres robót</i>
1	Dokumentacja realizacyjna	Pełny wielobranżowy projekt budowlano – wykonawczy modernizacji systemu napowietrzania komór denitryfikacji oraz komór reaeracji oraz modernizacji pompowni głównej, wraz z niezbędnymi uzgodnieniami i decyzjami administracyjnymi
2	Roboty budowlane i remontowe	
2.1	Budowa budynku stacji dmuchaw	Wykonanie budynku w konstrukcji tradycyjnej o powierzchni użytkowej 48,5m <sup>2</sup> i kubaturze całkowitej 194m <sup>3</sup> , zaizolowanego akustycznie, ze stolarką okienną i drzwiową w wykonaniu dźwiękochłonnym
2.2	Remont zbiorników denitryfikacji	- Renowacja istniejących pomostów obsługowych, dł. 75 mb
2.3	Remont zbiorników reaeracji	- Renowacja istniejących pomostów obsługowych, dł. 25 mb - Wykonanie pomostu obsługowego, dł. 12 m
2.4	Remont budynku pompowni głównej	- Renowacja elewacji zewnętrznych – uzupełnienie ubytków tynku oraz pokrycie powłokami malarskimi - Renowacja ścian wewnętrznych
3	Zakup i montaż urządzeń technologicznych	Zakup i montaż urządzeń wg zestawień przedstawionych w p. 3.1.2.1 oraz p. 3.2.2.3
4	Roboty instalacyjne	
4.1	Instalacje technologiczne	- Demontaż mieszadeł oraz napowietrzaczy w komorach denitryfikacji oraz reaeracji - Demontaż zainstalowanych pomp w pompowni głównej - Wykonanie instalacji sprężonego powietrza w stacji dmuchaw, stal. 1.4301 - Wykonanie rurociągów doprowadzających sprężone powietrze do dwóch komór denitryfikacji oraz komór reaeracji DN250 stal. 1.4301, dł.130mb ułożonych w ziemi, z zabezpieczeniem termicznym oraz przed uszkodzeniami mechanicznymi, - Wykonanie instalacji dystrybucji sprężonego powietrza w dwóch komorach denitryfikacji oraz dwóch komorach reaeracji, stal 1.4301, dł.310mb - Wykonanie nowych rurociągów tłocznych w pompowni głównej, wg zestawienia przedstawionego w p. 3.2.2.5 - Renowacja istniejących rurociągów ssawnych w pompowni głównej, wg zestawienia przedstawionego w p. 3.2.2.5 - Czyszczenie istniejących rurociągów tłocznych tranzytowych DN 600, dł 180 mb - Zakup i montaż armatury wg zestawień przedstawionych w p. 3.1.2.3 oraz p. 3.2.2.5

<i>Lp</i>	<i>Wyszczególnienie robót</i>	<i>Zakres robót</i>
4.2	Instalacje elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonanie przyłącza energetycznego z rozdzielni głównej do budynku stacji dmuchaw, YKY 4x120mm<sup>2</sup> dł. 110mb</li> <li>- Wykonanie instalacji elektrycznych w budynku stacji dmuchaw</li> <li>- Wykonanie instalacji elektrycznych w budynku pompowni głównej</li> </ul>
4.3	Instalacje automatyki i sterowania	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonanie instalacji automatyki i sterowania w modernizowanych obiektach</li> <li>- Zakup i montaż aparatury kontrolno - pomiarowej</li> <li>- Integracja zainstalowanych systemów z istniejącym układem sterowania pracą oczyszczalni</li> </ul>
4.4	Instalacje wentylacyjne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonanie instalacji wentylacyjnych w budynku stacji dmuchaw</li> <li>- Wykonanie instalacji wentylacyjnych w pompowni głównej, wraz z systemem detekcyjno – pomiarowym występowania gazów niebezpiecznych i wybuchowych</li> </ul>
5	Zagospodarowanie terenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonanie placu manewrowego przy stacji dmuchaw z kostki betonowej o nośności 20 ton, o powierzchni 25m<sup>2</sup></li> <li>- Prace odtworzeniowe po wykonanych robotach ziemnych</li> </ul>
6	Zakup wyposażenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zakup wyposażenia wymaganego przepisami p.poż</li> <li>- Zakup wyposażenia wymaganego przepisami bhp</li> <li>- Zakup wyposażenia eksploatacyjnego</li> </ul>
7	Rozruch technologiczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zakup i dostawa materiałów pomocniczych</li> <li>- Analizy laboratoryjne ścieków</li> <li>- Odbiory państwowe oraz opracowanie geodezyjnej dokumentacji powykonawczej</li> <li>- Opracowanie instrukcji eksploatacji oraz instrukcji wymaganych przepisami</li> <li>- Koszty osobowe personelu rozruchu</li> </ul>

## **5. OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE**

### **5.1. WYMIAROWANIE HYDRAULICZNE**

#### **5.1.1. WYMIAROWANIE HYDRAULICZNE UKŁADU POMPOWNI GŁÓWNEJ**

Obliczenia przeprowadzono dla trzech wariantów pracy pomp:

- pracująca jedna pompa – natężenie przepływu ścieków  $Q = 525 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- pracujące dwie pompy – natężenie przepływu ścieków  $Q = 1050 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- pracujące trzy pompy – natężenie przepływu ścieków  $Q = 1575 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Do wymiarowania przyjęto charakterystyczne rzędne:

- Rzędna wylotu rurociągu tłocznego:

$$R_w = 267,57 \text{ m n.p.m.}$$

- Rzędna minimalnego poziomu ścieków w zbiorniku pompowni:

$$R_{\min} = 253,54 \text{ m n.p.m.}$$

- Rzędna roboczego poziomu ścieków w zbiorniku pompowni:

$$R_r = 255,55 \text{ m n.p.m.}$$

- Rzędna maksymalnego poziomu ścieków w zbiorniku pompowni:

$$R_{\max 1} = 257,40 \text{ m n.p.m.}$$

- Rzędna maksymalnego awaryjnego poziomu ścieków w zbiorniku pompowni:

$$R_{\max 2} = 259,20 \text{ m}$$

Przyjęto następujące wymiary rurociągów:

- Rurociąg ssawny  $\varnothing 609,6 \times 6,35$
- Rurociąg ssawny  $\varnothing 273,0 \times 4,19$
- Rurociąg tłoczny  $\varnothing 355,6 \times 4,78$
- Rurociąg tłoczny  $\varnothing 609,6 \times 6,35$

**Obliczenia hydrauliczne wykonano na podstawie następujących wzorów:**

### **Straty miejscowe**

Straty miejscowe obliczano ze wzoru:

$$\Delta h_m = \sum \zeta \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

$\Delta h_m$  - straty miejscowe, m

$\xi$ - współczynnik strat miejscowych, przyjęty wg „Obliczanie systemów zaopatrzenia w wodę” E. Mielcarzewicz.

