

Zawartość opracowania

1. DANE OGÓLNE	3
1.1. Podstawa opracowania	3
1.2. Przedmiot opracowania	3
1.3. Zakres opracowania	3
2. OPIS TECHNICZNY	4
2.1. Stan istniejący	4
2.2. Stan formalno-prawny	5
2.3. Ogólna charakterystyka ścieków dopływających do oczyszczalni	5
2.4. Bilans ścieków	6
2.5. Odbiornik ścieków oczyszczonych	7
2.6. Opis układu technologicznego zmodernizowanej oczyszczalni ścieków	8
2.7. Obiekty projektowanej oczyszczalni	11
3. OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE	12
3.1. Zblokowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków	12
3.2. Główna pompownia ścieków	13
3.3. Zbiornik uśredniający	13
3.4. Pompownia pośrednia	14
3.5. Reaktor biologiczny	14
3.6. Bioreaktor membranowy MBR (instalacja mikrofiltracyjna)	15
3.7. Prasa osadowa (z blokiem zagęszczania mechanicznego)	16
3.8. Instalacja termicznego unieszkodliwiania osadu	16
3.9. Magazyn osadu	17
3.10. Instalacja oczyszczania powietrza - biofiltr	17
4. OPIS PROJEKTOWANYCH URZĄDZEŃ	18
4.1. Studzienka ściekowa S1	18
4.2. Zblokowane urządzenie oczyszczania mechanicznego (obiekt nr 1)	18
4.3. Pompownia główna (obiekt nr 2)	20
4.4. Komora pomiarowa (obiekt nr 3)	22
4.5. Zbiornik uśredniający (obiekt nr 4)	23
4.6. Tymczasowy sekwencyjny reaktor porcjowy z osadem czynnym - SBR (obiekt nr 4)	24
4.7. Pompownia pośrednia (obiekt nr 5)	25
4.8. Reaktor biologiczny (obiekt nr 6)	26
4.9. Bioreaktor membranowy MBR (obiekt nr 7)	32
4.10. Hala dmuchaw (obiekt nr 8)	34
4.11. Hala mechanicznego odwadniania osadu (obiekt nr 9)	36
4.12. Instalacja termicznej utylizacji osadu (obiekt nr 10)	42
4.13. Biofiltr – obiekt nr 11	43
4.14. Magazyn osadu (obiekt nr 13)	43
5. WYTYCZNE DLA BRANŻ	45
5.1. Branża konstrukcyjna	45
5.2. Branża elektryczna	46
6. PARAMETRY PRACY OCZYSZCZALNI WEDŁUG ZAŁOŻEŃ PROJEKTOWYCH	59
7. BIOZ	61

CZĘŚĆ GRAFICZNA

Spis rysunków:

1. Projekt zagospodarowania terenu
 - 1.1. Oczyszczalnia ścieków
 - 1.2. Pompownia główna
2. Schemat technologiczny
3. Zblokowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków
 - 3.1. Zblokowane urządzenie oczyszczania mechanicznego
 - 3.2. Studzienka S1
4. Pompownia główna
 - 4.1. Plan
 - 4.2. Przekrój A-A
5. Komora pomiarowa
 - 5.1. Przekrój A-A
 - 5.2. Przekrój B-B
 - 5.3. Przekrój C-C
6. Zbiornik uśredniający
 - 6.1. Plan
 - 6.2. Przekrój A-A
 - 6.3. Tymczasowy reaktor sekwencyjny SBR – Plan
 - 6.4. Tymczasowy reaktor sekwencyjny SBR – Przekrój A-A
7. Pompownia pośrednia
8. Reaktor biologiczny
 - 8.1. Plan
 - 8.2. Przekrój A-A
 - 8.3. Przekrój B-B
 - 8.4. Przekrój C-C
 - 8.5. Ruszt napowietrzający
9. Instalacja MBR
 - 9.1. Rzut I kondygnacji
 - 9.2. Rzut II kondygnacji
 - 9.3. Przekrój A-A
 - 9.4. Przekrój B-B i C-C
10. Hala dmuchaw
 - 10.1. Plan
 - 10.2. Przekrój A-A i B-B
11. Hala mechanicznego odwadniania osadu
 - 11.1. Plan
 - 11.2. Przekrój A-A
 - 11.3. Przekrój B-B
 - 11.4. Fundament prasy
 - 11.5. Spis elementów
12. Komora zasuw
13. Profil projektowanego przewodu tłocznego pulpy piaskowej
14. Profil projektowanego odcinka ciągu ściekowego S1-pompownia główna
15. Profil projektowanego odcinka ciągu ściekowego komora zasuw-kanalizacja istniejąca
16. Profil projektowanego kolektora sprężonego powietrza
17. Przewody łączące pompownię pośrednią i reaktor biologiczny
18. Profil projektowanego odcinka kanalizacji osadowej

1. DANE OGÓLNE

1.1. Podstawa opracowania

- Umowa z inwestorem.
- Wytyczne do wymiarowanie urządzeń osadu czynnego jednostopniowego ATV A 131.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 24.07.2006 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. Nr 137 poz. 984 z dn. 31.07.2006 r.].
- Wizja lokalna w dniach: 28.02.2008r., 15.03.2008 r.
- Informacje uzyskane z Urzędu Gminy Ustka:
 - parametry techniczne obiektów istniejącej oczyszczalni ścieków w Rowach,
 - liczba mieszkańców posiadających stałe zameldowanie na terenie skanalizowanym, przyłączonym do oczyszczalni ścieków w Rowach,
 - dobowe i godzinowe dopływy ścieków do oczyszczalni w Rowach,
 - analizy fizyczno-chemiczne ścieków surowych i oczyszczonych wykonane w latach 2006-2007
 - prognozy liczby mieszkańców obsługiwanych przez oczyszczalnię ścieków w perspektywie 10 lat.
- Jednostkowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach – wskaźniki literaturowe,
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 r., w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu, [Dz. U. Nr 186, poz. 1553 z dn. 28.09.2005r.].
- Ekspertyza dotycząca procesów oczyszczania ścieków i urządzeń technologicznych w oczyszczalni w miejscowości Rowy gmina Ustka, z 2002 roku. Autor: mgr inż. Zbigniew Jaźwiński.
- Wytyczne eksploatacji oczyszczalni ścieków w miejscowości Rowy gmina Ustka, z 2002 roku. Autor: mgr inż. Zbigniew Jaźwiński.
- Ekspertyza efektywności pracy gminnej oczyszczalni ścieków w miejscowości Rowy, X 2007. Autor: dr inż. Adam Boguski.
- Wastewater Engineering. Treatment and Reuse. Fourth Edition, Metcalf & Eddy, International Edition, 2003
- Oferty handlowe producentów urządzeń do oczyszczania ścieków i przeróbki osadów.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlany modernizacji gminnej oczyszczalni ścieków w miejscowości Rowy, gmina Ustka.

1.3. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje obiekty technologiczne przeznaczone do oczyszczania ścieków i przeróbki osadów w nawiązaniu do istniejącego systemu kanalizacyjnego doprowadzającego ścieki surowe.

2. OPIS TECHNICZNY

2.1. Stan istniejący

Obecnie ścieki z części terenu leżącego w granicach administracyjnych Gminy Ustka są dostarczane poprzez kanalizację ciśnieniową do mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w miejscowości Rowy. W oczyszczalni realizowane są procesy oczyszczania wstępnego oraz procesy biologiczne zapewniające usunięcie substancji organicznej, związków azotu i fosforu ze ścieków. Usuwanie związków fosforu jest wspomagane symultanicznym strącaniem chemicznym. W układzie technologicznym oczyszczalni znajduje się również staw stabilizacyjny pełniący funkcję doczyszczania i renaturyzacji ścieków przed ich odprowadzeniem do odbiornika. Ponadto na terenie oczyszczalni znajdują się urządzenia do stabilizacji i odwadniania osadu nadmiernego oraz obiekty do okresowego magazynowania osadu.

Na istniejącą oczyszczalnię składają się następujące urządzenia technologiczne:

- studnia rozprężna,
- krata schodkowa,
- główna pompownia ścieków,
- piaskownik pionowy,
- trójfazowy reaktor osadu czynnego,
- radialny osadnik wtórny,
- pompownia osadu recykulowanego i nadmiernego,
- stawy ściekowe – 2 szt.,
- stacja dmuchaw,
- instalacja reagenta PIX,
- przepompownia ścieków własnych,
- komora tlenowej stabilizacji osadu nadmiernego,
- stacja odwadniania osadu (prasa),
- plac do magazynowania odwodnionego osadu,
- laguny osadowe – 2 szt.,
- kolektor odpływowy wraz z wylotem do rowy melioracyjnego.

Na podstawie ekspertyzy z 2007 roku stwierdza się, że obecnie zainstalowana krata schodkowa pracuje poprawnie, ale ma zbyt duże prześwity. Ponadto transport skratek z kanału kraty do pojemnika na skratki odbywa się ręcznie, co jest w sprzeczności z mechanicznym oczyszczaniem kraty. Ze względów BHP należy ograniczyć kontakt pracowników obsługi z odpadami powstającymi w procesie oczyszczania ścieków. Brak również kraty rezerwowej (awaryjnej).

Obecnie w układzie technologicznym nie ma żadnego urządzenia zapewniającego skuteczną separację tłuszczów ze ścieków, natomiast nadmierna ilość tego typu substancji w ściekach jest charakterystyczna dla nadmorskich miejscowości turystycznych i powoduje zakłócenia w pracy urządzeń osadu czynnego.

Ogólnie główna pompownia ścieków działa poprawnie i przy pracy dwóch pomp i dwóch przewodów tłocznych jej wydajność jest wystarczająca. Ale mając na względzie dużą głębokość zbiornika pompowni eksploatacja pomp zatapialnych jest niewygodna. Ponadto stosowany standardowo system cyklicznej pracy pomp jest niekorzystny dla efektywności pracy dalszych urządzeń technologicznych, w szczególności osadnika wtórnego.

Istniejący piaskownik o przepływie pionowym pozwala na skuteczną separację zawiesiny mineralnej zarówno w czasie letniego sezonu turystycznego jak i w okresie po sezonie. Jednak miejsce usytuowania piaskownika w układzie technologicznym nie jest fortunate. Piaskownik jest usytuowany za pompownią ścieków. Prawdopodobnie następuje częściowe od-

kładanie piasku w komorze pompowni. Usytuowanie piaskownika za pompownią powoduje również szybsze zużycie pomp w wyniku ściernego działania zawiesiny mineralnej. W układzie nie występuje separator piasku zapewniający odseparowanie substancji organicznej od piasku. Utrudnia to możliwość ostatecznego zagospodarowania odpadowego piasku.

Ogólnie efektywność oczyszczania ścieków na stopniu biologicznym jest wysoka. Ale w czasie letniego sezonu turystycznego występują zakłócenia technologiczne. Szczególnie kłopotliwe jest wypływanie osadu z osadnika wtórnego, co powoduje pogorszenie wszystkich wskaźników zanieczyszczeń w oczyszczonych ściekach. Ponadto w okresie poza letnim sezonem turystycznym występowało znaczne pogorszenie usuwania związków fosforu. Okresowo dla ścieków oczyszczonych notowano przekroczenia najwyższych dopuszczalnych wskaźników zanieczyszczeń, określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dn. 24.07.2006 r. (w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi).

Należy zwrócić uwagę, że w sezonie letnim reaktor biologiczny jest nieznacznie przeciążony (kubatura reaktora biologicznego jest za mała oraz wydajność dmuchaw jest niewystarczająca). Mając na uwadze ciągły wzrost liczby turystów stopień przeciążenia biologicznej części oczyszczalni będzie również wzrastał.

Wydzielona w reaktorze biologicznym komora stabilizacji tlenowej osadu jest nieszczelna (połączenie z komorami osadu czynnego). Ponadto moc urządzeń mieszających i wydajność dmuchaw są za małe w sezonie letnim.

W sezonie turystycznym, przy realizacji mechanicznego odwadniania osadu 5 dni w tygodniu, wymagany czas pracy zablokowanego urządzenia do zagęszczania i prasowania osadu (prod. EMO) wynosi około 7 godzin w ciągu doby. Mając na uwadze perspektywiczny wzrost ilości osadu w sezonie letnim, należy stwierdzić, że wydajność istniejącej prasy jest za mała.

Dyskusyjna jest również eksploatacja stawów ściekowych. Z jednej strony umożliwiają one renaturyzację ścieków oczyszczonych przed ich wprowadzeniem do odbiornik, a z drugiej strony w pewnych okresach roku powodują pogorszenie jakości ścieków oczyszczonych biologicznie.

Ponadto niefortunnym rozwiązaniem jest usytuowanie we wspólnej hali instalacji PIX, instalacji do odwadniania osadu oraz zespołu dmuchaw. Opary substancji PIX powodują korozję elementów metalowych. Najbardziej narażone na korozję są dmuchawy i ich obudowy. Wspomniana korozja jest już widoczna.

Znaczna korozja jest również widoczna na kratkach pomostowych na reaktorze biologicznym.

2.2. Stan formalno-prawny

Cały system kanalizacyjny (sieć kanalizacyjna wraz z oczyszczalnią ścieków) jest eksploatowany przez Zakład Usług Wodnych w Słupsku. Według pozwolenia wodnoprawnego, udzielonego decyzją Wojewody Słupskiego nr 221/98, z dnia 26.02.1998r., znak OS-X-6210/31/90, oczyszczone ścieki o określonych parametrach mogą być odprowadzane do rzeki Łupawy. Pozwolenie jest ważne do dnia 31.12.2008r.

2.3. Ogólna charakterystyka ścieków dopływających do oczyszczalni

Na obszarze skanalizowanym, z którego ścieki odprowadzane są do oczyszczalni w miejscowości Rowy nie ma zakładów odprowadzających ścieki przemysłowe. Oznacza to, że do wspomnianej oczyszczalni doprowadzane są wyłącznie ścieki o charakterze bytowo-

gospodarczym pochodzące z mieszkalnictwa oraz z obiektów stanowiących bazę turystyczną. Ścieki dowożone taborem asenizacyjnym dowożone są do oczyszczalni sporadycznie w niewielkich ilościach. Stwierdzono również zwiększenie dopływu ścieków w czasie intensywnych opadów atmosferycznych.

2.4. Bilans ścieków

Ze względu na turystyczny charakter Gminy Ustka i związane z tym znaczne zróżnicowanie ilości ścieków w bilansie wyróżniono dwa okresy: letni sezon turystyczny oraz okres poza sezonem.

2.4.1. Bilans ilościowy

Ze względu na perspektywiczny charakter projektu oraz bardzo małą ilość pomiarów jako podstawę do ustalenia ilości ścieków przyjęto jednostkowy odpływ ścieków 120 l/M·d oraz dane literaturowe o nierównomierności przepływu. Założono przy tym uporządkowanie gospodarki wodami opadowymi – znaczne ograniczenie ich dopływu do kanalizacji sanitarnej. Charakterystyczne przepływy ścieków ustalono dla dwóch etapów rozwoju turystycznego gminy w letnim sezonie turystycznym: 45 000 M i 60 000 M oraz dla okresu poza sezonem (8 000 M).

Tabela 1. Charakterystyczne przepływy ścieków w letnim sezonie turystycznym oraz poza sezonem.

Lp.	Przepływ	Jednostka	60 000 M	45 000 M	8 000 M
1	Średni dobowy	m ³ /d	7 200	5 400	960
2	Maksymalny dobowy	m ³ /d	9 360	7 020	1 536
3	Średni godzinowy	m ³ /h	300	225	40
4	Maksymalny godzinowy	m ³ /h	780*	585*	170*
5	Średni dzienny	m ³ /h	400	300	60

* rzeczywisty przepływ maksymalny będzie uzależniony od systemu pracy pompowni sieciowych i ewentualnej synchronizacji ich pracy.

2.4.2. Bilans jakościowy

Jako podstawę do wykonania bilansu jakościowego przyjęto dane literaturowe w nawiązaniu do wartości średnich stężeń zanieczyszczeń w ściekach surowych, uzyskanych z analiz wykonanych w latach 2006 i 2007.

Tabela 2. Dobowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych dla zróżnicowanej liczby mieszkańców

Wskaźnik	Ładunek zanieczyszczeń, kg/d		
	dla liczby mieszkańców odprowadzających ścieki do oczyszczalni		
	8 000	45 000	60 000
BZT ₅	480	2 700	3 600
ChZT _{Cr}	1135	6 386	8 514
Zawiesina ogólna	520	2 925	3 900
Azot całkowity	104	585	780
Fosfor całkowity	16,7	90	120

Bardzo mała ilość analiz ścieków surowych nie pozwoliła na przeprowadzenie standardowej analizy statystycznej stosowanej powszechnie przy bilansowaniu ilości i jakości ścieków do celów projektowych. Ze względu na perspektywiczny charakter projektu oraz wyłącznie bytowo-gospodarczy charakter ścieków przeprowadzony w sposób uproszczony bilans zanieczyszczeń może stanowić podstawę do wymiarowania urządzeń modernizowanej oczyszczalni.

2.4.3. Dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych – według obowiązujących przepisów

Tabela 3. Dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych w czasie letniego sezonu turystycznego.

Wskaźnik zanieczyszczeń	Stężenie
BZT ₅	15 g O ₂ /m ³
ChZT	125 g O ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	35 g/m ³
Azot całkowity	15 g N/m ³
Fosfor całkowity	2 g P/m ³

Tabela 4. Dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych w czasie letniego sezonu turystycznego.

Wskaźnik zanieczyszczeń	Stężenie
BZT ₅	25 g O ₂ /m ³
ChZT	125 g O ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	35 g/m ³

2.5. Odbiornik ścieków oczyszczonych

Ścieki oczyszczone są odprowadzane poprzez rów do rzeki Łupawy.

2.6. Opis układu technologicznego zmodernizowanej oczyszczalni ścieków

Tak jak obecnie ścieki z części terenu leżącego w granicach administracyjnych Gminy Ustka będą dostarczane poprzez kanalizację ciśnieniową do komory rozprężnej przed główną pompownią ścieków. Przed główną pompownią będą również doprowadzane ścieki z pobliskich obszarów poprzez kanalizację grawitacyjną.

Z komory rozprężnej ścieki będą przepływały grawitacyjnie do zblokowanego urządzenia realizującego procesy mechanicznego oczyszczania. Na zblokowane urządzenie składają się: gęste sito (prześwit 2 mm), napowietrzany piaskownik poziomy zapewniający usunięcie ze ścieków zawiesiny mineralnej oraz substancji tłuszczowych i olejowych. Zblokowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków będzie usytuowane w żelbetowej komorze, zagłębionej w terenie i zamkniętej od góry szczelną pokrywą laminatową. Komora będzie zlokalizowana obok istniejącego budynku pompowni. Oddzielane na sicie skratki będą przemywane i prasowane w przenośniku ślimakowym stanowiącym integralny element sita oraz transportowane do pojemnika 1100 dm³ ustawionego obok urządzenia. Skratki w pojemniku będą higienizowane wapnem chlorowanym i po napełnieniu pojemnika, jednak nie rzadziej niż raz w tygodniu wywożone do utylizacji. Po oddzieleniu skratek ścieki będą przepływały przez komorę piaskownika napowietrzanego sprężonym powietrzem, w którym będzie następowała sedimentacja zawiesiny mineralnej oraz wypływanie na powierzchnię substancji tłuszczowych i olejowych. Zawiesina mineralna będzie usuwana z dna i przenoszona przy pomocy pompy pulpy piaskowej do płuczki piasku. Płuczka będzie oddzielnym urządzeniem i będzie usytuowana w istniejącym budynku pompowni. Zawiesina mineralna pozbawiona frakcji organicznych będzie przenoszona przy pomocy transportera ślimakowego do pojemnika 110 dm³ ustawionego obok urządzenia. Po napełnieniu pojemnika zawiesina będzie wywożona na składowisko odpadów komunalnych lub będzie zagospodarowywana w budownictwie jako materiał podsypkowy (np. przy budowie dróg).

Wynoszone na powierzchnię zwierciadła ścieków substancje tłuszczowe będą zgarniane przy pomocy zgarniacza powierzchniowego i usuwane przy pomocy pompy tłuszczu do pojemników ze szczelnym zamknięciem (beczki plastikowe o poj. 60 dm³) ustawionych w budynku pompowni głównej. Po napełnieniu danego pojemnika będzie on szczelnie zamykany, a substancje tłuszczowe będą gromadzone w kolejnym pojemniku.

Skratki oraz substancje tłuszczowe będą utylizowane w instalacji do termicznego przekształcania odpadów.

W okresie poza sezonem turystycznym proponuje się stosowanie mniejszych pojemników do gromadzenia odseparowanych odpadów (pojemniki 110 dm³ do gromadzenia skratek i zawiesiny mineralnej oraz beczki 30 dm³ do gromadzenia substancji tłuszczowych).

Ścieki pozbawione skratek, piasku i tłuszczu będą przepływały grawitacyjnie do komory czerpnej istniejącej pompowni głównej ścieków. Przewiduje się renowację ścian komory czerpnej i nałożenie powłok ochronnych, a także wymianę pomp.

Istniejąca krata schodkowa, usytuowana w budynku pompowni, pozostanie jako krata rezerwowa. Tak jak obecnie ścieki z pompowni głównej będą przetłaczane, poprzez dwa istniejące rurociągi DN 200, do zbiornika uśredniającego na terenie właściwej oczyszczalni ścieków. W okresie poza letnim sezonem turystycznym mechanicznie oczyszczone ścieki będą przetłaczane poprzez jeden rurociąg DN 200, z pominięciem zbiornika uśredniającego, do reaktora biologicznego.

Na zbiornik uśredniający będzie adaptowany istniejący osadnik wtórny. Zadaniem zbiornika będzie wyrównanie natężenia przepływu ścieków przez reaktor biologiczny. Będzie to zbiornik przepływowy o zmiennym poziomie zwierciadła ścieków, zawartość zbiornika będzie mieszana przy pomocy 3 mieszadeł zatapiających. Ścieki będą odprowadzane ze zbiorni-

ka przy pomocy pompownia pośredniej (adaptacja istniejącej pompowni osadu recyrkulowanego i nadmiernego) do reaktora biologicznego. Przewiduje się wymianę pomp i przewodów tłocznych w istniejącej pompowni osadu.

Istniejący trójfazowy reaktor biologiczny zostanie zmodernizowany. Ogólnie idea działania reaktora pozostanie bez zmian. Centralna komora stabilizacji tlenowej osadu zostanie adaptowana na komorę beztlenową. Wewnętrzny pierścień podzielony na 2 równe części stanowiące obecnie komorę beztlenową i komorę anoksyczną, zostanie podzielony na dwie asymetryczne części. Większa z nich będzie stanowiła komorę anoksyczną, a mniejsza będzie wykorzystywana alternatywnie jako anoksyczna lub beztlenowa. Zewnętrzny pierścień reaktora, tak jak obecnie będzie w całości wykorzystywany jako komora tlenowa (nityfikacyjna). Przewidziano modernizację istniejącego systemu napowietrzania polegającą na remoncie istniejącego rusztu sprężonego powietrza, zwiększeniu ilości dyfuzorów w komorze tlenowej (zewnętrzny pierścień). Rozbudowa rusztu napowietrzającego jest konieczna do zwiększenia przepustowości oczyszczalni i wymaga skucia istniejących skosów betonowych (wyprostowania dna na całej szerokości reaktora). Ponadto z uwagi na za małą wydajność istniejącego zespołu dmuchaw przewidziano wymianę dwóch z trzech istniejących dmuchaw na dmuchawy o znacznie większej wydajności. Nowe dmuchawy będą pracowały przy największym obciążeniu stopnia biologicznego w sezonie letnim, przy tym możliwe będzie ich wspomaganie trzecią istniejącą dmuchawą. Natomiast w okresie po sezonie letnim będzie pracowała 1 istniejąca dmuchawa o mniejszej wydajności i będzie ewentualnie wspomagana nowymi dmuchawami. Przewiduje się również fizyczne wydzielenie w istniejącej hali stacji dmuchaw poprzez budowę ścianki działowej na całej szerokości hali.

Recyrkulacja wewnętrzna w sezonie letnim będzie realizowana tak jak obecnie przy pomocy mieszadła pompującego, natomiast w okresie poza sezonem przy pomocy pompy zatapialnej. Utrzymywanie mieszaniny ścieków i osadu czynnego w zawieszeniu w komorze beztlenowej i anoksycznych będzie realizowane przy pomocy mieszadeł zatapialnych.

Opisana modernizacja reaktora zapewni nieznaczne zwiększenie kubatury czynnej komór osadu czynnego oraz możliwość regulacji i zwiększenia udziału strefy anoksycznej w całej kubaturze reaktora.

W okresie poza letnim sezonem turystycznym przewidziano możliwość zmniejszenia kubatury czynnej reaktora poprzez wprowadzenie rozwiązań pozwalających na okresową zmianę funkcji niektórych komór oraz wyłączanie z eksploatacji niektórych komór.

Po modernizacji w reaktorze biologicznym będą zainstalowane: tlenomierze, mierniki potencjału redox, pH i stężenia osadu. Wspomniana aparatura kontrolno-pomiarowa zapewni monitorowanie realizowanych procesów technologicznych oraz zostanie wykorzystana do klasycznego sterowania procesami osadu czynnego. Po modernizacji przewiduje się również wykorzystanie istniejącej instalacji reagenta PIX do wspomagania biologicznego usuwania fosforu w procesie strącania symultanicznego.

Przewidziano inny niż obecnie sposób rozdziału oczyszczonych ścieków i osadu czynnego. Zamiast klasycznej sedymentacji zaprojektowano system mikrofiltracji membranowej – bioreaktor membranowy MBR. W dobudowanym obok istniejącego reaktora biologicznego zbiorniku zostaną zainstalowane moduły membran mikrofiltracyjnych. Zbiornik zostanie podzielony na 4 sekcje. W każdej sekcji będą znajdowały się 4 moduły filtracyjne. Podział zbiornika na sekcje umożliwi zmianę przepustowości systemu mikrofiltracyjnego w sezonie i poza sezonem oraz stopniowe zwiększanie przepustowości wraz ze zwiększaniem liczby osób obsługiwanych przez oczyszczalnię.

