

STRONA KLAUZUL

1. Niniejsza dokumentacja jest wykonana zgodnie z umową oraz zgodnie z przepisami techniczno – budowlanymi i normami.
Dokumentacja ta jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.
2. Projekt opracowano stosownie do obowiązujących danych do wykonania pracy projektowej oraz przepisów aktualnych w dniu oddania projektu zamawiającemu.
3. Realizacja projektu po upływie 36 miesięcy od daty przekazania dokumentacji zamawiającemu wymagać będzie weryfikacji danych do wykonania pracy projektowej oraz zgodności z przepisami i dostosowania rozwiązań projektowych do wyników weryfikacji.

SPIS TREŚCI

SPIS RYSUNKÓW	4
1. Dane ogólne	5
1.1. Zakres opracowania	5
1.2. Podstawa opracowania.....	5
2. Ogólny opis inwestycji.....	5
2.1. Stan istniejący	5
2.2. Stan po rozbudowie	6
3. Bilans ilości i jakości ścieków.....	7
3.1. Ilość ścieków.....	7
3.2. Jakość ścieków surowych.....	7
3.3. Wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych oraz przewidywanych efektów oczyszczenia	8
4. Technologia oczyszczania ścieków	8
4.1. Opis technologii	8
4.2. Omówienie schematu technologicznego.....	9
4.3. Harmonogram pracy oczyszczalni	10
5. Obliczenia technologiczne.....	11
5.1. Studnia z sitem pionowym	11
5.2. Pompownia ścieków.....	11
5.3. Zbiornik oczyszczalni ścieków.....	12
5.3.1. Komora retencyjna	12
5.3.2. Komora bioreaktora.....	12
5.3.3. Komora stabilizacji osadu.....	14
5.4. Prasa odwadniania osadu	15
5.5. Pozostałe obliczenia	15
6. Charakterystyka obiektów i urządzeń oczyszczalni	16

6.1.	Studnia z sitem pionowym	16
6.2.	Pompownia ścieków.....	16
6.3.	Zbiornik oczyszczalni ścieków.....	18
6.3.1.	Komora retencyjna	18
6.3.2.	Komora bioreaktora.....	20
6.3.3.	Komora stabilizacji osadu nadmiernego KO	21
6.3.4.	Komora stabilizacji osadu nadmiernego KOI	24
6.4.	Studnia pomiarowa	25
6.5.	Studnia z zasuwą nożową.....	25
6.6.	Studnia pierwszego zrzutu.....	25
6.7.	Studnia poboru prób	26
6.8.	Studnia zaworowa	26
6.9.	Budynek wielofunkcyjny.....	26
7.	Rozwiązania techniczno - instalacyjne	27
7.1	Budynek wielofunkcyjny	27
7.2	Istniejący budynek oczyszczalni ścieków BOS-200.....	28
8.	Gospodarka odpadami.....	28
9.	Zestawienie mocy elektrycznej	29
10.	Odbiornik ścieków oczyszczonych	30
11.	Zestawienie urządzeń	30

SPIS RYSUNKÓW

1)	Plan zagospodarowania terenu oczyszczalni.	426/09-04-01
2)	Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków	426/09-04-02
3)	Studnia z sitem pionowym. Rzut i przekrój	426/09-04-03
4)	Pompownia ścieków. Rzut i przekrój	426/09-04-04
5)	Zbiornik oczyszczalni ZB. Rysunek zestawczy.	426/09-04-05
6)	Studnia pomiarowa. Rzut i przekrój	426/09-04-06
7)	Studnia pierwszego zrzutu. Rzut i przekrój	426/09-04-07
8)	Studnia z zasuwą nożową. Rzut i przekrój	426/09-04-08
9)	Studnia zaworowa. Rzut i przekrój	426/09-04-09
10)	Instalacja powietrza w budynku wielofunkcyjnym. Rzut i rozwinięcie.	426/09-04-10
11)	Instalacja odwadniania osadu. Rzut i rozwinięcie.	426/09-04-11
12)	Instalacja odprowadzania osadu z istn. oczyszczalni BOS-200 - rozwinięcie.	426/09-04-12

1. Dane ogólne

1.1. ZAKRES OPRACOWANIA

Inwestycja polega na rozbudowie oczyszczalni ścieków typu BOS-200 zlokalizowanej przy ulicy Tarnogórskiej w Krupskim Młynie.

Oczyszczalnia ścieków po rozbudowie będzie posiadała przepustowość 370 m³/d (RLM = 3 083). Ścieki surowe będą dopływały do oczyszczalni istniejącą kanalizacją sanitarną rozdzielczą. Ścieki kierowane do oczyszczalni można zaklasyfikować jako komunalne.

Projektuje się również wykonanie nowego przyłącza wodociągowego do oczyszczalni (włączenie nastąpi do wodociągu znajdującego się przy ul. Tarnogórskiej) oraz przebudowę przyłącza elektroenergetycznego.

Całe przedsięwzięcie – rozbudowa oczyszczalni wraz z budową przyłącza wodociągowego i przebudową elektroenergetycznego – zostanie zlokalizowane na działkach o następujących numerach ewidencyjnych:

- Obręb Krupski Młyn k.m.13 – działki o numerach: 295/22 (oczyszczalnia ścieków i przyłącze wodociągowe) oraz 229/22 (przyłącze wodociągowe).
- Obręb Krupski Młyn k.m.12 – działka o numerze: 35 – ul. Tarnogórska (przyłącze wodociągowe).

Oczyszczone ścieki będą odprowadzane do odbiornika istniejącym kolektorem Ø 600, a następnie wprowadzane do rzeki Mała Panew w km 78,17 istniejącym wylotem.

1.2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawę opracowania stanowią:

- Umowa nr Ig.8/5 Ig/2009 zawarta w dniu 20 stycznia 2009 r. pomiędzy Gminą Krupski Młyn a P.W. „ENEKO” Sp. z o.o., Gliwice;
- Projekt budowlany rozbudowy oczyszczalni ścieków BOS-200 w Krupskim Młynie przy ul. Tarnogórskiej opracowany przez P.W. „ENEKO” Sp z o.o. w kwietniu 2010 r.;
- Informacje uzyskane od Inwestora;
- Wizje lokalne w terenie;
- Założenia i uzgodnienia międzybranżowe.

2. Ogólny opis inwestycji

2.1. STAN ISTNIEJĄCY

Istniejąca oczyszczalnia ścieków BOS-200 zlokalizowana jest na działce nr 295/22 w Krupskim Młynie przy ul. Tarnogórskiej.

Zasadnicza część istniejącej oczyszczalni ścieków BOS-200 mieści się w budynku oczyszczalni ścieków i składa się z następujących obiektów:

- Łapacz skratek;
- Komora napowietrzania;
- Złoże zatopione;
- Osadnik wtórny;
- Komora kontaktowa;
- Komora stabilizacji i zagęszczania osadu.

Poza budynkiem znajduje się tylko pompownia z kratą kosзовą ręczną oraz poletko osadowe, które w czasie rozbudowy oczyszczalni zostanie zlikwidowane.

Na terenie oczyszczalni istnieje droga wewnętrzna oraz chodniki wykonane z płyt betonowych.

Sieci uzbrojenia terenu istniejącej oczyszczalni:

- Kanalizacja grawitacyjna;
- Kanalizacja deszczowa;
- Wodociąg,
- Kable energetyczne;
- Kabel telekomunikacyjny;
- Rurociągi technologiczne.

Obecnie eksploatowana oczyszczalnia znajduje się na terenie sąsiadującym z terenami o charakterze leśnym i nieużytkami. Nieopodal znajduje się teren nieczynnej piaskowni, a za nią linia kolejowa PKP (relacji Lubliniec-Pyskowice). Jest to miejsce oddalone od zabudowań mieszkalnych (najbliższy budynek znajduje się w odległości ok. 100 m od ogrodzenia oczyszczalni). Na terenie oczyszczalni – brak jakichkolwiek dóbr kultury. W granicach ogrodzenia oczyszczalni występują pojedyncze drzewa i krzewy.

2.2. STAN PO ROZBUDOWIE

Rozbudowana oczyszczalnia ścieków usytuowana będzie w całości na działce nr 295/22 zlokalizowanej przy ulicy Tarnogórskiej w Krupskim Młynie, na której znajduje się również istniejąca oczyszczalnia ścieków typu BOS-200.

Modernizacja istniejącej oczyszczalni ścieków będzie polegała na:

- Wyposażeniu komory napowietrzania w budynku technologicznym w układ sond przeznaczony do pomiaru stężenia tlenu oraz w układ sterowania ilością powietrza;
- Wykonaniu konserwacji powierzchni zewnętrznej istniejących zbiorników oczyszczalni BOS-200.

Oprócz tego planuje się rozbudowę oczyszczalni ścieków o niżej wymienione nowe obiekty i urządzenia:

- Studnia z sitem pionowym (SS);
- Pompownia ścieków (PS);
- Zbiornik oczyszczalni (ZB) składający się z:
 - Komory retencyjnej (KR);
 - Bioreaktora (MD);
 - Komory stabilizacji osadu nadmiernego (KO);
- Studnia z zasuwą nożową (SN);
- Studnia pierwszego zrzutu (PZ);
- Studnia pomiarowa (PB);
- Studnia poboru prób (SP)
- Studnia zaworowa (SZ);
- Budynek wielofunkcyjny (BW).

Projektowane sieci uzbrojenia terenu na terenie rozbudowanej oczyszczalni ścieków:

- Kanalizacja grawitacyjna – ścieki surowe,
- Kanalizacja grawitacyjna – ścieki oczyszczone,
- Rurociągi tłoczne – ścieki surowe,
- Rurociągi tłoczne – osad nadmierny,
- Rurociągi powietrza,
- Przyłącze wodociągowe,
- Przyłącze elektroenergetyczne,

Wszystkie rozbiórki pokazano w projekcie budowlanym przedmiotowej inwestycji.

