

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 1
-------------------	--	---------------------------

SPIS TREŚCI:

1. DANE OGÓLNE.....	3
1.1. Przedmiot i zakres opracowania.....	3
1.2. Materiały wyjściowe.....	3
2. ISTNIEJĄCY STAN GOSPODARKI WODNO ŚCIEKOWEJ.....	3
2.1. Lokalizacja inwestycji.....	3
2.2. Gospodarka ściekowa.....	3
3. PROJEKTOWANA GOSPODARKA ŚCIEKOWA.....	3
3.1. Ilość ścieków.....	3
3.2. Jakość ścieków komunalnych.....	4
3.3. Projektowana technologia oczyszczania ścieków komunalnych.....	5
4. OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE I CHARAKTERYSTYKA PRZYJĘTYCH URZĄDZEŃ W OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW.....	6
4.1. ZBIORNIK OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW (ZB).....	6
4.1.1 Komora retencyjna.....	7
4.1.2 Komora bioreaktora.....	8
4.1.3 Komora stabilizacji osadów.....	13
4.2. SITOPIASKOWNIK (SKP).....	15
4.3. KONTENER TECHNOLOGICZNY (KT).....	17
4.4. STUDZIENKA POMIAROWA (SP) - ISTNIEJĄCA.....	17
4.5. STUDZIENKA POBORU PRÓB - ISTNIEJĄCA.....	17
5. CYKLE PRACY KOMORY BIOREAKTORA.....	18
6. EFEKTY REDUKCJI ZANIECZYSZCZEŃ W ŚCIEKACH KOMUNALNYCH.....	18
7. GOSPODARKA ODPADAMI.....	19
8. ZESTAWIENIE MOCY ELEKTRYCZNEJ.....	20

MW PROJEKT	<p align="center">PROJEKT TECHNOLOGICZNY</p> <p align="center">Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos</p>	<p align="center">05.08.2019</p> <p align="center">Strona nr 2</p>
-------------------	---	--

9. STREFA OCHRONNA.....20

10. ODBIORNIK OCZYSZCZONYCH ŚCIEKÓW.....20

11. WNIOSKI KOŃCOWE.....21

SPIS RYSUNKÓW:

- 1. Wyposażenie kontenera technologicznego KT**
- 2. Zabudowa sitopiaskownika STP**

MW PROJEKT	<p style="text-align: center;">PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos</p>	05.08.2019 Strona nr 3
-------------------	---	-------------------------------

DANE OGÓLNE

PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Projekt niniejszy został opracowany na potrzeb rozbudowy biologicznej oczyszczalni ścieków w miejscowości Łazy, gm. Kampinos.

MATERIAŁY WYJŚCIOWE

Podstawę do opracowania niniejszej dokumentacji stanowią uzyskane informacje, min.:

- zakres inwestycji i pierwotna dokumentacja,
- ilość ścieków,
- mapa do celów projektowych w skali 1:500,
- informacje o warunkach gruntowo - wodnych.

ISTNIEJĄCY STAN GOSPODARKI WODNO ŚCIEKOWEJ

LOKALIZACJA INWESTYCJI

Rozbudowywana oczyszczalnia zlokalizowana we wschodniej części działki nr ew. 81 obręb Łazy, przylegającej do drogi wojewódzkiej nr 580, w miejscu obecnie istniejącej oczyszczalni.

Gospodarka ściekowa

Na omawianym terenie istnieje kanalizacja sanitarna tłoczna, która doprowadza ścieki do istniejącej, złożowej oczyszczalni ścieków o przepustowości $Q_{\text{śrd}} = 30 \text{ m}^3/\text{d}$.

Ze względu na zwiększenie ilości dopływających ścieków do wartości docelowej $Q_{\text{śrd}} = 50 \text{ m}^3/\text{d}$ Inwestor postanowił przebudować i zmodernizować istniejącą mechaniczno-biologiczną oczyszczalnię ścieków. Praca oczyszczalni będzie oparta na metodzie niskoobciążonego osadu czynnego z jednoczesną tlenową stabilizacją osadu nadmiernego, realizowana w bioreaktorze pracującym w technologii SBR (sekwencyjny reaktor biologiczny).

PROJEKTOWANA GOSPODARKA ŚCIEKOWA

IŁOŚĆ ŚCIEKÓW

Ścieki dopływające do oczyszczalni będą pochodziły z miejscowości Wola Pasikońska. Przewiduje się dopływ ścieków do oczyszczalni w ilości docelowej $Q_{\text{śrd}} = 50,0 \text{ m}^3/\text{d}$.

Nie przewiduje się dowożenia ścieków do oczyszczalni taborem asenizacyjnym.