$V$  - prędkość przepływu ścieków, m/s,

$g$  - przyspieszenie ziemskie, m/s<sup>2</sup>.

Zestawienie współczynników strat miejscowych przedstawiono w Tabeli nr 5.2.

### **Straty liniowe**

Straty liniowe obliczano na podstawie wzoru:

$$\Delta h_l = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$\Delta h_l$  - straty liniowe, m,

$\lambda$ - bezwymiarowy współczynnik oporu liniowego,

$L$  - długość rurociągu, m,

$d$  - średnica wewnętrzna rurociągu, m,

$V$  - prędkość przepływu ścieków, m/s,

$g$  - przyspieszenie ziemskie, m/s<sup>2</sup>.

### **Wymagana wysokość podnoszenia pompy**

$$H = \Delta h_l + \Delta h_m + H_{\text{geom.}}$$

gdzie:

$H$  – wysokość podnoszenia, m,

$\Delta h_l$  - straty liniowe, m,

$\Delta h_m$  - straty miejscowe, m,

$H_{\text{geom.}}$  - wysokość geometryczna, m.

$$H_{\text{geom.}} = R_w - R_r$$

gdzie:

$R_w$  – rzędna wylotu rurociągu, m n.p.m.

$R_r$  - rzędna roboczego poziomu ścieków, m n.p.m.,

Wyniki obliczeń hydraulicznych przedstawiono w Tabeli nr 5.1.

TABELA NR 5.1. ZESTAWIENIE WYNIKÓW OBLICZEŃ HYDRAULICZNYCH.

Lp.	Q [m <sup>3</sup> /h]	Typ rurociągu	Średnica [mm]	L [m]	V [m/s]	$\Sigma \xi$	$\Delta h_l$ [m]	$\Delta h_m$ [m]	$\Sigma \Delta h$ [m]
Przy pracy jednej pompy									
1	525	ssawny	609,6 x 6,35	1,25	0,52	2,35	0,00	0,03	0,03
2	525	ssawny	273,0 x 4,19	1,50	2,65	0,85	0,04	0,30	0,34
3	525	tłoczny	355,6 x 4,78	4,50	1,55	6,73	0,03	0,83	0,86
4	525	tłoczny	609,6 x 6,35	90,0	0,52	4,45	0,04	0,11	0,15
Sumaryczne straty ciśnienia:									<b>1,38</b>
Przy pracy dwóch pomp									
5	525	ssawny	609,6 x 6,35	1,25	0,52	2,35	0,00	0,03	0,03
6	525	ssawny	273,0 x 4,19	1,50	2,65	0,85	0,04	0,30	0,34
7	525	tłoczny	355,6 x 4,78	4,50	1,55	6,73	0,03	0,83	0,86
8	1050	tłoczny	609,6 x 6,35	90,0	1,04	3,86	0,15	0,08	0,22
Sumaryczne straty ciśnienia:									<b>1,46</b>
Przy pracy trzech pomp									
9	525	ssawny	609,6 x 6,35	1,25	0,52	2,35	0,00	0,03	0,03
10	525	ssawny	273,0 x 4,19	1,50	2,65	0,85	0,04	0,30	0,34
11	525	tłoczny	355,6 x 4,78	4,50	1,55	6,73	0,03	0,83	0,86
12	1050	tłoczny	609,6 x 6,35	4,50	1,04	2,76	0,01	0,02	-0,03
12	1575	tłoczny	609,6 x 6,35	85,5	1,56	1,19	0,33	0,13	0,46
Sumaryczne straty ciśnienia:									<b>1,66</b>

Na podstawie obliczeń wyznaczono wymaganą wysokość podnoszenia pompy przy przepływie  $Q = 525 \text{ m}^3/\text{h}$  :  
 $H = 13,30 \text{ m}$

TABELA NR 5.2. ZESTAWIENIE PRZYJĘTYCH WARTOŚCI WSPÓLCZYNNIKÓW STRAT MIEJSCOWYCH.

Lp.	Wyszczególnienie	$\xi$	sztuk	$\Sigma\xi$
Praca jednej pompy				
Rurociąg ssawny				
1	kosz ssawny	2,14	1	2,14
2	Kolano (90°)	0,21	1	0,21
3	konfuzor 600/250	0,7	1	0,7
4	zasuwa klinowa 250	0,15	1	0,15
			$\Sigma\xi$	<b>3,2</b>
Rurociąg tłoczny $\varnothing$ 355,6 x 4,78				
5	dyfuzor 200/350	3,75	1	3,75
6	klapa zwrotna 350	2,2	1	2,2
7	zasuwa klinowa 350	0,15	1	0,15
8	kolano 350 (90°)	0,21	3	0,63
			$\Sigma\xi$	<b>6,73</b>
Rurociąg tłoczny $\varnothing$ 609,6 x 6,35				
9	dyfuzor 350/600	3,3	1	0,51
10	trójnik zbieżny	0,05	2	0,1
11	kolano 600 (90°)	0,21	5	1,05
			$\Sigma\xi$	<b>4,45</b>
Praca dwóch pomp				
Rurociąg ssawny				
12	kosz ssawny	2,14	1	2,14
13	kolano (90°)	0,21	1	0,21
14	konfuzor 600/250	0,7	1	0,7
15	zasuwa klinowa 250	0,15	1	0,15
			$\Sigma\xi$	<b>3,2</b>
Rurociąg tłoczny $\varnothing$ 355,6 x 4,78				
16	dyfuzor 200/350	3,75	1	3,75
17	klapa zwrotna 350	2,2	1	2,2
18	zasuwa klinowa 350	0,15	1	0,15
19	kolano 350 (90°)	0,21	3	0,63
			$\Sigma\xi$	<b>6,73</b>



