

Analiza i ocena technologiczna istniejącej oczyszczalni ścieków w Małej Wsi

NAZWA OPRACOWANIA: **Analiza i ocena technologiczno – eksploatacyjna istniejącej oczyszczalni ścieków w Małej Wsi, wskazanie przyczyn występowania problemów, wyznaczenie kierunków modernizacji w celu podniesienia jej efektywności oraz analiza finansowa kosztów i nakładów zaprojektowanych rozwiązań**

INWESTOR: **Gmina Mała Wieś**
ul. Kochanowskiego 1
09-460 Mała Wieś

WYKONAWCA: **O-TEC Sp. z o.o.**
Stanisławów Pierwszy, ul. Strużańska 22
05-126 Nieporęt

OT 028/16

	Imię i nazwisko	Data	Podpis
<i>Opracował:</i>	dr inż. Ludovit Žarnovsky	10/2016	
<i>Opracował:</i>	mgr inż. Robert Marcjaniuk	10/2016	

Październik 2016 r.

SPIS TREŚCI

1. PODSTAWA I PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	5
2. BILANS ILOŚCIOWO-JAKOŚCIOWY ŚCIEKÓW.....	5
2.1. AKTUALNA ILOŚĆ ŚCIEKÓW	5
2.2. ZAŁOŻENIA BILANSOWE	6
2.3. BILANS ILOŚCIOWY ŚCIEKÓW.....	6
2.4. BILANS JAKOŚCIOWY ŚCIEKÓW.....	7
2.4.1. Stężenie ścieków dopływających.....	7
2.4.2. Ładunek ścieków dopływających.....	8
2.5. WIELKOŚĆ OBIEKTU	8
3. WYMAGANY STOPIEŃ OCZYSZCZANIA.....	8
4. OCENA STANU TECHNICZNEGO OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW.....	8
4.1. PUNKT ZLEWNY	9
4.2. KRATA RĘCZNA - RZADKA	10
4.3. PIASKOWNIK POZIOMY – DWUKOMOROWY	10
4.4. POMPOWIA GŁÓWNA	11
4.5. REAKTOR BIOLOGICZNY TYPU MUT – 300	12
4.5.1. Krata łukowa	13
4.5.2. Komora napowietrzania	13
4.5.3. Osadniki wtórne.....	14
4.5.4. Zagęszczacz osadu	14
4.5.5. Poletko osadowe.....	15
4.6. BUDYNEK TECHNICZNY NR 1	16
4.7. BUDYNEK TECHNICZNY NR 2.....	17
5. EWENTUALNE WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘCIA.....	18
6. ANALIZA PORÓWNAWCZA WYBRANYCH UKŁADÓW TECHNOLOGICZNYCH OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW.....	19
6.1. ROZWIĄZANIE TECHNOLOGICZNE O PRZEPLYWIE SEKWENCYJNYM.....	19
6.1.1. System technologiczny „HORN”	19
6.1.2. System technologiczny „ABRF”	20
6.2. ROZWIĄZANIE TECHNOLOGICZNE O PRZEPLYWIE CIĄGLYM	21
6.2.1. System technologiczny „BIOCOMPACT”	21
6.2.2. System technologiczny „BIO-PAK”	21
6.3. PORÓWNANIE SYSTEMÓW TECHNOLOGICZNYCH SEKWENCYJNYCH I PRZEPLYWOWYCH.....	23
6.4. PORÓWNANIE PRZEPLYWOWEGO SYSTEMU TECHNOLOGICZNEGO „BIO-PAK” I „BIOCOMPACT”	24
6.5. ZALECENIA DO REALIZACJI	25
6.5.1. Punkt zlewny ścieków i osadów dowożonych.....	27
6.5.2. Zbiornik uśredniający ścieki dowożone	27
6.5.3. Pompownia ścieków surowych	27
6.5.4. Mechaniczne podczyszczanie ścieków surowych	27
6.5.5. Oczyszczanie ścieków w reaktorze	28
6.5.6. Stacja dmuchaw	30
6.5.7. Odprowadzenie ścieków oczyszczonych.....	30
6.5.8. Odwadnianie i wapnowanie osadu.....	30
6.5.9. Wiata magazynowa	30
6.5.10. Strefa uciążliwości	30
7. SZACUNKOWE KOSZTY INWESTYCYJNE.....	31
7.1. DOKUMENTACJA PROJEKTOWA.....	31
7.2. PRACE BUDOWLANE	31
7.3. DOSTAWA TECHNOLOGII I WYPOSAŻENIA.....	32

7.4.	WARTOŚĆ INWESTYCJI RAZEM.....	33
8.	FINANSOWANIE BUDOWY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW MAŁEJ WSI.....	33
9.	SPIS RYSUNKÓW.....	34

1. PODSTAWA I PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Podstawę opracowania analizy stanowiły:

- Umowa nr 30/RGK.7011.23.2016 z dnia 19.08.2016 r. zawarta pomiędzy Gminą Mała Wieś a firmą O-TEC Sp. z o.o.
- Dane do bilansu ilościowego oczyszczalni ścieków otrzymanych od Inwestora
- Plan sytuacyjny terenu oczyszczalni ścieków
- Operat wodno – prawny na szczególne korzystanie z wód – wprowadzenie oczyszczonych ścieków komunalnych z gminnej oczyszczalni ścieków w miejscowości Mała Wieś gm. Mała Wieś do ziemi poprzez rów melioracyjny „A” opracowany w maju 2016 r.

oraz

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego Dz. U. poz. 1800
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane – t.j. Dz. U. z 2016r. poz. 290 z dn. 08 marca 2016r.
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001r. Prawo wodne – t. j. Dz.U. z 2015r. poz. 469 z dn. 01 kwietnia 2015r. z późn. zm.
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska- t. j. Dz.U. z 2016r. poz. 672 z dn 16 maja 2016r.
- Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (Dz. U. 2013, poz. 21)
- Obwieszczeniem Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Dz. U. Nr 169, poz.1650 wraz z późniejszymi zmianami
- Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 1 października 1993r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w oczyszczalniach ścieków Dz. U. Nr 96, poz.438
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów Dz. U. 2014, poz. 1923
- Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 27 stycznia 1994 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu środków chemicznych do uzdatniania wody i oczyszczania ścieków Dz. U. Nr 21, poz.73
- Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych Dz. U. 2015, poz.257

2. BILANS ILOŚCIOWO-JAKOŚCIOWY ŚCIEKÓW

Do oczyszczalni ścieków doprowadzone będą ścieki dopływające kanalizacją sanitarną oraz ścieki dowożone wozami asenizacyjnymi od mieszkańców nie podłączonych do kanalizacji sanitarnej.

2.1. AKTUALNA ILOŚĆ ŚCIEKÓW

Aktualnie do oczyszczalni doprowadzone są ścieki dopływające kanalizacją sanitarną oraz ścieki dowożone wozami asenizacyjnymi od mieszkańców nie podłączonych do kanalizacji sanitarnej. Dane do sporządzenia aktualnego bilansu ilościowego ścieków podano poniżej.

	Liczba osób	Założona ilość ścieków [m ³ /d]
Ścieki z gospodarstw domowych		
Mieszkańcy stali	454 osób	54,4
Mieszkańcy czasowi (20 %)	90 osób	
Ścieki z budynku UG i banku	26 osób	7,8
Ścieki z budynków usługowych	15 osób	0,9
Ścieki z przedszkola	71 osób	4,2
Ścieki ze szkoły	356 osób	7,2

SUMA	1.012 osób	74,5
Ilość ścieków dowożonych	200 osób	8,0
Wody infiltracyjne i opadowe (ok. 30 % dopływu)	---	22,3
SUMA	1.212 osób	104,8

Zgodnie z aktualnymi danymi otrzymanymi od eksploatatora obiektu ilość ścieków dopływających kształtuje się następująco:

- Dobowy przepływ ścieków oczyszczonych (pora normalna) $Q_{d\dot{s}r} = 70 - 120 \text{ m}^3/\text{d}$
- Roczna ilość ścieków dowożonych $Q_{dow} = 2.316 \text{ m}^3/\text{rok}$ tj. ok. $8 \text{ m}^3/\text{d}$
- Roczna ilość ścieków w 2015 r. $Q = 49.500 \text{ m}^3/\text{rok}$ tj. ok. $135,6 \text{ m}^3/\text{d}$
- Roczna ilość skratak $m = 600 \text{ kg}/\text{rok}$
- Roczna ilość osadu $m = 15.000 \text{ kg}/\text{rok}$, co jest ok. 1.030 LRM
- Rzeczywisty współczynnik produkcji ścieków $j = 97,3 \text{ m}^3/\text{d} : 1.030 \text{ RLM} = 95 \text{ dm}^3/\text{MR} \times \text{d}$
- Rzeczywisty współczynnik produkcji ścieków z wodami $j = 135,6 \text{ m}^3/\text{d} : 1.030 \text{ RLM} = 131 \text{ dm}^3/\text{MR} \times \text{d}$

2.2. ZAŁOŻENIA BILANSOWE

Do oczyszczalni doprowadzone będą ścieki dopływające kanalizacją sanitarną oraz ścieki dowożone wozami asenizacyjnymi od mieszkańców nie podłączonych do kanalizacji sanitarnej. Dodatkowo do obiektu dowożone będą osady z małych oczyszczalni ścieków zlokalizowanych na terenie gminy w celu odwodnienia i dalszego zagospodarowania.

Poniżej przedstawiono założenia bilansowe ścieków dopływających do oczyszczalni opracowane na podstawie danych otrzymanych od Inwestora

Przyjęto następujące założenia do bilansu:

- Współczynnik produkcji ścieków dopływających przez mieszka ca **100 l/MR×d**
- Współczynnik produkcji ścieków dowożonych przez mieszka ca **50 l/MR×d**
- Współczynnik nierównomierności dobowej $k_d = 1,3$
- Współczynnik nierównomierności dobowej dla ścieków dowożonych $k_{dow} = 1,2$
- Współczynnik nierównomierności godzinowej $k_h = 2,0$
- Ilość wód infiltracyjnych ok. 23 %
- Ilość osadów dowożonych z oczyszczalni ścieków ok. $1 \text{ m}^3/\text{d}$
 - Dzierzanowo – $Q_{d\dot{s}r} = 30 \text{ m}^3/\text{d}$
 - Orszymowo – $Q_{d\dot{s}r} = 7 \text{ m}^3/\text{d}$
 - Stare Świącice – $Q_{d\dot{s}r} = 5 \text{ m}^3/\text{d}$
 - Podgórze – $Q_{d\dot{s}r} = 5,0 \text{ m}^3/\text{d}$
 - Chylin – $Q_{d\dot{s}r} = 4,5 \text{ m}^3/\text{d}$

	Liczba osób	Założona ilość ścieków [m ³ /d]	Równoważna liczba mieszkańców
Aktualna ilość osób podłączonych do kanalizacji wraz z usługami i ośrodkami użyteczności publicznej	544 osób	74,5	544
Usługi i ośrodki użyteczności publicznej	468 osób	20,1	201
Rozbudowa kanalizacji sanitarnej (50 %)	506 osób	50,6	506
SUMA	1.518 osób	145,2	1.251
Ścieki dowożone	300 osób	15	300
Ścieki z usług	---	20	---
Ścieki ze strefy przemysłowej	---	40	---
Osady dowożone	---	1,0	---

2.3. BILANS ILOŚCIOWY ŚCIEKÓW

Bilans ilościowy ścieków dopływających do oczyszczalni kształtuje się następująco:

