

TIM II Maciej Kita 44-100 Gliwice, ul. Czapli 57 NIP 631-155-76-76; www.tim2.pl Tel. 601-44-31-79; e-mail: maciej.kita@tim2.pl	
Zamawiający: Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej Sp. z o.o. ul. Lwowska 37a, 22-600 Tomaszów Lubelski	
Stadium dokumentacji: Koncepcja	
Temat opracowania: Koncepcja modernizacji oczyszczalni ścieków w Tomaszowie Lubelskim	
Wykonał zespół pod kierunkiem: mgr inż. Maciej Kita	
dr inż. Tatiana Kita	
dr inż. Lesław Płonka	
mgr inż. Bartłomiej Zych	
Data opracowania: listopad 2016	

SPIS TREŚCI

1	CZEŚĆ OGÓLNA	4
1.1	DANE OGÓLNE	4
1.2	PODSTAWY OPRACOWANIA.....	4
1.3	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	5
2	OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO OCZYSZCZALNI	6
2.1	LOKALIZACJA OCZYSZCZALNI	6
2.2	ISTNIEJĄCA ZLEWNIA OCZYSZCZALNI	6
2.3	ILOŚĆ I JAKOŚĆ ŚCIEKÓW	6
2.3.1	Wartości projektowe	6
2.3.2	Wartości uzyskane podczas eksploatacji.....	7
2.4	UKŁAD PROCESOWY OCZYSZCZALNI.....	12
2.5	CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW TECHNOLOGICZNYCH.....	14
2.5.1	Budynek krat BK	14
2.5.2	Pompownia ścieków PS	15
2.5.3	Piaskownik poziomy P wraz z separatorem piasku	16
2.5.4	Komora rozdziału KR-1 i reaktor biologiczny RB.....	16
2.5.5	Komora rozdziału KR-2 i osadniki wtórne O WT.....	19
2.5.6	Komora pomiarowa ścieków oczyszczonych KPSO	20
2.5.7	Stacja dmuchaw SD.....	20
2.5.8	Zbiornik retencyjny ścieków ZR oraz komora zasuw KZ-2	21
2.5.9	Komora osadowa KO, pompownia osadu recykulowanego i nadmiernego PO	22
2.5.10	Stacja preparatu PIX.....	23
2.5.11	Zbiornik osadu „ZO”, komora zasuw KZ1 oraz komora flotatu.....	24
2.5.12	Stacja odwadniania osadu SOO.....	24
2.5.13	Punkt zlewny ścieków dowożonych PZ	28
2.5.14	Biofiltr BF	29
2.5.15	Stanowisko agregatu prądotwórczego SAP.....	30
2.5.16	Stacja Hydroforowa	30
2.6	PARAMETRY PRACY URZĄDZEŃ TECHNOLOGICZNYCH	31
2.6.1	Podsumowanie parametrów technologicznych.....	35
2.7	OSIĄGANE EFEKTY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW.....	36
2.8	STAN TECHNICZNY OBIEKTÓW OCZYSZCZALNI	36
3	DOCELOWE WARUNKI PRACY OCZYSZCZALNI	39
3.1	DOCELOWA ILOŚĆ I JAKOŚĆ ŚCIEKÓW	39
3.1.1	Ilość ścieków dopływających	39
3.1.1.1	Ilość osób.....	39
3.1.1.2	Przepływy	39
3.1.1.3	Ładunki	39
3.1.1.4	Podsumowanie.....	40
3.1.2	Wymagana jakość ścieków oczyszczonych.....	40
4	PROPONOWANE ROZWIĄZANIA MODERNIZACJI I ROZBUDOWY CZĘŚCI ŚCIEKOWEJ OCZYSZCZALNI	42
4.1	CZEŚĆ MECHANICZNA.....	42
4.1.1	Podsumowanie.....	44
4.2	CZEŚĆ BIOLOGICZNA.....	45
4.2.1	Podsumowanie.....	52
5	PROPONOWANE WARIANTY MODERNIZACJI I ROZBUDOWY CZĘŚCI OSADOWEJ OCZYSZCZALNI	54
5.1	STABILIZACJA OSADÓW	54
5.1.1	Stabilizacja tlenowa	55
5.1.2	Stabilizacja chemiczna.....	56

5.1.3	Fermentacja	59
5.1.4	Suszenie.....	62
5.1.4.1	Suszarnia mechaniczna.....	62
5.1.4.2	Suszarnia słoneczna.....	66
5.1.5	Autotermiczna stabilizacja tlenowa	77
5.1.6	Kompostownia.....	80
5.1.6.1	Kompostownia pryzmowa.....	82
5.1.6.2	Kompostownia bębnowa.....	85
5.1.7	Podsumowanie.....	88
5.2	STOPIEŃ ODWADNIANIA OSADÓW	89
5.2.1	Prasa taśmowa wysokosprawna.....	89
5.2.2	Wirówka	89
5.2.3	Prasa bębnowa (ślimakowa)	90
5.2.4	Prasa tłokowa.....	91
5.2.5	Podsumowanie.....	93
6	OSTATECZNY ZAKRES PRZYJĘTEJ MODERNIZACJI I ROZBUDOWY OCZYSZCZALNI.	94
6.1	OPIS PROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ	94
6.2	CHARAKTERYSTYKA URZĄDZEŃ TECHNOLOGICZNYCH ZMODERNIZOWANEJ I ROZBUDOWANEJ OCZYSZCZALNI.....	98
6.2.1	Wymagania ogólne	98
6.3	WYMAGANIA SZCZEGÓLNE DLA URZĄDZEŃ.....	99
6.3.1	Wyposażenie piaskowników.....	99
6.3.2	Pompy.....	100
6.3.3	Mieszadła	102
6.3.4	Zgarniacze osadów.....	104
6.3.5	Dmuchawy.....	107
6.3.6	Układ napowietrzania	109
6.3.7	Pompownia nadmiarowa do zbiornika retencyjnego.....	110
6.3.8	Urządzenie do zagęszczania i odwadniania osadów.....	111
6.3.9	System transportu osadu odwodnionego.....	115
6.3.10	Biofiltry.....	116
6.3.11	Przekrycia	117
6.3.12	Wyposażenie pozostałe	119
7	BILANS MOCY.....	122
8	WSTĘPNE WYLICZENIE KOSZTÓW INWESTYCYJNYCH.....	124
9	HARMONOGRAMY MODERNIZACJI I ROZBUDOWY OCZYSZCZALNI.....	125
9.1	PROPONOWANY PODZIAŁ MODERNIZACJI I ROZBUDOWY OCZYSZCZALNI NA ETAPY	125
9.2	WYTYCZNE UTRZYMANIA W RUCHU	126
10	PODSUMOWANIE.....	128

1 Część ogólna

1.1 Dane ogólne

Zamawiający: Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej Sp. z o.o.
ul. Lwowska 37a, 22-600 Tomaszów Lubelski

Autor opracowania: TIM II Maciej Kita
ul. Czapli 57, 44 - 100 Gliwice

1.2 Podstawy opracowania

Formalną podstawą opracowania jest umowa pomiędzy PGKiM Sp. z o.o. w Tomaszowie Lubelskim i TIM II Maciej Kita z Gliwic. Do wykonania koncepcji wykorzystano następujące opracowania, materiały i informacje:

- Archiwalną dokumentację projektową.
- Dane bilansowe (ilościowe i jakościowe) oraz opis stanu istniejącego oczyszczalni – materiały udostępnione przez Zamawiającego.
- Informacje uzyskane w trakcie korespondencji, spotkań i wizji lokalnych na terenie oczyszczalni.
- Oferty producentów urządzeń,
- Katalogi wycen środowiskowych.

Zakres rozpatrywanych w niniejszym opracowaniu rozwiązań podlega wymaganiom zawartym m.in. w następujących aktach prawnych:

- Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego.
- Ustawie Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 roku (Dz. U. nr 62, poz. 627) wraz z późniejszymi zmianami.
- Ustawie „Prawo budowlane” z dnia 07 lipca 1994 roku wraz z aktami wykonawczymi i późniejszymi zmianami.
- Ustawie z dnia 4 lutego 1994 roku Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. nr 27, poz. 96 z 1994 roku).
- Ustawie z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. nr 80, poz. 717).
- Ustawie z dnia 18 lipca 2001 roku „Prawo wodne” (Dz. U. z dnia 11 października 2001 r.) wraz z późniejszymi zmianami.

- Obwieszczeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 roku w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia MIPS w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (DZ. U. nr 169).

1.3 Cel i zakres opracowania

Opracowanie obejmuje koncepcję modernizacji oczyszczalni. W opracowaniu uwzględniono m.in. następujące zagadnienia:

- Analizę obecnego stanu.
- Określenie węzłów krytycznych oczyszczalni.
- Wskazanie kierunków rozwoju i zmian.
- Obliczenie (wg. wytycznych ATV) parametrów stopnia biologicznego oczyszczalni.
- Zaproponowanie zakresu modernizacji.
- Modernizację/wymianę wszystkich urządzeń będących w złym stanie technicznym.
- Przykładowy dobór urządzeń.
- Etapowanie inwestycji.
- Wstępną analizę nakładów inwestycyjnych.
- Plan zagospodarowania.

Koncepcja, po ostatecznym wyborze kierunku działań przez Zamawiającego, będzie stanowić materiał wyjściowy do wykonania Projektu Funkcjonalno-Użytkowego lub projektu modernizacji oczyszczalni. Ponadto koncepcja może zostać wykorzystana przy tworzeniu Studiów Wykonalności i Wniosków o Dofinansowanie, w przypadku ubiegania się Zamawiającego o kredyty, środki pomocowe lub dotacje.

2 Opis stanu istniejącego oczyszczalni

2.1 Lokalizacja oczyszczalni

Teren Oczyszczalni Ścieków zlokalizowany jest przy ul. Janusza Petera 63 w Tomaszowie Lubelskim. Teren oczyszczalni ograniczony jest z dwóch stron otuliną leśną, z trzeciej znajdują się laguna osadowa i staw. Od samej ulicy (przy której na wysokości oczyszczalni znajduje się zabudowa przemysłowa) oczyszczalnia osłonięta jest ok 130-to metrowym pasem lasu.

2.2 Istniejąca zlewnia oczyszczalni

Oczyszczalnia ścieków położona w Tomaszowie Lubelskim przy ulicy Petera przyjmuje ścieki poprzez kolektory grawitacyjne z miasta Tomaszowa Lubelskiego, wsi Rogóźno (ulice Józefowska, Ogrodowa i Siwa Dolina, wsi Łaszczówka (ulice Tomaszowska i Rolnicza), wsi Pasiaki (ulica Leśna) oraz ścieki dowożone wozami asenizacyjnymi z terenu miasta Tomaszowa Lubelskiego i gminy Tomaszów Lubelski.

2.3 Ilość i jakość ścieków

2.3.1 Wartości projektowe

Oczyszczalnia została zaprojektowana dla następujących parametrów ścieków.

Przepływy charakterystyczne:

- Średni dobowy = 6300 [m³/d]
- Przepływ maksymalny dobowy = 7600 [m³/d]
- Przepływ maksymalny godzinowy $Q_{\max d} = 450$ [m³/h]
- Przepływ maksymalny godzinowy pory suchej = 400 [m³/h]
- Przepływ maksymalny godzinowy w porze deszczu = 656 [m³/h]
- W okresie poza kampanijnym średni przepływ wyniesie 5250 [m³/d]

Bilans ilościowo – jakościowy ścieków dopływających wg dostępnej dokumentacji oczyszczalni przedstawiono w poniższej tabeli:

Tabela 1 Stężenia zanieczyszczeń oraz obciążenie oczyszczalni ładunkiem zanieczyszczeń. Dane projektowe.

Parametr	Jednostka		
		sezon	po sezonie
Stężenie ścieków			
- ChZT	gO ₂ /m ³	1208	994
- BZT ₅	gO ₂ /m ³	604	447
- zawiesina	g/m ³	572	356
- azot ogólny	gN/m ³	62,8	62,8
- fosfor ogólny	gP/m ³	13,9	13,9
Ładunki całkowite:			
- ChZT	kgO ₂ /d	7610	
- BZT ₅	kgO ₂ /d	3805	
- zawiesina	kg/d	3604	
- azot ogólny	kgN/d	396	
- fosfor ogólny	kgP/d	87,6	

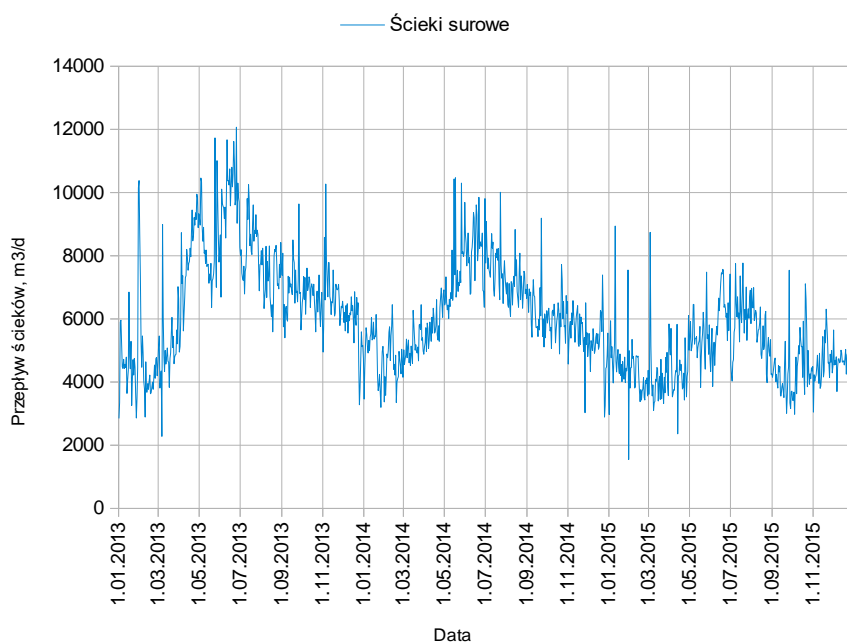
Dla docelowego projektowego obciążenia oczyszczalni RLM obliczane z BZT₅ wynosi 63 417.

2.3.2 Wartości uzyskane podczas eksploatacji

Wartości przepływów

W niniejszym opracowaniu wykorzystano dane o przepływach ścieków z okresu od 01-01-2013 do 31-12-2015r. Przepływ mierzony był w kanale ścieków dopływających.

Na poniższym wykresie zobrazowano ilość ścieków dopływających do oczyszczalni w rozpatrywanym okresie.



Podstawowe wartości charakterystyczne dla rozpatrywanego okresu czasu przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 2. Przepływy - statystyka

Wartość charakterystyczna	Przepływ dobowy, m ³ /d
Wartość średnia	5968,17
Wartość najniższa	1550,00
Wartość najwyższa	12070,00
Mediana	5760,00
85 Percentyl	7760,00
90 Percentyl	8240,00
95 Percentyl	9193,00

Z powodu wyraźnych różnic w przepływie w różnych okresach - zdecydowano się podać także wartości charakterystyczne dla różnych zakresów danych.

Tabela 3. Przepływy – zestawienie dla różnych okresów

Wartość charakterystyczna	Przepływ dobowy, m ³ /d Okres 2014-2015	Przepływ dobowy, m ³ /d Tylko rok 2015
Wartość średnia	5513,22	4838,85
Wartość najniższa	1550,00	1550,00
Wartość najwyższa	10470,00	8940,00
Mediana	5335,00	4690,00
85 Percentyl	6986,50	6032,00
90 Percentyl	7421,00	6332,00
95 Percentyl	8120,00	6878,00

Stężenia oraz ładunki obliczono na podstawie mediany stężeń dla poszczególnych okresów. Ładunki odpowiadające 85 percentylowi obliczono jako medianę stężeń przemnożoną przez 85 percentyl przepływu. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabelach poniżej.

Tabela 4. Mediana stężeń zanieczyszczeń w ściekach surowych dla poszczególnych okresów

Okres	BZT ₅ g/m ³	ChZT g/m ³	Zawiesina ogólna g/m ³	N ogólny g/m ³	P ogólny g/m ³
2013-2015	620,00	1311,00	620,00	59,65	5,20
2014-2015	740,00	1457,50	745,00	63,05	5,20
2015	825,00	1605,00	895,00	71,95	7,55

Tabela 5. Mediana ładunków zanieczyszczeń dopływających do oczyszczalni dla poszczególnych okresów

Okres	BZT ₅ kg/d	ChZT kg/d	Zawiesina ogólna kg/d	N ogólny kg/d	P ogólny kg/d
2013-2015	3700,27	7824,28	3700,27	356,00	31,03
2014-2015	4079,78	8035,52	4107,35	347,61	28,67
2015	3992,05	7766,35	4330,77	348,16	36,53

Tabela 6. 85 percentyl ładunków zanieczyszczeń dopływających do oczyszczalni dla poszczególnych okresów

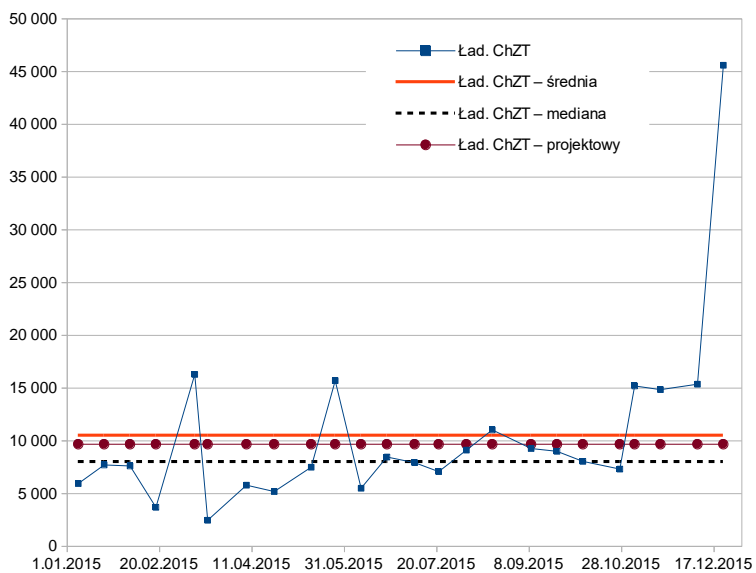
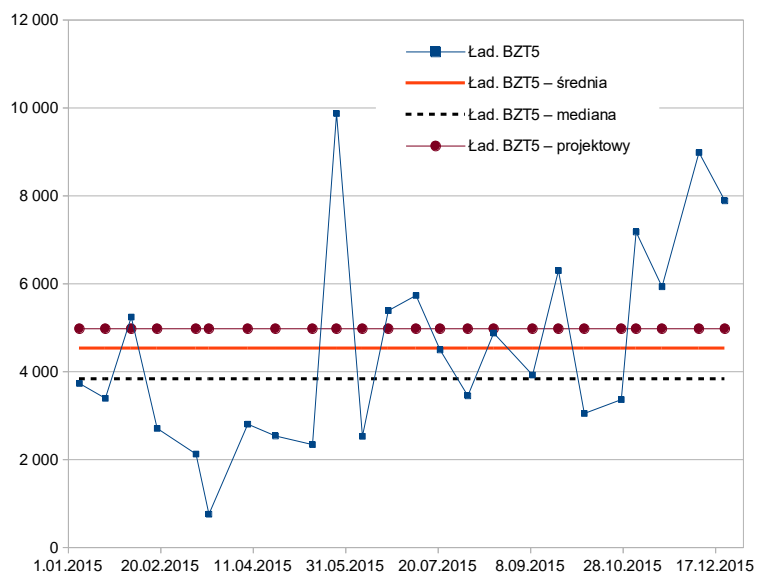
Okres	BZT ₅ kg/d	ChZT kg/d	Zawiesina ogólna kg/d	N ogólny kg/d	P ogólny kg/d
2013-2015	4811,20	10173,36	4811,20	462,88	40,35
2014-2015	5170,01	10182,82	5204,94	440,50	36,33
2015	4976,40	9681,36	5398,64	434,00	45,54

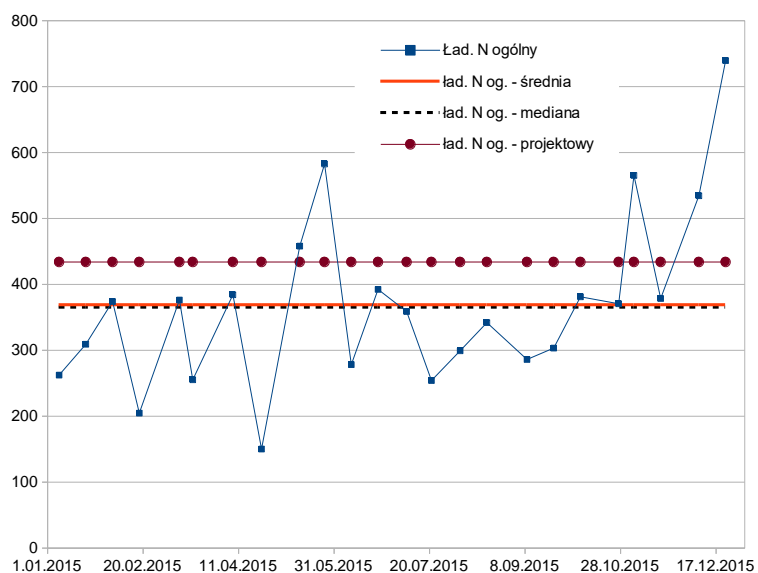
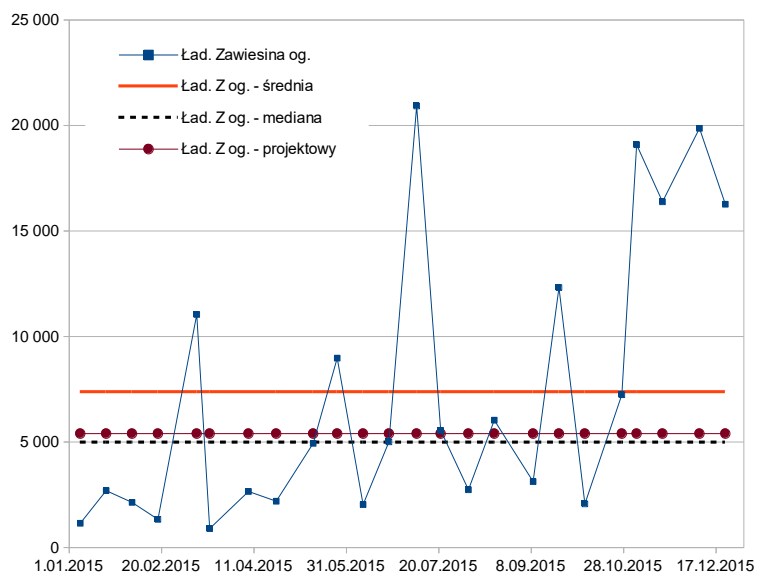
Wartości z powyższych tabel przedstawiono graficznie poniżej, tylko dla roku 2015, który uznano za najbardziej reprezentatywny dla stanu istniejącego.