Lp.	Wyszczególnienie	$\xi$	sztuk	$\Sigma \xi$
<b>Rurociąg tłoczny <math>\varnothing</math> 609,6 x 6,35</b>				
20	dyfuzor 350/600	3,3	1	3,3
21	trójnik zbieżny	-0,54	1	-0,54
22	trójnik zbieżny	0,05	1	0,5
23	kolano 600 (90°)	0,21	5	1,05
			$\Sigma \xi$	<b>3,86</b>
<b>Praca trzech pomp</b>				
<b>Rurociąg ssawny</b>				
24	kosz ssawny	2,14	1	2,14
25	kolano (90°)	0,21	1	0,21
26	konfuzor 600/250	0,7	1	0,7
27	zasuwa klinowa 250	0,15	1	0,15
			$\Sigma \xi$	<b>3,2</b>
<b>Rurociąg tłoczny <math>\varnothing</math> 355,6 x 4,78</b>				
28	dyfuzor 200/350	3,75	1	3,75
29	klapa zwrotna 350	2,2	1	2,2
30	zasuwa klinowa 350	0,15	1	0,15
31	kolano 350 (90°)	0,21	3	0,63
			$\Sigma \xi$	<b>6,73</b>
<b>Rurociąg tłoczny <math>\varnothing</math> 609,6 x 6,35</b>				
32	dyfuzor 350/600	3,3	1	3,3
33	trójnik zbieżny	-0,54	1	-0,54
34	trójnik zbieżny	0,14	1	0,14
35	kolano 600 (90°)	0,21	5	1,05
			$\Sigma \xi$	<b>3,95</b>

**5.1.2. WYMIAROWANIE HYDRAULICZNE SYSTEMU NAPOWIETRZANIA KOMÓR DENITRYFIKACJI I KOMÓR REAERACJI****– komory denitryfikacji**

- zapotrzebowanie powietrza:  $ZP = 1443,6 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- zapotrzebowanie powietrza do jednej komory:  $ZP = 721,8 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- wydatek jednej dmuchawy do obliczeń strat ciśnienia:  $Q_1 = 727 \text{ Nm}^3/\text{h}$   
 $Q_1 = 0,2 \text{ Nm}^3/\text{s}$
- geometryczna wysokość podnoszenia:  $H_g = 3,95 \text{ m}$
- obciążenie jednego dyfuzora powietrzem:  $Q_d = 2,69 \text{ m}^3/\text{h}$
- strata ciśnienia na dyfuzorze:  $\Delta h_D = 5,5 \text{ kPa} = 0,56 \text{ m}$
- strata ciśnienia na przewodzie łączącym pierścień rozprowadzający z dyfuzorem  $\Delta h_P = 2,5 \text{ kPa} = 0,25 \text{ m}$
- obliczenie strat liniowych i miejscowych układu

$$\Delta h_k = \Delta h_l + \Delta h_m$$

$\Delta h_k$  - wysokość strat układu

$\Delta h_l$  - straty liniowe

$\Delta h_m$  - straty miejscowe

- obliczenie strat liniowych

Długość rurociągu:  $L = 48 \text{ m}$

Średnica rurociągu:  $\phi = 273 \times 2,0$

Prędkość przepływu powietrza:  $v = 3,55 \text{ m/s}$

Obliczona strata ciśnienia wynosi:

$$\Delta h_l = 0,12 \text{ mH}_2\text{O}$$

- obliczenie strat miejscowych

Przyjęto, że straty miejscowe wynoszą 30% strat liniowych:

Obliczona strata ciśnienia wynosi:

$$\Delta h_m = 0,3 \cdot \Delta h_l = 0,04 \text{ mH}_2\text{O}$$

- całkowita wysokość strat

$$\Delta h_k = 0,12 + 0,04 = 0,16 \text{ mH}_2\text{O}$$

- wyznaczenie sprężu dmuchaw

Wysokość straty miarodajnej do doboru sprężu dmuchawy:

$$H_c = H_g + \Delta h_k + \Delta h_D + \Delta h_P$$

$$H_c = 3,95 + 0,16 + 0,56 + 0,25 = 4,92 \text{ mH}_2\text{O} = 48,27 \text{ kPa}$$

Wymagana robocza wysokość sprężu:  $\Delta P = 5,0 \text{ mH}_2\text{O}$

Wymagana dyspozycyjna wysokość sprężu:  $\Delta P = 6,0 \text{ mH}_2\text{O}$

(nastawa zaworu bezpieczeństwa)

– **komora reaeracji**

- zapotrzebowanie powietrza:  $ZP = 721,8 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- wydatek jednej dmuchawy do obliczeń  $Q_1 = 727 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- strata ciśnienia:  $Q_1 = 0,2 \text{ Nm}^3/\text{s}$
- geometryczna wysokość podnoszenia:  $H_g = 3,95 \text{ m}$
- obciążenie jednego dyfuzora powietrzem:  $Q_d = 2,73 \text{ m}^3/\text{h}$
- strata ciśnienia na dyfuzorze:  $\Delta h_D = 5,5 \text{ kPa} = 0,56 \text{ mH}_2\text{O}$
- strata ciśnienia na przewodzie łączącym pierścień rozprowadzający z dyfuzorem  $\Delta h_P = 2,5 \text{ kPa} = 0,25 \text{ m}$
- obliczenie strat liniowych i miejscowych układu

$$\Delta h_k = \Delta h_l + \Delta h_m$$

$\Delta h_k$  - wysokość strat układu

$\Delta h_l$  - straty liniowe

$\Delta h_m$  - straty miejscowe

- obliczenie strat liniowych

Długość rurociągu:  $L = 38 \text{ m}$

Średnica rurociągu:  $\phi = 273 \times 2,0$

Prędkość przepływu powietrza:  $v = 3,55 \text{ m/s}$

Obliczona strata ciśnienia wynosi:

$$\Delta h_l = 0,09 \text{ mH}_2\text{O}$$

- obliczenie strat miejscowych

Przyjęto, że straty miejscowe wynoszą 30% strat liniowych:

Obliczona strata ciśnienia wynosi:

$$\Delta h_m = 0,3 \cdot \Delta h_l = 0,03 \text{ mH}_2\text{O}$$

- całkowita wysokość strat

$$\Delta h_k = 0,09 + 0,03 = 0,12 \text{ mH}_2\text{O}$$

- wyznaczenie sprężu dmuchaw

Wysokość straty miarodajnej do doboru sprężu dmuchawy:

$$H_c = H_g + \Delta h_k + \Delta h_D + \Delta h_P$$

$$H_c = 3,95 + 0,12 + 0,56 + 0,25 = 4,88 \text{ mH}_2\text{O} = 47,87 \text{ kPa}$$

Wymagana robocza wysokość sprężu:  $\Delta P = 5,0 \text{ mH}_2\text{O}$

Wymagana dyspozycyjna wysokość sprężu:  $\Delta P = 6,0 \text{ mH}_2\text{O}$

(nastawa zaworu bezpieczeństwa)

## 5.2. WYMIAROWANIE TECHNOLOGICZNE

Wymiarowanie wykonano dla przepływu obliczeniowego  $Q_d = 12\,125 \text{ m}^3/\text{d}$ .