3. Bilans ilości i jakości ścieków

3.1. ILOŚĆ ŚCIEKÓW

Według uzyskanych od Inwestora informacji docelowa ilość ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków będzie wynosić:

$$Q_{\text{śc. dopl.}} = 350,0 \text{ m}^3/\text{d}$$

Dla prawidłowego funkcjonowania oczyszczalni ścieków wykorzystywana będzie również woda wodociągowa na potrzeby socjalne pracowników, do zmywania powierzchni hal i na potrzeby stacji odwadniania osadów nadmiernych. Łączna docelowa ilość tych ścieków będzie wynosić:

$$Q_{\text{śc. wł.}} = 20,0 \text{ m}^3/\text{d}$$

Średniodobowa ilość ścieków wyniesie łącznie:

$$Q_{\text{śr d}} = Q_{\text{śc. dopl.}} + Q_{\text{śc. wł.}} = 370,0 \text{ m}^3/\text{d}$$

Maksymalna dobowa ilość ścieków wyniesie:

$$Q_{\text{max d}} = Q_{\text{śr d}} \times N_d = 370,0 \times 1,5 = 555,0 \text{ m}^3/\text{d}$$

Średnia godzinowa ilość ścieków:

$$Q_{\text{śr h}} = Q_{\text{max d}} / 24 = 23,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Maksymalna godzinowa ilość ścieków:

$$Q_{\text{max h}} = Q_{\text{śr h}} \times N_h = 23,1 \times 2,5 = 57,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Maksymalna sekundowa ilość ścieków:

$$Q_{\text{max sek}} = 16,1 \text{ l/s}$$

Równoważna liczba mieszkańców dla ścieków komunalnych dopływających do oczyszczalni, przy założeniu, że stężenie BZT₅ tych ścieków wynosi 500 g/m³ wynosi:

$$RLM = \frac{Q_d \times 500}{60} = \frac{370 \times 500}{60} = 3\ 083$$

3.2. JAKOŚĆ ŚCIEKÓW SUROWYCH

Ścieki można zakwalifikować do typowych ścieków komunalnych. Na podstawie danych literaturowych oraz własnych doświadczeń przyjęto następujące stężenia wskaźników zanieczyszczeń w mieszaniu ścieków surowych dopływających do oczyszczalni:

L.p.	Wskaźnik	Stężenia [g/m ³]	Ładunek [kg/d]
1	BZT ₅	500	185,0
2	ChZT	1000	370,0
3	Zawiesina ogólna	450	166,5
4	Azot ogólny	70	25,9
5	Fosfor ogólny	12	4,4

Przyjęto następujące redukcje zanieczyszczeń na sieć pionowym:

$$S_{\text{BZT5}} - 15\%$$

$$S_{\text{ChZT}} - 15\%$$

$$S_{\text{zaw}} - 20\%$$

$$S_{\text{Nog}} - 5\%$$

$$S_{\text{Pog}} - 5\%$$

W związku z tym stężenia wskaźników zanieczyszczeń w ściekach surowych oczyszczonych mechanicznie wynoszą:

L.p.	Wskaźnik	Stężenia [g/m ³]	Ładunek [kg/d]
1	BZT ₅	425	157,3
2	ChZT	850	314,5
3	Zawiesina ogólna	360	133,2
4	Azot ogólny	66,5	24,6
5	Fosfor ogólny	11,4	4,2

3.3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE JAKOŚCI ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH ORAZ PRZEWIDYWANYCH EFEKTÓW OCZYSZCZENIA

Ścieki zostaną oczyszczone do parametrów zgodnych z załącznikiem nr 1 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2006 nr 137 poz. 984):

L.p.	Nazwa wskaźnika	Ścieki surowe	Ścieki oczyszczone	Stężenie dopuszczalne*
		Stężenie [g/m ³]	Stężenie [g/m ³]	Stężenie [g/m ³]
1	BZT ₅	500	≤ 25	25
2	ChZT	1000	≤ 125	125
3	Zawiesina ogólna	450	≤ 35	35

* Stężenie dopuszczalne podano wg obowiązującego rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2006 nr 137 poz. 984) dla: $2\ 000 < RLM < 9\ 999$.

4. Technologia oczyszczania ścieków

4.1. OPIS TECHNOLOGII

Oczyszczanie ścieków w bioreaktorze zbiornika oczyszczalni ścieków będzie bazować na metodzie niskoobciążonego osadu czynnego z jednoczesną tlenową stabilizacją osadu nadmiernego. Bioreaktor oparty jest na metodzie SBR (sekwencyjny reaktor biologiczny) – pracuje w technologii osadu czynnego niskoobciążonego. Jest to odmiana komory z osadem czynnym, przy której w jednej komorze kolejno po sobie następuje cykliczny przebieg poszczególnych faz: napełniania, mieszania, napowietrzania, sedymentacji oraz odprowadzania ścieków oczyszczonych do odbiornika. W bioreaktorze poszczególne procesy technologiczne (utlenienie związków organicznych – BZT₅, usunięcie związków azotu w procesach nitryfikacji i denitryfikacji, oraz związków fosforu w procesie defosfatacji) przebiegają cyklicznie. W czasie trwania cyklu warunki tlenowe/beztlenowe zmieniają się cyklicznie dzięki automatycznej sekwencji pracy poszczególnych urządzeń napowietrzających, mieszających i przepompowujących. Mieszanina ścieków i osadu czynnego przetrzymywana jest w bioreaktorze w czasie trwania jednego cyklu w środowisku przemienne beztlenowym, anoksycznym i tlenowym. Z uwagi na występujące okresowo w trakcie procesu oczyszczania warunki tlenowe i beztlenowe następuje usunięcie związków azotu i fosforu, bez konieczności budowy dodatkowych obiektów.

W procesie oczyszczania wykorzystano wzmożoną akumulację fosforu w kłaczkach osadu po krótkim okresie przebywania drobnoustrojów w warunkach anaerobowych. Bioreaktor pracuje jako reaktor beztlenowy od chwili napełniania zbiornika do włączenia dmuchawy dostarczającej powietrze do oczyszczanych ścieków, przez co pozwala zrealizować usuwanie związków fosforu ze ścieków. W warunkach tlenowych realizowana jest nityfikacja azotu amonowego poprzez azotyny do azotanów. Czas pierwszej fazy napowietrzania dobiera się w taki sposób, aby pozostawić substraty umożliwiające prowadzenie procesu denitryfikacji azotanów do wolnego azotu gazowego po wyłączeniu dmuchawy w wytworzonych warunkach anoksycznych. Druga faza napowietrzania usuwa pęcherzyki azotu przyczepione do kłaczek osadu zapobiegając wypływaniu osadu, które często ma miejsce w oczyszczalniach przepływowych w osadnikach wtórnych na skutek tzw. „dzikiej denitryfikacji”. W czasie tej fazy utlenia się również pozostała reszta zanieczyszczeń zawartych w ściekach. Po tej fazie następuje sedimentacja osadu w zbiorniku, ścieki oczyszczone są wypompowywane i cały cykl pracy oczyszczalni zaczyna się od początku.

Z uwagi na sekwencyjne napełnianie komory bioreaktora wymagana jest komora retencyjna bezpośrednio przed bioreaktorem.

Podczas odpływu ścieków oczyszczonych do odbiornika osad czynny pozostaje w reaktorze, dzięki czemu nie ma potrzeby budowy osadnika wtórnego.

4.2. OMÓWIENIE SCHEMATU TECHNOLOGICZNEGO

Ścieki będą spływać grawitacyjnie do **studni z sitem pionowym (SS)**. Wewnątrz tej studni zostanie zainstalowane sito pionowe z systemem separacji skratek, które umożliwi mechaniczne oczyszczenie ścieków ze wszystkich zanieczyszczeń stałych (tzw. skratek) znajdujących się w ściekach surowych.

Następnie ścieki dopłyną do **pompowni ścieków (PS)**, w której zostaną zainstalowane 4 pompy zatapialne (P1, P2, P3 i P4) tłoczące ścieki surowe oczyszczone mechanicznie do istniejącej oczyszczalni oraz do komory retencyjnej projektowanego **zbiornika oczyszczalni ścieków (ZB)**.

Komora retencyjna (KR) ma na celu zatrzymanie ścieków podczas pracy bioreaktora oraz wyrównanie nierównomierności dobowego spływu ścieków i różnicy stężeń w ściekach. Komora będzie wyposażona w pompę zatapialną (PG) służącą do przepompowywania ścieków do bioreaktora, oraz w mieszadła zatapialne (M1, M2 i M3) służące do ujednolicania składu ścieków surowych. Ponadto komora będzie wyposażona w sondy poziomu napełnienia, które zapobiegają przepełnieniu komory oraz pracy pomp i mieszadeł na tzw. suchobiegu.

Ścieki z komory retencyjnej będą tłoczone do **bioreaktora (MD)** cyklicznie (okresowo) za pomocą pompy zatapialnej (PG). W komorze bioreaktora ścieki będą oczyszczane metodą niskoobciążonego osadu czynnego. Powietrze do napowietrzania komory bioreaktora dostarczą dmuchawy (DM1 i DM2) zainstalowane w **budynku wielofunkcyjnym (BW)**. Napowietrzanie ścieków odbywać się będzie za pomocą dyfuzorów rurowych membranowych, podających sprężone powietrze w postaci drobnych pęcherzyków. Ścieki surowe z komory retencyjnej będą przepompowywane dwa razy na dobę do bioreaktora (2 cykle oczyszczania na dobę). W celu utrzymania osadu biologicznego w stanie zawieszonym w ściekach w bioreaktorze zainstalowano mieszadła zatapialne (M4 i M5) uruchamiane w trakcie procesu denitryfikacji. Dodatkowo w bioreaktorze zainstalowane zostaną sondy poziomu ścieków wykluczające zarówno możliwość przepełnienia reaktora jak i pracę pomp i mieszadeł na tzw. suchobiegu. W celu usunięcia osadu nadmiernego powstającego w trakcie procesów biologicznego oczyszczania, w bioreaktorze zostaną zainstalowane pompy zatapialne (PO1 i PO2), które okresowo będą odprowadzały osad nadmierny do komory stabilizacji osadu (KO), co pozwoli na utrzymanie jego stężenia na poziomie około 5 gramów suchej masy osadu na litr ścieków. Ścieki oczyszczone będą odprowadzane okresowo dzięki zainstalowanemu w bioreaktorze dekanterowi (D).

Spust ścieków oczyszczonych rozpoczyna się po otwarciu zasuwy nożowej ZN1. Z uwagi na możliwość zanieczyszczenia pierwszej partii odprowadzanych ścieków oczyszczonych osadem, ta część ścieków zostanie zawrócona na początek układu oczyszczania. Odbywać się to będzie poprzez jednoczesne automatyczne otwarcie zasuw nożowych ZN1 i ZN2. Zasuwa nożowa ZN2 zostanie zamknięta w momencie, gdy dopływające ścieki będą klarowne. Po jej zamknięciu ścieki będą spływać grawitacyjnie w kierunku studni pomiarowej (PB). Czas otwarcia zasuwy ZN2 zostanie ustalony w trakcie rozruchu technologicznego.

Mieszanina ścieków oczyszczonych z projektowanego bioreaktora oraz z istniejącej oczyszczalni będzie grawitacyjnie przepływała przez **studnię pomiarową (PB)** ze zwężką Palmera-Bowlusa (PB), w której nastąpi pomiar ilości ścieków oczyszczonych. Po zakończeniu fazy spustowej zasuwa nożowa w studni nożowej (SN) zostanie automatycznie zamknięta.

Próby ścieków oczyszczonych do badań należy pobierać w **studni poboru prób (SP)** w fazie wypompowywania ścieków. Umożliwi to kontrolę jakości odprowadzanych ścieków oczyszczonych, a tym samym sprawdzenie poprawności pracy oczyszczalni.

Osad nadmierny będzie stabilizowany tlenowo najpierw w bioreaktorze, a następnie po przepompowaniu do **komory stabilizacji osadu (KO)** będzie poddany dalszej stabilizacji tlenowej. W tym celu w komorze stabilizacji osadu przewidziano zainstalowanie napowietrzania, które wyeliminuje zagniewanie osadów nadmiernych i wydzielanie produktów fermentacji. Sprężone powietrze będzie dostarczane do komory systemem rurociągów technologicznych doprowadzających powietrze z dmuchawy (DM3) umieszczonej w budynku wielofunkcyjnym.