Mieszanina ścieków i osadu czynnego z reaktora biologicznego będzie przetłaczana do bioreaktora membranowego MBR przy pomocy 4 pomp usytuowanych w pomieszczeniu pod zbiornikiem membranami filtracyjnymi. W pomieszczeniu tym będą również zlokalizowane

pompy zasysające permeat (filtrat), zbiornik permeatu, instalacja napowietrzająca oraz instalacja chemicznego czyszczenia membran.

Oddzielone oczyszczone ścieki (permeat) będą odpływały grawitacyjnie ze zbiornika permeatu do odbiornika natomiast skoncentrowany osad czynny będzie powracał poprzez koryta przelewowe do reaktora biologicznego.

System mikrofiltracji zapewni możliwość zwiększenia przepustowości biologicznego stopnia oczyszczania ścieków do 60000 RM. Będzie to około czterokrotne zwiększenie przepustowości bez konieczności budowy dodatkowego reaktora biologicznego, ani rozbudowy istniejącego. Konieczna będzie jedynie budowa bioreaktora membranowego MBR o stosunkowo niewielkiej kubaturze w porównaniu do istniejącego reaktora biologicznego oraz rozbudowa systemu napowietrzającego.

Ponadto bioreaktor membranowy zapewni uzyskanie znacznie niższych stężeń zanieczyszczeń w ściekach oczyszczanych w porównaniu do ścieków odprowadzanych z klasycznych układów technologicznych, w których tak jak w istniejącej oczyszczalni osadnik wtórny jest ostatnim urządzeniem ciągu ściekowego. Dodatkowo mikrofiltracja zapewni usunięcie ze ścieków większości bakterii, co jest znacznym atutem w aspekcie często spotykanego mikrobiologicznego zanieczyszczenia wód powierzchniowych w wyniku doprowadzania ścieków z biologicznych oczyszczalni.

Ważnym atutem projektowanej technologii jest również brak czułości na krótkotrwałe zakłócenia technologiczne w pracy osadu czynnego (np. puchnięcie osadu, denitryfikacja w osadniku wtórnym). Jest to równoznaczne z gwarancją stabilnej jakości ścieków oczyszczonych.

Tak jak obecnie oczyszczone biologicznie ścieki będą odprowadzane do odbiornika poprzez istniejący staw ściekowy. Należy zwrócić uwagę, że stosowanie stawów jest dyskusyjne. Z jednej strony zapewniają one renaturyzację ścieków odprowadzanych do środowiska, a z drugiej strony okresowo (szczególnie jesienią) powodują pogorszenie jakości ścieków. Dlatego proponuje się w ramach planowanej modernizacji wykonanie obejścia technologicznego stawów ściekowych. Dokumentacja techniczna na wspomniane obejście jest w posiadaniu inwestora (część składowa dokumentacji projektowej modernizacji oczyszczalni z 2002 roku). Po wykonaniu obejścia technolog będzie miał możliwość włączania lub wyłączania stawu z eksploatacji, w zależności od wyników analiz ścieków odpływających ze stawu.

Osad nadmierny będzie usuwany z bioreaktora membranowego MBR do instalacji mechanicznego zagęszczania i odwadniania osadu zlokalizowanej w istniejącym budynku (stacji odwadniania osadu). Obecnie przepustowość istniejącej instalacji do mechanicznego odwadniania osadu jest wystarczająca, ale w perspektywie 3-5 lat, przy zwiększonej przepustowości oczyszczalni w sezonie letnim wydajność istniejącej instalacji będzie zbyt mała. Dlatego proponuje się montaż, w tym samym pomieszczeniu, nowej instalacji do mechanicznego zagęszczania i odwadniania osadu. Będzie to instalacja o większej wydajności oraz lepszej sprawności odwadniania osadu. Istniejąca instalacja będzie pozostawiona jako rezerwowa.

Odcieki z instalacji odwadniającej, tak jak obecnie będą spływały grawitacyjnie do pompowni ścieków własnych, skąd będą przetwarzane do zbiornika uśredniającego lub do reaktora biologicznego.

Odwodniony osad będzie transportowany mechanicznie do instalacji mineralizacji osadów, a w okresie kiedy ilość powstających osadów będzie przekraczała nominalną wydajność instalacji, osady będą transportowane do projektowanego hermetycznego magazynu osadu. Powietrze odprowadzane z magazynu osadu będzie oczyszczane w biofiltrze usytuowanym obok magazynu osadu.

Do utylizacji powstających w oczyszczalni osadów ściekowych przewidziano instalację będącą autorskim rozwiązaniem firmy „MINERAL-KAT”®, na bazie techniki quasi-pirolizy niskotemperaturowej - zgazowania i wylęwania z oczyszczaniem gazów poreakcyjnych

katalitycznie i adsorpcyjnie z odzyskiem ciepła poreakcyjnego. Jest to technologia nie oparta o płomieniowe techniki utylizacyjne, nie wytwarzająca dodatkowych związków odpadowych, jak: NO_x , dioksyny, furany, CO, metan i innych. Maksymalna temperatura procesu wynosi nie więcej niż 525 °C. Technologia ta powoduje przeciętnie:

- zmniejszenie objętości osadu - 9 – 20 krotne,
- zmniejszenie masy osadu - 10 – 100 krotne,
- całkowite odwodnienie osadu,
- całkowite zdezodoryzowanie osadu,
- całkowite utlenienie związków organicznych do H_2O i CO_2 , w tym wszystkich bakterii i wirusów.

Ze względu na duże wahania sezonowe instalację mineralizacji osadów zaprojektowano na przepustowość odpowiadającą średniej rocznej ilości powstających osadów. W sezonie turystycznym nadmiar osadów (dobowa ilość przekraczająca nominalną wydajność instalacji) będzie deponowany w magazynie. Natomiast w okresie po sezonie turystycznym, kiedy ilość powstających osadów będzie mniejsza od nominalnej wydajności instalacji do mineralizacji, osady z magazynu będą mineralizowane łącznie z aktualnie powstającymi osadami.

Instalacja będzie posiadała rezerwę wydajności pozwalającą na jednoczesną mineralizację skratek i substancji tłuszczowych, oddzielanych w zblokowanym urządzeniu do mechanicznego oczyszczania ścieków.

Całość instalacji będzie posadowiona na wylewce betonowej o grubości 40 cm i obudowana w formie wiaty.

2.7. Obiekty projektowanej oczyszczalni

- zblokowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków - *projektowane*,
- krata awaryjna - *istniejąca*,
- główna pompownia ścieków - *modernizowana*,
- komora pomiarowa - *projektowana*,
- zbiornik uśredniający - *adaptowany istniejący OWt*,
- pompownia pośrednia - *adaptowana istniejąca pompownia osadu*,
- reaktor biologiczny - *modernizowana*,
- bioreaktor membranowy MBR - *projektowany*,
- stabilizacyjne stawy ściekowe - *istniejące*,
- stacja dmuchaw - *modernizowana*,
- stacja mechanicznego odwadniania osadu - *modernizowana*,
- instalacja termicznej mineralizacji osadu - *projektowana*,
- magazyn osadu - *projektowany*,
- instalacja oczyszczania powietrza (biofiltr) - *projektowana*,
- pompownia ścieków własnych – *istniejąca*,
- laguny osadowe - *istniejące*.

3. OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

3.1. Zblokowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków

Dobrano zblokowany sitopiaskownik z odtłuszczaczem o przepustowości 90 l/s (324 m³/h). Ze względu na znaczne zróżnicowanie przepływu dobrano urządzenie, które zapewni mechaniczne oczyszczanie ścieków w odniesieniu do średnich godzinowych przepływów w letnim sezonie turystycznym oraz w okresie poza sezonem. Ze względu na wysokie koszty inwestycyjne zdecydowano się na przepustowość 324 m³/h – jako optymalną według autorów opracowania. Przy odpowiedniej synchronizacji pracy pompowni sieciowych możliwe jest zmniejszenie maksymalnego dopływu ścieków do mechanicznego stopnia oczyszczalni na wspomnianym poziomie, nawet przy docelowej liczbie osób obsługiwanych przez oczyszczalnię (60 000). Mając na względzie stopniowy wzrost turystów w gminie, w początkowym okresie przepustowość urządzenia będzie wystarczająca. Przy okresowych przekroczeniach wartości dopływu ścieków - 324 m³/h konieczne będzie dodatkowe uruchamianie kraty awaryjnej. Natomiast w przypadku występowania notorycznych przekroczeń przepustowości dobrego urządzenia do mechanicznego oczyszczania ścieków konieczna będzie rozbudowa mechanicznego stopnia oczyszczania – instalacja drugiego zblokowanego urządzenia. Podstawą do doboru kolejnego urządzenia powinny być obszerne dane eksploatacyjne – rejestracja ilości przetwarzanych ścieków przez poszczególne pompownie sieciowe na przestrzeni doby (ilość przetwarzana w każdej godzinie oraz minucie danej doby). Rejestracja takich danych pozwoli na wykonanie analizy statystycznej i uzyskanie charakterystycznych przepływów. Wyniki uzyskane przy pomocy analizy statystycznej wraz z ich ekstrapolacją dadzą podstawę do rzetelnego doboru kolejnego urządzenia do mechanicznego oczyszczania ścieków oraz będą istotną wskazówką do optymalizacji pracy pompowni sieciowych, w znacznym stopniu determinujących maksymalny dopływ ścieków do oczyszczalni.

Ze względu na dobór urządzenia w obliczeniach ograniczono się tylko do określenia ilości odpadów powstających w fazie mechanicznego oczyszczania.

1) Dobowa ilość skratek:

- średnia dobowa ilość skratek docelowo w sezonie turystycznym (60 000 M):

$$\frac{8 \cdot 60000}{365 \cdot 1000} = 1,32 \text{ m}^3/\text{d}$$

- średnia dobowa ilość skratek w okresie poza sezonem turystycznym (8 000 M):

$$\frac{8 \cdot 8000}{365 \cdot 1000} = 0,18 \text{ m}^3/\text{d}$$

2) Dobowa ilość piasku:

- średnia dobowa ilość piasku docelowo w sezonie turystycznym (60 000 M):

$$\frac{4 \cdot 60000}{365 \cdot 1000} = 0,66 \text{ m}^3/\text{d}$$

- średnia dobowa ilość piasku w okresie poza sezonem turystycznym (8 000 M):

$$\frac{4 \cdot 8000}{365 \cdot 1000} = 0,09 \text{ m}^3/\text{d}$$

3) Dobowa ilość tłuszczu:

- średnia dobowa ilość tłuszczu docelowo w sezonie turystycznym (60 000 M):

$$\frac{3 \cdot 60000}{365} = 493 \text{ l/d}$$

- średnia dobowa ilość piasku w okresie poza sezonem turystycznym (8 000 M):

$$\frac{1,5 \cdot 8000}{365} = 33 \text{ l/d}$$

3.2. Główna pompownia ścieków

Ze względu na istniejące przewody tłoczne (2 x DN 200) i założoną prędkość przepływu ścieków 2,08 m/s ustalono maksymalny przepływ ścieków jako 470 m³/h (2 x 235 m³/h). Założono przy tym dwa warianty pracy pompowni:

- przetłaczanie ścieków do zbiornika uśredniającego:
 - suma strat liniowych i miejscowych - 23,8 m H₂O
 - geometryczna wysokość podnoszenia - 10,2 m
 - wysokość podnoszenia pomp - 34,0 m H₂O
- przetłaczanie ścieków do reaktora biologicznego:
 - suma strat liniowych i miejscowych - 24,0 m H₂O
 - geometryczna wysokość podnoszenia - 13,7 m
 - wysokość podnoszenia pomp - 37,7 m H₂O

Przy założeniu pracy dwóch pomp, tak jak obecnie, ostatecznie przyjęto wydajność każdej z pomp 235 m³/h oraz wysokość podnoszenia 39 m H₂O. Mając na uwadze korozję istniejących przewodów tłocznych i ich pracę okresową (przestoje w okresie poza sezonem) założono niezłą rezerwę wysokości podnoszenia.

3.3. Zbiornik uśredniający

Ze względu na brak wystarczającej ilości danych (godzinowych dopływów ścieków na przestrzeni całej doby) dla dokładnego ustalenia wymaganej pojemności czynnej zbiornika, pojemność czynną ustala się w sposób uproszczony – jako 15 % przepływu maksymalnego dobowego.

$$V_{zbU} = 0,15 \cdot 9360 = 1404 \text{ m}^3$$

Pojemność czynna istniejącego osadnika wtórnego, adaptowanego na zbiornik uśredniający, wynosi 1984 m³ i jest większa od wartości wyliczonej. Tym samym zapewnia bezpieczną rezerwę. Docelowo zakłada się odpływ średni ze zbiornika uśredniającego 300 m³/h, natomiast w pierwszym etapie rozwoju turystycznego gminy (45 000 M) 225 m³/h. Mając na względzie etapy wzrostu ilości ścieków oraz uwarunkowania związane z eksploatacją zbiorników uśredniających przyjęto wahania odpływu ścieków w granicach 135-300 m³/h.

3.4. Pompownia pośrednia

Pompownia będzie współpracowała ze zbiornikiem uśredniającym i musi zapewnić przetłaczanie ścieków ze zbiornika do reaktora biologicznego z intensywnością równą założonemu odpływowi ze zbiornika uśredniającego w granicach 135-300 m³/h. W nawiązaniu do istniejącego rurociągu ssawnego założono, że będą pracowały 3 pompy, których wydajność będzie sterowana poprzez falownik. Na tej podstawie stwierdzono, że minimalna wydajność pompowni 135 m³/h będzie zapewniona jeżeli spełnione będą wymagania dla przepływów większych. Dlatego obliczenia wykonano dla przepływu maksymalnego 300 m³/h:

- suma strat liniowych i miejscowych - 1,8 m H₂O
- geometryczna wysokość podnoszenia - 7,0 m
- wysokość podnoszenia pomp - 8,8 m H₂O

Przy założeniu pracy trzech pomp ostatecznie przyjęto jako punkt pracy każdej z pomp wydajność 100 m³/h oraz wysokość podnoszenia 9 m H₂O.

3.5. Reaktor biologiczny

Obliczenia wykonano według wytycznych ATV A 131 dla dwóch etapów rozwoju turystycznego gminy w letnim sezonie turystycznym: 45 000 M i 60 000 M oraz dla okresu poza sezonem (8 000 M). Założono zmniejszenie ładunku BZT₅ o 5 % i zawiesiny ogólnej o 10 % na stopniu mechanicznym, co oznacza zmniejszone ładunki tych wskaźników zanieczyszczeń w dopływie do reaktora biologicznego.

Tabela 5. Dane wyjściowe.

Wskaźnik	Ładunek, kg /d		
	dla liczby mieszkańców odprowadzających ścieki do oczyszczalni		
	8 000	45 000	60 000
BZT ₅	456	2 565	3420
Zawiesina ogólna	468	2 633	3510
Azot całkowity	104	585	780
Fosfor całkowity	16,7	90	120

Tabela 6. Wyniki obliczeń reaktora biologicznego dla okresu poza sezonem oraz dla letniego sezonu turystycznego.

Parametry technologiczne	Liczba obsługiwanych mieszkańców		
	8 000	45 000	60 000
wiek osadu, d (przyjęty)	25	10	9
stężenie suchej masy osadu w komorze, kg s.m.o./m ³	10,0	9,6	11,4
obciążenie osadu ładunkiem zanieczyszczeń organicznych, kg BZT ₅ /kg smo · d	0,032	0,096	0,108
obciążenie komory ładunkiem zanieczyszczeń organicznych, kg BZT ₅ /m ³ · d	0,323	0,925	1,234

łączna objętość komór nityfikacji i denityfikacji, m ³	1410	2772	2772
maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na tlen, kg O ₂ /h	46,8	304,2	391,0
wymagana wydajność urządzeń napowietrzających dla wody wodociągowej, kg O ₂ /h	66,9	434,6	558,6
wymagana ilość sprężonego powietrza, Nm ³ /h	808	5249	6746
dobowa ilość suchej masy osadu nadmiernego, kg smo/d	470,7	2668,5	3562
dobowa objętość osadu nadmiernego, m ³ /d	47,1	266,9	312,5

Łączną kubaturę komór nityfikacji i denityfikacji 2772 m³ ustalono sumując pojemność czynną zewnętrznego pierścienia reaktora 1497,6 m³ (uwzględniając skucie skosów), wewnętrznego pierścienia reaktora 1021,5 m³ oraz pojemność czynną bioreaktora membranowego wynoszącą po odjęciu przestrzeni zajmowanej przez membrany około 253 m³.

Zakłada się napowietrzanie sprężonym powietrzem poprzez dyfuzory rurowe typu Magnum 2000 (prod. OTT System). Przyjęto łącznie 380 dyfuzorów.

Do wytwarzania sprężonego powietrza przewidziano 2 dmuchawy promieniowe HST S2500-1-L, każda o maksymalnej wydajności 2900 Nm³/h i nadciśnieniu (sprężu) 65 kPa oraz 1 istniejącą dmuchawę OR-125-7,8-T-D-NP-20, o maksymalnej wydajności 960 Nm³/h i nadciśnieniu (sprężu) 65 kPa.

Do mieszania zawartości komór osadu czynnego przyjęto mieszadła typu RW 3034, (prod. ABS), o mocy na wale 2,8 kW. W komorze beztlenowej KB będą zainstalowane 2 mieszadła RW 3034, co da jednostkową moc mieszania 10,4 W/m³. W komorze denityfikacji KDN 1 będą zainstalowane 3 mieszadła RW 3034, co da jednostkową moc mieszania 12,0 W/m³. W komorze KDN 2/KB – 2 mieszadła RW 3034 zapewniające jednostkową moc mieszania 17,3 W/m³.

3.6. Bioreaktor membranowy MBR (instalacja mikrofiltracyjna)

Zaprojektowano układ membranowy AeroMem™. Na podstawie obliczeń firmy PP-EKO – dostawcy technologii przewidziano następujące wielkości technologiczne:

- kubatura czynne bioreaktora – 416 m³,
- 16 modułów filtracyjnych (4 sekcje, po 4 modułu w każdej sekcji),
- łączna powierzchnia filtracyjna membran KMS - 24000 m²,
- maksymalna łączna wydajności na ściekach - 330 m³/h
- stopień recyrkulacji osadu 600÷800 %,
- moc zainstalowana - 342 kW,
- maksymalny pobór energii – 192 kW,
- maksymalne zużycie NaOH (roztwór 33 %) - 84 l/miesiąc,
- maksymalne zużycie NaOCl (roztwór 13 %) - 1333 l/miesiąc,
- maksymalne zużycie kwasu cytrynowego - 208 kg/miesiąc.

3.7. Prasa osadowa (z blokiem zagęszczania mechanicznego).

Obliczenia dla prasy przeprowadzono zakładając maksymalną docelową ilość osadu nadmiernego w letnim sezonie turystycznym 3562 kg sm/d (312,5 m³/d).

Objętość osadu po odwodnieniu mechanicznym

- zakładane uwodnienie osadu po prasie – 87 %

$$Q_{zag} = \frac{3562}{10(100 - 87)} = 27,4 \text{ m}^3/\text{d}$$

Ilość odcieków

$$V_{od-p} = 312,5 - 27,4 = 285,1 \text{ m}^3/\text{d}$$

Dobrano prasę taśmową z blokiem zagęszczania BS 181 DB 1,5 o przepustowości 60 m³/h (600 kg sm/h). Przy ustalonej wydajności prasy jej czas pracy wyniesie 5,2 h ze względu na objętość odwadnianego osadu oraz 5,9 h ze względu na zawartość suchej masy w odwadnianym osadzie. Przyjmuje się, że czas pracy będzie wynosił 6 h.

W obliczeniach celowo założono pesymistyczny scenariusz sprawności odwadniania osadu (13 % sm w odwodnionym osadzie) w celu przygotowania inwestora na ewentualne okresowe powstawanie zwiększonej ilości osadu, na przykład przy zakłóceniach technologicznych lub zmianie rodzaju polielektrolitu. Natomiast wymagana jest instalacja prasy taśmowej zapewniającej osiągnięcie minimum 18 % sm w odwodnionym osadzie.

3.8. Instalacja termicznego unieszkodliwiania osadu.

Wymaganą przepustowość instalacji odniesiono do docelowej średniej rocznej ilości odwodnionego osadu, przy założeniu zawartości suchej masy w odwodnionym osadzie 15%:

- sezon turystyczny: 23,7 m³/d x 60 d = 1422 m³,
- poza sezonem: 3,1 x 305 = 945,5 m³
- w skali roku: 2367,5 m³,
- średnia ilość osadu: 6,5 m³/d.

Na podstawie obliczeń firmy „MINERAL-KAT (dostawcy technologii) przewidziano instalację do pirolitycznego unieszkodliwiania osadu.

Parametry techniczne instalacji:

- maksymalna wydajność: 7 t/d (z uwzględnieniem utylizacji skratek i tłuszczu),
- wymiary: dł. x szer. x wys. = 12 x 8 x 7,5 m,
- energia zainstalowana: - gaz ziemny , propan - butan ok. 0,25 MW/h
- energia elektryczna 3 x 380 V ok. 51 kW
- sprężone powietrze (AKP) 0,5 Nm³/h, 0,4 do 0,6 MPa
- energia eksploatacyjna: - gaz ziemny , propan - butan ok. 0,1 MW/h
- energia elektryczna 3 x 380 V ok. 33 kW
- sprężone powietrze (AKP) 0,5 Nm³/h, 0,4 do 0,6 MPa

- końcowy odzysk energii w postaci gorącej wody: ok. 90 kW,
- ilość emitowanych oczyszczonych gazów poreakcyjnych: 7.000 m³/h,
- temperatura emitowanych gazów: 50° C,
- maksymalna ilość odpadu mineralnego: 200 kg/d,
- maksymalna zawartość węgla organicznego w końcowym odpadzie: 3 % wag.

3.9. Magazyn osadu.

Ilość osadu do magazynowania ustalono zestawiając dobową wydajność instalacji do termicznej utylizacji osadu oraz docelową maksymalną dobową ilość osadu odwodnionego w letnim sezonie turystycznym. Założono przy tym długość sezonu turystycznego 70 d.

- dobową kumulację osadu: $23,7 - 6,5 = 17,2 \text{ m}^3/\text{d}$,
- maksymalną ilość magazynowanego osadu: $17,2 \text{ m}^3/\text{d} \times 70 \text{ d} = 1204 \text{ m}^3$,
- warstwę magazynowanego osadu: 1,25 m,
- wymaganą powierzchnię magazynową: 963,2 m².

Przewidziano magazyn osadu o wymiarach w planie 49 x 20 m (powierzchnia 975 m²) podzielony na 3 równe sekcje. Przewidziano przy tym wysokość warstwy osadu 2,0 m. Będzie to stanowiło perspektywiczną rezerwę magazynową.

3.10. Instalacja oczyszczania powietrza - biofiltr.

Zakładając wypełnienie wszystkich sekcji magazynu osadem oraz krotność wymiany powietrza 2 wymiany w ciągu godziny, dobrano biofiltr firmy Laminopol o wymiarach w planie 10 x 8 m i przepustowości 4900 m³/h.

4. OPIS PROJEKTOWANYCH URZĄDZEŃ.

4.1. Studzienka ściekowa S1

W istniejącej studzienice należy zainstalować rurę DN400 kamionkową z przejściem szczelnym Dw550, ŁU-7 19 ogni. Wlot do niej będzie odcinała zastawka kanałowa 50x60 z napędem ręcznym.

Stan zastawek w pozostałych istniejących studzienkach należy sprawdzić i dokonać konserwacji i stosownych napraw.

4.2. Zblokowane urządzenie oczyszczania mechanicznego (obiekt nr 1)

Zaprojektowano żelbetową komorę prostokątną o wymiarach 3,05m x 15,6m i głębokości 3,65m. Górna krawędź będzie wystawała 30 cm powyżej terenu (1,30 m npm). Przykrycie komory stanowić będzie pokrywa wodoszczelna wykonana z laminatu wraz z włazem rewizyjnym i otworami rewizyjnymi. Wzdłuż komory na jej dnie znajdować się będzie rowek odwadniający z okrągłym zagłębieniem umożliwiającym odpompowanie przenośną pompą awaryjnych wycieków z urządzenia.

Na dnie zostanie posadowione zblokowane urządzenie oczyszczania mechanicznego ROTAMAT Ro5 BG 7 – wersja zagłębiona przykryty pokrywą lekką prod. Huber. Waga urządzenia pustego: 7,3 t, a całkowicie wypełnionego: 43,5 t

W skład tego urządzenia wchodzi:

- Urządzenie cedzące – Sito Ro2/1000/2, które pozwala na optymalną separację części stałych flotujących, sedymentujących i zawieszonych. Sito ze zintegrowanym transporterem i prasą do odwadniania skratek pozwala na połączenie w jednym urządzeniu funkcji oddzielania, transportu i odwadniania zatrzymanych skratek. Układ automatycznego przemylwania strefy prasy skratek, zapobiega zalepianiu się prasy zagęszczonymi skratkami i zapewnia ciągłą drożność tego elementu urządzenia. Praska wyposażona jest w specjalną strefę wysokiego ciśnienia, która zwiększa stopień odwodnienia skratek do 45% sm. Sito wyposażone w kosz obrotowy czyszczony hydraulicznie zapewnia stałą wydajność urządzenia niezależnie od czasu eksploatacji. Wszystkie elementy mające kontakt ze skratkami wykonane ze stali nierdzewnej 1.4301 lub równoważnej (za wyjątkiem armatury, napędów i łożysk).