Rodzaj ścieków dopływających do oczyszczalni	Wartość
--	---------

$Q_{d\acute{s}r}$ – średnia dobową ilość ścieków sanitarnych	$1.251 M \times 0,10 \text{ m}^3/M \times d = 125,1 \text{ m}^3/d$
Q_{dmax} – maksymalna dobową ilość ścieków sanitarnych	$1,3 \times 125,1 \text{ m}^3/d = 162,6 \text{ m}^3/d$
Q_{hmax} – maksymalna godzinową ilość ścieków sanitarnych	$2,0 \times 1,3 \times 125,1 \text{ m}^3/d / 24 = 13,6 \text{ m}^3/h$
$Q_{dow.}$ – średnia ilość ścieków bytowych dowożonych	$300 M \times 0,050 \text{ m}^3/M \times d = 15 \text{ m}^3/d$
Q_u – średnia ilość ścieków z usług podłączonych do kanalizacji	20 m ³ /d
Q_{strefa} – średnia ilość ścieków bytowych ze strefy przemysłowej	40 m ³ /d
Q_{osad} – ilość osadów dowożonych	1 m ³ /d
$Q_{inf.}$ – ilość wód infiltracyjnych	$23 \% \times 125,1 \text{ m}^3/d = \text{ok.}28,9 \text{ m}^3/d$
Parametry oczyszczalni ścieków	
$Q_{d\acute{s}r}$ – średnia dobową ilość ścieków	$125,1+15,0+20,0+40,0+1,0+28,9 = 230 \text{ m}^3/d$
Q_{dmax} – maksymalna dobową ilość ścieków	$162,6+19,5+26,0+52,0+1,2+38,7 = 300 \text{ m}^3/d$
$Q_{dmax,max}$ – maksymalna dobową ilość ścieków w czasie opadów	$198,3 + 14,1 + 38,4 + 49,2 = 300 \text{ m}^3/d$
Q_{hmax} – maksymalna godzinową ilość ścieków	$13,6+0,9+2,2+4,0+0,1+1,6 = 22,4 \text{ m}^3/h$
Q_m – miarodajny przepływ biologicznego stopnia ($p = 90 \%$)	$2 \text{ ciągu} \times 10 \text{ m}^3/h$

2.4. BILANS JAKOŚCIOWY ŚCIEKÓW

Bilans jakościowy ścieków surowych dopływających kanalizacją sanitarną został opracowany na podstawie jednostkowych wskaźników zanieczyszczenia produkowanego przez mieszkańca.

Charakter ścieków	Dopływające kanalizacją	Dowożone
CHZT [kg/MRx _d]	0,120	0,120
BZT ₅ [kg/MRx _d]	0,060	0,060
Zawiesina ogólna [kg/MRx _d]	0,055	0,065
Azot ogólny [kg/MRx _d]	0,010	0,010
Fosfor ogólny [kg/MRx _d]	0,0012	0,0013

2.4.1. Stężenie ścieków dopływających

Wskaźnik	Bytowe dopływające ⁽¹⁾	Bytowe dowożone	Usługi dopływające ⁽²⁾	Usługi dowożone	Osad dowożony	Ścieki surowe
$Q_{d\acute{s}r}$ [m ³ /d]	154,0	15,0	20,0	40,0	1,0	230,0
CHZT [mg/dm ³]	974,8	2 400,0	1 000,0	1 500,0	1 000,0	1 161,4
BZT ₅ [mg/dm ³]	487,4	1 200,0	400,0	450,0	700,0	520,7
Zawiesina ogólna [mg/dm ³]	446,8	1 300,0	300,0	400,0	1 000,0	483,9
Azot ogólny [mg/dm ³]	81,2	200,0	90,0	90,0	150,0	91,6
Fosfor ogólny [mg/dm ³]	9,7	26,0	14,0	13,0	20,0	11,8

Uwaga:

- (1) W bilansie ścieków bytowych ujęto ilość wód infiltracyjnych przedostających się do kanalizacji sanitarnej w wysokości ok. 23 % średniego dopływu ścieków bytowych
- (2) Ścieki z usług przed włączeniem do kanalizacji sanitarnej muszą być wstępnie podczyszczone w celu ochrony urządzeń kanalizacyjnych zgodnie z Rozp. Ministra Budownictwa z dnia 14.07.2006 r. w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzenia ścieków do urządzeń kanalizacyjnych (Dz.U. nr 136, poz. 964 z dnia 28.07.2006 r.)

2.4.2. Ładunek ścieków dopływających

Wskaźnik	Bytowe dopływające ⁽¹⁾	Bytowe dowożone	Usługi dopływające ⁽²⁾	Usługi dowożone	Osad dowożony	Ścieki surowe
Q_{dsr} [m ³ /d]	154,0	15,0	20,0	40,0	1,0	230,0
CHZT [kg/d]	150,1	36,0	20,0	60,0	1,0	267,1
BZT ₅ [kg/d]	75,1	18,0	8,0	18,0	0,7	119,8
Zawiesina ogólna [kg/d]	68,8	19,5	6,0	16,0	1,0	111,3
Azot ogólny [kg/d]	12,5	3,0	1,8	3,6	0,2	21,1
Fosfor ogólny [kg/d]	1,50	0,39	0,28	0,52	0,02	2,71

2.5. WIELKOŚĆ OBIEKTU

Jak wynika ze wstępnego bilansu, ekonomicznym rozwiązaniem jest przebudowa oczyszczalni ścieków z dwoma niezależnie pracującymi ciągami technologicznymi (możliwość sukcesywnej budowy) biologicznego oczyszczania ścieków o wydajności:

- Średnia dobowo ilość ścieków: $Q_{dsr} = 2 \text{ ciągi} \times 115 \text{ m}^3/\text{d} = 230 \text{ m}^3/\text{d}$
- Maksymalny dobowy przepływ ścieków $Q_{dmax} = 2 \text{ ciągi} \times 150 \text{ m}^3/\text{d} = 300 \text{ m}^3/\text{d}$
- Maksymalna ilość ścieków dowożonych nie powinna przekroczyć **10 %** aktualnej ilości ścieków dopływających kanalizacją sanitarną.

3. WYMAGANY STOPIEŃ OCZYSZCZANIA

Rozwiązanie oczyszczalni ścieków zapewnia osiągnięcie efektów zgodnych z wymaganiami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Ochrony Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. poz. 1800) **dla RLM poniżej 2.000.**

Ilość mieszkańców równoważnych, które obsługiwać będzie oczyszczalnia wynosi:

$$RLM = 119,8 \text{ kgBZT}_5/\text{d} : 0,06 \text{ kg/MR}\times\text{d} = \text{ok. } 1.996 \text{ RLM}, Q_{dsr} = 230 \text{ m}^3/\text{d}$$

Wskaźnik	Jednostka	Maksymalne stężenie zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych	Stężenie ścieków surowych	Minimalny procent redukcji wg obliczeń [%]
1	2	3	4	5
S_{ChZT}	gO ₂ /m ³	150	1161,4	87,1
S_{BZT}_5	gO ₂ /m ³	40	520,7	92,3
S_{ZO}	g/m ³	50	483,9	89,7

4. OCENA STANU TECHNICZNEGO OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

Istniejąca oczyszczalnia ścieków zbudowana ponad 25 lat temu dla potrzeb nie istniejącego już zakładu cukrowni miała oczyszczać ścieki sanitarne z niewielką ilością ścieków z produkcji.

W skład istniejącej oczyszczalni ścieków wchodzi następujące obiekty technologiczne.

1. Punkt zlewny ścieków dowożonych
2. Krata ręczna
3. Piaskownik poziomy dwukomorowy
4. Pompownia główna
5. Reaktor biologiczny typu MUT – 300
- Krata lukowa

- Komora napowietrzania
 - Osadniki wtórne
 - Zagęszczacz osadu
6. Poletko odciekowe osadu

4.1. PUNKT ZLEWNY

Punkt zlewny służy do obioru ścieków dowożonych wozami asenizacyjnymi. W skład punktu wchodzi wąż elastyczny oraz studzienka kanalizacyjna – rozprężna. Miejsce postojowe samochodu nie jest szczelne, co zagraża przedostawaniu się ścieków dowożonych do środowiska. Aktualnie nie spełnia wymagań zawartych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17.190.2002 r. w sprawie warunków wprowadzenia nieczystości ciekłych do stacji zlewnych (Dz.U. Nr. 188, poz. 1576) a z szczególności:

1. Pomiar ilości ścieków dowożonych
2. Hermetyczny zrzut nieczystości
3. Separowanie zanieczyszczeń stałych
4. Taca najazdowa dla samochodów asenizacyjnych

Rys. Punkt zlewny



4.2. KRATA RĘCZNA - RZADKA

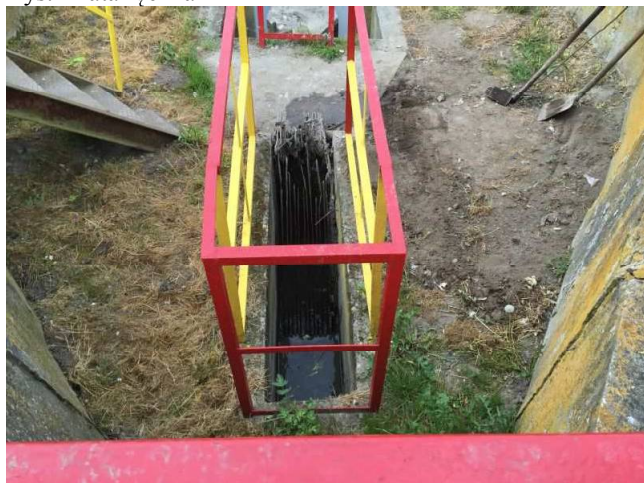
Na rurociągu grawitacyjnym ścieków surowych zainstalowana jest krata rzadka oczyszczana ręcznie. Stan techniczny kraty jest nieodpowiedni do celu jakim ma służyć i nie spełnia wymagań technologicznych oraz wymagań bezpieczeństwa pracy zawartych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 1 października 1993r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w oczyszczalniach ścieków (Dz. U. Nr 96, poz.438).

Parametry techniczne kraty – prześwit oraz jego kształt uniemożliwiają efektywną separację skrutek oraz części stałych ze ścieków surowych co powoduje ich przedostawanie się do piaskownika oraz pompowni głównej. Taka sytuacja powoduje awaryjność pompowni a co za tym idzie spiętrzenie ścieków w piaskowniku, zamulanie i spadek efektywności separacji piasku.

W celu tymczasowego poprawienia warunków technicznych należy wykonać.

1. Uzupelnienie kraty poprzez dospawanie elementów brakujących kraty
2. Zabezpieczenie metalowych elementów przed korozją
3. Wykonanie kosza do zmagazynowania skrutek
4. Zgrzebło do czyszczenia kraty
5. Barierki w celu zabezpieczenia obsługi

Rys. Krata ręczna



4.3. PIASKOWNIK POZIOMY – DWUKOMOROWY

Na rurociągu grawitacyjnym zainstalowany jest piaskownik poziomy, którego zadaniem jest usuwanie części mineralnych (piasku) ze ścieków surowych. Piasek usuwany jest ręcznie. Wielkość hydrauliczna obiektu znacznie przekracza wielkość aktualnego dopływu ścieków do oczyszczalni, co powoduje, iż zatrzymane są również części organiczne zawarte w ściekach (zawiesina). Ze względu na brak automatycznego opróżniania piaskownika, następuje beztlenowy rozkład części organicznej, co stwarza powstawanie odorów wokół obiektu (uciążliwość zapachowa).

Stan techniczny obiektu nie spełnia wymagania dla bezpiecznej eksploatacji obiektu. Stan techniczny obiektu wymaga renowacji ścian betonowych

W celu tymczasowego poprawienia warunków technicznych należy wykonać.

1. Uzupelnienie piaskownika w układ automatycznego usuwania piasku
2. Doposażenie piaskownika w urządzenie do separacji piasku od części organicznej
3. Uzupelnienie barierki w celu zabezpieczenia obsługi i bezpiecznej eksploatacji obiektu

Rys. Piaskownik poziomy



4.4. POMPOWNI GŁÓWNA

Ścieki mechanicznie podczyszczone dopływają do pompowni głównej, w której zainstalowano pompy zatapialne na prowadnicach. Zbiornik pompowni zlokalizowano w budynku.

Ze względu na brak wentylacji pompowni wyprowadzonej na zewnątrz pomieszczenia warunki techniczne panujące wewnątrz nie spełniają wymagań sanitarnych oraz bezpieczeństwa pracy. W pomieszczeniu występuje znaczna wilgotność oraz występuje zagrożenie gazami niebezpiecznymi (amoniak, siarkowodór), co ma wpływ na znaczną korozję instalacji elektrycznej. Ponadto instalacja technologiczna jak armatura, rurociągi oraz prowadnice są skorodowane i wymagają wymiany.