Ilość ścieków dopływająca do oczyszczalni:

Łączna średniodobowa ilość ścieków dopływających do oczyszczalni: $Q_{\text{śrd}} = 50,0 \text{ m}^3/\text{d}$

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 4
-------------------	--	---------------------------

Przepływ maksymalny godzinowy ścieków dopływający do oczyszczalni:

$$Q_{\max h} = N_d \cdot N_h \cdot Q_{\text{śrd}} / 24 \text{ h} = 1,5 \cdot 2,5 \cdot 50 / 24 \text{ h} = \mathbf{7,8 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$N_d = 1,5$ – współczynnik nierównomierności dobowej,

$N_h = 2,5$ – współczynnik nierównomierności godzinowej,

Przepływ maksymalny sekundowy ścieków dopływających:

$$Q_{\max s} = \mathbf{2,2 \text{ l/s}}$$

Równoważna liczba mieszkańców obliczona na podstawie stężenia i ilości ścieków:

$$\text{RLM} = \mathbf{375}$$

JAKOŚĆ ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH

Jakość ścieków przyjęto na bazie podobnych pracujących oczyszczalni ścieków komunalnych i na podstawie literatury technicznej, przyjęto:

L.p.	Wskaźnik	Stężenia [g/m ³]	Ładunek [kg/d]
1	BZT ₅	450	22,5
2	ChZT _{Cr}	900	45,0
3	Zawiesina ogólna	450	22,5
4	Azot ogólny	70	3,5
5	Fosfor ogólny	12	0,6

Przyjęto następujące redukcje zanieczyszczeń na urządzeniu do mechanicznego oczyszczania ścieków:

S_{BZT_5}	– 10%
S_{ChZT}	– 10%
S_{zaw}	– 30%
S_{Nog}	– 5%
S_{Pog}	– 5%

Do obliczeń przyjęto następujące stężenia wskaźników zanieczyszczeń w ściekach surowych, podczyszczonych mechanicznie:

L.p.	Wskaźnik	Stężenia [g/m ³]	Ładunek [kg/d]
1	BZT ₅	405,0	20,3
2	ChZT _{Cr}	810,0	40,5
3	Zawiesina ogólna	315,0	15,8
4	Azot ogólny	66,5	3,3
5	Fosfor ogólny	11,4	0,6

MW PROJEKT	<p style="text-align: center;">PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos</p>	05.08.2019 Strona nr 5
-------------------	--	-------------------------------

PROJEKTOWANA TECHNOLOGIA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH

Oczyszczalnia ścieków będzie się składać z następujących obiektów:

- zbiornik oczyszczalni (ZB) ścieków z wydzieloną komorą retencyjną (KR), komorą bioreaktora (KB) i komorą stabilizacji osadów (KO) o przepustowości $Q_{\text{sr d}} = 50 \text{ m}^3/\text{d}$,
- sitopiaskownik (STP),
- kontener technologiczny (KT),
- studzienka pomiarowa (SP) - istniejąca,
- studzienka poboru prób - istniejąca,

Ścieki surowe doprowadzane istniejącą kanalizacją ciśnieniową będą tłoczone na zestaw do mechanicznego oczyszczania ścieków (**STP**) – sitopiaskownik. W sitopiaskowniku ścieki zostaną podane na sito bębnowe, gdzie następuje separacja ciał stałych. Odseparowane skratki będą odsączane, zagęszczane i transportowane do pojemników. Natomiast oddzielony w komorze piaskownika wirowego piasek, zostanie przetransportowany do odpowiedniego pojemnika. Podczyszczony mechanicznie na sitopiaskowniku ścieki, będą kierowane do komory retencyjnej (**KR**), wydzielonej w zbiorniku oczyszczalni (**ZB**). Komora ta zostanie wyposażona w pompę zatapialną **PG**, służącą do okresowego przepompowywania ścieków z komory retencyjnej (**KR**) do komory bioreaktora SBR (**KB**). Ścieki z komory retencyjnej będą tłoczone do bioreaktora cyklicznie (okresowo), w systemie 2 cykle na dobę.

W bioreaktorze ścieki będą oczyszczane metodą niskoobciążonego osadu czynnego. Powietrze do napowietrzania bioreaktora dostarczy dmuchawa **DM1**, zainstalowana w kontenerze technologicznym (**KT**). Napowietrzanie ścieków odbywać się będzie za pomocą dyfuzorów, podających sprężone powietrze w postaci drobnych pęcherzyków. Bioreaktor umożliwi oprócz utleniania związków organicznych również usuwanie związków azotu przez nityfikację i denityfikację, oraz usuwanie związków fosforu – dzięki odpowiedniej sekwencji warunków tlenowych i beztlenowych. W celu utrzymania osadu biologicznego w stanie zawieszonym w ściekach w bioreaktorze SBR zainstalowane zostanie mieszadło zatapialne **M**. Mieszadło uruchamiane jest automatycznie, w trakcie procesu denityfikacji. Bioreaktor dodatkowo zostanie wyposażony w sondy poziomu ścieków, które zapobiegają przepełnieniu się komory bioreaktora (sondy max.) oraz zabezpieczą urządzenia przed pracą na tzw. suchobiegu (sondy min.).

W celu usunięcia osadu nadmiernego powstającego w trakcie procesów biologicznego oczyszczania ścieków, w bioreaktorze SBR zostanie zainstalowana pompa osadu **PO**, która będzie okresowo odprowadzać osad nadmierny do komory stabilizacji osadu (**KO**), wydzielonej w zbiorniku oczyszczalni (**ZB**). Osad nadmierny będzie przechodził stabilizację tlenową częściowo w bioreaktorze, a ostatecznie w komorze stabilizacji. W tym celu w komorze stabilizacji osadu zainstalowany będzie system napowietrzania, który uniemożliwi zagniwanie osadów nadmiernych i wydzielanie produktów fermentacji. Powietrze zostanie dostarczane do komory systemem

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 6
-------------------	--	---------------------------

rurociągów technologicznych, doprowadzających powietrze z dmuchawy **DM2** - umieszczonej w kontenerze technologicznym (**KT**). Osad z komory stabilizacji osadu będzie okresowo wywożony wozami asenizacyjnymi (przez uprawnione do tego firmy) na większą oczyszczalnię, posiadającą urządzenia do jego przetwarzania. Ścieki oczyszczone z bioreaktora będą wypompowywane okresowo pompą **PS**, poprzez istniejącą studnię pomiarową (**SP**) i kanalizację grawitacyjną do odbiornika.