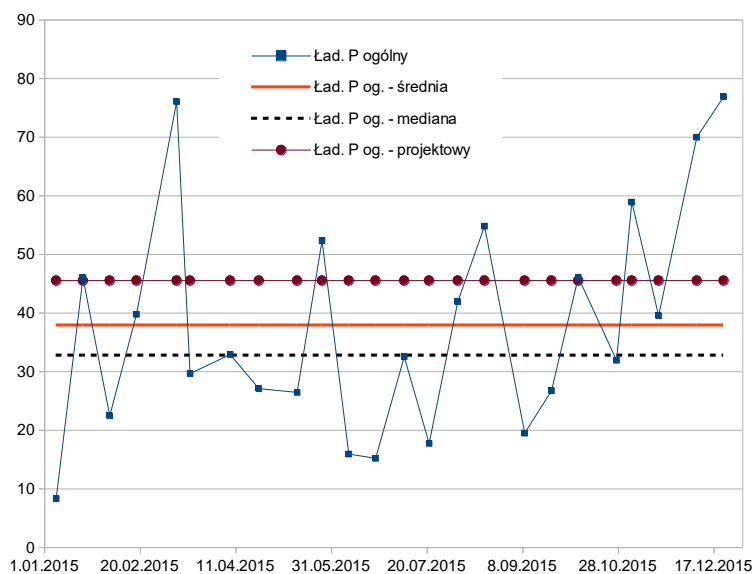
Zaznaczone na wykresach wartości „projektowe” odnoszą się do stanu istniejącego. Wartości te zaznaczono na wykresach aby pokazać intencję - do jakiego poziomu w porównaniu z ładunkami chwilowymi będą podwyższane ładunki projektowe uznane za miarodajne do wymiarowania urządzeń. Nie jest możliwa graficzna prezentacja tych danych dla obciążeń docelowych z oczywistego powodu braku przebiegów czasowych obciążenia, które dopiero będzie w przyszłości.

Docelowe wartości projektowe podane są w dalszej części opracowania (już nie w formie graficznej) i zostały przyjęte na podstawie docelowego obciążenia oczyszczalni.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że wartości średnie są w niektórych przypadkach mocno zawyżane przez chwilowe wysokie obciążenie. Opieranie projektu na takich wartościach niesie ze sobą niebezpieczeństwo przewymiarowania urządzeń. Stąd jako podstawę wyliczeń w dalszej części opracowania stosowano raczej medianę ładunków niż średnią.







2.4 Układ procesowy oczyszczalni

Poniżej zestawiono podstawowe obiekty oczyszczalni:

BK	KRATOWNIA
P	PIASKOWNIK
PS	POMPOWNIA ŚCIEKÓW
KR-1	KOMORA ROZDZIAŁU
RB-1	REAKTOR BIOLOGICZNY
RB-2	REAKTOR BIOLOGICZNY
KR-2	KOMORA ROZDZIAŁU
OWT-1	OSADNIK WTÓRNY
OWT-2	OSADNIK WTÓRNY
KPSO	KORYTO POMIAROWE ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH
SD	STACJA DMUCHAW
ZR	ZBIORNIK RETENCYJNY
KO	KOMORA OSADOWA
PO	POMPOWNIA OSADU
PIX	STACJA PREPARATU PIX
ZO	ZBIORNIK OSADU
SOO	STACJA ODWADNIANIA OSADU
SL	SIŁOS NA WAPNO
PLO	PLAC SKŁADOWANIA OSADU
PZ	PUNKT ZLEWNY ŚCIEKÓW DOWOŻONYCH
BF	BIOFILTR
BO	BUDYNEK OBSŁUGI
SAP	STANOWISKO AGREGATU PRĄDOTWÓRCZEGO
TRAFO	STACJA TRANSFORMATOROWA

Aktualny proces oczyszczania ścieków i obróbki osadów przebiega następująco: ścieki z miasta napływają do oczyszczalni grawitacyjnie, i po przejściu przez regulator przepływu kierowane są na kraty: wstępną rzadką oraz gęste schodkowe (awaryjnie na kratę ręczną) gdzie pozbawiane zostają części stałych, pływających i wleczonych. Część ścieków (z szamb) dowożona jest wozami asenizacyjnymi i przyjmowana jest przez automatyczną stację zlewczą. Skratki gromadzące się na kracie trafiają na prasę tłokową i po odwodnieniu hydraulicznie przetłoczone zostają do pojemnika na skratki, gdzie zostają posypane wapnem chlorowanym w celu higienizacji.

Następnie ścieki kierowane są do komory zbiorczej pompowni ścieków. Zadaniem pompowni jest podniesienie dopływających ścieków surowych do wysokości umożliwiającej grawitacyjny przepływ przez oczyszczalnię. Poziom w pompowni jest stały utrzymywany przez zmienną (przetwornik częstotliwości) wydajność pomp.

Dalej ścieki kierowane są na piaskownik poziomy, w którym w wyniku zwolnionego przepływu wytrącona zostaje zawiesina mineralna. Piasek sedymentujący w piaskowniku pompowany jest pompą poruszającą się pod pomostem jezdny do koryta biegnącego wzdłuż piaskownika i spływa do separatora piasku zlokalizowanego w budynku kratowni. Separator oddziela nadmiar wody z piasku i kieruje odwodniony piasek do podstawianych kontenerów. W piaskowniku następuje również flotowanie i usuwanie części pływających. Gromadzące się tłuszcze okresowo odprowadzane są do zbiornika magazynowego zespolonego z kratownią. Z piaskownika poprzez komorę rozdziału ścieki przepływają do dwóch reaktorów biologicznych. Istnieje także możliwość przekierowania nadwyżki ścieków lub w przypadkach złej jakości całości ścieków do zbiorników retencyjnych (dawny osadnik Imhoffa), skąd po uśrednieniu ponownie zostaną wprowadzone na układ oczyszczania, ale już w sposób kontrolowany.

Reaktor biologiczny jest podstawowym i kluczowym obiektem części biologicznej oczyszczalni ścieków. Reaktor służy do prowadzenia procesów biologicznego oczyszczania ścieków, we współpracy z innymi obiektami (osadnikami wtórnymi i przepompownią osadu wtórnego).

Reaktor kwalifikuje się jako wielofazowy, jednoosadowy z osadem czynnym nityfikującym, wydzieloną denityfikacją z wzmoczoną biologiczną defosfatacją.

W reaktorach, w wyniku działalności biochemicznej mikroorganizmów osadu czynnego, zachodzą we wspólnym systemie przemian zintegrowane procesy biologicznego usuwania ze ścieków związków węgla organicznego, azotu i fosforu.

Procesy zachodzące w reaktorze RB obejmują (w ujęciu makroskopowym):

- utlenianie związków węgla organicznego (wyrażające się obniżką BZT5 ścieków),
- utlenianie związków azotowych (nityfikacja wyrażająca się obniżeniem poziomu azotu TKN), redukcję utlenionych związków azotu (azotanów) do azotu gazowego (denityfikacja) wyrażająca się obniżeniem poziomu azotu ogólnego,
- przemiany związków fosforu prowadzące do zwiększonego - w stosunku do standardowego osadu czynnego - wbudowywania związków fosforu w biomasę osadu czynnego (defosfatacją biologiczną),

- syntezę biomasy osadu czynnego wyrażającą się przyrostem masy osadu czynnego, który dla zachowania równowagi usuwany jest z układu jako osad nadmierny.

Dla zapewnienia wymaganej ilości tlenu, zastosowano ruszty napowietrzające zasilane powietrzem z stacji dmuchaw wyposażonej w 3 dmuchawy. Mieszadła zastosowane w komorach niedotlenionych i beztlenowych zapewnią pełne wymieszanie ich zawartości. Recyrkulacja wewnętrzna zapewnia odpowiedni strumień powrotny osadu czynnego z komory nityfikacji do komory denityfikacji celem redukcji azotu.

Po oczyszczeniu w reaktorach biologicznych mieszanina osadu i ścieków dopływa do komory rozdziału, w której następuje ich rozdział na dwa radialne osadniki wtórne. Zadaniem osadników wtórnych jest oddzielenie osadu czynnego od oczyszczonych ścieków. Do osadników dopływa z reaktora biologicznego mieszanina obu wymienionych faz. W osadnikach wtórnych, w procesie sedymentacji kłaczki osadu czynnego opadają na dno, a sklarowane ścieki, poprzez przelewy, odpływają przez komorę pomiarową ścieków oczyszczonych z oczyszczalni. Zadaniem komory pomiarowej jest pomiar natężenia przepływu ścieków oczyszczonych. Osad z dna osadnika zgarniany zgarniaczem osadu jest do centralnego leja, skąd pod naporem hydraulicznym ścieków w osadniku, odpływa do pompowni osadu recykulowanego. Dla zachowania równomierności obciążenia osadników wtórnych zastosowano ciągły pomiar wysokości zalegania osadu i w zależności od potrzeby płynne odprowadzanie osadu recykulowanego za pomocą regulowanych zasuw teleskopowych. Części pływające z powierzchni zwierciadła ścieków w osadnikach zgarniane są do leja zrzutowego części pływających i dalej spływają do zbiornika flotatu.

Osad recykulowany ponownie zawracany jest na układ technologiczny a część jako osad nadmierny pompowana jest do zbiornika osadu nadmiernego skąd pobierany jest przez układ odwadniania osadu (poprzez zbiornik).

Osad odwodniony i zhigienizowany wapnem palonym trafia na plac magazynowy osadu lub wprost do kontenera do wywozu.

Nad poprawną pracą oczyszczalni czuwa system komputerowy korzystający z szeregu układów pomiarowych umieszczonych na całym ciągu technologicznym.

2.5 Charakterystyka obiektów technologicznych

W dalszej części przedstawiono krótką charakterystykę istniejących obiektów oczyszczalni, wskazując na ich technologiczną funkcję i wyposażenie.

2.5.1 Budynek krat BK

Funkcją kratowni jako węzła w układzie technologicznym oczyszczania ścieków jest cedzenie ścieków surowych dopływających do oczyszczalni. Ścieki przepływając przez kraty (najpierw rzadką a potem dwie gęste) pozbawione zostają większych zanieczyszczeń stałych -jest to pierwsza i podstawowa operacja w oczyszczaniu ścieków. Zatrzymane zanieczyszczenia (skratki) z kraty zsuwają się do praski skratek. W prasce skratki zostają odwodnione (sprasowane) i podane przez nią do pojemnika na skratki, gdzie zostają w sposób ręczny zdezynfekowane. Zadaniem kratowni jest więc usunięcie ze ścieków skratek oraz dalsza ich

obróbka, w sposób higieniczny (hermetyczny) i ograniczający obsługę ręczną. W przypadku dużych napływów (deszcze) lub awarii nadwyżka dopływających ścieków winna być przekierowana na kratę ręczną o większej przepustowości ale o mniejszej skuteczności filtracji. W budynku znajduje się także dmuchawa służąca do separacji tłuszczu na piaskowniku oraz wydzielona komora magazynująca tłuszcze odprowadzane z piaskownika.

Wyposażenie:

- Krata KSE-1 Typ KSE 500
- Krata KSE-2 Typ KSE 500
- Przenośnik skratek ENKO S.A. Typ PSE 250
- Agregat olejowy UHKZ-30/12,5-5,5 Moc 5,5 kW
- Zastawka przed kratą pionową AU MA Typ SA14.1-F14 Nr4105MD09279
- Krata pionowa Typ KP 3900/1000/45
 - Przekładnia UMI 75
 - Reduktor UMI 63 Przełożenie 1/28
 - Silnik Tamel Typ Skg 60-4A Moc 1,55 kW Obroty 1390 obr./min
- Układ automatycznego pobierania próbek
 - Typ UAP301-S
 - Wersja PP2002 SN200509

2.5.2 Pompownia ścieków PS

Zadaniem pompowni jest przetłaczanie ścieków do piaskownika, z którego grawitacyjnie ścieki przepłyną przez część biologiczną oczyszczalni, aż do odbiornika. Pompownia jest w pełni zautomatyzowana. Zadaniem pomp jest utrzymywanie stałego poziomu ścieków w pompowni zwiększając lub zmniejszając swoją wydajność w zależności od zapotrzebowania. Projekt przewidywał ciągłą pracę jednej pompy, z drugą wspomagającą. Pompownia podzielona jest na dwie bliźniacze komory. W celu wymieszania ewentualnych złogów z dna pompowni przewidziano dodatkową pompą okresowo opuszczaną na dno komory.

Wyposażenie:

- Żuraw słupowy
 - Typ ZRO 045
 - Udźwig 450 kg
- Pompy
 - Typ KRT E150-315/114 U1G-S
 - Q 220,1 m³/h
 - H 12,11 m
 - Silnik DKN 160.4-7.5
 - Moc 11,80 kW
 - Obr. 1465 1/min

2.5.3 Piaskownik poziomy P wraz z separatorem piasku

Funkcją piaskownika jest usunięcie ze ścieków zawiesiny mineralnej łatwo opadającej piasku. Piasek ze ścieków usuwany jest przede wszystkim ze względów eksploatacyjnych, nie usunięty piasek powoduje w dalszych obiektach cementację rurociągów odkładanie złogów w zbiornikach, ścieranie wirników pomp itp. Nie usunięty piasek trafiałby ostatecznie do części osadowej i stwarzałby niepotrzebny balast w osadzie z oczyszczalni. Separator służy do separacji z piasku z pulpy piaskowej pompowanej z piaskowników. „Czysty” piasek transportowany jest do podstawionego kontenera. Układ gromadzenia tłuszczu oraz ich późniejsze odprowadzanie do wydzielonej komory w budynku krat jest zautomatyzowany. Dzięki dmuchawie tłuszcze flotują do wydzielonej strefy piaskownika skąd po zgarnięciu zostają usunięte.

Wyposażenie:

- Wciągarka pompy piasku Typ WL 550 KO Udźwig 550 kg
- Zasuwa za piaskownikiem Napęd AUMA Typ SA 07.5-F10
- Zasuwa na układzie odprowadzania tłuszczu Napęd AUMA Typ SA 07.5-F07
- Dmuchawa do piaskownika
 - Dmuchawa DR 101 T
 - Obudowa OD 101-20-01-1-N
 - Agregat DR 101-44-T-D-NP.-05
 - Różnica ciśnień 0,04 MPa
 - $Q = 3,43 \text{ m}^3/\text{min}$
 - Silnik Indukta Typ Sg 112M-2-M Moc 4 kW Obroty 2870 obr./min
- Separator piasku Zasuwa z napędem AUMA Typ SA 07.5-707
- Elektrozawór Danfoss EV 220B32
- Mieszadło
 - Przekładnia Motovario
 - Typ NHRV/75
 - Silnik Besel
 - Typ Skr. 80X-6C2
 - Moc 1,0 kW

2.5.4 Komora rozdziału KR-1 i reaktor biologiczny RB

Zadaniem komory rozdziału jest rozdział ścieków na dwa równe strumienie do dwóch ciągów reaktora biologicznego RB (RB-1 i RB-2). Rozdział ten realizowany jest poprzez symetryczny układ komory KR-1 oraz zainstalowaną w niej „kierownicę”. Ponadto rolą komory KR-1 jest odcięcie dopływu do wybranego reaktora (poprzez zamknięcie zastawek), co może mieć zastosowanie w okresie napraw lub przeglądów danego reaktora. Reaktor biologiczny RB (rozumiany jako RB-1 i RB-2) jest podstawowym i kluczowym obiektem części biologicznej oczyszczalni ścieków. Reaktor RB służy do prowadzenia procesów biologicznego oczyszczania ścieków, we współpracy z innymi obiektami (osadnikami wtórnymi OWT i

przepompownią osadu recykulowanego PO, stacją dmuchaw SD). Pierwszą część reaktora stanowi kilka zbiorników, w których realizowany jest proces biologicznego usuwania fosforu przy zachowaniu dobrej jakości osadu. W systemie tym następuje mieszanie ścieków surowych z osadem recykulowanym z osadników wtórnych. System Bio-P składa się z trzech faz:

Wstępna denitryfikacja osadu recykulowanego

W komorze denitryfikacji osadu recykulowanego usuwany jest tlen zawarty w osadzie recykulowanym w celu stworzenia absolutnie beztlenowych warunków (bez obecności tlenu i azotanów). Około 10% ścieków surowych po mechanicznym oczyszczeniu kierowanych do tej komory zapewnia odpowiednią ilość związków węgla dla procesu denitryfikacji.

Selekcja

W selektorze 90% ścieków surowych po mechanicznym oczyszczeniu jest mieszanych z odpływem z komory denitryfikacji osadu recykulowanego. W selektorze występuje wysokie obciążenie osadu ładunkiem co podnosi jakość osadu czynnego poprzez rozwój mikroorganizmów. W tym samym czasie pobór/redukcja związków zachodzi w warunkach beztlenowych co zapobiega powstawaniu bakterii nitkowatych powodujących puchnięcie osadu czynnego.