Przedstawianie skratek do pompowni powoduje częstą awarię pomp zatapialnych (blokada wirników). Obiekt nie jest wyposażony w niezbędny sprzęt do usunięcia awarii (wyciągarka pomp), co powoduje konieczność zejścia do zbiornika.

W celu tymczasowego poprawienia warunków technicznych obiektu należy wykonać.

1. Wymiana instalacji technologicznej (rurociągi i armatura)
2. Wymiana instalacji elektrycznej – sterowniczej stacji pomp
3. Zainstalowanie systemu wentylacji grawitacyjnej komory pompowni wyprowadzonej na zewnątrz budynku
4. Zainstalowanie wentylacji mechanicznej w budynku oraz awaryjnej wyposażonej w czujniki siarkowodoru i amoniaku

Rys. Zbiornik pompowni



Rys. Budynek pompowni



4.5. REAKTOR BIOLOGICZNY TYPU MUT – 300

Ścieki podawane są rurociągiem tłocznym do reaktora biologicznego. Komory reaktora zablokowane o wymiarach w planie 16 m × 8 m. Stan techniczny ścian stalowych jest skorodowany, następują przecieki pomiędzy komorami. Ponadto nastąpił przeciek na zewnątrz reaktora. Część przykrycia reaktora została zniszczona i nie spełnia zakładanej funkcji, tj. zapobieganie przedostawaniu się aerozoli do otoczenia.

Rys. Reaktor biologiczny



4.5.1. Krata łukowa

Krata łukowa zainstalowana na wylocie rurociągu tłocznego o prześwicie 10 mm. Skratki usuwane są poprzez rurę spustową do kontenera.

Parametry techniczne kraty – prześwit oraz jego kształt uniemożliwiają efektywną separację skratek oraz części stałych ze ścieków surowych co powoduje ich przedostawanie się do komór reaktora. Taka sytuacja powoduje zamulanie dna komór i zmniejszenie objętości czynnej. Spust skratek nieocieplony, co w warunkach zimowych powoduje obmarzanie.

W celu tymczasowego poprawienia warunków technicznych należy wykonać.

1. Zabezpieczenie metalowych elementów przed korozją
2. Zmniejszenie prześwitu kraty w celu zwiększenie efektywności
3. Usprawnienie automatycznego usuwania skratek

Rys. Krata łukowa



4.5.2. Komora napowietrzania

Biologiczne oczyszczanie ścieków następuje w połączonych szeregowo komorach z zamontowanymi powierzchniowymi aeratorami. Zużycie aeratorów jest bardzo wysokie, jeden z nich jest unieruchomiony, co powoduje brak tlenu w procesie oczyszczania. Instalacja technologiczna oraz pomosty są skorodowane, nienadające się na przyszłą eksploatację. Na powierzchni ścieków znajduje się znaczna warstwa osadu flotowanego, zawierającego skratki.

Stan techniczny pomostów nie spełnia wymagań bezpiecznej eksploatacji obiektu. Obsługa narażona jest na pracę w środowisku zanieczyszczonym przez aerozole powstające w trakcie napowietrzania poprzez aeratory powierzchniowe. Sposób dostarczenia tlenu do ścieków jest bardzo nieefektywny, rozwiązanie techniczne jest przestarzałe.

W celu tymczasowego poprawienia warunków technicznych należy wykonać.

1. Remont aeratorów powierzchniowych ew. wymiana na wysoko sprawne (hydromix)
2. Zabezpieczenie instalacji technologicznej przed korozją
3. Zabezpieczenie pomostu przed korozją
4. Wykonanie sterowania pracą aeratorów na podstawie stężenia tlenu w komorze napowietrzania

Rys. Komora napowietrzania



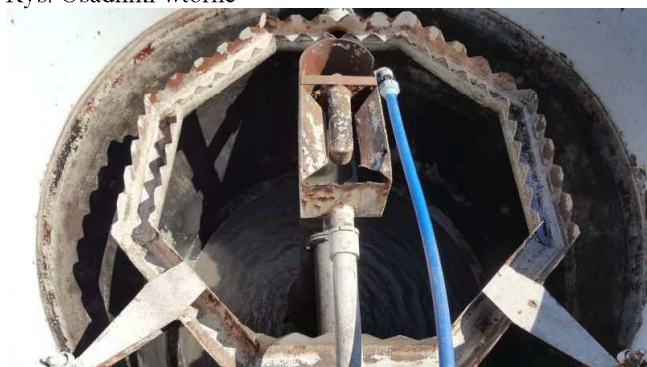
4.5.3. Osadniki wtórne

Istniejące osadniki wtórne oraz krawędź przelewowa są skorodowane. Jeden z osadników wyłączony został z pracy. Stan techniczny nie pozwala prowadzić procesu wysoko efektywnej separacji osadu od ścieków. W przypadku awarii podczas ich pracy, istnieje zagrożenie przedostania się ścieków do środowiska.

W celu tymczasowego poprawienia warunków technicznych należy wykonać.

1. Wymiana krawędzi przelewowej osadnika
2. Wymiana pomp cyrkulacyjnych osadu czynnego oraz instalacji technologicznej
3. Zabezpieczenie ścian osadnika przed korozją
4. Wykonanie sterowania pracą pompy odprowadzającej osad nadmierny z układu

Rys. Osadniki wtórne



4.5.4. Zagęszczacz osadu

Celem technologicznym obiektu jest zagęszczenie oraz stabilizacja tlenowa osadu nadmiernego. Istniejąca krawędź przelewowa wód nadosadowych jest skorodowana. Układ napowietrzania jest niewystarczający, co powoduje iż na poletko odciekowe piasku odprowadzany jest osad niestabilizowany, który w warunkach beztlenowych poddawany jest rozkładowi z równoczesnym powstawaniem odorów. Następstwem braku stabilizacji jest również niewystarczający efekt odseparowania wody z osadu.

W celu tymczasowego poprawienia warunków technicznych należy wykonać.

1. Wymianę krawędzi przelewowej zagęszczacza z możliwością zatrzymania części pływających
2. Wykonanie instalacji odprowadzenia osadu na poletko odciekowe
3. Zabezpieczenie ścian zagęszczacza przed korozją
4. Wymianę skorodowanych zaworów spustowych osadu

Rys. Zagęszczacz osadu



4.5.5. Poletko osadowe

Poletko osadowe nie spełnia wymaganych funkcji, tj. odseparowanie wody z osadu. Jedną z przyczyn jest niewłaściwa jakość osadu usuwanego z układu technologicznego oraz zamulenie warstwy odciekowej poletka. Dodatkowo obiekt nie jest przystosowany do opróżniania zawartości poprzez profesjonalny sprzęt załadunkowy. Ściany betonowe wymagają renowacji.

W celu tymczasowego poprawienia warunków technicznych należy wykonać.

1. Wymianę warstwy filtrującej poletka
2. Renowację ścian poletka
3. Wykonanie placu manewrowego dla sprzętu załadunkowego

Rys. Poletko osadowe



4.6. BUDYNEK TECHNICZNY NR 1

Budynek techniczny został zaprojektowany dla potrzeb zakładu – Cukrowni. Został posadowiony na terenie nasypowym, co przez długi okres eksploatacji spowodowało jego osadzanie, czego powodem są liczne pęknięcia oraz pustki pod posadzką w pomieszczeniu magazynowym. Dodatkowo została naruszona statyka budynku (podpory stalowe). W budynku zainstalowany był agregat prądotwórczy, powodujący przenoszenie wibracji na konstrukcję. W celu dostosowania obiektu do aktualnych potrzeb wymagana byłaby nowa aranżacja wnętrza (rozmieszczenie pomieszczeń).

Budynek wymaga gruntownego remontu instalacji elektrycznej, oświetlenia oraz instalacji wod-kan. Konieczne jest wyposażenie tak dużego obiektu w system wentylacji mechanicznej i grawitacyjnej. Znaczące koszty w eksploatacji pochłonie ogrzewanie obiektu (zakładając ocieplenie budynku, wymiana stolarki). Dach budynku wymaga remontu.

Wykorzystanie istniejącego budynku dla celów oczyszczalni ścieków jest nieuzasadnione, i wiązałoby się z kosztami przewyższającymi budowę nowego budynku zaprojektowanego dla potrzeb oczyszczalni ścieków.

Rys. Budynek techniczny 1



Rys. Budynek techniczny 1



4.7. BUDYNEK TECHNICZNY NR 2

Budynek techniczny po wykonaniu niezbędnych prac remontowych można będzie wykorzystać jako obiekt dla potrzeb zakładu komunalnego (pomieszczenia socjalne na pracowników, pomieszczenie techniczne oraz garaże dla sprzętu).

W celu wykorzystania obiektu należy wykonać:

1. Wymianę instalacji elektrycznej i oświetlenia budynku
2. Wymianę stolarki
3. Remont ścian i ocieplenie budynku

Rys. Budynek techniczny 2



5. EWENTUALNE WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘCIA.

Na etapie działań związanych z poprawą gospodarki ściekowej rozpatrywano kilka wariantów rozwiązania problemu, min.:

- **Wariant 1** bezinwestycyjny, polegający na niepodjęciu realizacji inwestycji jaką jest budowa oczyszczalni,
- **Wariant 2** inwestycyjny, polegający na modernizacji istniejącej oczyszczalni ścieków przy zachowaniu dotychczasowej technologii,
- **Wariant 3** inwestycyjny, polegający na budowie mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków bytowych działającej w oparciu o nityfikujący - denityfikujący osad czynny z tlenową stabilizacją osadu.

Wariant 1 przedsięwzięcia bezinwestycyjny, polegał by na niepodjęciu realizacji inwestycji jaką jest budowa oczyszczalni. Wiązałoby się to z koniecznością dalszego użytkowania istniejącej, nie osiągnącej pozytywnych efektów oczyszczania. Ponadto zastosowana technologia gospodarki osadowej nie uzyskuje wymaganych efektów. Ponadto istniejące obiekty są znacznie zużyte, nie spełniają wymagań technicznych. Ze względu na powyższe uznano ten wariant za najmniej korzystny ze względów ekologicznych.

Wariant 2 inwestycyjny, polegający na modernizacji istniejącej oczyszczalni ścieków przy zachowaniu dotychczasowej technologii wiązał by się z podjęciem jej rozbudowy, co powodowało by konieczność wymiany urządzeń technologicznych rozbudowy istniejącego ciągu technologicznego biologicznego oczyszczania ścieków oraz dostosowania istniejącego budynku technicznego do potrzeb zmodernizowanej oczyszczalni

Przedstawiona analiza powyżej wykazała, iż modernizacja istniejącej oczyszczalni ścieków oraz wykorzystanie istniejących obiektów kubaturowych jest nieuzasadniona. Należy pamiętać, iż powstały obiekt powinien być zaprojektowany wg. najnowszych rozwiązań technicznych spełniający kryteria energochłonności oraz uzyskiwania odpadów odpowiedniej jakości, by można było stosować ich zagospodarowanie zgodnie z obowiązującymi przepisami. Obiekt powinien spełniać wymagania co do bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników obsługi. Modernizacja istniejących obiektów związana będzie z ponoszeniem wysokich kosztów rewitalizacji i adaptacji, nie gwarantuje uzyskania zadowalającego efektu ekonomicznego. Proponuje się wykonanie nowego obiektu od podstaw zaprojektowanego zgodnie z potrzebą gminy.

Rozpatrując ten wariant należy pamiętać, że znaczne koszty modernizacji oczyszczalni, jak również brak jednoznacznej pewności, co do trwałości wykonanych prac przy długoterminowych planach użytkowania obiektu oraz brak możliwości zwiększenia przepustowości oczyszczalni, nie przemawiają za podjęciem jej remontu. Ponadto remont wymagałby wymiany wszystkich podstawowych urządzeń technologicznych gdyż są one wyeksploatowane i remont ich jest nieopłacalny. Ze względu na powyższe uznano ten wariant za niekorzystny ze względów ekonomiczno-ekologicznych.