Charakterystyka dyspozycyjnych obiektów jednostkowych układu osadu czynnego komory nityfikacji:

dwie jednostki o łącznej pojemności czynnej  $V_{CN} = 11740 \text{ m}^3$

o następujących gabarytach technologicznych:

głębokość czynna	4,30 m
wymiary wewnętrzne w planie	63,5 x 21,5 m
powierzchnia czynna	1365,2 m <sup>2</sup>

komory denityfikacji:

dwie jednostki o łącznej pojemności czynnej  $V_{CD} = 8680 \text{ m}^3$

o następujących gabarytach;

głębokość czynna	4,8 m
wymiary wewnętrzne w planie średnica	$D = 36,0 \text{ m}$
powierzchnia czynna	1017 m <sup>2</sup>

osadniki wtórne:

dwie jednostki o łącznej pojemności czynnej  $V_{CO} = 8756 \text{ m}^3$

pojemność czynna jednego osadnika 4378 m<sup>3</sup>

powierzchnia czynna jednego osadnika 1017 m<sup>2</sup>

łączna powierzchnia czynna obu osadników 2034 m<sup>2</sup>

Charakterystyczne przepływy godzinowe:

średni godzinowy:  $q_{srh} = 500 \text{ m}^3/\text{h}$

maksymalny godzinowy ścieków kierowanych na część biologiczną:  $q_{maxh} = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### **5.2.1. WYMIAROWANIE PROCESOWE UKŁADU OCZYSZCZANIA BIOLOGICZNEGO**

Wymiarowanie procesowe układu osadu czynnego wykonano dla układu klasycznego denitryfikacji wstępnej przyjmując dwa warianty symulacyjne. Pierwszy polegający na sprawdzeniu jaka jest wymagana pojemność czynna układu osadu czynnego do uzyskania w odpływie parametrów jakościowych odpływu określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004r. *W sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego* oraz drugi polegający na sprawdzeniu jakie parametry jakościowe odpływu możliwe są do uzyskania przy realizacji procesów w dyspozycyjnych pojemnościach roboczych układu osadu czynnego.

Arkusze obliczeniowe załączono w kolejności.

**Projekt: Oczyszczalnia ścieków w Cieszynie, denitryfikacja wstępna**

opracowany przez: mgr inż. Andrzej Kuczera

obliczony w dniu: 2005-07-18

**Zestawienie wyników****KONFIGURACJA OCZYSZCZALNI:**

- Beztlenowa komora mieszania
- Komora osadu czynnego
- Osadnik wtórny

**CEL OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW:**

- Rozkład organicznych związków węgla
- Nitryfikacja
- Denitryfikacja
- Symultaniczne strącanie fosforu

Metoda denitryfikacji: Denitryfikacja wstępna

Koagulant: Glin

Osadnik wtórny: Typ zbiornika Osadn. radialny, Przepływ poziomy, Zgarn. tarczowy

**Założone obciążenie:**Rząd wielkości: 2546 kg BZT<sub>5</sub>/d**Obliczone przypadki obciążeń:**

- Obciążenie 1: Wymiarowanie
- Obciążenie 2: Sprawdzenie nitryfikacji dla temperatury minimalnej
- Obciążenie 3: Wyznaczenie zapotrzeb. na tlen dla temperatury maksymalnej
- Obciążenie 4: Szczególny przypadek

Obliczenia na podstawie ChZT

	Obciążenie	1	2	3	4
<b>Wielkość dopływu:</b>					
Ilość ścieków	Q <sub>d</sub>	12125	12125	12125	12125 m <sup>3</sup> /d
	Q <sub>t</sub>	500	500	500	500 m <sup>3</sup> /h
<b>Ładunki zanieczyszczeń w dopływie:</b>					
ChZT	B <sub>d,ChZT</sub>	5226	5226	5226	5226 kg/d
ChZT substancji rozpuszczalnych	B <sub>d,S,ChZT</sub>	1091	1091	1091	1091 kg/d
BZT <sub>5</sub> (miarodajna wartość)	B <sub>d,BZT</sub>	2546	2546	2546	2546 kg/d
Stosunek ChZT/BZT <sub>5</sub>	-	2,05	2,05	2,05	2,05 -
Zawiesina ogólna	B <sub>d,XSM</sub>	3262	3262	3262	3262 kg/d
Azot Kjeldahla	B <sub>d,TKN</sub>	230,4	230,4	230,4	230,4 kg/d
Azot amonowy	B <sub>d,NH<sub>4</sub></sub>	230,4	230,4	230,4	230,4 kg/d
Azot azotanowy	B <sub>d,NO<sub>3</sub></sub>	7,6	7,6	7,6	7,6 kg/d
Fosfor	B <sub>d,P</sub>	110,1	110,1	110,1	110,1 kg/d
Pojemność kwasowa	S <sub>KS</sub>	10,00	10,00	10,00	10,00 mmol/l

**STĘŻENIA ZANIECZYSZCZEŃ W ODPLYWIE:**

Azot amonowy	SNH <sub>4,AN</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0 mg/l
Azot azotanowy	SNO <sub>3,AN</sub>	3,6	7,2	3,6	3,6 mg/l
Fosfor	SP,AN	2,0	1,0	2,0	2,0 mg/l
Pojemność kwasowa	S <sub>KS,AN</sub>	8,2	7,9	8,2	8,2 mmol/l

**DANE EKSPLOATACYJNE:**

Azotany do denitryfikacji	S <sub>NO<sub>3</sub>,D</sub>	4,2	0,6	4,2	4,2 mg/l
Fosfor wytrącony chemicznie	X <sub>P,Fall</sub>	1,9	2,9	1,9	1,9 mg/l
Zużycie koagulantu	K	30,2	46,1	30,2	30,2 kg metalu/d

**KOMORA OSADU CZYNNEGO:**

Pojemność całkowita	V <sub>BB</sub>	20420 m <sup>3</sup>			
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa	wym. SF	1,70	1,70	1,70	1,70 -
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa	obl. SF	2,56	2,02	5,98	0,70 -
Udział pojemności denitryfikacji	V <sub>D/V</sub>	42	42	42	42 %
Temperatura	T	12,00	10,00	20,00	0,00 °C
Sucha masa osadu czynnego	S <sub>M<sub>BB</sub></sub>	3,00	3,00	3,00	3,00 kg/m <sup>3</sup>
Wiek osadu	t <sub>SM</sub>	20,2	19,4	21,5	17,8 d
Tlenowy wiek osadu	t <sub>SM,aer.</sub>	11,7	11,2	12,5	10,4 d
Całkowity współczynnik recyrkulacji	RF	100	0	100	100 %