Selekcja Bio-P

W komorach Bio-P mikroorganizmy akumulujące związki fosforu posiadają idealne warunki. Mikroorganizmy te w warunkach beztlenowych uwalniają fosfor do ścieków aby później w warunkach tlenowych (w komorze napowietrzania) pobrać związki fosforu i akumulować je w swoich organizmach bardziej efektywnie niż inne. Oznacza to, że większa część fosforu zostanie zakumulowana w osadzie i razem z osadem nadmiernym zostanie usunięta z układu, co znacznie zredukuje ilość związków chemicznych stosowanych do strącania fosforu.

Usuwanie azotu

Drugą część reaktora stanowią dwie komory. W pierwszej komorze będą warunki prawie beztlenowe a w drugiej komorze będą warunki tlenowe. W komorze tlenowej będą przebiegać procesy utleniania związków węgla i procesy utleniania azotu amonowego do azotanów. Biologiczne usuwanie azotu przebiegać będzie w procesie dwustopniowym. W pierwszym azot amonowy zostanie utleniony do azotanów w procesie nitryfikacji a następnie w procesie denitryfikacji azotany zostaną przekształcone w azot gazowy, który będzie uwolniony do atmosfery. W dalszej kolejności część azotanów będzie włączona do osadu czynnego i usunięta wraz z osadem nadmiernym. W procesie denitryfikacji bakterie denitryfikacyjne potrzebują źródła węgla dlatego komora niedotleniona (denitryfikacji) poprzedzać będzie komorę tlenową (nitryfikacji), a ścieki z azotanami będą recykulowane do komory niedotlenionej z komory tlenowej. W komorach reaktora konieczne będzie utrzymanie wymaganego stężenia osadu czynnego. Oddzielenie ścieków od osadu odbywać się będzie w osadnikach wtórnych, z których osad będzie recykulowany do komory denitryfikacji osadu recykulowanego. Przy zwiększeniu udziału strefy DN w reaktorze podwyższa się sprawność denitryfikacji i stopień usuwania azotu, a zmniejsza skuteczność biologicznej defosfatacji. Żądaną defosfatację uzyskać wtedy można poprzez zwiększony udział chemicznego strącania

(większą dawkę PIX-u) przy eliminacji fosforu. Tak więc poprzez wariantowe wprowadzenia recyrkulacji wewnętrznej układ technologiczny jest bardziej elastyczny i przygotowany do pracy w różnych warunkach. W każdym z dwóch ciągów zapewniona jest recyrkulacja wewnętrzna ścieków z komory N do komory DN, a w odniesieniu do całego reaktora recyrkulacja osadu (zewnętrzna) z przepompowni osadu recyrkulowanego PRNF do komór defosfatacji AN. Zawartość komór AN i DN jest mieszana i utrzymywana w stanie zawieszenia poprzez działanie mieszadeł zatapialnych. Komory N są napowietrzane przy zastosowaniu napowietrzania drobnopęcherzykowego sprężonym powietrzem dostarczanym ze stacji dmuchaw SD.

Wyposażenie:

Mieszadła:

- Komora- predenitryfikacji PD
 - Typ AMAMIX C322/16 UMG
 - Silnik DKM 90 LU 6 3
 - Moc 1,8 kW
 - Obr. 915 1/min
- Komora- selektor S
 - Typ AMAMIX C 324 / 26 UMG
 - Silnik DKM 90 LW 6 3
 - Moc 3,2 kW
 - Obr. 925 1/min
- Komora- defosfotacji DF
 - Typ AMAMIX C 424 / 48 UMG
 - Silnik DKM 112MX 8 3
 - Moc 4,0 kW
 - Obr. 680 1/min
- Komora- Denitryfikacji DN
 - Typ AMAMIX C 523 / 412 UMG
 - Silnik DKM 160 M 12 3
 - Moc 5,0 kW
 - Obr. 470 1/min
- Komora- Denitryfikacji/nitryfikacji DNN
 - Typ AMAMIX C 635 / 812 UMG
 - Silnik DKM 160 LW 12 3
 - Moc 10kW
 - Obr. 470 1/min
- Komora- Nitryfikacji N 1
 - Typ AMALINE P 960-301 / 46 UMG 1
 - Q 550 m³/h
 - H 0,8 m

- Moc 4,8kW
- Obr. 950 1/min
- Komora- Nitryfikacji N 2
 - Typ AMALINE P 960-301 / 46 UMG 1
 - Q 500 m³/h ● 548
 - H 0,8 m
 - Silnik DKN 132.6-3
 - Moc 4,8 kW
 - Obr. 950 1/min

2.5.5 Komora rozdziału KR-2 i osadniki wtórne OWT

Zadaniem komory rozdziału jest równy rozdział mieszaniny ścieków i recyrkulowanego osadu czynnego dopływającej z reaktora biologicznego RB (RB-1, RB-2) na dwa równe strumienie, doprowadzane następnie do dwóch osadników wtórnych OWT. Rozdział ten realizowany jest poprzez symetryczny układ komory KR-2. Ponadto rolą komory KR-2 jest odcięcie odpływu do wybranego osadnika OWT (poprzez zamknięcie odpowiedniej zasuw, co może mieć zastosowanie w okresie napraw lub przeglądów danego osadnika.

Do osadników dopływa z reaktora biologicznego RB (RB-1 i RB-2) mieszanina ścieku oczyszczonego i osadu. W osadnikach wtórnych OWT w procesie sedymentacji kłaczki osadu czynnego opadają na dno a sklarowane ścieki poprzez przelewy odpływają do kolektora odpływowego ścieków z oczyszczalni. Osad z lejów osadowych pod naporem hydraulicznym ścieków w osadniku, odpływa do komory osadowej KO a następnie do pompowni osadu recyrkulowanego i nadmiernego PO. Części pływające z powierzchni zwierciadła ścieków w osadnikach odprowadzane są do leja zrzutowego części pływających i dalej spływają do komory flotatu. Lej zrzutowy pracuje jako zatapialny (w momencie przesuwania się w jego rejonie zgarniacza) co pozwoliło na odprowadzenie części pływających przy równoczesnym splukiwaniu rurociągu ściekami z osadników OWT. Komora flotatu opróżniana jest cyklu automatycznym w połączeniu z poziomem w zbiorniku osadu ZO.

Wyposażenie:

- Szczotka bieżni
 - Silnik typ Sk71L/4 RDD
 - Moc 0,37 kW
 - Obroty 1360 obr./min
 - Reduktor typ SK 12 F VL-71L/4
- Napęd
 - Silnik typ Sk 71 S/4 RDD
 - Moc 0,25 kW
 - Obroty 1380 obr./min
 - Reduktor typ SK 12 F VL-71L/4 RDD

- Szczotka koryta
 - Silnik typ Sk71L/4 RDD
 - Moc 0,37 kW (1,1 A)
 - Obroty 1360 obr./min
 - Reduktor typ SK 12 F VL-71L/4 RDD

2.5.6 Komora pomiarowa ścieków oczyszczonych KPSO

Zadaniem komory KPSO jest pomiar natężenia przepływu ścieków oczyszczonych, odpływających z oczyszczalni. Pomiar przepływu ścieków realizowany jest przez miernik poziomu cieczy przepływającej przez zwężkę pomiarową i przetwarzany na wartość bezwzględna (m^3/h). Mierzone objętościowe natężenie przepływu jest przetwarzane przez system automatyki oczyszczalni w wartości pochodne (np. sumowanie ilości ścieków w określonym czasie). Wymóg pomiaru ilości ścieków z oczyszczalni wynika z Prawa Wodnego i pomiar ten służy do celów sprawozdawczo-kontrolnych.

Wyposażenie:

- Panel Prosonic FMU 861
- Sonda Prosonic FDU 80 - RG1A

2.5.7 Stacja dmuchaw SD

Stacja dmuchaw SD jest źródłem sprężonego powietrza dostarczanego do komór napowietrzania N dla potrzeb prowadzenia oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego. Dostarczenie tlenu (powietrza) jest tu jednym z podstawowych warunków właściwego prowadzenia procesu.

Wyposażenie:

- Dmuchała (3 szt.)
 - Typ S2500-1-H-4 Moc 83kW

Charakterystyka dmuchaw:

Min:

1. $p=60kPa$ $Q=1280m^3/h$
2. $p=70kPa$ $Q=1380m^3/h$
3. $p=80kPa$ $Q=1400m^3/h$

max:

4. $p=60kPa$ $Q=3500m^3/h$
5. $p=70kPa$ $Q=3260m^3/h$
6. $p=80kPa$ $Q=3000m^3/h$

2.5.8 Zbiornik retencyjny ścieków ZR oraz komora zasuw KZ-2

Istniejące osadniki Imhoffa zostały wykorzystane jako zbiornik retencyjny ścieków surowych w czasie deszczu i w przypadku przekroczenia w ściekach surowych dopuszczalnych wartości pH, redox lub przewodności. Składają się one z dwóch komór. Każda z komór pracuje dla innych warunków brzegowych. Do pierwszej komory ścieki dopływają grawitacyjnie po piaskowniku. Dopływ następuje w wyniku zamknięcia się zastawki z napędem elektrycznym umieszczonej na dopływie do RB. Spiętrzenie ścieków spowoduje przelanie się przez zastawkę uchylną ustawioną na poziomie umożliwiającym przyjmowanie ścieków tylko w przypadku „wysokiego” stanu. Do drugiej komory ścieki pompowane są za pomocą pomp ściekowych po uprzednim przestawieniu zasuw w pompowni ściekowej. Do odprowadzania ścieków ponownie na układ oczyszczania służą zasawy umieszczone w komorze zasuw KZ-2.

Wyposażenie:

- Mieszadła – 2 szt.
 - Amarex C 635/812 UMG
 - Moc = 10 kW
 - Obroty 470 obr./min
- Pompa
 - KRTDD 150-251/74 UG-S
 - H = 7,34 m
 - Q = 60,17 l/s
 - Moc = 7,5 kW

Z uwagi na większą przepustowość części mechanicznej oczyszczalni (904 m³/h, praca 4 pomp ścieków) niż przepustowość hydrauliczna reaktorów biologicznych (678 m³/h, praca 3 pomp ściekowych) nadwyżka poprzez przelew boczny w piaskowniku dopływać będzie do komory nr 2. Z tej komory poprzez układ spustowy, ścieki oczyszczone mechanicznie (bez skratek i piasku) kierowane będą do kanału wlotowego ścieków do oczyszczalni. Układ ten pozwala, wykorzystując zasadę naczyń połączonych, na około dwu godzinna pracę pompowni przy użyciu 4 pomp. Drugim powodem kierowania ścieków do retencjonowania jest zabezpieczenie biologii przed skutkami przekroczenia w ściekach surowych dopuszczalnych wartości pH, redox lub przewodności. Zamknięcie zastawki w kanale odpływowym z piaskownika spowoduje, że wszystkie ścieki z tego miejsca będą kierowane do komory nr 2. Z uwagi na możliwość zbyt wysokiego spiętrzenia ścieków w piaskowniku w komorze nr 2 przewidziano zastosowanie pompy zatapialnej, która przepompowuje ścieki do komory nr 1. Pompa pozwala powiększyć pojemność retencji o pojemność komory nr 1. Dla przedstawionych powyżej stanów pracy podstawowym założeniem jest ograniczenie do minimum ilości ścieków retencjonowanych, które nie były by oczyszczone w piaskowniku, algorytm pracy pompowni jest następujący:

- W przypadku dopływu ścieków o stężeniach zanieczyszczeń nie przekraczających dopuszczalnych dla biologii, wszystkie pompy (nawet 4 sztuki) pompują ścieki do piaskownika.

- Przy zamkniętej zastawce na biologię dwie pompy (nr 1 i 2) tłoczą ścieki na piaskownik i/lub dwie (nr 3 i 4) mogą tłoczyć ścieki do komory nr 1 zbiornika retencyjnego. Pozwala to na dwugodzinny cykl pracy przy założeniu ciągłej pracy minimum po dwie pompy (452 m³/h).
- Po tym czasie wszystkie pompy będą tłoczyć ścieki do komory nr 1 zbiornika retencyjnego co pozwala na przedłużenie czasu retencji o następną godzinę przy założeniu ciągłej pracy wszystkich czterech pomp (904 m³/h lub 678 + 226 na piaskownik i do komory nr 2). W tym przypadku zostanie wyczerpana pojemność zbiornika retencyjnego.

2.5.9 Komora osadowa KO, pompownia osadu recykulowanego i nadmiernego PO

Zadaniem komory osadowej KO jest utrzymywanie stałego poziomu osadu w osadnikach przy jednoczesnym utrzymywaniu recyrkulacji zewnętrznej. W komorze zostały zainstalowane przelewy teleskopowe, które poprzez zmienną wysokość zwiększają lub zmniejszają intensywność odprowadzanego osadu z danego osadnika. Zadaniem pompowni PO jest:

- pompowanie osadu czynnego (recyrkulacja zewnętrzna) dopływającego za pośrednictwem komory osadowej KO z osadników wtórnych do komory czerpalnej. Recyrkulacja jest jednym z podstawowych warunków prowadzenia procesu oczyszczenia,
- pompowanie części osadu czynnego dopływającego z osadników wtórnych OWT na część osadową oczyszczalni (do zbiornika osadu ZO). Ta część pompowanego osadu stanowi osad nadmierny, tj. odpowiada ilości osadu, który przyrósł w wyniku rozkładu zanieczyszczeń. Regularne odprowadzenie osadu nadmiernego z obiegu w części biologicznej jest jednym z warunków zachowania równowagi w prowadzonym procesie osadu czynnego.

Do pompowania osadu recykulowanego nadmiernego osadu nadmiernego służą odrębne pompy i tak:

- jedna pompa na osad nadmierny
- trzy pompy na osad recykulowany

Praca pomp sterowana jest poziomami zwierciadeł lub automatycznie zgodnie z wprowadzonymi założeniami.

Wyposażenie:

Pompownia osadu recykulowanego PO

- recyrkulacja
 - Typ KRTD 150 - 251 / 54 UG – S
 - Q 55,33 l/s
 - H 12,11 m
 - Silnik DKN 132.4-4 3

- Moc 5,5 kW
- osad nadmierny
 - Typ Amarex NN F80 - 220 / 044 ULG - 180
 - Q 30 - 33,3 l/s
 - H 11,1 - 4,08 m
 - Moc 3,7 kW

Komora osadowa KO

- Przelew teleskopowy PTR - 300
 - Auma SAR 07.5 - 07
- Przelew teleskopowy PTR - 300
 - Auma SAR 07.5 - 07

2.5.10 Stacja preparatu PIX

Zadaniem stacji dozowania PIX jest magazynowanie i dozowanie preparatu PIX. Preparat PIX używany jest na oczyszczalni do symultanicznego strącania fosforu w reaktorze biologicznym RB. Strącanie symultaniczne oznacza strącanie równoczesne z oczyszczaniem biologicznym. W takim przypadku preparat PIX dodawany jest do mieszaniny ścieków i osadu czynnego. W przypadku oczyszczalni zastosowano dozowanie PIX-u w ramach strącania symultanicznego do komory KR-2 indywidualnie do napływu na każdy osadnik OWT. Strącanie symultaniczne obejmuje fizyko-chemiczne reakcje strącania, koagulacji i sorpcji objawiające się obniżeniem w ściekach stężenia zanieczyszczeń organicznych oraz związków fosforu. Symultaniczne strącanie oprócz podstawowej funkcji usunięcia fosforu wpływa także korzystnie na poprawę zdolności sedymentacyjnych osadu wyrażającą się zmniejszeniem indeksu osadu. Usuwane w metodzie symultanicznej zanieczyszczenia usuwane są w formie osadu w osadnikach wtórnych. Preparat PIX jest koagulantem nieorganicznym opartym na trójwartościowym żelazie Fe^{3+} (siarczan żelaza w roztworze kwasu siarkowego).

Stacja dozowania PIX-u składa się z następujących elementów:

- jednego zbiornika magazynowego preparatu PIX,
- pomp dozujących umieszczonych w pobliżu zbiornika

Wyposażenie:

- Zbiornik
 - Nr ID AP2 12-05-27/05
- Pompa
 - Typ YDMT/PVCS-27RS-SFapo
 - Silnik typ SKn71-4A2
 - Moc = 0,25 kW
 - Obroty = 1380 obr/min

2.5.11 Zbiornik osadu „ZO”, komora zasuw KZ1 oraz komora flotatu

Zadaniem zbiornika osadu jest wyrównywanie nierównomierności pomiędzy dopływem osadu nadmiernego z pompowni osadu PO, a odpływem na prasę filtracyjną do stacji odwadniania osadu SOO. Nierównomierność wynika z różnej wydajności pompy podającej osad do zbiornika i pompy podającej osad na prasę. Do zbiornika także odprowadzane są części pływające zgromadzone w zbiorniku flotatu poprzez otwarcie zasuw z napędem elektrycznym umieszczonej w komorze zasuw KZ1.

Wyposażenie:

- Zasuwa z napędem Auma VDOO 63-2/45
- Zasuwa z napędem Auma SAR 07.5 -F07
- Mieszadło
 - Typ AMAMIX C 322 /16 UMG
 - Moc 1,8 kW

2.5.12 Stacja odwadniania osadu SOO

Podstawową funkcją stacji SOO jest mechaniczne zagęszczanie i odwodnienie osadu powstającego na oczyszczalni w procesie obróbki ścieków. Odwodnienie osadu ma na celu zmniejszenie objętości i uwodnienia do postaci stałej (niepłynnej). Odwodniony osad jest mieszany z wapnem palonym CaO mającym na celu przede wszystkim higienizację osadu oraz poprawę jego właściwości fizyko-chemicznych. Do celów polepszenia stopnia odwodnienia (łatwość w transporcie i składowaniu) dopuszcza się stosowanie pyłów dymnicowych. Zaletą jest niski koszt zakupu oraz wysoki stopień zawartości suchej masy w osadzie zmieszany. Zaś wadą niepełna higienizacja (brak wysokiej temperatury) oraz szybsze zużywanie się przenośników. Odwadnianie osadu prowadzone jest w oparciu o prasę filtracyjną taśmową. Wymagane płukanie prasy realizowane jest za pomocą ścieków oczyszczonych, a w sytuacjach awaryjnych wodą wodociągową. Popłuczyny odprowadzane są do kanalizacji zakładowej. Zhigienizowany w stacji osad podawany jest mechanicznie, za pomocą przenośnika ślimakowego na plac składowania osadu PLO lub do przyczepy ciągnikowej (ewentualnie do kontenera stanowiącego wyposażenie środka transportu samowładawczego tzw. hakowca). Odwodniony osad transportowany jest poza teren oczyszczalni. Wprowadzenie wapnowania w ramach stacji SOO polega na zainstalowaniu zasobnika (silosa) z wapnem wraz z układem dozownika i przenośników wapna. Wapno dozowane jest do mieszarki za prasą w którym nastąpi zmieszanie osadu odwodnionego z wapnem. Stosowane jest wapno palone (tlenkowe) o zawartości 90% CaO, drobnomielone. Zakładano projektowo technologię wapnowania tzw. „małej dawki” wapna CaO (200-300 kg CaO/t sm osadu), przy której efekt higienizacji następuje głównie poprzez wzrost pH mieszaniny osadu i wapna (pH=12). Proces wapnowania osadu jest elementem

zagospodarowania osadów. Pyły dymnicowe stosuje się w dowolnych proporcjach w zależności od żadanego efektu wymieszania z osadem.