Parametry techniczne sita:

Średnica sita	1000 mm
Prześwit	2 mm
Średnica transportera	273 mm
Przepływ	90 l/s
Króciec dopływowy	DN 400 PN10
Wymiary	zgodnie z rysunkiem

Parametry silnika elektrycznego sita wraz z prasą:

Ilość:	1 szt.
Moc znamionowa :	1,5 kW
Napięcie:	400 V
Częstotliwość:	50 Hz
Prąd znamionowy:	3,8 A
Liczba obrotów:	8,3 obr/min
Typ ochrony	IP65

Ochrona Ex

EEx e II T3

Skratki odprowadzane będą z urządzenia do kontenera 1100 l poprzez zamkniętą rynnę zrzutową. W kontenerze skratki będą przesypywane wapnem chlorowanym i po jego napełnieniu, ale nie rzadziej niż co 3 dni, będą wywożone do utylizacji w instalacji do termicznego unieszkodliwiania osadu będącej elementem układu technologicznego unieszkodliwiania osadów ściekowych.

- Instalacja napowietrzania wraz z rozdzielaczem powietrza z armaturą, instalacją połączeniową, rur napowietrzających ze stali nierdzewnej DIN 1.4301 oraz kompresorem Riet-schle PICO DLT 40 o mocy 1,5 kW usytuowanym w hali pompowni głównej.
- System IRGA dodatkowo obok standardowej listwy płuczącej. Jest to układ dysz płuczących skratki zainstalowany w koszu sita i w przekroju transportera ślimakowego wypływający i rozpuszczający części organiczne. Proces automatycznego przepłukiwania skratek w ustalonych interwałach czasowych kontrolowany przez panel sterujący. Grupy dysz płuczających wyposażone są w odcinające zaworki elektromagnetyczne. Zużycie wody z systemem IRGA 24,61 l/cykl, średnio 5,91 m³/h, max. 2,05 l/s, przyłącze Storz 1 1/2". Szybkozłącze wody zasilającej GEKA 1 1/4" do podłączenia wody płuczącej.

Wymagane ciśnienie wody płuczącej 5-7 bar.

Dzięki temu systemowi następuje:

- redukcja rozpuszczalnych części organicznych ok. 90 %
- redukcja wagi sprasowanych skratek o ok. 30 – 50 %
- redukcja objętości sprasowanych skratek o ok. 80 %
- Zamknięte rynny zrzutowe dla transporterów piasku i skratek wraz z obejmami do podwieszania worków.
- Szafa zasilająca – sterownicza zgodna z normami UVV i VDH wykonana przez RITAL lub równoważny, typ ochrony IP 55, obudowa ze stali nierdzewnej o wymiarach B x H x T = 760 x 760 x 210 mm. Szafa wyposażona we wszystkie elementy wymagane do automatycznej pracy instalacji z zabezpieczeniem przeciwprzeciążeniowym. W celu ochrony przed kondensacją, przewidziano w szafie sterowniczej ogrzewanie wraz z termostatem.
- Izolacja termiczna transportera i prasy do odwadniania skratek wykonana z wełny mineralnej osłonięta płaszczem ze stali nierdzewnej. Wewnątrz izolacji przewidziano przewody grzewcze. Ogrzewanie sterowane będzie za pomocą termostatu zainstalowanego w szafce sterowniczej, sprzężonego z czujnikiem temperatury. Ogrzewanie uruchamiane jest automatycznie, gdy temperatura otoczenia obniży się poniżej wartości zadanej przez użytkownika. Ogrzewanie zabezpiecza urządzenie przed zamarzaniem przy temperaturach do – 25 C.
- Zgarniacz tłuszczu o mocy 0,12 kW
- Pompa tłuszczu 1,35 kW
- Pompa pulpy piaskowej TURO TV 51 – 80 HF4/3,0 LB2 o mocy 7,5 kW

Doprowadzenie ścieków ze studzienki S1 wykonane zostanie na poziomie -0,52 m n.p.m. z rury kamionkowej DN 400 przez przejście szczelne łańcuchowe Dw550, ŁU-7 19 ogniwi i połączonej z kolanem 90° ze stali kwasoodpornej Ø406x3 za pomocą redukcji. Odprowadzenie ścieków do pompowni głównej będzie wykonane na poziomie -0,62 m n.p.m. z rury Ø406x3 ze stali kwasoodpornej przez przejście szczelne łańcuchowe Dw500, ŁU-7 17 ogniwi. W dolnej części komory zainstalowana będzie pompa pulpy piaskowej tłocząca piasek do płuczki pulpy piaskowej rurą Ø156x3 ze stali kwasoodpornej min. 1,2 m pod poziomem gruntu, ze stali kwasoodpornej, wprowadzonej przez przejście szczelne łańcuchowe Dw200, ŁU-3 14 ogniwi. Tłuszcz tłoczony będzie do hali pompowni głównej min. 1,2 m pod powierzchnią gruntu rurą Ø156x3 ze stali kwasoodpornej, wprowadzonej przez przejście szczelne łańcuchowe Dw150, ŁU-5 7 ogniwi. Woda będzie dostarczana również z pompowni, min. 1,2 m

pod pow. gruntu rurą stalową Ø36x3, wprowadzoną przez przejście szczelne Dw60, GP-SR 35x58. Powietrze będzie dostarczane z pompowni, na poziomie -0,1m n.p.m. rurą stalową Ø36x3, wprowadzoną przez przejście szczelne Dw60, GP-SR 35x58.

Przewidziano również wentylację grawitacyjną komory z rurą nawiewną DN200 PVC usytuowaną 30 cm od dna z wylotem zakończonym kominkiem. Rura wywiewna DN 200 PVC będzie wyprowadzona z komory na poziomie -0,1m n.p.m. poprzez przejście szczelne łańcuchowe Dw300, ŁU-6 12 ogniów, a następnie poprowadzona na zewnątrz przy murze pompowni głównej na wysokość 2 m ponad poziom gruntu, zakończona kominkiem.

Zaprojektowano na komorze sito-piaskownika pomost technologiczny z wejściem poprzez jeden stopień. Komora będzie przykryta pokrywą z laminatu z otworem włazowym 0,7x0,7m i dwoma otworami rewizyjnymi 1,0x0,9m w końcowej części komory oraz przy pomoście technologicznym, umożliwiającymi rewizję komory sito-piaskownika. Otwory wykonane z przykryciem typu lekkiego.

4.3. Pompownia główna (obiekt nr 2)

W istniejącym budynku pompowni głównej zaprojektowano wydzielenie komory pomp poprzez wykonanie ścianki szczelnej odgradzającej zbiornik ścieków. W ten sposób jednocześnie zwiększono pojemność zbiornika. Ściankę o grubości 20 cm należy wykonać z betonu B-25 zbrojonego podłużnie 4 prętami Ø12 ze stali 34GS i strzemionami Ø6 co 30 cm ze stali St0Sb. Zbrojenie należy wykonać na wysokości 40 i 110 cm od posadzki. W miejscu przejścia przez ściankę przewodów ssawnych w trakcie betonowania osadzić tuleje stalowe Ø306 x3, a w miejscu przejścia przewodu odpowietrzającego osadzić tuleję stalową Ø63 x1,5. Projektowaną ściankę połączyć obustronnie z istniejącymi bocznymi ścianami betonowymi co 40 cm kotwami wklejanymi o średnicy 6 mm. Od strony zbiornika na ściankę nałożyć powłokę ochronną odporną na działanie ścieków.

Do zbiornika ścieki będą doprowadzane na poziomie -0,72m n.p.m. rurą ze stali kwasoodpornej Ø406x3, wprowadzoną przez przejście szczelne łańcuchowe Dw500, ŁU-7 17 ogniów. W zbiorniku ścieków należy zdemontować wszystkie urządzenia oraz sprawdzić stan i naprawić lub wymienić pokrywy komory oraz stopnie złazowe. Stopnie należy wyposażyć w osłonę zabezpieczającą (pałaki) począwszy od 3 m powyżej dna zbiornika do otworu włazowego.

W celu zabezpieczenia przed cofaniem się ścieków do komory pomp poprzez wpust podłogowy, na wylocie rury odprowadzającej ścieki przewidziano instalację zasuwy nożowej z napędem ręcznym DN150 z przedłużką. Alternatywnie można zainstalować wysokiej jakości wpust podłogowy z zaworem zwrotnym.

W komorze pomp przewidziano usytuowanie dwóch agregatów pompowych U6A60S-B/FM z silnikiem 2Sg225s4 w wykonaniu C z zaworem odpowietrzającym typu GRP33-07. Przewody ssawne Ø 206x3 ze stali kwasoodpornej będą poprowadzone przez projektowaną ściankę w przejściach szczelnych łańcuchowych Dw300, ŁU-7 10 ogniów z dna zbiornika. Do zbiornika doprowadzone również będą przewody odpowietrzające Ø 36x3 ze stali kwasoodpornej, przez przejścia szczelne Dw60, GP-SR 35x58, zakończony 25 cm poniżej minimalnego poziomu ścieków. Ścieki będą tłoczone przez redukcję spawaną symetryczną Ø156/206x6, kompensator elastomerowy, zawór zwrotny kulowy DN200 typ HDL i zasuwę nożową z napędem ręcznym DN200, dalej rurą Ø 206x3 ze stali kwasoodpornej do istniejącego rurociągu tłocznego. Sterowanie pomp będzie wyniesione na poziom hali pompowni głównej. Na przewodach tłocznych pomp, przed zaworami zwrotnymi będą zamontowane manometry.

Zaprojektowano usytuowanie automatycznej stacji poboru próbek ścieków surowych RPS24-1BPF11A1A. Próbkę będą pobierane z komory czerpnej pompowni.

Przewidziano magazynowanie odseparowanego tłuszczu, doprowadzanego do hali pompowni ze zablokowanego urządzenia oczyszczania mechanicznego, w beczkach 60 l ze szczelnym zamknięciem. Po napełnieniu beczki odseparowany tłuszcz będzie wywożony do instalacji utylizacji termicznej zlokalizowanej na terenie „właściwej oczyszczalni”.

Zaprojektowano usytuowanie kompresora DLT-40 stanowiącego element opisywanego wcześniej zablokowanego urządzenia oczyszczania mechanicznego.

Zintegrowane urządzenie do separacji, płukania oraz odwadniania piasku dostarczanego z piaskownika w formie pulpy piaskowej - RoSF 4/BG1 – zainstalowane w hali pompowni głównej. Waga urządzenia pustego 920 kg, a napełnionego 4000 kg. Urządzenie wypłukuje z piasku części organiczne w procesie fluidyzacji. Piasek jako cząstki cięższe gromadzone są w dolnych partiach urządzenia. Cząstki organiczne jako lżejsze odprowadzane są automatycznie przez górny króciec odpływowy. Zwiększony system separacji piasku osiągany jest przez optymalne wykorzystanie objętości czynnej urządzenia oraz zastosowanie kształtki „Coanda”. Cały proces wspomagany jest pracą wolnoobrotowego mieszadła. Załączanie separatora odbywa się w zależności od gęstości nasypowej pulpy piaskowej. Praca urządzenia sterowania jest za pośrednictwem szafy sterowniczej ze stali nierdzewnej nie gorszej niż wg DIN 1.4301 o wymiarach 600 x 600 x 210 mm ze wszystkimi elementami niezbędnymi do automatycznej pracy instalacji. Szafa sterownicza wyposażona w termostat (zapobiega tworzeniu kondensatu z pary wodnej i osadzaniu na elementach elektrycznych). Odseparowany piasek odprowadzany jest za pomocą przenośnika ślimakowego, gdzie odbywa się grawitacyjne odwodnienie piasku przez rynnę zrzutową do pojemnika na piasek MGB140. Odprowadzanie piasku z płuczki jest sterowane czasowo i zależy od ilości odseparowanego piasku mierzonej sondą ciśnienia. Po napełnieniu pojemnika odseparowany i wypłukany piasek będzie wywożony na składowisko odpadów lub może być zagospodarowywany w budownictwie (np. jako warstwa podsypka pod drogi).

Odpływ popłuczyn i części organicznych z płuczki piasku będzie odbywał się poprzez rurę Ø 206x3 i Ø 106x3 ze stali kwasoodpornej do jednej z istniejących komór kraty koszonej, a następnie istniejącym połączeniem do komory czerpnej ścieków.

Wszystkie elementy mające kontakt z medium wykonane ze stali nierdzewnej 1.4301/1.4541 lub równoważnej (za wyjątkiem armatury, napędów i łożysk), wytrawiane w kąpeli kwaśnej.

Parametry techniczne napędu transportera ślimakowego:

Moc	P = 1,1 kW
Typ ochrony	IP 65
Zabezpieczenie	II2GEEeIIT3

Parametry techniczne napędu mieszadła:

Moc	P = 0,55 kW
Typ ochrony	IP 65
Zabezpieczenie	EEx e II T3

Parametry technologiczne:

Wydajność w przeliczeniu na pulę piaskową	8 l/s
Wydajność w przeliczeniu na zanieczyszczony piasek	1 t/h
Stopień separacji	95% dla ziaren $\geq 0,2$ mm
Redukcja zanieczyszczeń organicznych do poziomu (przy założeniu zawartości do 20 % strat przy prażeniu w doprowadzonym materiale. Przy wyższych zawartościach części organicznych przepustowość urządzenia może ulec redukcji)	$\leq 3\%$ strat przy prażeniu
Zużycie medium płuczącego (woda wodociągowa lub technologiczna)	5m ³ /h
Ciśnienie medium płuczącego	3-5 bar

Odływ:	DN 200
Odływ części organicznych	DN 100
Przyłącze wody technologicznej:	1 1/4"
Króciec do opróżniania urządzenia:	DN 80.

Istniejąca krata schodkowa pracować będzie tylko w sytuacjach awaryjnych.

4.4. Komora pomiarowa (obiekt nr 3)

Zaprojektowano żelbetową komorę pomiarową w kształcie prostopadłościanu stanowiącego obudowę 2 przepływomierzy zamontowanych na istniejących rurociągach tłocznych doprowadzających ścieki z pompowni głównej do zbiornika uśredniającego i dalej do reaktora biologicznego. Wymiary wewnętrzne komory w planie wynoszą 245 x 160 cm. Głębokość komory, licząc od powierzchni terenu do dna, wyniesie 170 cm. W przypadku stwierdzenia innego zagłębienia istniejących przewodów tłocznych niż w dokumentacji należy dopasować głębokość komory do istniejących przewodów tłocznych, przyjmując zasadę, że poziom dna komory pomiarowej powinien znajdować się 40 cm poniżej osi istniejących przewodów tłocznych. Przewiduje się montaż 2 przepływomierzy elektromagnetycznych typu Promag 10W2H DN 200 prod. E+H w wersji rozdzielczej. Przetworniki sygnału będą zamontowane w oddalonym o około 7 m pomieszczeniu sterowni (stanowisko pracowników obsługi). Kable sygnałowo-zasilające będą poprowadzone przez ścianę komory pomiarowej w kablowych przejściach szczelnych.

Przejścia istniejących przewodów stalowych DN 200 przez ściany komory pomiarowej zostaną wykonane jako szczelne (łańcuchowe ŁU-4, 16 ogniw). Wewnątrz komory pomiarowej z istniejących przewodów zostaną wycięte odcinki o długości około 212 cm. Do końców uciętych przewodów zostaną przyspawane kołnierze stalowe DN 200. Przed i za każdym przepływomierzem będą zamontowane międzykołnierzowe zasuwy nożowe z napędem ręcznym. Przed przepływomierzami będą zamontowane odcinki rur ze stali kwasoodpornej ϕ 206,0 x 3,0 o długości 100 cm (wymaga minimalna długość odcinka prostego bez armatury przed przepływomierzem) zakończone z obu stron kołnierzami DN 200. Za przepływomierzami będą zamontowane odcinki rur ze stali kwasoodpornej ϕ 206,0 x 3,0 o długości 60 cm (wymaga minimalna długość odcinka prostego bez armatury za przepływomierzem) zakończone z obu stron kołnierzami DN 200.

W celu zapewnienia możliwości odwodnienia rurociągów przed demontażem przepływomierzy, do odcinkach rurociągów przed przepływomierzami będą zamontowane króćce zakończone gwintem do których będą przykręcone zawory kulowe DN 40.

Komora pomiarowa przykryta będzie płytą stropową wyposażoną we właz rewizyjny typu lekkiego oraz drabinkę żłazową o szerokości 40 cm.

Dno komory wykonane będzie z 1 % spadkiem w kierunku ukształtowanego w płycie dennej zbiornika o średnicy 25 cm i głębokości 30 cm. Zbiornik ten posłuży do odwadniania komory w sytuacjach awaryjnych. Odwadnianie będzie się odbywało przy pomocy zatapialnej pompy przenośnej z elastycznym przewodem tłocznym, umieszczonej w dennym zbiorniku cylindrycznym.

Przewidziano wentylację grawitacyjną komory pomiarowej. Przewód nawiewny będzie poprowadzony 30 cm ponad poziom dna komory, zaś przewód wywiewny będzie wyprowadzony ze ściany pod płytą stropową. Przewody wentylacyjne będą wykonane z rur DN 110 PVC. Ze względu na fakt, że komora pomiarowa będzie znajdowała się w chodniku, przewody wentylacyjne zostaną wprowadzone przez boczną ścianę komory w przejściach szczel-

nych (adaptorach) oraz wyprowadzone ponad poziom terenu w pobliżu komory poza chodnikiem. Nad terenem przewody zostaną zakończone kominkami wentylacyjnymi.

4.5. Zbiornik uśredniający (obiekt nr 4)

Na zbiornik uśredniający zostanie adaptowany istniejący osadnik wtórny o średnicy wewnętrznej 26 m i kubaturze czynnej 1984 m³. W tym celu przewiduje się demontaż istniejącego koryta zbiorczego wraz z deflektorem oraz elementami konstrukcji wsporczej.

Do celów obsługi urządzeń w zbiorniku pozostanie istniejący ruchomy pomost technologiczny poruszający się po koronie zbiornika.

Ścieki będą dopływały do zbiornika istniejącym przewodem DN 400. W celu nie dopuszczenia do odkładania się osadów w części lejowej, przewidziano zakończenie przewodu doprowadzającego w leju osadowym, kolanem 90° zwróconym w dół (pionowa część rury dopływowej DN 400 zostanie zdemontowana).

Zawartość zbiornika będzie mieszana w sposób ciągły trzema mieszadłami RW 4033 A40/8 EC (ABS). Każde z mieszadeł będzie wyposażone w osłonę antywirową.

Mieszadła będą zamontowane na przymocowanych do ścian bocznych prowadnicach, umożliwiających regulację kierunku wytwarzanej strugi. Każde z mieszadeł będzie umieszczone na minimalnej, dozwolonej przez producenta, wysokości nad dnem zbiornika. Ze zbiornika ścieki będą tłoczone do reaktora biologicznego przy pomocy trzech pomp samozasysających znajdujących się w pompowni pośredniej. Jako główny przewód ssawny zostanie wykorzystany istniejący przewód DN 300.

W pobliżu centralnej części zbiornika, w odległości 2 m od konstrukcji wsporczej pomostu, będzie zainstalowana ultradźwiękowa sonda poziomu Prosonic T FMU231E + Transmitter supply RN221N (E+H). Sygnał z sondy będzie doprowadzony do sterowni w pompowni pośredniej i posłuży do sterowania pracą pomp oraz zapewni automatyczne wyłączanie mieszadeł w przypadku obniżenia się poziomu ścieków w zbiorniku poniżej wartości dopuszczalnej dla pracy mieszadeł. Ponadto do ściany bocznej zbiornika przy pomoście będzie przymocowana łata pomiarowa służąca do kontroli poziomu ścieków w zbiorniku w przypadku awarii sondy pomiarowej oraz do kontroli poprawności jej pracy.

Przewidziano hermetyzację zbiornika uśredniającego poprzez zastosowanie przykrycia z laminatu poliestrowo-szklanego (prod. LAMINOPOL – Słupsk). Ma to na celu zapobieganie rozprzestrzenianiu się odorów. W przykryciu laminatowym przewidziano otwór rewizyjny o wymiarach 70 x 70 cm oraz otwory montażowe dla mieszadeł (80 x 50 cm) i sondy ultradźwiękowej (30 x 30 cm).

Wewnątrz zbiornika na ścianie będzie zainstalowana drabina ze stali kwasoodpornej umożliwiająca zejście na dno zbiornika. Wejście pracowników do zbiornika wymaga wcześniejszego uruchomienia przenośnego wentylatora mechanicznego oraz sprawdzenia stężenia tlenu, siarkowodoru i metanu przy pomocy osobistego czujnika (np. Gas Hunter prod. Alter). Po sprawdzeniu jakości powietrza w zbiorniku wejście do wnętrza może nastąpić tylko z czujnikiem trójgazowym.

Ze względu na minimalne zanurzenie mieszadeł w zbiorniku należy utrzymywać najniższy poziom ścieków około 125 cm (mierząc przy ścianie bocznej). Poziom minimalny będzie mógł być obniżany, ale mieszadła muszą być wyłączane automatycznie przy poziomie 125 cm (na podstawie sygnału z sondy ultradźwiękowej). Maksymalny poziom ścieków w zbiorniku wynosi 333 cm (mierząc przy ścianie bocznej) i jest zdeterminowany istniejącym korytem na osad pływający, które będzie stanowiło przelew awaryjny. W razie potrzeby można będzie ewentualnie podnieść przelew awaryjny i zwiększyć maksymalny poziom ścieków o około 27 cm.

4.6. Tymczasowy sekwencyjny reaktor porcjowy z osadem czynnym - SBR (obiekt nr 4)

W okresie modernizacji istniejącego reaktora biologicznego i budowy instalacji mikrofiltracji (bioreaktor membranowy MBR) istniejący osadnik wtórny będzie adaptowany na sekwencyjny reaktor porcjowy z osadem czynnym (SBR). Rozwiązanie takie zapewni ciągłość biologicznego oczyszczania ścieków w okresie modernizacji oczyszczalni.

W czasie poprzedniej modernizacji osadnik wtórny był już wykorzystywany jako tymczasowy SBR i posiada perforowaną rurę DN 250 do odprowadzania sklarowanych ścieków. Na odpływie z rury perforowanej znajduje się zasuwa spustowa DN 400 z niesprawnym napędem elektromechanicznym.

Ścieki oczyszczone na kracie będą trafiały do reaktora SBR poprzez istniejące obejście technologiczne, ale konieczna będzie przebudowa części odcinka obejścia ze względu na kolizję z projektowaną instalacją MBR. Ponadto przebudowany odcinek obejścia będzie wykorzystany docelowo jako doprowadzenie ścieków do zbiornika uśredniającego, dlatego konieczne będzie jednocześnie zwiększenie średnicy przebudowywanego odcinka z DN 250 do DN 300.

W celu adaptacji osadnika wtórnego na sekwencyjny reaktor porcjowy SBR konieczne będzie opróżnienie i wyczyszczenie osadnika, montaż 3 mieszadeł zatapialnych, 4 aeratorów pływających, ultradźwiękowej sondy poziomu oraz wymianę napędu elektromechanicznego w istniejącej zasuwie spustowej DN 400.

Przewiduje się montaż 3 mieszadeł zatapialnych RW 4033 prod. ABS (które pozostaną jako wyposażenie przewidzianego w układzie technologicznym zbiornika uśredniającego). Mieszadła będą zamontowane na prowadnicach przytwierdzonych do ściany bocznej co 120°. W celu zapewnienia dostawy tlenu do reaktora przewiduje się montaż 4 aeratorów pływających Aqua Turbo AERS-AS 2200-24 (wypożyczenie na okres ~6 miesięcy z firmy H2O). Aeratory będą zamocowane na 3 linkach stalowych (2 zakotwione w ścianie bocznej osadnika, 1 w konstrukcji wsporczej pomostu). Aeratory będą rozmieszczone równomiernie wokół centralnej części zbiornika, jak pokazano na rysunkach technologicznych.

Do kontroli poziomu zwierciadła ścieków w reaktorze SBR będzie zamontowana ultradźwiękowa sonda poziomu Prosonic T FMU231E. Sonda będzie zamontowana na kątowniku stalowy 50 x 50 x 3 mm. Obok sondy przewiduje się montaż tlenomierza, który zapewni kontrolę procesu. Sonda będzie stanowiła docelowe wyposażenie zbiornika uśredniającego, a tlenomierz docelowe wyposażenie zmodernizowanego reaktora biologicznego. Ponadto konieczna będzie wymiana istniejącego, uszkodzonego napędu elektromechanicznego zasuwy spustowej DN 400.

Ścieki będą dopływały do zbiornika istniejącym przewodem DN 400. W celu nie dopuszczenia do odkładania się osadów w części lejowej, przewidziano zakończenie przewodu doprowadzającego w leju osadowym, kolanem 90° zwróconym w dół (pionowa część rury dopływowej DN 400 zostanie zdemontowana).

Zawartość zbiornika w fazach beztlenowych i anoksycznych będzie mieszana w sposób ciągły trzema mieszadłami RW 4033 A40/8 EC (ABS). W miarę konieczności mieszadła będą pracowały również w fazie tlenowej.

Po otwarciu zasuwy spustowej DN 400 oczyszczone, sklarowane ścieki będą zrzucane poprzez istniejącą rurę perforowaną DN 250 i dalej poprzez istniejący przewód odpływowy DN 400 do odbiornika. W czasie eksploatacji reaktora SBR należy pamiętać, że w fazie sedymentacji i dekantacji nie mogą być doprowadzane ścieki. Można to osiągnąć poprzez odpowiednie zaprogramowanie pracy pompowni oraz ewentualne wykorzystanie istniejącego piaskownika jako zbiornika retencyjnego.

Osad nadmierny z reaktora SBR będzie usuwany przy istniejącej pompowni osadu recyrkulowanego i nadmiernego istniejącym przewodem DN 300. W celu usuwania osadu do istniejącej prasy konieczne będzie wykonanie czasowego połączenia przewodu tłocznego wychodzącego z pompowni osadu z przewodem doprowadzającym osad do prasy. Połączenie czasowe będzie wykonane z przewodem De 160 PE SDR 41 o długości ~28 m.