Zaprojektowano również **studnię zaworową (SZ)**, która umożliwi tłoczenie osadów z projektowanej i istniejącej komory osadu na jeden rurociąg doprowadzający osad na prasę odwadniania osadu. Nadmiar osadu przewyższający maksymalną przepustowość prasy zawracany będzie rurociągiem powrotnym osadu nadmiernego do projektowanej komory stabilizacji osadu.

Istniejąca oczyszczalnia ścieków będzie pracować tak jak do tej pory. Wprowadzono jedynie dwie zmiany:

- Osadu nadmierny będzie kierowany na prasę odwadniania osadu znajdującą się w budynku wielofunkcyjnym (BW);
- Komora napowietrzania w budynku technologicznym zostanie wyposażona w układ sond przeznaczony do pomiaru stężenia tlenu oraz w układ sterowania ilością powietrza dostarczanego z dmuchaw.

4.3. HARMONOGRAM PRACY OCZYSZCZALNI

Praca bioreaktora (MD) będzie przebiegać w 2 cyklach według poniższego harmonogramu:

Faza pracy	Czas trwania fazy [h (min.)]	Rozpoczęcie/zakończenie fazy cyklu [godz.]
Pierwszy cykl pracy bioreaktora (MD)		
Napełnianie	1,00 (60 min.)	10:00 / 11:00
Mieszanie	0,75 (45 min.)	10:30 / 11:15
Napowietrzanie	3,00 (180 min.)	11:15 / 14:15
Mieszanie	0,75 (45 min.)	14:15 / 15:00
Napowietrzanie	2,50 (150 min.)	15:00 / 17:30
Mieszanie	0,50 (30 min.)	17:30 / 18:00
Napowietrzanie	0,50 (30 min.)	18:00 / 18:30
Sedymentacja	2,50 (150 min.)	18:30 / 21:00
Spust ścieków	1,00 (60 min.)	21:00 / 22:00

Odprowadzanie osadu nadmiernego	Ustalić w trakcie rozruchu technologicznego	
Drugi cykl pracy bioreaktora (MD)		
Napełnianie	1,00 (60 min.)	22:00 / 23:00
Mieszanie	0,75 (45 min.)	22:30 / 23:15
Napowietrzanie	3,00 (180 min.)	23:15 / 02:15
Mieszanie	0,75 (45 min.)	02:15 / 03:00
Napowietrzanie	2,50 (150 min.)	03:00 / 05:30
Mieszanie	0,50 (30 min.)	05:30 / 06:00
Napowietrzanie	0,50 (30 min.)	06:00 / 06:30
Sedymentacja	2,50 (150 min.)	06:30 / 09:00
Spust ścieków	1,00 (60 min.)	09:00 / 10:00
Odprowadzanie osadu nadmiernego	Ustalić w trakcie rozruchu technologicznego	

5. Obliczenia technologiczne

5.1. STUDNIA Z SITEM PIONOWYM

a) Obliczenia ilości skratek

Założenia:

- strefa cedzenia z perforacją $\varnothing = 3 \text{ mm}$;
- ilość skratek zatrzymanych na kracie: $20 \text{ l/M}\cdot\text{a}$;
- RLM = 3 083.

Ilość skratek powstająca w procesie mechanicznego oczyszczania ścieków:

$$V_{sk} = 3\,083 \cdot 20 = 61\,660 \text{ l/a} = \mathbf{61,66 \text{ m}^3/\text{a} \approx 168,9 \text{ l/d}}$$

$$M_{sk} = 750 \text{ kg/m}^3 \cdot 61,66 \text{ m}^3/\text{a} = 46\,245,0 \text{ kg/a} \approx \mathbf{46,2 \text{ Mg/a} \approx 126,6 \text{ kg/d}}$$

b) Zapotrzebowanie na wapno chlorowane

Założenia:

- jednostkowe zapotrzebowanie na wapno chlorowane: 10 kg/m^3 osadu;
- ilość osadu: $61,66 \text{ m}^3/\text{a}$;

Zapotrzebowanie na wapno chlorowane:

$$M_{w.chl} = 10 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{a} = 10 \cdot 61,66 = \mathbf{616,6 \text{ kg/a} = 1,69 \text{ kg/d}}$$

5.2. POMPOWNI ŚCIEKÓW

a) Obliczenia objętości komory czerpальной

Założenia:

- Maksymalna godzinowa ilość ścieków wynosi $Q_{\max h} = \mathbf{57,8 \text{ m}^3/\text{h}}$;

Objętość czynna komory czerpальной:

$$V_{cz \min} = 0,9 \cdot Q_{\max h} / 15 = \mathbf{3,5 \text{ m}^3}$$

b) Cykl pracy pompowni ścieków

Założenia:

- W pompowni zostaną zainstalowane 4 pompy zatapialne;
- Równomierny podział dopływających ścieków na istniejącą i projektowaną część oczyszczalni.

W celu spełnienia założenia równomiernego podziału dopływających ścieków na istniejącą i projektowaną część oczyszczalni zaprojektowano **pracę pomp w pompowni według następującego cyklu:**

Poniżej poziomu minimum wszystkie pompy są wyłączone. Po osiągnięciu przez ścieki poziomu maksimum pompa P1 zostanie załączona i wypompuje ścieki do poziomu minimum. Przy następnym osiągnięciu poziomu maksimum zostaje załączona pompa P3 i wypompuje ścieki do poziomu minimum. Po ponownym osiągnięciu przez ścieki poziomu maksimum załączona zostanie pompa P2 i wypompuje ścieki do poziomu minimum. Po ponownym osiągnięciu przez ścieki poziomu maksimum załączona zostanie pompa P4 i wypompuje ścieki do poziomu minimum.

Pompownia pracuje według opisanego powyżej cyklu, jeżeli w pracy pomp nie występują awarie oraz gwałtowny napływ ścieków. Przy wystąpieniu nadmiernego napływu ścieków poziom osiąga maksimum awaryjne i zostaną załączone na przemian pary pomp P1 i P3 lub P2 i P4, które zostaną wyłączone, gdy poziom ścieków spadnie poniżej minimum.

Awaria pompy P1 powoduje włączenie P2 do pracy w miejsce P1. Awaria pompy P2 powoduje włączenie P1 do pracy w miejsce P2. Awaria pompy P3 powoduje włączenie P4 do pracy w miejsce P3. Awaria pompy P4 powoduje włączenie P3 do pracy w miejsce P4.

5.3. ZBIORNIK OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

Założenie wstępne: przyjęto równomierny podział ilości dopływających do oczyszczalni ścieków na istniejącą i projektowaną część oczyszczalni.

W związku z tym **średniodobowa ilość ścieków dopływających do projektowanego zbiornika wyniesie:**

$$Q_{\text{śr d proj}} = 0,5 \cdot 370 = 185,0 \text{ m}^3/\text{d}$$

5.3.1. KOMORA RETENCYJNA

W celu wyrównania nierównomierności dobowego spływu ścieków i różnicy ładunków w ściekach komunalnych oraz dla zatrzymania ścieków podczas pracy bioreaktora, zaprojektowano komorę retencyjną.

Minimalna pojemność komory retencyjnej obliczona dla 70% dopływu średniodobowego ścieków powinna wynieść:

$$V_{\text{uz ret min}} = 0,7 \cdot 185 = 129,5 \text{ m}^3$$

5.3.2. KOMORA BIOREAKTORA

Obliczenia podstawowych parametrów projektowanego bioreaktora zapewniających procesy rozkładu zanieczyszczeń organicznych, nitryfikacji, denitryfikacji oraz tlenowej stabilizacji osadu przeprowadzono wg ATVA131.

a) Obliczanie komory bioreaktora

- przyjęto minimalny wiek osadu przy temp. 10°C (wg. tab. 2) – $t_{\text{TS}} = 18$ dni
- przyjęto stężenie osadu w komorze bioreaktora $\text{TS}_{\text{BB}} = 5$ g/l (wg. tab. 3)
- przyjęto jednostkowy przyrost osadu czynnego w komorze bioreaktora w oparciu o stosunek zawiesiny ogólnej/BZT₅ = 0,85 (wg. tab. 4):

$$U_{\text{SB}} = 0,84 \text{ kg smo/kg BZT}_5$$

Obciążenie osadu:

$$B_{\text{TS}} = 1/[U_{\text{SB}} \cdot t_{\text{TS}}] = 1/(0,84 \cdot 18) = 0,066 \text{ kg BZT}_5/\text{kg} \cdot \text{d}$$

Obciążenie objętościowe ładunkiem zanieczyszczeń

$$B_{\text{R}} = \text{TS}_{\text{BB}} / [U_{\text{SB}} \cdot t_{\text{TS}}] = 5 / (0,84 \cdot 18) = 0,33 \text{ kg BZT}_5/\text{m}^3 \cdot \text{d}$$

Objętość komory bioreaktora:

$$V_{BB} = L_{BZT5 \text{ proj}} / [B_{TS} \cdot TS_{BB}] = 78,7 / 0,066 \cdot 5 = 238,5 \text{ m}^3$$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń przyjęto:

- Komora bioreaktora pracuje w 2 cyklach po 12 h w ciągu doby;
- Przyjęto minimalną objętość komory bioreaktora 250 m³.

b) Przemiany związków azotowych

Utlenienie związków azotowych:

- Ilość azotu potrzebna na przyrost biomasy
 $0,05 \cdot S_{BZT5} = 0,05 \cdot 425 = 21,3 \text{ mg/l}$
- Ilość azotu, która podlega nitryfikacji:
 $66,5 \text{ mg/l} - 21,3 = 45,2 \text{ mg/l}$
- Azot azotanowy w odpływie $\text{NO}_3\text{-Ne} \leq 10 \text{ mg/l}$;
- Zdenitryfikowana część azotu azotanowego:
 $\text{NO}_3\text{-ND} = 45,2 - 10 = 35,2 \text{ mg/l}$

c) Zapotrzebowanie tlenu

Jednostkowe zużycie tlenu dla utlenienia związków węgla (tab. 5)

$$OV_c = 1,39 \text{ kg O}_2/\text{kg BZT}_5$$

Jednostkowe zużycie tlenu dla utlenienia związków azotu:

$$OV_N = (4,6 \cdot S_{\text{NO}_3\text{-Ne}} + 1,7 \cdot S_{\text{NO}_3\text{-ND}}) / S_{BZT5} = [4,6 \cdot 10 + 1,7 \cdot 35,2] / 425 = 0,25 \text{ kg O}_2/\text{kg BZT}_5$$

Całkowita jednostkowa ilość tlenu, którą należy wprowadzić:

$$OB = \frac{c_s}{c_s - c_x} (OV_c \times f_c + OV_N \times f_N)$$

$$OB = 1,29 \cdot (1,39 \cdot 1,14 + 0,25 \cdot 1,85) = 2,64 \text{ kg O}_2/\text{kg BZT}_5$$

$c_s = 9 \text{ mg O}_2/\text{l}$ (stężenie tlenu – pełne nasycenie)

$c_x = 2 \text{ mg O}_2/\text{l}$ (zakładane stężenie tlenu w komorze przy oczyszczaniu z nitryfikacją)

$f_c = 1,14$ (współczynnik uwzględniający zapotrzebowanie na tlen przy obciążeniach uderzeniowych związkami węgla – tab. 6)

