

PROJEKTOWANIE I NADZÓR SIECI I INSTALACJI SANITARNYCH *MGR INŻ. MAREK SZULC*

99-340 KROŚNIEWICE, ul. Południowa 35, tel.: 604 251 826

e-mail: m.szulc57@wp.pl

Kompleksowa obsługa
inwestycji budowlanych
w zakresie sieci i
instalacji sanitarnych:
- instalacji wod-kan
- instalacji c.o.
- instalacji gaz
- instalacji wentylacji
Doradztwo techniczne

Egz **1**

PROJEKT BUDOWLANY

Tytuł opracowania

**Budowa przydomowych oczyszczalni ścieków na terenie
gminy Daszyna**

Lokalizacja inwestycji

Gmina Daszyna - obręb - działki:

nr: 36 - obręb Karkoszki nr 3,

nr: 256, 196, 194/1 - obręb Mazew nr 31,

nr: 8/3, 8/4, 8/5, 3/5 - obręb PGR Opiesin nr 23,

nr: 15/3, 15/4 - obręb Opiesin nr 19,

Inwestor

GMINA DASZYNA

Daszyna 34a, 99-107 Daszyna

Przedmiotowy projekt podlega ochronie przewidzianej w ustawie o prawie autorskim i prawach pokrewnych i nie dopuszcza wprowadzania w nim jakichkolwiek zmian bez zgody autora.

Oświadczam się, że projekt budowlany sporządzony został zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej

	Nazwisko i imię	Podpis
Projektował:	mgr inż. Marek Szulc upr. LOD/1592/PWOS/11	

MAJ 2013

PROJEKT BUDOWLANY

**na budowę lokalnej, biologicznej oczyszczalni ścieków
pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego**

dla GOSPODARSTWO DOMOWE PIĘCIO-OSOBOWE

gm. Daszy na

woj. ŁÓDZKIE

Kutno, 2013/05.

SPIS TREŚCI

1.	DANE OGÓLNE.....	2
1.1.	INWESTOR	2
1.2.	OBIEKT.....	2
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA.	2
3.	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	2
4.	LOKALIZACJA I STREFA OCHRONY SANITARNEJ OCZYSZCZALNI.	2
5.	STAN PRAWNY NIERUCHOMOŚCI I OBOWIĄZKI UŻYTKOWNIKA W STOSUNKU DO OSÓB TRZECICH.....	2
6.	CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I PROWADZONEJ DZIAŁALNOŚCI.....	2
7.	BILANS ŚCIEKÓW.	3
8.	ODBIORNIK ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH I WYMAGANY STOPIEŃ OCZYSZCZENIA ŚCIEKÓW.....	3
9.	BILANS ŁADUNKÓW ZANIECZYSZCZEŃ.....	5
10.	TECHNOLOGIA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW.....	5
10.1.	OBLICZENIA OSADNIKA WSTĘPNEGO.	5
10.1.1.	Obliczenie czasu przepływu przez osadnik.	5
10.1.2.	Obliczenie obciążenia hydraulicznego osadnika.	6
10.2.	OBLICZENIA KOMORY NAPOWIETRZANIA.....	6
10.2.1.	Obliczanie obciążenia osadu czynnego ładunkiem BZT ₅	6
10.2.2.	Obliczenie czasu napowietrzania ścieków w komorze napowietrzania.	6
10.2.3.	Obliczenie wymaganej ilości powietrza dostarczanej do komory napowietrzania.	7
10.3.	OBLICZANIE OSADNIKA WTÓRNEGO.	7
10.3.1.	Obliczenie powierzchni osadnika w planie (w największym przekroju).	8
10.3.2.	Sprawdzanie obciążenia hydraulicznego powierzchni osadnika.	8
10.3.3.	Sprawdzanie czasu przepływu przez osadnik.	8
10.3.4.	Obciążenie powierzchni osadnika ładunkiem zawieszin.	8
10.4.	POMIAR ILOŚCI ŚCIEKÓW.	9
10.5.	AUTOMATYZACJA PRACY OCZYSZCZALNI.....	9
11.	GOSPODARKA OSADOWA.	9
11.1.	OBLICZENIE ILOŚCI OSADU SUROWEGO W OSADNIKU WSTĘPNYM.	9
11.2.	OBLICZENIE ILOŚCI OSADU NADMIERNEGO ODPROWADZANEGO Z KOMORY NAPOWIETRZANIA.	10
11.3.	ILOŚĆ OSADÓW MIESZANYCH Z OWS I KN GROMADZONE W OWS.	10
11.4.	OBLICZENIE CZASU WYPEŁNIANIA KOMÓR OWS OSADEM MIESZANYM ZAGĘSZCZONYM.	10
12.	OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW ORAZ JAKOŚĆ I ILOŚĆ ODPROWADZANYCH ŚCIEKÓW.....	10
13.	WNIOSKI KOŃCOWE I ZALECENIA.	10
14.	ZAŁĄCZNIKI.	11
15.	LITERATURA.	BŁĄD! NIE ZDEFINIOWANO ZAKŁADKI.

WPROWADZENIE.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlany z elementami operatu wodnoprawnego na budowę urządzeń indywidualnej, biologicznej oczyszczalni ścieków pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego i odprowadzenie ścieków oczyszczonych do śródlądowych wód powierzchniowych.

1. DANE OGÓLNE.

1.1. INWESTOR.

GMINA DASZYNA

1.2. OBIEKT.

OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW PRZYDOMOWA jako urządzenie zgodna z PN EN 12566-3:2005+A1:2009.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA.

- 1) Decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.
Mapa zasadnicza w skali 1: obejmująca teren lokalizacji oczyszczalni ścieków.
- 2) Materiały informacyjno-techniczne dotyczące typoszeregu oczyszczalni ścieków pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego .
- 3) Instrukcja Obsługi i Montażu biologicznej oczyszczalni ścieków pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego .

3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Podstawowym celem niniejszego opracowania jest umożliwienie poprawnego montażu urządzeń (zbiorników) oczyszczalni ścieków na projektowanym terenie, oraz dostarczenie niezbędnych danych do uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzenie ścieków oczyszczonych do śródlądowych wód powierzchniowych z urządzeń oczyszczalni ścieków typu pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego .

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- 1) Lokalizację i postulowaną strefę ochrony sanitarnej oczyszczalni ścieków.
- 2) Stan prawny nieruchomości i obowiązki użytkownika oczyszczalni w stosunku do osób trzecich.
- 3) Krótką charakterystykę obiektu i prowadzonej działalności.
- 4) Bilans ścieków i ładunków zanieczyszczeń w ściekach surowych i oczyszczonych.
- 5) Odprowadzenie ścieków oczyszczonych i wymagany stopień oczyszczenia ścieków.
- 6) Technologię oczyszczania ścieków z obliczeniami technologicznymi i doбором urządzeń.
- 7) Sieć kanalizacyjną, zbiorniki i urządzenia technologiczne oczyszczalni ścieków.
- 8) Wnioski końcowe i zalecenia.

4. LOKALIZACJA I STREFA OCHRONY SANITARNEJ OCZYSZCZALNI.

Przedmiotowa oczyszczalnia ścieków zlokalizowana będzie na terenie działki inwestora – użytkownika.

Z uwagi na wielkość oczyszczalni i przewidywane zagłębienie jej zbiorników w ziemi, lokalizacja taka zgodna jest z aktualnym Prawem Budowlanym i Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Brak uciążliwości oczyszczalni dla otoczenia nie wymaga tworzenia specjalnej strefy ochronnej a jedynym wymogiem zabezpieczającym zbiorniki oczyszczalni przed uszkodzeniem jest ich zabezpieczenie przed możliwością przeciążenia gruntu w sąsiedztwie. W związku z tym zbiorniki i urządzenia projektowanej oczyszczalni umieszczone będą w pasie zieleni wydzielonym z normalnego użytkowania, a droga dojazdowa do oczyszczalni zostanie wyraźnie wydzielona i oznakowana.

Dodatkowo, ze zbiorników oczyszczalni ścieków wyprowadzone zostaną kominki wentylacji grawitacyjnej zapewniające prawidłową wentylację.

5. STAN PRAWNY NIERUCHOMOŚCI I OBOWIĄZKI UŻYTKOWNIKA W STOSUNKU DO OSÓB TRZECICH.

Projektowana oczyszczalnia ścieków pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego i związany z nią fragment łączącej kanalizacji sanitarnej zostały zlokalizowane na terenie należącym do Inwestora.

Do obowiązków Użytkownika, Osoby Prawnej występującej o Pozwolenie Wodnoprawne będzie należała eksploatacja oczyszczalni ścieków w sposób gwarantujący zachowanie parametrów ścieków oczyszczonych poniżej dopuszczalnych wartości określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi (Dz.U. nr 212 poz.1799).

Do obowiązków Użytkownika będzie należała eksploatacja i konserwacja przyległej sieci kanalizacji sanitarnej, jak również pokrywanie ewentualnie powstałych szkód wynikających z nieprawidłowej eksploatacji oczyszczalni ścieków.

6. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I PROWADZONEJ DZIAŁALNOŚCI.

Projektowana biologiczna oczyszczalnia ścieków obsługiwać będzie wraz z pomieszczeniami stanowiącymi jej zaplecze funkcjonalne i socjalne.

Do sieci kanalizacji lokalnej podłączeni zostaną następujący użytkownicy:

- Domy i budynki mieszkalne - liczba osób: 5

7. BILANS ŚCIEKÓW.

Sposób obliczenia ilości ścieków na mieszkańca równoważnego i współczynniki nierównomierności dopływu ścieków podaje literatura [2], [3], [6]:

Podstawą do sporządzenia bilansu ścieków stanowiły dane o ilości i rodzaju użytkowników, oraz wyposażenie obiektu w urządzenia sanitarne.

Przyjęto następujące wskaźniki:

$$N_h = 3$$

$$N_d = 3$$

– współczynniki nierównomierności dopływu ścieków na oczyszczalnię:

$$N_d = 3$$

Ilości dobowe ścieków obliczono z zależności:

a) średnia dobową ilość ścieków:

$$Q_{d, \text{sr.}} = \sum q_{jui} * LU_i \quad [\text{m}^3/\text{d}]$$

gdzie:

q_{jui} - jednostkowa ilość ścieków na jednego i-tego użytkownika

LU_i - liczba i-tego rodzaju użytkowników (mieszkańców)

$$Q_{d, \text{sr.}} = 0.650$$

b) maksymalna dobową ilość ścieków

$$Q_{d, \text{max}} = N_d * Q_{d, \text{sr.}} \quad [\text{m}^3/\text{d}]$$

gdzie:

N_d - wsp. nierównomierności dobowej dopływu ścieków

$$Q_{d, \text{max}} = 3.000 * 0.650 = 1.950$$

Przepływy charakterystyczne godzinowe ścieków obliczono z zależności:

a) średni godzinowy dopływ ścieków:

$$Q_{h, \text{sr.}} = 1 / T_h * Q_{d, \text{sr.}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$Q_{h, \text{sr.}} = 1 / 12.000 * 0.650 = 0.054$$

Uwaga:

b) maksymalny godzinowy dopływ ścieków:

$$Q_{h, \text{max}} = N_d * N_h * Q_{h, \text{sr.}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

gdzie:

N_h - wsp. nierównomierności godzinowej dopływu ścieków

$$Q_{h, \text{max}} = 3.000 * 3.000 * 0.054 = 0.486$$

8. ODBIORNIK ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH I WYMAGANY STOPIEŃ OCZYSZCZENIA ŚCIEKÓW.

Przy prawidłowo poprowadzonym rozruchu oczyszczalni oraz prawidłowej eksploatacji oczyszczalni osiągnięta zostanie wymagana redukcja zanieczyszczeń i uzyskanie parametrów ścieków oczyszczonych zgodnych z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 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.2006, nr 137, poz. 984).

Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń przyjęte na podstawie załącznika nr 1 do niniejszego rozporządzenia dla oczyszczalni o RLM poniżej 2.000 przedstawiono w tabeli:

Tabela. Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń.

Nazwa wskaźnika	Jednostka	Najwyższa dopuszczalna wartość wskaźnika
Pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT_5)	mg O_2 /l	40
Chemiczne zapotrzebowanie tlenu ($ChZT$)	mg O_2 /l	150

Wymagany stopień oczyszczenia ścieków wyrażony średnim stopniem redukcji poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń η określono z zależności:

$$\eta_i = (Sp_i - Sk_i) / Sp_i * 100\%$$

gdzie:

Sp_i (k_i)- początkowe (końcowe) stężenie zanieczyszczeń doprowadzanych (odprowadzanych) do (z) oczyszczalni ścieków.

Z uwagi na brak analiz laboratoryjnych ścieków doprowadzanych do oczyszczalni do dalszych obliczeń przyjęto skład ścieków surowych jak dla typowych ścieków gospodarczo-bytowych. Z danych literaturowych [4], [6], [7], [10] oraz kilkunastoletniej obserwacji i pomiarów dokonywanych na oczyszczalniach ścieków o przepustowości do 100 m³/d wynika następujący skład ścieków surowych:

A. Jednostkowe ładunki zanieczyszczeń na mieszkańca równoważnego i dobę:

- BZT₅ : S_j= 40.000
- ChZT : S_j= 150.000
- zawiesina ogólna : S_j= 50.000
- azot ogólny : S_j= 30.000
- fosfor ogólny : S_j= 5.000

B. Stężenia zanieczyszczeń w ściekach surowych, przy przyjętej wartości jednostkowego zużycia wody na mieszkańca równoważnego q_j=0.15 m³/d:

- BZT₅ : S_o= 400
- ChZT : S_o= 1000.000
- zawiesina ogólna : S_o= 370.000
- azot ogólny : S_o= 100.000
- fosfor ogólny : S_o= 10.000

C. Ładunki podstawowych zanieczyszczeń w ściekach surowych.

$$L_i = Q_i \cdot S_i \quad [\text{kg O}_2 / \text{d}], [\text{kg O}_2 / \text{h}]$$

- | | | | |
|----|------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1. | BZT ₅ | L _{śr d} = 0.260 | [kg O ₂ /d] |
| 2. | ChZT | L _{śr d} = 0.650 | [kg O ₂ /d] |
| 3. | Zawiesina ogólna | L _{śr d} = 0.241 | [kg /d] |
| 4. | Azot ogólny | L _{śr d} = 0.065 | [kg N/d] |
| 5. | Fosfor ogólny | L _{śr d} = 0.007 | [kg P/d] |

Podobne obliczenia wykonuje się dla Q_{max,d} i Q_{max,h}. Wyniki obliczeń ładunków podstawowych zanieczyszczeń w ściekach surowych doprowadzanych do oczyszczalni, podaje tabela 1.