W czasie eksploatacji przewiduje się realizację 3 cykli ośmiogodzinnych w ciągu doby. Cykle będą realizowane przy pomocy programatora czasowego. Układ sterowania pracą reaktora SBR oraz przetwornik sygnału tlenomierza będą zainstalowane w pobliskim pomieszczeniu pompowni osadu (po modernizacji pompownia pośrednia).

4.7. Pompownia pośrednia (obiekt nr 5)

Istniejąca pompownia osadu recyrkulowanego i nadmiernego zostanie adaptowana na pompownię pośrednią, zapewniającą przetłaczanie ścieków ze zbiornika uśredniającego (adaptacja istniejącego osadnika wtórnego) do reaktora biologicznego.

W tym celu istniejące pompy wraz przewodami tłocznymi oraz głównym przewodem tłocznym zostaną zdemonstrowane. Rozebrane zostaną również fundamenty betonowe pod istniejące pompy.

Przewiduje się montaż trzech pomp T4A3S-A/FM prod. Gorman Rupp, na wspólnej ramie stalowej wraz z silnikiem. Ramy z agregatami pompowymi będą zamontowane bezpośrednio na posadzce. Przewiduje się wykorzystanie w całości istniejących rurociągów ssawnych wraz z armaturą. Natomiast rurociągi tłoczne będą wykonane w całości jako nowe ze stali kwasoodpornej. Do króćca tłocznego każdej z pomp będą przyłączone łączniki kołnierzowe ϕ 106,0 x 3,0, do nich będą przyspawane redukcje symetryczne ϕ 156,0/106,0 x 3,0. Dalej będą przyspawane kolana 90°, ϕ 156,0 x 3,0 zakończone z jednej strony kołnierzem DN 150, do którego będą przykręcone kulowe zawory zwrotne. Do zaworów kulowych będą przyłączone międzykołnierzowe zasuwy nożowe DN 150. Na przewodach tłocznych wszystkich pomp, przed zaworami zwrotnymi, będą zamontowane manometry. Za zasuwami nożowymi przewody tłoczne wszystkich pomp będą połączone, jak na rysunkach technologicznych, we wspólny przewód tłoczny ϕ 256,0 x 3,0, z którego poprzez trójniki redukcyjne ϕ 256,0/206,0 x 3,0 zostaną wyprowadzone dwa przewody tłoczne biegnące do reaktora biologicznego. Jeden przewód będzie biegł do komory denitryfikacji, a drugi do komory beztlenowej. Przewody tłoczne zostaną doprowadzone przez ścianę budynku pompowni w stalowych rurach osłonowych ϕ 273,0 x 2,0. Przestrzeń między przewodami tłocznymi a rurami osłonowymi zostanie wypełniona pianką poliuretanową.

Na każdym przewodzie tłocznym wychodzącym do reaktora będzie zamontowana międzykołnierzowa zasuwa nożowa DN 200 oraz przepływomierz elektromagnetyczny typu Promag 10W2H DN 200, prod. E+H w wersji rozdzielczej. Przetworniki sygnału będą zamontowane poniżej czujników pomiarowych na ścianie, na wysokości około 150 cm ponad posadzką. Zasuwy wraz z przepływomierzami umożliwią dokładną regulację rozdziału strumienia ścieków doprowadzanych do reaktora biologicznego między komorę beztlenową i komorę denitryfikacji. Ponadto szybkość obrotowa silników wszystkich pomp będzie regulowana poprzez falowniki. Sygnał sterujący będzie pochodził z sondy poziomej zamontowanej w zbiorniku uśredniającym.

Ze względu na fakt, że zbiornik uśredniający oraz pompownia pośrednia będą wykorzystywane tylko w letnim sezonie turystycznym nie przewiduje się ocieplenia przewodów tłocznych na zewnątrz budynku pompowni.

Ze wspólnego przewodu tłocznego ϕ 256,0 x 3,0 zostanie wyprowadzony przewód z zasuwą DN 50 do opróżniania rurociągów tłocznych. Można do tego celu wykorzystać istniejący przewód lub odtworzyć go według rysunków technologicznych.

Tak jak obecnie po modernizacji w budynku pompowni będą usytuowane szafy zasilająco-sterownicze urządzeń zamontowanych w reaktorze biologicznym oraz w zbiorniku uśredniającym.

4.8. Reaktor biologiczny (obiekt nr 6)

W związku ze zwiększeniem przepustowości, zastosowaniem zbiornika uśredniającego oraz zmiany sposobu rozdziału osadu czynnego i oczyszczonych ścieków istniejący trójfazowy reaktor biologiczny zostanie zmodernizowany, ale ogólna idea działania reaktora pozostanie bez zmian. Główna zmiana będzie polegała na likwidacji, usytuowanej centralnie w reaktorze, komory stabilizacji tlenowej osadu.

Centralna komora cylindryczna o średnicy wewnętrznej 1030 cm i głębokości czynnej 650 cm zostanie adaptowana na komorę beztlenową (KB). W środku komory pozostanie istniejący cylinder stalowy o średnicy 100 cm, stąd kubatura czynna komory beztlenowej będzie równa 536 m³. Zawartość komory beztlenowej będzie mieszana 2 mieszadłami zatapialnymi RW3034 A28/6 EC o mocy na wale 2,8 kW (prod. ABS). Mieszadła będą zamontowane na prowadnicach przy ścianie komory, jak na rysunkach technologicznych. Wewnętrzny pierścień podzielony przegrodami z desek na 2 równe części stanowiące obecnie komorę beztlenową i komorę denitryfikacji, zostanie podzielony asymetrycznie przegrodami żelbetowymi na dwie części. Większa z nich o kubaturze czynnej 698 m³ będzie stanowiła komorę denitryfikacji (KDN 1), a mniejsza o kubaturze czynnej 324 m³ (KDN 2/KB) będzie wykorzystywana alternatywnie w sezonie letnim jako druga część komory denitryfikacji, a po sezonie jako komora beztlenowa. Osad czynny w komorze KDN 1 będzie utrzymywany w stanie zawieszenia przy pomocy 3 mieszadeł zatapialnych RW3034 A28/6 EC o mocy na wale 2,8 kW, zamontowanych na prowadnicach przy ścianie o mniejszym pierścieniu. Natomiast zawartość komory KDN 2/KB będzie mieszana przy pomocy 2 mieszadeł RW3034 A28/6 EC zamontowanych w identyczny sposób jak mieszadła w komorze KDN 1. Przewiduje się ewentualne wykorzystanie istniejących mieszadeł zamiast opisanych powyżej, ale będzie to uzależnione od ich stanu technicznego.

Zewnętrzny pierścień reaktora, tak jak obecnie będzie w całości wykorzystywany jako komora nityfikacji (tlenowa). Zostanie zachowany istniejący podział na 2 równe części KN 1 i KN 2 z tym, że istniejące drewniane przegrody zostaną zastąpione przegrodami żelbetowymi.

Przewidziano również rozbudowę i modernizację istniejącego systemu napowietrzania polegającą na remoncie istniejącego rusztu napowietrzającego, zwiększeniu ilości dyfuzorów oraz zastosowaniu systemu pozwalającego na montaż i demontaż poszczególnych sekcji rusztu napowietrzającego bez konieczności opróżniania komory.

Cały system napowietrzania ścieków w 2 komorach nityfikacji będzie składał się z 20 niezależnych sekcji (10 w komorze KN 1 i 10 w komorze KN 2) wykonanych w całości ze stali nierdzewnej (gatunek stali wg PN 0H18N9, wg DIN 1.4301). Na pojedynczą sekcję składają się: pion zasilający DN 80 (zakończony kolanem i luźnym kołnierzem powyżej poziomu ścieków), ruszt denny dyfuzorowy, komplet przyjąć Y, prowadnic sekcji, balastów i elementów mocujących. Wyposażenie każdej z 20 sekcji stanowi 19 sztuk dyfuzorów membranowych – rurowych typu Magnum 2000 (prod. OTT System). Długość czynna pojedynczego dyfuzora Magnum 2000 wynosi 2000 mm, długość całkowita 2200 mm. Łącznie instalacja napowietrzania wyposażona zostanie w 380 sztuk dyfuzorów Magnum 2000.

Wszystkie konstrukcje wsporcze, obejmy, łączniki śrubowe oraz elementy kotwiące będą wykonane ze stali kwasoodpornej.

Przewiduje się wykorzystanie korpusów istniejących dyfuzorów wymieniając elementy takie jak: membrany, uszczelki, opaski zaciskowe i uszkodzone elementy mocujące.

Na koronie reaktora będzie usytuowany kolektor sprężonego powietrza DN 400, do którego będą włączone 3 przewody (2 x DN 250 + 1 x DN 200) doprowadzające sprężone powietrze z hali dmuchaw. Na drugim końcu kolektora DN 400 będzie zainstalowany trójnik redukcyjny DN 400/300. Do króćca DN 300 będzie przyspawany kołnierz do którego będzie przykręcona przepustnica TCB DN300W-NE-A-SS-EPDM (Z26) z elektromechanicznym napędem regulacyjnym, zapewniająca regulację ilości sprężonego powietrza doprowadzanego do rusztów zamontowanych w komorze KN 1. Do sterowania napędem przepustnicy Z26 będzie wykorzystany sygnał z czujnika stężenia tlenu zamontowanego w komorze KN 1. Za przepustnicą poprzez 2 kolana 90° będzie przyłączony kolektor DN 300 zasilający 10 sekcji rusztu napowietrzającego zamontowanych w komorze KN 1.

Do króćca przelotowego trójnika redukcyjnego będzie przyspawana zwężka symetryczna DN 400/300, dalej kolano 90° DN 300 oraz trójnik równoprzelotowy DN 300. Do obu króćców wylotowych trójnika będą przyspawane kołnierze, do których będą przymocowane 2 przepustnice TCB DN300W-NE-A-SS-EPDM (Z27, Z28), każda z elektromechanicznym napędem regulacyjnym. Za każdą przepustnicą będą, poprzez zwężkę symetryczną DN 300/200 przyłączone stalowe przewody doprowadzające sprężone powietrze do 5 sekcji rusztu napowietrzającego zamontowanego w komorze KN 2. Do sterowania napędami przepustnic Z27 i Z28 będą wykorzystane sygnały z 2 czujników stężenia tlenu zamontowanych w komorze KN 2.

Wszystkie rurociągi sprężonego powietrza wraz z kompletem podpór i elementów mocujących będą wykonane ze stali kwasoodpornej (ewentualnie ze stali nierdzewnej - gatunek stali wg PN 0H18N9, wg DIN 1.4301). Przewiduje się wykorzystanie części istniejących rurociągów zasilających.

Do odcięcia każdej sekcji rusztu będzie zastosowanych 20 sztuk przepustnic DN 80 z otworami gwintowanymi w korpusie typu SYLAX (prod. DANFOSS – SOKLA). Są to przepustnice stosowane w rusztach wyciąganych umożliwiające odcięcie dopływu powietrza i demontaż sekcji po jednostronnym odkręceniu kołnierza od strony rusztu, bez demontażu przepustnicy klapowej z rurociągu powietrza.

W czasie letniego sezonu turystycznego mechanicznie oczyszczone ścieki będą doprowadzane ze zbiornika uśredniającego, poprzez pompownię pośrednią, dwoma przewodami Ø 206 x 3,0 ze stali kwasoodpornej. Jednym przewodem będą doprowadzane ścieki do komory beztlenowej (KB), a drugim na początek komory denitryfikacji (KDN 1). Dokładny rozdział strumienia ścieków pomiędzy komorę beztlenową i denitryfikacji będzie ustalony podczas rozruchu technologicznego.

Mieszanka ścieków i osadu czynnego będzie przepływała z komory beztlenowej (KB) do komory denitryfikacji KDN 2/KB poprzez otwór w ścianie oddzielającej obie komory. Otwór o wymiarach 50 x 40cm będzie wykonany tuż pod poziomem zwierciadła ścieków. Od strony komory KB będzie zamontowana zastawka kanałowa (Z30) z przedłużką i trzpieniem wznośzącym się, która umożliwi zamknięcie otworu łączącego obie komory. Podobny otwór zamykany zastawką (Z20) będzie wykonany w projektowanej ścianie oddzielającej komorę KDN 1 od komory KDN 2/KB, tylko otwór ten będzie wykonany przy samym dnie, a przedłużka trzpienia zastawki będzie wyprowadzona nad powierzchnię zwierciadła ścieków. Medium dopływające z komór KB i KDN 1 będzie przepływało do przeciwległego końca komory KDN 2/KB, a następnie poprzez otwór o wymiarach 50 x 40 cm wyposażony w zastawkę (Z22), będzie przepływało na początek komory nityfikacji KN 1. Dolna krawędź otworu bę-

dzie znajdowała się 125 cm nad poziomem dna w komorze KDN 2/KB. Przedłużka wznoszącego się trzpienia będzie wyprowadzona ponad zwierciadło ścieków.

Na początek komory nitrifikacji KN 1 będzie również recyrkulowany, dwoma przewodami (jeden $\varnothing 406,0 \times 3,0$ + jeden $\varnothing 306,0 \times 3,0$) ze stali kwasoodpornej, osad z bioreaktora membranowego MBR. W komorze KN 1 będzie zamontowana jedna sonda tlenowa, wykorzystywana do kontroli procesu oraz do regulacji ilości powietrza doprowadzanego do tej komory. Mieszanina ścieków i osadu czynnego będzie przepływała do przeciwległego końca komory KN 1, skąd poprzez otwór o wymiarach 50×40 cm wyposażony w zastawkę (Z23), będzie przepływała na początek komory nitrifikacji KN 2. Dolna krawędź otworu będzie znajdowała się na poziomie dna, a przedłużka trzpienia zastawki będzie wyprowadzona nad powierzchnię zwierciadła ścieków. W komorze KN 2 będą zamontowane dwie sondy tlenowe, wykorzystywane do kontroli procesu oraz do regulacji ilości powietrza doprowadzanego do poszczególnych stref tej komory. Ponadto w komorze KN 2 będzie zainstalowana sonda pH i sonda do pomiaru stężenia osadu. Dalej medium będzie przepływało do drugiego końca komory nitrifikacji KN 2, skąd będzie zasysane poprzez zespół pomp recyrkulacyjnych do bioreaktora membranowego MBR. Z komory KN 2 do bioreaktora MBR medium będzie przepływało dwoma przewodami ssawnymi, wykonanymi ze stali kwasoodpornej - jeden $\varnothing 306,0 \times 3,0$ oraz drugi $\varnothing 456,0 \times 3,0$. Na odcinku między reaktorem biologicznym a bioreaktorem membranowym, o długości około 230 cm, przewody te będą ocieplone warstwą wełny mineralnej o grubości 8 cm i osłonięte płaszczem ze stali nierdzewnej.

Z bioreaktora membranowego MBR osad recyrkulowany będzie przepływał grawitacyjnie do reaktora biologicznego czterema przewodami ze stali kwasoodpornej. Jedna para przewodów (jeden $\varnothing 406,0 \times 3,0$ + jeden $\varnothing 306,0 \times 3,0$) będzie poprowadzona do komory nitrifikacji KN 1 a druga para do komory denitryfikacji KDN 1. Na odcinku między reaktorem biologicznym a bioreaktorem membranowym, o długości około 230 cm, przewody te będą ocieplone warstwą wełny mineralnej o grubości 8 cm i osłonięte płaszczem ze stali nierdzewnej. Wstępnie przyjmuje się, że strumień osadu recyrkulowanego będzie rozdzielany równomiernie (50% + 50%) między komory KN1 i KDN 1. Dokładna wartość proporcji rozdziału strumienia osadu recyrkulowanego zostanie ustalona w czasie rozruchu technologicznego.

W komorze KDN 1 będzie zachodziła denitryfikacja azotanów doprowadzanych w strumieniu recyrkulacyjnym z bioreaktora membranowego MBR. Jako źródło węgla i energii będą wykorzystywane ścieki doprowadzane na początek komory KDN 1 ze zbiornika uśredniającego. Do kontroli procesu w komorze KDN 1 będzie zainstalowany czujnik miernika potencjału redox. Z końca komory KDN 1 mieszanina ścieków i osadu czynnego pozbawiona większości azotanów będzie przetłaczana przy pomocy mieszadła pompującego RCP 2534 A28/6EC do komory beztlenowej (KB). Wydajność mieszadła (szybkość obrotowa silnika) będzie regulowana poprzez przetwornicę częstotliwości, sygnał sterujący będzie pochodził z miernika potencjału redox, którego czujnik będzie zainstalowany w komorze beztlenowej. Wzrost wartości potencjału redox w komorze beztlenowej w określonym dopuszczalnym przedziale będzie powodował zmniejszenie szybkości obrotowej silnika mieszadła pompującego. Z kolei spadek wartości potencjału redox spowoduje zwiększenie wydajności mieszadła. Wzrost wartości potencjału redox powyżej założonej dopuszczalnej wartości będzie powodował całkowite wyłączenie mieszadła. Orientacyjnie przyjmuje się intensywność recyrkulacji z komory KDN 1 do KB na poziomie 100 % w odniesieniu do dopływu całego strumienia ścieków ze zbiornika uśredniającego. Mieszadło pompujące będzie zamontowane na prowadnicy ze stali nierdzewnej. Przewód tłoczny mieszadła $\varnothing 256 \times 3,0$ (stal kwasoodporna) z przyspawanym kołnierzem DN 250 PN 6 będzie osadzony przy dnie w przejściu szczelnym w ścianie oddzielającej komory KB i KDN 1. W stanie pracy mieszadło pompujące będzie zaczepione za kołnierz przewodu tłoczego. Za ścianą w komorze beztlenowej (KB) do prze-

wodu tłocznego będzie przyspawany kołnierz DN 250 PN 6, do którego będzie przykręcona zasuwa nożowa (Z21) międzykołnierzowa DN 250 z trzpieniem wznoszącym się i z przedłużką trzpienia wyniesioną ponad poziom zwierciadła ścieków. Z drugiej strony do zasuwy będzie przykręcone kolano 60° Ø 256 x 3,0 (stal kwasoodporna) z kołnierzem DN 250 PN 6. Kolano będzie zamontowane poziomo, zwrócone w prawą stronę, co zapewni wspomaganie ruchu wirowego w komorze KB wymuszanego przez mieszadła zatapialne.

Poza ilością przetłaczaną przy pomocy mieszadła pompującego mieszanina ścieków i osadu czynnego będzie przepływała do drugiej komory denitryfikacji (KDN 2/KB) poprzez otwór w ścianie dzielącej obie komory. Jak już wspomniano wcześniej otwór o wymiarach 50 x 40 cm będzie wyposażony w zastawkę (Z20). Do komory KDN 2/KB będzie również dopływał strumień mieszaniny ścieków i osadu czynnego z komory beztlenowej (KB). W komorze KDN 2/KB będzie kontynuowany proces denitryfikacji. Do kontroli procesu w komorze KDN 2/KB będzie zainstalowany czujnik miernika potencjału redox.

Dalszy przepływ mieszaniny ścieków i osadu czynnego został opisany wcześniej.

Opisana modernizacja reaktora zapewni nieznaczne zwiększenie kubatury czynnej komór osadu czynnego oraz możliwość zmiany potencjału redox poprzez zmianę natężenia strumienia osadu recyrkulowanego i jego alokację, a także poprzez zmianę rozdziału strumienia ścieków doprowadzanych do reaktora.

W okresie poza letnim sezonem turystycznym przewidziano możliwość zmniejszenia kubatury czynnej reaktora poprzez wprowadzenie rozwiązań pozwalających na okresową zmianę funkcji niektórych komór oraz wyłączenie z eksploatacji niektórych komór. W okresie tym będzie wyłączona z eksploatacji komora beztlenowa KB oraz komora nitryfikacji KN 1. W celu wyłączenia wspomnianych komór z eksploatacji konieczne będzie zamknięcie zastawek Z22, Z23 i Z30 oraz zasuwy Z21 i przepustnicy Z26 (przełączenie na sterowanie ręczne i całkowite zamknięcie). Ponadto konieczne będzie otworenie zasuw Z29 i Z31 (zamkniętych w czasie sezonu letniego). Osad czynny z wyłączonych komór będzie usunięty, z komory beztlenowej (KB) grawitacyjnie przy pomocy istniejącego przewodu do usuwania osadu, a z komory nitryfikacji przy pomocy pomp przenośnych. Po usunięciu osadu komory będą zalane oczyszczonymi ściekami.

Ze względu na konstrukcję ścian poziom ścieków w poszczególnych komorach nie może się różnić więcej niż około 30 cm. To znaczy, że nie można opróżniać pojedynczej komory pozostawiając ścieki w pozostałych.

W okresie po sezonie turystycznym komora KDN 2/KB, pełniąc rolę komory denitryfikacji w sezonie turystycznym, będzie wykorzystywana jako komora beztlenowa. Pozostałe komory, to znaczy KDN 1 i KN 2, będą pełniły takie same funkcje jak w sezonie turystycznym. Po sezonie turystycznym ścieki z pompowni głównej będą doprowadzane do reaktora biologicznego z pominięciem zbiornika uśredniającego i pompowni pośredniej. W tym celu konieczne będzie zamknięcie zasuwy Z9 i otwarcie zasuwy Z10 w komorze zasuw. Ścieki z komory zasuw będą doprowadzane istniejącym przewodem stalowym DN 300. Przewód ten jest zakończony trójnikiem równoprzelotowym, a na obu przewodach wychodzących z trójnika są zamontowane zasuwy DN 300. Przewód biegnący do komory KDN 1 wraz z zasuwą Z25 pozostanie bez zmian, natomiast drugi przewód zostanie skrócony – istniejąca zasuwa DN 300 (Z24) zostanie zdemonstrowana i będzie zamontowana bezpośrednio za trójnikiem. Za zasuwą będzie zamontowane zwrócone w dół kolano 90° kończące rurociąg. Ścieki z pompowni głównej będą doprowadzane równolegle do komory beztlenowej KDN 2/KB oraz do komory denitryfikacji KDN 1. Proporcje rozdziału ścieków między obie komory będą regulowane przy pomocy zasuw Z24 i Z25. Do obu komór będzie również doprowadzany osad recyrkulowany. Tak jak w sezonie turystycznym osad recyrkulowany będzie doprowadzany z bioreaktora membranowego MBR na początek komory KDN 1. W początkowej części komory KDN 1 w wyniku doprowadzania ścieków nastąpi odtlenienie osadu recyrkulowanego,

dlatego również z początkowej części tej komory będzie realizowana recyrkulacja osadu do komory beztlenowej (KDN 2/KB). Recyrkulacja ta będzie realizowana przy pomocy pompy zatapialnej AFP 0831.4 M15/4D montowanej na przewodnicy ze stopą sprzęgającą. Stopa sprzęgająca będzie zamontowana na dnie, a przewód tłoczny $\varnothing 84,0 \times 2,0$ ze stali kwasoodpornej będzie przeprowadzony przez ścianę oddzielającą komory KDN 2/KB i KDN 1, w przejściu szczelnym na głębokości 200 cm licząc od zwierciadła ścieków (na wysokości 450 cm od dna). W komorze KDN 2/KB na przewodzie tłocznym będzie zamontowana zasuwa odcinająca DN 80 (Z31). Obroty silnika pompy zatapialnej będą regulowane poprzez falownik na podstawie sygnału z sondy redox zamontowanej w komorze KDN 2/KB. Mieszanina ścieków w komorze KDN 2/KB będzie przepływała do drugiego jej końca, skąd poprzez otwór w ścianie będzie przepływała do komory KDN 1. Natomiast zasadnicza część recyrkulatu z bioreaktora MBR wraz z doprowadzanymi ściekami będzie przepływała wzdłuż komory KDN 1. Z końcowej części komory KDN 1, gdzie oba strumienie będą się łączyły, medium będzie przepływała poprzez projektowany rurociąg $\varnothing 406 \times 3,0$ ze stali kwasoodpornej, na początek komory KN 2. Na początku wspomnianego rurociągu będzie zamontowana zasuwa nożowa Z29, która w czasie sezonu turystycznego będzie zamknięta. Tak jak w sezonie turystycznym mieszanina ścieków i osadu będzie przepływała do bioreaktora membranowego MBR z tym, że tylko jednym przewodem ssawnym $\varnothing 306,0 \times 3,0$. W okresie po sezonie turystycznym całość osadu recyrkulowanego z bioreaktora membranowego MBR do komory denitryfikacji KDN 1 dwoma przewodami: $\varnothing 406,0 \times 3,0$ oraz $\varnothing 306,0 \times 3,0$.

Dostęp do wszystkich urządzeń technologicznych zamontowanych w reaktorze biologicznych zapewni istniejący obrotowy pomost techniczny z napędem mechanicznym. Na pomoście będzie zamontowany żuraw słupowy obrotowy o udźwigu 300 kg do montażu i demontażu mieszadeł, pompy oraz poszczególnych sekcji rusztu napowietrzającego. Drugi identyczny żuraw słupowy będzie zamontowany na koronie reaktora – na zewnętrznej ścianie przy schodach wejściowych. Zapewni on transport urządzeń technologicznych na lub z korony reaktora. Z żurawia zamontowanego przy schodach wejściowych transportowane elementy będą przekazywane do żurawia zamontowanego na pomoście obrotowym, w ten sposób będzie możliwy montaż i demontaż wszystkich urządzeń technologicznych z zachowaniem zasad BHP.

Ze względu na zaprojektowany wyciągany ruszt napowietrzający, który zapewnia remont dyfuzorów bez opróżniania reaktora biologicznego, konieczne będzie zmniejszenie istniejącego pomostu stałego do minimalnych rozmiarów pozwalających na bezpieczne dojście do pomostu obrotowego (szerokość 90 cm) oraz modyfikację jego konstrukcji pozwalającą na szybki demontaż elementu pomostu uniemożliwiającego demontaż sekcji rusztu znajdującej się poniżej. Podobny problem dotyczy odcinka projektowanego rurociągu $\varnothing 306 \times 3,0$ doprowadzającego osad recyrkulowany z bioreaktora membranowego do komory denitryfikacji KDN 1. Odcinek tego rurociągu w komorze nityfikacji KN 2, przebiegający nad ostatnią sekcją rusztu będzie z obu stron montowany przy pomocy połączeń kołnierzowych. Zapewni to możliwość jego demontaż (przy ewentualnym obniżeniu zwierciadła ścieków w reaktorze o $40 \div 50$ cm) jeżeli zajdzie konieczność demontażu wspomnianej sekcji rusztu. Na etapie projektu wykonawczego możliwe będzie również zaproponowanie innego rozwiązania.