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE I CHARAKTERYSTYKA PRZYJĘTYCH URZĄDZEŃ W OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

ZBIORNIK OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW (ZB)

Zaprojektowano jeden zbiornik oczyszczalni ścieków składający się z komory retencyjnej, komory bioreaktora i komory stabilizacji osadów wg obliczeń w punktach 4.1.1., 4.1.2., 4.1.3.

Zbiornik o średnicy wewnętrznej 3,0 m i długości 21,00 m składa się z następujących komór:

- Komora retencyjna (KR)

– długość $L_r = 6,5 \text{ m}$

– średnica $D_r = 3,0 \text{ m}$

Pojemność czynna komory retencyjnej $V_{ur} = 39,91 \text{ m}^3$

Pojemność całkowita komory retencyjnej $V_{cr} = 45,96 \text{ m}^3$

- Komora bioreaktora (KB)

– długość $L_b = 12,0 \text{ m}$

– średnica $D_b = 3,0 \text{ m}$

Pojemność czynna komory bioreaktora $V_{ub} = 80,40 \text{ m}^3$

Pojemność całkowita komory bioreaktora $V_{cb} = 84,84 \text{ m}^3$

- Komora stabilizacji osadów (KO)

– długość $L_o = 2,5 \text{ m}$,

– średnica $D_o = 3,0 \text{ m}$,

Pojemność czynna komory stabilizacji osadów $V_{uo} = 17,18 \text{ m}^3$

Pojemność całkowita komory stabilizacji osadów $V_{co} = 17,68 \text{ m}^3$

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 7
-------------------	--	---------------------------

KOMORA RETENCYJNA

4.1.1.1. Obliczenia technologiczne

W celu wyrównania nierównomierności dobowego spływu ścieków i różnicy ładunków w ściekach komunalnych oraz dla zatrzymania ścieków podczas pracy komory bioreaktora zaprojektowano komorę retencyjną. Pojemność komory retencyjnej, obliczona dla 70% dopływu średniodobowego ścieków wyniesie:

$$V = 0,7 \cdot 50,0 = 35,0 \text{ m}^3$$

Przyjęto następujące wymiary:

- długość $L_r = 6,5 \text{ m}$
- średnica $D_r = 3,0 \text{ m}$

Pojemność czynna komory retencyjnej $V_{ur} = 39,91 \text{ m}^3$

Pojemność całkowita komory retencyjnej $V_{cr} = 45,96 \text{ m}^3$

4.1.1.2. Charakterystyka przyjętych urządzeń

Pompa ścieków surowych (PG)

W celu doprowadzenia ścieków surowych (PG) z komory retencyjnej do komory reaktora biologicznego przewidziano pompę zatapialną.

Założenia obliczeniowe:

- wydajność pompy (Q_p): $27,5 \text{ m}^3/\text{h}$
- długość rurociągu: $7,0 \text{ m}$
- prędkość przepływu ścieków w rurociągu: $2,23 \text{ m/s}$
- rurociąg tłoczny PE 100 SDR17 Ø75 mm

Geometryczna wysokość podnoszenia $H_g = 2,8 \text{ m}$

Straty liniowe: $h_l = 0,50 \text{ m}$

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 90°	0,75	4,0	3,0
3	Wylot	0,5	1,0	0,5
			Σ	4,0

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 4,0 \cdot \frac{2,23^2}{2 \cdot 9,81} = 1,01 \text{ m}$$

Wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = H_g + h_l + h_m = 2,8 + 0,50 + 1,01 = 4,31 \text{ m}$$

Dobrano pompę KSB Amarex NF 65-220/014ULG-165 o parametrach:

- wydajność pompy (Q_p): 30,1 m³/h
- wysokość podnoszenia (H) 5,6 m s.w.
- moc silnika (P) 1,94 kW
- króciec tłoczny DN65 mm i przewód tłoczny PE 100 SDR17 Ø75 mm

Pompa będzie przetłaczała ścieki do komory bioreaktora (KB) zgodnie z harmonogramem pracy.

KOMORA BIOREAKTORA

4.1.2.1. Obliczenia technologiczne

Obliczenia podstawowych parametrów komory reaktora biologicznego zapewniającego procesy rozkładu zanieczyszczeń organicznych, nitryfikacji, denitryfikacji oraz tlenowej stabilizacji osadu wg ATVA131.