$f_N = 1,85$ (współczynnik uwzględniający zapotrzebowanie na tlen przy obciążeniach uderzeniowych azotem amonowym – tab. 6)

Dobowe zapotrzebowanie tlenu

$$OC = L_{BZT} \cdot OB = 78,7 \cdot 2,64 = 207,8 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

Dobowe zapotrzebowanie tlenu z uwzględnieniem sprawności urządzeń natleniających

$$OC' = \frac{OC}{\alpha} = 346,3 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

α – założona sprawność napowietrzania w ściekach $\alpha = 0,6$

Godzinowe zapotrzebowanie tlenu:

Przyjęto czas napowietrzania ścieków w komorze bioreaktora 12 godzin na dobę.

$$OC'_h = 346,3 / 12 = 28,9 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

d) Zapotrzebowanie powietrza

Założono:

- 1 mb dyfuzora o obciążeniu $10 \text{ Nm}^3/\text{mbh}$ dostarcza 19 g O_2
- h_e – głębokość wprowadzania tlenu = 3,8 m

Wykorzystanie tlenu: $10 \cdot 3,8 \cdot 19 = 722 \text{ g O}_2/\text{h} \approx 0,7 \text{ kg O}_2/\text{h}$

Wymagane zapotrzebowanie godzinowe powietrza:

$$Q_h = \frac{\text{obc.dyfuzora} \cdot OC'_h}{\text{wykorzystanie tlenu}} = 412,9 \text{ m}^3 \text{ pow./h} \approx 6,9 \text{ m}^3 \text{ pow./min}$$

e) Dmuchawa napowietrzająca ścieki

Założono, że w oczyszczalni ścieków będą pracować 2 dmuchawy na jeden projektowany bioreaktor. Łączna wydajność dmuchaw dla jednego bioreaktora wynosi $412,9 \text{ m}^3/\text{h} \approx 420,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Wydajność jednej dmuchawy wynosi więc: $\approx 210,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

5.3.3. KOMORA STABILIZACJI OSADU

a) Obliczenia ilości osadów

Masa osadu nadmiernego odprowadzanego z bioreaktora:

$$G = USB \cdot L_{BZT5} = 0,84 \cdot 78,7 = 66,1 \text{ kg}_{\text{smo}}/\text{d}$$

Objętość dobową osadu nadmiernego:

$$V = \frac{G}{10(100 - W)}$$

W – uwodnienie osadu nadmiernego = 99,2%

$$V = 8,3 \text{ m}^3/\text{d}$$

b) Objętość komory:

- Średni wiek osadu w komorze bioreaktora = 18 d
- Czas zatrzymania w komorze stabilizacji osadów = 7 d
- Obliczeniowa pojemność komory osadu:

$$V_{\text{zb. osadu}} = 8,3 \cdot 7 = 58,1 \text{ m}^3$$

c) Zapotrzebowanie tlenu

Ilość tlenu niezbędna do stabilizacji osadu w komorze:

$$O_2 = \frac{2 \cdot G \cdot k \cdot t}{3} = 37,0 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

k – jednostkowe zapotrzebowanie tlenu = $0,12 \text{ kgO}_2/\text{kg}_{\text{smo org}}\text{d}$

t – czas napowietrzania = 7d

Dobowe zapotrzebowanie tlenu z uwzględnieniem sprawności urządzeń natleniających

$$O_2' = \frac{O_2}{\alpha} = 61,7 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

α – założona sprawność napowietrzania w osadzie $\alpha = 0,6$

Godzinowe zapotrzebowanie tlenu:

Przyjęto czas napowietrzania osadu w komorze stabilizacji 10 godzin na dobę.

$$O_2'_h = 61,7/10 = 6,2 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

d) Zapotrzebowanie powietrza

Założono:

- 1 mb dyfuzora o obciążeniu $10 \text{ Nm}^3/\text{mbh}$ dostarcza 19 gO_2 ;
- h_e – głębokość wprowadzania tlenu = 3,8 m;
- Wykorzystanie tlenu: $10 \cdot 3,8 \cdot 19 = 722 \text{ gO}_2/\text{h} \approx 0,7 \text{ kg O}_2/\text{h}$.

Wymagane zapotrzebowanie godzinowe powietrza:

$$Q_h = \frac{\text{obc.dyfuzora} \cdot O_2'_h}{\text{wykorzystanie tlenu}} = 88,6 \text{ m}^3 \text{ pow.}/\text{h} = 1,5 \text{ m}^3 \text{ pow.}/\text{min}$$

e) Dmuchawa do napowietrzania osadu w projektowanej komorze stabilizacji osadu

Założono, że w oczyszczalni ścieków będzie pracować 1 dmuchawa na projektowaną komorę stabilizacji osadu. Wydajność dmuchawy wynosi $88,6 \text{ m}^3/\text{h} \approx 90,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

5.4. PRASA ODWADNIANIA OSADU

a) Obliczenia ilości odwodnionego osadu

Założenia:

- Masa osadu nadmiernego odprowadzanego z projektowanego bioreaktora oraz z istniejącej oczyszczalni:
 $G_c = 2 \cdot 66,1 = 132,2 \text{ kg/d}$;
- Uwodnienie osadu odwodnionego na taśmowej prasie filtracyjnej: $W = 80,0\%$.

Objętość dobową odwodnionego osadu nadmiernego:

$$V = \frac{G_c}{10(100 - W)} \approx 0,7 \text{ m}^3/\text{d}$$

b) Obliczenia ilości polielektrolitu

Założenia:

- Dawka polielektrolitu w przypadku osadów biologicznych wynosi około 2-6 kg/tonę suchej masy osadu. Przyjęto do obliczeń 5 kg/T (= 5 g/kg s.m.o.);
- Polielektrolit będzie stosowany w postaci roztworu wodnego, przygotowanego z proszku; koncentracja roztworu (K_{pol}) powinna mieścić się w granicach 0,05 do 0,25%. Przyjęto $K_{pol} = 0,25\%$ (na każde 1000 l wody trzeba dodać 2,5 kg proszku);
- Przyjęto jednostkowy przyrost osadu czynnego w komorze bioreaktora: $U_{SB} = 0,84 \text{ kg smo/kg BZT}_5$.

Dobowa dawka polielektrolitu:

$$M_{pol} = G_c \cdot 5 \text{ g/kg s.m.o.} = 132,2 \cdot 5 = 661 \text{ g/d} = 0,66 \text{ kg/d}$$

Objętość dobową roztworu polielektrolitu:

$$V_{pol} = \frac{M_{pol}}{K_{pol}} \cdot 100 = \frac{0,66}{0,25} \cdot 100 = 264 \text{ l} \approx 270 \text{ l/d}$$

Z tego wynika, że dziennie zużycie polielektrolitu wyniesie 270 l.

5.5. POZOSTAŁE OBLICZENIA

a) Obliczenia ilości przepracowanych olejów

Założenia:

- Częstotliwość wymiany oleju w mieszadłach – 1 raz na rok;
- Objętość wymienianego oleju w mieszadle: 0,4 l;
- Ilość mieszadeł: 5;
- Częstotliwość wymiany oleju w dmuchawach – 2 razy na rok;
- Objętość wymienianego oleju w dmuchawie: 5,0 l;
- Ilość dmuchaw: 5 (2 istniejące, 3 projektowane);
- Gęstość oleju: $\rho = 0,85 \text{ kg/l}$.

Roczna ilość przepracowanego oleju:

$$M_{olej} = V_{olej} \cdot \rho = (5 \cdot 0,4 \cdot 1 + 5 \cdot 5,0 \cdot 2) \cdot 0,85 = 44,2 \text{ kg/a} \approx 0,05 \text{ Mg/a}$$

6. Charakterystyka obiektów i urządzeń oczyszczalni

6.1. STUDNIA Z SITEM PIONOWYM

Studnia z sitem pionowym to obiekt podziemny, wolnostojący, o kształcie pionowego walca wykonanego z kręgów betonowych o średnicy 2,5 m. W płycie górnej znajdować się będzie luk montażowy oraz włącz zejsiowy do studni. W studni tej zamontowane zostanie sito pionowe z systemem separacji skratek.

Sito pionowe z systemem separacji skratek służy do wstępnego mechanicznego oczyszczania ścieków z większych zanieczyszczeń stałych wpływających do oczyszczalni. Zanieczyszczenia stałe osadzają się na sicie filtrującym. Obrotowy zgarniacz ślimakowy wyposażony w szczotki czyszczące zgarnia skratki z sita, a bezwałowy przenośnik pionowy wynosi je na powierzchnię. W czasie pracy przenośnika skratki są odwadniane i zagęszczane. Odwodnione i sprasowane skratki spadają do kontenera. Ciecz odcisnięta podczas prasowania skratek jest zwracana do pompowni. System jest w pełni zautomatyzowany. Urządzenie jest wyposażone w układ ogrzewany, w związku z czym może pracować również w warunkach zimowych.

Dobrano urządzenie firmy „MONTECH” łączną charakteryzujące się następującymi danymi:

- Wydajność urządzenia: 20,0 l/s;
- Napęd przenośnika: motoreduktor typ W 86 o mocy silnika $N = 2,2$ kW;
- Długość ślimaka: 4000 mm;
- Ślimak: wyposażony w szczotki czyszczące oraz oś, wykonany ze stali czarnej, zabezpieczony antykorozyjnie;
- Długość sita: 800 mm;
- Perforacja sita: $e = 3$ mm;
- Materiał urządzenia: płaszcz, sito, pokrywa – AISI 304;
- Sterowanie: automatyczny panel sterujący (sterownik);
- Przemysławanie skratek: DN32;
- Rynna zrzutowa skratek;
- Urządzenie izolowane: wełna mineralna, przewody grzejne, płaszcz ocieplenia AISI 304, termostat.

6.2. POMPOWNI ŚCIEKÓW

Pompownia ścieków to obiekt podziemny, wolnostojący, o kształcie pionowego walca wykonanego z kręgów betonowych. Założono, że pompy P1 i P2 będą identyczne jak P3 i P4.

Przyjęto pompownię o następujących wymiarach:

- Średnica wewnętrzna pompowni $\varnothing_{\text{wewn. pomp}} = 3,0$ m;
- Wysokość czynna pompowni $H_{\text{cz pomp}} = 0,5$ m;
- Pojemność czerpna pompowni $V_{\text{pcz pomp}} = 3,53$ m³.

W płycie górnej znajdować się będzie luk montażowy oraz włącz zejsiowy. Zainstalowane wewnątrz zbiornika pompowni pompy będą przetłaczały ścieki surowe naprzemiennie do istniejącej oczyszczalni ścieków BOS-200 oraz zbiornika retencyjnego bioreaktora ZB.

Założenia obliczeniowe dla pomp P3 i P4:

- Wydajność pompy $Q_{\text{p pomp}} = 57,8$ m³/h;
- Rurociąg tłoczny PE 100 SDR17 $\varnothing 110 \times 6,6$ mm;
- Długość rurociągu = 40,0 m;
- Geometryczna wysokość podnoszenia $H_g = 12,35$ m.