Wyposażenie:

- Macerator
 - Seria Colibra 110
 - $Q = 15 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Obr. = 605 1/min
 - Silnik typ CB 3-132S4D F
 - Moc = 5,5 kW

- Pompa nadawy na prasę
 - Seepex BT6L 185427
 - $Q = 3,6 - 25 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Obroty 53-262 1/1
 - Silnik typ CB 3-1,32M/4DF SLT
 - Moc 7,5 kW

- Kompresor
 - AR TECH EURO 2500-2
 - Moc 1,8 kW
 - $Q = 270 \text{ l/min}$
 - $P = 8 \text{ bar}$

- Zagęszczarka Typ PDL 3000 Nr 380049
 - Napęd taśmy Silnik typ KA67/TDV100M422MLGBW2
 - Moc 0,44 kW

- Pompa wody - zagęszczacz
 - Typ OPA2.08.11
 - $Q=42-12 \text{ m}^3/\text{h}$
 - $H = 87 - 46 \text{ m}$
 - Silnik Skg 112M2 Nr 88973
 - Moc = 4 kW

- Pompa wody - prasa
 - Typ OPA2.08.11
 - $Q= 9 - 21 \text{ m}^3/\text{h}$

- H = 38 - 42 m
- Silnik Skg 112M2 Nr 88973
 - Moc = 5 kW
- Pompa polimeru - zagęszczacz
 - Seria BN Calibra 2 6L
 - Q = 400-2160 l/h
 - Moc = 0,46 kW
 - P = 2 bar
 - Silnik CB 0-90S/4D FT
 - Moc 1,1 kW
- Pompa polimeru - prasa
 - Seria BN Calibra 2 6L
 - Q = 400-2160 l/h
 - Moc = 0,46 kW
 - P = 2 bar
 - Silnik CB 0-90S/4D FT
 - Moc 1,1 kW
- Stacja polimeru - zagęszczacz
 - Typ ATF 2000 RC
 - Zasobnik proszku
 - Silnik Skg 69-4B2
 - Moc = 0,18 kW
 - Przekaznik przenośnika Typ MII/P0.85.A-VP.AD-63 NR 229609
 - Mieszadło
 - Silnik K21R 100L8DSD W FDS-K/2648
 - Moc = 0,75 kW
- Stacja polimeru - prasa Typ ATF 2000 RC Nr 50003043 A
 - Zasobnik proszku
 - Silnik Skg 69-4B2
 - Moc = 0,18 kW
 - Przekaznik przenośnika Typ MII/P0.85.A-VP.AD-63 NR 229613
 - Mieszadło
 - Silnik K21R 100L8DSD W FDS-K/2648

- Moc = 0,75 kW
- Pompa nadawy na zagęszczacz
 - Seepex BN calibra 6L 185394
 - Silnik typ CB 5-160 L/4DF SLT
 - Moc 15kW
 - Typ PPS9200
 - Seria 390047
- Napęd taśmy górnej 2 szt.
 - Silnik Typ KA7/BR37DT90S4/TF
 - Moc= 1,1 kW
- Napęd taśmy dolnej
 - Silnik Typ KA7/BR37DT90S4/TF
 - Moc = 1,1 kW
- Pompka emulsji na zagęszczacz
 - Typ S1CAH10050PVT0000UA01000
 - P- 10 bar
 - Moc= 130 W
 - Silnik typ BN56 B4 Nr 74145
- Pompka emulsji na prasę
 - Typ S1CAH10050PVT0000UA01000
 - P- 10 bar
 - Moc= 130 W
 - Silnik typ BN56 B4 Nr 52065
- Przepływomierz na prasę Cod. 50W1H-MC0A1AAOAAA NrBOE 3919000
- Przepływomierz na zagęszczacz Cod. 50W1F-MC0A1AAOAAA Nr 7 BODF 919000
- Układ higienizacji
 - Przenośnik osadu za prasa
 - PS 250/6
 - Moc = 1,1 kW
 - Obroty 910 obr./min
- Mieszacz osadu z wapnem
 - Przekładnia
 - Typ W 86/U

- Silnik typ BOL-6
- Moc = 2,2 kW
- Obroty 1410 obr./min
- Silos na wapno V = 30 m³
 - Mieszacz Przekładnia Typ W 86/UFCI Silnik typ 90L-6 Nr 04061108
 - Moc = 1,1 kW I = 3,3 A
 - Obroty 930 obr./min
- Przenośnik ślimakowy wapna
 - PS 133/8
 - Przekładnia
 - Typ W75/U D30
 - Silnik typ Skr. 80X-GC2
 - Moc = 0,75 kW
 - I = 2,3 A
 - Obroty 900 obr./min
- Przenośnik ślimakowy osadu z wapnem
 - PS 300/7
 - Przekładnia
 - Typ W 86/U
 - Silnik typ 90L-4
 - Moc = 1,5 kW
 - Obroty 90 obr./min

2.5.13 Punkt zlewny ścieków dowożonych PZ

W związku z przyjmowaniem na terenie oczyszczalni ścieków dowożonych zamontowana została kontenerowa automatyczna stacja ścieków dowożonych. Zadaniem stacji zlewczej jest:

- kontrolowanie przyjęcia ścieków,
- regulacja czasu pracy,
- pomiar objętości dostarczanych ścieków,
- pomiar koncentracji zanieczyszczeń (pH, przewodność)
- rejestrację danych dotyczących dostawy,
- nadzór nad dostawcami

Stacja przyjmuje ścieki tylko od klientów posiadających odpowiedni identyfikator. Po zapięciu węża do wozu asenizacyjnego i przyłożeniu identyfikatora, w stacji otwiera się zasuwka i następuje kontrolowany zrzut nieczystości. Mierzona jest ilość oraz parametry

zrzuconych ścieków. Po zakończeniu spustu zasuwą się zamyka i uruchamia się płukanie naczynia pomiarowego, w którym znajdują się sondy pomiarowe. W tym samym czasie drukuje się kwit informacyjny dla klienta. Dane o dostawie pamiętane są w stacji do chwili ich sczytania do komputera PC, za pomocą którego użytkownik może zmieniać parametry stacji, dodawać nowych klientów oraz drukować raporty dotyczące dostaw. Przed przystąpieniem do procedury uruchamiania stacji dostawca powinien upewnić się (odczytując komunikaty na wyświetlaczu) czy stacja jest czynna. Jeżeli tak - to podłącza wąż ciągu spustowego do wozu asenizacyjnego, otwiera zawór beczki i za pomocą indywidualnego identyfikatora uruchamia zrzut ścieków.

Przy każdorazowej próbie uruchomienia stacji za pomocą identyfikatora następuje:

- rozpoznanie identyfikatora (przewoźnika),
- sprawdzenie czy dany przewoźnik może zrzucić ścieki (czy nie skończył mu się kontyngent lub czy nie został zablokowany)

Jeżeli obie czynności powiodą się następuje otwarcie zasuw i rozpoczyna się grawitacyjny spust ścieków. Po otwarciu zasuw ścieki płyną przez przepływomierz i naczynie pomiarowe, w którym znajdują się sondy. Rejestrowana jest objętość i wybrane parametry medium. W chwili zakończenia zrzutu zasuwą się zamyka i cały układ jest płukany. Jeżeli mierniki zasygnalizują przekroczenie wartości granicznych zasuwą może zostać zamknięta, a zrzut nieczystości przerwany. Informacja o tym, że dany parametr został przekroczony będzie zapamiętana i przedstawiona na raporcie.

Po przerwaniu zrzutu dostawca zobowiązany jest do wypompowania ścieków pozostałych między zasuwą, a wozem asenizacyjnym.

Automatyczna stacja zlewczą ścieków dowożonych wykonana została w formie kontenera z wyposażeniem:

- Wydajność stacji wynosi $Q=60 \text{ m}^3/\text{h}$.

W jej skład wchodzi:

- rura stalowa kwasoodporna DN 100, na której zamontowane są:
 - zasuwą nożowa z napędem pneumatycznym,
 - przepływomierz,
 - czujniki pomiarowe (pH, przewodność)
- sprężarka
- szafka sterownicza

2.5.14 Biofiltr BF

Na terenie oczyszczalni zainstalowano dwa biofiltry: BF-1 dla budynku kratowni BF-2 dla budynku SOO oraz zbiornika retencyjnego ścieków. Filtry powietrza przeznaczone są do redukcji emisji zapachów i aerozoli w oczyszczalniach ścieków i stacjach odwadniania osadów. Filtr przeznaczony jest do pracy ciągłej w temperaturze otoczenia od - 20 do +35 °C. Powietrze ze związkami aromatycznymi o temp min +10 °C doprowadzane jest od dołu i przepływając przez złożę filtracyjne, na którym zostają zatrzymane związki siarki i inne

związki aromatyczne, odprowadzany jest góra do atmosfery. Najlepsze efekty wiązania w złożu filtracyjnym związków aromatycznych uzyskuje się w temperaturze +30 °C i wilgotności 85 do 100% i sięgają do 99 % redukcji. Bardzo ważnym elementem pracy filtru jest utrzymanie w złożu odpowiedniej wilgotności nie mniejszej od 85 %. W Tym celu w górnej części filtru umieszczony jest kolektor z dyszami służący do okresowego zraszania wodą złoża. Na kolektorze odprowadzenia powietrza umieszczono sondę do ciągłego pomiaru wilgotności. W dolnej części zbiornika znajdują się dwie sondy wskazujące maksymalny i minimalny poziom wody.

Wyposażenie:

- Biofiltr BF-1
 - Wentylator WWOX-25
 - Silnik Csab 90L2
 - Moc 2,2 kW
- Biofiltr BF-2
 - Wentylator WWOX-25
 - Silnik Csab 90L2
 - Moc 2,2 kW

2.5.15 Stanowisko agregatu prądotwórczego SAP

Pomimo dwustronnego zasilenia oczyszczalni w energię elektryczną wykonane zostało stanowisko agregatu prądotwórczego. Zostało ono zlokalizowane w pobliżu stacji dmuchaw. Agregat ma zapewnić energię niezbędną do pracy podstawowych urządzeń oczyszczalni w przypadku długotrwałych zaników prądu. Zainstalowano Agregat prądotwórczy GP 200 AV z silnikiem VOLVO PENTA i prądnicą MARELLI.

2.5.16 Stacja Hydroforowa

Zadaniem stacji jest przetłoczenie oczyszczonych ścieków:

- do stacji odwadniania osadu SOO celem ich użycia do płukania prasy filtracyjnej
- do budynku krat celem płukania separatora piasku
- do myjni samochodowej celem wspomagania mycia pojazdów
- do podlewania terenów zielonych oraz jako woda wykorzystywana do mycia obiektów

Sterowanie pompowni połączone jest z pomiarem ciśnienia w układzie tłocznym. Z chwilą spadku ciśnienia (pobór wody) następuje załączenie się kolejnych pomp w celu uzupełnienia jego spadku.

Wyposażenie:

- Zestaw hydroforowy
 - ZHWR 40.60.5.Z.K
 - Q = 6-12m³/h
 - H = 53-39 m
 - Pompy typ 40 WR-00
 - Silnik Mg 90LA2 - 24F T115 - C2

- Moc 2,2 Kw
- Obroty 2860 - 2890 1/min

2.6 Parametry pracy urządzeń technologicznych

Uwzględniając aktualne obciążenie oczyszczalni obliczono podstawowe parametry procesów prowadzonych w urządzeniach w części ściekowej i osadowej oczyszczalni. Obliczenia wykonano według powszechnie stosowanego algorytmu ATV A-131. Obliczenia przeprowadzono dla warunków średnich (mediana ładunków) oraz dla wysokich obciążeń rejestrowanych obecnie (85 percentyl ładunków obecnych). Wartości stężenia osadu dobrano jako minimalne umożliwiające nityfikację. Stężenie osadu jest w obu przypadkach większe od stężenia, jakie można podać do osadników wtórnych podczas pogody deszczowej.

Tabela 7. Obliczenia procesowe dla reaktorów biologicznych - stan obecny za rok 2015.

Parametr	Wartość dla obciążeń średnich	Wartość dla obciążeń wysokich	Jednostka
Warunki pracy oczyszczalni - dane podstawowe			
Dobowa ilość ścieków surowych	4 838,9	4 838,9	m ³ /d
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)	403,2	403,2	m ³ /h
RLM	66 535	82 940	-
Temperatura prowadzenia procesu	12,0	12,0	st C
Temperatura do obliczeń napowietrzania	12,0	12,0	st C
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)			
BZT ₅	60,0	60,0	g/(M*d)
Zawiesina ogólna	65,1	65,1	g/(M*d)
Azot ogólny	5,2	5,2	g/(M*d)
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	5,2	5,2	g/(M*d)
Fosfor ogólny	0,5	0,5	g/(M*d)
Ładunki w dopływie do oczyszczalni - kanalizacja			
BZT ₅	3 992,1	4 976,4	kd/d
Zawiesina ogólna	4 330,8	5 398,6	kd/d
Azot ogólny	348,2	434,0	kd/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kd/d
Azot ogólny Kjeldahla	348,2	434,0	kd/d
Fosfor ogólny	36,5	45,5	kd/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do oczyszczalni			
BZT ₅	825,0	1 028,4	g/m ³
Zawiesina ogólna	895,0	1 115,7	g/m ³
Azot ogólny	72,0	89,7	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	72,0	89,7	g/m ³

Fosfor ogólny	7,5	9,4	g/m ³
Wymiary reaktorów			
Predenitryfikacja osadu recyrk.			
Predenitryfikacja osadu recyrk., ilość	2	4,0	szt
Predenitryfikacja osadu recyrk., objętość obliczeniowa całkowita	306,0	306,0	m ³
Defosfatacja			
Defosfatacja, ilość	2	4,0	szt
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita	386,0	386,0	m ³
Denitryfikacja			
Denitryfikacja, ilość	2	4,0	szt
Denitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita	779,0	779,0	m ³
Nitryfikacja			
Nitryfikacja, głębokość	6,0	6,0	m
Nitryfikacja, ilość	2	4,0	szt
Nitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita	6 850,0	6 850,0	m ³
Całkowita objętość reaktora			
Całkowita objętość reaktora	8 321,0	8 321,0	m ³
Stężenie osadu i recyrkulacja			
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	5,0	6,0	g/m ³
Maks. stopień recyrkulacji zewnętrznej	100,0%	100,0%	%
Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych			
BZT ₅	15,0	15,0	g/m ³
Zawiesina ogólna	35,0	35,0	g/m ³
Azot ogólny	10,0	10,0	g/m ³
Fosfor ogólny	2,0	2,0	g/m ³
Azot organiczny	2,0	2,0	g/m ³
Azot amonowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot azotanowy	8,0	8,0	g/m ³
Usuwanie azotu i tlenowy wiek osadu			
Stężenie azotu ogólnego dopływającego do reaktora	72,0	89,7	g/m ³
Azot organiczny związany w biomase	37,1	46,3	g/m ³
Azot do nitryfikacji	32,8	41,4	g/m ³
Azot do denitryfikacji w głównym ciągu	17,2	25,4	g/m ³
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa SF dla procesu nitryfikacji	1,60	1,52	-
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitryfikacji	7,28	6,96	d
Założony obliczeniowy ogólny wiek osadu WO	9,5	9,0	d
Wymagany udział obj. denitryfikacji w całk. obj. reaktora	0,038	0,045	-
Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa dla procesu nitryfikacji	1,879	1,788	
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu zw. węgla			

Współczynnik oddychania endogennego, zależny od temperatury	0,812	0,812	-
Przyrost osadu z rozkładu związków węgla	4 236,3	5 318,0	kg sm/d
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu związków węgla	1,061	1,069	kg sm/kg BZT ₅
Obciążenie substratowe osadu czynnego			
Obciążenie substratowe osadu czynnego	0,100	0,104	kg BZT ₅ /kg sm d
Wymagana pojemność reaktorów biologicznych			
Wymagana objętość reaktorów, całkowita	8 015,0	7 976,9	m ³
Przyjęta objętość reaktorów, całkowita	8 321,0	8 321,0	m ³
Wymagana objętość komory denitryfikacji dla NO ₃ w odpływie = 8 g/m ³	289,9	342,7	m ³
Przyjęta objętość komory denitryfikacji	779,0	779,0	m ³
Stopień recyrkulacji wewnętrznej			
Stężenie azotu NH ₄ w ściekach podawanych do komory nityfikacji	32,8	41,4	g/m ³
Wymagany stopień recyrkulacji całkowitej ze względu na usuwanie azotu	310,4%	417,6%	-
Przyjęty stopień recyrkulacji całkowitej	310,4%	417,6%	-
Maksymalna, możliwa do uzyskania sprawność denitryfikacji	75,6%	80,7%	%
Wymagany stopień recyrkulacji wewnętrznej	210,4%	317,6%	%
Wymagana wydajność pomp recyrkulacji wewnętrznej	848,5	1 280,9	m ³ /h
Usuwanie fosforu			
Zalecany czas zatrzymania w defosfatacji	0,5	0,5	h
Zalecana minimalna objętość komory defosfatacji	403,2	403,2	m ³
Przyjęta objętość komory defosfatacji	386,0	386,0	m ³
Ilość fosforu wbudowywana w biomasę	6,5	8,4	g/m ³
Ilość fosforu usuwana biologicznie	0,0	0,0	g/m ³
Ilość fosforu do strącania chemicznego	0,0	0,0	g/m ³
Dobowa ilość osadu chemicznego	0,0	0,0	kg/d
Przyrost osadu i uzyskany wiek osadu			
Całkowity przyrost osadu związany z usuwaniem fosforu	0,0	0,0	kg sm/d
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	4 236,3	5 318,0	kg sm / d
Obliczony tlenowy wiek osadu	8,1	7,7	d
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nityfikacji	7,3	7,0	d
Obliczony całkowity wiek osadu	9,5	9,0	d
Zapotrzebowanie na tlen			
Zapotrzebowanie na tlen w procesach biodegradacji zw. węgla	4 230,1	5 219,2	kg O ₂ / d
Zużycie tlenu w procesie nityfikacji	683,2	861,7	kg O ₂ / d
Odzysk tlenu w procesie denitryfikacji	242,0	356,6	kg O ₂ / d
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu	238,9	295,8	kg O ₂ / h

Wymagana maks. wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	238,9	295,8	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,0	12,0	st C
Głębokość reaktora	6,00	6,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	5,85	5,85	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,0	2,0	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,8	10,8	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 5,85m	13,9	13,9	mg O ₂ /L
Wymagana ilość tlenu	279,1	345,6	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,0	278,0	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	4,00%	4,00%	% / m
Sprawność napowietrzania	11,1	11,1	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 5,85m	65,1	65,1	(gO ₂ /m ³ pow) / 5,85 m głębokości
Maksymalna wydajność dmuchaw	4 289,7	5 312,0	Nm ³ /h
Maksymalna wydajność dmuchaw	71,5	88,5	Nm ³ / min
Średnia wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	194,6	238,5	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,0	12,0	st C
Głębokość reaktora	6,00	6,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	5,85	5,85	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,0	2,0	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,8	10,8	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 5,85m	13,9	13,9	mg O ₂ /L
Wymagana ilość tlenu	227,4	278,6	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,0	278,0	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	4,00%	4,00%	% / m
Sprawność napowietrzania	11,1	11,1	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 5,85m	65,1	65,1	(gO ₂ /m ³ pow) / 5,85 m głębokości
Średnia wydajność dmuchaw	3 495,3	4 283,2	Nm ³ /h
Średnia wydajność dmuchaw	58,3	71,4	Nm ³ / min
Minimalna wydajność dmuchaw			
Minimalna ilość tlenu - wielkość zużycia może się wahać w stosunku 1/7	39,9	49,4	kg/h
Minimalna wydajność dmuchaw	612,8	758,9	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw	10,2	12,6	Nm ³ / min

Tabela 8. Obliczenia procesowe dla osadników wtórnych - stan istniejący.

Opis	Wartość dla obciążeń średnich	Wartość dla obciążeń wysokich	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	4838,90	4838,90	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h	2,00	2,00	-
Mnożnik dla pogody deszczowej	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków podczas deszczu	806,48	806,48	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	5,00	6,00	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	100,00	cm ³ /g

Liczba osadników	2,00	2,00	szt
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2) szt	567,06	567,06	m ²
Wymagana powierzchnia osadników	806,48	967,78	m ²
Średnica osadnika	19,00	19,00	m
Suma objętości osadników (2 szt.)	2324,94	2324,94	m
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,42	1,42	m ³ /(m ² *h)
Czas zagęszczania	2,77	4,05	h
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,70	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	14,05	15,94	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recykulowanym	9,83	11,16	kg/m ³
Minimalny wymagany stopień recyrkulacji	103,43%	116,33%	%
Wymagana godzinowa wydajność pompy recyrkulacji	834,12	938,17	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej	1640,60	1744,66	m ³ /h
Głębokość obliczeniowa rzeczywista	4,10	4,10	m
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziału i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	2,89	3,85	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,92	0,97	m
Dodatkowa strefa gromadzenia osadu	4,08	6,70	m
Wymagana głębokość całkowita	8,39	12,02	m

Wymagana powierzchnia oraz wymagana głębokość są większe niż obecne wymiary fizyczne.