Wymagany stopień oczyszczenia ścieków wyrażony stopniem redukcji zanieczyszczeń wyniesie odpowiednio:

- zanieczyszczenia organiczne BZT₅

$$\eta_{\text{BZT}_5} = 90.000$$

- zanieczyszczenia organiczne ChZT

$$\eta_{\text{ChZT}} = 85.000$$

- zawiesina ogólna Z.Og.

$$\eta_{\text{z.og.}} = 86.486$$

- azot ogólny N_{og}

$$\eta_{\text{N}_{\text{og}}} = 70.000$$

- fosfor ogólny P_{og}

$$\eta_{\text{P}_{\text{og}}} = 50.000$$

Komory (tunele) filtracyjne

Komory filtracyjne to prefabrykowane elementy z polietylenu wykonane w technologii wtryskowej. Po połączeniu z deklami na początku i końcu tworzą tunel filtracyjny. Długość pojedynczej komory to ca.1350mm (po zamontowaniu długość robocza to ca.1220mm), szerokość 560mm, wysokość 300mm a pojemność 123 litry. Komory filtracyjne służą do rozsączania ścieków oczyszczonych (w oczyszczalni z bioreaktorem) lub doczyszczania ścieków (w oczyszczalni z drenażem rozsączającym). Dopuszcza się komory o parametrach nie odbiegających o więcej niż 15% od w.w.

Wentylacja wysoka

Niezależnie od odpowietrzenia pionów kanalizacji sanitarnej wewnętrznej należy wykonać odpowietrzenie elementów oczyszczalni wykonując przy budynku lub wewnątrz pion wentylacji wysokiej. Zakończenie wentylacji wysokiej wyprowadzić ponad połac dachu oraz co najmniej 60 cm powyżej górnej krawędzi okien. Odpowietrzenie wykonać z rur PCV □110 mm.

Wentylacja niska

W celu zapewnienia prawidłowej cyrkulacji powietrza w oczyszczalni należy zastosować kominek napowietrzający połączony z króćcem wentylacyjnym przy wylocie ścieków z reaktora zgodnie z DTR urządzenia.

9. BILANS ŁADUNKÓW ZANIECZYSZCZEŃ.

Bilans ładunków zanieczyszczeń zawartych w ściekach dopływających do osadnika wstępnego oczyszczalni ścieków sporządzono dla wcześniej podanych wartości stężeń zanieczyszczeń i przepływów dobowych ścieków z zależności:

$$L_{pi} = S_{pi} \cdot Q_{di} \quad [\text{kg /d}] \quad [\text{kg /h}]$$

Q_i – i-ty przepływ ścieków $[\text{m}^3/\text{d}]$ $[\text{m}^3/\text{h}]$

S_{pi} – i -te początkowe stężenie zanieczyszczeń doprowadzanych do oczyszczalni ścieków

Zestawienie bilansów zanieczyszczeń w ściekach dopływających do osadnika wstępnego oczyszczalni zawiera poniższa tabela 1:

Oznaczenia:

1. BZT₅, 2. ChZT, 3. Zawiesina ogólna, 4. Azot ogólny, 5. Fosfor ogólny

Tabela 1

Doprowadzany ładunek zanieczyszczeń															
$L_{\text{sr.d}} [\text{kg O}_2/\text{d}]$					$L_{\text{max.d}} [\text{kg O}_2/\text{d}]$					$L_{\text{max.h}} [\text{kg O}_2/\text{h}]$					
1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	
0.26	0.65	0.24	0.06	0.00	0.78	1.95	0.72	0.19	0.02	0.194	0.486	0.180	0.049	0.005	
0	0	1	5	7	0	0	2	5	0						

10. TECHNOLOGIA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW.

Ścieki sanitarne dopływające grawitacyjnie do oczyszczalni ścieków będą oczyszczane w ciągu technologicznym oczyszczalni ścieków w skład którego wejdą następujące urządzenia:

- 1) Dwukomorowy osadnik wstępny OWs,
- 2) Komora napowietrzania KN wyposażona w dyfuzor drobnopęcherzykowy talerzowy, połączona w jednym zbiorniku z osadnikiem wtórnym OWt z korytem odpływowym,
- 3) Studzienka kontrolna SK.

Przyjęto technologię oczyszczania ścieków metodą niskoobciążonego osadu czynnego ze stabilizacją osadu w komorze napowietrzania, recyrkulacją ścieków oczyszczonych do osadnika wstępnego (do II-ej komory), oraz usuwaniem osadu nadmiernego z KN do pierwszej komory OWs.

Przyjęta metoda oczyszczania ścieków jest wszechstronnie sprawdzona w instalacjach do oczyszczania ścieków i gwarantuje uzyskanie zakładanych efektów technologicznych.

Ścieki z kanalizacji sanitarnej spływać będą grawitacyjnie do pierwszej komory osadnika wstępnego OWs. Osadnik wstępny składa się z dwóch wydzielonych komór w proporcjach objętościowych 2:1. Sposób ukształtowania przegrody rozdzielającej wewnątrz I komory osadnika zapewnia zatrzymanie w pierwszej komorze większości tłuszczów i łatwo sedymentujących zawiesin stałych. Do pierwszej komory wprowadzany jest również ustabilizowany tlenowo osad nadmierny. Druga komora przeznaczona jest do sedymentacji pozostałych osadów i flotacji tłuszczów.

Z osadnika wstępnego OWs ścieki przepływają grawitacyjnie do komory napowietrzania KN.

Komora napowietrzania wyposażona jest w dyfuzor drobnopęcherzykowy talerzowy umieszczony centralnie przy dnie zbiornika.

Sprężarka zasilająca dyfuzor umieszczona jest w specjalnej studzience odizolowanej od bezpośredniego kontaktu ze ściekami.

Z komory napowietrzania KN ścieki przepływają do osadnika wtórnego OWt, w którym rozpylają się koncentrycznie ku górze w kierunku koryta odpływowego. Stosunkowo duża objętość czynna i małe obciążenie powierzchni osadnika, jak również bardzo małe obciążenie krawędzi przelewowych koryta odpływowego zapewniają skuteczną eliminację zawiesin kłaczkowatych osadu czynnego i gwarantują poprawną pracę osadnika.

10.1. Obliczenia osadnika wstępnego.

Obliczenia osadnika wstępnego będą miały charakter sprawdzający w zakresie podstawowych parametrów przepływowych.

10.1.1. Obliczenie czasu przepływu przez osadnik.

Obliczenia sprawdzające zostaną wykonane dla średniego godzinowego i maksymalnego godzinowego przepływu ścieków.

$$t_p = \frac{V_p}{Q_h} \quad [\text{h}]$$

gdzie:

t_p - czas przepływu ścieków przez osadnik $[\text{h}]$,

V_p - objętość części przepływowej osadnika $[\text{m}^3]$,

Q_h - godzinowy przepływ ścieków przez osadnik [m^3/h],

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymamy średni i min. czas przepływu przez osadnik:

$$t_{p,ur} = \frac{V_p}{Q_{ur,h}} \quad [h]$$

$$t_{p,min} = \frac{V_p}{Q_{sr,h}} \quad [h]$$

gdzie:

$Q_{sr,h}$ - średni, godzinowy przepływ ścieków przez osadnik [m^3/h],

$Q_{max,h}$ - max. godzinowy przepływ ścieków przez osadnik [m^3/h],

$$t_{p,sr} = 15.741$$

$$t_{p,min} = 1.749$$

10.1.2. Obliczenie obciążenia hydraulicznego osadnika.

$$q_F = \frac{Q_h}{F} \quad [m/h]$$

gdzie:

q_F - obciążenie hydrauliczne osadnika [m/h],

Q_h - godzinowy przepływ ścieków przez osadnik [m^3/h],

F - powierzchnia osadnika w planie [m^2],

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymamy średnie i max. obciążenie hydrauliczne osadnika:

$$q_{F,sr} = \frac{Q_{sr,h}}{F} = 0.052$$

$$q_{F,max.} = \frac{Q_{max,h}}{F} = 0.468$$

Obie te wartości spełniają kryterium $q_F < 3$ m/h przyjęte dla osadników wstępnych.

10.2. Obliczenia komory napowietrzania.

10.2.1. Obliczanie obciążenia osadu czynnego ładunkiem BZT₅.

Dla oczyszczalni ze stabilizacją osadu w komorze napowietrzania graniczne obciążenie osadu ładunkiem BZT₅ wynosi:

$$A' = 0.05 - 0.15 \text{ kg O}_2 / \text{kg sm} \cdot d$$

Z uwagi na znaczną nierównomierność dopływu ścieków do oczyszczalni i jej charakter pracy, korzystniej jest prowadzić proces oczyszczania w dolnym zakresie granicznym.

$$A'_i = \frac{L_{BZT_5,i}}{V_{KN,cz.} \cdot Z}$$

gdzie:

$L_{BZT_5,i}$ - średniodobowy lub maksymalnodobowy ładunek BZT₅ [kg O₂/d]

$V_{KN,cz.}$ - pojemność czynna komory napowietrzania [m^3]

Z - koncentracja osadu czynnego w komorze napowietrzania [kg sm/ m^3]

$$A'_{sr.} = 0.068 \quad \text{kg O}_2 / \text{kg sm} \cdot d$$

$$T_{sr.} = 40.615 \quad \text{kg O}_2 / \text{kg sm} \cdot d$$

10.2.2. Obliczenie czasu napowietrzania ścieków w komorze napowietrzania.

$$T = \frac{V_{KN,cz.}}{Q_i} \cdot 24 \quad [h]$$

$$T_{sr.} = \frac{V_{KN,cz.}}{Q_{sr.d}} \cdot 24 \quad [h]$$

$$T_{\min.} = \frac{V_{KN, cz.}}{Q_{\max. d}} \cdot 24 \quad [h]$$

gdzie :

T - czas napowietrzania ścieków w komorze napowietrzania [h]

$V_{cz. KN}$ - objętość czynna komory napowietrzania [m³]

Q_i - przepływ ścieków [m³/d]

$$T_{sr.} = 40.615 \quad h$$

$$T_{\min.} = 13.538 \quad h$$

10.2.3. Obliczenie wymaganej ilości powietrza dostarczanej do komory napowietrzania.

10.2.3.1. Obliczenie praktycznie wymaganej wydajności urządzeń napowietrzających:

a) obliczanie godzinowej wydajności urządzeń napowietrzających:

$$OC_{sr, h} = \frac{k \cdot A' \cdot Z}{24} \cdot N_h$$

gdzie:

$OC_{s, h}$ - średnia jednostkowa godzinowa wydajność urządzeń napowietrzających [kg O₂/m³ · h]

k - stopień natlenienia ścieków dla pełnego biologicznego oczyszczania z tlenową stabilizacją osadu nadmiernego $k=2,2$

A' - obciążenie osadu ładunkiem BZT₅ [kg O₂/kg sm · d]

Z - koncentracja osadu czynnego w komorze napowietrzania [kg sm/m³], dla przyjętej metody oczyszczania $Z = 3,5$ [kg sm/m³]

N_h - współczynnik maksymalnego zapotrzebowania tlenu; przyjmuje się $N_h = 1,3$.

Obliczanie całkowitej godzinowej wydajności urządzeń napowietrzających :

$$OC'_{sr, h} = OC_{sr, h} \cdot V_{KN}$$

gdzie:

$OC'_{sr, h}$ - całkowita godzinowa wydajność urządzeń napowietrzających [kg O₂/h]

V_{KN} - objętość komory osadu czynnego [m³]

b) obliczenie wymaganej ilości powietrza:

$$Q_p = \frac{OC'_{sr, h}}{K \cdot H} \cdot 10^3$$

gdzie:

Q_p - wymagana ilość powietrza doprowadzana do dyfuzora umieszczonego na głębokości H w [m³/h]

$OC'_{sr, h}$ - całkowita godzinowa wydajność urządzeń napowietrzających w [kg O₂/h]

K' - wskaźnik wykorzystania tlenu z powietrza [g O₂/m³ · m] (dla czystej wody)

K - wskaźnik wykorzystania tlenu z powietrza [g O₂/m³ · m] (dla ścieków)

H - głębokość osadzenia dyfuzora napowietrzającego [m]

OBLICZENIA :

$$OC'_{sr} = 0.031 \quad \text{kg O}_2 / \text{m}^3 \cdot \text{h}$$

$$OC'_{sr, h} = 0.028 \quad \text{kg O}_2 / \text{h}$$

$$Q_p = 0.008 \quad \text{m}^3 / \text{h}$$

10.2.3.2. Dobór sprężarki powietrza.

Sprężarka dla oczyszczalni .

Do napowietrzania ścieków w oczyszczalniach przewiduje się stosowanie dmuchawy o charakterystyce podanej poniżej lub równoważnej niezawodność zakresie urządzenia HP-40. Niezawodność i wysokie walory eksploatacyjne tych sprężarek w zastosowaniu do napowietrzania ścieków potwierdzone zostały w kilkuset krajach i zagranicznych oczyszczalniach ścieków. Konstrukcja sprężarki (membranowa) zapewnia prawie bezgłośnie pracę, rewelacyjnie niskie zużycie energii elektrycznej, łatwość regulacji wydajności przez dławienie na tłoczeniu dostarczanie wolnego od oleju powietrza i bezobsługową wieloletnią eksploatację.

TYP		HP – 40	HP – 60	HP – 80	HP – 100	HP – 120
NAPIĘCIE	V	AC 100/120/220~240				
CZĘSTOTLIWOŚĆ	Hz	50				
NADCIŚNIENIE	mbar	128	147		177	
WYDAJNOŚĆ	l / min	40	60	80	100	120
POBÓR MOCY	W	38	51	71	95	115
POZIOM HAŁASU	dBA	32	35	36	38	40
WAGA	kg	5,7	7,0		8,5	

10.3. Obliczanie osadnika wtórnego.

Sprawnie działający osadnik wtórny jest w małej oczyszczalni ścieków elementem decydującym o jakości odpływu i efektywności oczyszczania całej oczyszczalni. Dla przyjętej technologii oczyszczania ścieków, w efekcie wieloletnich obserwacji i doświadczeń w pracy z osadnikami pionowymi proponuje się przyjęcie nieco wyższych wskaźników od ogólnie zakładanych. Dobór geometrii osadnika wtórnego dla oczyszczalni pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego wynika jednak również z faktu posiadania określonych form do wykonania zbiorników z laminatu poliestrowo-szklanego. Dlatego też dalsze obliczenia będą miały bardziej charakter sprawdzający niż projektowo-konstrukcyjny. Aktualne zasady którymi kierowano się przy doborze osadnika wtórnego to:

- maksymalne wyrównanie pola prędkości "unoszonych" ścieków i zapobieganie powstaniu tzw. rdzeni przepływu mogących powodować wynoszenie strumienia zawieszin osadu czynnego do odpływu,
- zastosowanie zbierania ścieków z całej powierzchni osadnika,
- zapewnienie równomiernego dopływu ścieków do osadnika,
- zapewnienie sprawnego układu recyrkulacji i usuwania osadu nadmiernego,
- uzyskanie możliwie jak największej głębokości czynnej osadnika.