Obliczenia:

- Prędkość przepływu ścieków w rurociągu = 2,17 m/s;

- Straty liniowe: $h_l = 1,70$ m;
- Straty miejscowe h_m :

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

v – prędkość przepływu ścieków w rurociągu, m/s

g – przyspieszenie ziemskie, $9,81 \text{ m/s}^2$

ξ – współczynnik oporów miejscowych:

L.p.	Nazwa elementu	ξ jedn.	Ilość sztuk	Wartość ξ
1	Włot	0,5	1,0	0,5
2	Kolano kołnierzowe 90°	1,5	1,0	1,5
3	Kolano 90°	0,8	5,0	4,0
4	Zawór zwrotny	1,35	1,0	1,35
5	Zasuwa klinowa	0,15	1,0	0,15
6	Wylot	1,0	1,0	1,0
Suma:				8,5

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 8,5 \cdot \frac{2,17^2}{2 \cdot 9,81} = 2,05 \text{ m}$$

Wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = H_g + h_l + h_m = 12,35 + 1,70 + 2,05 \approx 16,10 \text{ m}$$

Dobrano pompy typu np. KRT E 100-250/54 UGS-245 o parametrach rzeczywistych:

- wydajność pompy $Q = 65,0 \text{ m}^3/\text{h}$;
- wysokość podnoszenia $H = 17,0 \text{ m.s.w.}$;
- moc nominalna silnika $P_2 = 7,5 \text{ kW}$;
- zapotrzebowanie mocy $P_1 = 6,71 \text{ kW}$;
- przyłącze DN 100;
- masa M 141 kg,
- mocowanie pompy – stopa z kolaniem sprzęgającym DN100 z prowadnicą rurową

Sprawdzenie dla pomp P1 i P2. Założono, iż pompy P1 i P2 będą identyczne jak P3 i P4.

Założenia obliczeniowe:

- Wydajność pompy $Q_{p \text{ pomp}} = 57,8 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Rurociąg tłoczny PE 100 SDR17 $\varnothing 110 \times 6,6 \text{ mm}$;
- Długość rurociągu = 45,0 m;
- Geometryczna wysokość podnoszenia $H_g = 9,35 \text{ m}$.

Obliczenia:

- Prędkość przepływu ścieków w rurociągu = 2,17 m/s;
- Straty liniowe: $h_l = 1,91 \text{ m}$;
- Straty miejscowe h_m :

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

v – prędkość przepływu ścieków w rurociągu, m/s

g – przyspieszenie ziemskie, $9,81 \text{ m/s}^2$

ξ – współczynnik oporów miejscowych:

L.p.	Nazwa elementu	ξ jedn.	Ilość sztuk	Wartość ξ
1	Wlot	0,5	1,0	0,5
2	Kolano kołnierzowe 90°	1,5	1,0	1,5
3	Kolano 90°	0,8	5,0	4,0
4	Zawór zwrotny	1,35	1,0	1,35
5	Zasuwa klinowa	0,15	1,0	0,15
6	Wylot	1,0	1,0	1,0
Suma:				8,5

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 8,5 \cdot \frac{2,17^2}{2 \cdot 9,81} = 2,05 \text{ m}$$

Wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = H_g + h_l + h_m = 9,35 + 1,91 + 2,05 \approx 13,31 \text{ m}$$

Stwierdzono, iż pompy P1 i P2 są dobrane prawidłowo i będą posiadały następujące parametry rzeczywiste:

- wydajność pompy $Q = 65,0 \text{ m}^3/\text{h}$;
- wysokość podnoszenia $H = 17,0 \text{ m.s.w.}$

6.3. ZBIORNIK OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

Zaprojektowano żelbetowy zbiornik oczyszczalni ścieków (ZB) składający się z komory bioreaktora (MD), komory retencyjnej (KR) oraz komory stabilizacji osadu (KO). Zbiornik będzie posiadał kształt walca o średnicy 13,0 m wykonanego w formie „zbiornik w zbiorniku” – w części środkowej walca znajduje się komora bioreaktora (o średnicy wewnętrznej 9,0 m), natomiast na zewnątrz komora retencyjna oraz komora stabilizacji osadu.

Projektuje się taką zabudowę zbiornika, że jego część będzie znajdowała się poniżej istniejącego poziomu terenu, a pozostała część będzie wystawała ponad istniejący teren.

6.3.1. KOMORA RETENCYJNA

Zaprojektowano komorę retencyjną (KR) o następujących wymiarach:

- Wysokość całkowita $H_{\text{całk ret}} = 4,8 \text{ m}$;
- Wysokość użytkowa $H_{\text{uż ret}} = 3,9 \text{ m}$;
- Wysokość części martwej $H_{\text{m ret}} = 0,1 \text{ m}$;
- Powierzchnia użytkowa $P_{\text{uż ret}} = 36,52 \text{ m}^2$;
- Pojemność użytkowa $V_{\text{uż ret}} = 142,43 \text{ m}^3$;
- Pojemność martwa $V_{\text{m ret}} = 3,65 \text{ m}^3$;
- Pojemność całkowita $V_{\text{całk ret}} = 175,30 \text{ m}^3$.

W komorze retencyjnej zaprojektowano pompę zatapialną służącą do okresowego przepompowywania ścieków surowych do bioreaktora oraz mieszadła służące do uśrednienia składu dopływających ścieków.

Pompa ścieków surowych (PG)

Założenia obliczeniowe:

- Wydajność pompy $Q_{p \text{ ret}} = 92,5 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Rurociąg tłoczny PE 100 SDR17 $\varnothing 125 \times 7,4 \text{ mm}$;
- Długość rurociągu – 5,50 m;
- Geometryczna wysokość podnoszenia $H_g = 4,80 \text{ m}$.

Obliczenia:

- Prędkość przepływu ścieków w rurociągu – 2,69 m/s;
- Straty liniowe: $h_l = 0,30$ m;
- Straty miejscowe h_m :

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

v – prędkość przepływu ścieków w rurociągu, m/s;

g – przyspieszenie ziemskie, $9,81 \text{ m/s}^2$;

ξ – współczynnik oporów miejscowych:

L.p.	Nazwa elementu	ξ jedn.	Ilość sztuk	Wartość ξ
1	Wlot	0,5	1,0	0,5
2	Kolano kołnierzowe 90°	1,5	1,0	1,5
3	Kolano 90°	0,8	2,0	1,6
4	Wylot	1,0	1,0	1,0
Suma:				4,6

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 4,6 \cdot \frac{2,69^2}{2 \cdot 9,81} = 1,55 \text{ m};$$

Wymagana wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = H_g + h_l + h_m = 4,80 + 0,30 + 1,70 \approx 6,8 \text{ m}$$

Dobrano pompę zatapialną z wirnikiem otwartym typu np. AMAREX N F100-220/044 ULG-210 o następujących parametrach rzeczywistych:

- wydajność pompy $Q = 103 \text{ m}^3/\text{h}$;
- wysokość podnoszenia $H = 7,4 \text{ m.s.w.}$;
- moc nominalna silnika $P_2 = 3,7 \text{ kW}$;
- zapotrzebowanie mocy $P_1 = 5,13 \text{ kW}$;
- przyłącze $DN 100$;
- masa $M = 67 \text{ kg}$,
- mocowanie pompy – stopa z kolaniem sprzęgającym $DN100$ z prowadnicą rurową.

Pompa będzie przetłaczała ścieki do komory bioreaktora (MD) zgodnie z harmonogramem pracy. W budynku wielofunkcyjnym przewidziano dodatkową pompę w/w typu jako pompę rezerwową.

Mieszadła zatapialne (M1, M2, M3)

W komorze retencyjnej zamontowane będą mieszadła, których zadaniem będzie uśrednienie jakości dopływających ścieków. Zaprojektowano 3 mieszadła typu np. Amamix V 2235/24 UDG o następujące parametry:

- Średnica wirnika: $\varnothing = 225 \text{ mm}$;
- Obroty: $n = 1400 \text{ obr/min}$;
- Moc: $P_2 = 2,5 \text{ kW}$;
- Ciężar: $G = 38 \text{ kg}$,
- Mocowanie mieszadła: prowadnica rurowa typ 21 ze stali nierdzewnej wraz z uchwytem do mocowania na płaskim dnie zbiornika oraz uchwytem sprzęgającym,
- Wyposażenie dodatkowe: czujnik temperatury uzwojeń silnika, czujnik wilgoci w kadłubie silnika.

6.3.2. KOMORA BIOREAKTORA

Zaprojektowano komorę bioreaktora (MD) o następujących wymiarach:

- | | |
|-------------------------|---|
| – Średnica komory | $\varnothing_{\text{wewn. bior}} = 9,0 \text{ m}$ |
| – Wysokość całkowita | $H_{\text{całk bior}} = 4,8 \text{ m}$ |
| – Wysokość użytkowa | $H_{\text{uż bior}} = 4,0 \text{ m}$ |
| – Powierzchnia użytkowa | $P_{\text{uż bior}} = 63,62 \text{ m}^2$ |
| – Pojemność użytkowa | $V_{\text{uż bior}} = 252,48 \text{ m}^3$ |
| – Pojemność całkowita | $V_{\text{całk bior}} = 305,38 \text{ m}^3$ |

Do bioreaktora ścieki dostarczane będą okresowo – dwa razy na dobę – z komory retencyjnej (KR) za pomocą zainstalowanej tam pompy zatapialnej. Napowietrzanie ścieków w bioreaktorze będzie realizowane poprzez dmuchawy i system dyfuzorów, natomiast mieszanie ścieków z osadem czynnym w trakcie procesu denitryfikacji poprzez mieszadła. Odpompowywanie osadów nadmiernych do komory stabilizacji osadu (KO) będzie odbywało się poprzez pompy osadu, natomiast odpompowywanie ścieków oczyszczonych po zakończeniu każdego cyklu oczyszczania będzie realizowane za pomocą dekantera. Wszystkie pompy i mieszadła zabezpieczone będą czujnikami poziomu cieczy. System napowietrzania niskociśnieniowego będzie realizowany układem dyfuzorów gumowych membranowych dostarczających powietrze w postaci drobnych pęcherzyków. Praca urządzeń będzie sterowana automatycznie.

Mieszadła zatapialne (M4, M5)

W celu mieszania zawartości komory bioreaktora (MD) w trakcie przerw w napowietrzaniu zaprojektowano mieszadła zatapialne. Przyjęto, że w bioreaktorze pracować będą 2 mieszadła typu np. Amamix C 3238/06UDG o następujące parametry:

- Średnica wirnika: $\varnothing = 325 \text{ mm}$;
- Obroty: $n = 920 \text{ obr/min}$;
- Moc: $P_2 = 1,8 \text{ kW}$;
- Ciężar: $G = 54 \text{ kg}$,
- Mocowanie mieszadła: prowadnica rurowa typ 21 ze stali nierdzewnej wraz z uchwytem do mocowania na płaskim dnie zbiornika oraz uchwytem sprzęgającym,
- Wyposażenie dodatkowe: czujnik temperatury uzwojeń silnika, czujnik wilgoci w kadłubie silnika.

Dekanter

W komorze bioreaktora (MD) zaprojektowano dekanter do grawitacyjnego odprowadzania oczyszczonych ścieków z komory bioreaktora:

Założenia obliczeniowe:

- Wydajność dekantera $Q_{\text{dek}} = 92,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Dobrano dekanter typu np. DP150P o parametrach:

- Wydajność $Q_{\text{max}} = 100,0 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Króciec odpływowy $\varnothing 160 \text{ mm}$,
- Wykonanie materiałowe: dekanter PE, prowadnice i mocowanie ze stali nierdzewnej.