Jak wynika z powyższych obliczeń, przy obecnym obciążeniu oczyszczalni proces prowadzony jest na granicy przeciążenia i przy stałym utrzymywaniu stężenia osadu znacznie powyżej wartości przyjmowanych za optymalne. Oczyszczalnia nie posiada praktycznie zapasów objętości reaktorów.

2.6.1 Podsumowanie parametrów technologicznych.

Jak wynika z analizy pracy oczyszczalni w warunkach obecnego obciążenia:

- Wydajność krat jest wystarczająca.
- Wydajność pompowni wymaga uruchomienia wszystkich pomp przy przepływach maksymalnych (wbrew założeniom projektowym)
- Stopień biologiczny nie posiada praktycznie żadnych rezerw objętościowych umożliwiających rozwój zlewni dalsze obciążanie ładunkiem i jest już obecnie przeciążony. Wydajność układu recyrkulacji wewnętrznej jest wystarczająca.
- Wydajność stacji dmuchaw jest wystarczająca do utrzymania napowietrzania.
- Pojemność osadników nie jest wystarczająca, w warunkach napływów ekstremalnych można obserwować pogorszenie efektywności pracy. Stale wymagana praca obydwoma jednostkami.
- Wydajność układu recyrkulacji zewnętrznej jest wystarczająca w warunkach pogody suchej. Przy długotrwałych przepływach, jej wydajność, niższa niż wymagana obliczeniowo, może powodować gromadzenie osadu w osadniku.
- Wiek osadu czynnego jest na tyle krótki, że nie ma możliwości jego stabilizowania w reaktorze.

Generalnie ujmując ocenę pracy stopnia biologicznego, należy stwierdzić, że jest on praktycznie we wszystkich parametrach przeciążony. Tylko dzięki bardzo korzystnemu składowi ścieków (wysoka zawartość łatwo przyswajalnego węgla organicznego) oraz starannemu zaprojektowaniu części czołowej reaktora (układ zapewniający właściwe obciążenie osadu czynnego i selekcję organizmów nitkowatych), oczyszczalnia nadal utrzymuje właściwe wyniki pracy stopnia biologicznego.

2.7 Osiągane efekty oczyszczalni ścieków

Oczyszczalnia w Tomaszowie posiada ważne pozwolenie wodnoprawne. Z danych pomiarowych wynika, że oczyszczalnia spełnia obowiązujące wymagania w zakresie jakości ścieków odprowadzanych do odbiornika.

Tabela 9 Wymagane parametry ścieków oczyszczonych na podstawie aktualnego pozwolenia wodnoprawnego w świetle aktualnych przepisów, tj. Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi

Wskaźnik	Jedn.	Dopuszczalne stężenie [g/m ³]	Minimalny procent redukcji wskaźnika [%]
BZT ₅	gO ₂ /m ³	15	90
ChZT _{cr}	gO ₂ /m ³	125	75
Zawiesina	g/m ³	35	90
Azot całkowity	gN/m ³	15.0	80
Fosfor ogólny	gP/m ³	2.0	80

2.8 Stan techniczny obiektów oczyszczalni

Generalnie stan techniczny obiektów oczyszczalni, z nielicznymi wyjątkami jest dobry. Stwierdzenie takie odnosi się wyłącznie do stanu konstrukcyjno-budowlanego obiektów oczyszczalni, a nie do ich wyposażenia technologicznego w instalacje, maszyny i urządzenia. Stan techniczny dawnego osadnika Imhoffa, zaadaptowanego na zbiornik retencyjny jest bardzo zły – obserwuje się przecieki przez konstrukcję nawet przy minimalnym napełnieniu. Obiekt ten kwalifikuje się do likwidacji. Jednak wszystkie pozostałe obiekty z uwagi na dotychczasowy okres eksploatacji oraz przewidywane dalsze ich wieloletnie wykorzystanie wymagają nieznacznej renowacji i zabezpieczenia przed procesami korozji.

Znaczna część urządzeń z uwagi na prowadzenie ciągłej wieloletniej eksploatacji jest już zużyta i nadaje się do wymiany. W dobrym stanie są kolejno:

- Kraty z osprzętem,
- Pompy w pompowni głównej,
- Wózek piaskownika,
- Zasuwy, zastawki i przepustnice reaktora,

- Zgarniacze osadników wtórnych,
- Pompy recyrkulacji,
- Dmuchawy.

Takie urządzenia jak:

- Pompy piasku,
- Mieszadła reaktora,
- Dyfuzory napowietrzające,
- Zagęszczacz mechaniczny z osprzętem,
- Prasa taśmowa,
- Układ transportu i higienizacji osadu.

są znaczące wyeksploatowane i ponieważ znajdują się w ruchu ciągłym (co nadal powoduje ich zużywanie) w dalszej perspektywie wymagać będą zastosowania urządzeń rezerwowych, celem ich odciążenia lub całkowitej wymiany.

Stwierdza się również następujące zjawiska:

- Z uwagi na zastosowanie regulatora przepływu oraz dobrane wielkości średnic przewodów kanalizacyjnych, dopływ do oczyszczalni znajduje się w stanie permanentnego podtopienia – co powoduje osadzanie piasku i zanieczyszczeń stałych, związane z niezachowaniem wymaganych prędkości przepływu. W konsekwencji podczas występowania dużych napływów, dochodzi do uderzeniowego wypłukiwania piasku i przebicia piaskownika.
- Układ hydrauliczny krat (kanały poprowadzone po kątach prostych) powoduje nierównomierne obciążanie urządzeń.
- Piaskownik jest niewydolny i dochodzi do przerzucania części mineralnych do reaktora biologicznego.
- System dyfuzorów, jak wynika z obserwacji sposobu dystrybucji powietrza, jest mało efektywny – co może być związane zarówno ze stanem samych dyfuzorów, jak i osiadającej na nim zawiesiny.
- Z uwagi na stałą eksploatację przy bardzo wysokich stężeniach osadu dochodzi do przeciążania osadników ilością osadu.
- Układ regulacji odbioru recyrkulacji z osadników wtórnych nie jest w pełni sprawny.
- Brak możliwości prowadzenia prac konserwacyjnych w pompowni recyrkulacji bez zatrzymywania procesu recyrkulacji.
- Kanał odpływowy (przewód i zwężka) posiadają zbyt małą wydajność w stosunku do przepływów – co uwypukla się zwłaszcza przy pracy obejścia reaktora i dławieniu się dwóch strumieni.

- Instalacja wody technologicznej jest całkowicie niefunkcjonalna – dochodzi do zatykania pomp zestawu hydroforowego zanieczyszczeniami.
- Układ odwadniania osadu kieruje osad odwodniony do magazynu, skąd prawie na bieżąco musi on być ładowany na przyczepy i wywożony. Pojemność dystrybucyjna magazynu nie pozwala na wielomiesięczne składowanie osadu, a z drugiej strony brak możliwości ładowania od razu przyczep o wystarczającej pojemności.
- System AKPiA oczyszczalni jest już zużyty i nie odpowiada obecnym standardom.

3 Docelowe warunki pracy oczyszczalni

3.1 Docelowa ilość i jakość ścieków

Podstawą dla sporządzenia bilansu ścieków dla okresu docelowego były wskaźniki wynikające z analizy aktualnego bilansu ścieków oraz informacje o obecnym stanie zlewni.

Uwzględniając przedstawione założenia wykonano obliczenia ilości i jakości ścieków dopływających do oczyszczalni, w okresie docelowym.

Analiza obciążeń obecnych wykazuje bardzo duży wpływ ładunków pochodzących z zakładów przetwórstwa owocowo-warzywnego na całość obciążenia. Należy w tym miejscu podkreślić, że w związku z powyższym obciążenie docelowe w głównej mierze determinowane będzie przez wielkość produkcji w tych zakładach.

Założono, że zarówno docelowy przepływ ścieków jak i docelowe obciążenie będą stanowić 120% przepływów i obciążeń obecnych. Innymi słowy zakłada się zwiększenie przepływu przy niezmiennych wartościach stężenia zanieczyszczeń - charakter ścieków dopływających do oczyszczalni pozostanie niezmienny.

3.1.1 Ilość ścieków dopływających

3.1.1.1 Ilość osób

Łączne obciążenie docelowe oczyszczalni przyjęto na poziomie 99 528 Równoważnych Mieszkańców. Wartość ta stanowi 120% obecnego obciążenia czyli 82 940 RLM.

Na etapie projektu należy porównać wielkość obciążenia z założeniami przyjętymi w koncepcji i ewentualnie skorygować wybrane wskaźniki.

3.1.1.2 Przepływy

Do obliczeń przyjęto przepływ średni dobowy równy $5\,806,7\text{ m}^3/\text{d}$. Wartość ta stanowi 120% obecnego, zmierzonego dla 2015 roku przepływu średniego. Stanowi to uzgodnioną z Zamawiającym rezerwę na rozwój zlewni.

Należy zwrócić uwagę, iż przepływy wód deszczowych mogą być znacząco wyższe (ograniczenia układu pomiarowego) – należy więc podjąć prace związane z monitoringiem sieci kanalizacyjnej i sukcesywną eliminacją podłączeń wód przypadkowych – w tym drenaży, stałych nieszczelności oraz dopływów kanalizacji deszczowej.

3.1.1.3 Ładunki

W celu określenia ładunków kierowanych do bioreaktorów dokonano analizy danych dotyczących obecnego obciążenia części biologicznej. Jako podstawę dalszych obliczeń przyjęto 85% percentyl ładunków obecnie kierowanych do biologii oraz założono 20% wzrost

obciążenia (obciążenie docelowe to 120% obecnego).

Tabela 10 Bilans ładunków ścieków dopływających w okresie docelowym.

Parametr	Wartość	Jednostka
Warunki pracy oczyszczalni - dane podstawowe		
Dobowa średnia ilość ścieków surowych	5 806,7	m ³ /d
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)	483,9	m ³ /h
RLM	99 528	-
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)		
BZT ₅	60,0	g/(M*d)
Zawiesina ogólna	65,1	g/(M*d)
Azot ogólny	5,2	g/(M*d)
Azot azotanowy	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	5,2	g/(M*d)
Fosfor ogólny	0,5	g/(M*d)
Ładunki w dopływie do oczyszczalni		
BZT ₅	5 971,7	kd/d
Zawiesina ogólna	6 478,3	kd/d
Azot ogólny	520,8	kd/d
Azot azotanowy	0,0	kd/d
Azot ogólny Kjeldahla	520,8	kd/d
Fosfor ogólny	54,6	kd/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do oczyszczalni		
BZT ₅	1 028,4	g/m ³
Zawiesina ogólna	1 115,7	g/m ³
Azot ogólny	89,7	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	89,7	g/m ³
Fosfor ogólny	9,4	g/m ³

3.1.1.4 Podsumowanie

Powyższe zestawienie pozwala wskazać istotne różnice przedmiotowej zlewni w stosunku do teoretycznego obciążenia ładunkiem generowanym przez 35 000 RLM. Niskie wartości biogenów oraz znaczna ilość rozpuszczonego węgla organicznego charakteryzują zlewnię oczyszczalni.

Bardzo poważny wpływ na obciążenie oczyszczalni mają ścieki pochodzące z zakładów przetwórstwa spożywczego. Nie są to ścieki trudne w oczyszczaniu lecz generują duży ładunek zanieczyszczeń organicznych. Wynika z powyższego, że planując rozbudowę oczyszczalni należy koniecznie uwzględnić aktualne plany rozwojowe tych zakładów na etapie projektu należy bezwzględnie porównać wielkość obciążenia z założeniami przyjętymi w koncepcji i ewentualnie skorygować wybrane wskaźniki.

3.1.2 Wymagana jakość ścieków oczyszczonych

Biorąc pod uwagę obowiązujące Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, zmodernizowana oczyszczalnia w Tomaszowie Lubelskim nie zmieni klasyfikacji i będzie

nadal należeć do grupy wielkości oczyszczalni: pomiędzy 15000 RLM, a 99 999 RLM. W tabeli poniżej przedstawiono wymaganą jakość odpływu określoną poprzez dopuszczalne stężenie wskaźników zanieczyszczeń, ustalone dla grupy wielkości obiektów 15 000 – 99 999 RLM do której należeć będzie oczyszczalnia. Do dalszych obliczeń technologicznych przyjęto wymagania określone przez dopuszczalne stężenia wskaźników zanieczyszczeń w odpływie. Należy bezwzględnie zwrócić jednak uwagę na kontrolę zakładów przemysłowych – aby nie przekroczyć kolejnego progu wielkości oczyszczalni (100 tys. RLM). Uzyskanie jednak zaostrzonych parametrów jakości ścieków oczyszczonych nie powinno stanowić problemu przy proporcjach ścieków surowych dopływających do oczyszczalni.

Tabela 11. Wymagana jakość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w Tomaszowie Lubelskim dla obciążenia docelowego.

Wskaźnik	Jedn.	Dopuszczalne stężenie [g/m ³]	Minimalny procent redukcji wskaźnika [%]
BZT ₅	gO ₂ /m ³	15	90
ChZT _{cr}	gO ₂ /m ³	125	75
Zawiesina	g/m ³	35	90
Azot całkowity	gN/m ³	15.0	80
Fosfor ogólny	gP/m ³	2.0	80

4 Proponowane rozwiązania modernizacji i rozbudowy części ściekowej oczyszczalni

Rozbudowa i modernizacja oczyszczalni w Tomaszowie Lubelskim powinna umożliwić uzyskanie wysokiej sprawności działania i odciążenie obecnie przeciążonych linii, przy większym obciążeniu umożliwić prowadzenie remontów i konserwacji oraz poprawić bieżące warunki eksploatacyjne oczyszczalni. W ramach rozbudowy części ściekowej oczyszczalni przedstawiono propozycje rozbudowy i modernizacji, wykorzystujące w maksymalnym stopniu istniejące obiekty i instalacje.

4.1 Część mechaniczna.

Analiza pracy oczyszczalni wykazała stan stopnia mechanicznego oczyszczalni wskazujący na konieczność podjęcia prac naprawczych - zwłaszcza związanych z układem dopływu i retencji ścieków. Przeanalizowano warianty wykonania nowych układów technologicznych i obiektów – zwłaszcza z wykonaniem nowego piaskownika przed pompownią główną (np. w postaci dwóch równoległych prefabrykowanych sitopiaskowników). Biorąc pod uwagę wartość i dobry stan konstrukcyjny istniejących rozwiązań, zaleca się jednak pozostawienie istniejących obiektów. Jednoznaczne usunięcie problemów związanych z zatapianiem kanalizacji i niefunkcyjnym układem krat wymagałoby wykonania praktycznie nowych obiektów, co wymaga znacznych środków finansowych. Ponieważ ciężar problemów związany jest z reaktorem biologicznym i gospodarką osadową, zakłada się możliwie niewielką ingerencję w ciąg mechaniczny.

Przewiduje się, iż układ procesowy części mechanicznej będzie wyglądał następująco: Ścieki dowożone, zrzucone będą poprzez istniejącą stację zlewną, bez jej modyfikacji. Ścieki dopływające kanalizacją będą zbierać się w istniejącej studni – z której usunięty będzie regulator przepływu, powodujący praktycznie stałe podpiętrzenie ścieków. W miejsce regulatora zabudowana będzie zasowa/zastawka naścienna z napędem elektrycznym.

Wszystkie ścieki kierowane będą istniejącym kanałem, po jego renowacji do istniejącego węzła krat, a ewentualny nadmiar przelewać obejściem technologicznym.

Przewiduje się hermetyzację studni wlotowej ścieków, węzła i kanałów krat, urządzeń obróbki transportu i magazynowania (kontener skratek) oraz zbiornika pompowni. Gazy złowne zbierane będą systemem wentylacji i podawane do nowego biofiltra – wspólnego również dla piaskownika i kanałów ścieków. Kanały poddane będą renowacji i zabezpieczeniu powłokami chemoodpornymi.

W węźle krat zabudowany zostanie nowy analizator ChZT, kontrolujący na bieżąco stężenie zanieczyszczeń dopływających do oczyszczalni.

Ścieki pozbawione zanieczyszczeń stałych, kierowane będą do istniejącej pompowni. Przewiduje się, że pompownia poddana będzie również renowacji i ochronie betonów.

Istniejące pompy ulegną wymianie na nowe jednostki. Należy zwrócić uwagę, że maksymalny przepływ, możliwy do przeprowadzenia przez stopień biologiczny, wyniesie prawie 1000 m³/h, stąd konieczna jest rozbudowa pompowni. Możliwe są dwie drogi postępowania – poprzez dobudowę dodatkowej komory pompowej (wówczas łącznie do dyspozycji będzie sześć jednostek pompowych) lub zwiększenie wydajności jednostek istniejących – poprzez ich wymianę na większe, o wydajności rzędu 300-350 m³/h. Obecnie proponuje się wymianę pomp z osprzętem, co zmniejszy zakres inwestycji, niemniej jednak na etapie projektowania warto rozważyć rozbudowę pompowni.

Przebudowany zostanie układ kolektorów tłocznych, tak, aby możliwe było podawanie ścieków również do nowej linii reaktorów.

Obok pompowni zostanie wykonana nowa, prefabrykowana pompownia wyposażona w dwie pompy zatapialne, podająca ścieki do nowego zbiornika retencyjnego. Pompownia odcinana będzie od kanału dopływowego z wykorzystaniem zasuw z napędem ręcznym, analogicznie dla pompowni głównej. Z uwagi na pomocniczy charakter obiektu proponuje się zastosować dwie pompy z przemiennikami częstotliwości. Zaleca się dobrać pompy o wydajności rzędu 300 m³/h każda (przejęcie przepływu pogody suchej). Pompownia ta będzie odbierać nadmiar ścieków pogody deszczowej, przeciążenia oczyszczalni, zrzutu zatężonych ścieków przemysłowych lub całość pogody suchej w razie konieczności np. prac w kanale za reaktorami i kierować je do zbiornika retencyjnego. Kolektor tłoczny wyprowadzić w dnie zbiornika, minimalizując straty wysokości na pompowanie.

Z uwagi na niewielką ilość wolnego terenu zaproponowano zbiornik retencyjny o następujących parametrach:

- Wymiary zbiornika retencyjnego w rzucie 25x 7m, głębokość 4m
- Pojemność retencyjna osadników $25 * 7 * 4 = 700 \text{ m}^3$
- Maksymalny nadmiarowy przepływ kierowany do zbiorników retencyjnych $1207 - 967 = 240 \text{ m}^3/\text{h}$
- Czas retencjonowania ścieków $t = \sim 3 \text{ h}$

Obliczony czas retencjonowania ścieków w pełni zabezpiecza prawidłową pracę modernizowanej oczyszczalni ścieków.

Zamontowane urządzenia:

W zbiorniku retencyjnym zamontowany zostanie system do spłukiwania działający w następujący sposób:

System wykorzystuje energię wód spiętrzonych w dwóch otwartych komorach spiętrzających wydzielonych w każdym zbiorniku. Każdy zbiornik podzielony jest na dwa tory spłukiwane ścianką o wysokości 40 cm.

Ściana oddzielająca komory spiętrzające od reszty zbiornika jest wyposażona w uchylne wrota, ściana rozdzielająca komory jest wyposażona w klapowy zawór zwrotny. Wymienione wyżej ściany i ścianki w wykonaniu ze stali nierdzewnej winny być włączone w zakres dostawy urządzeń.

Przebieg napełniania, opróżniania i spłukiwania zbiornika.