Dane wyjściowe do wymiarowania oczyszczalni:

- przyjęto minimalny wiek osadu przy temp. 10°C (wg. tab. 2) $t_{TS} = 20 \text{ d}$
- przyjęto stężenie suchej masy osadu w komorze reaktora biologicznego $TS_{BB} = 4,5 \text{ g/l}$
- przyjęto jednostkowy przyrost osadu czynnego w komorze reaktora biologicznego w oparciu o stosunek zawiesiny ogólnej/ $BZT_5 = 0,78$

$$U_{SB} = 0,78 \text{ kg smo/kg BZT}_5$$

Obciążenie osadu:

$$B_{TS} = 1/[U_{SB} \cdot t_{TS}] = 1/[0,78 \cdot 20] = 0,064 \text{ kg BZT}_5/\text{kg} \cdot \text{d}$$

Obciążenie objętościowe ładunkiem zanieczyszczeń

$$B_R = TS_{BB} / [U_{SB} \cdot t_{TS}] = 4,5 / [0,78 \cdot 20] = 0,29 \text{ kg BZT}_5/\text{m}^3 \cdot \text{d}$$

Objętość komory

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 9
-------------------	--	---------------------------

$$V_{BB} = L_{BZT5} / [B_{TS} \cdot TS_{BB}] = 20,3 / [0,064 \cdot 4,5] = 70,49 \text{ m}^3$$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń przyjęto, że komora reaktora biologicznego będzie pracować w ciągu doby w 2 cyklach po 12 h.

Wymiary reaktora biologicznego:

– długość $L_b = 12,0 \text{ m}$

– średnica $D_b = 3,0 \text{ m}$

Pojemność czynna komory bioreaktora $V_{ub} = 80,40 \text{ m}^3$

Pojemność całkowita komory bioreaktora $V_{cb} = 84,84 \text{ m}^3$

Przemiany związków azotowych

Utlenienie związków azotowych dla następujących wielkości azotu:

Ilość azotu potrzebna na przyrost biomasy

$$0,05 \cdot S_{BZT5} = 22,5 \text{ mg/l}$$

Ilość azotu, która podlega nitryfikacji:

$$70 \text{ mg/l} - 22,5 - 2 = 45,5 \text{ mg/l}$$

Zdenitryfikowana część azotu azotanowego dla azotu azotanowego w odpływie $\text{NO}_3 - \text{N}_e \leq 10 \text{ mg/l}$

$$\text{NO}_3 - \text{N}_D = 45,5 - 10 = 35,5 \text{ mg/l}$$

Zapotrzebowanie tlenu

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

$$\text{OV}_c = 1,45 \text{ kg O}_2/\text{kg BZT}_5$$

Jednostkowe zużycie tlenu dla utlenienia związków azotu:

$$\text{OV}_N = (4,6 \cdot S_{\text{NO}_3-\text{N}_e} + 1,7 \cdot S_{\text{NO}_3-\text{N}_D}) / S_{BZT5} = (4,6 \cdot 10 + 1,7 \cdot 35,5) / 405 = 0,26 \text{ kg O}_2/\text{kg BZT}_5$$

Całkowita jednostkowa ilość tlenu, którą należy wprowadzić:

$$OB = \frac{c_s}{c_s - c_x} (\text{OV}_c x_{f_c} + \text{OV}_N x_{f_N})$$

$$OB = 1,28 \cdot (1,45 \cdot 1,1 + 0,26 \cdot 1,5) = 2,54 \text{ kg O}_2/\text{kg BZT}_5$$

przyjęto $OB = 2,6 \text{ kg O}_2/\text{kg BZT}_5$

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 10
-------------------	--	----------------------------

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

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

$f_c = 1,1$ (współczynnik uwzględniający zapotrzebowanie na tlen przy obciążeniach uderzeniowych związkami węgla)

$f_N = 1,5$ (współczynnik uwzględniający zapotrzebowanie na tlen przy obciążeniach uderzeniowych azotem amonowym)

Dobowe zapotrzebowanie tlenu

$$OC = \Sigma_{BZT} \cdot OB$$

$$OC = 20,3 \cdot 2,6 = 52,78 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

Dobowe zapotrzebowanie tlenu uwzględniając sprawność urządzeń natleniających

$$OC' = OC/\alpha = 95,96 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

α – założona sprawność napowietrzania w ściekach $\alpha=0,55$

Godzinowe zapotrzebowanie tlenu:

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

Przyjęto, że na oczyszczalni będzie pracowała dmuchawa. Wymagana wydajność dmuchawy:

$$OC'_h = 95,96/12 = 8,05 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

Zapotrzebowanie powietrza

Założono:

- 1 mb dyfuzora o obciążeniu $10 \text{ Nm}^3/\text{mbh}$ dostarcza 19 gO_2

- h_e – głębokość wprowadzania tlenu = $2,5 \text{ m}$

$$\text{Wykorzystanie tlenu: } 10 \cdot 2,5 \cdot 19 / 1000 = 0,475 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

Wymagane zapotrzebowanie godzinowe powietrza:

$$Q_h = \frac{\text{obc.dyfuzora} \cdot OC'_h}{\text{wykorzystane tlenu}}$$

$$Q_h = \frac{10 \cdot 8,05}{0,475} = 169,47 \text{ m}^3\text{pow.}/\text{h} = 2,82 \text{ m}^3\text{pow.}/\text{min}$$

4.1.2.2. Charakterystyka przyjętych urządzeń

Pompa ścieków oczyszczonych (PS)

W komorze bioreaktora zaprojektowano pompę (PS) do odprowadzania oczyszczonych ścieków do studzienki rozprężnej.