Pompy osadu nadmiernego (PO1, PO2)

W celu odprowadzenia osadów nadmiernych z komory bioreaktora (MD) do komory stabilizacji osadu (KO) zaprojektowano pompy osadów (PO1, PO2):

Założenia obliczeniowe:

- Ilość zainstalowanych pomp – 2 szt.,
- Założony czas pracy pompy – 10 min/cykl,
- Wydajność pompy $Q_{\text{pos}} \approx 12,5 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Rurociąg tłoczny PE 100 SDR17 $\varnothing 90 \times 5,4 \text{ mm}$;
- Długość rurociągu – 9,5 m;

- Geometryczna wysokość podnoszenia $H_g = 4,40\text{m}$.

Obliczenia:

- Prędkość przepływu ścieków w rurociągu – $0,7\text{ m/s}$;
- Straty liniowe: $h_l = 0,07\text{ m}$;
- Straty miejscowe h_m :

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

v – prędkość przepływu ścieków w rurociągu, m/s

g – przyspieszenie ziemskie, $9,81\text{m/s}^2$

ξ – współczynnik oporów miejscowych:

L.p.	Nazwa elementu	ξ jedn.	Ilość sztuk	Wartość ξ
1	Włot	0,5	1	0,5
2	Kolano kołnierzowe 90°	1,5	1	1,5
3	Kolano 90°	0,8	3	2,4
5	Redukcja	0,5	1	0,5
6	Wylot	1,0	1	1,0
Suma:				5,9

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 5,9 \cdot \frac{0,70^2}{2 \cdot 9,81} = 0,15\text{ m};$$

Wymagana wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = H_g + h_l + h_m = 4,40 + 0,07 + 0,15 \approx 4,62\text{ m}$$

Dobrano 2 pompy zatapialne z wirnikiem otwartym typu AMAREX N F65-220/004 ULG-145 o następujących parametrach rzeczywistych:

- wydajność pompy $Q = 14,0\text{ m}^3/\text{h}$;
- wysokość podnoszenia $H = 4,7\text{ m.s.w.}$;
- moc nominalna silnika $P_2 = 0,8\text{ kW}$;
- zapotrzebowanie mocy $P_1 = 1,23\text{ kW}$;
- przyłącze $DN\ 65$;
- masa $M = 49\text{ kg}$,
- mocowanie pompy – stopa z kolaniem sprzęgającym $DN65$ z prowadnicą rurową.

Dyfuzory napowietrzające

Założenia obliczeniowe:

- Przyjęto dyfuzory membranowe rurowe typu np. EMR;
- Wydajność dyfuzorów $10\text{ Nm}^3 / (\text{mb} \cdot \text{h})$

Obliczenia:

- Obliczeniowa długość dyfuzorów

$$L = \frac{Q_{przech}}{10} = \frac{420}{10} = 42\text{ mb}$$

Przyjęto $44,0\text{ mb}$ dyfuzorów typu EMR w komorze bioreaktora (MD).

6.3.3. KOMORA STABILIZACJI OSADU NADMIERNEGO KO

Zaprojektowano komorę stabilizacji osadu (KO) o następujących wymiarach:

- Wysokość całkowita $H_{\text{całk ret}} = 4,8\text{ m}$;

- | | | |
|---------------------------|-----------------|--------------------------|
| – Wysokość użytkowa | $H_{uz\ ret}$ | = 3,8 m; |
| – Wysokość części martwej | $H_{m\ ret}$ | = 0,2 m; |
| – Powierzchnia użytkowa | $P_{uz\ ret}$ | = 14,74 m ² ; |
| – Pojemność użytkowa | $V_{uz\ ret}$ | = 56,01 m ³ ; |
| – Pojemność martwa | $V_{m\ ret}$ | = 2,95 m ³ ; |
| – Pojemność całkowita | $V_{całk\ ret}$ | = 70,75 m ³ . |

Osad nadmierny dostarczany będzie do komory stabilizacji osadu za pomocą zainstalowanych w bioreaktorze pomp osadu (PO1, PO2). W komorze stabilizacji osadu będzie zainstalowana pompa osadu tłocząca osad na prasę odwadniania osadu. Powietrze do osadu będzie dostarczane systemem napowietrzania składającym się z dmuchawy oraz systemu dyfuzorów.

Pompa osadu na prasę (PO3)

W celu odprowadzenia osadów nadmiernych z komory bioreaktora do komory stabilizacji osadu zaprojektowano pompę osadu na prasę (PO3):

Założenia obliczeniowe:

- Wydajność pompy $Q_{p\ os} = 10,0\ m^3/h$;
- Rurociąg tłoczny PE 100 SDR17 Ø 63 x 3,8 mm;
- Długość rurociągu – około 30,0 m;
- Geometryczna wysokość podnoszenia $H_g = 4,3\ m$;
- Ilość osadu doprowadzonego na prasę powinna wynosić około 6,0 m³/h; w związku z tym należy przewidzieć również rurociąg powrotny, który odprowadzi z powrotem do komory stabilizacji osadu tę ilość osadu, która przewyższa założoną wartość 6,0 m³/h.

Obliczenia dla rurociągu od komory stabilizacji osadu na prasę:

- Prędkość przepływu ścieków w rurociągu – 1,15 m/s;
- Straty liniowe: $h_{L-1} = 0,81\ m$;
- Straty miejscowe h_{m-1} :

$$h_{m-1} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

v – prędkość przepływu ścieków w rurociągu, m/s

g – przyspieszenie ziemskie, 9,81 m/s²

ξ – współczynnik oporów miejscowych:

L.p.	Nazwa elementu	ξ jedn.	Ilość sztuk	Wartość ξ
1	Włot	0,5	1	0,5
2	Kolano kołnierzowe 90°	1,5	1	1,5
3	Kolano 90°	0,8	6	4,8
4	Zasuwa w studni	0,15	1	0,15
5	Zawór zwrotny	1,35	1	1,35
6	Trójkąt zbieżny	0,92	1	0,92
7	Trójkąt rozbieżny	0,07	1	0,07
8	Zasuwa przy prasie	1,5	1	1,5
9	Wylot	1,0	1	1,0
Suma:				11,79

$$h_{m-1} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 11,79 \cdot \frac{1,15^2}{2 \cdot 9,81} = 0,79 \text{ m};$$

Obliczenia dla rurociągu powrotnego od prasy do komory stabilizacji osadu:

- Założono przepływ osadu rurociągiem powrotnym 5 m³/h,
- Prędkość przepływu osadów w rurociągu – 0,58 m/s;
- Straty liniowe: $h_{L-2} = 0,23 \text{ m}$;
- Straty miejscowe h_{m-2} :

$$h_{m-2} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

v – prędkość przepływu ścieków w rurociągu, m/s

g – przyspieszenie ziemskie, 9,81 m/s²

ξ – współczynnik oporów miejscowych:

L.p.	Nazwa elementu	ξ jedn.	Ilość sztuk	Wartość ξ
1	Kolano 90°	0,8	8	6,4
2	Trójkąt rozbieżny	0,96	1	0,96
3	Wylot	1,0	1	1,0
Suma:				8,36

$$h_{m-2} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 8,36 \cdot \frac{0,58^2}{2 \cdot 9,81} = 0,14 \text{ m};$$

Wymagana wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = H_g + h_{L-1} + h_{L-2} + h_{m-1} + h_{m-2} = 4,30 + 0,81 + 0,23 + 0,79 + 0,14 \approx 6,27 \text{ m}.$$

Dobrano pompę zatapialną z wirnikiem otwartym typu AMAREX N F50-170/002 ULG-90 o następujących parametrach:

- wydajność pompy $Q = 11,0 \text{ m}^3/\text{h}$;
- wysokość podnoszenia $H = 7,0 \text{ m.s.w.}$;
- moc nominalna silnika $P_2 = 1,3 \text{ kW}$;
- zapotrzebowanie mocy $P_1 = 1,75 \text{ kW}$;
- przyłącze DN 50;
- masa M 41 kg,
- mocowanie pompy – stopa z kolaniem sprzęgającym DN65 z prowadnicą rurową.

Dyfuzory napowietrzające

Założenia obliczeniowe:

- Przyjęto dyfuzory membranowe rurowe typu np. EMR;
- Wydajność dyfuzorów 10 Nm³/(mb•h)

Obliczenia:

- Obliczeniowa długość dyfuzorów:

$$L = \frac{Q_{przez}}{10} = \frac{100}{10} = 10 \text{ mb}$$

Przyjęto 10,0 mb dyfuzorów typu EMR w komorze bioreaktora.

6.3.4. KOMORA STABILIZACJI OSADU NADMIERNEGO KO1

Pompa osadu na prasę (PO4)

W celu odprowadzenia osadów nadmiernych z istniejącej w budynku oczyszczalni BOS-200 komory stabilizacji i zagęszczania osadu zaprojektowano pompę osadu na prasę (PO4):

Założenia obliczeniowe:

- Wydajność pompy $Q_{p\ os} = 10,0 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Rurociąg tłoczny PE 100 SDR17 $\varnothing 63 \times 3,8 \text{ mm}$;
- Długość rurociągu – około 60,0 m;
- Wysokość podnoszenia $H = 4,3 \text{ m}$;
- Ilość osadu doprowadzonego na prasę powinna wynosić około $6,0 \text{ m}^3/\text{h}$; w związku z tym należy przewidzieć również rurociąg powrotny, który odprowadzi z powrotem do komory stabilizacji osadu tę ilość osadu, która przewyższa założoną wartość $6,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Obliczenia dla rurociągu od komory stabilizacji osadu na prasę:

- Prędkość przepływu ścieków w rurociągu – $1,15 \text{ m/s}$;
- Straty liniowe: $h_{L-1} = 1,59 \text{ m}$;
- Straty miejscowe h_{m-1} :

$$h_{m-1} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

v – prędkość przepływu ścieków w rurociągu, m/s

g – przyspieszenie ziemskie, $9,81 \text{ m/s}^2$

ξ – współczynnik oporów miejscowych:

L.p.	Nazwa elementu	ξ jedn.	Ilość sztuk	Wartość ξ
2	Kolano kołnierzowe 90°	1,5	1	1,5
3	Kolano 90°	0,8	11	8,8
4	Zasuwa w studni	0,15	1	0,15
5	Zawór zwrotny	1,35	1	1,35
6	Trójnik zbieżny	0,92	1	0,92
7	Trójnik rozbieżny	0,07	1	0,07
8	Zasuwa przy prasie	1,5	1	1,5
9	Wylot	1,0	1	1,0
Suma:				15,29

$$h_{m-1} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 15,29 \cdot \frac{1,15^2}{2 \cdot 9,81} = 1,03 \text{ m};$$

Obliczenia dla rurociągu powrotnego od prasy do komory stabilizacji osadu:

- Prędkość przepływu osadów w rurociągu – $0,58 \text{ m/s}$;
- Straty liniowe: $h_{L-2} = 0,46 \text{ m}$;
- Straty miejscowe h_{m-2} :

$$h_{m-2} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

v – prędkość przepływu ścieków w rurociągu, m/s

g – przyspieszenie ziemskie, $9,81 \text{ m/s}^2$

ξ – współczynnik oporów miejscowych:

L.p.	Nazwa elementu	ξ jedn.	Ilość sztuk	Wartość ξ
1	Kolano 90°	0,8	8	6,4
2	Trójkąt rozbieżny	0,96	1	0,96
3	Wylot	1,0	1	1,0
Suma:				8,36

$$h_{m-2} = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 8,36 \cdot \frac{0,58^2}{2 \cdot 9,81} = 0,14 \text{ m};$$

Wymagana wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = H_g + h_{L-1} + h_{L-2} + h_{m-1} + h_{m-2} = 4,30 + 1,59 + 0,46 + 1,03 + 0,14 \approx 7,52 \text{ m}.$$

Dobrano tę samą pompę zatapialną z wirnikiem otwartym typu AMAREX N F50-170/002 ULG-90 o następujących parametrach:

- wydajność pompy $Q = 11,0 \text{ m}^3/\text{h};$
- wysokość podnoszenia $H = 7,0 \text{ m.s.w.};$
- moc nominalna silnika $P_2 = 1,3 \text{ kW};$
- zapotrzebowanie mocy $P_1 = 1,75 \text{ kW};$
- przyłącze $DN 50;$
- masa M $41 \text{ kg},$
- mocowanie pompy – wykonanie przenośne, pompa z kolaniem 90° – kołnierz DN50 PN16/gwint wewnętrzny 2", mocowana na linii stalowej nierdzewnej.