10.3.1. Obliczenie powierzchni osadnika w planie (w największym przekroju).

$$A_p = \Pi \frac{D^2 - d^2}{4} \quad [m^2]$$

gdzie:

D - średnica zewnętrzna osadnika

d - średnica wewnętrzna osadnika (lub rury centralnej)

10.3.2. Sprawdzanie obciążenia hydraulicznego powierzchni osadnika.

$$q = \frac{Q_{sr,h}}{A_p} = 0.108$$

gdzie:

q - obciążenie powierzchni osadnika [m³/m²*h]

Q_{sr,h} - średnigodzinowy przepływ obliczeniowy [m³/h]

10.3.3. Sprawdzanie czasu przepływu przez osadnik.

$$T_0 = \frac{V_{OWt,cz}}{Q_{sr,h}} = 11.111 \quad [h]$$

gdzie:

V_{OWt,cz} - objętość części przepływowej osadnika

10.3.4. Obciążenie powierzchni osadnika ładunkiem zawieszin.

$$Z_d = \frac{Q_{sr,h} \cdot Z}{A_p} = 0.376 \quad [kg \cdot sm / m^2 \cdot h]$$

gdzie:

Z_d - dopuszczalne powierzchniowe obciążenie osadnika masą zawieszin

Z - koncentracja osadu czynnego w komorze tlenowej [kg sm/m³]

Na podstawie obliczeń doprowadzanych ładunków zanieczyszczeń i wymaganych parametrów ścieków oczyszczonych zostały dobrane następujące zbiorniki i urządzenia ciągu technologicznego oczyszczania ścieków:

1) osadnik wstępny OWs dwukomorowy o wymiarach:

- średnica części walcowej - 1150 mm
- wysokość całkowita - 1280 mm
- wysokość czynna - 1160 mm
- pojemność czynna I+II - 1.3 m³
- pojemność części osadowej I - 0.6 m³

2) komora napowietrzania KN:

- średnica części wewnętrznej walcowej - ok. 1100 mm
- wysokość całkowita - 1655 mm
- wysokość czynna - 1325 mm
- objętość czynna - ok. 1.4 m³

Element napowietrzający - dyfuzor drobnopęcherzykowy zanurzony na głębokości $h = 1.3$ m (1 szt.); sprężarka powietrza - membranowa typu HIBLOW HP-40.

3) osadnik wtórny kieszeniowy OWt:

- średnica zewn. części walcowej - 1580 mm
- średnica wewn. części walcowej - ok. 1100 mm
- wysokość całkowita - 1655 mm
- wysokość czynna - ok. 1325 mm
- wysokość części osadowej - 400 mm
- objętość części przepływowej - 0.4 m³
- objętość części osadowej - 0.2 m³

Osadnik wtórny wyposażony będzie w koncentryczne koryto odpływowe.

10.4. POMIAR IŁOŚCI ŚCIEKÓW.

Całkowita ilość ścieków będzie określana w oparciu o pomiar zużycia wody wodomierzem zainstalowanym w węźle wodociągowym obiektu. W początkowym okresie rozruchu oczyszczalni, przez odczyty o odpowiednich godzinach będzie można również określić przepływy średnie dobowe i godzinowe. Z uwagi na to, że instalacja wodociągowa wykonana została z wysokiej jakości nowoczesnych materiałów, można przyjąć, że pomiar ilości ścieków za pomocą pomiaru zużycia wody zapewni dużą dokładność.

Wymienione wyżej metody zapewniają pomiar ilości ścieków oczyszczonych z błędem mniejszym od 5 %.

10.5. AUTOMATYZACJA PRACY OCZYSZCZALNI.

Zastosowane w typowym projekcie sterowanie zapewnia pracę oczyszczalni w pełnej automatyce, eliminując do niezbędnego minimum czynności obsługowe. Automatyczne sterowanie zapewnia poprawną pracę oczyszczalni przy zróżnicowanym obciążeniu hydraulicznym, stanowiąc jednocześnie zabezpieczenie przed ew. zaniedbaniem czynności obsługowych.

Szczegółowy opis budowy i działania układu zasilająco-sterującego zastosowanego w projekcie przedmiotowej oczyszczalni znajduje się w załączonej przykładowej **Instrukcji Montażu i Obsługi Biologicznej Oczyszczalni Ścieków pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego**.

11. GOSPODARKA OSADOWA.

Zastosowana technologia niskoobciążonego osadu czynnego z przedłużonym napowietrzaniem powoduje niewielkie przyrosty osadu czynnego, który jest stabilizowany tlenowo w układzie napowietrzania. Ustabilizowany i częściowo zmineralizowany osad nadmierny gromadzony jest łącznie z osadem surowym w części osadowej osadnika wstępnego.

11.1. Obliczenie ilości osadu surowego w osadniku wstępnym.

Ilość osadu surowego wydzielająca się w osadniku wstępnym.

$$G_1 = Q_{\text{śr.d.}} \cdot S_z \cdot \eta_z = 0.146 \text{ [kg sm /d]}$$

gdzie:

G_1 - masa wydzielonego osadu

S_z - średnia koncentracja zawiesin w ściekach dopływających do oczyszczalni [kg /m³]. Przyjęto $S_z = 0.375$ kg /m³.

η_z - efekt zatrzymania zawiesin w osadniku wstępnym

Przyjęto $\eta_z = 0.6$

Objętość osadu zatrzymanego w osadniku wstępnym.

$$V_1 = \frac{G_1}{10 \cdot (100 - W_1)} = 0.002$$

gdzie:

W_1 - uwodnienie osadu [%]. Przyjęto $W_1 = 94 \%$

11.2. Obliczenie ilości osadu nadmiernego odprowadzanego z komory napowietrzania.

Ilość osadu nadmiernego.

$$G_2 = Q_{\text{śr.d.}} \cdot S_{\text{BZT}_5} \cdot (1 - \eta_m) \cdot \eta_b \cdot \Delta_m = 0.000 \text{ [kg sm./d]}$$

gdzie:

G_2 - masa wydzielonego osadu nadmiernego

S_{BZT_5} - stężenie zanieczyszczeń organicznych doprowadzanych do oczyszczalni ścieków.

η_m - efekt obniżenia BZT_5 w osadniku w osadniku wstępnym. Przyjęto $\eta_m = 0.3$

η_b - efekt obniżenia BZT_5 w części biologicznej oczyszczalni. Przyjęto $\eta_b = 0.95$

Δ_m - przyrost masy osadu czynnego przypadający na 1 kg usuniętego BZT_5 w [kg sm /kg $\text{BZT}_{5,\text{us.}}$]

Objętość osadu nadmiernego.

$$V_2 = \frac{G_2}{10 \cdot (100 - W_2)} = 0.000 \text{ [m}^3\text{/d]}$$

gdzie:

W_2 - uwodnienie osadu w komorze napowietrzania [%]. Przyjęto $W_2 = 99.6 \%$.

11.3. Ilość osadów mieszanych z OWs i KN gromadzone w OWs.

Ilość osadów mieszanych.

$$G_3 = G_1 + G_2 = 0.146 \text{ [kg sm /d]}$$

Objętość osadów mieszanych.

$$V_3 = \frac{G_3}{10 \cdot (100 - W_3)} = 0.000 \text{ [m}^3\text{/d]}$$

gdzie:

W_3 - średnie uwodnienie osadów mieszanych [%]. Przyjęto $W_3 = 95.5 \%$.

11.4. Obliczenie czasu wypełniania komór OWs osadem mieszanym zagęszczonym.

$$t_{\text{max}} = \frac{V_{0,\text{OWs}}}{V_3} \text{ [d]} = 225.000$$

gdzie:

t_{max} - max. czas wypełniania komór OWs osadem (do kolejnego opróżnienia zawartości) [d]

$V_{0,\text{OWs}}$ - objętość części osadowej osadnika wstępnego [m^3]

Uwaga:

Aby uniknąć ponownego rozruchu oczyszczalni, należy wybierać tylko zawartość osadnika wstępnego.

12. Oczyszczalnia ścieków oraz jakość i ilość odprowadzanych ścieków.

a) odprowadzenie ścieków z oczyszczalni ścieków pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego zawierającej następujące urządzenia:

- Dwukomorowy osadnik wstępny OWs,
- Komora napowietrzania KN wyposażona w dyfuzor drobnopęcherzykowy talerzowy, połączona w jednym zbiorniku z osadnikiem wtórnym OWt z korytem odpływowym,
- Studzienka kontrolna SK.

b) odprowadzenie ścieków oczyszczonych biologicznie do śródlądowych wód powierzchniowych w ilości :

$$Q_{\text{dśr}} = 0.650 \text{ m}^3\text{/d}$$

$$Q_{\text{dmax}} = 1.950 \text{ m}^3\text{/d}$$

$$Q_{\text{hmax}} = 0.486 \text{ m}^3\text{/h}$$

o składzie:

- zawiesina ogólna S_k z.og. $\leq 50.000 \text{ mg / dm}^3$
- zanieczyszczenia organiczne $S_k \text{ BZT}_5 \leq 40.000 \text{ mg O}_2 \text{ / dm}^3$
- azot ogólny $S_k \text{ N}_{\text{og.}} \leq 30.000 \text{ mg N / dm}^3$
- fosfor ogólny $S_k \text{ P}_{\text{og.}} \leq 5.000 \text{ mg P / dm}^3$

12. WNIOSKI KOŃCOWE I ZALECENIA.

1. Wnioskuję się o uzgodnienie lokalizacji oczyszczalni ścieków pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego .
2. Wnioskuję się o uzgodnienie proponowanej technologii oczyszczania ścieków i odprowadzenie ścieków oczyszczonych do śródlądowych wód powierzchniowych.
3. Wnioskuję się o odbiór ustabilizowanego osadu nadmiernego gromadzonego łącznie z osadem wstępnym przez wyznaczony punkt zlewny (przy pomocy miejscowego taboru asenizacyjnego). Wywóz będzie odbywał się ok. raz w roku.

13. ZAŁĄCZNIKI.

- 1) Decyzja warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.
- 2) Mapa sytuacyjno-wysokościowa skala 1 : 1000 z naniesioną lokalizacją oczyszczalni.
- 3) Rysunki
- 4) Materiały informacyjno-techniczne dotyczące typoszeregu oczyszczalni ścieków pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego .
- 5) Instrukcja Montażu i Obsługi biologicznej oczyszczalni ścieków.

PROJEKT BUDOWLANY

**na budowę lokalnej, biologicznej oczyszczalni ścieków
pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego
dla**

GOSPODARSTWO DOMOWE OŚMIO-OSOBOWE

gm. Daszyna

woj. ŁÓDZKIE

Kutno, 05/2013

SPIS TREŚCI

1. DANE OGÓLNE.....	2
1.1. INWESTOR	2
1.2. OBIEKT.....	2
2. PODSTAWA OPRACOWANIA.	2
3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	2
4. LOKALIZACJA I STREFA OCHRONY SANITARNEJ OCZYSZCZALNI.	2
5. STAN PRAWNY NIERUCHOMOŚCI I OBOWIĄZKI UŻYTKOWNIKA W STOSUNKU DO OSÓB TRZECICH.....	2
6. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I PROWADZONEJ DZIAŁALNOŚCI.....	2
7. BILANS ŚCIEKÓW.	2
8. ODBIORNIK ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH I WYMAGANY STOPIEŃ OCZYSZCZENIA ŚCIEKÓW.....	3
9. BILANS ŁADUNKÓW ZANIECZYSZCZEŃ.....	4
10. TECHNOLOGIA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW.....	5
10.1. OBLICZENIA OSADNIKA WSTĘPNEGO.	5
10.1.1. Obliczenie czasu przepływu przez osadnik.	5
10.1.2. Obliczenie obciążenia hydraulicznego osadnika.	6
10.2. OBLICZENIA KOMORY NAPOWIETRZANIA.....	6
10.2.1. Obliczanie obciążenia osadu czynnego ładunkiem BZT ₅	6
10.2.2. Obliczenie czasu napowietrzania ścieków w komorze napowietrzania.	6
10.2.3. Obliczenie wymaganej ilości powietrza dostarczanej do komory napowietrzania.	7
10.3. OBLICZANIE OSADNIKA WTÓRNEGO.	7
10.3.1. Obliczenie powierzchni osadnika w planie (w największym przekroju).	8
10.3.2. Sprawdzanie obciążenia hydraulicznego powierzchni osadnika.	8
10.3.3. Sprawdzanie czasu przepływu przez osadnik.	8
10.3.4. Obciążenie powierzchni osadnika ładunkiem zawieszin.	8
10.4. POMIAR ILOŚCI ŚCIEKÓW.	9
10.5. AUTOMATYZACJA PRACY OCZYSZCZALNI.....	9
11. GOSPODARKA OSADOWA.	9
11.1. OBLICZENIE ILOŚCI OSADU SUROWEGO W OSADNIKU WSTĘPNYM.	9
11.2. OBLICZENIE ILOŚCI OSADU NADMIERNEGO ODPROWADZANEGO Z KOMORY NAPOWIETRZANIA.	9
11.3. ILOŚĆ OSADÓW MIESZANYCH Z OWS I KN GROMADZONE W OWS.	10
11.4. OBLICZENIE CZASU WYPEŁNIANIA KOMÓR OWS OSADEM MIESZANYM ZAGĘSZCZONYM.	10
12. OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW ORAZ JAKOŚĆ I ILOŚĆ ODPROWADZANYCH ŚCIEKÓW.....	10
13. WNIOSKI KOŃCOWE I ZALECENIA.	10
14. ZAŁĄCZNIKI.	10

WPROWADZENIE.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlany z elementami operatu wodnoprawnego na budowę urządzeń indywidualnej, biologicznej oczyszczalni ścieków i odprowadzenie ścieków oczyszczonych do śródlądowych wód powierzchniowych.

1. DANE OGÓLNE.

1.1. INWESTOR.

GMINA DASZYNA

1.2. OBIEKT.

OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW PRZYDOMOWA jako urządzenie zgodna z PN EN 12566-3:2005+A1:2009.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA.

- Mapa zasadnicza w skali 1: 1000 obejmująca teren lokalizacji oczyszczalni ścieków.
- Materiały informacyjno-techniczne dotyczące typoszeregu oczyszczalni ścieków.
- Instrukcja Obsługi i Montażu biologicznej oczyszczalni ścieków.