**Przyrost osadu:**

Dobowy przyrost osadu	UES <sub>d</sub>	3034	3164	2848	3432 kg/d
... w tym z eliminacji fosforu	UES <sub>d,P</sub>	231	294	231	231 kg/d
... w tym spowodowany dozowaniem zewn. źródła C	UES <sub>d,ext</sub>	0	0	0	0 kg/d

**Zużycie tlenu:**

... podczas rozkładu związków C	OV <sub>d,C</sub>	2848	2771	3063	2386 kg/d
... podczas nityfikacji	OV <sub>d,N</sub>	377	377	377	377 kg/d
... podczas denitryfikacji	OV <sub>d,D</sub>	-149	-22	-149	-149 kg/d
Dobowe zużycie tlenu	OV <sub>d</sub>	3075	3125	3291	2614 kg/d
Średnie godzinowe zużycie tlenu	OV <sub>h</sub>	128,1	130,2	137,1	108,9 kg/h
Współczynnik uderzeniowy C	f <sub>C</sub>	1,10	1,10	1,10	1,10 -
Współczynnik uderzeniowy N	f <sub>N</sub>	1,60	1,60	1,60	1,60 -
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu	OV <sub>h</sub>	139,4	141,7	149,2	118,3 kg/h
Wymagana godzinowa dostawa tlenu	alpha*OC <sub>h</sub>	171,1	172,2	191,3	137,1 kg/h

**BEZTLENOWA KOMORA MIESZANIA:**

Pojemność	V <sub>BioP</sub>	750 m <sup>3</sup>			
Czas kontaktu (dla Q <sub>t</sub> , RV=1)	t <sub>BioP</sub>	0,8	0,8	0,8	0,8 h

**Projekt: Oczyszczalnia ścieków w Cieszynie, denitryfikacja wstępna**

opracowany przez: mgr inż. Andrzej Kuczera

obliczony dnia: 2005-07-18

**Zestawienie wyników (osadnik wtórny)****Informacje ogólne, ilość ścieków**

Typ zbiornika: Osadn. radialny

Rodzaj przepływu: poziomy

Typ zgarniacza: Zgarn. tarczowy

Miarodajny dopływ ścieków

Q<sub>m</sub> 500 m<sup>3</sup>/h**Indeks osadu, czas zagęszczania, stopień recyrkulacji:**

Indeks osadu, założony

ISV 100 l/kg

Czas zagęszczania osadu, założony

tE 2,0 h

Stopień recyrkulacji dla pogody deszczowej, założony

RV 0,75

Zawartość suchej masy osadu w osadzie powrotnym

TSRS 7,6 kg/m<sup>3</sup>

Dopuszczalna zawartość suchej masy osadu w odpływie z komory osadu czynnego

TSAB 3,24 kg/m<sup>3</sup>

Założona zawartość suchej masy osadu w odpływie z komory osadu czynnego

TSAB 3,00 kg/m<sup>3</sup>**Powierzchnia osadnika, ilość i wymiary:**

Dopuszczalne obciążenie objętością osadu

qSV 500 l/(m<sup>2</sup>\*h)

Dopuszczalne hydrauliczne obciążenie powierzchni

qA 1,60 m/h

Wymagana całkowita powierzchnia osadnika

A<sub>NB</sub> 313 m<sup>2</sup>

Liczba osadników

a 2

Wymagana średnica

D<sub>NB</sub> 14,10 m

Założona średnica

D<sub>NB</sub> 36,00 m

Średnica komory centralnej

D<sub>MB</sub> 6,00 m

Istniejąca powierzchnia osadnika

A<sub>NB</sub> 2036 m<sup>2</sup>

Istniejące obciążenie objętością osadu

qSV 74 l/(m<sup>2</sup>\*h)

Istniejące obciążenie powierzchni osadnika

qA 0,25 m/h

**Głębokość osadnika:**

Strefa ścieków sklarowanych

h<sub>1</sub> 3,57 m

Strefa rozdziału i przepływu wstecznego

h<sub>2</sub> 0,31 m

Strefa gromadzenia

h<sub>3</sub> 0,12 m

Strefa zagęszczania i zgarniania

h<sub>4</sub> 0,20 m

Miarodajna głębokość osadnika

h<sub>ges</sub> 4,20 m

Głębokość wlotu pod zwierciadłem ścieków

h<sub>e</sub> 4,50 m



**Projekt: Oczyszczalnia ścieków w Cieszynie, denitryfikacja wstępna**

opracowany przez: mgr inż. Andrzej Kuczera

obliczony w dniu: 2005-07-20

**Zestawienie wyników****KONFIGURACJA OCZYSZCZALNI:**

- Beztlenowa komora mieszania
- Komora osadu czynnego
- Osadnik wtórny

**CEL OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW:**

- Rozkład organicznych związków węgla
- Nitryfikacja
- Denitryfikacja
- Symultaniczne strącanie fosforu

Metoda denitryfikacji: Denitryfikacja wstępna

Koagulant: Glin

Osadnik wtórny: Typ zbiornika Osadn. radialny, Przepływ Obszar przejśc. poziomy/pionowy, Zgarn. tarczowy

**Założone obciążenie:**Rząd wielkości: 2546 kg BZT<sub>5</sub>/d**Obliczone przypadki obciążeń:**

- Obciążenie 1: Wymiarowanie
- Obciążenie 2: Sprawdzenie nitryfikacji dla temperatury minimalnej
- Obciążenie 3: Wyznaczenie zapotrzeb. na tlen dla temperatury maksymalnej
- Obciążenie 4: Szczególny przypadek

Obliczenia na podstawie ChZT

	Obciążenie	1	2	3	4
<b>Wielkość dopływu:</b>					
Ilość ścieków	Q <sub>d</sub>	12125	12125	12125	12125 m <sup>3</sup> /d
	Q <sub>t</sub>	500	500	500	500 m <sup>3</sup> /h
<b>Ładunki zanieczyszczeń w dopływie:</b>					
ChZT	B <sub>d,ChZT</sub>	5226	5226	5226	5226 kg/d
ChZT substancji rozpuszczalnych	B <sub>d,S,ChZT</sub>	1091	1091	1091	1091 kg/d
BZT <sub>5</sub> (miarodajna wartość)	B <sub>d,BZT</sub>	2546	2546	2546	2546 kg/d
Stosunek ChZT/BZT <sub>5</sub>	-	2,05	2,05	2,05	2,05 -
Zawiesina ogólna	B <sub>d,XSM</sub>	3262	3262	3262	3262 kg/d
Azot Kjeldahla	B <sub>d,TKN</sub>	230,4	230,4	230,4	230,4 kg/d
Azot amonowy	B <sub>d,NH4</sub>	230,4	230,4	230,4	230,4 kg/d
Azot azotanowy	B <sub>d,NO3</sub>	7,6	7,6	7,6	7,6 kg/d
Fosfor	B <sub>d,P</sub>	110,1	110,1	110,1	110,1 kg/d
Pojemność kwasowa	SKS	10,00	10,00	10,00	10,00 mmol/l