Wariant 3 inwestycyjny, polegający na rozbudowie mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków bytowych działającej w oparciu o osad czynny z tlenową stabilizacją osadu. Dla budowy oczyszczalni zabezpieczono teren w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego gminy. Rozbudowa polegać będzie na budowie 2 równolegle pracujących ciągów technologicznych biologicznego oczyszczania ścieków pracujących w oparciu o technologię osadu czynnego.

6. ANALIZA PORÓWNAWCZA WYBRANYCH UKŁADÓW TECHNOLOGICZNYCH OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

Poniżej przedstawiono porównanie układów technologicznych, różniących się charakterem systemu przepływu ścieków: sekwencyjnym (SBR) i przeplywowym; na podstawie wybranych rozwiązań przykładowych. Omówione zostały zagadnienia związane z wyborem najodpowiedniejszej technologii oczyszczania ścieków, która wykorzystana zostanie na projektowanej oczyszczalni ścieków. Przeanalizowane zostały rozwiązania technologiczne oczyszczalni ścieków dla czterech rozwiązań technologicznych po dwa z systemu SBR i układ przepływu ciągłego

System sekwencyjny SBR

- rozwiązanie technologiczne HORN
- rozwiązanie technologiczne ARBF

System przepływu ciągłego

- rozwiązanie technologiczne BIOCOMPACT BCT-S
- rozwiązanie technologiczne BIO-PAK

Dokonano analizy biologicznego stopnia, gdyż stopień wstępnego mechanicznego podczyszczania ścieków oraz przyjmowania ścieków dowiezionych podyktowany został zastanymi warunkami i we wszystkich omawianych rozwiązaniach będzie musiał być identyczny. Ponadto we wszystkich analizowanych procesach technologicznych rozwiązanie gospodarki osadowej podyktowane zostało możliwościami Inwestora oraz dostępnych technologii na rynku. Przewidziano zastosowanie tlenowej, wydzielonej stabilizacji osadu nadmiernego w wydzielonym zbiorniku oraz mechaniczne odwadnianie na prasie taśmowej. Odwodniony osad będzie wapnowany w celu uzyskania produktu bezpiecznego pod względem sanitarnym, co umożliwi jego przyrodnicze zagospodarowanie.

6.1. ROZWIĄZANIE TECHNOLOGICZNE O PRZEPŁYWIE SEKWENCYJNYM

6.1.1. System technologiczny „HORN”

Technologia „HORN” pracuje w układzie sekwencyjnym. Zgodnie z systemem sama oczyszczalnia składa się z jednego obiektu kubaturowego, w którym zastosowano urządzenia do wstępnego mechanicznego podczyszczania ścieków oraz reaktor biologiczny typu SBR.

Ścieki gromadzone są w zlokalizowanym najczęściej pod powierzchnią terenu zbiorniku retencyjnym. Spełnia on następujące funkcje:

- uśrednia skład ścieków
- służy jako bufor przy dużych zmianach w dopływie ścieków
- stanowi pompownię ścieków

W zbiorniku retencyjnym zainstalowane są pompy tłoczące ścieki do reaktora oczyszczającego. Reaktor funkcjonuje jako niezależna biologiczna lub biologiczno - chemiczna oczyszczalnia ścieków. W wyniku napowietrzania zachodzą w nim (przy udziale zawartych w ściekach mikroorganizmów) biologiczne procesy, rozkładu tlenowego zanieczyszczeń organicznych oraz związków biogenych. Oddzielenie zanieczyszczeń jest efektem sedymentacji następującej po okresie napowietrzania. W każdym z reaktorów występuje zarówno napowietrzanie jak i sedymentacja. Procesy te zachodzą cyklicznie a każdy z cykli składa się z pięciu faz.

1. Napelnianie - Reaktor przyjmuje porcjami ścieki ze zbiornika retencyjnego i napowietrza je cyklicznie. Faza ta trwa aż do całkowitego napelniania reaktora.
2. Reakcja - Reaktor pracuje w fazach tlenowych i niedotlenionych z mieszaniem zawartości reaktora zapewniający w ten sposób redukcję związków organicznych i związków azotu w procesie nityfikacji i denityfikacji.
3. Sedymentacja - Napowietrzanie zostaje przerwane i reaktor przechodzi w fazę bezruchu. Sedymentacja osadu zachodzi poprzez opadanie cząsteczek osadu na dno reaktora.
4. Odplyw - Po zakończeniu sedymentacji ścieki oczyszczone z objętości roboczej reaktora odprowadzane są poprzez zawór odpływu do rurociągu.
5. Przerwa - Reaktor wchodzi w fazę przerwy, podczas której napowietrzany jest pozostający w nim osad.

Reaktor wykonał w ten sposób jeden cykl i jest gotowy do przyjęcia nowej porcji ścieków. Pojemność reaktora przy przyjmowaniu nowej porcji ścieków zależy od jego pojemności geometrycznej i ilości osadu czynnego pozostającego stale w reaktorze. Reaktor podzielony jest na strefy zależnie od następujących czynników.

- A. Pojemność osadu czynnego – pojemność ta wynika z obliczeń technologicznych i zajęta jest przez osad czynny.
- B. Pojemność strefy bezpieczeństwa – pojemność ta zawarta jest pomiędzy górnym poziomem strefy osadu czynnego, a poziomem odpływu ścieków oczyszczonych i traktowana jest jako strefa przyrostu osadu nadmiernego.
- C. Pojemność użytkowa reaktora – przez pojemność użytkową rozumiemy objętość zawartą pomiędzy poziomem odpływu ścieków oczyszczonych, a dolną krawędzią rury przelewowej wyznaczającą jednocześnie pojemność czynną reaktora.

Stopień wykorzystania pojemności reaktora i długość cyklu oczyszczania regulowane są zgodnie z wymogami jakościowymi stawianymi przez inwestora. Liczba cykli i czas ich trwania może być z góry zaprogramowana lub też regulowana automatycznie w zależności od rzeczywistego dopływu ścieków. Stały cykl pracy reaktorów wymaga wyrównania dopływu ścieków w ciągu doby. Zbiorniki retencyjne, stosowane w układzie technologicznym oczyszczalni, spełniają rolę zbiorników wyrównawczych i uśredniających stan i skład ścieków kierowanych do procesu oczyszczania.

W oczyszczalniach posiadających więcej niż jeden reaktor każdy z nich może funkcjonować jako niezależna oczyszczalnia posiadająca własny system napowietrzania z oddzielną dmuchawą, armaturą i zaworami połączonymi z głównymi rurociągami. Centralny system sterowania łączy poszczególne reaktory w całość technologiczną zapewniając jednocześnie pełną autonomię każdego reaktora.

6.1.2. System technologiczny „ABRF”

Technologia ABRF pracująca w układzie sekwencyjnym. Zgodnie z systemem sama oczyszczalnia składa się z szeregu obiektów pełniących różne funkcje techniczne i technologiczne. Obiekty te można podzielić na dwie grupy:

1. Obiekty główne, w których prowadzone są procesy oczyszczania
2. Obiekty pomocnicze wraz z infrastrukturą

Reaktor biologiczny wykonany jest jako zblokowany układ zbiorników żelbetonowych ze stropem. W stropie znajdują się włazy umożliwiające montaż urządzeń. Transport ścieków i osadów pomiędzy poszczególnymi zbiornikami reaktora zapewniają pompy zatapialne i dekantery pływające. Reaktor składa się z następujących obiektów:

1. Zbiornik buforowy – zadaniem którego jest uśrednianie składu ścieków oraz ich gromadzenie w okresie gdy proces prowadzony w komorze biologicznej tego wymaga. Retencyjna pojemność zbiornika pozwala na zmagazynowanie pojemność 4 – 8 godzin w okresie maksymalnych dopływów. Zbiornik wyposażony jest w zatapialną pompę z wirnikiem kanałowym o dużym wydatku oraz w mieszadło zatapialne zapobiegające odkładaniu się zanieczyszczeń stałych i uśredniające skład ścieków.
2. Komora biologiczna – w komorze prowadzone jest pełne biologiczne oczyszczanie ścieków metodą nisko obciążonego osadu czynnego, z usuwaniem ze ścieków azotu i fosforu. Podczas intensywnego natleniania ścieków następuje utlenianie i rozkład na drodze biochemicznej związków węgla organicznego, proces amonifikacji i nityfikacji. Proces ostatecznego usuwania związków azotu, czyli denitryfikacja prowadzona jest przez okresowe wytworzenie warunków beztlenowych, a więc przez wyłączenie systemu natleniania. W okresie tym stosuje się intensywne mieszanie zawartości komory mieszadłami. Sterowanie pracą systemu napowietrzania i mieszania odbywa się po przez sygnały o stężeniu tlenu oraz za pośrednictwem sterownika w odpowiednio zaprogramowanym cyklu. Po oczyszczeniu porcji ścieków w danym cyklu, prowadzony jest w warunkach statycznych proces sedymentacji, po wyłączeniu przez sterownik wszystkich urządzeń w komorze. Po sedymentacji trwającej 1-2 godzin sklarowane ścieki są desantowane i odprowadzane do komory chemicznej. Zatrzymany w komorze osad usuwany jest cyklicznie za pomocą pompy do zbiornika osadu.
3. Komora chemiczna – Zasadniczym zadaniem komory chemicznej jest doczyszczenie ścieków odprowadzanych z komory biologicznej oraz ewentualne usuwanie z nich pozostałości fosforu na drodze chemicznej. W czasie przepompowywania ścieków z komory biologicznej dozowany jest do nich preparat – koagulant. W czasie dopływu ścieków do komory zawartość jej jest mieszana za pomocą zatapianego mieszadła w celu polepszenia kontaktu ścieków z koagulantem. Po zakończeniu dopływu ścieków i wyłączeniu mieszadła w komorze następuje proces sedymentacji. Po zakończeniu procesu sedymentacji oczyszczone ścieki są desantowane za pomocą dekantera pływającego i odprowadzane do odbiornika. Zatrzymane w komorze osady usuwane są cyklicznie za pomocą pompy zatapialnej do zbiornika osadów. W większości obiektów w komorze tej instalowany jest dodatkowy system napowietrzania do stabilizacji osadu.

6.2. ROZWIĄZANIE TECHNOLOGICZNE O PRZEPLYWIE CIĄGŁYM

6.2.1. System technologiczny „BIOCOMPACT”

Technologia BIOCOMPACT pracuje w układzie przepływowym z prowadzeniem procesu defosfatacji / wstępnej denitryfikacji / nityfikacji oraz separacja osadu czynnego ze ścieków oczyszczonych. Zgodnie z systemem, sama oczyszczalnia składa się z szeregu obiektów pełniących różne strefy technologiczne oczyszczania ścieków. W skład biologicznego stopnia oczyszczalni ścieków wchodzi następujące obiekty technologiczne:

1. Komora defosfatacji
2. Komora denitryfikacji
3. Komora nityfikacji
4. Osadnik wtórny
5. Recyrkulacja zewnętrzna
6. Recyrkulacja wewnętrzna
7. Stacja dmuchaw

Technologia BIOCOMPACT polega na procesie nisko obciążonego osadu czynnego w strefie napowietrzania, gdyż biodegradacja osadu czynnego obniża produkcję osadu nadmiernego. Procesy przebiegają w zintegrowanym wielofunkcyjnym reaktorze biologicznym. Reaktor biologiczny wykonany jest jako zblokowany układ podzespołów technologicznych.

Reaktor stanowi wielokomorowy zbiornik żelbetowy, szczelny usytuowany na zewnątrz. Zbiornik w kształcie prostokątym. Przewiduje się budowę dwóch reaktorów. W każdym reaktorze wydzielone zostały komory defosfatacji, denitryfikacji, nityfikacji, i osadnik wtórny.