Przewidziano możliwość opróżnienia zawartości reaktora biologicznego (np. w celu przeprowadzenia remontu). Ewentualne opróżnienie reaktora będzie odbywało się poprzez istniejący przewód DN 150 służący obecnie do odprowadzania osadu z komory stabilizacji tlenowej do prasy lub na lagunę osadową. Poza reaktorem znajduje się komora zasuw, w której jest zamontowana zasuwa DN 150. Po modernizacji reaktora będzie to zasuwa spustowa. Istniejący przewód DN 150 jest poprowadzony w dnie reaktora do centralnej, stalowej komory o średnicy 1,0 m, stanowiącej również konstrukcję wsporczą istniejącego pomostu obrotowego. W ścianach bocznych tej komory wykonane są otwory zapewniające napływ cieczy do

środku i jej odpływ przewodem DN 150. Po modernizacji komora centralna będzie znajdowała się w komorze beztlenowej (KB). Przewidziano możliwość opróżnienia wszystkich komór reaktora poprzez komorę beztlenową. Z komory nityfikacji KN 2 przy otwartej zastawce Z23 medium będzie przepływało grawitacyjnie do komory KN 1. Z komory KN 1 przy otwartej zastawce Z22 możliwy będzie grawitacyjny przepływ cieczy do komory KDN 2/KB, a przy otwartej zastawce Z20 dalej do komory KDN 1. Z komory KDN 1, przy otwartej zastawce Z21, medium będzie przepływało grawitacyjnie poprzez przewód tłoczny mieszađła pompującego do komory beztlenowej (KB). Możliwe będzie również wykorzystanie mieszađła pompującego podczas opróżniania reaktora. Z uwagi na skosy przydenne w komorze KDN 1, dno przewodu tłoczego mieszađła pompującego będzie usytuowane 125 cm nad poziomem dna. W związku z tym całkowite opróżnienie komór KDN1 i KDN 2/KB będzie możliwe przy zastosowaniu przenośnej pompy zatapialnej lub pompy innego typu. Prawdopodobnie konieczne będzie również ręczne usuwanie warstwy osadów mineralnych (zmieszanych z organicznymi) odkładających się na dnie podczas eksploatacji reaktora. Zwykle własności reologiczne tych osadów nie pozwalają na ich grawitacyjny odpływ.

Przy założonym stężeniu tlenu w komorach nityfikacji $1,5 \div 2,0 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$, proponowany system sterowania stopniem natlenienia osadu czynnego może działać według poniższego schematu:

- Jeżeli stężenie tlenu w danej komorze/strefie spadnie poniżej wartości granicznej $1,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ nastąpi otwarcie o jeden skok przepustnicy DN 300 na kolektorze doprowadzającym sprężonego powietrze do danej komory/strefy - zwiększenie ilości doprowadzanego powietrza. Jeżeli po czasie kilku minut stężenie tlenu nie wzrośnie do wartości minimum $1,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ następuje ponowne zwiększenie otwarcia przepustnicy. Jeżeli stężenie tlenu w komorze nie osiągnie minimalnej wartości granicznej $1,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ cały czas będzie następowało krokowe otwieranie przepustnicy w kilkuminutowych przedziałach czasowych, aż do pełnego otwarcia. Jeżeli w czasie kilku minut od pełnego otwarcia przepustnicy stężenie tlenu w danej komorze/strefie nie osiągnie wartości $1,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ nastąpi zwiększenie wydajności zespołu dmuchaw poprzez zwiększenie prędkości obrotowej silników wszystkich lub jednej z dmuchaw o 10 % po kolejnych interwałach czasowych nastąpi ponowne zwiększenie prędkości obrotowej aż do osiągnięcia żądanego stężenia tlenu w komorze tlenowej. Po osiągnięciu wartości progowej $1,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ układ pozostaje bez zmian,
- Gdy stężenie tlenu w komorze/strefie przekroczy maksymalną wartość progową $2,0 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ nastąpi przymknięcie przepustnicy o jeden skok. Krokowe przymykanie przepustnicy będzie następowało, w kilkuminutowych odstępach czasu, aż do spadku stężenia tlenu do wartości $2,0 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ albo do całkowitego zamknięcia przepustnicy. Zamknięcie (ewentualnie znaczne przymknięcie) jednej lub wszystkich przepustnic spowoduje wzrost ciśnienia w kolektorze sprężonego powietrza. Jeżeli ciśnienie przekroczy pewną nastawioną wartość graniczną będzie następowało krokowe obniżanie obrotów silnika jednej lub wszystkich dmuchaw, w odstępach kilkuminutowych, następnie wyłączenie jednej, a później kolejnej dmuchawy.

Ogólnie zasada działania proponowanego systemu sterowania pracą urządzeń napowietrzających polega na tym, że najpierw reagują przepustnice a następnie dmuchawy zmieniają swą wydajność. Należy rozważyć zachowanie odpowiednich odstępów czasowych między kolejnymi krokami regulacji systemu. Odstępy czasowe uwzględniałyby inercję całego układu napowietrzania ścieków oraz czas rozpuszczania się tlenu w cieczy.

Zestawienie aparatury kontrolno-pomiarowej zamontowanej w reaktorze biologicznym

- a) miernik potencjału redox:

- w komorze beztlenowej KB – 1 szt.,
 - w komorze denitryfikacji KDN 1 – 1 szt.,
 - w komorze KDN 2/KB – 1 szt.,
- b) tlenomierz:
- w komorze nitryfikacji KN 1 – 1 szt.,
 - w komorze nitryfikacji KN 2 – 2 szt.,
- c) pH-metr:
- w komorze nitryfikacji KN 2 – 1 szt.,
- d) miernik stężenia osadu:
- w komorze nitryfikacji KN 2 – 1 szt.
- e) miernik stężenia azotanów:
- w komorze nitryfikacji KN 2 – 1 szt.

Sondy pomiarowe będą montowane w armaturze zanurzeniowej zamocowanej na wspornikach. Wsporniki będą wykonane z kształtowników (stal kwasoodporna) montowanych do bocznych ścian reaktora w taki sposób, by nie ograniczać możliwości poruszania się pomostu technicznego. Wszystkie przetworniki sygnału będą zamontowane w pomieszczeniu pobliskiej pompowni pośredniej (obiekt nr 5), gdzie będzie znajdowała się sterownia energetyczna urządzeń zamontowanych w reaktorze biologicznym.

4.9. Bioreaktor membranowy MBR (obiekt nr 7)

Do rozdziału oczyszczonych biologicznie ścieków od osadu czynnego zaprojektowano membranową instalację filtracyjną nazwaną jako bioreaktor membranowy MBR. Instalacja membranowa AeroMem (PP-EKO) będzie umieszczona w budowli stanowiącej zbiornik żelbetowy o wymiarach wewnętrznych w planie 14400 x 1040 cm oraz głębokości całkowitej 315 cm, w którym będą umieszczone moduły membranowe (16 sztuk). Zbiornik będzie podzielony na 4 równe sekcje, w każdej sekcji będą umieszczone po 4 moduły membranowe. Przewidziano ok. 24 000 m² powierzchni filtracyjnej membran KMS o łącznej wydajności na ściekach ok. 330 m³/h. Do każdej z czterech sekcji doprowadzone będą rurociągi recyrkulacyjne, filtratu, chemikaliów i sprężonego powietrza. Podział zbiornika na sekcje umożliwi zmianę przepustowości systemu mikrofiltracyjnego w sezonie i poza sezonem oraz stopniowe zwiększanie przepustowości wraz ze zwiększaniem liczby osób obsługiwanych przez oczyszczalnię.

Pod zbiornikiem będą znajdowały się pomieszczenia techniczne o wysokości 350 cm, w których będą usytuowane urządzenia stanowiące wyposażenie instalacji membranowej AeroMem: dmuchawy, pompy recyrkulacyjne, pompy permeatu (filtratu) i płukania membran oraz zbiorniki reagentów stosowanych do czyszczenia membran wraz z pompami chemoodpornymi. Rozkład pomieszczeń technologicznych jak na rysunkach technologicznych. Ściany i posadzki pomieszczeń reagentów chemicznych (chemikaliów) będą wyłożone płytkami ceramicznymi, a w posadzce będą zamontowane elementy odwodnienia liniowego. W dolnej kondygnacji będzie również znajdował się żelbetowy zbiornik permeatu o wymiarach w planie 650 x 200 cm i głębokości całkowitej równej wysokości pozostałych pomieszczeń dolnej kondygnacji oraz głębokości czynnej 240 cm. W górnej części zbiornika będzie znajdował się otwór rewizyjny o wymiarach 80 x 80 cm. Pod otworem będzie zamontowana drabina ze stali

kwasoodpornej o szerokości 50 cm i wysokości 270 cm, zapewniająca wejście do zbiornika permeatu. W ścianach bocznych przewidziano otwory zapewniające wentylację grawitacyjną wszystkich pomieszczeń technologicznych (2 wymiany na godzinę). Ponadto przewidziano wentylację mechaniczną zapewniającą 10 wymian na godzinę. Wyjątek będzie stanowiło pomieszczenie dmuchaw, gdzie wentylacja mechaniczna zapewni 1 wymianę powietrza w ciągu minuty. Oprócz załączania ręcznego wentylacja w pomieszczeniu dmuchaw będzie załączana automatycznie na podstawie sygnału z czujnika temperatury powietrza w pomieszczeniu. Automatyczne załączenie wentylacji będzie następowało, gdy temperatura wewnątrz pomieszczenia przekroczy 25 °C, natomiast po osiągnięciu 40 °C nastąpi załączenie alarmu. W pomieszczeniach chemikaliów będą zamontowane wentylatory chemoodporne, a w pozostałych pomieszczeniach zwykłe wentylatory ściennie, osiowe. Wentylatory nawiewne powinny być umieszczone 30 cm powyżej poziomu posadzki i zabezpieczone od strony zewnętrznej siatką ze stali ocynkowanej, a wywiewne powinny być umieszczone 15 cm poniżej sufitu. Wszystkie wentylatory będą wyposażone we wyłączniki pięciobiegowe. Włączniki wentylatorów chemoodpornych należy zlokalizować na zewnątrz budynku przy drzwiach. Włączniki pozostałych wentylatorów zlokalizować wewnątrz pomieszczeń przy drzwiach (ewentualnie ustalić ich lokalizację z inwestorem). W drzwiach należy zainstalować kratki wyrównawcze o minimalnej powierzchni 0,3 m².

Mieszanina ścieków i osadu czynnego będzie przetłaczana z komory nityfikacji (KN 2) reaktora biologicznego do zbiornika z modułami membranowymi przy pomocy pomp recyrkulacyjnych poprzez dwa przewody ze stali kwasoodpornej, jeden Ø 306,0 x 3,0 oraz drugi Ø 456,0 x 3,0. Na odcinku między reaktorem biologicznym a bioreaktorem membranowym, o długości około 230 cm, przewody te będą ocieplone warstwą wełny mineralnej o grubości 8 cm i osłonięte płaszczem ze stali nierdzewnej.

Odfiltrowane oczyszczone ścieki (permeat) będą odprowadzane przy pomocy pomp do zbiornika permeatu, skąd będą odpływały grawitacyjnie poprzez staw stabilizacyjny do odbiornika, natomiast skoncentrowany osad czynny będzie powracał poprzez koryta przelewowe do reaktora biologicznego. Przewidziano recyrkulację osadu między reaktorem biologicznym a komorami membran 600÷800 %. Między każdą parą sąsiednich zbiorników membran będzie wykonane koryto przelewowe o szerokości 70 cm posadowione na ścianie działowej (łącznie 2 koryta). Każde z koryt będzie wykonane ze spadkiem 0,5 % w kierunku koryta zbiorczego również o szerokości 70 cm. Koryto zbiorcze będzie wykonane ze spadkiem 0,5 % w kierunku części centralnej, gdzie na długości 260 cm będzie wykonane przegłębienie (obniżenie dna o 19 cm). Z przegłębionej części koryta zbiorczego będą wyprowadzone w przejściach szczelnych 4 przewody recyrkulacyjne ze stali kwasoodpornej, biegnące do reaktora biologicznego, 2 przewody Ø 406,0 x 3,0 oraz 2 przewody Ø 306,0 x 3,0. Jedna para przewodów (jeden Ø 406,0 x 3,0 + jeden Ø 306,0 x 3,0) będzie poprowadzona do komory nityfikacji KN 1 a druga para do komory denityfikacji KDN 1. Na odcinku między reaktorem biologicznym a bioreaktorem membranowym, o długości około 230 cm, przewody te będą ocieplone warstwą wełny mineralnej o grubości 8 cm i osłonięte płaszczem ze stali nierdzewnej. W celu możliwości regulacji rozdziału strumienia recyrkulatu między komorę nityfikacji i denityfikacji na początkach rurociągów recyrkulacyjnych w korycie zbiorczym będą zamontowane 4 zasuwy nożowe (2 x DN 400, 2 x DN 300) z przedłużkami umożliwiającymi regulację stopnia zamknięcia zasuwy z pomostu technologicznego.

Dla umożliwienia wykonywania czynności eksploatacyjnych na koronie zbiornika membran będą posadowione pomosty technologiczne z krat RT z barierkami ochronnymi o wysokości 110 cm oraz krawężnikami o wysokości 15 cm. Wejście na pomosty poprzez schody zewnętrzne z krat RT. Pomosty powinny być wykonane z krat RT z chemoodpornych żywic z włóknem szklanym, a nad kanałami w wersji krytej antypoślizgowej.

Oczyszczone ścieki (permeat) gromadzone w zbiorniku permeatu będą odpływały grawitacyjnie rurą DN 400 SDR 17 PE100 połączoną z istniejącym przewodem DN 400 biegnącym do stawu stabilizacyjnego. Rura DN 400 PE będzie wyprowadzona przez ścianę boczną zbiornika permeatu w przejściu szczelnym i dalej będzie poprowadzona po posadzce w pomieszczeniu dmuchaw, przez ścianę zewnętrzną, na zewnątrz poprzez kolano 90° pod powierzchnię terenu gdzie będzie połączona z istniejącym przewodem grawitacyjnym DN 400. W celu bezpiecznego przejścia przez rurę odpływową w pomieszczeniu dmuchaw na wspomnianą rurą zostanie wykonany podest z krat RT ze stopniami po obu stronach podestu. Gromadzone w zbiorniku permeatu ścieki będą wykorzystywane również jako woda technologiczna do płukania prasy, w tym celu zostanie wykonane połączenie rurą DN 110 SDR 17 PE100 z istniejącym rurociągiem DN 110 służący do poboru ścieków oczyszczonych. Rura DN 110 SDR 17 PE100 zostanie wyprowadzona poprzez ścianę boczną zbiornika, stanowiącą zarazem ścianę zewnętrzną, w przejściu szczelnym. Na zewnątrz będzie znajdowało się kolano 90°, poprzez które rura zostanie doprowadzona na poziom istniejącego rurociągu DN 110.

Przewidziano również usuwanie osadu nadmiernego z bioreaktora membranowego. W tym celu będzie wykonane połączenie kolektora tłoczego pomp recyrkulacyjnych z istniejącym przewodem DN 160 do spustu osadu z obecnej komory tlenowej stabilizacji osadu, usytuowanej w reaktorze biologicznym, biegnącym do stacji odwadniania osadu. Połączenie to będzie wykonane przewodem DN 160 SDR 17 PE100. Na odejściu z kolektora tłoczego pomp do przewodu połączeniowego DN 160 PE będzie zamontowana zasuwa nożowa DN 150 z napędem elektromechanicznym. Po wyłączeniu pomp recyrkulacyjnych oraz otwarciu wspomnianej zasuwy DN 150 możliwe będzie odprowadzanie osadu nadmiernego ze wszystkich lub z pojedynczych sekcji membranowych. Połączenie to umożliwi również całkowite opróżnienie danej sekcji w celu jej konserwacji lub czasowego wyłączenia z pracy. Szczegółowe rozmieszczenie urządzeń w pomieszczeniach dolnej kondygnacji oraz trasy instalacji wraz z armaturą wykona dostawca technologii – firma PP-EKO Sp. z o. o., w projekcie wykonawczym. Na tym etapie całość instalacji (urządzenia, rurociągi, armatura itd.) została wyceniona, określone zostało również zapotrzebowanie na energię elektryczną i inne wymagania niezbędne na etapie projektu budowlanego.

Wszystkie rury i kolana na zewnątrz budynku, nie zagłębione na 120 cm należy umieścić w otulinie mrozoodpornej (warstwa wełny mineralne 8 cm) w płaszczyźnie ze stali nierdzewnej. Przejścia przewodów technologicznych przez ściany zewnętrzne zostaną wykonane w rurach osłonowych (oprócz opisanych przewodów poprowadzonych w przejściach szczelnych). W pomieszczeniach technologicznych dolnej kondygnacji będzie również usytuowana automatyczna stacja poboru prób ścieków oczyszczonych RPS24-1BPF11A1A. Próby będą pobierane ze zbiornika permeatu.

W związku z sezonowym charakterem oczyszczalni i związanym z tym znacznym różnicowaniem ilości ścieków w ciągu roku, w okresie po sezonie turystycznym będzie pracowała tylko jedna sekcja membran filtracyjnych. Po zakończeniu sezonu turystycznego trzy wyłączone sekcje będą opróżnione i wyczyszczone. W okresie przestoju membrany filtracyjne będą zalane wodą wodociągową lub przefiltrowanymi ściekami. W celu ochrony przed zamrażaniem w okresie zimowym na wyłączonych sekcjach będą montowane ocieplone, demontowalne pokrywy z laminatu poliestrowo-szklanego (Laminopol).

4.10. Hala dmuchaw (obiekt nr 8)

W istniejącej hali, w której obecnie usytuowane są dmuchawy, urządzenie do mechanicznego odwadniania osadu oraz instalacja PIX zostanie wydzielona hala dmuchaw poprzez bu-

dowę ściany działowej. W ścianie działowej przewidziano wewnętrzną bramę dwuskrzydłową o szerokości 2,1 m i wysokości 2,5 m.

Przewiduje się pozostawienie tylko jednej spośród trzech istniejących dmuchaw. Pozostałe dwie zostaną zdemontowane wraz z obudowami dźwiękochłonnymi i fundamentami. W miejsce dwóch zdemontowanych będą zainstalowane dwie nowe dmuchawy promieniowe S2500-1-L-400 (HST) o większej wydajności. Dmuchawy będą zamontowane bezpośrednio na posadzce (nie są wymagane fundamenty).

Dane techniczne dmuchaw:

Maksymalny wydatek dmuchawy w Nm ³ /h (0 °C, 60 kPa)	2 900 Nm ³ /h, 65 kPa 3 000 Nm ³ /h, 60 kPa
Minimalny wydatek dmuchawy w Nm ³ /h (20 °C, 60 kPa)	1 200 Nm ³ /h
Roboczy spręż dmuchawy	60 kPa
Maksymalny spręż roboczy dmuchawy	65 kPa
Maksymalny spręż dmuchawy	65 kPa
Napięcie zasilania	400 V
Moc zainstalowana napędu	69 kW
Maksymalny poziom hałasu dmuchawy w obudowie	< 70 dB(A)
Sposób regulacji dmuchawy (kierownice V, dyfuzory V, zmienna prędkość obrotowa VSD)	zmienna prędkość obrotowa wału VSD, pełna optymalizacja pracy
Obudowa dźwiękochłonna	HST zintegrowana
Lokalny układ sterowania	VACON – panel falownika NX, zabudowany falownik typu NX
Waga dmuchawy	~ 800 kg

Dostarczone agregaty są zestawami kompletnymi, gotowymi do montażu i pracy.

Zakres dostawy dmuchaw:

Nazwa	Sztuk	Oznaczenie fabryczne
Dmuchawa HST typu S2500-1-L wyposażona w falownik, układ monitorujący pracę i lokalny układ sterowania	2	I – S2500-1-L-400V
Nadrzędny układ sterowania	1	MCU-3
akcesoria:		
Filtr powietrza na wlocie zintegrowany z tłumikiem	2	ITFL
Tłumik zaworu rozruchowego	2	BOS
Tłumik powietrza z układu chłodzenia	2	MCS
Kompensator	2	IFJ
Tłumik powietrza wylotowego z dyfuzorem	2	OCS
Zawór zwrotny	2	BFB

Przewody wlotowe każdej z nowych dmuchaw będą wyprowadzone poprzez kolana do czerpni w zewnętrznej ścianie budynku.

Przewody tłoczne nowych dmuchaw będą włączone do wspólnego kolektora tłoczego $\varnothing$ 406,0 x 3,0 ze stali kwasoodpornej. Obecnie w hali dmuchaw istnieją dwa stalowe kolektory tłoczne, jeden DN 250, drugi DN 200. Po modernizacji pozostanie jeden (dłuższy) kolektor DN 200, który będzie współpracował z istniejącą dmuchawą, a drugi zostanie zdemontowany (tylko odcinek w hali). Nowy oraz istniejący kolektor sprężonego powietrza, tak jak obecnie będą połączone przewodem stalowym $\varnothing$ 206,0 x 3,0 ze stali kwasoodpornej. Ze względu na optymalną prędkość przepływu powietrze do reaktora biologicznego będzie doprowadzane trzema kolektorami, dwoma istniejącymi DN 250 i DN 200 oraz jednym projektowanym $\varnothing$ 256,0 x 3,0 ze stali kwasoodpornej. Na kolektorze $\varnothing$ 406,0 x 3,0 będzie zamontowany trójnik redukcyjny 90°, $\varnothing$ 406,0/256,0 x 3,0. Do odnogi trójnika $\varnothing$ 256,0 będzie przyłączony nowy kolektor $\varnothing$ 256,0 x 3,0, zostanie on poprowadzony na zewnątrz przez ścianę zewnętrzną hali dmuchaw w stalowej rurze osłonowej $\varnothing$ 354,0 x 2,0. Poza halą dmuchaw projektowany kolektor sprężonego powietrza będzie poprowadzony na wspornikach stalowych lub betonowych nad terenem do odległego około 7 m obwałowania istniejącej laguny osadowej, w której będzie zagłębiony i poprowadzony do reaktora biologicznego. Na przelotowym króćcu trójnika będzie zamontowana zwężka symetryczna $\varnothing$ 406,0/256,0 x 3,0, za zwężką zostanie przyłączony jeden z istniejących kolektorów sprężonego powietrza (niższy) DN 250 biegnący na zewnątrz hali dmuchaw.

Drugi koniec kolektora sprężonego powietrza $\varnothing$ 406,0 x 3,0 zostanie zamknięty ślepym kołnierzem.

Pozostawiony istniejący kolektor sprężonego powietrza (wyższy) tak jak obecnie będzie wyprowadzony na zewnątrz hali dmuchaw i dalej będzie biegł do reaktora biologicznego. Jediną zmianą będzie przesunięcie, w stosunku do stanu istniejącego, miejsca połączenia kolektorów w hali dmuchaw. W tym celu istniejący króciec zostanie ucięty, a otwór zaspawany. Nowy króciec zostanie przyspawany w miejscu wskazanym na rysunku technologicznym.

Montaż i demontaż dmuchaw będzie odbywał się przy pomocy wózków widłowych. W hali dmuchaw będzie zastosowana wentylacja mechaniczna. Na dachu będą zamontowane dwa dachowe wentylatory wywiewne CTVB/4-225 z wylotem pionowym (Venture), natomiast w zewnętrznych ścianach bocznych hali będzie wykonanych 6 otworów nawiewnych o wymiarach 200 x 200 mm z kratkami. Otwory będą usytuowane 30 cm na poziomem posadzki. Wentylacja mechaniczna powinna zapewnić 15-18 wymian powietrza w ciągu godziny. Wentylatory będą załączane włącznikami zlokalizowanymi przy wejściu do hali dmuchaw. Dodatkowo można przewidzieć automatyczne załączanie wentylatorów na podstawie sygnału z czujnika temperatury (np. gdy temperatura powietrza w hali przekroczy 25 °C).

Podłoga i ściany hali dmuchaw będą wyłożone płytkami ceramicznymi lub będzie na naniesiona epoksydowa powłoka ochronna.

4.11. Hala mechanicznego odwadniania osadu (obiekt nr 9)

Ze względu na zbyt małą wydajność istniejącej instalacji do mechanicznego odwadniania osadu proponuje się budowę nowej instalacji o większej przepustowości. Istniejąca instalacja jest sprawna i planuje się jej pozostawienie jako rezerwowej. Projektowana instalacja do mechanicznego zagęszczania i odwadniania osadów ściekowych będzie zlokalizowana w istniejącej hali odwadniania osadów na fundamencie z wyprofilowaną wanną z centralnym odwodnieniem DN 250. Wspomniany odpływ z wanny należy połączyć przewodem De 225 PE SDR 41 (o długości około 5 m) z istniejącą kanalizacją odcieków. Przewód De 225 należy poprowadzić pod istniejącą posadzką.

Projektowana instalacja przystosowana będzie do odwadniania osadów w ilości 60 m³/h (600 kg sm/h) przy uwodnieniu początkowym około 99 %.