**STĘŻENIA ZANIECZYSZCZEŃ W ODPLYWIE:**

Azot amonowy	SNH <sub>4,AN</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0 mg/l
Azot azotanowy	SNO <sub>3,AN</sub>	3,6	7,2	3,6	3,6 mg/l
Fosfor	SP,AN	2,0	1,0	2,0	2,0 mg/l
Pojemność kwasowa	SKS,AN	8,2	7,9	8,2	8,2 mmol/l

**DANE EKSPLOATACYJNE:**

Azotany do denitryfikacji	S <sub>NO<sub>3</sub>,D</sub>	4,2	0,6	4,2	4,2 mg/l
Fosfor wytracony chemicznie	X <sub>P,Fall</sub>	1,9	2,9	1,9	1,9 mg/l
Zużycie koagulanta	K	30,2	46,1	30,2	30,2 kg metalu/d

**KOMORA OSADU CZYNNEGO:**

Pojemność całkowita	V <sub>BB</sub>	12500 m <sup>3</sup>			
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa	wym. SF	1,70	1,70	1,70	1,70 -
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa	obl. SF	1,76	1,29	3,89	0,45 -
Udział pojemności denitryfikacji	V <sub>D</sub> /V	30	35	35	35 %
Temperatura	T	12,00	10,00	20,00	0,00 °C
Sucha masa osadu czynnego	SM <sub>BB</sub>	3,00	3,00	3,00	3,00 kg/m <sup>3</sup>
Wiek osadu	t <sub>SM</sub>	11,5	11,0	12,5	10,2 d
Tlenowy wiek osadu	t <sub>SM,aer.</sub>	8,1	7,2	8,1	6,6 d
Całkowity współczynnik recyrkulacji	RF	100	0	100	100 %

**Przyrost osadu:**

Dobowy przyrost osadu	UES <sub>d</sub>	3256	3399	3008	3682 kg/d
... w tym z eliminacji fosforu	UES <sub>d,P</sub>	231	294	231	231 kg/d
... w tym spowodowany dozowaniem zewn. źródła C	UES <sub>d,ext</sub>	0	0	0	0 kg/d

**Zużycie tlenu:**

... podczas rozkładu związków C	OV <sub>d,C</sub>	2591	2498	2877	2096 kg/d
... podczas nityfikacji	OV <sub>d,N</sub>	377	377	377	377 kg/d
... podczas denitryfikacji	OV <sub>d,D</sub>	-149	-22	-149	-149 kg/d
Dobowe zużycie tlenu	OV <sub>d</sub>	2818	2852	3105	2323 kg/d
Średnie godzinowe zużycie tlenu	OV <sub>h</sub>	117,4	118,9	129,4	96,8 kg/h
Współczynnik uderzeniowy C	f <sub>C</sub>	1,20	1,20	1,20	1,20 -
Współczynnik uderzeniowy N	f <sub>N</sub>	2,10	2,10	2,10	2,10 -
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu	OV <sub>h</sub>	137,8	139,5	152,1	114,1 kg/h
Wymagana godzinowa dostawa tlenu	alpha*OC <sub>h</sub>	169,2	169,5	195,0	132,2 kg/h

**BEZTLENOWA KOMORA MIESZANIA:**

Pojemność	V <sub>BioP</sub>	600 m <sup>3</sup>			
Czas kontaktu (dla Qt, RV=1)	t <sub>BioP</sub>	0,6	0,6	0,6	0,6 h

**Projekt: Oczyszczalnia ścieków w Cieszynie, denitryfikacja wstępna**

opracowany przez: mgr inż. Andrzej Kuczera

obliczony dnia: 2005-07-20

**Zestawienie wyników (osadnik wtórny)****Informacje ogólne, ilość ścieków**

Typ zbiornika: Osadn. radialny

Rodzaj przepływu: Obszar przejśc. poziomy/pionowy

Typ zgarniacza: Zgarn. tarczowy

Miarodajny dopływ ścieków

Q<sub>m</sub> 500 m<sup>3</sup>/h**Indeks osadu, czas zagęszczania, stopień recyrkulacji:**

Indeks osadu, założony

ISV 100 l/kg

Czas zagęszczania osadu, założony

t<sub>E</sub> 2,0 h

Stopień recyrkulacji dla pogody deszczowej, założony

RV 0,75

Zawartość suchej masy osadu w osadzie powrotnym

TS<sub>RS</sub> 7,6 kg/m<sup>3</sup>

Dopuszczalna zawartość suchej masy osadu w odpływie z komory osadu czynnego

TS<sub>AB</sub> 3,24 kg/m<sup>3</sup>

Założona zawartość suchej masy osadu w odpływie z komory osadu czynnego

TS<sub>AB</sub> 3,00 kg/m<sup>3</sup>**Powierzchnia osadnika, ilość i wymiary:**

Dopuszczalne obciążenie objętością osadu

q<sub>SV</sub> 500 l/(m<sup>2</sup>\*h)

Dopuszczalne hydrauliczne obciążenie powierzchni

q<sub>A</sub> 1,60 m/h

Wymagana całkowita powierzchnia osadnika

AN<sub>B</sub> 313 m<sup>2</sup>

Liczba osadników

a 1

Wymagana średnica

DN<sub>B</sub> 19,95 m

Założona średnica

DN<sub>B</sub> 20,00 m

Średnica komory centralnej

DM<sub>B</sub> 3,00 m

Istniejąca powierzchnia osadnika

AN<sub>B</sub> 314 m<sup>2</sup>

Istniejące obciążenie objętością osadu

q<sub>SV</sub> 477 l/(m<sup>2</sup>\*h)

Istniejące obciążenie powierzchni osadnika

q<sub>A</sub> 1,59 m/h**Głębokość osadnika:**

Strefa ścieków sklarowanych

h<sub>1</sub> 0,53 m

Strefa rozdziału i przepływu wstecznego

h<sub>2</sub> 1,99 m

Strefa gromadzenia

h<sub>3</sub> 0,75 m

Strefa zagęszczania i zgarniania

h<sub>4</sub> 1,33 m

Miarodajna głębokość osadnika

h<sub>ges</sub> 4,60 m

Głębokość wlotu pod zwierciadłem ścieków

h<sub>e</sub> 3,00 m

Przedstawione wyniki obliczeń pozwalają sformułować następujące wnioski:

- Dyspozycyjna pojemność czynna jednostkowych urządzeń układu osadu czynnego umożliwia uzyskiwanie stabilnego procesu eliminacji zanieczyszczeń w stopniu określonym w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004r.
- Dyspozycyjne pojemności czynne jednostkowych urządzeń układu osadu czynnego są o około 40% wyższe od koniecznych do uzyskiwania wymaganych efektów oczyszczania.