Ścieki surowe pozbawione makro zawiesiny na sitach oraz piasku w piaskowniku poziomym dopływają grawitacyjnie do przepompowni ścieków, skąd podawane są do komór reaktora biologicznego i wpływają do beztlenowej – komory defosfatacji wyposażonej w układ mieszania. Do komory doprowadzony jest osad recyrkulowany z osadnika wtórnego przy pomocy układu pompowego recyrkulacji zewnętrznej. Następnie ścieki dopływają do komory niedotlenionej, wyposażonej w układ mieszania. Do komory doprowadzona jest recyrkulacja wewnętrzna z komory napowietrzania i nityfikacji. Zawartość tlenu w tej komorze nie może przekroczyć $0,2 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$. Rozpoczynają się tu procesy rozkładu związków organicznych oraz zachodzi proces denitryfikacji azotanów z komory napowietrzania i nityfikacji ścieków. Źródłem węgla dla procesu denitryfikacji jest węgiel zawarty w związkach organicznych, znajdujących się w surowych ściekach oraz w biomase recyrkulowanego osadu. Stopień recyrkulacji ścieków z komory nityfikacji do komory denitryfikacji zależy od stężenia azotanów w ściekach oczyszczonych. Z komory niedotlenionej ścieki przepływają do komory tlenowej, gdzie następuje silne ich natlenianie. W tej komorze następuje utlenianie zanieczyszczeń organicznych i nityfikacja azotu amonowego do azotynów i azotanów. Następnie ścieki przechodzą do strefy separacji i sedimentacji.

W strefie nityfikacji zainstalowane zostaną dyfuzory rurowe membranowe z dolnym i górnym napowietrzaniem rozmieszczone, co 50 cm na dnie strefy. Zastosowanie rusztu z dolnym i górnym napowietrzaniem zapobiegnie osadzeniu się osadu na dnie reaktora. Każdy dyfuzor będzie posiadał własny zawór kulowy umieszczony na głównym rurociągu umożliwiający regulację tłoczonego powietrza.

W strefie napowietrzania wygrodzono przestrzeń osadnika wtórnego – gdzie nastąpi oddzielenie oczyszczonego ścieku od osadu czynnego w separatorze BCT-S. Recyrkulacja osadu ze strefy separacji do strefy defosfatacji odbywać się będzie za pomocą dwóch pomp zatapialnych.

Do recyrkulacji wewnętrznej zastosowana zostanie pompa zatapialna, przewiduje się instalację dwóch pomp. Osad z dna komory nityfikacji odprowadzony będzie pompowo do zbiornika osadu nadmiernego. Zastosowano pompę zatapialną, przewiduje się instalację dwóch pomp.

Zgodnie z wymaganiami Inwestora zbiornik reaktora przykryty jest płytami z żywicy poliestrowej wzmocnionej włóknem szklanym zamocowanymi na konstrukcji stalowej ocynkowanej ogniowo, pomost technologiczny oraz układ mocowania instalacji technologicznej.

6.2.2. System technologiczny „BIO-PAK”

System BIO-PAK pracuje w układzie przepływowym z prowadzeniem procesu selektorowej defosfatacji oraz procesu naprzemiennej denitryfikacji / nityfikacji bez wydzielenia poszczególnych komór. Jest to oczyszczalnia zblokowana; a główne procesy technologiczne odbywają się w reaktorze biologicznym, który stanowi jedna komora osadu czynnego wyposażona w osadniki wtórne, i selektor metaboliczny pracujący w warunkach beztlenowych. Stacja dmuchaw w budynku technicznym.

W skład biologicznego stopnia oczyszczalni wchodzi:

1. Selektor – warunki beztlenowe stosowane dla procesu. Dzięki temu osad odwodniony posiada znacznie lepsze parametry technologiczne
2. Komora denitryfikacji/nitryfikacji
3. Osadnik wtórny pionowy – separacja osadu od ścieków
4. Stacja dmuchaw w budynku

Ścieki mechanicznie podczyszczone dopływają do stopnia biologicznego oczyszczania, który odbywa się w reaktorze biologicznym osadu czynnego. W reaktorze są prowadzone następujące jednostkowe procesy fizyczno-chemiczne oraz biologiczne:

1. Pełne biologiczne oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego - usuwanie związków węgla organicznego
2. Usuwanie azotu - proces nitryfikacji oraz denitryfikacji
3. Usuwanie fosforu – częściowe biologiczne usuwanie fosforu
4. Sedymentacja - separacja ścieków oczyszczonych od osadu czynnego

Reaktor biologiczny osadu czynnego stanowi jeden zbiornik okrągły żelbetowy, z wydzieloną „komorą denitryfikacji/nitryfikacji” stanowiącą w planie zewnętrzny pierścień okrągłej komory reaktora, w której usytuowany jest „selektor metaboliczny”. Centralnie w okrągłej komorze reaktora usytuowane jest „urządzenie do separacji osadu od ścieków - osadniki wtórne”. Reaktor jest wyposażony w „przykrycie reaktora biologicznego”. Reaktor posiada połączone szeregowo komory beztlenowego selektora pełniące funkcję komory defosfatacji, do których kierowane są ścieki oraz osad recyrkulowany, gdyż jego funkcją jest zapobieganie rozrostowi bakterii nitkowatych powodujących pęcznienie osadu. Brak pęcznienia osadu zapewnia prawidłową pracę osadnika wtórnego, a w konsekwencji prawidłową pracę całego reaktora.

W celu utrzymania osadu czynnego w zawieszeniu, mieszanie zawartości komory jest zabezpieczone tylko i wyłącznie odpowiednią konfiguracją systemu i sterowaniem pracą „układu przepływu – mieszanie. Zadaniem układu jest utrzymanie osadu czynnego w zawieszeniu bez stosowania dodatkowych urządzeń mieszających oraz wtórne zagęszczenie osadu w komorach. W celu zapobiegania zaleganiu osadu na dnie komory w okresach mniejszego dopływu ścieków, komory selektora są wyposażone w automatyczny układ cyklicznego mieszania sprężonym powietrzem z transferem tlenu do komór selektora $< 1 \text{ kgO}_2/\text{d}$, którego cykl pracy zsynchronizowany jest z układem napowietrzania reaktora biologicznego.

W fazie „niedotlenionej” pracy reaktora, prowadzony jest proces denitryfikacji, tj. zachodzi proces redukcji azotu azotanowego zawartego w całej objętości komory. W fazie „tlenowej” intensywnego napowietrzania, prowadzony jest proces nitryfikacji oraz usuwania ładunku zanieczyszczenia organicznego.

Komora denitryfikacji/nitryfikacji napowietrzana jest przy pomocy dyfuzorów membranowych płytowych, wykonanych z materiału elastomer – silikon, co umożliwiłoby przeczyszczenie roztworem kwasu octowego mikro otworków od zarostów i osadu w czasie eksploatacji. System nacięć membrany jest wykonany tak, by zapobiegał zatykaniu dyfuzora w przypadku braku powietrza (rodzaj zaworu zwrotnego), co pozwoli na stosowaniu układu napowietrzania bez konieczności stosowania systemu odwodnieniowego. Dyfuzor jest płaskiej konstrukcji, mocowany bezpośrednio do dna, co pozwala na pełne wykorzystanie wysokości czynnej i zapobiega osadzaniu się osadu na dnie komory. Wszystkie dyfuzory są zasilane oddzielnym rurociągiem powietrza z własnym zaworem odcinającym i możliwością kontroli i regulacji doprowadzonego powietrza, co umożliwi stworzenie dużej ilości indywidualnych sekcji napowietrzania. W razie awarii dyfuzora istnieje możliwość jego odłączenia z pracy bez konieczności wyłączenia całej sekcji. Takie rozwiązanie układu dystrybucji powietrza obniży prawdopodobieństwo awarii reaktora.

W celu utrzymania osadu czynnego w zawieszeniu w fazie denitryfikacji, mieszanie zawartości komory jest zabezpieczone tylko i wyłącznie odpowiednią konfiguracją systemu i sterowaniem pracą „układu napowietrzanie-mieszanie”. Rozwiązanie techniczne układu napowietrzania komory denitryfikacji/nitryfikacji połączone z automatycznym sterowaniem pracą poszczególnych sekcji umożliwi płynną regulację stosunku zmiennej wymaganej pojemności denitryfikacji nitryfikacji w zakresie wartości 0,1 – 0,5 a co za tym idzie dostosowanie parametrów technologicznych pracy reaktora do aktualnego składu ścieków surowych oraz wymagań odnośnie jakości ścieków oczyszczonych (regulacja pojemności denitryfikacyjnej reaktora).

Rozwiązanie techniczne układu eliminuje zastosowanie urządzeń takich jak mechaniczne pompy cyrkulacyjne. Tlen wprowadzony do reaktora w procesie mieszania będzie zużywany do procesu biologicznego oczyszczania ścieków, co z kolei obniża koszty eksploatacji.

W celu separacji osadu czynnego od ścieków oczyszczonych, mieszanina osadu czynnego i ścieków dopływa do „pionowego osadnika wtórnego”, usytuowanego w centralnej części reaktora, co częściowo eliminuje ewentualne hydrauliczne przeciążenie osadnika. Osadnik jest wyposażony w „strefę przepływu laminarnego”, co powoduje odgazowanie i flokulację osadu czynnego poddanego sedymentacji.

Odprowadzania ścieków oczyszczonych spod jego powierzchni najlepiej od 10 do 20 cm pod powierzchnią. Urządzenie umożliwia regulację wysokości czynnej ścieków w osadniku wtórnym, a także w komorze osadu czynnego bez konieczności wykorzystywania urządzeń mechanicznych takich jak zasuwki i przepustnice. Osadnik wtórny wyposażony w „pompę powietrzną” zawracającą osad do komory selektora, powodującą równoczesne napowietrzanie osadu zawracanego, sterowana w zależności od pracy dmuchaw z możliwością ustawienia wydajności oraz w „pompę powietrzną” odprowadzającą osad nadmierny do zagospodarowania, powodującą równoczesne napowietrzanie osadu nadmiernego, sterowaną automatycznie z możliwością ustawienia wydajności i ilości odprowadzanego osadu.

Zgodnie z wymaganiami Inwestora zbiornik reaktora przykryty jest płytami z żywicy poliestrowej wzmocnionej włóknem szklanym zamocowanymi na konstrukcji stalowej ocynkowanej ogniowo, pomost technologiczny oraz układ mocowania instalacji technologicznej.

6.3. PORÓWNANIE SYSTEMÓW TECHNOLOGICZNYCH SEKWENCYJNYCH I PRZEPLYWOWYCH

Zaproponowane rozwiązania technologiczne oczyszczania ścieków gwarantują osiągnięcie wymaganego efektu ekologicznego. W związku z powyższym przedstawiamy porównanie omawianego systemu sekwencyjnego i przepływowego.