3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Podstawowym celem niniejszego opracowania jest umożliwienie poprawnego montażu urządzeń (zbiorników) oczyszczalni ścieków na projektowanym terenie, oraz dostarczenie niezbędnych danych do uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzenie ścieków oczyszczonych do śródlądowych wód powierzchniowych z urządzeń oczyszczalni ścieków.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- 1) Lokalizację i postulowaną strefę ochrony sanitarnej oczyszczalni ścieków.
- 2) Stan prawny nieruchomości i obowiązki użytkownika oczyszczalni w stosunku do osób trzecich.
- 3) Krótką charakterystykę obiektu i prowadzonej działalności.
- 4) Bilans ścieków i ładunków zanieczyszczeń w ściekach surowych i oczyszczonych.
- 5) Odprowadzenie ścieków oczyszczonych i wymagany stopień oczyszczenia ścieków.
- 6) Technologię oczyszczania ścieków z obliczeniami technologicznymi i doborem urządzeń.
- 7) Sieć kanalizacyjną, zbiorniki i urządzenia technologiczne oczyszczalni ścieków.
- 8) Wnioski końcowe i zalecenia.

4. LOKALIZACJA I STREFA OCHRONY SANITARNEJ OCZYSZCZALNI.

Przedmiotowa oczyszczalnia ścieków zlokalizowana będzie na terenie działki Inwestora-użytkownika.

Z uwagi na wielkość oczyszczalni i przewidywane zagłębienie jej zbiorników w ziemi, lokalizacja taka zgodna jest z aktualnym Prawem Budowlanym i Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Brak uciążliwości oczyszczalni dla otoczenia nie wymaga tworzenia specjalnej strefy ochronnej a jedynym wymogiem zabezpieczającym zbiorniki oczyszczalni przed uszkodzeniem jest ich zabezpieczenie przed możliwością przeciążenia gruntu w sąsiedztwie. W związku z tym zbiorniki i urządzenia projektowanej oczyszczalni umieszczone będą w pasie zieleni wydzielonym z normalnego użytkowania, a droga dojazdowa do oczyszczalni zostanie wyraźnie wydzielona i oznakowana.

Dodatkowo, ze zbiorników oczyszczalni ścieków wyprowadzone zostaną kominki wentylacji grawitacyjnej zapewniające prawidłową wentylację.

5. STAN PRAWNY NIERUCHOMOŚCI I OBOWIĄZKI UŻYTKOWNIKA W STOSUNKU DO OSÓB TRZECICH.

Projektowana oczyszczalnia ścieków i związany z nią fragment łączącej kanalizacji sanitarnej zostały zlokalizowane na terenie należącym do Inwestora.

Do obowiązków Użytkownika, Osoby Prawnej występującej o Pozwolenie Wodnoprawne będzie należała eksploatacja oczyszczalni ścieków w sposób gwarantujący zachowanie parametrów ścieków oczyszczonych poniżej dopuszczalnych wartości określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi (Dz.U. nr 212 poz.1799).

Do obowiązków Użytkownika będzie należała eksploatacja i konserwacja przyległej sieci kanalizacji sanitarnej, jak również pokrywanie ewentualnie powstałych szkód wynikających z nieprawidłowej eksploatacji oczyszczalni ścieków.

6. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I PROWADZONEJ DZIAŁALNOŚCI.

Projektowana biologiczna oczyszczalnia ścieków obsługiwać będzie wraz z pomieszczeniami stanowiącymi jej zaplecze funkcjonalne i socjalne.

Do sieci kanalizacji lokalnej podłączeni zostaną następujący użytkownicy:

- Domy i budynki mieszkalne - liczba osób: 8

7. BILANS ŚCIEKÓW.

Sposób obliczenia ilości ścieków na mieszkańca równoważnego i współczynniki nierównomierności dopływu ścieków podaje literatura [2], [3], [6]:

Podstawą do sporządzenia bilansu ścieków stanowiły dane o ilości i rodzaju użytkowników, oraz wyposażenie obiektu w urządzenia sanitarne.

Przyjęto następujące wskaźniki:

$$N_h = 3$$

$$N_d = 3$$

– współczynniki nierównomierności dopływu ścieków na oczyszczalnię:

$$N_d = 3$$

Ilości dobowe ścieków obliczono z zależności:

a) średnia dobową ilość ścieków:

$$Q_{d, \text{sr.}} = \sum q_{jui} * LU_i \quad [m^3/d]$$

gdzie:

q_{jui} - jednostkowa ilość ścieków na jednego i-tego użytkownika

LU_i - liczba i-tego rodzaju użytkowników (mieszkańców)

$$Q_{d, \text{sr.}} = 1.040$$

b) maksymalna dobową ilość ścieków

$$Q_{d, \text{max}} = N_d * Q_{d, \text{sr.}} \quad [m^3/d]$$

gdzie:

N_d - wsp. nierównomierności dobowej dopływu ścieków

$$Q_{d, \text{max}} = 3.000 * 1.040 = 3.120$$

Przepływy charakterystyczne godzinowe ścieków obliczono z zależności:

a) średni godzinowy dopływ ścieków:

$$Q_{h, \text{sr.}} = 1 / T_h * Q_{d, \text{sr.}} \quad [m^3/h]$$

$$Q_{h, \text{sr.}} = 1 / 12.000 * 1.040 = 0.087$$

Uwaga:

b) maksymalny godzinowy dopływ ścieków:

$$Q_{h, \text{max}} = N_d * N_h * Q_{h, \text{sr.}} \quad [m^3/h]$$

gdzie:

N_h - wsp. nierównomierności godzinowej dopływu ścieków

$$Q_{h, \text{max}} = 3.000 * 3.000 * 0.087 = 0.783$$

8. ODBIORNIK ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH I WYMAGANY STOPIEŃ OCZYSZCZENIA ŚCIEKÓW.

Przy prawidłowo poprowadzonym rozruchu oczyszczalni oraz prawidłowej eksploatacji oczyszczalni osiągnięta zostanie wymagana redukcja zanieczyszczeń i uzyskanie parametrów ścieków oczyszczonych zgodnych z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 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.2006, nr 137, poz. 984).

Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń przyjęte na podstawie załącznika nr 1 do niniejszego rozporządzenia dla oczyszczalni o RLM poniżej 2.000 przedstawiono w tabeli:

Tabela. Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń.

Nazwa wskaźnika	Jednostka	Najwyższa dopuszczalna wartość wskaźnika
Pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT ₅)	mg O ₂ /l	40
Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT)	mg O ₂ /l	150

Wymagany stopień oczyszczenia ścieków wyrażony średnim stopniem redukcji poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń η określono z zależności:

$$\eta_i = (Sp_i - Sk_i) / Sp_i * 100\%$$

gdzie:

Sp_i (k_i)- początkowe (końcowe) stężenie zanieczyszczeń doprowadzanych (odprowadzanych) do (z) oczyszczalni ścieków.

Z uwagi na brak analiz laboratoryjnych ścieków doprowadzanych do oczyszczalni do dalszych obliczeń przyjęto skład ścieków surowych jak dla typowych ścieków gospodarczo-bytowych. Z danych literaturowych [4], [6], [7], [10] oraz kilkunastoletniej obserwacji i pomiarów dokonywanych na oczyszczalniach ścieków o przepustowości do 100 m³/d wynika następujący skład ścieków surowych:

A. Jednostkowe ładunki zanieczyszczeń na mieszkańca równoważnego i dobę:

- BZT₅ : $S_j = 40.000$
- ChZT : $S_j = 150.000$
- zawiesina ogólna : $S_j = 50.000$
- azot ogólny : $S_j = 30.000$
- fosfor ogólny : $S_j = 5.000$

B. Stężenia zanieczyszczeń w ściekach surowych, przy przyjętej wartości jednostkowego zużycia wody na mieszkańca równoważnego $q_j = 0.15 \text{ m}^3/\text{d}$:

- BZT₅ : $S_o = 400$
- ChZT : $S_o = 1000.000$
- zawiesina ogólna : $S_o = 370.000$
- azot ogólny : $S_o = 100.000$
- fosfor ogólny : $S_o = 10.000$

C. Ładunki podstawowych zanieczyszczeń w ściekach surowych.

$$L_i = Q_i \cdot S_i \quad [\text{kg O}_2 / \text{d}], [\text{kg O}_2 / \text{h}]$$

- | | | | |
|----|------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1. | BZT ₅ | $L_{\text{śr d}} = 0.416$ | [kg O ₂ /d] |
| 2. | ChZT | $L_{\text{śr d}} = 1.040$ | [kg O ₂ /d] |
| 3. | Zawiesina ogólna | $L_{\text{śr d}} = 0.385$ | [kg /d] |
| 4. | Azot ogólny | $L_{\text{śr d}} = 0.104$ | [kg N/d] |
| 5. | Fosfor ogólny | $L_{\text{śr d}} = 0.010$ | [kg P/d] |

Podobne obliczenia wykonuje się dla $Q_{\text{max.d}}$ i $Q_{\text{max.h}}$. Wyniki obliczeń ładunków podstawowych zanieczyszczeń w ściekach surowych doprowadzanych do oczyszczalni, podaje tabela 1.

Wymagany stopień oczyszczenia ścieków wyrażony stopniem redukcji zanieczyszczeń wyniesie odpowiednio:

- zanieczyszczenia organiczne BZT₅

$$\eta_{\text{BZT}_5} = 90.000$$

- zanieczyszczenia organiczne ChZT

$$\eta_{\text{ChZT}} = 85.000$$

- zawiesina ogólna Z.Og.

$$\eta_{\text{z.og.}} = 86.486$$

- azot ogólny N_{og}

$$\eta_{\text{N}_{\text{og}}} = 70.000$$

- fosfor ogólny P_{og}

$$\eta_{\text{P}_{\text{og}}} = 50.000$$

Komory (tunele) filtracyjne

Komory filtracyjne to prefabrykowane elementy z polietylenu wykonane w technologii wtryskowej. Po połączeniu z deklami na początku i końcu tworzą tunel filtracyjny. Długość pojedynczej komory to ca. 1350mm (po zamontowaniu długość robocza to ca. 1220mm), szerokość 560mm, wysokość 300mm a pojemność 123 litry. Komory filtracyjne służą do rozsączania ścieków oczyszczonych (w oczyszczalni z bioreaktorem) lub doczyszczania ścieków (w oczyszczalni z drenażem rozsączającym). Dopuszcza się komory o parametrach nie odbiegających o więcej niż 15% od w.w.

Wentylacja wysoka

Niezależnie od odpowietrzenia pionów kanalizacji sanitarnej wewnętrznej należy wykonać odpowietrzenie elementów oczyszczalni wykonując przy budynku lub wewnątrz pion wentylacji wysokiej. Zakończenie wentylacji wysokiej wyprowadzić ponad połac dachu oraz co najmniej 60 cm powyżej górnej krawędzi okien. Odpowietrzenie wykonać z rur PCV $\square 110 \text{ mm}$.

Wentylacja niska

W celu zapewnienia prawidłowej cyrkulacji powietrza w oczyszczalni należy zastosować kominiek napowietrzający połączony z króćcem wentylacyjnym przy wylocie ścieków z reaktora zgodnie z DTR urządzenia.

9. BILANS ŁADUNKÓW ZANIECZYSZCZEŃ.

Bilans ładunków zanieczyszczeń zawartych w ściekach dopływających do osadnika wstępnego oczyszczalni ścieków sporządzono dla wcześniej podanych wartości stężeń zanieczyszczeń i przepływów dobowych ścieków z zależności:

$$L_{\text{pi}} = S_{\text{pi}} \cdot Q_{\text{di}} \quad [\text{kg /d}] [\text{kg /h}]$$

$$Q_i - i\text{-ty przepływ ścieków} \quad [\text{m}^3/\text{d}] [\text{m}^3/\text{h}]$$

S_{pi} – i-te początkowe stężenie zanieczyszczeń doprowadzanych do oczyszczalni ścieków

Zestawienie bilansów zanieczyszczeń w ściekach dopływających do osadnika wstępnego oczyszczalni zawiera poniższa tabela 1:

Oznaczenia:

1. BZT₅, 2. ChZT, 3. Zawiesina ogólna, 4. Azot ogólny, 5. Fosfor ogólny

Tabela 1

	Doprowadzany ładunek zanieczyszczeń														
	$\bar{L}_{sr,d}$ [kg O ₂ /d]					$L_{max,d}$ [kg O ₂ /d]					$L_{max,h}$ [kg O ₂ /h]				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
	0.41	1.04	0.38	0.10	0.01	1.24	3.12	1.15	0.31	0.03	0.313	0.783	0.290	0.078	0.008
	6	0	5	4	0	8	0	4	2	1					

10. TECHNOLOGIA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW.

Ścieki sanitarne dopływające grawitacyjnie do oczyszczalni ścieków będą oczyszczane w ciągu technologicznym oczyszczalni ścieków w skład którego wejdą następujące urządzenia:

- 1) Dwukomorowy osadnik wstępny OWs,
- 2) Komora napowietrzania KN wyposażona w dyfuzor drobnopęcherzykowy talerzowy, połączona w jednym zbiorniku z osadnikiem wtórnym OWt z korytem odpływowym,
- 3) Studzienka kontrolna SK.

Przyjęto technologię oczyszczania ścieków metodą niskoobciążonego osadu czynnego ze stabilizacją osadu w komorze napowietrzania, recyrkulacją ścieków oczyszczonych do osadnika wstępnego (do II-ej komory), oraz usuwaniem osadu nadmiernego z KN do pierwszej komory OWs.

Przyjęta metoda oczyszczania ścieków jest wszechstronnie sprawdzona w instalacjach do oczyszczania ścieków i gwarantuje uzyskanie zakładanych efektów technologicznych.

Ścieki z kanalizacji sanitarnej spływać będą grawitacyjnie do pierwszej komory osadnika wstępnego OWs. Osadnik wstępny składa się z dwóch wydzielonych komór w proporcjach objętościowych 2:1. Sposób ukształtowania przegrody rozdzielającej wewnątrz I komory osadnika zapewnia zatrzymanie w pierwszej komorze większości tłuszczów i łatwo sedymentujących zawiesin stałych. Do pierwszej komory wprowadzany jest również ustabilizowany tlenowo osad nadmierny. Druga komora przeznaczona jest do sedymentacji pozostałych osadów i flotacji tłuszczów.

Z osadnika wstępnego OWs ścieki przepływają grawitacyjnie do komory napowietrzania KN.

Komora napowietrzania wyposażona jest w dyfuzor drobnopęcherzykowy umieszczony centralnie przy dnie zbiornika.

Sprężarka zasilająca dyfuzor umieszczona jest w specjalnej studzience odizolowanej od bezpośredniego kontaktu ze ściekami.

Z komory napowietrzania KN ścieki przepływają do osadnika wtórnego OWt, w którym rozplývają się koncentrycznie ku górze w kierunku koryta odpływowego. Stosunkowo duża objętość czynna i małe obciążenie powierzchni osadnika, jak również bardzo małe obciążenie krawędzi przelewowych koryta odpływowego zapewniają skuteczną eliminację zawiesin kłaczkowatych osadu czynnego i gwarantują poprawną pracę osadnika.

10.1. Obliczenia osadnika wstępnego.

Obliczenia osadnika wstępnego będą miały charakter sprawdzający w zakresie podstawowych parametrów przepływowych.