- Napełnianie: na skutek przelania się ścieków przez przelew w komorze KP następuje dopływ ścieków do zbiorników retencyjnych. Zbiornik napełniany jest poprzez komory spiętrzające; wlot ścieków jest doprowadzony do pierwszej komory spiętrzającej, druga jest napełniana przez klapowy zawór zwrotny zainstalowany w ścianie rozdzielającej komory.
W pierwszej komorze znajduje się sonda poziomu wody. Po napełnieniu komór woda poprzez ścianę oddzielającą komory będzie przelewać się dalej do zbiornika. W trakcie napełniania wrota uchylne są zamknięte. Nadmiar ścieków przelewa się poprzez krawędź komory spiętrzającej napełniając zbiornik retencyjny.
- Opróżnianie i spłukiwanie: po opróżnieniu zbiorników uruchomiony zostaje agregat hydrauliczny, który zwalnia rygle uchylnych wrót pierwszej komory spiętrzającej w pierwszym zbiorniku; następuje gwałtowny zrzut wód do pierwszego toru spłukiwanego. Po spływie fali płuczącej i wyłączeniu się pompy ten sam agregat zwalnia rygle wrót drugiej komory i cykl powtarza się automatycznie, kolejno dla wszystkich wrót uchylnych.

Uwaga: Cykl płukania kolejnego toru spłukiwanego można rozpocząć dopiero po odpompowaniu wody z płukania toru poprzedniego.

Na przewodach tłocznych pomp zabudowane będą przepływomierze elektromagnetyczne (wersja odporna na obecność piasku). Układ zasuw musi pozwalać na pracę dowolnej pompy ściekowej z dowolnym piaskownikiem.

Przewiduje się wykonanie nowej linii piaskowników i reaktorów, praktycznie identycznej funkcyjnie z obecnie eksploatowaną. Z uwagi na brak wystarczającego terenu, piaskownik zostanie wykonany prostopadle do reaktora. Pod piaskownikiem zostanie wykonany obiekt dla nowej płuczki piasku oraz stacja dmuchaw.

Betony istniejącego piaskownika poddane będą renowacji i zabezpieczeniu. Wyposażenie piaskownika ulegnie wymianie w zakresie zastosowania nowych pomp oraz nowego, zautomatyzowanego systemu usuwania piasku. Przewiduje się zabudowę przemiennika częstotliwości dla dmuchawy powietrza.

4.1.1 Podsumowanie.

Proponowany sposób przebudowy części mechanicznej oczyszczalni pozwoli na maksymalne wykorzystanie istniejących obiektów. Wprawdzie nie zostanie uzyskane zabezpieczenie pompowni przed napływem piasku (np. w przypadku wykonania nowego węzła piaskowników lub sitopiaskowników). Dzięki zastosowaniu nowych urządzeń sprawność i przepustowość układu ulegnie zwiększeniu. Zaproponowane rozwiązanie z retencją pozwala na okresowe przeciążanie oczyszczalni.

4.2 Część biologiczna.

Z uwagi na to, iż omawiany obiekt jest czynny i posiada reaktory oraz osadniki o konkretnych wymiarach i kubaturach, przeprowadzono analizy i obliczenia wykorzystując te dane. Kolejno skorygowano wielkości, celem uzyskania obliczeniowego prawidłowego efektu oczyszczania ścieków.

Obliczenia parametrów technologicznych istniejących urządzeń oraz obliczenia wielkości urządzeń i obiektów projektowanych w okresie docelowym, wykonano według zmodyfikowanego algorytmu ATV A-131. Do obliczeń, zgodnie z wytycznymi, założono następujące temperatury procesu: 20 °C dla obliczeń systemu napowietrzania (najniższa rozpuszczalność tlenu) ,12 °C – najniższa temperatura dla której wymagana jest nityfikacja oraz 10°C - sprawdzenie możliwości utrzymania procesu nityfikacji.

Do obliczeń stopnia biologicznego przyjęto wartości obciążenia opisane w rozdziale dot. bilansu.

W niniejszym opracowaniu ujęto jedynie wynikowe wersje obliczeń – dla wariantu uznanego za optymalny. Nie zamieszczano obliczeń prowadzonych dla różnych wersji i konfiguracji stopnia biologicznego, rozpatrywanych podczas tworzenia niniejszej koncepcji.

Z uwagi na możliwość wykorzystania istniejących konstrukcji żelbetowych oraz wymagania przepisów dot. jakości ścieków oczyszczonych, założono utrzymanie standardu układu technologicznego umożliwiającego proces defosfatacji i denitryfikacji biologicznej, tj. wielostopniowego procesu osadu czynnego, wymagającego utrzymania istniejącego układu:

- Komory defosfatacji.
- Selektora.
- Komory denitryfikacji.
- Komory nityfikacji.
- Osadników wtórnych.
- Zespołu układów recyrkulacji wewnętrznej i zewnętrznej.

Jak wykazano w rozdziale dotyczącym obciążenia hydraulicznego oczyszczalni, obiekt jest uderzeniowo obciążany napływami ścieków przemysłowych oraz przeciążony ładunkiem zanieczyszczeń. Ostatecznie w części biologicznej proponuje się rozwinięcie stanu istniejącego i wykorzystanie stosowanej do tej pory technologii przepływowych reaktorów biologicznych. Zaproponowano wykorzystanie istniejących obiektów (po ich odpowiedniej renowacji) do prowadzenia procesów oczyszczania ścieków. Obliczenia wykazały, że zaproponowany pierwotnie podział reaktorów na określone strefy funkcyjne nie wymaga zmiany, jednak reaktor jest (jak wykazano we wcześniejszych rozdziałach) znacząco za mały.

Rozdział ścieków od osadu czynnego realizowany nadal będzie z utrzymaniem klasycznych osadników wtórnych.

Ostatnim elementem linii ściekowej (jeszcze przed nowym układem pomiaru przepływu i poboru próbek) będzie pompownia wody technologicznej – podająca ścieki oczyszczone do płukania urządzeń do przeróbki osadów oraz piasku i skratek.

Układ odpływu musi zostać w całości przebudowany – zarówno z uwagi na dobudowę dwóch osadników, jak i wymaganą zmianę wielkości urządzenia pomiarowego i średnicy kolektora wylotowego.

Rozbudowa i modernizacja części ściekowej oczyszczalni nie wprowadza zatem zmian układu technologicznego, jedynie optymalizuje istniejące rozwiązania. Zmodernizowana część biologiczna oczyszczalni będzie obejmowała następujące procesy jednostkowe:

- Utrzymanie usuwania fosforu poprzez stosowanie komory defosfatacji i skierowanie do niej istniejącej recyrkulacji zewnętrznej z osadników wtórnych.
- Utrzymanie komory selektora.
- Intensyfikację usuwania azotu poprzez stosowanie podwójnej komory denitryfikacji biologicznej i skierowanie do niej strumienia azotanów z komory nityfikacji poprzez istniejącą recyrkulację wewnętrzną (jak wskazują obliczenia jej wydajność jest właściwa).
- Utrzymanie nityfikacji poprzez zastosowanie komór nityfikacji, przy czym w pierwszej strefie wprowadzone będą mieszadła, umożliwiając jej pracę w roli dwufunkcyjnej.
- Poprawę rozdziału zawiesin od osadu czynnego w zmodernizowanych osadnikach wtórnych.
- Zawrócenie osadu recyrkulowanego oraz odprowadzenie osadu nadmiernego poprzez zmodernizowaną pompownię recyrkulacji zewnętrznej.

Tabela 12. Obliczenia procesowe reaktorów biologicznych

Parametr	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 12 st C	Wartość dla 20 st C	Jednostka
Wymiary reaktorów				
Predenitryfikacja osadu recyrk.				
Predenitryfikacja osadu recyrk., ilość	4,0	4,0	4,0	szt
Predenitryfikacja osadu recyrk., objętość obliczeniowa całkowita (4) szt	612,0	612,0	612,0	m ³
Defosfatacja				
Defosfatacja, ilość	4,0	4,0	4,0	szt
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita (4 szt)	772,0	772,0	772,0	m ³
Denitryfikacja				
Denitryfikacja, ilość	4,0	4,0	4,0	szt
Denitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (4 szt)	1 558,0	3 116,0	1 558,0	m ³

Parametr	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 12 st C	Wartość dla 20 st C	Jednostka
Nitryfikacja				
Nitryfikacja, głębokość	6,0	6,0	6,0	m
Nitryfikacja, ilość	4,0	4,0	4,0	szt
Nitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (4 szt)	13 700,0	12 142,0	13 700,0	m ³
Całkowita objętość reaktora				
Całkowita objętość reaktora	16 642,0	16 642,0	16 642,0	m ³
Stężenie osadu i recyrkulacja				
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	4,0	3,5	3,5	g/m ³
Maks. stopień recyrkulacji zewnętrznej	100,0%	100,0%	100,0%	%
Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych				
BZT ₅	15,0	15,0	15,0	g/m ³
Zawiesina ogólna	35,0	35,0	35,0	g/m ³
Azot ogólny	10,0	10,0	10,0	g/m ³
Fosfor ogólny	2,0	2,0	2,0	g/m ³
Azot organiczny	2,0	2,0	2,0	g/m ³
Azot amonowy	0,0	0,0	0,0	g/m ³
Azot azotanowy	8,0	8,0	8,0	g/m ³
Usuwanie azotu i tlenowy wiek osadu				
Stężenie azotu ogólnego dopływającego do reaktora	89,7	89,7	89,7	g/m ³
Azot organiczny związany w biomasie	46,3	46,3	46,3	g/m ³
Azot do nitryfikacji	41,4	41,4	41,4	g/m ³
Azot do denitryfikacji w głównym ciągu	25,4	25,4	25,4	g/m ³
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa SF dla procesu nitryfikacji	1,45	1,45	1,45	-
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitryfikacji	8,06	6,63	3,02	d
Założony obliczeniowy ogólny wiek osadu WO	10,0	8,8	9,6	d
Wymagany udział obj. denitryfikacji w całk. obj. reaktora	0,045	0,045	0,045	-
Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa dla procesu nitryfikacji	1,631	1,559	4,161	
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu zw. węgla				
Współczynnik oddychania endogennego, zależny od temperatury	0,706	0,812	1,416	-
Przyrost osadu z rozkładu związków węgla	6 418,9	6 411,8	5 868,2	kg sm/d
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu związków węgla	1,075	1,074	0,983	kg sm/kg BZT ₅
Obciążenie substratowe osadu czynnego				
Obciążenie substratowe osadu czynnego	0,093	0,106	0,106	kg BZT ₅ /kg sm d
Wymagana pojemność reaktorów biologicznych				
Wymagana objętość reaktorów, całkowita	16 030,0	16 030,0	16 030,0	m ³
Przyjęta objętość reaktorów, całkowita	16 642,0	16 642,0	16 642,0	m ³
Wymagana objętość komory denitryfikacji dla NO ₃ w odpływie = 8 g/m ³	685,5	685,5	685,5	m ³
Przyjęta objętość komory denitryfikacji	1 558,0	3 116,0	1 558,0	m ³

Parametr	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 12 st C	Wartość dla 20 st C	Jednostka
Stopień recyrkulacji wewnętrznej				
Stężenie azotu NH ₄ w ściekach podawanych do komory nityfikacji	41,4	41,4	41,4	g/m ³
Wymagany stopień recyrkulacji całkowitej ze względu na usuwanie azotu	417,6%	417,6%	417,6%	-
Przyjęty stopień recyrkulacji całkowitej	417,6%	417,6%	417,6%	-
Maksymalna, możliwa do uzyskania sprawność denityfikacji	80,7%	80,7%	80,7%	%
Wymagany stopień recyrkulacji wewnętrznej	317,6%	317,6%	317,6%	%
Wymagana wydajność pomp recyrkulacji wewnętrznej	1 537,0	1 537,0	1 537,0	m ³ /h
Usuwanie fosforu				
Zalecany czas zatrzymania w defosfatacji	0,5	0,5	0,5	h
Zalecana minimalna objętość komory defosfatacji	483,9	483,9	483,9	m ³
Przyjęta objętość komory defosfatacji	772,0	772,0	772,0	m ³
Ilość fosforu wbudowywana w biomasę	8,4	8,4	8,4	g/m ³
Ilość fosforu usuwana biologicznie. Wartość „0” oznacza zużycie całego fosforu do zwykłej budowy biomasy	0,0	0,0	0,0	g/m ³
Ilość fosforu do strącania chemicznego	0,0	0,0	0,0	g/m ³
Dobowa ilość osadu chemicznego	0,0	0,0	0,0	kg/d
Przyrost osadu i uzyskany wiek osadu				
Całkowity przyrost osadu związany z usuwaniem fosforu	0,0	0,0	0,0	kg sm/d
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	6 418,9	6 411,8	5 868,2	kg sm / d
Obliczony tlenowy wiek osadu	8,5	6,6	8,2	d
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nityfikacji	8,1	6,6	3,0	d
Obliczony całkowity wiek osadu	10,0	8,8	9,6	d
Zapotrzebowanie na tlen				
Zapotrzebowanie na tlen w procesach biodegradacji zw. węgla	6 217,7	6 226,4	7 017,1	kg O ₂ / d
Zużycie tlenu w procesie nityfikacji	1 034,0	1 034,0	1 034,0	kg O ₂ / d
Odzysk tlenu w procesie denityfikacji	427,9	427,9	427,9	kg O ₂ / d
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu	349,0	354,7	384,1	kg O ₂ / h
Wymagana maks. wydajność dmuchaw				
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	349,0	354,7	384,1	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	10,0	12,0	20,0	st C
Głębokość reaktora	6,00	6,00	6,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	5,85	5,85	5,85	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,0	2,0	2,0	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	11,3	10,8	9,2	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 5,85m	14,4	13,9	11,8	mg O ₂ /L
Wymagana ilość tlenu	405,2	414,4	462,9	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,0	278,0	278,0	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	4,00%	4,00%	4,00%	% / m

Parametr	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 12 st C	Wartość dla 20 st C	Jednostka
Sprawność napowietrzania	11,1	11,1	11,1	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 5,85m	65,1	65,1	65,1	(gO ₂ /m ³ pow) / 5,85 m głębokości
Maksymalna wydajność dmuchaw	6 228,1	6 369,5	7 115,1	Nm ³ /h
Maksymalna wydajność dmuchaw	103,8	106,2	118,6	Nm ³ / min
Średnia wydajność dmuchaw				
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	284,3	284,7	317,6	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	10,0	12,0	20,0	st C
Głębokość reaktora	6,00	6,00	6,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	5,85	5,85	5,85	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,0	2,0	2,0	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	11,3	10,8	9,2	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 5,85m	14,4	13,9	11,8	mg O ₂ /L
Wymagana ilość tlenu	330,1	332,6	382,7	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,0	278,0	278,0	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	4,00%	4,00%	4,00%	% / m
Sprawność napowietrzania	11,1	11,1	11,1	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 5,85m	65,1	65,1	65,1	(gO ₂ /m ³ pow) / 5,85 m głębokości
Średnia wydajność dmuchaw	5 074,0	5 112,3	5 883,1	Nm ³ /h
Średnia wydajność dmuchaw	84,6	85,2	98,1	Nm ³ / min
Minimalna wydajność dmuchaw				
Minimalna ilość tlenu - wielkość zużycia może się wahać w stosunku 1/7	57,9	59,2	66,1	kg/h
Minimalna wydajność dmuchaw	889,7	909,9	1 016,4	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw	14,8	15,2	16,9	Nm ³ / min

W kolejnych tabelach zamieszczono obliczenia procesowe dla osadników wtórnych. W pierwszej tabeli zamieszczono obliczenia dla stężenia osadu 3,5 kg/m³ - odpowiada to „normalnym” warunkom pracy reaktorów czyli w temperaturze 12°C lub wyższej - kolumny „Wartość dla 12 st C” i „Wartość dla 20 st C” z tabeli powyżej. W następnej kolejności znajdują się obliczenia dla podwyższonego stężenia osadu (4 kg/m³).

Tabela 13. Obliczenia procesowe dla osadników wtórnych, dla stężenia osadu w reaktorach Z=3,5 kg/m³ (temperatura 12°C i powyżej)

Parametr	Wartość	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	5806,68	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h	2,00	-
Mnożnik dla pogody deszczowej	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków podczas deszczu	967,78	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	3,50	kg/m ³
Indeks osadu	115,00	cm ³ /g
Liczba osadników	4,00	szt
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (4) szt	1134,11	m ²
Wymagana powierzchnia osadników	779,06	m ²
Średnica osadnika	19,00	m
Suma objętości osadników (4 szt.)	4649,87	m
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	0,85	m ³ /(m ² *h)

Parametr	Wartość	Jednostka
Czas zagęszczania	2,00	h
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	10,96	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	7,67	kg/m ³
Minimalny wymagany stopień recyrkulacji	83,95%	%
Wymagana godzinowa wydajność pompy recyrkulacji	812,46	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej	1780,24	m ³ /h
Głębokość obliczeniowa rzeczywista	4,10	m
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	m
Strefa rozdziału i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	1,31	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,83	m
Dodatkowa strefa gromadzenia osadu	1,43	m
Wymagana głębokość całkowita	4,07	m

Tabela 14. Obliczenia procesowe dla osadników wtórnych, dla stężenia osadu w reaktorach $Z=4,0 \text{ kg/m}^3$ (temperatura poniżej 12°C). Uwaga: w takich warunkach dla prawidłowej pracy osadników (podczas przepływów deszczowych) wymagane jest uzyskanie indeksu osadu $100 \text{ cm}^3/\text{g}$.

Opis	Wartość	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	5806,68	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h	2,00	-
Mnożnik dla pogody deszczowej	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków podczas deszczu	967,78	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	4,00	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	cm ³ /g
Liczba osadników	4,00	szt
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (4 szt)	1134,11	m ²
Wymagana powierzchnia osadników	774,22	m ²
Średnica osadnika	19,00	m
Suma objętości osadników (4 szt.)	4649,87	m
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	0,85	m ³ /(m ² *h)
Czas zagęszczania	2,50	h
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	13,57	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	9,50	kg/m ³
Minimalny wymagany stopień recyrkulacji	72,72%	%
Wymagana godzinowa wydajność pompy recyrkulacji	703,78	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej	1671,56	m ³ /h
Głębokość obliczeniowa rzeczywista	4,10	m
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	m
Strefa rozdziału i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	1,23	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,78	m
Dodatkowa strefa gromadzenia osadu	1,55	m
Wymagana głębokość całkowita	4,06	m

Powyższe zestawienie wskazuje jednoznacznie na konieczność rozbudowy stopnia biologicznego, jako drugą identyczną linię. Należy jednak również rozważyć podjęcie działań zmierzających do uporządkowania zlewni oczyszczalni poprzez ograniczenie spływów deszczowych oraz ograniczenie zrzutu zanieczyszczeń przemysłowych.

Należy jeszcze raz podkreślić, iż z uwagi na bardzo duży rozrzut danych wyjściowych konieczne będzie przeprowadzenie analizy ładunków na etapie projektowania, co w przypadku podjęcia wymienionych wyżej działań może dać pozytywne rezultaty, a przy zaniechaniu poprawy gospodarki ściekowej w zlewni pozwoli zaktualizować warunki brzegowe.

Należy zwrócić uwagę, iż oczyszczalnia nie posiada rezerwy na wypadek jakichkolwiek zaburzeń procesowych, nie istnieje również możliwość swobodnej konserwacji. Stąd bezwzględnie należy wykonać dwie nowe linie (reaktor identyczny z obecnym), co pozwoli na prowadzenie prac konserwacyjno – remontowych dzięki okresowej możliwości wyłączenia jednej z linii. Z uwagi na konieczność ograniczenia kosztów eksploatacji oraz zapewnienia właściwego przebiegu procesów oczyszczania należy przeprowadzić następujące działania:

- Remont konstrukcji i zabezpieczenie chemooodporne.
- Wymianę mieszadeł wraz z kompletnym osprzętem.
- Wymianę rusztów napowietrzających oraz armatury regulacyjnej napędowej.
- Zabudowę mieszadeł w czołowych strefach napowietrzania (do procesu denitryfikacji naprzemiennej).
- Uzupełnienie systemu sterowania i rozbudowę o osprzęt drugiej linii.