Osad nadmierny będzie podawany pompą osadową (typ BN 70-6L / A1-C1-C6-F0-A, Seepex) bezpośrednio z instalacji mikrofiltracji (MBR), istniejącym przewodem osadowym DN 160, do zagęszczacza taśmowego DB 1,5 zblokowanego z prasą BS 181 Combi. Na przewodzie tłocznym będzie zainstalowane urządzenie służące do wymieszania osadu z polielektrolitem. Zmieszany z polielektrolitem osad będzie zagęszczany w zagęszczaczu taśmowym zapewniającym zmniejszenie uwodnienia osadu do 94 %. Następnie osad zagęszczony będzie trafiał na prasę taśmową, która zapewni odwodnienie osadu. W praktyce osiąga się odwodnienie niestabilizowanych osadów nadmiernych na prasie do poziomu 80 % uwodnienia. Jednak biorąc pod uwagę specyfikę osadów powstających w różnych miejscowościach faktyczny efekt odwadniania będzie znany po przeprowadzeniu wstępnych testów. Docelowo w letnim sezonie turystycznym osad odwodniony, w ilości 27,4 m³/d (przy założonym uwodnieniu 87 %), będzie trafiał poprzez rynnę zrzutową na przenośnik taśmowy i na przenośnik ślimakowy, który zapewni transport odwodnionego osadu na zewnątrz hali na przyczepę albo na kolejny przenośnik mechaniczny transportujący osad do instalacji termicznego unieszkodliwiania osadu lub do magazynu osadu.

Przewidziano również drugi przenośnik taśmowy do transportu odwodnionego osadu do przenośnika ślimakowego z rezerwowej (istniejącej) instalacji.

Instalacja do odwadniania osadu.

Zaprojektowano kompletną instalację odwadniania osadu na którą składają się:

A. Pompa nadawcy osadu Seepex BN 70-6L / A1-C1-C6-F0-A

Pompa śrubowa o zmiennej wydajności o następujących parametrach:

Wydajność:	40 – 80 m ³ /h
Wysokość ssania lub ciśnienie na dopływie	1 - 2 m słupa wody
Wysokość tłoczenia:	20 m słupa wody
Medium:	osad uwodniony o 0,4 – 0,9 % sm
Króciec ssawny PN 16, DIN 2501	DN 125
Króciec tłoczny PN 16, DIN 2501	DN 125
Obroty wirnika:	
dla 40 m ³ /godz.	186 obr./min
dla 80 m ³ /godz.	362 obr./min

Materiał i wykonanie:

Części obudowy mające kontakt z medium:	żeliwo szare 25
Części wirujące mające kontakt z medium/wirnik	1.4021/1.2436
Stator/ Uszczelnienie przegubu	Perbunan
Szczeliwo dławicowe	włókno naturalne, teflon
Termiczny wyłącznik suchego biegu	
Napęd silnika z przekładnią bezstopniową :	
Moc:	P = 10,9 kW
Częstotliwość:	f = 50Hz
Rodzaj ochrony:	IP 55

Zabezpieczenie przeciwkorozyjne

B. Urządzenie do równomiernego wymieszania roztworu polielektrolitu z osadem, składające się z:

kłapy zwrotnej, DN125, z wyprowadzonym wałem i dźwignią ciężarkową.
Rozdzielacz z podłączeniem na gwint R¹/₂” i 4 odgałęzienia z przewodu

PVC; Pierścień dozowania DN125 z PVC z nawierconymi otworami z umocowanymi zaworkami zwrotnymi z mosiądzu 1/2" .

C. Zagęszczacz osadu typ DB, wielkość 1,5

Do ciągłego zagęszczania osadu. Wykonanie zgodne z obowiązującymi przepisami bezpieczeństwa CE przyjętych w Unii Europejskiej. Składa się głównie z:

Taśm filtracyjnych do wstępnego zagęszczenia kondycjonowanego osadu.

Szykan do przewracania osadu na taśmie

Materiał taśmy: Tkanina poliestrowa

Górna taśma filtracyjna:

Do wstępnego odwodnienia osadu

Szerokość taśmy: B = 1,5m

Długość taśmy: L = 3 m

Rynna zbiorcza - rury V2A

Przewód spryskujący do płukania taśmy filtracyjnej, wyposażony w płaskie dysze strumieniowe i z zabudowanym systemem czyszczącym dysze .

Zintegrowana wanna filtratu, silnikowy napęd taśmy z przekładnią sterowaną częstotliwością.

Wymiary w całości:

(L/B/H): 4150/2227/1400 mm

Ciężar bez napełnienia: ok.1600 kg

Napęd silnikowy z przekładnią z 3 czujnikami temperaturowymi.

Moc: P = 0,75 kW

Napięcie: U = 400 V

Częstotliwość: f = 50 Hz

Prąd znamionowy: IN= 2,8 A

Współczynnik mocy: cos φ = 0,76

Liczba obrotu wału silnika : n = 1400 min-1

Liczba obrotów wału roboczego: n =5-27 min-1

Rodzaj ochrony: IP 65

Czołowe doprowadzenie przewodów osadu: DN 150

Odprowadzenie filtratu: DN 200

Obudowa ze stali o wysokiej jakości z otworami kontrolnymi.

Zawór magnetyczny do wprowadzenia filtratu jako wody płuczającej do listwy z dyszami spryskującymi, o cząsteczkach <5 μm (bez przewodu doprowadzającego filtrat).

Podpory z elementami mocującymi, oraz wszystkie wymagane części (łożyska, węże gumowe, uszczelnienia, drobne części itd.).

Zabezpieczenie przed korozją:

Całe urządzenie i wyposażenie ze stali grupy V2A wytrawiane w pełnej kąpie-
li.

Napędy: podkład z lakieru z żywic sztucznych, kombinowany nitrolakier RAL 5015, 130 μm . Pozostałe części (rolki, węże itd.) z materiału odpornego na korozję.

D. Prasa taśmowa HUBER typ BS 181 do ciągłego odwadniania osadu.

Jednostopniowa regulowana strefa wysokoefektywnego wstępnego odwadniania z zabudowanymi płytkami do rozgarniania poziomej warstwy osadu (tzw. szykany). Strefa łukowa z rosnącym naciskiem prasy. Strefa ścinająco-tłocząca z 12 walcami o malejących średnicach, opasanych obydwoma taśmami z osadem zawartym między nimi i mająca kąt opasania nie mniejszy niż 180 stopni. Pierwszy wykonany jest z otworami na powierzchni do szybkiego odprowadzenia filtratu. Napięcie taśmy regulowane pneumatycznie. Oprzyrządowanie do płukania taśm ze stali nierdzewnej z wymiennalnymi dyszami i szczotkami czyszczącymi. Prędkość przesuwu taśmy płynnie regulowana poprzez gumowane wałki napędowe. Do usuwania placka osadu z górnej i dolnej taśmy służą odchylane skrobaki. Podparcie wałków na łożyskach baryłkowe, w obudowach szczelnych ze smarowniczkami umieszczonymi na pokrywie obudowy. Automatyczna kontrola biegu taśmy z wyłącznikiem asymetrycznego biegu, oddzielnie dla taśmy górnej i dla taśmy dolnej. Automatyczny układ kontrolujący – zabezpieczający przed zerwaniem lub przeciążeniem taśmy wyposażony w czujniki w otocze gazoszczelnej. Konstrukcja nośna (rama) otwarta zbudowana z profili ocynowanych ogniowo.

Zabezpieczenie przed korozją: Wszystkie części urządzenia mające kontakt z osadem wykonane z nierdzewnej stali 1.4301/1.4541 (lub równoważnej), wytrawiane chemicznie zanurzeniowo. Ramy ocynkowane ogniowo.

Napędy: podkład z lakieru z żywic sztucznych, kombinowany nitrolakier RAL 5015, 130 μm . Pozostałe części (rolki, węże itd.) z materiału odpornego na korozję

Wymiary : 4537X2679x1920

Ciężar bez napełnienia: ok.6 t

Bezpośredni napęd silnikowy z przekładnią i z 3 czujnikami temperaturowymi.

Moc: P = 2,2 kW

Napięcie: U = 400 V

Częstotliwość: f = 50 Hz

Prąd znamionowy: IN = 5,1 A

Współczynnik mocy: $\cos \varphi = 0,76$

Liczba obrotu wału silnika : n = 1400 min⁻¹

Liczba obrotów wału roboczego: n = 2,5 – 10 min⁻¹

Producent: Danfoss-Bauer

Rodzaj ochrony: IP 65

Czołowe doprowadzenie przewodów osadu: DN 100

Odprowadzenie filtratu: DN 150

Podpory z elementami mocującymi, oraz wszystkie wymagane części (łożyska, węże gumowe, uszczelnienia, drobne części itd.).

Rysunek zabudowy, instrukcja eksploatacji prasy taśmowej odwadniającej typu BS HUBER, z instrukcją eksploatacji i konserwacji dla wszystkich należących do dostawy agregatów.

E. Sprężarka pneumatycznego układu napinania taśmy i instalacji sterowania

Przenośny kompresor do wytwarzania sprężonego powietrza oraz regulacji pneumatycznej.

Typ	kompresor tłokowy
Wydajność:	Q = 200 l/min
Maks. ciśnienie:	p = 10 bar
Pojemność zbiornika:	V = 24 l
Moc przy 400 V AC:	P = 1.1 kW
Zabezpieczenie:	IP 54

F. Pompa wody płuczacej

jako pompa do podwyższenia ciśnienia w przewodzie zasilania dysz spryskujących taśmę.

Gwarantuje płukanie taśm pod niezbędnym ciśnieniem

Producent:	KSB
Wydajność:	13,2 m³/h
Wysokość tłoczenia:	72 m SW
Medium tłoczenia:	woda technologiczna
Króciec ssawny PN 16, DIN 2501:	DN 50
Króciec tłoczny PN 16, DIN 2501:	DN 50
Materiał i wykonanie:	
Części obudowy:	
Wał:	1.4021.05
Wirnik:	1.4301
Pozostałe:	GG 25
Termiczny wyłącznik suchego biegu	
Napęd silnikowy z przekładnią bezstopniową :	
Moc:	P = 5,5 kW
Napięcie:	U = 400 V
Częstotliwość:	f = 50 Hz
Rodzaj ochrony:	IP 55
Ciężar.:	około.61 kg

Automatyka włączania i wyłączania kompresora w zależności od ciśnienia łącznie z bezskokowo nastawnym zaworem stabilizacji ciśnienia i manometrem. Sterowanie ujęte w standardowym wyposażeniu instalacji elektrycznej i automatycznego sterowania

G. Poprzeczne belki nośne do transportu BS 181

H. Pompa koncentratu flokulantu pionowa

Pompa mimośrodowa w wykonaniu pionowym do poboru płynnego koncentratu polielektrolitu z pojemnika i tłoczenia do stacji przygotowania flokulantu, przystosowana do bezpośredniego zamocowania jej na pojemniku z koncentratem.

Producent	Seepex
Typ	006-12 MDF
Ilość tłoczenia	34 l/h

Wysokość ssania lub ciśnienie na dopływie	1 - 2 m s.w.
Wysokość tłoczenia	20 m s.w.
Medium tłoczenia	koncentrat polielektrolitu
Króciec ssawny	dla zatyczki 2"
Króciec tłoczny	G 1"
Liczba obrotów ok.	212 min ⁻¹

Materiał i wykonanie:

Części obudowy mające kontakt z medium	RCH 1000
Części wirujące mające kontakt z medium	1.4571
Stator / uszczelnienie przegubu - GLRD	elastyczne tworzywo sztuczne Viton lub NBR
Uszczelnienie wału	GLRD

Napęd silnikowy z przekładnią:

Moc:	P = 0,25 kW
Napięcie:	U = 400 V
Częstotliwość:	f = 50 Hz
Rodzaj ochrony	IP 55
Ciężar:	ok. 18 kg

Zabezpieczenie przeciwkorozyjne: fosforat cynku, żywica syntetyczna, farba nawierzchniowa RAL 5013. Zabezpieczenie przed korozją - warstwa cynkowa, farba RAL 5013.

I. Przepływomierz indukcyjny roztworu flokulanta dn 25

do pomiaru ilości dozowanego roztworu polielektrolitu, połączenie kołnierzowe, do zabudowy na przewodzie roztworu polielektrolitu.

Typ:	Promag 10W
Rodzaj ochrony:	IP 67
Przewód pomiarowy:	DN 25
Wykładzina rury pomiarowej:	poliuretan
Elektrody wykonane z materiału:	1.4435
Napięcie sterowania:	24 VDC
Wersja:	kompaktowa z przetwornikiem i wyświetlaczem
Wyjście:	4-20 mA + impulsowe

J. Pompa dozowania roztworu polielektrolitu

Pompa mimośrodowa do dozowania roztworu polielektrolitu w celu kondycjonowania osadu, ze sterowaniem falownikiem. Producent Seepex 1-6LBN

K. Trójkomorowa stacja przygotowania flokulantu, 3 ATF1000.

Zbiornik prostokątny, wersja automatyczna.

Stacja do przygotowania flokulantu (polielektrolitu) z polielektrolitu w proszku lub koncentratu (emulsji). Przystosowana do poboru max. 1.000 l/h 0,5 % roztworu podstawowego o dokładnym stężeniu, w pełni dojrzałym i czynnym flokulantem, składa się z

trzykomorowego zbiornika prostokątnego z twardego polipropylenu (komory zaprawy, dojrzewania i poboru).

Zdolność produkcyjna 1.000 l (objętość użytkowa)

Stężenie roztworu max. 0,5 %

Wymiary:

Długość x szerokość x wysokość: 2.420 x 950 x 1266 (mm)

Ciężar netto: ok. 400 kg

Stacja jest wyposażona w 3 otwory kontrolne z przykrywą, podłączenia do przelewu, spustu i poboru, 1 zawór spustowy DN 50, 2 elektryczne mieszadła (wały i mieszadło z nierdzewnej stali 1.4571), 3 sondy sterownicze do pomiaru poziomu: w komorze poboru (min./ max, zabezpieczenie przed przelewem), aparaturę wodną R $\frac{3}{4}$ " z połączeniem gwintowym, zawór odcinający, zawór redukcyjny z filtrem i manometrem, zawór magnetyczny (24 V-prąd stały), przepływomierz na doprowadzeniu wody (250-2.500l/h – pływak magnetyczny ze stali nierdzewnej i styk do sygnalizacji zakłócenia z powodu niewystarczającego dopływu wody, powodujący przerwanie procesu dozowania), kompletną instalację elektryczną zakończoną w skrzynce zaciskowej.

L. Aparatura dodatkowego rozcieńczania roztworu flokulantu

w celu wymieszania roztworu podstawowego flokulantu z wodą do otrzymania potrzebnego niższego stężenia roztworu, składająca się z instalacji wodnej z gwintem wewnętrznym R 1", zaworu odcinającego, łapacza zanieczyszczeń, reduktora ciśnienia, manometru, przepływomierza pływakowego ze stożkiem pomiarowym ze stali nierdzewnej, połączenia z PVC.

Statyczny mieszacz przewodowy z PVC, wejście polielektrolitu DN 32, wyjście dla mieszaniny DN 40 PVC

Kompletna zabudowa wszystkich części na tablicy ze stali szlachetnej, przygotowanej do powieszenia na ścianie.

Przepływ : ok. 600 – 6000 l/h

Wymiary (wys. x szer.): ok. 1.100 x 600 (mm)

Opisana powyżej instalacja do zagęszczania i odwadniania osadu będzie pracowała w cyklu automatycznym. Awaria któregoś z podzespołów będzie sygnalizowana w sterowni głównej, a poważniejsza awaria spowoduje automatyczne wyłączenie całej instalacji.

Zastosowanie układu urządzeń o powyższych parametrach pozwoli na realizację mechanicznego odwadniania docelowej dobowej ilości osadu nadmiernego w sezonie letnim w ciągu 6 godzin (jednej zmiany dziennej).

4.12. Instalacja termicznej utylizacji osadu (obiekt nr 10)

Odwodniony osad będzie transportowany mechanicznie do instalacji mineralizacji osadów, a w okresie kiedy ilość powstających osadów będzie przekraczała nominalną wydajność instalacji, osady będą transportowane do projektowanego magazynu osadu.

Do utylizacji powstających w oczyszczalni osadów ściekowych przewidziano instalację będącą autorskim rozwiązaniem firmy „MINERAL-KAT”®, na bazie techniki quasi-pirolizy niskotemperaturowej - zgazowania i wytłewania z oczyszczaniem gazów poreakcyjnych katalitycznie i adsorpcyjnie z odzyskiem ciepła poreakcyjnego. Jest to technologia nie oparta o płomieniowe techniki utylizacyjne, nie wytwarzająca dodatkowych związków odpadowych, jak: NO_x, dioksyny, furany, CO, metan i innych. Maksymalna temperatura procesu wynosi nie więcej niż 525 °C. Technologia ta powoduje przeciętnie:

- zmniejszenie objętości osadu - 9 – 20 krotne,
- zmniejszenie masy osadu - 10 – 100 krotne,
- całkowite odwodnienie osadu,
- całkowite zdezodoryzowanie osadu,
- całkowite utlenienie związków organicznych do H_2O i CO_2 , w tym wszystkich bakterii i wirusów.

Ze względu na duże wahania sezonowe instalację mineralizacji osadów zaprojektowano na przepustowość 6,5 t/d, co odpowiada średniej rocznej ilości powstających osadów. W sezonie turystycznym nadmiar osadów (dobowa ilość przekraczająca nominalną wydajność instalacji) będzie w magazynie osadu. Natomiast w okresie po sezonie turystycznym, kiedy ilość powstających osadów będzie mniejsza od nominalnej wydajności instalacji do mineralizacji, osady z magazynu będą mineralizowane łącznie z aktualnie powstającymi osadami.

Instalacja będzie posiadała rezerwę wydajności pozwalającą na jednoczesną mineralizację skratek i substancji tłuszczowych, oddzielanych w zblokowanym urządzeniu do mechanicznego oczyszczania ścieków.

Ponadto instalacja zapewnia odzysk około 90 kW energii w postaci gorącej wody, która może być wykorzystana do ogrzewania obiektów oczyszczalni.

Wymiary instalacji z obrysem obsługowym wyniosą: długość 12,0 m, szerokość 8,0 m, wysokość 7,5 m. Wymiary emitora instalacji: średnica wewnętrzna 500 mm, wysokość 14 m. Ilość oczyszczonych gazów poreakcyjnych emitowanych przez emitor wyniesie 7000 m³/h o temperaturze 50 °C.

Całość instalacji będzie posadowiona na wylewce betonowej o grubości 40 cm i obudowana w formie wiaty. Projekt wykonawczy instalacji opracuje dostawca technologii – firma „MINERAL-KAT”®. Firma oferuje również wykonanie instalacji „pod klucz”.

4.13. Biofiltr – obiekt nr 11

Powietrze odsysane z magazynu osadu będzie oczyszczane w instalacji, której podstawę stanowi kontenerowy biofiltr ustawiony na żelbetowej płycie fundamentowej o wymiarach 8,5 x 10,5 m.

Do instalacji będzie doprowadzona woda wodociągowa (przyłącze DN 15 PE z zaworem kulowym DN 15), w celu nawilżania powietrza. Wody odciekowe z instalacji będą odprowadzane przewodem DN 75 PE do istniejącej kanalizacji ściekowej.

4.14. Magazyn osadu (obiekt nr 13)

Proponuje się budowę magazynu osadu jako żelbetowego zbiornika o wymiarach wewnętrznych w planie 49 x 20 m oraz wysokości całkowitej 4 m. Zbiornik będzie podzielony poprzecznymi przegrodami żelbetowymi na trzy równe sekcje o wymiarach wewnętrznych w planie 20,0 x 16,1 m. Każda sekcja będzie posiadała hermetyczną bramę wjazdową o szerokości 3 m i wysokości 3,5 m, co umożliwi wjazd pojazdów załadowczych oraz transportowych. Całość będzie zadaszona hermetyczną konstrukcją z laminatu poliestrowo-szklanego.

Maksymalna wysokość warstwy osadu składowanego w magazynie będzie wynosiła 2,0 m. Natomiast całkowita wysokość 4,0 m wynika z zapewnienia wjazdu i operowania sprzętem załadowczym wewnątrz magazynu.

Ze względu na brak wcześniejszej stabilizacji magazynowanego osadu w czasie magazynowania będą powstawały odcieki oraz będą wydzielane odory. Przewiduje się uformowanie

posadzki w magazynie ze spadkiem 1 % w elementach odwadniających podłączonych do istniejącej kanalizacji ściekowej. Powietrze z magazynu będzie w sposób ciągły odciągane i oczyszczane w instalacji biologicznego oczyszczania powietrza – tzw. biofiltrze.

Można również rozważyć transport osadu do i z magazynu wyłącznie przy pomocy transporterów mechanicznych (przenośników ślimakowych i taśmowych).

5. WYTYCZNE DLA BRANŻ

5.1. Branża konstrukcyjna

Zblokowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków (obiekt nr 1)

Zaprojektować komorę prostokątną o wymiarach 3,05 m x 15,6 m i głębokości 3,65 m zgodnie z rysunkiem technologicznym. Górna krawędź powinna znajdować się 30cm powyżej terenu (1,30m npm). Wzdłuż komory na jej dnie znajdować się będzie rowek odwadniający o szerokości 40cm z okrągłym zagłębieniem Ø60x60.

Z komorze należy przewidzieć otwory o średnicy Ø550, Ø500, Ø300, Ø200, Ø150 i Ø60 na przejścia szczelne zgodnie z rysunkiem technologicznym

Na koronie powinien znajdować się pomost technologiczny o szerokości 80cm z wejściem poprzez jeden stopień. Komora będzie przykryta pokrywą z laminatu z otworem włazowym 0,7x0,7 m i dwoma otworami rewizyjnymi 1,0x0,9 m w końcowej części komory oraz przy pomoście technologicznym.

Komora pomiarowa (obiekt nr 3)

Zaprojektować konstrukcję komory pomiarowej z uwzględnieniem możliwości zamontowania włazu rewizyjnego typu lekkiego w stropie komory, drabinki żłazowej oraz przejść szczelnych przewodów kanalizacyjnych (średnice otworów 273 mm), wentylacyjnych (średnice otworów 150 mm) oraz elektrycznych wg rysunków technologicznych.

Reaktor biologiczny (obiekt nr 6)

Zaprojektować ścianki działowe w zewnętrznym i wewnętrznym pierścieniu istniejącego reaktora biologicznego według rysunków technologicznych. W projektowanych ścianach przewidzieć otwory i przejścia przewodów jak na rysunkach technologicznych.

Bioreaktor membranowy MBR (obiekt nr 7)

Zaprojektować budynek według rysunków technologicznych, którego górną kondygnację stanowić będzie zbiornik o wymiarach 14400 cm x 1040 cm i głębokości 315 cm, a dolną pomieszczenia techniczne o wysokości 350 cm.

Górny zbiornik podzielony będzie 3 ściankami na 4 sekcje. W górnej części dwóch ścianek znajdować się będzie koryto odpływowe o szerokości 70 cm i głębokości w najwyższym punkcie 25 cm, ze spadkiem 0,5%. Koryta te będą połączone korytem zbiorczym usytuowanym przy ścianie zbiornika z przegłębieniem w środkowej jego części na długości 260 cm i głębokości 19 cm. Ścianki działowe i ścianki koryt powinny dodatkowo przenosić obciążenie zawieszonych membran:

- przy opróżnionym zbiorniku: 700 kg na każdą z 4 podpór membrany oraz
- przy napowietrzaniu: –150 kg (skierowane ku górze) na każdą z 4 podpór membrany.

W każdej sekcji znajdują się będą 4 membrany, a sekcje mogą być naprzemiennie napowietrzane i opróżniane.

Na koronie zbiornika i ścianek działowych znajdować się będzie pomost technologiczny szerokości 80 cm z wejściem schodami zewnętrznymi podzielonymi na 3 biegi. Pomosty powinny posiadać barierkę ochronną wysokości 110 cm i być wykonane z krat RT z chemoodpornych żywic z włóknem szklanym, a nad kanałami w wersji krytej antypoślizgowej. Zbiornik będzie przykryty demontowanymi modułami z ocieplonego laminatu poliestrowo-szklanego.

Na dolnej kondygnacji jedno z pomieszczeń stanowić będzie zbiornik filtratu o wymiarach 650 cm x 200 cm z otworem rewizyjnym 80 cm x 80cm i drabiną ze stali kwasoodpornej. W pomieszczeniu do obsługi reaktora należy przewidzieć podest z krat RT o szerokości 290cm, ponad rurą odprowadzającą filtrat, z jednym stopniem na stronę. W pomieszczeniach reagentów należy przewidzieć odwodnienie liniowe.

Zgodnie z rysunkiem technologicznym należy w budynku przewidzieć otwory:

- na przejścia szczelne o średnicy otworu: Ø200, Ø400, Ø500,
- na rury osłonowe przejść rurociągów: Ø350, Ø450, Ø500
- na wentylację mechaniczną i grawitacyjną: Ø125, Ø300, Ø450, Ø600

Beton konstrukcji zbiornika reaktora MBR powinien być odpowiednio zabezpieczony (powłoki ochronne) na działanie:

- wolnego chloru w stężeniu do 100 mg/l
- okresowego obniżenia pH ścieków do 4

Hala dmuchaw (obiekt nr 8)

W istniejącej hali, w której obecnie usytuowane są dmuchawy, urządzenie do mechanicznego odwadniania osadu oraz instalacja PIX zaprojektować ścianę działową wydzielającą halę dmuchaw. W ścianie działowej należy przewidzieć otwór do montażu bramy dwuskrzydłowej o szerokości 2,0 m i wysokości 2,5 m.

Hala mechanicznego odwadniania osadu (obiekt nr 9)

Zaprojektować według rysunków technologicznych fundament pod zblokowane urządzenie do mechanicznego odwadniania osadu BS 181 DB 1,5. Masa całkowita pustego urządzenia 7.500 kg, masa urządzenia w czasie pracy około 10.000 kg.

5.2. Branża elektryczna

Zaprojektować zasilanie w energię elektryczną następujących obiektów:

Zblokowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków - obiekt nr 1

a) Sito

- typ Ro2/1000/2, prod. Huber,
- ilość, n = 1 szt.
- moc silnika, P = 2,0 kW,
- napięcie zasilania 400V,

b) Piaskownik - transporter poziomy

- ilość, n = 1 szt.