System sekwencyjny	System przepływowy
Dwa zbiorniki reaktora bez osadników wtórnych dodatkowo zbiornik uśredniający	Dwa zbiorniki wraz z osadnikami wtórnymi w wykonaniu z tworzywa sztucznego zainstalowane w reaktorach
Nie wymaga recyrkulacji osadu	Układ recyrkulacji zewnętrznej zastosowaniem pomp powietrznych lub zatapialnych
Sedymentacja w zbiornikach o bardzo dużej powierzchni bez dopływu i odpływu Brak efektu filtracji osadu zdyspergowanego, co zwiększa zawartość zawiesiny w ściekach oczyszczonych Brak zadowalającego efektu separacji ścieków oczyszczonych od osadu czynnego przy niekorzystnym indeksie osadu (200 ml/g), może to spowodować utratę osadu z reaktora Brak systemu usuwania części pływających z powierzchni reaktora Trudności z uzyskaniem osadu odpowiednio zagęszczonego	Prawidłowo zaprojektowany pionowy osadnik wtórny osiąga wyższą efektywność separacji z powodu: Efekt filtracji osadu zdyspergowanego w zagęszczonym osadzie czynnym Możliwość eksploatacji oczyszczalni ścieków przy indeksie osadu > 200 ml/g Możliwość eksploatacji oczyszczalni przy stężeniu nawet do 8 kg/m ³ przy optymalnym indeksie osadu Automatyczny system oczyszczania powierzchni osadnika Osad nadmierny odprowadzany z reaktora jest bardziej zagęszczony co powoduje zmniejszone koszty eksploatacji i dalszej przeróbki.
Brak prowadzenia efektywnego procesu biologicznej defosfatacji co powoduje konieczność stosowania środków chemicznych	Wysoka wydajność procesu defosfatacji z powodu zastosowania beztlenowej komory lub selektora
Zmniejszona efektywność wprowadzania tlenu do ścieków z powodu mniejszej wysokości roboczej reaktora po ukończeniu spustu ścieków (75 % wysokości maksymalnej), większe zapotrzebowanie powietrza, wyższa moc zainstalowana i wyższe koszty eksploatacji oczyszczalni	Stąła efektywność wykorzystania tlenu, równomierne zużycie tlenu co powoduje mniejsze maksymalne zapotrzebowanie na tlen, mniejsza moc silników, niższe koszty eksploatacji
Konieczność budowy zbiornika uśredniającego bardzo kłopotliwego w eksploatacji (ścieki surowe wydzielanie przykrego zapachu, wyższe koszty inwestycyjne, zwiększone koszty eksploatacyjne z powodu jego mieszania zawartości	Przeływ ciągły, nie wymaga się zbiornika uśredniającego
Podwójne pompowanie ścieków (pompownia główna – zbiornik uśredniający, i zbiornik uśredniający – reaktor biologiczny, co powoduje zwiększone koszty eksploatacji i awaryjność systemu	Brak podwójnego pompowania – system przepływowy, zmniejszona awaryjność systemu, niższe koszty eksploatacji

Sekwencyjny spust ścieków oczyszczonych do odbiornika, powoduje jego dodatkowe obciążenie	Równomierny rzut ścieków, (co dopływa, to i odpływa)
---	--

WNIOSKI

Jak wynika z powyższego, dla lokalnych warunków lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie oczyszczalni ścieków o przepływowym układzie technologicznym z następujących powodów:

1. Zwiększona efektywność usuwania fosforu ogólnego z powodu zainstalowania wydzielonej komory defosfatacji
2. Zwiększona efektywność prowadzenia procesu denitryfikacji z powodu ciągłego dopływu zanieczyszczenia organicznego (niezbędnego dla procesu) dopływającego do reaktora
3. Równomierne obciążenie odbiornika o niskim przepływie ściekami oczyszczonymi, co pozytywnie wpływa na ekosystemy wodne o niskim przepływie
4. Większa i stała efektywność układu napowietrzania, co wpływa na obniżenie kosztów eksploatacji
5. Równomierne obciążenie układu napowietrzania z powodu równomiernego obciążenia reaktora biologicznego zanieczyszczeniem organicznym, co wpływa na chwilowy pobór energii elektrycznej
6. Brak konieczności budowy zbiornika uśredniającego ścieki surowe dopływające kanalizacją sanitarną, co obniża koszty budowy oczyszczalni
7. Brak eksploatacji zbiornika uśredniającego ścieki surowe dopływające kanalizacją sanitarną powodującego powstawanie zapachów (ścieki surowe)
8. Brak ponownego pompowania ścieków surowych do reaktora biologicznego, co obniża koszty eksploatacji i zmniejsza ryzyko awarii układu
9. Mniejsza awaryjność układu napowietrzania poprzez zastosowane rozwiązania techniczne wyposażonego w zawór odcinający poszczególne dyfuzory
10. Zmniejszenie kosztów eksploatacji poprzez zastosowanie mieszania reaktora układem dystrybucji powietrza

6.4. PORÓWNANIE PRZEPLYWOWEGO SYSTEMU TECHNOLOGICZNEGO „BIO-PAK” I „BIOCOMPACT”

	System BIO-PAK	System BIOCOMPACT
Reaktory biologiczne	Jeden zbiornik żelbetowy okrągły bez wydzielenia dodatkowych komór żelbetowych, Idealne warunki energetyczne dla mieszania zawartości komór Mniejsza powierzchnia działki pod zabudowę okrągłego reaktora biologicznego	Jeden zbiornik prostokątny z wydzielonymi komorami z tworzywa sztucznego Większa powierzchnia działki pod zabudowę prostokątnego reaktora biologicznego
Defosfatacja	Wysoka wydajność procesu defosfatacji z powodu zastosowania w reaktorze beztlenowych selektorów – metaboliczna selekcja mikroorganizmów	Proces defosfatacji z powodu zastosowania w reaktorze wydzielonej strefy beztlenowej
Denitryfikacja	Cykliczne prowadzenie procesu denitryfikacji w całej objętości komory, możliwość zmiany wydajności procesu denitryfikacji w zakresie 0,1 – 0,5 w zależności od jakości ścieków surowych Brak mieszadeł wymaganych dla utrzymania osadu czynnego w zawieszeniu	Wydzielona strefa denitryfikacji, brak możliwości regulacji wydajnością procesu denitryfikacji Zastosowanie mieszadła zatopialnego w celu utrzymania osadu czynnego w zawieszeniu, zwiększone zużycie energii elektrycznej
Osadnik wtórny	Efekt zagęszczenia osadu nadmiernego Automatyczny system oczyszczania powierzchni osadnika Odprowadzenie ścieków korytem zatopionym, zwiększona efektywność separacji zawiesiny	Brak efektu zagęszczenia odprowadzanego osadu nadmiernego Odprowadzenie ścieków z powierzchni osadnika przelewem pilastym

Układ napowietrzania	Zastosowanie dyfuzorów płytowych o wysokim obciążeniu powietrzem ($Q_{max}=90 \text{ m}^3/\text{h} \times \text{szt.}$) Każdy dyfuzor zasilany oddzielnym rurociągiem powietrza z zaworem regulacyjno – odcinającym Wysokość czynna reaktora ($H = 5 \text{ m}$) gwarantuje niższą energochłonność napowietrzania ścieków	Zastosowanie dyfuzorów talerzowych lub rurowych o średnim obciążeniu powietrzem ($20 \text{ m}^3/\text{h} \times \text{szt.}$) Dyfuzory zamontowane na wspólnym ruszcie Wysokość czynna reaktora ($H = 4,5 \text{ m}$) powoduje zwiększenie kosztów eksploatacji związanych z napowietrzaniem reaktora
Układ pompowy	Odprowadzenie osadu nadmiernego pompą powietrzną, odprowadzanie osadu zagęszczonego w osadniku Brak ponownego pompowania	Odprowadzenie osadu pompą zatapialną elektryczną, odprowadzanie osadu niezagęszczonego co powoduje zwiększone koszty eksploatacyjne Ponowne pompowanie ścieków po wstępnej sedimentacji do reaktora – zwiększone koszty eksploatacji
Pomiary	Zastosowanie sondy tlenowej sterującej procesem napowietrzania nityfikacji / denityfikacji Zastosowanie mim. 3 modułowego układu sterowników, co obniża możliwość awarii sterowania pracą oczyszczalni	Zastosowanie sondy tlenowej sterującej procesem napowietrzania – nityfikacji Centralny sterownik obsługujący pracę całej oczyszczalni
Wpływ na otoczenie	Przykrycie reaktora biologicznego lekkim przykryciem modułowym wykonanym z żywicy poliestrowych, co pozwala na ograniczenie oddziaływania oczyszczalni na otoczenie	Przykrycie reaktora biologicznego lekkim przykryciem modułowym wykonanym z żywicy poliestrowych, co pozwala na ograniczenie oddziaływania oczyszczalni na otoczenie
Energochłonność	Szacunkowe zużycie energii elektrycznej oczyszczalni ścieków wynoszą ok. $0,8 - 1,2 \text{ KWh/m}^3$	Szacunkowe koszty eksploatacji oczyszczalni ścieków wynoszą ok. $1,0 - 1,5 \text{ KWh/m}^3$

WNIOSKI:

Jak wynika z powyższego, dla lokalnych warunków najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie oczyszczalni ścieków pracującej w systemie technologicznym „BIO-PAK” z następujących powodów technicznych:

1. Większa efektywność układu napowietrzania, co wpływa na obniżenie kosztów eksploatacji
2. Mniejsza awaryjność układu napowietrzania poprzez zastosowane rozwiązania technicznego wyposażonego w zawór odcinający poszczególne dyfuzory
3. Brak urządzeń mechanicznych elektrycznych zamontowanych w reaktorze wymagających dokonywania serwisu – mieszadło zatapialne
4. Zmniejszenie kosztów eksploatacji poprzez zastosowanie mieszania reaktora układem dystrybucji powietrza
5. Brak ponownego pompowania ścieków pomiędzy komorą denityfikacji i nityfikacji
6. Brak zainstalowania urządzeń elektrycznych pompowych do transportu osadu nadmiernego
7. Zagęszczenie osadu nadmiernego odprowadzającego z reaktora, co zmniejsza czas pracy urządzenia i zużycie energii elektrycznej

6.5. ZALECENIA DO REALIZACJI

Zaleca się zastosowanie do zaprojektowania wariant przedsięwzięcia w systemie technologicznym przepływowym przedstawionym w analizie jako najbardziej efektywny, a także z uwagi na stronę ekonomiczną inwestycji i sposób zagospodarowania terenu.

Oczyszczalnia ścieków powinna stanowić zblokowany obiekt inżynierski, w celu ograniczenia powierzchni zabudowy. Zbiorniki technologiczne oczyszczalni ścieków takie jak zbiornik reaktora, zbiornik osadu itp. powinny być wykonane z betonu odpornego na korozję. Ze względów hydraulicznych powinny być okrągłe, co obniża koszty eksploatacji obiektu. Reaktor biologiczny powinien być w bezpośredniej bliskości budynku technicznego nie więcej niż 2 m i połączony powinien być kanałem technologicznym, który posłuży również jako pomost wejściowy do reaktora. Reaktor biologiczny powinien być obsypany skarpą pełniącą rolę izolacji termicznej.

Budynek techniczny powinien być wykonany metodą tradycyjną z architekturą zbliżoną do zabudowań wiejskich. W budynku powinny być wydzielone pomieszczenia dla obsługi oczyszczalni, szatni brudnej, szatni czystej wraz z zapleczem socjalnym. Antresola budynku technicznego powinna być wykorzystana również do

umiejscowienia urządzeń technologicznych. Usytuowanie pomieszczenia dmuchaw powinno umożliwić wykorzystanie ciepła produkowanego przez pracujące dmuchawy do ogrzewania pomieszczenia technologicznego. Wszelkie podstawowe urządzenia technologiczne wraz z armaturą technologiczną powinny być usytuowane w budynku technicznym w celu eliminacji oddziaływania oczyszczalni na środowisko oraz umożliwić łatwy dostęp obsługi.

Zbiornik osadu nadmiernego powinien być usytuowany w pobliżu reaktora i budynku technicznego, wyniesiony nad teren oczyszczalni, obsypany skarpią, dopływ osadu nadmiernego powinien odbywać się grawitacyjnie.

Dobre urządzenia technologiczne, armatura i aparatura powinny spełniać warunki do zabudowy na obiekcie, jakim jest oczyszczalnia ścieków. Materiały użyte oraz wykonanie urządzeń zapewniać powinny możliwie największą ochronę przed agresywnym środowiskiem. Urządzenia i wyposażenie powinny pochodzić od producenta zapewniającego serwis fabryczny gwarancyjny oraz pogwarancyjny na terenie Polski oraz powinny być objęte polską gwarancją. Oprzyrządowanie powinno zapewnić trwałą i wygodną eksploatację. Aparatura pomiarowa ze względu na unifikację będzie pochodzić, co najwyżej od dwóch dostawców. Nie dopuszcza się stosowania prototypów oraz urządzeń bez 3 pozytywnych referencji w Polsce potwierdzonych pisemnie. Zamawiający zastrzega sobie możliwość zażądania testów obiektowych w celu zweryfikowania poprawności pracy proponowanych urządzeń, wyposażenia i aparatów pomiarowych.