Przewiduje się rozbudowę stacji dmuchaw - jak wykazały obliczenia dwie dmuchawy mogą nie być wystarczające przy szczytowym obciążeniu oczyszczalni, a przy wystąpieniu zużycia dyfuzorów lub podniesieniu stężenia osadu wymagana będzie praca wszystkich jednostek. Proponuje się zabudowę co najmniej jednej dodatkowej dmuchawy – jednak jeżeli spływy przemysłowe pozostaną na obecnym poziomie, zaleca się montaż docelowo dwóch jednostek. Istniejąca stacja dmuchaw zapewnia dostawę powietrza w wystarczającej ilości, nie zapewniając jednak żadnej rezerwy na wypadek awarii samej dmuchawy, zwiększenia ilości osadu lub zużycia dyfuzorów.

Należy przeprowadzić rozbudowę stacji dmuchaw - proponuje się zabudowę pod nowym piaskownikiem drugiego pomieszczenia dmuchaw, docelowo wyposażonego w dwie jednostki sprężające. Oba układy należy połączyć.

Istniejące osadniki wtórne posiadają pojemność i powierzchnię niewystarczającą do oddzielenia ścieków od osadu. Proponuje się (obliczenia zamieszczono powyżej) wykonanie nowego, identycznego zespołu osadników wtórnych. Po wykonaniu badań gruntowych, można rozważyć wykonanie nowych jednostek jako głębszych.

Należy zastosować zgarniacze z odpowiednio dobraną wysokością lemieszki (min 80 cm w części centralnej i 50 cm w części przyściennej) oraz zmodernizować komorę wylotową (oba osadniki) i koryto obwodowe (m.in. zastosować właściwe ukierunkowanie strug wylotowych oraz deflektor obwodowy i denny komory centralnej). Wprowadzić nowy system usuwania części pływających.

W istniejących osadnikach przeprowadzić podobne prace (decyzję o zakresie remontu zgarniaczy podjąć na etapie projektowania – po opróżnieniu osadników), dodatkowo zaleca się zabezpieczyć konstrukcje betonowe oraz wymienić wyposażenie.

Istniejący układ recyrkulacji osadu należy ocenić jako niefunkcjonalny. Istniejące wyposażenie (pompy i armatura) jest w znacznym stopniu zużyte. Należy całkowicie wymienić wyposażenie technologiczne i elektryczne.

Z uwagi na konieczność wprowadzenia możliwości sterowania pracy obydwoma osadnikami (odbioru recyrkulatu), należy zdemontować i wymienić istniejące układy spustu recyrkulatu. Na tych samych ciągach zabudować przepływomierze i zasuwy nożowe z napędami regulacyjnymi oraz dostosować układ przewodów – do pracy na podzieloną komorę pomp.

Zaleca się generalny remont istniejącego obiektu. W ramach remontu należy podzielić komorę czerpną w sposób umożliwiający odcięcie, opróżnienie i demontaż dowolnej pompy, przy zachowaniu ciągłości recyrkulacji. W zależności od dalszego stanu technicznego pomp, przewidzieć ich wymianę. Wymagana wydajność nie może być niższa od obecnej (docelowo każda z pompowni winna być w stanie podać co najmniej 400-450 m³/h osadu recyrkulowanego).

Dla nowego ciągu wykonać identyczną pompownię recyrkulacji.

Przewiduje się zasadnicze zmodernizowanie układu wody technologicznej. W rejonie kanału odpływowego należy zabudować prefabrykowaną pompownię wody technologicznej, zaopatrzoną w dwie pompy zatapialne z wirnikami otwartymi. Wodę podać poprzez dwa równoległe automatyczne filtry do zbiornika bezciśnieniowego. Ze zbiornika woda pobierana będzie poprzez istniejący zestaw hydroforowy i kierowana do urządzeń. Przewiduje się, że cała część mechaniczna (płukanie skratek i piasku) obsługiwana będzie wodą technologiczną, z awaryjnym podłączeniem wody wodociągowej. Jeżeli stacja odwadniania pozostanie na terenie oczyszczalni, również urządzenia do zagęszczania i odwadniania płukane będą tą wodą.

Kolejną zakłada się całkowitą przebudowę układu odpływowego – istniejący jest niewydolny i powoduje okresowe podtapianie kanalizacji. Zakłada się, że będzie wybudowany nowy kolektor odpływowy, zaopatrzonego w zasyfonowany przepływomierz elektromagnetyczny i zastawkę odcinającą. Istniejący układ zostanie poddany renowacji i zaopatrzonego w plombowaną zastawkę z napędem ręcznym oraz pozostawiony jako awaryjny (np. na wypadek uszkodzenia przepływomierza).

4.2.1 Podsumowanie.

Przeanalizowano szereg dostępnych rozwiązań technicznych. Odrzucono rozwiązania niedostatecznie sprawdzone w praktyce eksploatacyjnej, zwłaszcza w warunkach

występowania dużych i nierównomiernych przepływów wód przypadkowych oraz napływów ścieków przemysłowych.

Jak wynika z przedstawionych obliczeń, istniejący reaktor, wspomagany okresowo szczytowa retencją ścieków, nie jest w stanie przejąć docelowych ilości ścieków, a już obecnie jest bardzo mocno przeciążony. Wprowadzenie prawidłowej eksploatacji stopnia biologicznego, z możliwością opróżniania, konserwacji i remontów oraz utrzymaniem ekonomicznej pracy (bardzo duże stężenie osadu), wymagać będzie rozbudowy części biologicznej.

Zwraca się również uwagę, iż praca stopnia biologicznego jest uzależniona od charakteru dopływu do oczyszczalni, stąd należy prowadzić stałe działania związane z detekcją i eliminacją dopływów wód przypadkowych. **Działania związane z eliminacją choćby części zanieczyszczeń przemysłowych (np. siła zamontowanego bezpośrednio na zakładzie pracy) może spowodować znaczące obniżenie obciążenia oczyszczalni.**

Niezależnie jednak od wielkości docelowego obciążenia, stan konstrukcji oraz wyposażenia wymaga prac naprawczych. Znaczna część urządzeń jest przeciążona i zużyta.

5 Proponowane warianty modernizacji i rozbudowy części osadowej oczyszczalni.

Jak wskazują obliczenia, prowadzony do tej pory proces stabilizacji osadu w głównym ciągu technologicznym, nie gwarantuje uzyskania właściwej jakości osadów.

Również układ odwadniania, ograniczony do:

- Zbiornika nadawy.
- Zagęszczacza mechanicznego.
- Prasy taśmowej.
- Układu transportu i higienizacji.

Jest bardzo mocno przeciążony i zużyty w wyniku wieloletniej eksploatacji.

Stąd w koncepcji, celem zapewnienia warunków pracy oczyszczalni zgodnych z przepisami, rozważono wykonanie nowego wydzielonego stopnia stabilizacji osadów, dedykowanego do przeprowadzenia tego procesu z maksymalną efektywnością.

Rozważono szereg wariantów procesowych przeróbki osadów. Poniżej omówiono oddzielnie zagadnienia związane ze stabilizacją osadów oraz ich odwadnianiem.

Według obliczeń, przy różnym obciążeniu oczyszczalni powstaną następujące ilości osadów.

Tabela 15 Porównanie produkcji osadów dla różnych obciążeń.

Obciążenie oczyszczalni	Przyrost osadu nadmiernego [kg/d]
Stan docelowy - obciążenie miarodajne do wymiarowania urządzeń - 85 percentyl ładunków	6418,9
Stan docelowy - obciążenie średnie	4964,4

5.1 Stabilizacja osadów.

Przeprowadzono analizę dostępnych wariantów stabilizacji, takich jak:

- Stabilizacja tlenowa.
- Stabilizacja chemiczna.
- Fermentacja metanowa.
- Kompostowanie.
- Suszenie
- Autotermiczna stabilizacja tlenowa (ATSO).

Poniżej omówiono je skrótowo oraz przedstawiono ich wady i zalety. Do wariantu potencjalnie możliwego do zastosowania w realiach obciążenia oczyszczalni w Tomaszowie Lubelskim przedstawiono obliczenia.

5.1.1 Stabilizacja tlenowa

Dla mniejszych oczyszczalni jedną z najczęściej stosowanych metod jest stabilizacja tlenowa. Istota stabilizacji tlenowej w wydzielonych komorach tlenowej stabilizacji osadu (KTSO) polega na napowietrzaniu znajdującego się tam osadu, bez dostępu do świeżego substratu pokarmowego. W tych warunkach dochodzi do obumierania biomasy, a w konsekwencji do mineralizacji zawartości komór. Napowietrzanie winno być prowadzone z przerwami, co pozwoli na denitryfikację endogenną utlenionych form azotu oraz odzysk zasadowości (czyli przywrócenie odczynu). Zwykle praca odbywa się w cyklach dobowych – kilkanaście godzin napowietrzania, kilka denitryfikacji, połączonej ze spustem wody nadosadowej. Czas stabilizacji winien być jak najdłuższy, a minimalny wiek osadu (w KTSO – gdyż do niej byłby podawany świeży osad wstępny) nie może być krótszy od 25 dni. Stężenie tlenu rozpuszczonego w fazie napowietrzania osadów winno wynosić minimum 2 mg/dm³ ścieków.

Układ połączeń musi zapewniać możliwość automatycznego (napędy elektryczne) wyboru kierunku pompowania osadów.

Kompleks stabilizacji składa się zwykle z podwójnej komory wraz z zespołem urządzeń towarzyszących. Możliwe jest wykonanie dwóch lub jednego otwartego obiektu – bez zadaszania (przykrycia), z uwagi na tlenowy charakter prowadzonych procesów, a więc znikomą możliwość powstania uciążliwości zapachowych..

Osad ustabilizowany kierowany byłby do procesu odwadniania, a odwodniony osad poddawany higienizacji wapnem.

Wariant stabilizacji tlenowej wymaga realizacji następujących działań:

- W każdym przypadku budowę drugiego reaktora biologicznego.
- Wykonania nowego przewodu osadu nadmiernego wprost do komór stabilizacji tlenowej. Na przewodzie zabudować przepływomierz oraz jedną/dwie zasowy (zależnie od wariantu) z napędami elektrycznymi, sterujące kierunkiem odbioru osadu.
- Budowy nowej, podwójnej lub pojedynczej (zależnie od wariantu) komory tlenowej stabilizacji osadu mieszanego, wyposażonej w drobnopęcherzykowy system w głębnego napowietrzania, mieszadła, dekantery, przelewy awaryjne, układ odbioru osadu ustabilizowanego oraz układ kontroli poziomu osadu, stężenia tlenu rozpuszczonego i odczynu.
- Wykonania nowej stacji dmuchaw – z uwagi na znaczące zwiększenie zapotrzebowania na tlen.
- Wykonania układu połączeń technologicznych.

W przypadku modernizacji oczyszczalni i wprowadzenia procesu stabilizacji tlenowej, wymagany standard obsługi nie ulega zmianie. Należy się jednak liczyć z drastycznym wzrostem zużycia energii elektrycznej, co wpłynie na koszty eksploatacji.

Układ technologiczny części osadowej oczyszczalni w wariantcie stabilizacji tlenowej daje możliwość:

- Precyzyjnej regulacji ilości osadu odbieranego z ciągu technologicznego oczyszczania ścieków.
- Stabilizacji tlenowej osadu w wydzielonej komorze (podwójnej) – prowadzenia procesu nieskomplikowanego i prostego w kontroli i sterowaniu, o umiarkowanej efektywności, ale bardzo dużej energochłonności.
- Skierowania osadu o wydłużonym wieku (z komory stabilizacji), a więc o zwiększonej ilości bakterii nityfikacyjnych do ciągu oczyszczania ścieków, w razie konieczności odzyskania procesu nityfikacji lub zaszczepienia reaktora po konserwacji lub naprawie.
- Dowolnego kształtowania przebiegu procesu odwadniania, zależnie od potrzeb (praca ciągła przez wybrane dni tygodnia lub codzienne odwadnianie zadanej ilości osadu) – z uwagi na duże zdolności retencyjne komór (brak wymogu utrzymywania stałego zwierciadła cieczy).
- Skierowania ustabilizowanego biologicznie, odwodnionego i ustabilizowanego wapnem osadu o zawartości powyżej 22-23 % sm, do przyrodniczego wykorzystania, kompostowania, zakładu utylizacji termicznej, itp.

Metoda ta jest metodą recesywną – w miarę wzrostu obciążenia oczyszczalni efekt stabilizacji będzie spadał, a koszt przerobu osadu wzrastał.

Z uwagi na produkcję osadów wstępnych energochłonność wydzielonego stopnia tlenowego będzie olbrzymia, a efektywność pracy najniższa w stosunku do zaproponowanych metod.

Jest to stosunkowo nieduży i prosty zarówno w konstrukcji jak i obsługi obiekt. Należy jednak zwrócić uwagę, że zapotrzebowanie powietrza spowoduje znaczące zwiększenie zapotrzebowania na energię elektryczną, przy uzyskaniu stosunkowo niewielkich efektów redukcji ilości i mineralizacji osadu. Należy określić to rozwiązanie jako recesywne, powodujące w miarę wzrostu obciążenia oczyszczalni zwiększenie nakładów energetycznych na prowadzenie procesu stabilizacji.

Proponuje się zatem odrzucić ten wariant.

5.1.2 Stabilizacja chemiczna

Stabilizacja chemiczna to proces granulacji, sterylizacji i termicznego przetwarzania osadów, polegający na odpowiednim i szybkim mieszaniu i homogenizacji osadów wstępnie odwodnionych (np. na wirówce) do zawartości co najmniej 20% s.m. (max. 80% H₂O) z wysoko reaktywnym tlenkiem wapnia CaO w szybkoobrotowym granulatorze-reaktorze.

W wyniku przebiegających silnie egzotermicznych reakcji chemicznych zachodzi intensywne

hydroliza wapna palonego wodą zawartą w osadach, temperatura procesu rośnie do 135-140 °C, co powoduje usunięcie nieprzyjemnego zapachu osadu, a zawarte w osadzie zanieczyszczenia biologiczne, takie jak wirusy, bakterie, patogeny, przetrwalniki, a nawet najbardziej odporne jaja pasożytów jelitowych *Ascaris* zostają zniszczone do poziomu log 7-8 i powstający granulak jest sterylny.

W wyniku tych reakcji oraz homogenizacji osadów uzyskuje się suchy, hydrofobowy proszek lub granulak o zawartości ok. 95% s.m. oraz parę wodną. Otrzymany produkt jest materiałem o właściwościach wodoodpornych, w którym substancje organiczne z osadów komunalnych lub szkodliwe z osadów przemysłowych są zestalone w ziarnach i granulakach.

Układ technologiczny części osadowej oczyszczalni w wariantcie stabilizacji chemicznej daje możliwość:

- Precyzyjnej regulacji ilości osadu odbieranego z ciągu technologicznego oczyszczania ścieków.
- Stabilizacji osadu metodą chemiczną – prowadzenia procesu prostego, o dużej efektywności i umiarkowanej energochłonności, przy wysokim zużyciu środków chemicznych.
- W miarę dowolnego kształtowania przebiegu procesu odwadniania, zależnie od potrzeb (praca ciągła przez wybrane dni tygodnia lub codzienne odwadnianie zadanej ilości osadu).
- Skierowania ustabilizowanego chemicznie, odwodnionego osadu o zawartości suchej masy w granicach 95 % sm do przyrodniczego wykorzystania, ze sprzedażą jako preparat nawozowy włącznie.

Odbierany z reaktora-homogenizatora proszek (granulak) jest produktem, który w zależności od typu i składu osadu, może być wykorzystany jako nawóz do celów rolniczych lub upraw leśnych, może być używany jako kruszywo do budowy dróg, do produkcji cementu, jako sorbent tlenków SO_x, NO_x, do produkcji materiałów budowlanych lub materiał uszczelniający i stabilizujący podkłady pod drogi, czy też warstwy pośrednie i zewnętrzne na składowiskach odpadów.

Metodą stabilizacji chemicznej (np. system ORTWED) można produkować nawozy organiczno-mineralne na bazie odwodnionego osadu, wzbogacane fosforem, potasem, azotem, magnezem w wysokiej temperaturze, co powoduje że powstają nawozy wieloskładnikowe typu POLIFOSKA – stosowane dla różnych roślin w zależności od stosowanej receptury produkcji.

Podstawowym kosztem eksploatacyjnym systemu, jest koszt zakupu wapna palonego. Biorąc pod uwagę zapotrzebowanie na nawozy wapienno-organiczne i skład powstającego produktu-nawozu, w wyniku sprzedaży nawozu uzyskuje się co najmniej zwrot kosztów, a w przypadku dobrego marketingu znaczny zysk umożliwiający zwrot kosztów inwestycyjnych w okresie 1-3 lat. Zużycie energii elektrycznej jest niewielkie. Jest ona potrzebna tylko do uzyskania odpowiednich obrotów w homogenizatorze-granulatorze i wirówce oraz do transportu osadu i

granulatu w podajnikach i transporterach. Zapotrzebowanie na energię wynosi ok. 0,008 kWh/1 kg s.m.

Istotnym elementem procesu granulacji jest również ok. 3,5 – krotne zmniejszenie ilości powstającego Produktu-granulatu, w stosunku do ilości wprowadzanego do granulatora 25% osadu.

Otrzymany granulak można bezpiecznie składować, przechowywać i transportować, gdyż produkt ten jest materiałem hydrofobowym, odpornym na wodę i może być nawet przechowywany całorocznie w przydach na wolnym powietrzu, bez wpływu na środowisko i bez wpływu środowiska na granulak.

O wartości granulaku jako nawozu przede wszystkim decydują następujące czynniki:

- Wartość nawozowa.
- Wartość glebotwórcza.
- Obecność syntetycznych związków organicznych.
- Zawartość mikroelementów.
- Obecność metali ciężkich.
- Obecność organizmów chorobotwórczych i innych.

O wartości nawozowej decyduje zawartość głównych składników pokarmowych dla roślin (N, P, K, Mg, Ca) oraz mikroelementów. Uogólniając można przyjąć, że zawartość azotu w osadach surowych jest często wyższa, a w stabilizowanych podobna do zawartości w gnojowicy oraz zawsze wyższa aniżeli w oborniku. Zawartość fosforu jest podobna, lub wyższa, w porównaniu do typowych nawozów organicznych chociaż zawartość potasu jest niższa. Zawartość mikroelementów jest znacznie wyższa aniżeli w gnojowicy czy oborniku oraz znacznie wyższa aniżeli w kompostach z przeciętnej masy zielonej. Czynnikiem, który w różnym stopniu ogranicza lub czasami uniemożliwia przyrodnicze wykorzystanie granulaku otrzymanego z osadów z oczyszczalni ścieków komunalnych, są metale ciężkie.

Zgranulowany produkt jest bezpieczny do użytkowania bezpośredniego, ponieważ zawiera wapno, jest hydrofobowy (odporny na wodę), nie pyłący, sterylny, w wyniku czego brak w nim obecności organizmów chorobotwórczych i innych niebezpiecznych dla zdrowia i roślin.

Zgodnie z PKWiU z 2008 r. w zależności od tego, czy będą dodawane do nawozów opcjonalne składniki zawierające potas K, fosfor P albo azot N, czy też magnez Mg, będą to nawozy mineralne zawierające, co najmniej dwa z pierwiastków nawozowych (azot, fosfor, potas), gdzie indziej niesklasyfikowane o klasyfikacji 20.15.79.0, według PKWiU, albo (bez dodatków) nawozy naturalne lub organiczne gdzie indziej niesklasyfikowane o klasyfikacji: 20.15.80.

Możliwość ich zastosowania pogłownie-posiewnie, ze względu na dużą zawartość części organicznych, umożliwi rozwój i zwiększa aktywność mikroorganizmów glebowych. Będą one uwalniać bez strat potrzebne składniki, co jest niezwykle cenne dla rolników, gdyż umożliwi zasilanie roślin optymalnie nie narażając na wymywanie składników, w szczególności przy wysiewie wczesną wiosną przedsięwzięcie. Zgranulowany nawóz polepsza warunki glebowe przez zmniejszenie deficytu humusu w glebie i poprawę bioprzyswajalności składników pokarmowych w glebie, a dzięki specyficznej strukturze zgranulowanego

produktu do rozprowadzania go na polach można używać typowych, dostępnych na rynku roztrząsaczy (rozsiewaczy) obornika, lub nawozów sztucznych.