Założenia obliczeniowe:

– wydajność pompy (Q_p): $27,50 \text{ m}^3/\text{h}$

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 11
-------------------	--	----------------------------

- długość rurociągu: 8,0 m
- prędkość przepływu ścieków w rurociągu: 2,23 m/s
- rurociąg tłoczny PE 100 SDR17 Ø75 mm

Geometryczna wysokość podnoszenia $H_g = 2,0$ m

Straty liniowe: $h_l = 0,57$ 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 90°	0,75	3,0	2,25
3	Kolano 45°	0,55	2,0	1,1
4	Wylot	0,5	1,0	0,5
			Σ	4,35

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 4,35 \cdot \frac{2,23^2}{2 \cdot 9,81} = 1,1 \text{ m}$$

Wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = H_g + h_l + h_m = 2,0 + 0,57 + 1,1 = 3,67 \text{ m}$$

Dobrano pompę KSB Amarex NF 65-220/004ULG-155 o parametrach:

- wydajność pompy (Q_p): 30,8 m³/h
- wysokość podnoszenia (H) 4,5 m s.w.
- moc silnika (P) 1,23 kW
- króciec tłoczny DN65 mm i przewód tłoczny PE 100 SDR17 Ø75 mm

Dmuchawa napowietrzająca ścieki (DM1)

Na podstawie obliczeń w punkcie 4.1.2.1 dobrano dmuchawę FPZ K08R MD o parametrach:

- wydajność dmuchawy Q_p rzecz 180 m³/h
- spręż (nadciśnienie) 350 mbar
- moc silnika elektrycznego (P) 4,0 kW

Dyfuzory napowietrzające

Przyjęto dyfuzory membranowe rurowe firmy Envicon EMR o wydajności dyfuzorów 10 Nm³/mbh

Obliczeniowa długość dyfuzorów

$$L = \frac{Q_{przech}}{10} = \frac{180}{10} = 18,0 \text{ mb}$$

W komorze bioreaktora przyjęto 18 mb dyfuzorów drobnopęcherzykowych typu EMR.

Pompa osadu (PO)

W celu odprowadzenia nadmiaru osadów z bioreaktora zaprojektowano pompę osadów (PO).

Założenia obliczeniowe:

- wydajność pompy (Q_p): 15,0 m³/h
- długość rurociągu: 3,5 m
- prędkość przepływu ścieków w rurociągu: 1,73 m/s
- rurociąg tłoczny PE 100 SDR17 Ø63 mm

Geometryczna wysokość podnoszenia $H_g=2,8$ m

Straty liniowe: $h_l=0,19$ 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 m/s²

ξ - współczynnik oporów miejscowych:

L.p.	Nazwa elementu	ξ jedn.	Ilość sztuk	Wartość ξ
1	Wlot	0,5	1,0	0,5
2	Kolano 90°	0,75	3,0	2,25
3	Wylot	0,5	1,0	0,5
Σ				3,25

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 3,25 \cdot \frac{1,73^2}{2 \cdot 9,81} = 0,50 \text{ m}$$

Wysokość podnoszenia pompy:

$$H_p = H_g + h_l + h_m = 2,8 + 0,19 + 0,50 = 3,49 \text{ m}$$

Dobrano pompę KSB Ama-Porter 500 ND o parametrach:

- wydajność pompy (Q_p): 16,3 m³/h
- wysokość podnoszenia (H) 4,1 m s.w.
- moc silnika (P) 0,9 kW

MW PROJEKT	<p align="center">PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos</p>	05.08.2019 Strona nr 13
-------------------	--	----------------------------

- króciec tłoczny DN 50 mm i przewód tłoczny PE 100 SDR17 Ø63 mm

Mieszadło zatapialne (M)

W celu mieszania zawartości komory bioreaktora (w trakcie przerw w napowietrzaniu) zaprojektowano mieszadło zatapialne.

Przyjęto mieszadło typu MZ 15 „Hydra” Biox o następujące parametrych:

- moc: 1,5 kW
- obroty : 1405 obr/min

4.1.2.3. Inne dane

Wywiew z komory bioreaktora zaprojektowano na zewnątrz poprzez rurę wywiewną Ø110mm wyprowadzoną na zewnątrz zbiornika.

KOMORA STABILIZACJI OSADÓW

4.1.3.1. Obliczenia technologiczne

Masa osadu nadmiernego odprowadzana z bioreaktora G

$$G = US_B \cdot \bar{L}_{BZT5} = 0,78 \cdot 20,3 = 15,83 \text{ kg}_{\text{smo}}/\text{kg}_{BZT5}$$

Objętość dobową osadu nadmiernego V dla uwodnienia $W=99,0\%$

$$V = \frac{G}{10 \cdot (100 - W)} = \frac{15,83}{10 \cdot (100 - 99)} = 1,58 \text{ m}^3/\text{d}$$

Objętość osadu na rok:

$$V_a = 576,7 \text{ m}^3/\text{a}$$

Komora na osad

- czas zatrzymania w komorze stabilizacji (t): 9 d
- obliczeniowa pojemność komory osadu:

$$V_k = V \cdot t = 1,58 \cdot 9 = 14,22 \text{ m}^3$$

Wymiary komory osadu:

- długość $L_o = 2,5 \text{ m}$,
- średnica $D_o = 3,0 \text{ m}$,

Pojemność czynna komory stabilizacji osadów $V_{uo} = 17,18 \text{ m}^3$

Pojemność całkowita komory stabilizacji osadów $V_{co} = 17,68 \text{ m}^3$

Zapotrzebowanie tlenu

Ilość tlenu niezbędna do stabilizacji osadu w komorze:

$$O_2 = \frac{2 \cdot G \cdot k \cdot t}{3} = \frac{2 \cdot 15,83 \cdot 0,12 \cdot 9}{3} = 12,52 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