**5.2.2. OBLICZENIE ZAPOTRZEBOWANIA TLENU ORAZ POWIETRZA UKŁADU DENITRYFIKACJI I REAERACJI**

**Obliczenia zapotrzebowania powietrza dla procesu oczyszczania obejmującego usuwanie węgla i nitryfikację**

**Dane wyjściowe do obliczeń:**

Ilość ścieków:

Obliczenia powietrza wykonano dla przepływu:

$$Q = 12\,125 \text{ m}^3/\text{d}$$

Stężenia zanieczyszczeń ścieków surowych przyjęte do obliczeń:

L.p.	Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Stężenie średnie
1	2	3	4
1.	BZT <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	210
2.	Azot ogólny	gN/m <sup>3</sup>	33
3.	Zawiesiny	g/m <sup>3</sup>	269

Stężenia zanieczyszczeń ścieków oczyszczonych przyjęte do obliczeń:

L.p.	Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Stężenie średnie
1	2	3	4
1.	BZT <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	3,47
2.	Azot ogólny	gN/m <sup>3</sup>	4,81
3.	Azot azotanowy	gN/m <sup>3</sup>	0,77
4.	Zawiesiny	g/m <sup>3</sup>	5,73

Ładunki zanieczyszczeń usuwanych w procesach oczyszczania biologicznego:

L.p.	Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Ładunek średni
1	2	3	4
1.	BZT <sub>5</sub>	KgO <sub>2</sub> /d	2 504
2.	Azot ogólny	kgN/d	341,8
3.	Zawiesiny	kg/d	3192

**Przyrost osadu nadmiernego:**Dla przepływu  $Q = 12\ 125\ \text{m}^3/\text{d}$ :

$$\Delta X = 0,55 \cdot \dot{L}_{\text{sr BZT5 us}}$$

$$\Delta X = 0,55 \times 2504 = 1377\ \text{kg/d}$$

**Ładunek masy organicznej do symultanicznego utleniania w układzie:**

$$\dot{L}_{\text{MO}} = 0,60 \times \dot{L}_{\text{zaw us}} + 0,7 \times \Delta X$$

$$\dot{L}_{\text{MO}} = 0,60 \times 3192 + 0,7 \times 1377 = 1915 + 964 = 2879\ \text{kg s.m.o./d}$$

- przy założeniu utleniania 23% masy organicznej:

$$\dot{L}_{\text{MO utl.}} = 0,23 \times 2879 = 662\ \text{kg s.m.o./d}$$

**Obliczenie powietrza do komory nityfikacji dla przepływu  $Q = 12\ 125\ \text{m}^3/\text{d}$** **Zapotrzebowanie tlenu:****Zapotrzebowanie tlenu na rozkład BZT5**

1,43 – stechiometryczny współczynnik rozkładu

 $\dot{L}_{\text{BZT5 us}} = 2504\ \text{kgO}_2/\text{d}$  – ładunek BZT5 usuwanego

$$Z\text{O}_2\ \text{BZT5} = 1,43 \cdot 2504 = 3580\ \text{kg O}_2/\text{d}$$

**Zapotrzebowanie tlenu na utlenianie azotu ogólnego:**

4,67 – stechiometryczny współczynnik utleniania

 $\dot{L}_{\text{N og us}} = 341,8\ \text{kgN/d}$  – ładunek azotu ogólnego usuwanego

$$Z\ \text{O}_2\ \text{N og} = 4,67 \cdot 341,8 = 1596\ \text{kg O}_2/\text{d}$$

**Zapotrzebowanie tlenu na symultaniczne utlenianie części organicznych zawiesin zawartych w ściekach surowych oraz przyrostu osadu czynnego:**

1,34 – stechiometryczny współczynnik utleniania

 $\dot{L}_{\text{MO utl.}} = 662\ \text{kg s.m.o./d}$  - ładunek masy organicznej do symultanicznego utleniania

$$Z\ \text{O}_2\ \dot{L}_{\text{MO utl.}} = 1,34 \cdot 662 = 887\ \text{kg O}_2/\text{d}$$

**Sumaryczne zapotrzebowanie tlenu:**

$$Z\ \text{O}_2 = 3580 + 1596 + 887 = 6063\ \text{kg O}_2/\text{d}$$

**Obliczenie zapotrzebowania powietrza:**

Założono:

$\alpha = 0,75$  – współczynnik dyfuzji

$\eta = 0,20$  – współczynnik stopnia wykorzystania tlenu

$\phi = 1,2$  – współczynnik nierównomierności

1 m<sup>3</sup> powietrza zawiera 280 g O<sub>2</sub>

stąd zapotrzebowanie powietrza wyniesie:

$$ZP = f \cdot \frac{ZO_2}{\alpha \cdot \eta \cdot 0,28} = 1,2 \cdot \frac{6063}{0,75 \cdot 0,20 \cdot 0,28} = 173228 \text{ Nm}^3 / d = 7218 \text{ Nm}^3 / h$$

**Obliczenie zapotrzebowania powietrza dla komór reaeracji**

Ilość powietrza wymaganą do komór reaeracji przyjęto na poziomie 10% całkowitej ilości powietrza potrzebnej do procesów biologicznego oczyszczania ścieków. Zapotrzebowanie powietrza w komorach reaeracji wynosi:

$$ZP = 10\% \cdot 7218 = 721,8 \text{ Nm}^3/h$$

**Obliczenie zapotrzebowania powietrza układu denitryfikacji**

Przyjęto, że w komorach nityfikacji mineralizacji ulega 80% związków organicznych wyrażonych jako BZT<sub>5</sub>. Założono również, że w komorach nityfikacji utlenia się 80% azotu ogólnego. Pozostały ładunek BZT<sub>5</sub> oraz azotu ogólnego utlenia się w komorach denitryfikacji. Dla tak przyjętych założeń ilość powietrza wymagana w komorach denitryfikacji wynosi:

$$ZP = 20\% \cdot 7218 = 1443,6 \text{ Nm}^3/h$$

**5.2.3. BILANS ZASADOWOŚCI**

**Bilans zasadowości dla przepływu  $Q = 12\,125\text{ m}^3/\text{d}$**

**Ładunki azotu doprowadzanego do bloku biologicznego wynoszą:**

$$\mathcal{L}_{\text{TKN}} = 33,0\text{ g/m}^3 \times 12\,125\text{ m}^3/\text{d} = 400\text{ [kg N/d]}$$

$$\mathcal{L}_{\text{N-Norg}} = 13,0\text{ g/m}^3 \times 12\,125\text{ m}^3/\text{d} = 158\text{ [kg N/d]}$$

$$\mathcal{L}_{\text{N-NH}_4^+} = 19,0\text{ g/m}^3 \times 12\,125\text{ m}^3/\text{d} = 230\text{ [kg N/d]}$$