10.1.1. Obliczenie czasu przepływu przez osadnik.

Obliczenia sprawdzające zostaną wykonane dla średniego godzinowego i maksymalnego godzinowego przepływu ścieków.

$$t_p = \frac{V_p}{Q_h} \text{ [h]}$$

gdzie:

t_p - czas przepływu ścieków przez osadnik [h],

V_p - objętość części przepływowej osadnika [m³],

Q_h - godzinowy przepływ ścieków przez osadnik [m³/h],

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymamy średni i min. czas przepływu przez osadnik:

$$t_{p, \text{śr}} = \frac{V_p}{Q_{\text{śr},h}} \text{ [h]}$$

$$t_{p, \text{min}} = \frac{V_p}{Q_{\text{śr},h}} \text{ [h]}$$

gdzie:

$Q_{sr,h}$ - średni, godzinowy przepływ ścieków przez osadnik $[m^3/h]$,

$Q_{max,h}$ - max. godzinowy przepływ ścieków przez osadnik $[m^3/h]$,

$$t_{p,sr} = 12.069$$

$$t_{p,min} = 1.341$$

10.1.2. Obliczenie obciążenia hydraulicznego osadnika.

$$q_F = \frac{Q_h}{F} \quad [m/h]$$

gdzie:

q_F - obciążenie hydrauliczne osadnika $[m/h]$,

Q_h - godzinowy przepływ ścieków przez osadnik $[m^3/h]$,

F - powierzchnia osadnika w planie $[m^2]$,

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymamy średnie i max. obciążenie hydrauliczne osadnika:

$$q_{F,sr} = \frac{Q_{sr,h}}{F} = 0.053$$

$$q_{F,max.} = \frac{Q_{max,h}}{F} = 0.475$$

Obie te wartości spełniają kryterium $q_F < 3$ m/h przyjęte dla osadników wstępnych.

10.2. Obliczenia komory napowietrzania.

10.2.1. Obliczanie obciążenia osadu czynnego ładunkiem BZT₅.

Dla oczyszczalni ze stabilizacją osadu w komorze napowietrzania graniczne obciążenie osadu ładunkiem BZT₅ wynosi:

$$A' = 0.05 - 0.15 \text{ kg O}_2 / \text{kg sm} \cdot d$$

Z uwagi na znaczną nierównomierność dopływu ścieków do oczyszczalni i jej charakter pracy, korzystniej jest prowadzić proces oczyszczania w dolnym zakresie granicznym.

$$A'_i = \frac{L_{BZT5,i}}{V_{KN,cz.} \cdot Z}$$

gdzie:

$L_{BZT5,i}$ - średniodobowy lub maksymalnodobowy ładunek BZT₅ $[kg \text{ O}_2/d]$

$V_{KN,cz.}$ - pojemność czynna komory napowietrzania $[m^3]$

Z - koncentracja osadu czynnego w komorze napowietrzania $[kg \text{ sm}/m^3]$

$$A'_{sr.} = 0.108 \quad kg \text{ O}_2 / kg \text{ sm} \cdot d$$

$$T_{sr.} = 25.385 \quad kg \text{ O}_2 / kg \text{ sm} \cdot d$$

10.2.2. Obliczenie czasu napowietrzania ścieków w komorze napowietrzania.

$$T = \frac{V_{KN,cz.}}{Q_i} \cdot 24 \quad [h]$$

$$T_{sr.} = \frac{V_{KN,cz.}}{Q_{sr,d}} \cdot 24 \quad [h]$$

$$T_{min.} = \frac{V_{KN,cz.}}{Q_{max,d}} \cdot 24 \quad [h]$$

gdzie :

T - czas napowietrzania ścieków w komorze napowietrzania $[h]$

$V_{cz. KN}$ - objętość czynna komory napowietrzania $[m^3]$

Q_i - przepływ ścieków $[m^3/d]$

$$T_{sr.} = 25.385 \text{ h}$$

$$T_{min.} = 8.462 \text{ h}$$

10.2.3. Obliczenie wymaganej ilości powietrza dostarczanej do komory napowietrzania.

10.2.3.1. Obliczenie praktycznie wymaganej wydajności urządzeń napowietrzających:

a) obliczanie godzinowej wydajności urządzeń napowietrzających:

$$OC_{sr,h} = \frac{k \cdot A' \cdot Z}{24} \cdot N_h$$

gdzie:

$OC_{sr,h}$ - średnia jednostkowa godzinowa wydajność urządzeń napowietrzających [kg O₂/m³ · h]

k - stopień natlenienia ścieków dla pełnego biologicznego oczyszczania z tlenową stabilizacją osadu nadmiernego k=2,2

A' - obciążenie osadu ładunkiem BZT₅ [kg O₂/kg sm · d]

Z - koncentracja osadu czynnego w komorze napowietrzania [kg sm/m³], dla przyjętej metody oczyszczania Z = 3,5 [kg sm/m³]

N_h - współczynnik maksymalnego zapotrzebowania tlenu; przyjmuje się N_h = 1,3.

Obliczanie całkowitej godzinowej wydajności urządzeń napowietrzających :

$$OC'_{sr,h} = OC_{sr,h} \cdot V_{KN}$$

gdzie:

$OC'_{sr,h}$ - całkowita godzinowa wydajność urządzeń napowietrzających [kg O₂/h]

V_{KN} - objętość komory osadu czynnego [m³]

obliczenie wymaganej ilości powietrza:

$$Q_p = \frac{OC'_{sr,h}}{K \cdot H} \cdot 10^3$$

gdzie:

Q_p - wymagana ilość powietrza doprowadzana do dyfuzora umieszczonego na głębokości H w [m³/h]

$OC'_{sr,h}$ - całkowita godzinowa wydajność urządzeń napowietrzających w [kg O₂/h]

K' - wskaźnik wykorzystania tlenu z powietrza [g O₂/m³ · m] (dla czystej wody)

K - wskaźnik wykorzystania tlenu z powietrza [g O₂/m³ · m] (dla ścieków)

H - głębokość osadzenia dyfuzora napowietrzającego [m]

OBLICZENIA :

$$OC_{sr} = 0.050 \text{ kg O}_2/\text{m}^3 \cdot \text{h}$$

$$OC'_{sr,h} = 0.045 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

$$Q_p = 0.012 \text{ m}^3/\text{h}$$

10.2.3.2. Dobór sprężarki powietrza.

Sprężarka dla oczyszczalni .

Do napowietrzania ścieków w oczyszczalniach przewiduje się stosowanie dmuchawy o charakterystyce podanej poniżej lub równoważnej niezawodność zakresie urządzenia HP-60. Niezawodność i wysokie walory eksploatacyjne tych sprężarek w zastosowaniu do napowietrzania ścieków potwierdzone zostały w kilkuset krajach i zagranicznych oczyszczalniach ścieków. Konstrukcja sprężarki (membranowa) zapewnia prawie bezgłośnie pracę, rewelacyjnie niskie zużycie energii elektrycznej, łatwość regulacji wydajności przez dławienie na tłoczeniu dostarczanie wolnego od oleju powietrza i bezobsługową wieloletnią eksploatację.

TYP		HP – 40	HP – 60	HP – 80	HP – 100	HP – 120
NAPIĘCIE	V	AC 100/120/220~240				
CZĘSTOTLIWOŚĆ	Hz	50				
NADCIŚNIENIE	mbar	128	147		177	
WYDAJNOŚĆ	l / min	40	60	80	100	120
POBÓR MOCY	W	38	51	71	95	115
POZIOM HAŁASU	dBA	32	35	36	38	40
WAGA	kg	5,7	7,0		8,5	

10.3. Obliczanie osadnika wtórnego.

Sprawnie działający osadnik wtórny jest w małej oczyszczalni ścieków elementem decydującym o jakości odpływu i efektywności oczyszczania całej oczyszczalni. Dla przyjętej technologii oczyszczania ścieków, w efekcie wieloletnich obserwacji i doświadczeń w pracy z osadnikami pionowymi proponuje się przyjęcie nieco wyższych wskaźników od ogólnie zakładanych. Dobór geometrii osadnika wtórnego dla oczyszczalni wynika jednak również z faktu posiadania określonych form do wykonania zbiorników z laminatu poliestrowo-szklanego. Dlatego też dalsze obliczenia będą miały bardziej charakter sprawdzający niż projektowo-konstrukcyjny. Aktualne zasady którymi kierowano się przy doborze osadnika wtórnego to:

- maksymalne wyrównanie pola prędkości "unoszonych" ścieków i zapobieganie powstaniu tzw. rdzeni przepływu mogących powodować wynoszenie strumienia zawieszin osadu czynnego do odpływu,
- zastosowanie zbierania ścieków z całej powierzchni osadnika,
- zapewnienie równomiernego dopływu ścieków do osadnika,
- zapewnienie sprawnego układu recyrkulacji i usuwania osadu nadmiernego,
- uzyskanie możliwie jak największej głębokości czynnej osadnika.

10.3.1. Obliczenie powierzchni osadnika w planie (w największym przekroju).

$$A_p = \Pi \frac{D^2 - d^2}{4} \quad [m^2]$$

gdzie:

D - średnica zewnętrzna osadnika

d - średnica wewnętrzna osadnika (lub rury centralnej)

10.3.2. Sprawdzanie obciążenia hydraulicznego powierzchni osadnika.

$$q = \frac{Q_{sr,h}}{A_p} = 0.173$$

gdzie:

q - obciążenie powierzchni osadnika [m³/m²*h]

Q_{sr,h} - średnigodzinowy przepływ obliczeniowy [m³/h]

10.3.3. Sprawdzanie czasu przepływu przez osadnik.

$$T_0 = \frac{V_{OWt,cz}}{Q_{sr,h}} = 6.897 \quad [h]$$

gdzie:

V_{OWt,cz} - objętość części przepływowej osadnika

10.3.4. Obciążenie powierzchni osadnika ładunkiem zawieszin.

$$Z_d = \frac{Q_{sr,h} \cdot Z}{A_p} = 0.607 \quad [kg \cdot sm / m^2 \cdot h]$$

gdzie:

Z_d - dopuszczalne powierzchniowe obciążenie osadnika masą zawieszin

Z - koncentracja osadu czynnego w komorze tlenowej [kg sm/m³]

Na podstawie obliczeń doprowadzanych ładunków zanieczyszczeń i wymaganych parametrów ścieków oczyszczonych zostały dobrane następujące zbiorniki i urządzenia ciągu technologicznego oczyszczania ścieków:

1) osadnik wstępny OWs dwukomorowy o wymiarach:

- średnica części walcowej - 1450 mm
- wysokość całkowita - 1360 mm
- wysokość czynna - 1320 mm
- pojemność czynna I+II - 2.0 m³
- pojemność części osadowej I - 0.6 m³

2) komora napowietrzania KN:

- średnica części wewnętrznej walcowej - ok. 1100 mm
- wysokość całkowita - 1655 mm
- wysokość czynna - 1325 mm
- objętość czynna - ok. 1.4 m³

Element napowietrzający - dyfuzor drobnopęcherzykowy zanurzony na głębokości h = 1.3 m (1 szt.); sprężarka powietrza – membranowa np. typu HIBLOW HP-60.

- 3) osadnik wtórny kieszeniowy OWt:
- średnica zewn. części walcowej - 1580 mm
 - średnica wewn. części walcowej - ok. 1100 mm
 - wysokość całkowita - 1655 mm
 - wysokość czynna - ok. 1325 mm
 - wysokość części osadowej - 400 mm
 - objętość części przepływowej - 0.4 m^3
 - objętość części osadowej - 0.2 m^3

Osadnik wtórny wyposażony będzie w koncentryczne koryto odpływowe.

10.4. POMIAR ILOŚCI ŚCIEKÓW.

Całkowita ilość ścieków będzie określana w oparciu o pomiar zużycia wody wodomierzem zainstalowanym w węźle wodociągowym obiektu. W początkowym okresie rozruchu oczyszczalni, przez odczyty o odpowiednich godzinach będzie można również określić przepływy średnie dobowe i godzinowe. Z uwagi na to, że instalacja wodociągowa wykonana została z wysokiej jakości nowoczesnych materiałów, można przyjąć, że pomiar ilości ścieków za pomocą pomiaru zużycia wody zapewni dużą dokładność.

Wymienione wyżej metody zapewniają pomiar ilości ścieków oczyszczonych z błędem mniejszym od 5 %.

10.5. AUTOMATYZACJA PRACY OCZYSZCZALNI.

Zastosowane w typowym projekcie sterowanie zapewnia pracę oczyszczalni w pełnej automatyce, eliminując do niezbędnego minimum czynności obsługowe. Automatyczne sterowanie zapewnia poprawną pracę oczyszczalni przy zróżnicowanym obciążeniu hydraulicznym, stanowiąc jednocześnie zabezpieczenie przed ew. zaniedbaniami czynności obsługowych.

Szczegółowy opis budowy i działania układu zasilająco-sterującego zastosowanego w projekcie przedmiotowej oczyszczalni znajduje się w załączonej przykładowej **Instrukcji Montażu i Obsługi Biologicznej Oczyszczalni Ścieków**.

11. GOSPODARKA OSADOWA.

Zastosowana technologia niskoobciążonego osadu czynnego z przedłużonym napowietrzaniem powoduje niewielkie przyrosty osadu czynnego, który jest stabilizowany tlenowo w układzie napowietrzania. Ustabilizowany i częściowo zmineralizowany osad nadmierny gromadzony jest łącznie z osadem surowym w części osadowej osadnika wstępnego.

11.1. Obliczenie ilości osadu surowego w osadniku wstępnym.

Ilość osadu surowego wydzielająca się w osadniku wstępnym.

$$G_1 = Q_{\text{sr.d.}} \cdot S_z \cdot \eta_z = 0.234 \text{ [kg sm /d]}$$

gdzie:

G_1 - masa wydzielonego osadu

S_z - średnia koncentracja zawiesin w ściekach dopływających do oczyszczalni [kg /m^3]. Przyjęto $S_z = 0.375 \text{ kg /m}^3$.

η_z - efekt zatrzymania zawiesin w osadniku wstępnym

Przyjęto $\eta_z = 0.6$

Objętość osadu zatrzymanego w osadniku wstępnym.

$$V_1 = \frac{G_1}{10 \cdot (100 - W_1)} = 0.004$$

gdzie:

W_1 - uwodnienie osadu [%]. Przyjęto $W_1 = 94 \%$

11.2. Obliczenie ilości osadu nadmiernego odprowadzanego z komory napowietrzania.

Ilość osadu nadmiernego.

$$G_2 = Q_{\text{sr.d.}} \cdot S_{\text{BZT5}} \cdot (1 - \eta_m) \cdot \eta_b \cdot \Delta_m = 0.000 \text{ [kg sm./d]}$$

gdzie:

G_2 - masa wydzielonego osadu nadmiernego

S_{BZT5} - stężenie zanieczyszczeń organicznych doprowadzanych do oczyszczalni ścieków.