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

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 14
-------------------	--	----------------------------

t – czas napowietrzania = 9 d

Wymagane dobowe zapotrzebowanie tlenu uwzględniając sprawność urządzeń natleniających

$$O_2' = \frac{O_2}{\alpha} = \frac{12,52}{0,6} = 20,87 \text{ kg } O_2/d$$

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

Godzinowe zapotrzebowanie tlenu:

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

$$O_h' = O_2'/10 = 20,87/10 = 2,09 \text{ kg } O_2/h$$

Zapotrzebowanie powietrza

Założono:

- 1 mb dyfuzora o obciążeniu 10 Nm³/mbh dostarcza 19 gO₂
- h_e – głębokość wprowadzania tlenu = 2,5 m

Wykorzystanie tlenu: 10 x 2,5 x 19 = 475 gO₂/h = 0,475 kg O₂/h

Wymagane zapotrzebowanie godzinowe powietrza:

$$Q_h = \frac{\text{obc.dyfuzora} \cdot Q_h'}{\text{wykorzystane tlenu}}$$

$$Q_h = \frac{10 \cdot 2,09}{0,475} = 44,00 \text{ m}^3 \text{pow.}/h = 0,73 \text{ m}^3 \text{pow.}/\text{min.}$$

4.1.3.2. Charakterystyka przyjętych urządzeń

Dmuchawa napowietrzająca osad (DM2)

Na podstawie obliczeń w punkcie 4.1.3.1 dobrano dmuchawę FPZ R40-MD o parametrach:

- wydajność dmuchawy Q_{p rzecz} 65 m³/h
- spręż (nadciśnienie) 350 mbar
- moc silnika elektrycznego (P) 2,2 kW

Dyfuzory napowietrzające

Przyjęto dyfuzory membranowe rurowe firmy Envicon EMR o wydajności dyfuzorów 10 Nm³/ mbh

Obliczeniowa długość dyfuzorów

$$L = \frac{Q_{\text{przecz}}}{10} = 6,5 \text{ mb}$$

Przyjęto 7 mb dyfuzorów EMR w komorze osadu.

MW PROJEKT	<p align="center">PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos</p>	05.08.2019 Strona nr 15
-------------------	--	----------------------------

4.1.2.3. Inne dane

Wywiew z komory stabilizacji osadów zaprojektowano na zewnątrz poprzez rurę wywiewną Ø110 mm wyprowadzoną na zewnątrz zbiornika.

SITOPISKOWNIK (SKP)

4.2.1. Obliczenia technologiczne

Skratki

Założenia:

- ilość skratek zatrzymanych na sicie (o prześwicie sita 3 mm): $a_s = 25 \text{ l/Ma}$
- $RLM = 375$

Dobowa ilość skratek:

$$V_{sk} = \frac{a_s \cdot RLM}{356 \cdot 1000} = \frac{25 \cdot 375}{356 \cdot 1000} = 0,03 \text{ m}^3/\text{d}$$

Dobowa masa skratek:

$$M_{sk} = 0,02 \text{ T}$$

Piasek

Założenia:

- jednostkowa ilość piasku: $a_p = 40 \text{ l/m}^3 \text{ ścieków}$
- $Q_{\text{śrd}} = 50 \text{ m}^3/\text{d}$

Dobowa ilość piasku:

$$V_p = \frac{a_p \cdot Q_{rd}}{1000} = \frac{40 \cdot 50}{1000} = 2,0 \text{ l/d}$$

Dobowa masa piasku:

$$M_p = 0,004 \text{ T}$$

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 16
-------------------	--	----------------------------

4.2.2. Charakterystyka przyjętych urządzeń

Zastosowano zblokowane urządzenie do usuwania skrutek i piasku typu ENKO SPS10 lub równoważne.

Urządzenie składa się z sita spiralnego do oddzielenia skrutek, zintegrowanego z prasą odwadniającą skrutki oraz piaskownika wirowego do usunięcia piasku. Cały proces oczyszczania jest zamknięty i hermetyczny.

Sito zamontowane jest w przedniej części urządzenia - w strefie tej znajduje się koryto dopływowe, w którym zabudowane jest kanałowe sito spiralne o perforacji sita 3 mm. W korycie dopływowym zamontowana jest kieszeń przelewowa zabezpieczająca urządzenie przed zalaniem. Skrutki usuwane są za pomocą wałowego przenośnika ślimakowego transportującego je do kubła. Przed wysypem skrutki są przepłukiwane ciśnieniowo poprzez dysze 3 mm i zagęszczane.

Oczyszczone ścieki ze skrutek wpadają do komory piaskownika wirowego, który jest zamontowany w drugiej części zespołu. Ścieki wpadają do hermetycznej komory piaskownika wirowego w którym następuje osadzanie drobin piasku /sedymentacja piasku/ i separacja. Osadzające się drobin piasku na dnie leja przemieszczane są wałowym przenośnikiem ślimakowym do kubła.