6.4. STUDNIA POMIAROWA

Zaprojektowano studnię pomiarową (PB) z kręgów betonowych $\phi 1,5 \text{ m}$, w której zainstalowany zostanie zestaw pomiaru przepływu składający się z koryta pomiarowego Palmer&Bowlus'a ZPB300 ($Q=220 \text{ m}^3/\text{h}$) i przepływomierza ultradźwiękowego FLOWBOX.

Zwężka Palmera&Bowlus'a wykonana będzie w postaci odcinka rury $\phi 315\text{mm}$ z odpowiednio wyprofilowanym dnem. Zwężka ta umożliwi dokonywanie pomiarów przepływu w kanałach

o przekroju kołowym ze spływem grawitacyjnym bez konieczności wykonywania kosztownej komory pomiarowej i montażu innych koryt. Zwężka będzie wyposażona we wspornik do zamontowania odpowiedniego typu czujnika przepływomierza rejestrującego ilość przepływającego medium.

Pomiar ilości ścieków odprowadzanych do środowiska umożliwi precyzyjne określenie opłaty ekologicznej wynikającej z korzystania ze środowiska.

Zestaw pomiarowy składa się z następujących elementów:

- Koryto pomiarowe Palmer&Bowlus'a,
- Mikroprocesorowy przetwornik M1600,
- Ultradźwiękowy czujnik poziomu.

6.5. STUDNIA Z ZASUWĄ NOŻOWĄ

Studnia z zasuwą nożową (SN) zostanie wykonana z kręgów betonowych $\phi 1,2 \text{ m}$. W studni znajdować się będzie zasuwa nożowa DN200 z niewznoszącym się wrzecionem wraz z przyłączem do napędu oraz napęd elektryczny.

6.6. STUDNIA PIERWSZEGO ZRZUTU

W pierwszym momencie grawitacyjnego odpływu ścieków z komory bioreaktora może pojawić się również osad. Aby zapobiec jego odprowadzaniu do odbiornika zaprojektowano studnię

pierwszego zrzutu (PZ) wykonaną z kręgów betonowych ϕ 1,2 m. Do tej studni odpłyną ścieki pierwszego zrzutu, a następnie zostaną one zawrócone do układu oczyszczalni. W studni znajdować się będzie zasuwą nożowa DN200 z niewznoszącym się wrzecionem wraz z przyłączem do napędu oraz napęd elektryczny.

6.7. STUDNIA POBORU PRÓB

Zaprojektowano studnię poboru prób (SP) z kręgów betonowych ϕ 1,2 m. Zadaniem zaprojektowanej studni poboru prób jest pobór próbek ścieków oczyszczonych do badań laboratoryjnych. Próby ścieków oczyszczonych do badań należy pobierać w tej studni w fazie wypompowywania ścieków.

6.8. STUDNIA ZAWOROWA

Zaprojektowano **studnię zaworową** (SZ) z kręgów betonowych ϕ 1,5 m. Studnia ta umożliwi tłoczenie osadów z projektowanej i istniejącej komory osadu na jeden rurociąg doprowadzający osad na prasę. W studni znajdować się będą 3 zasuwę nożowe DN50 z niewznoszącym się wrzecionem. Z czego dwie zasuwę nożowe wyposażone są w napęd elektryczny a trzecia sterowana jest ręcznie.

6.9. BUDYNEK WIELOFUNKCYJNY

W budynku wielofunkcyjnym (BW) znajdują się pomieszczenia związane z technologią oczyszczania ścieków (stacja dmuchaw, pomieszczenie prasy), centralna sterownia, magazyn i pomieszczenia socjalno-bytowe dla obsługi.

Prasa odwadniania osadu

W celu odwodnienia osadu ustabilizowanego tlenowo projektuje się umieszczoną w budynku wielofunkcyjnym prasę taśmową do odwadniania osadu. W skład urządzenia wchodzi 2 podstawowe elementy zespolone w jedną zwartą konstrukcję – zagęszczacz wstępny i właściwa prasa taśmowa. W zagęszczaczu wstępnym następuje wstępne odseparowanie wody zwiększające koncentrację osadu uwodnionego. Zastosowanie zespolonego zagęszczacza wstępnego umożliwia odwodnienie osadów o dużym uwodnieniu początkowym. Zagęszczony w zagęszczaczu osad podawany jest zsypem na taśmę do strefy niskiego ciśnienia, następnie przechodzi do strefy klinowej, z której jest kierowany do strefy maksymalnego ciśnienia. System ten pozwala na wyciśnięcie z osadu tzw. wody kapilarnej znajdującej się wewnątrz flokuł osadu. Uproszczona konstrukcja urządzenia pozwala na szybką i łatwą obsługę i konserwację urządzenia.

Zaprojektowano prasę taśmową np. MONOBELT® typu NP08 CK. W skład zestawu wchodzi:

- Prasa taśmowa np. MONOBELT® NP08CK zblokowana z zagęszczaczem (szerokość taśmy 800 mm);
- Zespół przygotowania i dozowania polielektrolitu CMP10-XL;
- Ślimakowa pompa osadu PF-MH10-B;
- Sprężarka;
- Mieszacz statyczny MSC 01;
- Pompa odśrodkowa do płukania prasy PF-MH10-B;
- Tablica kontrolna QNP08;
- Zespół odzysku wody płucznej;
- Przenośnik ślimakowy odprowadzający osad odwodniony do kontenera.

Zestaw posiada następujące parametry:

- Szerokość taśmy 800 mm;
- Przepływ roboczy 2 –6 m³/h;

- Ilość wody płucznej $4 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tłoczenie osadu na prasę będzie realizowane za pomocą dwóch pomp zainstalowanych w odrębnych komorach osadu nadmiernego. Taka sytuacja wymusza zastosowanie indywidualnego układu sterowania pracy prasy. Należy mieć to na uwadze podczas zamawiania gotowego urządzenia u producenta.

Dmuchawy napowietrzające ścieki (DM1, DM2)

Powietrze do napowietrzania ścieków będzie dostarczane rurociągiem powietrza z dmuchaw (DM1 i DM2) znajdujących się w budynku wielofunkcyjnym (BW), w pomieszczeniu dmuchaw.

Założono, że w oczyszczalni ścieków będą pracować 2 dmuchawy (DM1 i DM2) na projektowany bioreaktor (MD). Według przeprowadzonych obliczeń wydajność każdej z nich wynosić musi $\approx 210,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Dobrano dwie dmuchawy np. ROBOX EVOLUTION ES15/1P o następujących parametrach:

- Wydajność dmuchawy $Q_{p \text{ rzecz}} = 220 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Spręż (nadciśnienie) $\Delta p = 500 \text{ mbar}$;
- moc silnika elektrycznego $P = 5,5 \text{ kW}$;
- króciec powietrza: DN 65
- poziom hałasu (z obudową) $= 70,0 \text{ dB(A)}$.

Dmuchawa napowietrzająca osad (DM3)

Powietrze do napowietrzania osadu będzie dostarczane Rurociągiem powietrza z dmuchawy (DM3) znajdującej się w budynku wielofunkcyjnym (BW), w pomieszczeniu dmuchaw.

Założono, że w oczyszczalni ścieków będzie pracować 1 dmuchawa na projektowaną komorę stabilizacji osadu (KO). Według obliczeń wydajność dmuchawy wynosić musi około $90,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Dobrano dmuchawę np. ROBOX EVOLUTION ES15/1P o następujących parametrach:

- Wydajność dmuchawy $Q_{p \text{ rzecz}} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Spręż (nadciśnienie) $\Delta p = 500 \text{ mbar}$;
- moc silnika elektrycznego $P = 3,0 \text{ kW}$;
- króciec powietrza: DN 65
- poziom hałasu (z obudową) $= 70,0 \text{ dB(A)}$.

7. Rozwiązania techniczno - instalacyjne

7.1 BUDYNEK WIELOFUNKCYJNY

W budynku wielofunkcyjnym (BW) znajdują się m.in. pomieszczenia związane z technologią oczyszczania ścieków (stacja dmuchaw, pomieszczenie prasy).

Dmuchawy znajdujące się w stacji dmuchaw, zostały połączone z odpowiednimi komorami projektowanego zbiornika oczyszczalni, za pomocą rurociągów wykonanych ze stali nierdzewnej. Do budowy instalacji powietrza w budynku wielofunkcyjnym zastosowano następujące rurociągi:

- $\phi 76,1 \times 2,0$ stal nierdzewna;
- $\phi 114,3 \times 2,0$ stal nierdzewna.

Łączenie przewodów należy wykonać za pomocą połączeń kołnierzowych i spawania.

W pomieszczeniu prasy zaprojektowano rurociągi:

- dozowania polielektrolitu wykonanego z PP $\phi 20 \text{ PN}10$;
- instalację osadu w pomieszczeniu prasy wykonanego z PP $\phi 63 \text{ PN}10$.

Łączenie przewodów PP wykonać za pomocą zgrzewania polidyfuzyjnego i połączeń kołnierzowych.

7.2 ISTNIEJĄCY BUDYNEK OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW BOS-200

W budynku oczyszczalni BOS-200 znajduje się komora stabilizacji osadu, z której przewidziano odprowadzanie osadu na prasę znajdującą się w budynku wielofunkcyjnym. W tym celu przewidziano zamontowanie w zbiorniku pompy osadu. Instalacja wewnętrzna zostanie wykonana z rur PP $\phi 63$ PN10.

Łączenie przewodów PP wykonać za pomocą zgrzewania polidyfuzyjnego i połączeń kołnierзовych.