η_m - efekt obniżenia BZT₅ w osadniku w osadniku wstępnym. Przyjęto $\eta_m = 0.3$

η_b - efekt obniżenia BZT₅ w części biologicznej oczyszczalni. Przyjęto $\eta_b = 0.95$

Δ_m - przyrost masy osadu czynnego przypadający na 1 kg usuniętego BZT₅ w [$\text{kg sm /kg BZT}_{5,\text{us.}}$]

Objętość osadu nadmiernego.

$$V_2 = \frac{G_2}{10 \cdot (100 - W_2)} = 0.000 \text{ [m}^3\text{/d]}$$

gdzie:

W_2 - uwodnienie osadu w komorze napowietrzania [%]. Przyjęto $W_2 = 99.6$ %.
Ilość osadów mieszanych z OWs i KN gromadzone w OWs.

Ilość osadów mieszanych.

$$G_3 = G_1 + G_2 = 0.234 \text{ [kg sm /d]}$$

Objętość osadów mieszanych.

$$V_3 = \frac{G_3}{10 \cdot (100 - W_3)} = 0.000 \text{ [m}^3/\text{d]}$$

gdzie:

W_3 - średnie uwodnienie osadów mieszanych [%]. Przyjęto $W_3 = 95.5$ %.

11.3. Obliczenie czasu wypełniania komór OWs osadem mieszanym zagęszczonym.

$$t_{\max} = \frac{V_{0,OWs}}{V_3} \text{ [d]} = 237.500$$

gdzie:

t_{\max} - max. czas wypełniania komór OWs osadem (do kolejnego opróżnienia zawartości) [d]

$V_{0,OWs}$ - objętość części osadowej osadnika wstępnego [m^3]

Uwaga:

Aby uniknąć ponownego rozruchu oczyszczalni, należy wybierać tylko zawartość osadnika wstępnego.

12. Oczyszczalnia ścieków oraz jakość i ilość odprowadzanych ścieków.

a) odprowadzenie ścieków z oczyszczalni ścieków zawierającej następujące urządzenia:

- Dwukomorowy osadnik wstępny OWs,
- Komora napowietrzania KN wyposażona w dyfuzor drobnopęcherzykowy talerzowy, połączona w jednym zbiorniku z osadnikiem wtórnym OWt z korytem odpływowym,
- Studzienka kontrolna SK.

b) odprowadzenie ścieków oczyszczonych biologicznie do śródlądowych wód powierzchniowych w ilości :

$$Q_{\text{dśr}} = 1.040 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{dmax}} = 3.120 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{hmax}} = 0.783 \text{ m}^3/\text{h}$$

o składzie:

- zawiesina ogólna S_k z.og. $\leq 50.000 \text{ mg / dm}^3$
- zanieczyszczenia organiczne S_k BZT₅ $\leq 40.000 \text{ mg O}_2 / \text{dm}^3$
- azot ogólny S_k N_{og} $\leq 30.000 \text{ mg N / dm}^3$
- fosfor ogólny S_k P_{og} $\leq 5.000 \text{ mg P / dm}^3$

12. WNIOSKI KOŃCOWE I ZALECENIA.

1. Wnioskuję się o uzgodnienie lokalizacji oczyszczalni ścieków.
2. Wnioskuję się o uzgodnienie proponowanej technologii oczyszczania ścieków i odprowadzenie ścieków oczyszczonych do śródlądowych wód powierzchniowych.
3. Wnioskuję się o odbiór ustabilizowanego osadu nadmiernego gromadzonego łącznie z osadem wstępnym przez wyznaczony punkt zlewny (przy pomocy miejscowego taboru asenizacyjnego). Wywóz będzie odbywał się raz na ok. 12 m-cy w roku.

13. ZAŁĄCZNIKI.

- 1) Decyzja warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.
- 2) Mapa sytuacyjno-wysokościowa skala 1 : 1000 z naniesioną lokalizacją oczyszczalni.
- 3) Rysunki
- 4) Materiały informacyjno-techniczne dotyczące typoszeregu oczyszczalni ścieków.
- 5) Przykładowa instrukcja Montażu i Obsługi biologicznej oczyszczalni ścieków

PROJEKT BUDOWLANY

**na budowę lokalnej, biologicznej oczyszczalni ścieków
pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego
dla**

GOSPODARSTWO DOMOWE DZIESIĘCIO-OSOBOWE

gm. Daszyna

woj. ŁÓDZKIE

Kutno, 05/2013

SPIS TREŚCI

1.	DANE OGÓLNE.....	2
1.1.	INWESTOR.....	2
1.2.	OBIEKT.....	2
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA.	2
3.	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	2
4.	LOKALIZACJA I STREFA OCHRONY SANITARNEJ OCZYSZCZALNI.	2
5.	STAN PRAWNY NIERUCHOMOŚCI I OBOWIĄZKI UŻYTKOWNIKA W STOSUNKU DO OSÓB TRZECICH.....	2
6.	CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I PROWADZONEJ DZIAŁALNOŚCI.....	2
7.	BILANS ŚCIEKÓW.	2
8.	ODBIORNIK ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH I WYMAGANY STOPIEŃ OCZYSZCZENIA ŚCIEKÓW.....	3
9.	BILANS ŁADUNKÓW ZANIECZYSZCZEŃ.....	4
10.	TECHNOLOGIA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW.....	5
10.1.	OBLICZENIA OSADNIKA WSTĘPNEGO.	5
10.1.1.	<i>Obliczenie czasu przepływu przez osadnik.</i>	<i>5</i>
10.1.2.	<i>Obliczenie obciążenia hydraulicznego osadnika.</i>	<i>6</i>
10.2.	OBLICZENIA KOMORY NAPOWIETRZANIA.....	6
10.2.1.	<i>Obliczanie obciążenia osadu czynnego ładunkiem BZT₅.</i>	<i>6</i>
10.2.2.	<i>Obliczenie czasu napowietrzania ścieków w komorze napowietrzania.</i>	<i>6</i>
10.2.3.	<i>Obliczenie wymaganej ilości powietrza dostarczanej do komory napowietrzania.</i>	<i>7</i>
10.3.	OBLICZANIE OSADNIKA WTÓRNEGO.	7
10.3.1.	<i>Obliczenie powierzchni osadnika w planie (w największym przekroju).</i>	<i>8</i>
10.3.2.	<i>Sprawdzanie obciążenia hydraulicznego powierzchni osadnika.</i>	<i>8</i>
10.3.3.	<i>Sprawdzanie czasu przepływu przez osadnik.</i>	<i>8</i>
10.3.4.	<i>Obciążenie powierzchni osadnika ładunkiem zawieszin.</i>	<i>8</i>
10.4.	POMIAR ILOŚCI ŚCIEKÓW.	9
10.5.	AUTOMATYZACJA PRACY OCZYSZCZALNI.....	9
11.	GOSPODARKA OSADOWA.	9
11.1.	OBLICZENIE ILOŚCI OSADU SUROWEGO W OSADNIKU WSTĘPNYM.	9
11.2.	OBLICZENIE ILOŚCI OSADU NADMIERNEGO ODPROWADZANEGO Z KOMORY NAPOWIETRZANIA.	9
11.3.	ILOŚĆ OSADÓW MIESZANYCH Z OWS I KN GROMADZONE W OWS.	10
11.4.	OBLICZENIE CZASU WYPEŁNIANIA KOMÓR OWS OSADEM MIESZANYM ZAGĘSZCZONYM.	10
12.	OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW ORAZ JAKOŚĆ I ILOŚĆ ODPROWADZANYCH ŚCIEKÓW.....	10
13.	WNIOSKI KOŃCOWE I ZALECENIA.	10
14.	ZAŁĄCZNIKI.	10

WPROWADZENIE.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlany z elementami operatu wodnoprawnego na budowę urządzeń indywidualnej, biologicznej oczyszczalni ścieków i odprowadzenie ścieków oczyszczonych do śródlądowych wód powierzchniowych.

1. DANE OGÓLNE.

1.1. INWESTOR.

GMINA DASZYNA

1.2. OBIEKT.

OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW PRZYDOMOWA jako urządzenie zgodna z PN EN 12566-3:2005+A1:2009.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA.

- Mapa zasadnicza w skali 1: 1000 obejmująca teren lokalizacji oczyszczalni ścieków.
- Materiały informacyjno-techniczne dotyczące typoszeregu oczyszczalni ścieków.
- Instrukcja Obsługi i Montażu biologicznej oczyszczalni ścieków.

3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Podstawowym celem niniejszego opracowania jest umożliwienie poprawnego montażu urządzeń (zbiorników) oczyszczalni ścieków na projektowanym terenie, oraz dostarczenie niezbędnych danych do uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzenie ścieków oczyszczonych do śródlądowych wód powierzchniowych z urządzeń oczyszczalni ścieków.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- 1) Lokalizację i postulowaną strefę ochrony sanitarnej oczyszczalni ścieków.
- 2) Stan prawny nieruchomości i obowiązki użytkownika oczyszczalni w stosunku do osób trzecich.
- 3) Krótką charakterystykę obiektu i prowadzonej działalności.
- 4) Bilans ścieków i ładunków zanieczyszczeń w ściekach surowych i oczyszczonych.
- 5) Odprowadzenie ścieków oczyszczonych i wymagany stopień oczyszczenia ścieków.
- 6) Technologię oczyszczania ścieków z obliczeniami technologicznymi i doborem urządzeń.
- 7) Sieć kanalizacyjną, zbiorniki i urządzenia technologiczne oczyszczalni ścieków.
- 8) Wnioski końcowe i zalecenia.

4. LOKALIZACJA I STREFA OCHRONY SANITARNEJ OCZYSZCZALNI.

Przedmiotowa oczyszczalnia ścieków zlokalizowana będzie na terenie działki Inwestora-użytkownika.

Z uwagi na wielkość oczyszczalni i przewidywane zagłębienie jej zbiorników w ziemi, lokalizacja taka zgodna jest z aktualnym Prawem Budowlanym i Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Brak uciążliwości oczyszczalni dla otoczenia nie wymaga tworzenia specjalnej strefy ochronnej a jedynym wymogiem zabezpieczającym zbiorniki oczyszczalni przed uszkodzeniem jest ich zabezpieczenie przed możliwością przeciążenia gruntu w sąsiedztwie. W związku z tym zbiorniki i urządzenia projektowanej oczyszczalni umieszczone będą w pasie zieleni wydzielonym z normalnego użytkowania, a droga dojazdowa do oczyszczalni zostanie wyraźnie wydzielona i oznakowana.

Dodatkowo, ze zbiorników oczyszczalni ścieków wyprowadzone zostaną kominki wentylacji grawitacyjnej zapewniające prawidłową wentylację.

5. STAN PRAWNY NIERUCHOMOŚCI I OBOWIĄZKI UŻYTKOWNIKA W STOSUNKU DO OSÓB TRZECICH.

Projektowana oczyszczalnia ścieków i związany z nią fragment łączącej kanalizacji sanitarnej zostały zlokalizowane na terenie należącym do Inwestora.

Do obowiązków Użytkownika, Osoby Prawnej występującej o Pozwolenie Wodnoprawne będzie należała eksploatacja oczyszczalni ścieków w sposób gwarantujący zachowanie parametrów ścieków oczyszczonych poniżej dopuszczalnych wartości określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi (Dz.U. nr 212 poz.1799).

Do obowiązków Użytkownika będzie należała eksploatacja i konserwacja przyległej sieci kanalizacji sanitarnej, jak również pokrywanie ewentualnie powstałych szkód wynikających z nieprawidłowej eksploatacji oczyszczalni ścieków.

6. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I PROWADZONEJ DZIAŁALNOŚCI.

Projektowana biologiczna oczyszczalnia ścieków obsługiwać będzie wraz z pomieszczeniami stanowiącymi jej zaplecze funkcjonalne i socjalne.

Do sieci kanalizacji lokalnej podłączeni zostaną następujący użytkownicy:

- Domy i budynki mieszkalne - liczba osób: 8

7. BILANS ŚCIEKÓW.

Sposób obliczenia ilości ścieków na mieszkańca równoważnego i współczynniki nierównomierności dopływu ścieków podaje literatura [2], [3], [6]:

Podstawą do sporządzenia bilansu ścieków stanowiły dane o ilości i rodzaju użytkowników, oraz wyposażenie obiektu w urządzenia sanitarne.

Przyjęto następujące wskaźniki:

$$N_h = 3$$

$$N_d = 3$$

– współczynniki nierównomierności dopływu ścieków na oczyszczalnię:

$$N_d = 3$$

Ilości dobowe ścieków obliczono z zależności:

a) średnia dobową ilość ścieków:

$$Q_{d, \text{sr.}} = \sum q_{jui} * LU_i \quad [m^3/d]$$

gdzie:

q_{jui} - jednostkowa ilość ścieków na jednego i-tego użytkownika

LU_i - liczba i-tego rodzaju użytkowników (mieszkańców)

$$Q_{d, \text{sr.}} = 1,3$$

b) maksymalna dobową ilość ścieków

$$Q_{d, \text{max}} = N_d * Q_{d, \text{sr.}} \quad [m^3/d]$$

gdzie:

N_d - wsp. nierównomierności dobowej dopływu ścieków

$$Q_{d, \text{max}} = 3,000 * 1,3 = 3,9$$

Przepływy charakterystyczne godzinowe ścieków obliczono z zależności:

a) średni godzinowy dopływ ścieków:

$$Q_{h, \text{sr.}} = 1 / T_h * Q_{d, \text{sr.}} \quad [m^3/h]$$

$$Q_{h, \text{sr.}} = 1 / 12,000 * 1,3 = 0,108$$

Uwaga:

b) maksymalny godzinowy dopływ ścieków:

$$Q_{h, \text{max}} = N_d * N_h * Q_{h, \text{sr.}} \quad [m^3/h]$$

gdzie:

N_h - wsp. nierównomierności godzinowej dopływu ścieków

$$Q_{h, \text{max}} = 3,000 * 3,000 * 0,108 = 0,975$$

8. ODBIORNIK ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH I WYMAGANY STOPIEŃ OCZYSZCZENIA ŚCIEKÓW.

Przy prawidłowo poprowadzonym rozruchu oczyszczalni oraz prawidłowej eksploatacji oczyszczalni osiągnięta zostanie wymagana redukcja zanieczyszczeń i uzyskanie parametrów ścieków oczyszczonych zgodnych z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 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.2006, nr 137, poz. 984).

Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń przyjęte na podstawie załącznika nr 1 do niniejszego rozporządzenia dla oczyszczalni o RLM poniżej 2.000 przedstawiono w tabeli:

Tabela. Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń.