Parametry techniczne sitopiaskownika SPS:

- maksymalny przepływ obliczeniowy: 10l/s
- długość: ok. 4500 mm
- szerokość : ok 2160 mm z podestem
- wysokość: ok. 3300 mm
- przyłącza wejściowe/wyjściowe: DN 65/150
- perforacja sita kanałowego DN 300: 3 mm
- stopień odwodnienia skrutek: 30-50% suchej masy
- redukcja objętości skrutek: 40-60%
- efektywność usuwania piasku 90% dla średnicy ziaren >0,2mm przy przepływie 10 l/s
- moc silnika napędu ślimaka sita: 0,75kW
- moc napędu ślimaka wynoszącego piasek: 1,1 kW
- moc ogrzewania urządzenia: ok. 1,0kW
- zasilanie: 3 PEN 400V, 50Hz- przewód zasilający: 5x6 mm²
- typ ochrony - IP65
- woda techniczna do płukania DN 25: ciśnienie robocze 4-6 bar
- zużycie wody płuczącej sito, w zależności od częstotliwości pracy: ok. 80l/płukanie
- wykonanie materiałowe: stal kwasoodporna 1.4301
- praca: automatyczna / ręczna - szafa sterownicza ze sterownikiem i oprogramowaniem

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 17
-------------------	--	----------------------------

- ogrzewanie i ocieplenie urządzenia (kabel grzejny z termostatem oraz ocieplenie z wełny mineralnej i poszycia ze stali kwasoodpornej)
- podest obsługowy z drabinką

Sitopiaskownik zostanie zabudowany jako wolnostojące urządzenie, ustawione na żelbetowym fundamencie.

KONTENER TECHNOLOGICZNY (KT)

Zaprojektowano kontener technologiczny o wymiarach 2,5 x 2,1 m, wykonany w systemie lekkiej obudowy i zabudowany na fundamencie płytowym, stanowiącym równocześnie podłoże posadzki.

W kontenerze zostaną zabudowane następujące elementy:

- dmuchawa (DM1) do napowietrzania ścieków w bioreaktorze (KB),
- dmuchawa (DM2) do napowietrzania komory stabilizacji osadu (KO),
- szafa sterownicza,
- umywalka,
- pojemnościowy podgrzewacz wody,
- grzejnik elektryczny,

Kontener zostanie wyposażony w oświetlenie oraz system wentylacji grawitacyjnej i mechanicznej.

STUDZIENKA POMIAROWA (SP) - ISTNIEJĄCA

Pomiar ilości odprowadzanych ścieków oczyszczonych realizowany będzie przez istniejący układ pomiarowy tj. przepływomierz elektromagnetyczny DN80, zabudowany w studzience PE o średnicy DN 1000 mm. Przetwornik z przepływomierza umieszczony jest w szafce zlokalizowanej bezpośrednio przy studzience pomiarowej.

STUDZIENKA POBORU PRÓB - ISTNIEJĄCA

Pobór próbek ścieków oczyszczonych do badań, realizowany będzie w istniejącej studzience systemowej \varnothing 400 mm.

CYKLE PRACY KOMORY BIOREAKTORA

Poszczególne fazy pracy komory bioreaktora w ciągu doby w zbiorniku oczyszczalni (ZB) :

Poszczególne fazy pracy	Czas trwania poszczególnych faz [h]	Rozpoczęcie fazy cyklu[h]
Pierwszy cykl pracy		
Napełnianie	1,0 (60 min.)	9:00
Napowietrzanie	3,5 (210 min.)	9:30
Mieszanie	0,75 (45 min.)	13:00
Napowietrzanie	2,75 (165 min.)	13:45
Mieszanie	0,75 (45 min.)	16:30
Napowietrzanie	0,75 (45 min.)	17:15
Sedymентация	2,0 (120 min.)	18:00
Spust ścieków	1,0 (60 min.)	20:00
Drugi cykl pracy		
Napełnianie	1,0 (60 min.)	21:00
Napowietrzanie	3,5 (210 min.)	21:30
Mieszanie	0,75 (45 min.)	01:00
Napowietrzanie	2,75 (165 min.)	01:45
Mieszanie	0,75 (45 min.)	04:30
Napowietrzanie	0,75 (45 min.)	05:15
Sedymентация	2,0 (120 min.)	06:00
Spust ścieków	1,0 (60 min.)	08:00

EFEKTY REDUKCJI ZANIECZYSZCZEŃ W ŚCIEKACH KOMUNALNYCH

Dla przedstawionych rozwiązań projektowych przyjęto redukcję zanieczyszczeń:

Nazwa wskaźnika	Ścieki surowe	Ścieki oczyszczone	Stężenie dopuszczalne*
	[mg/dm ³]	[mg/dm ³]	[mg/dm ³]
BZT₅	450	≤25	25
ChZT	900	≤125	125
Zawiesina ogólna	450	≤35	35

* wg rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2014 poz. 1800).

MW PROJEKT	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 19
-------------------	--	----------------------------

Stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika – ziemi przy pomocy rowu będą mieściły się w granicach dopuszczalnych określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dn. 18 listopada 2014 r., w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2014, poz.1800).

GOSPODARKA ODPADAMI

Na projektowanej oczyszczalni ścieków powstawać będą następujące rodzaje odpadów technologicznych:

– **Skratki – kod 19 08 01 (odpad inny niż niebezpieczne)**

Skratki znajdujące się w ściekach surowych, dopływających do oczyszczalni rurociągiem tłocznym zostaną zatrzymane na sicie kanałowym spiralnym znajdującym się w sitopiaskowniku. Oddzielone skratki będą magazynowane w szczelnych kontenerach, a następnie wywożone na składowisko odpadów komunalnych.