Podstawowe elementy oczyszczalni:

1. Punkt zlewny ścieków i osadów dowożonych
 - Szybkozłącze do odbioru ścieków
 - Wstępne mechaniczne podczyszczenie ścieków
 - Pomiar ilości ścieków i dowożonych
 - Moduł rejestracyjny, wydruk danych
2. Zbiornik uśredniający ścieków i osadów dowożonych
 - Układ napowietrzania / mieszania
 - Porcjowe dozowanie ścieków
3. Pompownia główna ścieków surowych
 - Krata koszowa rzadka
 - Stacja pomp zatapialnych
4. Mechaniczne oczyszczanie ścieków
 - Automatyczne sito skratkowe z przenośnikiem skratek
 - Piaskownik pionowy
 - Separator piasku
5. Biologiczne oczyszczanie ścieków
 - Selektor dwukomorowy – warunki niedotlenione stosowane dla procesu
 - Komora denitryfikacji/nitryfikacji
 - Osadnik wtórny pionowy – separacja osadu od ścieków
6. Pomieszczenie dmuchaw
 - Stacja dmuchaw
 - Układ dystrybucji powietrza
7. Pomiar ilości ścieków oczyszczonych
 - Przepływomierz elektromagnetyczny
8. Mechaniczne odwadnianie osadu nadmiernego
 - Prasa taśmowa
 - Stacja przygotowania i dozowania flokulantu
 - Przenośnik śrubowy osadu
9. Stacja wapnowania osadu odwodnionego
 - Mini zestaw do wapnowania z przenośnikiem śrubowym

10. Działanie oczyszczalni będzie całkowicie zautomatyzowane poprzez zastosowanie sterowania z możliwością przesyłania wiadomości tekstowych SMS stanów alarmowych z oczyszczalni ścieków.

6.5.1. Punkt zlewny ścieków i osadów dowożonych

Punkt zlewny służy do szczelnego odbioru ścieków dowożonych i powinien umożliwiać zatrzymanie grubych zanieczyszczeń. W skład punktu zlewnego powinno wchodzić:

- Taca najazdowa
- Separator zanieczyszczeń stałych z szybkozłączem do podłączenia wozu asenizacyjnego
- Zasuwa nożowa odcinająca
- Układ dystrybucji ścieków
- Rejestracja dostawców i ilości ścieków i osadów dowożonych

Wstępne oczyszczanie ścieków dowożonych powinno się odbywać na separatorze zanieczyszczeń stałych. Zatrzymane powinny być części stałe większe niż $e > 16 \text{ mm}$. Na rurociągu grawitacyjnym powinien być zainstalowany elektromagnetyczny pomiar ilości ścieków i osadów dowożonych połączony z modulem rejestracyjnym, umożliwiający wydruk niezbędnych danych dotyczących dostawcy i ilości ścieków dostarczonych do punktu zlewnego. Obiekt dodatkowo wyposażony w układ dystrybucji ścieków i osadów dowożonych mający na celu automatyczne skierowanie odpadów do odpowiedniego zbiornika uśredniającego.

6.5.2. Zbiornik uśredniający ścieki dowożone

Zbiornik uśredniający powinien przyjmować ścieki dopływające grawitacyjnie z punktu zlewnego. W celu mieszania zawartości zbiornika powinien być wyposażony w system napowietrzania (eliminacja ew. zapachów), z możliwością automatycznego sterowania pracą układu w cyklu czasowym. Zasilanie powietrzem powinno być z niezależnej dmuchawy. Zbiornik powinien być wyposażony w pompę zatapialną, w celu równomiernego dozowania ścieków do systemu kanalizacji wewnętrznej. Sterowanie pracą pompy powinno być automatyczne, w cyklu czasowym z możliwością ustawienia czasu przerwy i pracy urządzenia. Instalacja technologiczna odprowadzająca ścieki powinna być wyposażona w przelew awaryjny, w celu zapobiegania przepełnienia zbiornika w razie awarii pompy lub dostarczenia zwiększonej ilości ścieków dowożonych do oczyszczalni.

6.5.3. Pompownia ścieków surowych

Zadaniem pompowni jest podawanie ścieków surowych (sanitarne + dowożone) do węzła oczyszczania mechanicznego a następnie do reaktora osadu czynnego. Sterowanie pracą pomp zatapialnych przy pomocy sterownika przemysłowego z programem optymalizacji pracy pomp powinno być zsynchronizowane ze sterowaniem pracą urządzeń technologicznych wchodzących w skład całej oczyszczalni ścieków (głównie mechaniczne podczyszczenie ścieków, reaktor biologiczny), w celu zapobiegania powstania awarii do minimum. Na wypadek awarii sterownika, awaryjny czujnik poziomu powinien bezpośrednio uruchamiać pompy zatapialne. Armatura technologiczna do pomp powinna być usytuowana w budynku technicznym w celu minimalizacji zagrożenia zdrowia dla obsługi.

Na dopływie ścieków do pompowni powinna być zamontowana rzadka krata koszowa której zadaniem powinno być zatrzymanie części stałych w celu ochrony wirników pomp zatapialnych.

6.5.4. Mechaniczne podczyszczenie ścieków surowych

Docelowe podczyszczenie ścieków powinno się odbywać w automatycznej stacji sita skratkowego. Zatrzymane powinny być części stałe większe niż $e > 3 \text{ mm}$. Urządzenie powinno być zamontowane na antresoli budynku technicznego w celu zabezpieczenia przed mrozem i dla zapewnienia bezenergetycznego transportu skratek do pojemnika. Skratki zatrzymane na urządzeniu powinny być podawane do kontenera usytuowanego w pomieszczeniu zamkniętym w celu ograniczenia przedostawania się zapachów. Stacja mechanicznego podczyszczenia ścieków dzięki hermetyzacji oraz swoim cechom użytkowym nie powinna stwarzać uciążliwości eksploatacyjnych. Konstrukcyjne rozwiązanie stacji powinno umożliwić swobodny przepływ ścieków w przypadku wystąpienia awarii urządzenia, bez konieczności odłączenia urządzenia z pracy. Sterowanie pracą sita przy pomocy sterownika przemysłowego powinno być zsynchronizowane z pracą pompowni ścieków surowych.

6.5.5. Oczyszczanie ścieków w reaktorze

Ścieki mechanicznie podczyszczone odpływają do stopnia biologicznego oczyszczania, które odbywa się w reaktorze biologicznym osadu czynnego. W reaktorze powinny być prowadzone następujące jednostkowe procesy fizyczno-chemiczne oraz biologiczne:

- Separacja zawiesiny łatwo opadającej ze ścieków surowych
- Pełne biologiczne oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego - usuwanie związków węgla organicznego
- Usuwanie azotu - proces nitrifikacji oraz denitrifikacji
- Usuwanie fosforu – biologiczne częściowe usuwanie fosforu
- Sedymentacja - separacja ścieków oczyszczonych od osadu czynnego

Reaktor biologiczny osadu czynnego powinien stanowić jeden zbiornik okrągły żelbetowy, z wydzieloną „komorą denitrifikacji/nitrifikacji” stanowiącą w planie zewnętrzny pierścień okrągłej komory reaktora, w której usytuowany powinien być „separator zawiesiny łatwo opadającej” i „selektor metaboliczny”. W okrągłej komorze reaktora usytuowane powinno być „urządzenie do separacji osadu od ścieków – osadnik wtórny”. Reaktor powinien być wyposażony w „przykrycie reaktora biologicznego”. Reaktor biologiczny nie powinien być wyposażony w dodatkowe urządzenia elektryczne powodujące wzrost kosztów eksploatacji obiektu.

Piaskownik pionowy

W zbiorniku reaktora biologicznego wydzielony powinien być piaskownik pionowy, którego zadaniem jest usunięcie części łatwo opadających ze ścieków podczyszczonych. Piaskownik powinien być wyposażony w system automatycznego, cyklicznego odprowadzenia pulpy zawiesiny pompą powietrzną z możliwością regulacji wydajności, i umożliwiającej ponowne natlenienie cieczy transportowanej. Komora powinna być wyposażona w kinetę do magazynowania zawiesiny oraz w układ do hydrauliczno - pneumatycznego mieszania urządzenia w celu zapobiegania scementowaniu osadzonej zawiesiny w godzinach minimalnego dopływu ścieków. Sterowanie układem powinno odbywać się automatycznie, w trybie cyklicznym. Pulpa zawiesiny odprowadzona powinna być do separatora pisku w celu oddzielenia piasku od ścieków i części organicznej.

Komora selektora

Reaktor powinien posiadać połączone szeregowo komory beztlenowego selektora, do których kierowane są ścieki surowe oraz osad recykulowany. Jego funkcją jest zapobieganie rozrostowi bakterii nitkowatych powodujących pęcznienie osadu, pełni również rolę komory biologicznej defosfatacji. Ograniczenie pęcznienia osadu sprzyja prawidłowej pracy osadnika wtórnego, co w konsekwencji wpływa na zwiększenie skuteczności oczyszczania ścieków.

W celu utrzymania osadu czynnego w zawieszeniu, mieszanie zawartości komory powinno być realizowane tylko i wyłącznie odpowiednią konfiguracją systemu i sterowaniem pracą „układu przepływ – mieszanie”. Zadaniem układu powinno być utrzymanie osadu czynnego w zawieszeniu bez stosowania dodatkowych urządzeń mieszających oraz wtórne zagęszczenie osadu w komorach. W celu zapobiegania zaleganiu osadu na dnie komory w okresach mniejszego dopływu ścieków, komory selektora powinny być wyposażone w automatyczny układ cyklicznego mieszania sprężonym powietrzem z transferem tlenu do komór selektora < 1 kgO₂/d, którego cykl pracy zsynchronizowany jest z układem napowietrzania reaktora biologicznego.

Komora denitrifikacji/nitrifikacji

W fazie „niedotlenionej” pracy reaktora, prowadzony winien być proces denitrifikacji, tj. zachodzi proces redukcji azotu azotanowego zawartego w całej objętości komory. W fazie „tlenowej” intensywnego napowietrzania, prowadzony winien być proces nitrifikacji oraz usuwania ładunku zanieczyszczenia organicznego.

Komora *denitrifikacji/nitrifikacji* napowietrzana powinna być przy pomocy dyfuzorów membranowych płytowych, wykonanych z materiału elastomer – silikon, z możliwością przeczyszczenia mikro otworków od zarostów i osadu w czasie eksploatacji przy pomocy np. roztwór kwasu octowego. System nacięć membrany powinien być skonstruowany tak, by zapobiegał zalaniu dyfuzora w przypadku braku powietrza (rodzaj zaworu zwrotnego), co pozwoli na stosowaniu układu napowietrzania bez konieczności stosowania systemu odwodnieniowego. Dyfuzor powinien być płaskiej konstrukcji, mocowany bezpośrednio do dna, co pozwala na pełne wykorzystanie wysokości czynnej i zapobiega osadzaniu się osadu na dnie komory. Uszkodzony dyfuzor powinien mieć możliwość naprawy poprzez sklejenie uszkodzenia.

Wszystkie dyfuzory powinny być zasilane oddzielnymi rurociągami powietrza z własnym zaworem odcinającym i możliwością kontroli i regulacji doprowadzonego powietrza, co umożliwi stworzenie dużej ilości indywidualnych sekcji napowietrzania. W razie awarii dyfuzora powinna istnieć możliwość jego odłączenia z pracy bez konieczności wyłączenia następnych. Takie rozwiązanie układu dystrybucji powietrza obniży prawdopodobieństwo awarii reaktora.

W celu utrzymania osadu czynnego w zawieszeniu w fazie denitryfikacji, mieszanie zawartości komory powinno być zabezpieczone tylko i wyłącznie odpowiednią konfiguracją systemu i sterowaniem pracą „układu napowietrzanie-mieszanie”. Rozwiązanie techniczne układu napowietrzania komory denitryfikacji/nitryfikacji połączone z automatycznym sterowaniem pracą poszczególnych sekcji powinno umożliwić płynną regulację stosunku *zmiennie wymaganej pojemności denitryfikacji i nitryfikacji w zakresie wartości 0,1 – 0,5* a co za tym idzie dostosowanie parametrów technologicznych pracy reaktora do aktualnego składu ścieków surowych oraz wymagań odnośnie jakości ścieków oczyszczonych (regulacja pojemności denitryfikacyjnej reaktora).