Nazwa wskaźnika	Jednostka	Najwyższa dopuszczalna wartość wskaźnika
Pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT ₅)	mg O ₂ /l	40
Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT)	mg O ₂ /l	150

Wymagany stopień oczyszczenia ścieków wyrażony średnim stopniem redukcji poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń η określono z zależności:

$$\eta_i = (Sp_i - Sk_i) / Sp_i * 100\%$$

gdzie:

Sp_i (k_i)- początkowe (końcowe) stężenie zanieczyszczeń doprowadzanych (odprowadzanych) do (z) oczyszczalni ścieków.

Z uwagi na brak analiz laboratoryjnych ścieków doprowadzanych do oczyszczalni do dalszych obliczeń przyjęto skład ścieków surowych jak dla typowych ścieków gospodarczo-bytowych. Z danych literaturowych [4], [6], [7], [10] oraz kilkunastoletniej obserwacji i pomiarów dokonywanych na oczyszczalniach ścieków o przepustowości do 100 m³/d wynika następujący skład ścieków surowych:

A. Jednostkowe ładunki zanieczyszczeń na mieszkańca równoważnego i dobę:

- BZT₅ : $S_j = 40.000$
- ChZT : $S_j = 150.000$
- zawiesina ogólna : $S_j = 50.000$
- azot ogólny : $S_j = 30.000$
- fosfor ogólny : $S_j = 5.000$

B. Stężenia zanieczyszczeń w ściekach surowych, przy przyjętej wartości jednostkowego zużycia wody na mieszkańca równoważnego $q_j = 0.15 \text{ m}^3/\text{d}$:

- BZT₅ : $S_o = 400$
- ChZT : $S_o = 1000.000$
- zawiesina ogólna : $S_o = 370.000$
- azot ogólny : $S_o = 100.000$
- fosfor ogólny : $S_o = 10.000$

C. Ładunki podstawowych zanieczyszczeń w ściekach surowych.

$$L_i = Q_i \cdot S_i \quad [\text{kg O}_2 / \text{d}], [\text{kg O}_2 / \text{h}]$$

- | | | | |
|----|------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1. | BZT ₅ | $L_{\text{śr d}} = 0.520$ | [kg O ₂ /d] |
| 2. | ChZT | $L_{\text{śr d}} = 1.300$ | [kg O ₂ /d] |
| 3. | Zawiesina ogólna | $L_{\text{śr d}} = 0.481$ | [kg /d] |
| 4. | Azot ogólny | $L_{\text{śr d}} = 0.130$ | [kg N/d] |
| 5. | Fosfor ogólny | $L_{\text{śr d}} = 0.125$ | [kg P/d] |

Podobne obliczenia wykonuje się dla $Q_{\text{max.d}}$ i $Q_{\text{max.h}}$. Wyniki obliczeń ładunków podstawowych zanieczyszczeń w ściekach surowych doprowadzanych do oczyszczalni, podaje tabela 1.

Wymagany stopień oczyszczenia ścieków wyrażony stopniem redukcji zanieczyszczeń wyniesie odpowiednio:

- zanieczyszczenia organiczne BZT₅

$$\eta_{\text{BZT}_5} = 90.000$$

- zanieczyszczenia organiczne ChZT

$$\eta_{\text{ChZT}} = 85.000$$

- zawiesina ogólna Z.Og.

$$\eta_{\text{z.og.}} = 86.486$$

- azot ogólny N_{og}

$$\eta_{\text{N}_{\text{og}}} = 70.000$$

- fosfor ogólny P_{og}

$$\eta_{\text{P}_{\text{og}}} = 50.000$$

Komory (tunele) filtracyjne

Komory filtracyjne to prefabrykowane elementy z polietylenu wykonane w technologii wtryskowej. Po połączeniu z deklami na początku i końcu tworzą tunel filtracyjny. Długość pojedynczej komory to ca. 1350mm (po zamontowaniu długość robocza to ca. 1220mm), szerokość 560mm, wysokość 300mm a pojemność 123 litry. Komory filtracyjne służą do rozsączania ścieków oczyszczonych (w oczyszczalni z bioreaktorem) lub doczyszczania ścieków (w oczyszczalni z drenażem rozsączającym). Dopuszcza się komory o parametrach nie odbiegających o więcej niż 15% od w.w.

Wentylacja wysoka

Niezależnie od odpowietrzenia pionów kanalizacji sanitarnej wewnętrznej należy wykonać odpowietrzenie elementów oczyszczalni wykonując przy budynku lub wewnątrz pion wentylacji wysokiej. Zakończenie wentylacji wysokiej wyprowadzić ponad połac dachu oraz co najmniej 60 cm powyżej górnej krawędzi okien. Odpowietrzenie wykonać z rur PCV $\square 110 \text{ mm}$.

Wentylacja niska

W celu zapewnienia prawidłowej cyrkulacji powietrza w oczyszczalni należy zastosować kominek napowietrzający połączony z króćcem wentylacyjnym przy wylocie ścieków z reaktora zgodnie z DTR urządzenia.

9. BILANS ŁADUNKÓW ZANIECZYSZCZEŃ.

Bilans ładunków zanieczyszczeń zawartych w ściekach dopływających do osadnika wstępnego oczyszczalni ścieków sporządzono dla wcześniej podanych wartości stężeń zanieczyszczeń i przepływów dobowych ścieków z zależności:

$$L_{\text{pi}} = S_{\text{pi}} \cdot Q_{\text{di}} \quad [\text{kg /d}] [\text{kg /h}]$$

$$Q_i - i\text{-ty przepływ ścieków} \quad [\text{m}^3/\text{d}] [\text{m}^3/\text{h}]$$

S_{pi} – i-te początkowe stężenie zanieczyszczeń doprowadzanych do oczyszczalni ścieków

Zestawienie bilansów zanieczyszczeń w ściekach dopływających do osadnika wstępnego oczyszczalni zawiera poniższa tabela 1:

Oznaczenia:

1. BZT₅, 2. ChZT, 3. Zawiesina ogólna, 4. Azot ogólny, 5. Fosfor ogólny

Tabela 1

	Doprowadzany ładunek zanieczyszczeń														
	$\bar{L}_{sr,d}$ [kg O ₂ /d]					$L_{max,d}$ [kg O ₂ /d]					$L_{max,h}$ [kg O ₂ /h]				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
	0.52	1.30	0.48	0.13	0.12	1.56	3.9	1,443	0.39	0.375	0.313	0.783	0.290	0.078	0.008
	0	0	1	0	5										

10. TECHNOLOGIA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW.

Ścieki sanitarne dopływające grawitacyjnie do oczyszczalni ścieków będą oczyszczane w ciągu technologicznym oczyszczalni ścieków w skład którego wejdą następujące urządzenia:

- 1) Dwukomorowy osadnik wstępny OWs,
- 2) Komora napowietrzania KN wyposażona w dyfuzor drobnopęcherzykowy talerzowy, połączona w jednym zbiorniku z osadnikiem wtórnym OWt z korytem odpływowym,
- 3) Studzienka kontrolna SK.

Przyjęto technologię oczyszczania ścieków metodą niskoobciążonego osadu czynnego ze stabilizacją osadu w komorze napowietrzania, recyrkulacją ścieków oczyszczonych do osadnika wstępnego (do II-jej komory), oraz usuwaniem osadu nadmiernego z KN do pierwszej komory OWs.

Przyjęta metoda oczyszczania ścieków jest wszechstronnie sprawdzona w instalacjach do oczyszczania ścieków i gwarantuje uzyskanie zakładanych efektów technologicznych.

Ścieki z kanalizacji sanitarnej spływać będą grawitacyjnie do pierwszej komory osadnika wstępnego OWs. Osadnik wstępny składa się z dwóch wydzielonych komór w proporcjach objętościowych 2:1. Sposób ukształtowania przegrody rozdzielającej wewnątrz I komory osadnika zapewnia zatrzymanie w pierwszej komorze większości tłuszczów i łatwo sedymentujących zawiesin stałych. Do pierwszej komory wprowadzany jest również ustabilizowany tlenowo osad nadmierny. Druga komora przeznaczona jest do sedymentacji pozostałych osadów i flotacji tłuszczów.

Z osadnika wstępnego OWs ścieki przepływają grawitacyjnie do komory napowietrzania KN.

Komora napowietrzania wyposażona jest w dyfuzor drobnopęcherzykowy umieszczony centralnie przy dnie zbiornika.

Sprężarka zasilająca dyfuzor umieszczona jest w specjalnej studzience odizolowanej od bezpośredniego kontaktu ze ściekami.

Z komory napowietrzania KN ścieki przepływają do osadnika wtórnego OWt, w którym rozplývają się koncentrycznie ku górze w kierunku koryta odpływowego. Stosunkowo duża objętość czynna i małe obciążenie powierzchni osadnika, jak również bardzo małe obciążenie krawędzi przelewowych koryta odpływowego zapewniają skuteczną eliminację zawiesin kłaczkowatych osadu czynnego i gwarantują poprawną pracę osadnika.

10.1. Obliczenia osadnika wstępnego.

Obliczenia osadnika wstępnego będą miały charakter sprawdzający w zakresie podstawowych parametrów przepływowych.

10.1.1. Obliczenie czasu przepływu przez osadnik.

Obliczenia sprawdzające zostaną wykonane dla średniego godzinowego i maksymalnego godzinowego przepływu ścieków.

$$t_p = \frac{V_p}{Q_h} \text{ [h]}$$

gdzie:

t_p - czas przepływu ścieków przez osadnik [h],

V_p - objętość części przepływowej osadnika [m³],

Q_h - godzinowy przepływ ścieków przez osadnik [m³/h],

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymamy średni i min. czas przepływu przez osadnik:

$$t_{p, \text{śr}} = \frac{V_p}{Q_{\text{śr},h}} \text{ [h]}$$

$$t_{p, \text{min}} = \frac{V_p}{Q_{\text{śr},h}} \text{ [h]}$$

gdzie:

$Q_{sr,h}$ - średni, godzinowy przepływ ścieków przez osadnik $[m^3/h]$,

$Q_{max,h}$ - max. godzinowy przepływ ścieków przez osadnik $[m^3/h]$,

$$t_{p,sr} = 12.069$$

$$t_{p,min} = 1.341$$

10.1.2. Obliczenie obciążenia hydraulicznego osadnika.

$$q_F = \frac{Q_h}{F} \quad [m/h]$$

gdzie:

q_F - obciążenie hydrauliczne osadnika $[m/h]$,

Q_h - godzinowy przepływ ścieków przez osadnik $[m^3/h]$,

F - powierzchnia osadnika w planie $[m^2]$,

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymamy średnie i max. obciążenie hydrauliczne osadnika:

$$q_{F,sr} = \frac{Q_{sr,h}}{F} = 0.053$$

$$q_{F,max.} = \frac{Q_{max,h}}{F} = 0.475$$

Obie te wartości spełniają kryterium $q_F < 3$ m/h przyjęte dla osadników wstępnych.

10.2. Obliczenia komory napowietrzania.

10.2.1. Obliczanie obciążenia osadu czynnego ładunkiem BZT₅.

Dla oczyszczalni ze stabilizacją osadu w komorze napowietrzania graniczne obciążenie osadu ładunkiem BZT₅ wynosi:

$$A' = 0.05 - 0.15 \text{ kg O}_2 / \text{kg sm} \cdot d$$

Z uwagi na znaczną nierównomierność dopływu ścieków do oczyszczalni i jej charakter pracy, korzystniej jest prowadzić proces oczyszczania w dolnym zakresie granicznym.

$$A'_i = \frac{L_{BZT5,i}}{V_{KN,cz.} \cdot Z}$$

gdzie:

$L_{BZT5,i}$ - średniodobowy lub maksymalnodobowy ładunek BZT₅ $[kg \text{ O}_2/d]$

$V_{KN,cz.}$ - pojemność czynna komory napowietrzania $[m^3]$

Z - koncentracja osadu czynnego w komorze napowietrzania $[kg \text{ sm}/m^3]$

$$A'_{sr.} = 0.108 \quad kg \text{ O}_2 / kg \text{ sm} \cdot d$$

$$T_{sr.} = 25.385 \quad kg \text{ O}_2 / kg \text{ sm} \cdot d$$

10.2.2. Obliczenie czasu napowietrzania ścieków w komorze napowietrzania.

$$T = \frac{V_{KN,cz.}}{Q_i} \cdot 24 \quad [h]$$

$$T_{sr.} = \frac{V_{KN,cz.}}{Q_{sr,d}} \cdot 24 \quad [h]$$

$$T_{min.} = \frac{V_{KN,cz.}}{Q_{max,d}} \cdot 24 \quad [h]$$

gdzie :

T - czas napowietrzania ścieków w komorze napowietrzania $[h]$

$V_{cz. KN}$ - objętość czynna komory napowietrzania $[m^3]$

Q_i - przepływ ścieków $[m^3/d]$

$$T_{sr.} = 25.385 \text{ h}$$

$$T_{min.} = 8.462 \text{ h}$$

10.2.3. Obliczenie wymaganej ilości powietrza dostarczanej do komory napowietrzania.

10.2.3.1. Obliczenie praktycznie wymaganej wydajności urządzeń napowietrzających:

a) obliczanie godzinowej wydajności urządzeń napowietrzających:

$$OC_{sr,h} = \frac{k \cdot A' \cdot Z}{24} \cdot N_h$$

gdzie:

$OC_{sr,h}$ - średnia jednostkowa godzinowa wydajność urządzeń napowietrzających [kg O₂/m³ · h]

k - stopień natlenienia ścieków dla pełnego biologicznego oczyszczania z tlenową stabilizacją osadu nadmiernego k=2,2

A' - obciążenie osadu ładunkiem BZT₅ [kg O₂/kg sm · d]

Z - koncentracja osadu czynnego w komorze napowietrzania [kg sm/m³], dla przyjętej metody oczyszczania Z = 3,5 [kg sm/m³]

N_h - współczynnik maksymalnego zapotrzebowania tlenu; przyjmuje się N_h = 1,3.

Obliczanie całkowitej godzinowej wydajności urządzeń napowietrzających :

$$OC'_{sr,h} = OC_{sr,h} \cdot V_{KN}$$

gdzie:

$OC'_{sr,h}$ - całkowita godzinowa wydajność urządzeń napowietrzających [kg O₂/h]

V_{KN} - objętość komory osadu czynnego [m³]

obliczenie wymaganej ilości powietrza:

$$Q_p = \frac{OC'_{sr,h}}{K \cdot H} \cdot 10^3$$

gdzie:

Q_p - wymagana ilość powietrza doprowadzana do dyfuzora umieszczonego na głębokości H w [m³/h]

$OC'_{sr,h}$ - całkowita godzinowa wydajność urządzeń napowietrzających w [kg O₂/h]

K' - wskaźnik wykorzystania tlenu z powietrza [g O₂/m³ · m] (dla czystej wody)

K - wskaźnik wykorzystania tlenu z powietrza [g O₂/m³ · m] (dla ścieków)

H - głębokość osadzenia dyfuzora napowietrzającego [m]

OBLICZENIA :

$$OC_{sr} = 0.050 \text{ kg O}_2/\text{m}^3 \cdot \text{h}$$

$$OC'_{sr,h} = 0.045 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

$$Q_p = 0.012 \text{ m}^3/\text{h}$$

10.2.3.2. Dobór sprężarki powietrza.

Sprężarka dla oczyszczalni .