Szacuje się, że roczna ilość wytworzonych skratek wyniesie ok. 7,30 Mg/a.

– **Piasek – kod 19 08 02 (odpad inny niż niebezpieczne)**

Piasek znajdujący się w ściekach surowych, dopływających do oczyszczalni rurociągiem tłocznym zostanie zatrzymany na piaskowniku wirowym znajdującym się w sitopiaskowniku. Oddzielony piasek będzie magazynowany w szczelnych kontenerach, a następnie wywożony na składowisko odpadów komunalnych.

Szacuje się, że roczna ilość odseparowanego piasku wyniesie ok. 1,46 Mg/a.

– **Ustabilizowane komunalne osady ściekowe – kod 19 08 05 (odpad inny niż niebezpieczne)**

Osady nadmierne będą okresowo wywożone do dalszej przeróbki. Uwodnienie przedmiotowego osadu wyniesie ok. 99,3%. Szacuję się, że roczna ilość powstających osadów wyniesie ok. 576,7 m³/a, tj. ok. 5,77 Mg/a,

Dokładną ilość powstającego osadu nadmiernego można będzie określić po dłuższym okresie pracy oczyszczalni.

ZESTAWIENIE MOCY ELEKTRYCZNEJ

Szafa sterownicza zostanie umieszczona w kontenerze technologicznym (KT).

Energią elektryczną należy zasilić następujące urządzenia:

1. 1 x sitopiaskownik (uwzględniono kable grzejne)	2,85 kW
2. 1 x dmuchawa (DM1) do napowietrzania ścieków w komorze bioreaktora	4,0 kW
3. 1 x dmuchawa (DM2) do napowietrzania osadu w komorze osadu	2,2 kW
4. 1 x pompa ścieków surowych (PG)	1,94 kW
5. 1 x pompa do ścieków oczyszczonych (PS)	1,23 kW
6. 1 x pompa osadów (PO)	0,9 kW
7. 1 x mieszadło (M) w komorze bioreaktora	1,5 kW
8. 1 x przepływomierz + sterowanie	0,1 kW

Ogółem moc zainstalowana na potrzeby technologiczne	14,72
kW	

Maksymalny chwilowy pobór mocy dla urządzeń technologicznych	8,79
kW	

Dodatkowo konieczne będzie pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną:

1. 1 x grzejnik w kontenerze technologicznym	
1,0 kW	
2. 1 x pojemnościowy podgrzewacz wody	2,2 kW
3. 1 x oświetlenie w kontenerze technologicznym	0,1 kW
4. 1 x wentylator wyciągowy w kontenerze technologicznym	0,1 kW
5. oświetlenie zewnętrzne obiektu	0,15 kW

Ogółem moc zainstalowana dla dodatkowych potrzeb na energię elektryczną	3,55 kW
--	----------------

STREFA OCHRONNA

Oczyszczalnia ścieków bytowych typu MINIDEPURAL lu równoważny jest szczelna i nie uciążliwa dla środowiska. Oczyszczalnia będzie posadowiona pod powierzchnią terenu, grunt będzie pełnił funkcję izolacyjną i zabezpieczającą. Dla oczyszczalni typu MINIDEPURAL nie stosuje się strefy ochronnej.

ODBIORNIK OCZYSZCZONYCH ŚCIEKÓW

Ścieki oczyszczone w bioreaktorze odprowadzane będą do istniejącej studzienki S1, a dalej poprzez istniejącą studnię pomiarową SP, kanalizację grawitacyjną PVC 160 i istniejący wylot brzegowy, do rowu melioracji szczegółowej OL-2 (w km 3+070), znajdującego się na terenie działki nr 80 zgodnie z pierwotnym rozwiązaniem projektowym.

MW PROJEKT.	PROJEKT TECHNOLOGICZNY Biologiczna oczyszczalnia ścieków w m. Łazy, gm. Kampinos	05.08.2019 Strona nr 21
--------------------	--	----------------------------

WNIOSKI KOŃCOWE

Przyjęta technologia oczyszczania ścieków gwarantuje skuteczne oczyszczenie ścieków do uzyskania stężeń zanieczyszczeń wymaganych Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 18 listopada 2014 r., w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2014, poz.1800)

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. Realizacja projektu po upływie 24 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.

3. Rozwiązania zawarte w niniejszym opracowaniu stanowią wyłączną własność MW PROJEKT i mogą być stosowane, realizowane i powielane oraz udostępniane osobom trzecim jedynie na podstawie pisemnego zezwolenia ww. przedsiębiorstwa z zastrzeżeniem wszelkich skutków prawnych.

Jakiegolwiek zmiany technologii wymagają zgody i akceptacji PROJEKTANTA.

mgr inż. Michał Kołakowski
upr. bud. do projektowania bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
Nr upr. MAZ/0237/POOS/11, Nr ew. MAZ/IS/0477/09

inż. Marta Romaszewska - Kania
upr. bud. do projektowania i kierow. robotami
budowlanymi bez ograniczeń w specjalności
instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
Nr upr. MAZ/0220/POOS/09, Nr ew. MAZ/IS/0486/09