**Amonifikacja azotu organicznego**

Założono amonifikację azotu organicznego (bez nierozkładalnej frakcji azotu Kiejdahla) czyli 158 kg N-Norg/d. Amonifikacja 1 g N powoduje wzrost zasadowości o 3,57 g  $\text{CaCO}_3$ . Wzrost zasadowości z uwagi na amonifikację azotu organicznego wynosi:

$$158\text{ [kg N/d]} \cdot 3,57\text{ gCaCO}_3/\text{gN} = 564,1\text{ [kg CaCO}_3/\text{d]}$$

**Nitryfikacja azotu amonowego**

Zgodnie ze wcześniejszymi obliczeniami ilość azotu ulegającego nitryfikacji wynosi:

$$341,8\text{ [kg N/d]}$$

Nitryfikacja powoduje zużycie zasadowości o 7,14 g  $\text{CaCO}_3/\text{g N-NH}_4$

$$341,8\text{ [kg N/d]} \cdot 7,14\text{ [g CaCO}_3/\text{g N-NH}_4]} = 2440,4\text{ [kg CaCO}_3/\text{d]}$$

**Denitryfikacja azotu azotanowego**

Denitryfikacja powoduje wzrost o 3,0 g  $\text{CaCO}_3/\text{g N-NO}_3$ . Ilość azotu azotanowego do denitryfikacji: 291,5 [kg N/d].

Wzrost zasadowości z denitryfikacji:

$$291,5\text{ [kgN/d]} \cdot 3,0\text{ [g CaCO}_3/\text{g N]} = 874,5\text{ [kg CaCO}_3/\text{d]}$$



BILANS ZASADOWOŚCI DLA PRZEPŁYWU  $Q = 12\ 125\ \text{m}^3/\text{d}$ 

L.P.	ŹRÓDŁO	ZAWARTOŚĆ, PRZYROST	ZUŻYCIE, DEFICYT	JEDNOSTKA
1	2	3	4	5
1	ścieki doprowadzane	2425,0	-	kg CaCO <sub>3</sub> /d
2	amonifikacja	564,1	-	
3	nitryfikacja	-	2440,4	
4	denitryfikacja	874,5	-	
5	zapas	-	1212,5	
6	S	3863,6	3652,9	
7	łącznie	210,7		

Po oczyszczaniu biologicznym, z uwzględnieniem zapasu  $100\ \text{g CaCO}_3/\text{m}^3$  ( $1212,5\ \text{kg CaCO}_3/\text{d}$ ), nie jest konieczne prowadzenie korekty zasadowości.

**5.2.4. OKREŚLENIE TEORETYCZNEJ SPRAWNOŚCI BIOLOGICZNEJ ELIMINACJI FOSFORU ORAZ POTRZEB W****ZAKRESIE STRACANIA FOSFORU POZOSTAŁEGO****Bilans fosforu dla przepływu 12 125 m<sup>3</sup>/d:****Obliczenie suchej masy organicznej osadu:**

$$S.M.O = 0,4 \times \text{Ł}_{BZT5_{us}} = 0,4 \times 2364 = 945 \text{ kg/d}$$

**Ładunek fosforu usunięty przez przyrastającą biomasę:**

2,7 % - udział fosforu w biomasie

$$0,027 \times S.M.O = 0,027 \times 945 = 25,5 \text{ kgP/d}$$

**Ładunek fosforu usunięty w procesie wzmożonej defosfatacji:**

15% - udział fosforu w biomasie w wyniku wzmożonej defosfatacji

$$0,15 \times S.M.O = 0,15 \times 945 = 141 \text{ kgP/d}$$

**Ładunek fosforu w odpływie z KOCz:**

2 g/m<sup>3</sup> – najwyższe dopuszczalne stężenie fosforu ogólnego w odpływie z oczyszczalni ścieków wg *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego.*

$$\text{Ł}_{odp} = 2 \text{ g/m}^3 \times 12\,125 \text{ m}^3/\text{d} = 24,25 \text{ kgP/d}$$

**Ładunek fosforu w dopływie do KOCz:**

$$\text{Ł}_{dop} = 110,1 \text{ kgP/d}$$

**Ładunek fosforu do usunięcia:**

$$\text{Ł}_{us} = \text{Ł}_{dop} - \text{Ł}_{odp} = 110,1 - 24,25 = 85,85 \text{ kgP/d}$$

**Ładunek fosforu możliwy do usunięcia w procesach biologicznych:**

$$25,5 \text{ kgP/d} + 141,0 \text{ kgP/d} = 166,5 \text{ kgP/d}$$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdzono, że nie ma potrzeby ciągłego chemicznego strącania fosforanów, ponieważ prawidłowo przebiegające procesy biologiczne zapewniają usunięcie fosforu do wymaganego stężenia.

## **6. CZĘŚĆ GRAFICZNA**

**Rys. 6.1 OGÓLNY PLAN SYTUACYJNY**

**Rys. 6.2 PLAN UKŁADU POMPOWNI GŁÓWNEJ**

**Rys. 6.3 PLAN UKŁADU KOMÓR DENITRYFIKACJI**

**Rys. 6.4 PLAN UKŁADU KOMÓR REAERACJI**

**Rys. 6.5 SCHEMAT HYDRAULICZNY ROZWIĄZANIA MODERNIZACJI POMPOWNI GŁÓWNEJ**

**Rys. 6.6 SCHEMAT UKŁADU NAPOWIETRZANIA KOMÓR DENITRYFIKACJI**

**Rys. 6.7 SCHEMAT UKŁADU NAPOWIETRZANIA KOMÓR REAERACJI**

**Rys. 6.8 SCHEMAT UKŁADU STACJI DMUCHAW**