Do napowietrzania ścieków w oczyszczalniach przewiduje się stosowanie dmuchawy o charakterystyce podanej poniżej lub równoważnej niezawodność zakresie urządzenia HP-60. Niezawodność i wysokie walory eksploatacyjne tych sprężarek w zastosowaniu do napowietrzania ścieków potwierdzone zostały w kilkuset krajach i zagranicznych oczyszczalniach ścieków. Konstrukcja sprężarki (membranowa) zapewnia prawie bezgłośnie pracę, rewelacyjnie niskie zużycie energii elektrycznej, łatwość regulacji wydajności przez dławienie na tłoczeniu dostarczanie wolnego od oleju powietrza i bezobsługową wieloletnią eksploatację.

TYP		HP – 40	HP – 60	HP – 80	HP – 100	HP – 120
NAPIĘCIE	V	AC 100/120/220~240				
CZĘSTOTLIWOŚĆ	Hz	50				
NADCIŚNIENIE	mbar	128	147		177	
WYDAJNOŚĆ	l / min	40	60	80	100	120
POBÓR MOCY	W	38	51	71	95	115
POZIOM HAŁASU	dBA	32	35	36	38	40
WAGA	kg	5,7	7,0		8,5	

10.3. Obliczanie osadnika wtórnego.

Sprawnie działający osadnik wtórny jest w małej oczyszczalni ścieków elementem decydującym o jakości odpływu i efektywności oczyszczania całej oczyszczalni. Dla przyjętej technologii oczyszczania ścieków, w efekcie wieloletnich obserwacji i doświadczeń w pracy z osadnikami pionowymi proponuje się przyjęcie nieco wyższych wskaźników od ogólnie zakładanych. Dobór geometrii osadnika wtórnego dla oczyszczalni wynika jednak również z faktu posiadania określonych form do wykonania zbiorników z laminatu poliestrowo-szklanego. Dlatego też dalsze obliczenia będą miały bardziej charakter sprawdzający niż projektowo-konstrukcyjny. Aktualne zasady którymi kierowano się przy doborze osadnika wtórnego to:

- maksymalne wyrównanie pola prędkości "unoszonych" ścieków i zapobieganie powstaniu tzw. rdzeni przepływu mogących powodować wynoszenie strumienia zawieszin osadu czynnego do odpływu,
- zastosowanie zbierania ścieków z całej powierzchni osadnika,
- zapewnienie równomiernego dopływu ścieków do osadnika,
- zapewnienie sprawnego układu recyrkulacji i usuwania osadu nadmiernego,
- uzyskanie możliwie jak największej głębokości czynnej osadnika.

10.3.1. Obliczenie powierzchni osadnika w planie (w największym przekroju).

$$A_p = \Pi \frac{D^2 - d^2}{4} \quad [m^2]$$

gdzie:

D - średnica zewnętrzna osadnika

d - średnica wewnętrzna osadnika (lub rury centralnej)

10.3.2. Sprawdzanie obciążenia hydraulicznego powierzchni osadnika.

$$q = \frac{Q_{sr,h}}{A_p} = 0.173$$

gdzie:

q - obciążenie powierzchni osadnika [m³/m²*h]

Q_{sr,h} - średnigodzinowy przepływ obliczeniowy [m³/h]

10.3.3. Sprawdzanie czasu przepływu przez osadnik.

$$T_0 = \frac{V_{OWt,cz}}{Q_{sr,h}} = 6.897 \quad [h]$$

gdzie:

V_{OWt,cz} - objętość części przepływowej osadnika

10.3.4. Obciążenie powierzchni osadnika ładunkiem zawieszin.

$$Z_d = \frac{Q_{sr,h} \cdot Z}{A_p} = 0.607 \quad [kg \cdot sm / m^2 \cdot h]$$

gdzie:

Z_d - dopuszczalne powierzchniowe obciążenie osadnika masą zawieszin

Z - koncentracja osadu czynnego w komorze tlenowej [kg sm/m³]

Na podstawie obliczeń doprowadzanych ładunków zanieczyszczeń i wymaganych parametrów ścieków oczyszczonych zostały dobrane następujące zbiorniki i urządzenia ciągu technologicznego oczyszczania ścieków:

1) osadnik wstępny OWs dwukomorowy o wymiarach:

- średnica części walcowej - 1450 mm
- wysokość całkowita - 1360 mm
- wysokość czynna - 1320 mm
- pojemność czynna I+II - 2.0 m³
- pojemność części osadowej I - 0.6 m³

2) komora napowietrzania KN:

- średnica części wewnętrznej walcowej - ok. 1100 mm
- wysokość całkowita - 1655 mm
- wysokość czynna - 1325 mm
- objętość czynna - ok. 1.4 m³

Element napowietrzający - dyfuzor drobnopęcherzykowy zanurzony na głębokości h = 1.3 m (1 szt.); sprężarka powietrza – membranowa np. typu HIBLOW HP-60.

- 3) osadnik wtórny kieszeniowy OWt:
- średnica zewn. części walcowej - 1580 mm
 - średnica wewn. części walcowej - ok. 1100 mm
 - wysokość całkowita - 1655 mm
 - wysokość czynna - ok. 1325 mm
 - wysokość części osadowej - 400 mm
 - objętość części przepływowej - 0.4 m^3
 - objętość części osadowej - 0.2 m^3

Osadnik wtórny wyposażony będzie w koncentryczne koryto odpływowe.

10.4. POMIAR ILOŚCI ŚCIEKÓW.

Całkowita ilość ścieków będzie określana w oparciu o pomiar zużycia wody wodomierzem zainstalowanym w węźle wodociągowym obiektu. W początkowym okresie rozruchu oczyszczalni, przez odczyty o odpowiednich godzinach będzie można również określić przepływy średnie dobowe i godzinowe. Z uwagi na to, że instalacja wodociągowa wykonana została z wysokiej jakości nowoczesnych materiałów, można przyjąć, że pomiar ilości ścieków za pomocą pomiaru zużycia wody zapewni dużą dokładność.

Wymienione wyżej metody zapewniają pomiar ilości ścieków oczyszczonych z błędem mniejszym od 5 %.

10.5. AUTOMATYZACJA PRACY OCZYSZCZALNI.

Zastosowane w typowym projekcie sterowanie zapewnia pracę oczyszczalni w pełnej automatyce, eliminując do niezbędnego minimum czynności obsługowe. Automatyczne sterowanie zapewnia poprawną pracę oczyszczalni przy zróżnicowanym obciążeniu hydraulicznym, stanowiąc jednocześnie zabezpieczenie przed ew. zaniedbaniami czynności obsługowych.

Szczegółowy opis budowy i działania układu zasilająco-sterującego zastosowanego w projekcie przedmiotowej oczyszczalni znajduje się w załączonej przykładowej **Instrukcji Montażu i Obsługi Biologicznej Oczyszczalni Ścieków.**

11. GOSPODARKA OSADOWA.

Zastosowana technologia niskoobciążonego osadu czynnego z przedłużonym napowietrzaniem powoduje niewielkie przyrosty osadu czynnego, który jest stabilizowany tlenowo w układzie napowietrzania. Ustabilizowany i częściowo zmineralizowany osad nadmierny gromadzony jest łącznie z osadem surowym w części osadowej osadnika wstępnego.

11.1. Obliczenie ilości osadu surowego w osadniku wstępnym.

Ilość osadu surowego wydzielająca się w osadniku wstępnym.

$$G_1 = Q_{\text{sr.d.}} \cdot S_z \cdot \eta_z = 0.234 \text{ [kg sm /d]}$$

gdzie:

G_1 - masa wydzielonego osadu

S_z - średnia koncentracja zawiesin w ściekach dopływających do oczyszczalni [kg /m^3]. Przyjęto $S_z = 0.375 \text{ kg /m}^3$.

η_z - efekt zatrzymania zawiesin w osadniku wstępnym

Przyjęto $\eta_z = 0.6$

Objętość osadu zatrzymanego w osadniku wstępnym.

$$V_1 = \frac{G_1}{10 \cdot (100 - W_1)} = 0.004$$

gdzie:

W_1 - uwodnienie osadu [%]. Przyjęto $W_1 = 94 \%$

11.2. Obliczenie ilości osadu nadmiernego odprowadzanego z komory napowietrzania.

Ilość osadu nadmiernego.

$$G_2 = Q_{\text{sr.d.}} \cdot S_{\text{BZT5}} \cdot (1 - \eta_m) \cdot \eta_b \cdot \Delta_m = 0.000 \text{ [kg sm./d]}$$

gdzie:

G_2 - masa wydzielonego osadu nadmiernego

S_{BZT5} - stężenie zanieczyszczeń organicznych doprowadzanych do oczyszczalni ścieków.

η_m - efekt obniżenia BZT₅ w osadniku w osadniku wstępnym. Przyjęto $\eta_m = 0.3$

η_b - efekt obniżenia BZT₅ w części biologicznej oczyszczalni. Przyjęto $\eta_b = 0.95$

Δ_m - przyrost masy osadu czynnego przypadający na 1 kg usuniętego BZT₅ w [$\text{kg sm /kg BZT}_{5,\text{us.}}$]

Objętość osadu nadmiernego.

$$V_2 = \frac{G_2}{10 \cdot (100 - W_2)} = 0.000 \text{ [m}^3\text{/d]}$$

gdzie:

W_2 - uwodnienie osadu w komorze napowietrzania [%]. Przyjęto $W_2 = 99.6$ %.
Ilość osadów mieszanych z OWs i KN gromadzone w OWs.

Ilość osadów mieszanych.

$$G_3 = G_1 + G_2 = 0.234 \text{ [kg sm /d]}$$

Objętość osadów mieszanych.

$$V_3 = \frac{G_3}{10 \cdot (100 - W_3)} = 0.000 \text{ [m}^3/\text{d]}$$

gdzie:

W_3 - średnie uwodnienie osadów mieszanych [%]. Przyjęto $W_3 = 95.5$ %.

11.3. Obliczenie czasu wypełniania komór OWs osadem mieszanym zagęszczonym.

$$t_{\max} = \frac{V_{0,OWs}}{V_3} \text{ [d]} = 237.500$$

gdzie:

t_{\max} - max. czas wypełniania komór OWs osadem (do kolejnego opróżnienia zawartości) [d]

$V_{0,OWs}$ - objętość części osadowej osadnika wstępnego [m³]

Uwaga:

Aby uniknąć ponownego rozruchu oczyszczalni, należy wybierać tylko zawartość osadnika wstępnego.

12. Oczyszczalnia ścieków oraz jakość i ilość odprowadzanych ścieków.

a) odprowadzenie ścieków z oczyszczalni ścieków zawierającej następujące urządzenia:

- Dwukomorowy osadnik wstępny OWs,
- Komora napowietrzania KN wyposażona w dyfuzor drobnopęcherzykowy talerzowy, połączona w jednym zbiorniku z osadnikiem wtórnym OWt z korytem odpływowym,
- Studzienka kontrolna SK.

b) odprowadzenie ścieków oczyszczonych biologicznie do śródlądowych wód powierzchniowych w ilości :

$$Q_{dśr} = 1.040 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{dmax} = 3.120 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{hmax} = 0.783 \text{ m}^3/\text{h}$$

o składzie:

- zawiesina ogólna S_k z.og. $\leq 50.000 \text{ mg / dm}^3$
- zanieczyszczenia organiczne S_k BZT₅ $\leq 40.000 \text{ mg O}_2 / \text{dm}^3$
- azot ogólny S_k N_{og} $\leq 30.000 \text{ mg N / dm}^3$
- fosfor ogólny S_k P_{og} $\leq 5.000 \text{ mg P / dm}^3$

12. WNIOSKI KOŃCOWE I ZALECENIA.

1. Wnioskuję się o uzgodnienie lokalizacji oczyszczalni ścieków.
2. Wnioskuję się o uzgodnienie proponowanej technologii oczyszczania ścieków i odprowadzenie ścieków oczyszczonych do śródlądowych wód powierzchniowych.
3. Wnioskuję się o odbiór ustabilizowanego osadu nadmiernego gromadzonego łącznie z osadem wstępnym przez wyznaczony punkt zlewny (przy pomocy miejscowego taboru asenizacyjnego). Wywóz będzie odbywał się raz na ok. 12 m-cy w roku.

13. ZAŁĄCZNIKI.

- 1) Decyzja warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.
- 2) Mapa sytuacyjno-wysokościowa skala 1 : 1000 z naniesioną lokalizacją oczyszczalni.
- 3) Rysunki
- 4) Materiały informacyjno-techniczne dotyczące typoszeregu oczyszczalni ścieków.
- 5) Przykładowa instrukcja Montażu i Obsługi biologicznej oczyszczalni ścieków

ZALECENIA KOŃCOWE

1. Wszystkie oczyszczalnie usytuowane bliżej niż 5,0m od budynków mieszkalnych należy wyposażyć w odpowietrzenia przez instalację kanalizacyjną wyprowadzone co najmniej 0,6 m powyżej górnej krawędzi okien i drzwi zewnętrznych w tych budynkach. Jako odpowietrzenie może być traktowany pion wentylacji grawitacyjnej instalacji wewnętrznej. W przypadku braku wentylacji instalacji wewnętrznej należy wybudować indywidualny pion wentylacyjny z zachowaniem warunków j.w.
2. Wszystkie istniejące kable telefoniczne i energetyczne, które krzyżują się z rurociągami związanymi z projektowanymi oczyszczalniami, należy umieścić w rurach Arota o średnicy 90mm dla kabli telefonicznych i średnicy 110mm dla kabli energetycznych i długości 3,0m. Prace przy kablach wykonywać ręcznie pod nadzorem odpowiednich służb właścicieli kabli.
3. Ze względu na zastosowany typ oczyszczalni wykorzystujących oczyszczanie tlenowe należy stosować zalecenia producenta dotyczące prawidłowej obsługi w zakresie napowietrzania ścieków i usuwania osadów.
4. Zastosowane oczyszczalnie wykorzystują procesy tlenowe i nie stanowią uciążliwości zapachowej dla otoczenia.
5. Całość robót wykonywać zgodnie z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Sieci Wodociągowych- wyd. INSTAL, W-wa 2001 r. oraz Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Sieci Kanalizacyjnych- wyd. INSTAL W-wa 2003 r.
6. Wszystkie roboty ziemne i instalacyjne należy wykonywać zgodnie z Polską Normą PN-B-10736:1999 „Roboty ziemne-Wykopy otwarte dla przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych. Warunki techniczne wykonania”.