8. Gospodarka odpadami

W trakcie pracy oczyszczalni ścieków będą powstawały następujące rodzaje odpadów (nazewnictwo i kody podano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów – Dz.U. 2001 nr 112 poz. 1206):

- **Skratki – kod 19 08 01** (odpad inny niż niebezpieczne)
Skratki zostaną wydzielone na sieć pionową z systemem separacji skratek. Będą przechowywane w typowych szczelnych kontenerach i po uprzednim przesypaniu wapnem chlorowanym okresowo wywożone na najbliższe składowisko odpadów komunalnych o unormowanym stanie formalno-prawnym. Szacuje się, że ilość wytworzonych skratek wyniesie ok. 46,2 Mg/a, tj. około 126,6 l/d.
- **Ustabilizowane komunalne osady ściekowe – kod 19 08 05** (odpad inny niż niebezpieczne)
Powstający w bioreaktorach osad nadmierny będzie stabilizowany tlenowo najpierw w bioreaktorze, a następnie – po przepompowaniu do komory stabilizacji osadu – będzie poddany dalszej stabilizacji tlenowej. Osad ten będzie następnie tłoczony do budynku wielofunkcyjnego, gdzie poddany zostanie odwodnieniu na taśmowej prasie filtracyjnej. Przewiduje się, że osad nadmierny po odwodnieniu na prasie stanowić będzie objętość około 0,52 Mg/a, tj. 0,7 m³/d. Odwodniony osad będzie przechowywany w typowych kontenerach lub na przyczepie samowyładowczej, a następnie okresowo wywożony na składowisko odpadów przez odbiorcę zewnętrznego posiadającego odpowiednie uprawnienia w tym zakresie.
- **Odpady komunalne – kod 20 03 01** (odpad inny niż niebezpieczne)
Do odpadów tej grupy zaliczyć można m.in. worki, opakowania, papier, tekturę itp. Odpady te będą magazynowane w typowym kontenerze. Szacunkowa ilość powstających odpadów wyniesie 1,0 Mg/a. Odpady te należy wywozić na wysypisko odpadów komunalnych.
- **Mineralne oleje silnikowe, przekładniowe i smarowe niezawierające związków chlorowcoorganicznych – kod 13 02 05*** (odpad niebezpieczny)
Do tej grupy zaliczać się będą przepracowane oleje powstające w trakcie wymiany oleju w urządzeniach zainstalowanych na oczyszczalni (mieszadła i dmuchawy). Szacunkowa ilość oleju wyniesie około 0,05 Mg/a, tj. ok. 58,0 l/a. Oleje te będą przechowywane w szczelnych pojemnikach i wywożone przez firmę posiadającą stosowne zezwolenia na prowadzenie takiej działalności.
- **Opakowania zawierające pozostałości substancji niebezpiecznych lub nimi zanieczyszczone – kod 15 01 10*** (odpad niebezpieczny)
Do odpadów tej grupy zaliczyć można m.in. polietylenowe zbiorniki po dostarczaniu polielektrolitu wspomagającego proces odwadniania osadów. Odpady te będą zagospodarowane zgodnie z ustawą o odpadach. Szacuje się, że ilość wytworzonych odpadów tej grupy wyniesie ok. 0,05 Mg/a.
- **Zużyte urządzenia zawierające niebezpieczne elementy ⁽¹⁾ inne niż wymienione w 16 02 09 do 16 02 12 – kod 16 02 13*** (odpad niebezpieczny)

P.W. ENEKO Sp. z o.o. ul. K.Miarki 12 44-100 Gliwice	ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW BOS-200 W KRUPSKIM MŁYNIE PRZY UL. TARNOGÓRSKIEJ OBRĘB KRUPSKI MŁYN – DZIAŁKI NR: 295/22, 229/22, 35. PROJEKT WYKONAWCZY – BRANŻA TECHNOLOGICZNA	Proj. nr 426/09-04 str. 29
---	---	---

Do odpadów tej grupy zaliczyć można zużyte świetlówki służące do oświetlania poszczególnych pomieszczeń budynku oczyszczalni. Szacuje się, że ilość wytworzonych odpadów tej grupy wyniesie około 0,01 Mg/a.

9. Zestawienie mocy elektrycznej

Szafka sterownicza zostanie umieszczona w budynku wielofunkcyjnym (BW).

Moc zainstalowana na potrzeby technologiczne – projektowane obiekty oczyszczalni

1) Studnia z sitem pionowym (SS):	
– Napęd przenośnika	2,20 kW;
– Ogrzewanie	2,20 kW.
2) Pompownia ścieków (PS):	
– Pompy w pompowni (P1, P2, P3, P4)	4 x 6,71 = 26,84 kW.
3) Zbiornik oczyszczalni ścieków – komora retencyjna (KR):	
– Pompa ścieków surowych (PG)	5,13 kW;
– Mieszadła (M1, M2, M3)	3 x 3,50 = 10,50 kW.
4) Zbiornik oczyszczalni ścieków – bioreaktor (MD):	
– Mieszadła (M4, M5)	2 x 2,50 = 5,00 kW;
– Pompy osadu nadmiernego (PO1, PO2)	2 x 1,23 = 2,46 kW.
5) Zbiornik oczyszczalni ścieków - komora stabilizacji osadu nadmiernego (KO):	
– Pompa osadu na prasę	1,75 kW
6) Studnia zaworowa (SZ):	
– Zasuwa nożowa 2 szt.	2 x 0,37 = 0,74 kW
7) Studnia z zasuwą nożową (SN):	
– Zasuwa nożowa	0,37 kW
8) Studnia pierwszego zrzutu (PZ):	
– Zasuwa nożowa	0,37 kW.
9) Studnia pomiarowa (PB):	
– 1 x przepływomierz ultradźwiękowy – sterowanie	0,01 kW.
10) Budynek wielofunkcyjny (BW):	
– Dmuchawa do napowietrzania ścieków w bioreaktorze	2 x 5,50 = 11,00 kW;
– Dmuchawa do napowietrzania osadu nadmiernego w komorze (KO)	3,00 kW;
– Prasa odwadniania osadu	8,00 kW;
– Moc zainstalowana w istniejącej oczyszczalni BOS-200	15,00 kW
<i>Ogółem moc zainstalowana na potrzeby technologiczne</i>	94,57 kW
<i>- współczynnik jednoczesności mocy</i>	0,67
<i>Maksymalny chwilowy pobór mocy</i>	63,36 kW

Dodatkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną – projektowane obiekty oczyszczalni

– Ogrzewania i wentylacja	25,00 kW;
– Przygotowanie ciepłej wody	7,00 kW;
– Oświetlenie i automatyka	3,00 kW.
<i>Ogółem dodatkowa moc zainstalowana</i>	35,00 kW
<i>- współczynnik jednoczesności mocy</i>	0,67
<i>Maksymalny chwilowy pobór mocy</i>	23,45 kW

<i>Ogółem moc zainstalowana w rozbudowanej oczyszczalni</i>	129,57 kW
<i>Maksymalny chwilowy pobór mocy w rozbudowanej oczyszczalni</i>	86,81 kW

10. Odbiornik ścieków oczyszczonych

Oczyszczone ścieki zostaną odprowadzone do istniejącej kanalizacji, skąd odpłyną w kierunku odbiornika. Ścieki będą wprowadzane do rzeki Mała Panew w km 78,17.

11. Zestawienie urządzeń

L.p.	Nazwa urządzenia	Ilość	Parametry i dodatkowe wyposażenie
1	Sito pionowe z separacją skratek	1 szt.	Q = 20 l/s, perforacja 3 mm; P = 2,2 kW; króciec doprowadzający ścieki $\varnothing = 315$ mm;
2	Pompa KRT E 100-250/54 UGS-245	4 szt.	Q = 65,0 m ³ /h; H= 17,0 m; P2 = 7,5 kW; mocowanie – stopa z kolanem sprzęgającym DN100 z prowadnicą rurową dł. 7,3 m.
3	Pompa Amerex N F100-220/044 ULG-210	2 szt.	Q = 103,0 m ³ /h; H=7,4 m; P2 = 3,7 kW; mocowanie – stopa z kolanem sprzęgającym DN100 z prowadnicą rurową
4	Mieszadło Amamix V 2235/24 UDG	3 szt.	Średnica wirnika $\varnothing = 225$ mm; P2 = 2,5 kW; mocowanie - prowadnica rurowa typ 21 ze stali nierdzewnej oraz uchwytem sprzęgającym, wyposażenie dodatkowe: czujnik temperatury uzwojeń silnika, czujnik wilgoci w kadłubie silnika
5	Mieszadło Amamix C 3238/06 UDG	2 szt.	Średnica wirnika $\varnothing = 325$ mm; P2 = 1,8 kW; mocowanie - prowadnica rurowa typ 21 ze stali nierdzewnej oraz uchwytem sprzęgającym, wyposażenie dodatkowe: czujnik temperatury uzwojeń silnika, czujnik wilgoci w kadłubie silnika
6	Dekanter typu np. DP150P	1 szt.	Wydajność $Q_{\max} = 100,0$ m ³ /h; Króciec odpływowy $\varnothing 160$ mm, dekanter z PE, prowadnice i mocowanie ze stali nierdzewnej
7	Pompa Amerex N F65-220/004 ULG-145	2 szt.	Q = 14,0 m ³ /h; H=4,7 m; P2 = 0,8 kW; mocowanie – stopa z kolanem sprzęgającym DN65 z prowadnicą rurową (w tym 1 pracująca i 1 rezerwowa – bez stopy)
8	Pompa Amerex N F50-170/002 ULG-90	1 szt.	Q = 11,0 m ³ /h; H=7,0 m; P2 = 1,3 kW; mocowanie – stopa z kolanem sprzęgającym DN65 z prowadnicą rurową
9	Pompa Amerex N F50-170/002 ULG-90	1 szt.	Q = 11,0 m ³ /h; H=7,0 m; P2 = 1,3 kW; mocowanie – wykonanie przenośne, pompa z kolanem 90° – kołnierz DN50 PN16/gwint wewnętrzny 2”, mocowana na linii stalowej nierdzewnej
15	Prasa taśmowa typu NP08 CK z zagęszczaczem	1 szt.	Szerokość taśmy 800 mm; Q=2-6 m ³ /h; Ilość wody płucnej 4 m ³ /h; dodatkowe wyposażenie: zespół przygotowania i dozowania polielektrolitu CMP10-XL; ślimakowa pompa osadu PF-MH10-B, sprężarka, mieszacz statyczny, zespół odzysku wody płucnej, przenośnik ślimakowy, szafa sterownicza.
16	Dmuchawa Robox Evolution ES/151P	3 szt.	Q=220 m ³ /h; P=5,5 kW, króciec powietrza DN65, w obudowie dźwiękochłonnej
17	Dmuchawa Robox Evolution ES/151P	1 szt.	Q=100 m ³ /h; P=3,0 kW, króciec powietrza DN65, w obudowie dźwiękochłonnej

*P.W. ENEKO
Sp. z o.o.
ul. K.Miarki 12
44-100
Gliwice*

ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW BOS-200
W KRUPSKIM MŁYNIE PRZY UL. TARNOGÓRSKIEJ
OBRĘB KRUPSKI MŁYN – DZIAŁKI NR: 295/22, 229/22, 35.
**PROJEKT WYKONAWCZY –
BRANŻA TECHNOLOGICZNA**

*Proj. nr
426/09-04
str. 31*