Rozwiązanie techniczne układu powinno przyczynić się do braku potrzeby stosowania urządzeń elektromechanicznych takich jak pompy cyrkulacyjne, mieszadła wymagane dla utrzymania osadu czynnego w zawieszeniu oraz uzyskania warunków niedotlenionych w komorach osadu czynnego a zmiennie sterowanie napowietrzaniem poszczególnych stref powoduje brak osadzania się osadu na dnie reaktora i zapobiega jego zagniwaniu. Tlen wprowadzony do reaktora w procesie mieszania powinien być zużywany do procesu biologicznego oczyszczania ścieków, co z kolei obniża koszty eksploatacji.

Urządzenie do separacji osadu od ścieków - osadnik wtórny

W celu separacji osadu czynnego od ścieków oczyszczonych, mieszanina osadu czynnego i ścieków powinna dopływać do urządzenia separacji osadu od ścieków - „pionowego osadnika wtórnego”, usytuowanego w centralnej części reaktora, co częściowo eliminuje ewentualne hydrauliczne przeciążenie osadnika. Urządzenie powinno być wyposażone w „strefę przepływu laminarnego”, co powoduje odgazowanie i flokulację osadu czynnego poddanego sedymentacji. Istotą wymagań jest urządzenie, które powinno się składać z następujących podzespołów:

1. Zatopione koryto odprowadzające ścieki oczyszczone
2. Koryta odprowadzające zanieczyszczenia pływające z powierzchni urządzenia
3. Komory regulacji poziomu ścieków w urządzeniu

Zatopione koryto odprowadzające ścieki oczyszczone w planie powinno mieć kształt symetryczny z charakterystycznymi otworami technologicznymi, usytuowane powinno być centralnie w osadniku wtórnym, pod powierzchnią ścieków. Zatopione koryto odprowadzające ścieki oczyszczone wykonane powinno być z prostych odcinków rury cylindrycznej połączonych w jeden pierścień. Na zewnętrznym i wewnętrznym boku każdego z odcinków prostych rury cylindrycznej powinny być wycięte otwory, najlepiej okrągłe, odprowadzające ścieki oczyszczone. Wymagane jest, aby urządzenie do odprowadzania ścieków oczyszczonych z komory osadu czynnego odprowadzało ścieki nie przelewem pilastym bezpośrednio z powierzchni osadnika, ale spod jego powierzchni najlepiej od 10 do 20 cm pod powierzchnią. Wymagane jest również, aby ścieki były odprowadzane w sposób równomierny.

Koryto odprowadzające zanieczyszczenia pływające po powierzchni osadnika wtórnego, powinno mieć w planie kształt symetryczny z charakterystycznymi podłużnymi otworami technologicznymi. Koryto odprowadzające zanieczyszczenia pływające po powierzchni osadnika wtórnego umieszczone powinno być w 1/3 wysokości podłużnych otworów w stosunku do powierzchni ścieków w urządzeniu i zintegrowane powinno być z pompą powietrzną uruchamianą cyklicznie za pośrednictwem sterownika przemysłowego, zegara czasowego lub ręcznie.

Komora regulacji poziomu ścieków w osadniku wtórnym powinna mieć w planie kształt koła z centrycznie umieszczoną rurą regulującą poziom ścieków w osadniku i w całej komorze osadu czynnego, przy czym powinna być umieszczona wewnątrz osadnika wtórnego. Urządzenie powinno umożliwiać regulację wysokości czynnej ścieków w osadniku wtórnym a także w komorze osadu czynnego bez konieczności wykorzystywania urządzeń mechanicznych takich jak zasowy, i przepustnice.

Urządzenie powinno być wyposażone w „pompę powietrzną” zawierającą osad do komory selektora, powodującą równoczesne napowietrzanie osadu zawracanego, sterowana w zależności od pracy dmuchaw z możliwością ustawienia wydajności.

Urządzenie powinno być wyposażone w „pompę powietrzną” odprowadzająca osad nadmierny do zbiornika osadu, powodującą równoczesne napowietrzanie osadu nadmiernego, sterowaną automatycznie z możliwością ustawienia wydajności i ilości odprowadzanego osadu.

Ściany urządzenia powinny składać się z płyt modułowych wykonanych ręcznie z żywicy poliestrowej wzmocnionej włóknem szklanym o grubości min. 0,5 cm, pogrubionych na kołnierzach i zabezpieczonych warstwą „Żelkotu” i „Topkotu”. Łączenie modułów poprzez uszczelkę odporną na działanie agresywnego środowiska bakteryjnego i skręcenie śrubami ze stali nierdzewnej.

Przykrycie reaktora

Zbiornik reaktora przykryty powinien być lekkim przykryciem modułowym, wykonanym z żywicy poliestrowej wzmocnionej włóknem szklanym i elementem przekładkowym – „Corremat”, pogrubiony na kołnierzach i zabezpieczony warstwą „Żelkotu” i „Topkotu”, z minimalną zawartością szkła 30 %. Profil modułu pokrycia powinien gwarantować odpowiednią sztywność. Elementy przykrycia powinny być zamocowane na

konstrukcji stalowej ocynkowanej ogniowo. Konstrukcja nośna przykrycia i pomost technologiczny reaktora powinny służyć również do mocowania instalacji technologicznej i osadnika wtórnego. Takie rozwiązanie ogranicza oddziaływanie oczyszczalni na otoczenie oraz poprawia warunki termiczne pracy reaktora biologicznego.

6.5.6. Stacja dmuchaw

Sprężone powietrze do systemu napowietrzania reaktora biologicznego powinny dostarczać dmuchawy rotacyjne z lamelami poruszającymi się w suchej komorze powietrznej. Dmuchawy powinny charakteryzować się minimalnym serwisem, (okresowa wymiana filtrów) i wysokim stopniem niezawodności. Chłodzenie dmuchawy powinno być realizowane powietrzem oczyszczonym za pośrednictwem filtra powietrznego. Wzrost temperatury powietrza przy sprężaniu nie powinien być większy niż 80 °C.

Dmuchawy rotacyjne powinny być zamocowane na wspólnej konstrukcji stalowej ocynkowanej ogniowo, równocześnie spełniającej funkcję „układu dystrybucji powietrza” oraz chłodzenia powietrza sprężonego. Układ ten powinien być wyposażony w króciec do podłączenia zasilania pomp powietrznych, układu napowietrzania selektorów beztlenowych i separatora zawiesiny oraz możliwość odprowadzenia skroplin.

Sterowanie pracą dmuchaw powinno się odbywać w zależności od wymaganego stężenia tlenu w komorze denitryfikacji/nitryfikacji reaktora mierzonej przy pomocy sondy tlenowej oraz programu sterownika. Praca sterownika oparta powinna być na wartościach progowych tlenu O1, i O2 oraz czas cyklu pracy reaktora T1 i T2 przy określonych warunkach tlenowych, uzależnionych od składu ścieków dopływających do komory reaktora biologicznego. Czas pracy poszczególnych dmuchaw, częstotliwość włączania oraz szybkość reakcji na zmiany w systemie sterowania powinny być przez program modułowych sterowników przemysłowych z wyświetlaczem LCD. System sterowania procesu powinien optymalizować czas pracy dmuchaw. Zastosowanie układu napowietrzanie/mieszanie i sterowania jego pracą powinno pozwalać na prowadzenie procesu denitryfikacji i utrzymania w komorze warunków niedotlenionych bez stosowania mieszadeł zatapiających.

6.5.7. Odprowadzenie ścieków oczyszczonych

Oczyszczone ścieki odprowadzane powinny być grawitacyjnie poprzez przepływomierz elektromagnetyczny, którego sygnał podłączony jest do sterownika, w celu dokonania rejestracji danych ilości ścieków w z dnia poprzedniego, i dnia przed poprzedniego oraz sterowanie pracą urządzeń zależnych od ilości ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków.

6.5.8. Odwadnianie i wapnowanie osadu

Do odwodnienia osadu powinno być zastosowane urządzenie uzyskujące maksymalnie możliwe stężenia suchej masy w osadzie po odwodnieniu przy minimalnym zużyciu energii elektrycznej. Osad odwodniony powinien być automatycznie transportowany do pojemnika osadu odwodnionego. Urządzenie powinno współpracować ze stacją wapnowania osadu.

6.5.9. Wiata magazynowa

W celu karencyjnego magazynowania osadu odwodnionego, przewiduje się wiata magazynowej w której czasowo składowane będą osady. Przewidziano magazynowanie osadu w okresie ok. 3 miesięcy, co jest wystarczające w celu jego zagospodarowania przyrodniczego.

6.5.10. Strefa uciążliwości

Oczyszczalnia ścieków przyjmować będzie typowe ścieki bytowo – gospodarze. Charakter i specyfika zastosowanych procesów technologicznych tj. tlenowo stabilizowany osad czynny nie powinien powodować przykrych zapachów. Przyjęte rozwiązanie projektowe powinno uwzględniać szereg technicznych i technologicznych rozwiązań minimalizujących ujemne oddziaływanie przedsięwzięcia na środowisko, do których należą:

- Mechaniczne oczyszczanie ścieków w budynku zamkniętym
- Zainstalowanie dmuchaw w pomieszczeniu zamkniętym (wytłumienie hałasu)
- Przyjęcie procesu technologicznego gwarantującego tlenową stabilizację osadu (zmniejszona emisja zapachów)
- Kierowanie odcieków i przelewów do ponownego oczyszczania (ciecz nadosadowa, odcieki z prasy i in.)
- Rodzaj przyjętego napowietrzania, napowietrzanie wgłębne (wyeliminowanie aerozoli i zapachów)
- Przyjęcie procesu technologicznego gwarantującego usuwanie związków biogenych

- Zautomatyzowanie procesów mechanicznego i biologicznego oczyszczania ścieków
- Wywóz odwodnionych skratek i osadów na składowisko odpadów (poza teren oczyszczalni)

Technologia oczyszczania ścieków przyjęta w opracowaniu i zastosowane rozwiązania techniczne (ograniczające kontakt ścieków z powietrzem) w znacznym stopniu zmniejszają emisję zanieczyszczeń do powietrza. I tak stanowiący zazwyczaj największe zagrożenie dla stanu powietrza blok oczyszczania mechanicznego ścieków (sito skratkowe) umieszczone będzie w pomieszczeniu zamkniętym, samo urządzenie jest hermetycznie zamknięte, skratki odprowadzane są do kontenera, który po napełnieniu jest zamknięty i wywożony do utylizacji.

Reaktor biologiczny przykryty będzie płytami z żywicy poliestrowej wzmocnionej włóknem szklanym. Tym samym wyeliminowany zostanie wpływ zewnętrznych warunków atmosferycznych na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń, a ewentualna emisja zanieczyszczeń do powietrza występować będzie punktowo, w miejscach odprowadzenia powietrza niewykorzystanego w procesie napowietrzania. Również sposób napowietrzania ścieków w reaktorze biologicznym (napowietrzanie wgłębne, drobnopęcherzykowe) oraz stabilizacja osadów, w istotny sposób ogranicza emisję zanieczyszczeń do powietrza.

Pompownia ścieków surowych wyposażona w pompy zatapialne (o ile przyjmować będzie ścieki z właściwie użytkowanej instalacji sieci kanalizacyjnej), nie będzie zagrażać zanieczyszczeniem powietrza ze względu na jej przykrycie żelbetowe.

Dodatkową ochronę stanowić będzie pas zieleni izolacyjnej wokół obiektów technologicznych i przy ogrodzeniu oczyszczalni składającej się z krzewów i drzew o własnościach kateriostatycznych i bakteriobójczych (krzewy i drzewa iglaste, bez czarny). Zapewni to także najdłuższą drogę filtracji powietrza.

Z zastosowanych rozwiązań technicznych i technologicznych oraz z analizy już pracujących podobnych obiektów (jako obiektów analogicznych) można stwierdzić, że wpływ oczyszczalni ścieków na środowisko powinien się zamknąć w granicach jej działki – ogrodzenia pod warunkiem właściwej jej eksploatacji.