- moc silnika, $P = 0,55 \text{ kW}$,
 - napięcie zasilania 400V ,
- c) Grzałka transportera ukośnego sita
- ilość, $n = 1$
 - moc grzałki, $P = 5,5 \text{ kW}$,
 - napięcie zasilania 400V

- d) Zgarniacz tłuszczu
- ilość, $n = 1 \text{ szt.}$
 - moc silnika, $P = 0,12 \text{ kW}$,

- e) Pompa tłuszczu
- ilość, $n = 1 \text{ szt.}$
 - moc silnika, $P = 1,35 \text{ kW}$,

- f) Kompresor
- typ Rietschle PICO DLT 40,
 - ilość, $n = 1 \text{ szt.}$
 - moc silnika, $P = 1,5 \text{ kW}$,

- g) Pompa pulpy piaskowej
- ilość, $n = 1 \text{ szt.}$
 - moc silnika, $P = 3 \text{ kW}$,
 - napięcie zasilania 400V ,

Sterowanie:

Urządzenie będzie dostarczone wraz z własną szafą zasilającą– sterowniczą o parametrach:

- Zgodna z normami UVV i VDH wykonany przez RITAL lub równoważny
- Typ ochrony IP 55,
- Szafa ze stali nierdzewnej,
- Wymiary szafy $B \times H \times T = 760 \times 760 \times 210 \text{ mm}$,
- Szafa wyposażona we wszystkie elementy wymagane do automatycznej pracy instalacji:
 - sterownikiem Siemens S7/200 oraz z panelem TD-200,
 - sygnałami pracy i awarii,
 - przyciskiem kasowania,
 - wyłącznikiem silnika,
 - zabezpieczeniami,
 - wyłącznikiem głównym,
 - automat. zabezpieczeniem przeciążeniowym,
 - licznikiem godzin pracy,
 - zegarem sterującym.
- W celu ochrony przed kondensacją, zabudowano w szafie sterowniczej ogrzewanie wraz z termostatem.
- Wykonanie urządzenia w wersji ogrzewanej:
Izolacja termiczna z wełny mineralnej osłonięta płaszczem ze stali nierdzewnej. Wewnątrz izolacji znajdują się przewody grzewcze. Ogrzewanie sterowane jest za pomocą termostatu zainstalowanego w szafce sterowniczej, sprzężonego z czujnikiem temperatury. Ogrzewanie uruchamiane jest automatycznie, gdy temperatura otoczenia obniży

się poniżej wartości zadanej przez użytkownika. Ogrzewanie zabezpiecza urządzenie przed zamarzaniem przy temperaturach do -25 C.

Pompownia główna - obiekt nr 2

a) Płuczka piasku – napęd mieszadła

- typ: Rosf4 BG11, prod. Huber,
- ilość, n = 1 szt.
- moc silnika, P =0,55 kW,
- napięcie zasilania 400V,

b) Płuczka piasku – napęd transportera ślimakowego

- ilość, n = 1 szt.
- moc silnika, P =1,1 kW,
- napięcie zasilania 400V,

Płuczka piasku będzie dostarczona z własną szafą sterowniczą.

c) Automatyczna stacja poboru prób

- typ: ASP-Station 2000 RPS24, prod. E + H,
- ilość, n = 1 szt.
- Możliwość poboru próbki proporcjonalnie do: czasu, przepływu, ilości lub sterowany zdalnym.
- Wejścia: 2 x cyfrowe, 1x analogowe 0/4-20mA.
- Wyjście: 2x cyfrowe.
- Zasilanie: 230VAC 50Hz + układu chłodzącego + ogrzewania,
- Sterownik: 7x programów użytkownika,
- Wyposażenie elektryczne: wersja podstawowa,
- Sterowanie na podstawie sygnału z sondy poziomu oraz czasu pracy pomp.

d) Pompy ściekowe

- typ: U6A60S-B/FM, prod. GORMAN-RUPP
- ilość, n = 2 szt.
- moc silnika, P =37 kW,
- napięcie zasilania 400V,

e) Ultradźwiękowa sonda poziomu

- typ: Prosonic T FMU231E
- ilość, n = 1 szt.
- Zasilanie; wyjście: 2-przew.; 4-20mA,
- Obudowa; wprowadzenie kabla: PBT IP67; dławik M20

Do zasilania sondy: Transmitter supply RN221N

Do współpracy z przetwornikami dwuprzewodowymi.

Wejście: 4..20 mA. Wyjście: 4..20mA

Dwukierunkowa komunikacja zgodna z protokołem HART.

Do zabudowy na szynie 35mm. Szerokość 22,5mm.

Stopień ochrony IP20. SIL. Dopuszczenia: dla stref niezagrożonych wybuchem.

Zasilanie: funkcje diagnostyczne: 20-250VDC/AC;

Sterowanie pracą pomp:

- automatyczne; sygnał sterujący z ultradźwiękowej sondy poziomu,
- ręczne – wyłącznik lokalny załącz/wyłącz,
- zabezpieczenie przeciążeniowe,
- sygnalizacja stanu pracy i awarii,
- sygnalizacja akustyczna i wizualna o przekroczeniu maksymalnego dopuszczalnego poziomu ścieków na podstawie sygnału z ultradźwiękowej sondy poziomu oraz dodatkowo z wyłącznika pływakowego zastosowanego jako urządzenie rezerwowe w przypadku awarii sondy ultradźwiękowej,
- sygnalizacja akustyczna i wizualna o spadku poziomu ścieków poniżej założonego minimalnego i braku wyłączenia się pompy.

Harmonogram sterowania:

Przy określonym maksymalnym poziomie ścieków w komorze czerpnej nastąpi załączenie pompy a jej wyłączenie nastąpi przy minimalnym określonym poziomie ścieków. Ponadto jeżeli poziom ścieków przekroczy o 5 – 10 cm poziom maksymalny nastąpi załączenie alarmowej sygnalizacji akustycznej i wizualnej. Załączenie alarmowej sygnalizacji akustycznej i wizualnej nastąpi również gdy poziom ścieków spadnie o 5 – 10 cm poniżej poziomu minimalnego i pompa nie zostanie wyłączona automatycznie.

Komora pomiarowa - obiekt nr 3

Przepływomierze:

- typ Promag 10W2H, DN200 8" , prod. E+H,
- ilość, n = 2 szt.
- Obudowa: obiektowa aluminiowa, IP67 NEMA4X
- 2 przewody dla wersji rozdzielnej: 10m przewód sygnałowy i zasilający
- Wprowadzenie kabla: dławik M20
- Zasilanie; wskaźnik: 85-250VAC; bez wskaźnika, konfiguracja zdalna
- Funkcje oprogramowania: wersja podstawowa
- Wyjście: 4-20 mA HART + impulsowe pasywne.

Przepływomierze będą zamontowane w wersji rozdzielczej, czujniki będą zainstalowane na rurociągach w komorze pomiarowej, a przetworniki sygnału w pomieszczeniu sterowni oddalonej o około 7 m od komory pomiarowej.

Zbiornik uśredniający (w okresie przebudowy SBR) - obiekt nr 4

a) Mieszadła zatapialne

- typ RW 4033, prod. ABS,
- ilość, n = 3 szt.
- moc silnika mieszadła, P = 4,0 kW,
- napięcie zasilania 400V,

Sterowanie:

- ręczne miejscowe załącz/wyłącz (przy urządzeniu) z niezależnym wyłączaniem przy osiągnięciu minimalnego poziomu ścieków w zbiorniku, na podstawie sygnału z ultradźwiękowej sondy poziomu,
- zabezpieczenie przeciążeniowe,

- zdalne z pomieszczenia pompowni pośredniej,
 - sygnalizacja stanu pracy i awarii.
- b) Ultradźwiękowa sonda poziomu
- typ Prosonic T FMU231E, prod. E + H,
 - ilość, n = 1 szt.
 - Dopuszczenia: dla stref niezagrożonych wybuchem
 - Zasilanie; wyjście: 2-przew.; 4-20 mA
 - Obudowa; wprowadzenie kabla: PBT IP67; dławik M20
 - Wyświetlacz: 4-znakowy, LCD.

Do zasilania sondy: Transmitter supply RN221N

Do współpracy z przetwornikami dwuprzewodowymi.

Wejście: 4..20 mA. Wyjście: 4..20mA

Dwukierunkowa komunikacja zgodna z protokołem HART.

Do zabudowy na szynie 35mm. Szerokość 22,5mm.

Stopień ochrony IP20. SIL. Dopuszczenia: dla stref niezagrożonych wybuchem.

Zasilanie: funkcje diagnostyczne: 20-250VDC/AC

W okresie przebudowy oczyszczalni zbiornik uśredniający będzie pracował jako sekwencyjny reaktor biologiczny SBR. W związku z tym w tym okresie będą pracowały dodatkowo:

c) pływające aeratory powierzchniowe

- typ AERS-AS 2200-24, prod. H2O,
- ilość, n = 4 szt.
- moc silnika, P = 22 kW,
- napięcie zasilania 400V,

Sterowanie:

- ręczne miejscowe załącz/wyłącz w pomieszczeniu pompowni pośredniej,
- automatyczne przy pomocy programatora czasowego,
- praca 2 aeratorów będzie sterowana (załącz/wyłącz) na podstawie sygnału z tlenomierza,
- zabezpieczenie przeciążeniowe,
- sygnalizacja stanu pracy i awarii.

d) Tlenomierz (przetwornik sygnału)

- Typ SC100, prod. Hach-Lange,
- ilość, n = 1 szt.
- napięcie zasilania 230 V
- Wejścia: 2 x czujniki cyfrowe sc
- Wyjścia: 2 x 0/4...20 mA
- Przekazniki: 3 przełączniki, możliwość dowolnego programowania dla alarmu
- Ochrona IP 66
- Wymiary (szer. x wys. x głęb.) 144 x 144 x 150 mm

e) Elektromechaniczny napęd zasuwy spustowej DN 300

- typ Auma Matic SAR 10.1, prod. AUMA,
- ilość, n = 1 szt.,

- maksymalny pobór prądu 5 A.
- moc silnika, $P = 1,5 \text{ kW}$,
- napięcie zasilania $3 \times 400\text{V}$

Sterowanie:

- ręczne miejscowe załącz/wyłącz w pomieszczeniu pompowni pośredniej,
- automatyczne przy pomocy programatora czasowego,
- zabezpieczenie przeciążeniowe,
- oprócz zasilania napędu zasuwy $3 \times 400 \text{ V}$, należy doprowadzić dodatkowe zasilanie stałe 1- fazowe do zasilania wewnętrznej grzałki przeciwkondensacyjnej (4 W),
- uzwojenia silnika napędu wyposażone jest w wyłączniki termiczne. Obwody tych zabezpieczeń muszą być wykorzystane do awaryjnego wyłączenia napędu,
- sygnalizacja stanu pracy i awarii,
- wskazanie stanu otwarcia/zamknięcia zasuwy.

Ponadto pozostaje istniejący obwód zasilający napędu pomostu poruszającego się po koronie zbiornika.

Szafa zasilająco-sterownicza wszystkich urządzeń zamontowanych w zbiorniku uśredniającym będzie zainstalowana w pomieszczeniu pompowni pośredniej.

Pompownia pośrednia - obiekt nr 5

a) Pompy ściekowe

- typ: T4A3S-B/FM, prod. GORMAN-RUPP
- ilość, $n = 3 \text{ szt.}$
- moc silnika, $P = 5,5 \text{ kW}$,
- napięcie zasilania 400V ,
- obroty silników będą regulowane przetwornicą częstotliwości (falownikiem).

Sterowanie:

- ręczne miejscowe załącz/wyłącz z niezależnym wyłączaniem przy osiągnięciu minimalnego poziomu ścieków w zbiorniku, na podstawie sygnału z ultradźwiękowej sondy poziomu,
- zabezpieczenie przeciążeniowe,
- sygnalizacja stanu pracy i awarii.

Opis sterowania pracą pomp i mieszadeł w zbiorniku uśredniającym

Praca pomp będzie kontrolowana, poprzez przetwornicę częstotliwości, sygnałem sterującym z ultradźwiękowej sondy poziomu w zbiorniku uśredniającym. Do systemu będzie wprowadzona wartość minimalnego poziomu ścieków w zbiorniku, przy którym będzie następowało automatyczne wyłączenie się mieszadeł oraz inna wartość przy której nastąpi automatyczne wyłączenie pomp. Wprowadzana będzie również wartość maksymalnego poziomu ścieków w zbiorniku - poziom alarmowy. W zakresie dopuszczalnych poziomów ścieków w zbiorniku pompy będą pracowały ze stałą wydajnością $300 \text{ m}^3/\text{h}$. W przypadku zbliżania się zwierciadła ścieków do poziomu minimalnego pompy będą stopniowo zmniejszały swoją wydajność. Natomiast w przypadku zbliżania się zwierciadła ścieków do poziomu maksymalnego pompy będą stopniowo zwiększały swoją wydajność.

Operator będzie miał możliwość edycji wartości poziomów granicznych. Wydajność zespołu pomp może ulegać płynnej zmianie przy charakterystyce wyznaczonej na podstawie określonego harmonogramu zmiany wydajności. Przy maksymalnym poziomie ścieków w zbiorniku oprócz przestawienia pracy pomp na maksymalną wydajność nastąpi powiadomienie obsługi sygnałem akustycznym i wizualnym.

b) Przepływomierze

- typ Promag 10W2H, DN200 8" , prod. E+H,
- ilość, n = 2 szt.
- Obudowa: obiektowa aluminiowa, IP67 NEMA4X
- 2 przewody dla wersji rozdzielnej: 10m przewód sygnałowy i zasilający
- Wprowadzenie kabla: dławik M20
- Zasilanie; wskaźnik: 85-250VAC; bez wskaźnika, konfiguracja zdalna
- Funkcje oprogramowania: wersja podstawowa
- Wyjście: 4-20 mA HART + impulsowe pasywne.

Przepływomierze będą zamontowane w wersji rozdzielczej, czujniki będą zainstalowane na rurociągach tłocznych, a przetworniki sygnału poniżej rurociągów, na ścianie na wysokości wzroku obsługi.

Reaktor biologiczny – obiekt nr 6

a) Mieszadła zatapialne

- typ RW 3034, prod. ABS,
- ilość, n = 7 szt.,
- moc silnika mieszadła, P = 4,1 kW ,
- napięcie zasilania 400V.

Sterowanie:

- ręczne miejscowe (przy urządzeniu) i w pomieszczeniu pompowni pośredniej,
- sygnalizacja stanu pracy i awarii.

b) Mieszadło pompujące

- typ RCP 2534, prod. ABS,
- ilość, n = 1 szt.
- moc silnika, P = 2,8 kW,
- napięcie zasilania 400V,
- obroty silnika mieszadła będą regulowane przetwornicą częstotliwości.

Sterowanie:

- automatyczne na podstawie sygnału z miernika redox w komorze beztlenowej, alternatywnie na podstawie sygnału z przepływomierza w pompowni pośredniej,
- ręczne w pomieszczeniu pompowni pośredniej,
- miejscowe przy urządzeniu – załącz-wyłącz,
- sygnalizacja stanu pracy i awarii.

c) Pompa zatapialna.

- typ AFP 0831.4 M15/4D, prod. ABS,

- ilość pomp, $n = 1$ szt.
- moc silnika pompy, $P = 2,5$ kW,
- napięcie zasilania 400V,
- obroty silnika pompy będą regulowane przetwornicą częstotliwości.

Sterowanie:

- automatyczne na podstawie sygnału z miernika redox w komorze anoksydacyjnej/beztlenowej, alternatywnie na podstawie sygnału z przepływomierza w pompowni pośredniej,
- ręczne w pomieszczeniu pompowni pośredniej,
- miejscowe przy urządzeniu – załącz-wyłącz,
- sygnalizacja stanu pracy i awarii.

d) Tlenomierze (przetworniki sygnału)

- Typ SC100, prod. Hach-Lange,
- ilość, $n = 3$ szt.
- napięcie zasilania 230 V
- Wejścia: 2 x czujniki cyfrowe sc
- Wyjścia: 2 x 0/4...20 mA
- Przekazniki: 3 przełączniki, możliwość dowolnego programowania dla alarmu,
- Ochrona IP 66
- Wymiary (szer. x wys. x głęb.) 144 x 144 x 150 mm

e) Mierniki potencjału redox (przetworniki sygnału)

- Typ SC60, prod. Hach-Lange,
- ilość, $n = 3$ szt.
- napięcie zasilania 230 V
- Wejścia: 1 x czujnik cyfrowy sc
- Wyjścia: 2 x 0/4...20 mA
- Przekazniki: 3 przełączniki, możliwość dowolnego programowania dla alarmu,
- Ochrona IP 66
- Wymiary (szer. x wys. x głęb.) 144 x 144 x 150 mm

f) Miernik pH (przetwornik sygnału)

- Typ SC60, prod. Hach-Lange,
- ilość, $n = 1$ szt.
- napięcie zasilania 230 V
- Wejścia: 1 x czujnik cyfrowy sc
- Wyjścia: 2 x 0/4...20 mA
- Przekazniki: 3 przełączniki, możliwość dowolnego programowania dla alarmu,
- Ochrona IP 66
- Wymiary (szer. x wys. x głęb.) 144 x 144 x 150 mm

g) Miernik koncentracji osadu (przetwornik sygnału)

- Typ SC100, prod. Hach-Lange,
- ilość, $n = 1$ szt.
- napięcie zasilania 230 V

- Wejścia: 2 x czujniki cyfrowe sc
- Wyjścia: 2 x 0/4...20 mA
- Przekazniki: 3 przełączniki, możliwość dowolnego programowania dla alarmu,
- Ochrona IP 66
- Wymiary (szer. x wys. x głęb.) 144 x 144 x 150 mm

h) Miernik stężenia azotanów (przetwornik sygnału)

- Typ SC100, prod. Hach-Lange,
- ilość, n = 1 szt.
- napięcie zasilania 230 V
- Wejścia: 2 x czujniki cyfrowe sc
- Wyjścia: 2 x 0/4...20 mA
- Przekazniki: 3 przełączniki, możliwość dowolnego programowania dla alarmu,
- Ochrona IP 66
- Wymiary (szer. x wys. x głęb.) 144 x 144 x 150 mm

i) Elektromechaniczny regulacyjny napęd przepustnicy DN 300

- typ SGR12.1-F12+RWG , prod. AUMA,
- ilość, n = 3 szt.,
- moc silnika, P = 3 kW,
- napięcie zasilania 3 x 400V

Sterowanie:

- ręczne miejscowe załącz/wyłącz w pomieszczeniu pompowni pośredniej,
- automatyczne na podstawie sygnałów z tlenomierzy,
- zabezpieczenie przeciążeniowe,
- oprócz zasilania napędu zasuwy 3 x 400 V, należy doprowadzić dodatkowe zasilanie stałe 1- fazowe do zasilania wewnętrznej grzałki przeciwkondensacyjnej (4 W),
- uzwojenia silnika napędu wyposażone jest w wyłączniki termiczne. Obwody tych zabezpieczeń muszą być wykorzystane do awaryjnego wyłączenia napędu,
- sygnalizacja stanu pracy i awarii,
- wskazanie stanu otwarcia/zamknięcia zasuwy.

j) Oświetlenie schodów wejściowych oraz ruchomego pomostu na koronie reaktora.

Ponadto pozostaje istniejący obwód zasilający napędu pomostu poruszającego się po koronie zbiornika.

Szafa zasilająco-sterownicza wszystkich urządzeń zamontowanych w reaktorze biologicznym będzie zainstalowana w pomieszczeniu pompowni pośredniej. W pomieszczeniu tym będą również zamontowane przetworniki sygnału całej aparatury kontrolno-pomiarowej pracującej w reaktorze biologicznym.

Instalacja MBR – obiekt nr 7

a) Dmuchawy.

- ilość, n = 5 szt.
- moc silnika, P = 45 kW,

- napięcie zasilania 400V,
- b) Pompy recyrkulacyjne.
 - ilość pomp, $n = 5$ szt.
 - moc silnika pompy, $P = 45$ kW,
 - napięcie zasilania 400V,
- c) Pompy permeatu.
 - ilość pomp, $n = 4$ szt.
 - moc silnika pompy, $P = 12,5$ kW,
 - napięcie zasilania 400V,
- d) Automatyczna stacja poboru prób
 - typ: ASP-Station 2000 RPS24, prod. E + H,
 - ilość, $n = 1$ szt.
 - Możliwość poboru próbki proporcjonalnie do: czasu, przepływu, ilości lub sterowany zdarzeniem.
 - Wejścia: 2 x cyfrowe, 1x analogowe 0/4-20mA.
 - Wyjście: 2x cyfrowe.
 - Zasilanie: 230VAC 50Hz + układu chłodzącego + ogrzewania,
 - Sterownik: 7x programów użytkownika,
 - Wyposażenie elektryczne: wersja podstawowa,
 - Sterowanie na podstawie sygnału z sondy poziomu oraz czasu pracy pomp.
- e) Pozostałe odbiorniki energii (pompy reagentów, wentylatory).
 - łączna moc, $P = 15$ kW,
 - napięcie zasilania 400V,
- f) Oświetlenie schodów wejściowych i pomostów na koronie zbiornika oraz pomieszczeń dmuchaw, pomp i reagentów chemicznych zlokalizowanych pod zbiornikiem membran.

Sterowanie:

Dostawca technologii membranowej dostarczy wymienione wyżej urządzenia technologiczne wraz z własną szafą zasilającą– sterowniczą. We wspomnianej szafie nie przewidziano sterowania wentylatorami oraz oświetleniem.

Hala dmuchaw – obiekt nr 8

- a) Dmuchawy.
 - ilość, $n = 2$ szt.
 - moc silnika, $P = 69$ kW,
 - napięcie zasilania 400V,
 - dmuchawy są wyposażone we własne falowniki.

Sterowanie:

- automatyczne na podstawie sygnału z tlenomierzy zamontowanych w reaktorze biologicznym oraz czujnika ciśnienia w kolektorze tłocznym sprężonego powietrza,
- ręczne, miejscowe przy urządzeniach – załącz-wyłącz,

- sygnalizacja stanu pracy i awarii.

Harmonogram sterowania systemem napowietrzania

Praca dmuchaw oraz przepustnic regulacyjnych DN 300 na kolektorze tłocznym sprężonego powietrza będzie sterowana na podstawie sygnałów z tlenomierzy zamontowanych w komorach nityfikacji. Przy założonym stężeniu tlenu w komorach nityfikacji $1,5 \div 2,0 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$, proponowany system sterowania stopniem natlenienia osadu czynnego może działać według poniższego schematu:

- Jeżeli stężenie tlenu w danej komorze spadnie poniżej wartości granicznej $1,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ nastąpi otwarcie o jeden skok przepustnicy DN 300 na kolektorze sprężonego powietrza – zwiększenie ilości doprowadzanego powietrza do jednej z komór. Jeżeli stężenie tlenu nie wzrośnie do wartości minimum $1,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ nastąpi ponowne zwiększenie otwarcia przepustnicy. Jeżeli stężenie tlenu w komorze nie osiągnie minimalnej wartości granicznej $1,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ cały czas będzie następowało skokowe otwieranie przepustnicy w pewnych odstępach czasowych, aż do pełnego otwarcia. Jeżeli po pełnym otwarciu przepustnicy stężenie tlenu w komorze nie osiągnie wartości $1,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ nastąpi zwiększenie wydajności zespołu dmuchaw poprzez zwiększenie prędkości obrotowej silników kolejnych dmuchaw aż do osiągnięciażądanego stężenia tlenu w komorze tlenowej. Po osiągnięciu wartości progowej $1,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ układ pozostaje bez zmian,
- Gdy stężenie tlenu w komorze przekroczy maksymalną wartość progową $2,0 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ nastąpi przymknięcie przepustnicy o jeden skok. Krokowe przymyknięcie przepustnicy będzie następowało, w pewnych odstępach czasowych, aż do spadku stężenia tlenu do wartości $2,0 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ albo do całkowitego zamknięcia przepustnicy. Zamknięcie (ewentualnie znaczne przymknięcie) jednej lub obu przepustnic spowoduje wzrost ciśnienia w kolektorze sprężonego powietrza. Jeżeli ciśnienie przekroczy pewną zaprogramowaną wartość graniczną będzie następowało krokowe obniżanie obrotów silnika jednej z dmuchaw, aż do jej wyłączenia. Po wyłączeniu jednej dmuchawy rozpocznie się krokowe obniżanie obrotów silnika kolejnej dmuchawy.

Ogólnie zasada działania proponowanego systemu sterowania pracą urządzeń napowietrzających polega na tym, że najpierw reagują przepustnice a następnie dmuchawy zmieniają swą wydajność. Ważnym elementem jest zachowanie odpowiednich odstępów czasowych między kolejnymi krokami regulacji systemu. Odstępy czasowe uwzględniają inercję całego układu napowietrzania ścieków oraz czas rozpuszczania się tlenu w cieczy. Przedziały czasowe krokowej reakcji systemu powinny być zoptymalizowane w czasie rozruchu i wstępnego okresu eksploatacji. Możliwa jest również płynna regulacja otwarcia i zamknięcia przepustnic oraz zwiększania i zmniejszania obrotów dmuchaw, wówczas nie będą potrzebne zwłoki czasowe tak jak przy krokowej regulacji.

b) Wentylatory.

- ilość, $n = 2$ szt.
- moc silnika pompy, $P = 130 \text{ W}$,
- napięcie zasilania 230V ,

W hali dmuchaw pozostanie istniejąca dmuchawa o mocy 30 kW wraz falownikiem. Istniejąca dmuchawa będzie włączona do projektowanego systemu sterowania.

Hala mechanicznego odwadniania osadu – obiekt nr 9

a) Instalacja odwadniania osadu

- typ **BS 181-12**, prod. Huber,
- ilość, $n = 1$ szt.
- łączna moc urządzeń, $P = 21$ kW,
- napięcie zasilania 400V,

Instalacja elektryczna i automatycznego sterowania

Obejmuje wszystkie elementy do automatycznej pracy instalacji.

Szafka dyspozytorska wykonana wg obowiązujących w Niemczech przepisów branżowych i przepisów bezpieczeństwa CE przyjętych w Unii Europejskiej, z głównym wyłącznikiem i wszystkimi elementami potrzebnymi do bezproblemowego funkcjonowania, regulacji i sterowania całej instalacji. Wszystkie napędy wg obowiązujących przepisów z przekaźnikiem ochrony silnika, bezpiecznikami. Transformator sterujący dla różnych napięć. Ogrzewanie wnętrza regulowane termostatem, w celu zabezpieczenia tworzenia się kondensatu wody w szafie.

Pełne okablowanie szafki, przygotowane do montażu.

Szafa produkcji firmy Rittal (Rodzaj ochrony IP 54) z podstawą, wykonana z blachy stalowej lakierowanej, kolor: RAL 7032.

Obsługa poszczególnych przyrządów przez wybór wyłącznikiem kluczym sposobu sterowania (manualnie/ automatyka), zmiana parametrów przy pomocy terminalu graficznego – monochromatycznego miniekranu dotykowego z polami funkcyjnymi i graficznym obrazem przebiegu procesu.

Sterowanie przy pomocy programowalnego układu sterowania z możliwością zapisu algorytmu sterowania w pamięci (SPS), Produkcji SIEMENS Simatik S7-300 (lub równoważny, aktualny na rynku) Schemat elektryczny i ekran sterowania w jęz. polskim.

Przetwornica częstotliwości do regulacji napędu prasy odwadniającej

Przetwornica częstotliwości do elektrycznej regulacji napędu prasy odwadniającej. Wykonanie zgodnie z obowiązującymi przepisami bezpieczeństwa CE przyjętymi w Unii Europejskiej i wytycznymi dot. przyrządów elektromagnetycznych z filtrem eliminacji zakłóceń klasy 1A. Przetwornica częstotliwości do zabudowy w głównej szafie elektrycznej instalacji automatycznego sterowania (lub osobno z dostawą urządzenia do samodzielnej zabudowy), o następujących parametrach:

Typ:	VLT 2807
Trójfazowy prąd zmienny:	3 x 380 – 480 V AC
Typowa moc wirnika:	$P_{M,N} = 2,2$ kW
Częstotliwość:	$f = 50/60$ Hz
Zabezpieczenie	IP 20

b) Przepływomierz

- typ Promag 10W1F, DN150 6", prod. E+H,
- ilość, $n = 1$ szt.
- Obudowa: obiektowa aluminiowa, IP67 NEMA4X
- 2 przewody dla wersji rozdzielnej: 10m przewód sygnałowy i zasilający
- Wprowadzenie kabla: dławik M20
- Zasilanie; wskaźnik: 85-250VAC; bez wskaźnika, konfiguracja zdalna
- Funkcje oprogramowania: wersja podstawowa
- Wyjście: 4-20 mA HART + impulsowe pasywne.

c) Miernik stężenia osadu (przetwornik)

- typ CUM 740, prod. E+H,
- ilość, $n = 1$ szt.
- napięcie zasilania 230V
- sygnał pomiarowy: 0/4-20 mA + RS232

d) Przenośnik ślimakowy

- ilość, $n = 1$ szt.
- moc silnika, $P = 1,5$ kW,
- napięcie zasilania 400V,

e) Przenośnik taśmowy

- ilość, $n = 2$ szt.
- moc silnika, $P = 1,5$ kW,
- napięcie zasilania 400V,

Istniejące urządzenie do mechanicznego odwadniania osadu (o mocy 7 kW) wraz z zasilającą instalacją energetyczną pozostanie jako rezerwowe.

Instalacja pirolizy – obiekt nr 10

łączna moc zainstalowana - 51 kW

łączne eksploatacyjne zapotrzebowanie energii - 33 kW

Instalacja będzie dostarczona „pod klucz” z własną szafą zasilająco– sterowniczą.

Biofiltr – obiekt nr 11

łączna moc zainstalowana - 6 kW

łączne eksploatacyjne zapotrzebowanie energii – 4,8 kW

Instalacja będzie dostarczona „pod klucz” z własną szafą zasilająco– sterowniczą.

Oświetlenie

Należy sprawdzić i ewentualnie uzupełnić ogólne oświetlenie terenu oczyszczalni. Oświetlenie terenu będzie sterowane czujnikiem zmierzchowym. Oświetlenie stanowisk może być załączane lokalnie (ręcznie) lub czujnikiem ruchu.

6. PARAMETRY PRACY OCZYSZCZALNI WEDŁUG ZAŁOŻEŃ PROJEKTOWYCH

Przepływy

- Obliczeniowy przepływ ścieków w sezonie turystycznym: 7200 m³/d,
- Obliczeniowy przepływ ścieków poza sezonem turystycznym: 960 m³/d,

Przepustowość oczyszczalni

- maksymalny ładunek BZT₅ w dopływie 3600 kg O₂/d,
- równoważna liczba mieszkańców (RLM) 60000

Ważniejsze parametry urządzeń

Zblokowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków

- sitopiaskownik z napowietrzaniem odłuszczacem,
- przepustowość urządzenia 90 l/s,
- prześwity sita 2 mm,
- sito zintegrowane z prasą skratek,

Główna pompownia ścieków

- 2 pompy samozasysające,
- wydajność każdej z pomp 235 m³/h,
- wysokość podnoszenia 39 m H₂O,
- wydajność płuczki piasku w przeliczeniu na pulę piaskową 8 l/s,
- wydajność płuczki piasku w przeliczeniu na zanieczyszczony piasek 1 t/h,
- stopień separacji 95% dla ziaren ≥ 0,2 mm,
- redukcja zanieczyszczeń organicznych do poziomu ≤ 3% strat przy prażeniu.

Zbiornik uśredniający

- mieszadła z osłonami antywirowymi zdolne do wymieszania ścieków oczyszczonych mechanicznie w zbiorniku kołowym o pojemności czynnej 1984 m³

Pompownia pośrednia

- 3 pompy samozasysające,
- wydajność każdej z pomp 100 m³/h,
- wysokość podnoszenia 9 m H₂O,

Reaktor biologiczny

Ważniejsze parametry technologiczne

Parametry technologiczne	Liczba obsługiwanych mieszkańców		
	8 000	45 000	60 000
wiek osadu, d	25	10	9
stężenie suchej masy osadu w komorze, kg s.m.o./m ³	10,0	9,6	11,4
obciążenie osadu ładunkiem zanieczyszczeń	0,032	0,096	0,108

organicznych, kg BZT ₅ /kg smo · d			
łączna objętość komór nityfikacji i denityfikacji, m ³	1410	2772	2772
wymagana wydajność urządzeń napowietrzających dla wody wodociągowej, kg O ₂ /h	66,9	434,6	558,6
wymagana ilość sprężonego powietrza, Nm ³ /h	808	5249	6746

- System napowietrzania – 20 sekcji rusztu napowietrzającego z rurowymi dyfuzorami o dopuszczalnym obciążeniu sprężonym powietrzem 4÷24 Nm³/h,
- mieszadła zatapialne o mocy mieszania (na wale) 2,8 kW,
- mieszadło pompujące o wydajności 300 m³/h (strata ciśnienia 0,3 m H₂O).

Bioreaktor membranowy MBR

- kubatura czynne bioreaktora – 416 m³,
- membrany kapilarne zanurzone w ściekach do separacji ścieków od osadu czynnego,
- łączna powierzchnia filtracyjna membran - 24000 m²,
- maksymalna łączna wydajności na ściekach - 330 m³/h
- stopień recyrkulacji osadu 600÷800 %,
- maksymalny pobór energii – 192 kW,
- maksymalne zużycie NaOH (roztwór 33 %) - 84 l/miesiąc,
- maksymalne zużycie NaOCl (roztwór 13 %) - 1333 l/miesiąc,
- maksymalne zużycie kwasu cytrynowego - 208 kg/miesiąc.

Prasa osadowa (z blokiem zagęszczania mechanicznego)

- prasa taśmowa z blokiem zagęszczania mechanicznego,
- przepustowość 60 m³/h (600 kg sm/h),
- zawartość suchej masy w odwodnionym osadzie minimum 18 %.

Instalacja termicznego unieszkodliwiania osadu

- wydajność: 7 t/d,
- możliwość wspólnej utylizacji skratek i tłuszczu ze stopnia mechanicznego,
- energia eksploatacyjna: - gaz ziemny , propan - butan ok. 0,1 MW/h
- energia elektryczna 3 x 380 V ok. 33 kW
- końcowy odzysk energii w postaci gorącej wody: ok. 90 kW,
- ilość emitowanych oczyszczonych gazów poreakcyjnych: 7.000 m³/h,
- temperatura emitowanych gazów: 50° C,
- maksymalna ilość odpadu mineralnego: 200 kg/d,
- maksymalna zawartość węgla organicznego w końcowym odpadzie: 3 % wag.

Magazyn osadu

Obiekt z hermetycznym zadaszeniem o wymiarach w planie 49 x 20 m (powierzchnia 975 m²) podzielony na 3 równe sekcje. Wysokość warstwy magazynowanego osadu 2,0 m. Całkowita wysokość wewnętrzna zbiornika 4,0 m.

Instalacja oczyszczania powietrza - biofiltr.

Kompaktowy biofiltr o przepustowości 4900 m³/h.

7. BIOZ

Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia przy realizacji robót budowlano-montażowych przyłączy i sieci sanitarnych oraz wewnętrznych instalacji sanitarnych, zgodnie z art. 20 ust. 1. pkt. 1b ustawy Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. z późniejszymi zmianami, (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118).

1. Wykonywanie robót budowlano – montażowych przyłączy i sieci sanitarnych (wodociągów, kanalizacji sanitarnej i deszczowej, gazowych, ciepłych) oraz wewnętrznych instalacji sanitarnych powinny być prowadzone w sposób bezpieczny, określony szczegółowo w planie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia opracowanym przez kierownika budowy (zgodnie z art. 21a ustawy Prawo budowlane).
2. Przy użytkowaniu sprzętu zmechanizowanego lub pomocniczego należy przeprowadzić próbę technicznej sprawności i zbadać, czy sprzęt spełnia wymagania w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy.
3. Użytkując sprzęt mechaniczny i pomocniczy oraz urządzenia techniczne nie objęte dozorem technicznym wykonawca powinien we własnym zakresie zorganizować dozór, opracować instrukcje obsługi, przeprowadzać kontrole bieżące i okresowe. Wszystkie użytkowane na budowie urządzenia i narzędzia (elektronarzędzia, sprzęt spawalniczy, agregaty do zgrzewania rur polietylenowych, pompy i sprężarki do prób ciśnieniowych itp.) oraz środki ochrony osobistej muszą posiadać certyfikat bezpieczeństwa.
4. Przy wykonywaniu robót instalacyjnych na wysokości powyżej 2 m stanowiska pracy należy zabezpieczyć barierką i poręczą ochronną umieszczoną na wysokości 1,10 m.
5. Pomosty robocze powinny być dostosowane do przewidzianego obciążenia, szczelne i zabezpieczone przed zmianą ich położenia.
6. Na placu budowy powinny być wyznaczone miejsca do składowania materiałów.
7. Składowiska materiałów instalacyjnych i urządzeń technicznych powinny być wykonane w sposób zabezpieczający przed możliwością wywrócenia, zsunięcia lub rozsunięcia się składowanych materiałów i elementów.
8. Urządzenia elektryczne powinny być wykonane, utrzymywane i eksploatowane zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami.
9. Prace związane z podłączeniem, badaniem, konserwacją i naprawą urządzeń elektrycznych powinny być wykonywane przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia.
10. Przy wykonywaniu przyłączy sanitarnych zabronione jest urządzanie stanowisk pracy, składowisk materiałów i elementów budowlanych lub maszyn i urządzeń budowlanych bezpośrednio pod liniami napowietrznymi lub w odległości bliższej (licząc w poziomie) od skrajnych przewodów niż:
 - a) 2 m – dla linii NN,
 - b) 5 m – dla linii WN do 15 kV
 - c) 10 m – dla linii WN do 30 kV
 - d) 15 m – dla linii WN powyżej 30 kV
11. Maszyny, urządzenia i sprzęt, które podlegają dozorowi technicznemu, a są eksploatowane na budowie, powinny posiadać dokumenty uprawniające do ich eksploatacji.
12. Wózki do przewozu butli z gazami technicznymi powinny być wyposażone w urządzenia zabezpieczające przed spadnięciem.

13. Przy wykonywaniu robót spawalniczych jest dozwolone używanie wyłącznie butli do gazów technicznych posiadających ważną cechę organu dozoru technicznego.
14. Przechowywanie w tym samym pomieszczeniu butli z tlenem oraz z gazami tworzącymi w połączeniu z nim mieszaninę wybuchową jest zabronione.
15. Użytkowanie i posługiwanie się narzędziami powinno być zgodne z instrukcją producenta.
16. W razie prowadzenia robót ziemnych w bezpośrednim sąsiedztwie instalacji wodociągowej, kanalizacyjnej, elektrycznej, gazowej, centralnego ogrzewania itp., należy określić bezpieczną odległość (w pionie i w poziomie), w jakiej mogą być wykonywane te roboty i zapewnić nad nimi fachowy nadzór techniczny.
17. W razie przypadkowego odkrycia w trakcie wykonywania robót ziemnych jakichkolwiek przewodów instalacji należy niezwłocznie przerwać roboty do czasu ustalenia pochodzenia tych instalacji i określenia, czy i w jaki sposób możliwe jest w tym miejscu dalsze bezpieczne prowadzenie robót.
18. Kopanie rowów poszukiwawczych w celu ustalenia położenia przewodów, jeżeli odspajanie gruntu odbywa się na głębokość większej niż 40 cm, powinno odbywać się wyłącznie sposobem ręcznym bez użycia kilofów.
19. Przy wykonywaniu wykopów na placach, ulicach, podwórzach i innych miejscach dostępnych dla osób niezatrudnionych przy robotach należy wokół wykopów ustawić poręcze ochronne i zaopatrzyć je w napis "osobom postronnym wstęp wzbroniony", a w nocy w czerwone światła ostrzegawcze.
20. Poręcze powinny być umieszczone na wysokości 1,10 m ponad terenem i ustawione w odległości nie mniejszej niż 1 m od krawędzi wykopu.
21. W sytuacjach uzasadnionych względami bezpieczeństwa wykop należy szczelnie przykryć.

Strefy niebezpieczne

Za strefy (obszary) niebezpieczne uważa się miejsca zagrożone spadaniem przedmiotów lub materiałów albo możliwością wypadnięcia człowieka do zagłębienia. Strefa niebezpieczna nie może wynosić mniej niż 1/10 wysokości, z której mogą spadać materiały lub narzędzia, jednak nie mniej niż 6 m. W tej odległości powinny być ustawione bariery ochronne wyznaczające granice obszarów niebezpiecznych oraz powinny być ustawione tablice ostrzegawcze. Jeżeli w strefie zagrożonej spadaniem materiałów znajdują się przejścia dla pieszych, należy wykonać daszki ochronne. Daszki powinny być nachylone w kierunku źródła zagrożenia pod kątem 45°. Spód konstrukcji daszku powinien znajdować się nie mniej niż 2,40 m nad poziomem terenu. Pokrycie daszków powinno być wykonane z mocnego materiału, szczelnie ułożonego i dostatecznie wytrzymałego na przebicie przez spadające przedmioty. Teren budowy powinien być ogrodzony ogrodzeniem wysokości co najmniej 150 cm. W ogrodzeniu placu budowy powinny być wykonane oddzielne wejście dla ruchu pieszego i brama dla ruchu samochodowego. Na placu budowy należy umieścić tablicę informacyjną budowy i tablice ostrzegawcze.

Roboty ziemne

Roboty ziemne powinny być prowadzone zgodnie z dokumentacją opracowaną na podstawie badań gruntu. Prowadzenie robót w bezpośrednim sąsiedztwie przewodów wymaga zachowania szczególnej ostrożności oraz nadzoru. Kierownik robót w porozumieniu z użytkownikiem instalacji powinien określić bezpieczną odległość, w jakiej te roboty mogą być prowadzone. W razie przypadkowego odkrycia nie zamieszczonych w dokumentacji geodezyjnej instalacji podziem-

nych, roboty należy przerwać do czasu ustalenia rodzaju i pochodzenia instalacji oraz sposobu bezpiecznego prowadzenia robót. W pobliżu instalacji podziemnych, w odległości do 40 cm, roboty należy prowadzić ręcznie, za pomocą łopat na drewnianych trzonkach. Przy odpajaniu gruntu w pobliżu instalacji podziemnych nie należy używać kilofów, drągów stalowych lub sprzętu mechanicznego.

W przypadku znalezienia niewypałów lub innych przedmiotów trudnych do zidentyfikowania roboty należy przerwać, ogrodzić miejsce zagrożone i zawiadomić najbliższą Komendę Powiatową Policji oraz służby saperskie. Przy wykonywaniu robót ziemnych na terenach ogólnie dostępnych należy wokół wykopów ustawić poręcz lub taśmy ostrzegawcze w odległości 1 m od krawędzi wykopu i zaopatrzyć je w napis "osobom postronnym wstęp wzbroniony". Ściany wykopów powinny być zabezpieczone przed osuwaniem się gruntu. W zależności od rodzaju gruntu, warunków terenowych i posiadanych środków technicznych można wykonywać pochyłe skarpy wykopów lub je obudować. Obowiązek ten dotyczy wykopów głębszych niż 1 m. Ścianki szczelne z bali drewnianych łączone na pióro i wpust mogą być stosowane do obudowy wykopów o głębokości nie przekraczającej 3 m. Do obudowy wykopów w gruntach silnie nawodnionych może być użyta blacha falista. Gdy głębokość wykopu przekracza 1 m, należy zapewnić pracownikom zejście do wykopu i wyjście z wykopu po drabinach.

Roboty murowe i tynkowe.

Roboty murowe i tynkowe powinny być wykonywane wyłącznie z rusztowań pomocniczych lub stałych pomostów. Niedozwolone jest wykonywanie tych robót z drabin przestawnych. Nie należy prowadzić robót na ścianach parteru i poddasza w tym samym pionie bez zabezpieczenia pracowników niżej pracujących przed spadającymi materiałami lub narzędziami. Stanowiska robocze powinny być utrzymywane w czystości, a z pomostów powinna być niezwłocznie usuwana rozlana zaprawa i gruz ceglany.

Materiał na stanowisku roboczym powinien być tak układany, aby nie nastąpiło przeciążenie pomostów roboczych i aby była zapewniona swoboda ruchów pracownika. Poziom pomostu rusztowania powinien znajdować się zawsze poniżej wznoszonego muru, co najmniej 0,3 m i nie więcej niż 1,5 m. Wykonywanie robót murowych w wykopach jest dozwolone po uprzednim zabezpieczeniu ścian wykopów przed obsuwaniem się. Szerokość stanowiska roboczego pomiędzy wznoszoną ścianą a skarpą wykopu powinna wynosić co najmniej 0,7 m.

Należy stosować rusztowania stojakowe znormalizowane, posiadające wymagane dokumenty bezpieczeństwa użytkowania. Pracownicy zatrudnieni przy wznoszeniu, konserwacji i rozbiórce rusztowań powinni przejść odpowiednie przeszkolenie.

Roboty zbrojarskie

Prostowanie stali może odbywać się w mechanicznych prościarkach lub przez wyciąganie. Prostowanie stali przez wyciąganie może odbywać się tylko na terenie zabezpieczonym przed ewentualnością zerwania się prostowanego pręta. Zabronione jest cięcie nożycami ręcznymi i ręczne gięcie prętów o średnicy większej niż 20 mm.

Roboty ciesielskie

Roboty ciesielskie z drabin przystawnych można wykonywać tylko do wysokości 3 m. Wysokość ta nie powinna być także przekroczona przy ręcznym podawaniu w pionie długich materiałów ciesielskich. Impregnowanie drewna i wykonywanie robót z użyciem drewna impregnowanego można powierzyć tylko pracownikom obeznanym ze szkodliwym działaniem środków chemicznych stosowanych do ochrony drewna. Piły mechaniczne stosowane przy robotach ciesielskich powinny odpowiadać wymaganiom przepisów. W szczególności powinny one

mieć osłony elementów tnących oraz zabezpieczenia przed odrzucaniem przyrzuhanego materiału.

Obsługa maszyn i urządzeń

Obsługę urządzeń zmechanizowanych można powierzyć tylko pracownikom mającym odpowiednie uprawnienia. Maszyny i urządzenia podlegające dozorowi technicznemu powinny być zaopatrzone w aktualne dokumenty uprawniające do ich eksploatacji. Sprzęt zmechanizowany i urządzenia techniczne nie podlegające dozorowi powinny być objęte kontrolą wewnętrzną. Narzędzia ręczne o napędzie elektrycznym należy raz na 10 dni poddawać kontroli w zakresie sprawności technicznej i skuteczności zabezpieczeń przed porażeniem prądem. Sprzęt zmechanizowany powinien być zabezpieczony przed dostępem osób nie należących do obsługi. Na urządzeniach transportowych służących do przemieszczania ładunków należy umieścić napis określający dopuszczalną ładowność.

Roboty rozbiórkowe

Przed przystąpieniem do robót rozbiórkowych pracownicy powinni być zapoznani z programem rozbiórki i poinstruowani o bezpiecznym sposobie jej wykonania. Usuwanie jednego elementu nie powinno wywoływać nieprzewidzianego spadania lub zawalenia się innego. Prowadzenie robót rozbiórkowych, jeżeli zachodzi możliwość obalenia części konstrukcji obiektu przez wiatr, jest zabronione. W czasie rozbiórki przebywanie ludzi na niżej położonych kondygnacjach jest zabronione. Przy usuwaniu gruzu z rozbieranego obiektu należy stosować zsuwnice pochyłe lub rynny zsypowe. Zsuwnice powinny mieć zabezpieczenie przed spadaniem lub wypadaniem gruzu. Gromadzenie gruzu na stropach, balkonach, klatkach schodowych i innych konstrukcyjnych częściach obiektu jest zabronione. Obalanie ścian lub innych części obiektu przez podkopywanie i podcinanie jest zabronione. Przy obalaniu obiektu sposobami zmechanizowanymi zatrudnionych pracowników i maszyny należy usunąć poza strefę niebezpieczną. Przy rozbiórce sposobem obalania długość przymocowanych lin powinna być trzykrotnie większa od wysokości obiektu, a umocowanie powinno być niezawodne. Liny należy każdorazowo sprawdzać przed ich ponownym użyciem. Przy zakładaniu liny powinien być zastosowany taki sposób jej podnoszenia, aby przypadkowo strącone cegły lub gruz nie spadały na pracowników.

Montaż z elementów wielkowymiarowych

Prace montażowe konstrukcji z prefabrykowanych elementów wielkowymiarowych mogą być wykonywane tylko na podstawie projektu montażu i przez pracowników zapoznanych z instrukcją organizacji montażu oraz rodzajem używanego sprzętu zmechanizowanego. Urządzenia pomocnicze przeznaczone do montażu powinny być sprawdzone pod względem wytrzymałościowym i posiadać atesty, a stan techniczny narzędzi i urządzeń pomocniczych powinien być badany codziennie przez nadzór techniczny. Przebywanie pracowników na górnych powierzchniach ścian, belek, słupów i ram oraz na dwóch niższych kondygnacjach znajdujących się bezpośrednio pod kondygnacją, na której są prowadzone roboty montażowe, jest zabronione.

Prowadzenie montażu budowli z elementów wielkowymiarowych jest zabronione:

1. przy szybkości wiatru powyżej 10 m/s,
2. przy złej widoczności (zmierzch, mgła i pora nocna), jeżeli miejsca pracy nie mają należytego oświetlenia o natężeniu światła co najmniej 50 luksów.

Elementy prefabrykowane można zwolnić z podwieszenia po ich uprzednim zamocowaniu.

Przy podnoszeniu elementów prefabrykowanych należy:

1. stosować odpowiednie rodzaje zawiesi,
2. zawieszać na zawiesiu elementy o ciężarze nie przekraczającym dopuszczalnego nominalnego udźwigu dla zawiesia,

3. dokonywać oględzin zewnętrznych elementu,
4. zaczepiać liny kierunkowe,
5. prawidłowo zawieszać haki zawiesia,
6. kontrolować prawidłowość zawieszenia elementu na haku po podniesieniu go na wysokość 0.5 m.

Przy montażu słupów, biegów klatek schodowych itp. w czasie ich podnoszenia liny zawiesia nie powinny ocierać się o krawędzie elementu. Podnoszenie i przemieszczanie wraz z elementami prefabrykowanymi jednocześnie innych przedmiotów lub materiałów (narzędzi, rozpór montażowych itp.) jest zabronione.

Podanie sygnału do podnoszenia elementu może nastąpić po usunięciu wszystkich pracowników poza obszar równy rzutowi przemieszczanego elementu, powiększonemu z każdej strony o 6 m. Materiały i sprzęt pomocniczy na stropie montowanego obiektu powinny być składane w miejscach nie utrudniających poruszania się pracowników.

Roboty betonowe i żelbetowe

W razie dodawania do masy betonowej środków chemicznych, roztwór należy przygotować w wydzielonych naczyniach i w wyznaczonym na to miejscu, a pracownicy zatrudnieni przy rozcieńczaniu środków chemicznych powinni być zaopatrzeni w sprzęt ochrony osobistej.

Przy dostawie masy betonowej samochodami punkt zsypu powinien być wyposażony w odbojnice zabezpieczające samochód przed stoczeniem się. Pojemniki do transportu masy betonowej powinny być wyposażone w klapy łatwo otwieralne i zabezpieczające przed przypadkowym wyładunkiem masy. Opróżnianie pojemnika powinno odbywać się stopniowo i równomiernie, aby nie dopuścić do przeciążenia deskowania masą betonową.

Wylewanie masy betonowej w deskowanie nie może być dokonywane z wysokości większej niż 1m.