Granulaty-nawozy, ze względu na niższą cenę oraz znakomitą jakość dostosowaną do wymagań odbiorcy-rolnika mogą stanowić produkt poszukiwany na rynku.

Zaproponowane zmiany modernizacyjne części osadowej oczyszczalni będą wymagały zrealizowania następujących prac:

- Wykonanie układu odbioru osadu nadmiernego (zbiornik wyrównawczy).
- Budowy nowego węzła odwadniania i granulacji osadu.
- Zainstalowania nowego urządzenia odwadniającego (wirówki) o dużej wydajności (obliczenia przeprowadzono poniżej) wraz z instalacją roztwarzania i dozowania polielektrolitu w nowym budynku technologicznym.
- Zainstalowania w tym budynku układu higienizacji i granulacji osadu odwodnionego wraz z systemem magazynowania i dozowania wapna i transportu na plac magazynowy – zbiornik wapna do higienizacji o pojemności min. 24 m³, mieszkarka – granulador osadu z wapnem oraz zespół przenośników ślimakowych osadu, z możliwością alternatywnego, bezpośredniego załadunku pojazdu lub magazynu osadu.
- Budowy stanowiska odbioru osadu (wiaty) z wykonaniem podjazdu dla samochodu ciężarowego (do ciągnika siodłowego z naczepą włącznie) o utwardzonej nawierzchni, przystosowanej do postoju środków transportu - z możliwością załadunku nawozu z istniejącego magazynu.

Wariant ten jest prosty w wykonaniu i nie wymaga dużych zmian na oczyszczalni, jednak z uwagi na znaczny koszt zakupu dużych ilości wapna oraz konieczność gromadzenia dużych partii osadu nie jest wskazany do zastosowania. Należy również zwrócić uwagę na konieczność rozbudowy przedsiębiorstwa o dział zajmujący się akwizycją produktu, gdyż metoda ma uzasadnienie ekonomiczne wyłącznie w przypadku jego sprzedaży.

5.1.3 Fermentacja.

Dla oczyszczalni powyżej 20 tys. RLM coraz częściej stosowaną metodą jest proces fermentacji metanowej. Jest ona procesem wielofazowym, realizowanym w wydzielonym jednym lub kilku bioreaktorach. Bakterie hydrolityczne za pomocą enzymów zewnątrz komórkowych rozkładają nierozpuszczalne związki organiczne osadów do związków rozpuszczalnych w wodzie. Następnie bakterie kwasowe rozkładają te rozpuszczone związki organiczne do prostych kwasów organicznych. Tę fazę nazywa się często mianem fermentacji kwaśnej. Metabolity fermentacji kwaśnej stanowią substrat dla bakterii metanowych – z kolei produktem ich metabolizmu jest metan, dwutlenek węgla i woda. W większości przypadków bakterie metanowe limitują szybkość procesu fermentacji osadów – rozkład osadów wstępnych jest procesem bardzo szybkim. Dla osadów nadmiernych pochodzących z układów technologicznych oczyszczalni z usuwaniem biogenów obserwuje się jednak limitowanie

przebiegu procesu szybkością rozkładu mikroorganizmów kierowanych do fermentacji jako osad nadmierny. Podstawowymi wielkościami wpływającymi na przebieg procesu fermentacji oraz sterowanymi przez operatora są: ilość i częstotliwość doprowadzania osadu, proporcja między ilością osadu wstępnego i nadmiernego, intensywność mieszania, temperatura, odczyn, zawartość kwasów lotnych, zasadowość, substancje toksyczne.

Objętość osadu doprowadzanego do komory nie powinna przekraczać 1/20 objętości danej komory (czas zatrzymania osadu wynosi ok. 20 dni). Zwiększenie dobowej ilości podawanego osadu (zwłaszcza gwałtowne) może doprowadzić do załamania procesu fermentacji, a w każdym przypadku powoduje pogorszenie jakości osadu odprowadzanego i zwiększenie zużycia polimerów w procesie odwadniania. Czas zatrzymania w komorze fermentacyjnej jest zależny od ilości osadu podawanego do komory. Należy zwrócić uwagę, że z uwagi na możliwość tworzenia się stref o słabszym wymieszaniu, rzeczywisty czas zatrzymania może być krótszy od czasu wynikającego z obliczeń. Nie ma żadnych przeciwwskazań technologicznych, aby ten czas wydłużyć. Im dłuższy czas zatrzymania, tym lepsze efekty stabilizacji zostaną osiągnięte, kosztem jednak zwiększonego zużycia ciepła do podgrzewania większej objętości komór fermentacyjnych.

Układ technologiczny części osadowej oczyszczalni w wariantcie stabilizacji beztlenowej daje możliwość:

- Precyzyjnej regulacji ilości osadu wstępnego odbieranego z ciągu technologicznego oczyszczania ścieków.
- Precyzyjnej regulacji ilości osadu nadmiernego odbieranego z ciągu technologicznego oczyszczania ścieków.
- Stabilizacji beztlenowej osadu w wydzielonej komorze fermentacyjnej – prowadzenia procesu o dużej efektywności i umiarkowanej energochłonności, jednak wymagającego odpowiedniego poziomu technicznego i technologicznego obsługi.
- Odzyskania znacznej ilości energii zawartej w osadach i użycie jej do generowania energii cieplnej i elektrycznej (w tym sprzedaży świadectw pochodzenia – certyfikatów energii odnawialnej oraz wysokosprawnej kogeneracji).
- Dowolnego kształtowania przebiegu procesu odwadniania, zależnie od potrzeb (praca ciągła przez wybrane dni tygodnia lub codzienne odwadnianie zadanej ilości osadu) – z uwagi na duże zdolności retencyjne komór osadu przefermentowanego (brak wymogu utrzymywania stałego zwierciadła cieczy).
- Skierowania ustabilizowanego biologicznie, odwodnionego i ustabilizowanego wapnem osadu o zawartości powyżej 25 % sm (osad po higienizacji wapnem oraz ew. leżakowaniu może, zależnie od okresu składowania i dawki wapna, osiągnąć nawet 35% sm), do przyrodniczego wykorzystania lub kompostowania.
- Skierowania ustabilizowanego biologicznie osadu w trybie awaryjnym na wysypisko (np. do wykonywania okrywy biologicznej).
- Skierowania osadu ustabilizowanego biologicznie i odwodnionego do zakładu utylizacji termicznej.

Wykonanie węzła gospodarki biogazowej na oczyszczalni wymaga realizacji następujących działań:

- Wykonanie węzła sedymentacji wstępnej.
- Wykonania układu dozowania węgla organicznego do celów denitryfikacji azotu azotanowego (w okresach deficytu węgla wywołanego działaniem osadników wstępnych i występowania problemów z jakością ścieków oczyszczonych w zakresie stężeń azotu w formie utlenionej).
- Wykonania pompowni osadu wstępnego.
- Wykonania węzła zagęszczania mechanicznego osadu nadmiernego (dwa zagęszczacze mechaniczne wraz z kompletnym osprzętem).
- Wykonanie zbiornika osadu zmieszanego.
- Wykonania układu pompowego osadów zmieszanych (2 pompy i 2 maceratory z osprzętem).
- Wykonania wydzielonej komory fermentacyjnej zamkniętej (lub dwóch w celu zapewnienia bezpieczeństwa procesowego) – o łącznej pojemności rzędu 3994 m³.
- Wykonania układu wymiennikowni ciepła w postaci zespołu pomp wirowych oraz przynależnych wymienników ciepła (o mocy 200kW, zależnie od dobranego sposobu izolacji WKF).
- Wykonanie zbiornika magazynowania osadu - wykonanie powłok chemoodpornych, zabudowa mieszadeł, zabudowa przykrycia.
- Wykonanie nowych elementów związanych z gospodarką gazową:
 - sieci biogazowej,
 - odsiarczalni biogazu,
 - zbiornika biogazu,
 - pochodni awaryjnej,
 - kotłowni biogazowej wraz z agregatem kogeneracyjnym.
- Rozbudowę sieci, instalacji elektroenergetycznych oraz AKPiA.
- Rozbudowę układu komunikacyjnego.
- Oczyszczalnia dysponuje wystarczającym terenem dla tej inwestycji.

W przypadku oczyszczalni w Tomaszowie Lubelskim wariant ten należy jednak odrzucić z następujących przesłanek:

- Zastosowanie osadników wstępnych z dużym prawdopodobieństwem spowoduje problemy w głównym ciągu technologicznym.
- Fermentacja wyłącznie osadu nadmiernego, jak wskazują doświadczenia, jest niskoefektywna, zwłaszcza dla osadów przystosowanych do usuwania azotu i fosforu, a proces fermentacji samego osadu nadmiernego jest zdecydowanie mniej ekonomiczny - produkcja biogazu wynosi 200-300 dm³/kg sm.org dostarczonej do fermentacji, podczas gdy dla osadów wstępnych wynosi 400-600 dm³/kg sm.org dostarczonej.

- Wymagana jest zasadnicza zmiana standardów eksploatacji (konieczność posiadania świadectw kwalifikacyjnych do prac na obiektach gazowych, pojawienie się stref zagrożenia wybuchem, itp.)
- Wprowadzenie układu fermentacji beztlenowej wymagałoby zasadniczego zwiększenia ilości personelu obsługowego- minimum 4 osoby personelu wymagane jest dla zapewnienia obsługi na każdej zmianie.

Koszt inwestycyjny należy oszacować na poziomie 14-17 milionów złotych – wycena przez analogię do identycznej wielkościami i technicznie (podobne wyposażenie i zakres wykorzystania istniejących obiektów).

Stabilizacja beztlenowa spowoduje zmniejszenie ilości suchej masy osadów o ok. 10-20% w stosunku do obecnie produkowanej, a biorąc pod uwagę poprawę odwadnialności, można spodziewać się redukcji masy osadów o 30%.

5.1.4 Suszenie.

Obecnie generalnie rozróżnia się dwie wersje sposobów suszenia osadów. Jako pierwszy sprawdzono wariant mechanicznego suszenia, jako drugi – suszarnię słoneczną.

5.1.4.1 Suszarnia mechaniczna

Rozważono możliwość zainstalowania mechanicznej instalacji do suszenia osadów. Obecnie na rynku dostępnych jest szereg rozwiązań technicznych suszarni mechanicznych osadów.

Z uwagi na wielkość przerobu osadu oraz zakładany standard wyposażenia i obsługi, proponuje się odrzucić rozwiązania wykorzystujące techniki wysokotemperaturowe (w tym oleje termalne, itp.). Optymalnym rozwiązaniem dla tej wielkości przerobu może być przede wszystkim konwencjonalna suszarka taśmowa średnitemperaturowa. Zapewnia ona wysoką efektywność suszenia oraz pełną higienizację osadu, ale pozwala także utrzymać wysokie bezpieczeństwo procesu (brak ryzyka wybuchu i zminimalizowanie możliwości powstania zapłonu), przy umiarkowanym stopniu komplikacji instalacji. Niebagatelną zaletą – zwłaszcza przy cyklicznie prowadzonym procesie odwadniania, jest łatwość startu i zatrzymania instalacji oraz niskie koszty przeprowadzenia tych procedur.

Proponuje się rozważyć suszarnię o przerobie dostosowanym do wielkości maszyny do odwadniania – co pozwoli na bieżące prowadzenie procesu suszenia, wyłącznie z typową retencją dobową odwodnionego osadu (w odróżnieniu od suszarni słonecznych, działających z wyrównaniem wielomiesięcznym). Układ retencji pozwala na wydłużenie czasu suszenia względem czasu odwadniania – co zmniejsza maksymalne zapotrzebowanie na ciepło i pozwala na lepsze wykorzystanie powstającego biogazu.

Przewidywany układ technologiczny suszarni wyglądać będzie następująco:

Osad odwodniony, odbierany ze stacji odwadniania będzie kierowany układem nowych przenośników ślimakowych do suszarni. Układ rozdziału osadu pozwalać będzie na automatyczną (zdalną) zmianę kierunku transportu osadu – do suszarni lub na układ odbioru mokrego osadu poprzez mieszarkę z wapnem.

W hali suszarni osad będzie kierowany do zbiornika magazynowego osadów, służącego do retencji osadu oraz wyrównania różnic przerobu w węźle prasy i suszarni. Osad odbierany z dna zbiornika podawany będzie do niskotemperaturowej taśmowej suszarni osadu.

W przypadku wielkości oczyszczalni w Cieszynie nie ma żadnego uzasadnienia dla zastosowania metod wysokotemperaturowych. W związku z wielkością przerobu, przewiduje się wykonanie pojedynczej linii suszenia.

Fot.1. Zdjęcie przedstawia dystrybutor rozkładający osad na górnej taśmie suszarni.



W obszarze wejścia suszarni, nad taśmą górną zabudowany jest układ do równomiernego rozkładania osadu, (dystrybutor bez obudowy z wózkiem jezdny pokazany na zdjęciu wyżej).

Fot.2. Zdjęcie przedstawia osad rozłożony przy pomocy dystrybutora na górnej taśmie suszarni.



Wysokość warstwy osadu oraz wydajność dystrybutora mogą być nastawiane. Taśma górna zabiera osad i transportuje go powoli przez suszarnię. Prędkość taśmy górnej może być

nastawiana za pomocą przetwornika częstotliwości odpowiednio do transportowanej ilości osadu.

Podczas transportu podgrzane powietrze suszące przepływa przez osad od dołu do góry. Powietrze suszące po kontakcie z rozwiniętą powierzchnią osadu, zabiera z niego wilgoć i wynosi ją wraz z powietrzem odlotowym na zewnątrz suszarni. Większa część powietrza cyrkuluje w obiegu wewnętrznym suszarni, w celu zredukowania zapotrzebowania na energię cieplną.

Dla zapewnienia wymaganej cyrkulacji powietrza suszącego w suszarni pracują wentylatory (w większości rozwiązań po 2 sztuki wentylatorów) powietrza obiegowego na jeden segment suszarni.

Wentylatory powietrza obiegowego cyrkulują powietrze suszące poprzez wymienniki ciepła i złożę osadu ułożone na dwu taśmach suszarni. Wymienniki zasilane są wodą gorącą o temperaturze 70 – 90°C. Po przejściu przez wymienniki ciepła powietrze podgrzewa się do temperatury 75 – 80°C.

Na miejsce powietrza odlotowego do suszarni doprowadza się powietrze świeże o niskiej temperaturze i niskiej wartości wilgotności w nim zawartej. Przed wprowadzeniem do suszarni powietrze świeże podgrzewane jest ciepłem odebrany z powietrza odlotowego w wymienniku krzyżowym (rekuperator). W taki sposób część ciepła zawarta w powietrzu odlotowym jest wykorzystywana ponownie w procesie suszenia osadów.

Za pomocą wentylatora powietrza odlotowego odbierana jest z suszarni określona ilość powietrza odlotowego. Ilość powietrza odlotowego określana jest na podstawie ilości osadu, jaka ma zostać wysuszona, oraz ilości wody jaka ma być w tym procesie odparowana. Za pomocą przetwornika częstotliwości wentylator powietrza odlotowego można nastawić tak, że będzie on pobierał tyle powietrza odlotowego, ile jest konieczne dla zapewnieniażądanego efektu suszenia.

Powietrze odlotowe doprowadzane jest zwykle do instalacji obróbki powietrza odlotowego. Taka obróbka powietrza odlotowego składa się z wymiennika krzyżowego, skraplacza, płuczki i biofiltra. W skraplaczu powietrze odlotowe zostaje schłodzone wodą technologiczną do temperatury ok. 40 °C i po tym procesie mamy powietrze o wilgotności względnej 100 % tj. powietrze nasycone. W płuczce, w środowisku kwaśnym i zasadowym, usuwa się substancje odorowe. W biofiltrze mikroorganizmy zajmują się ostatecznym oczyszczeniem powietrza odlotowego.

Suszony materiał spoczywa podczas procesu suszenia na taśmach suszarni. Na końcu taśmy górnej materiał wstępnie wysuszony jest zrzucany i przekazywany na taśmę dolną. Materiał zmienia przy tym swoje uwarstwienie i rozluźnia się. W taki sposób poprawia się przepustowość dla powietrza suszącego i osiąga się równomierne wysuszenie osadu.

Prędkość taśmy dolnej może być nastawiana za pomocą przetwornika częstotliwości odpowiednio do transportowanej w danym czasie ilości osadu. Na końcu taśmy dolnej materiał wysuszony jest zrzucany do koryta przenośnika wynoszącego. Przenośnik wynoszący zbiera materiał i zrzuca go przez wylot do dozownika celkowego i dalej do urządzeń przenoszących.

Osad wysuszony kierowany będzie na podwójne stanowisko odbioru osadu wysuszonego przez środki transportu. Stanowisko musi umożliwiać podstawienie dowolnego środka

transportu: kontenera (wymagane prowadnice ze stali nierdzewnej wbudowane w płycie fundamentowej), naczepy ciągnika siodłowego lub cysterny. Zrzut osadu musi odbywać się w sposób gwarantujący równomierne wypełnienie środków transportu.

Ciepło do suszarni dostarczane będzie z nowego układu grzewczego: jako podstawę należy przyjąć wykorzystanie energii z palników gazowych zainstalowanych dla suszarni.

Cały system transportu i magazynowania osadów (zarówno wilgotnych jak i wysuszonych) oraz suszarka i stanowiska odbioru (z możliwością podpięcia odbioru powietrza ze środków transportu) muszą być zhermetyzowane i pracować z zapewnieniem podciśnienia wewnątrz, przy zapewnieniu wielokrotnej wymiany powietrza. Strumień powietrza musi podlegać wielostopniowemu oczyszczaniu. Sugeruje się również hermetyzację budynku suszarni oraz stanowisk odbioru osadu – np. poprzez pobór powietrza do procesu suszenia z wnętrza hali, co pozwoli na wytworzenie podciśnienia w obiektach. Należy zapewnić właściwe warunki termiczne w halach.

Zapotrzebowanie na energię elektryczną należy pokryć z wykorzystaniem istniejącego zasilania oczyszczalni, po jego odpowiedniej modernizacji.

Zapotrzebowanie na wodę należy pokryć z istniejącej sieci, przy czym należy je odpowiednio zmodyfikować lub rozbudować. Układ wody technologicznej należy zmodyfikować poprzez co najmniej dalszą rozbudowę przewidywanego układu hydroforu o dodatkową pompę (wraz z systemem sterowania i zasilania) oraz uzupełnienie sieci.

Ścieki z suszarni należy skierować do istniejącej sieci kanalizacyjnej oczyszczalni.

Wszystkie urządzenia należy podłączyć za pośrednictwem nowego dedykowanego sterownika do przewidywanej sieci AKPiA. Należy uzupełnić system AKPiA o wizualizację i sterowanie zdalne nowych urządzeń.

Założenia technologiczne:

- Ilość dni pracy suszarni w tygodniu: 5 (równoległe z węzłem odwadniania).
- Czas pracy suszarni: 23 godziny/dobę.
- Ilość dobowa osadu do wysuszenia: 9 t sm – w dni robocze
- Sucha masa po wysuszeniu: 90%
- Ilość wody do odparowania: 35 t/d
- Sprawność suszarki: 0,85 kWh ciepła/kg wody odparowanej, 0,1 kWh energii elektrycznej/kg wody odparowanej.
- Wymagana ilość ciepła: 29,75MWh/d w dni robocze
- Sprawność odparowania – 11 kg wody/m³ gazu (wg informacji dostawców)
- Zapotrzebowanie gazu (przy ok. 90% sprawności kotłowni i przesyłu) – 3182 m³/d w dni robocze.
- Ilość osadów do zagospodarowania 2604 t/rok

Jak wynika z bilansu energii, proces obróbki osadów w suszarni mechanicznej wymaga bardzo dużych ilości ciepła. W znacznym stopniu można to skompensować podwyższeniem stopnia odwadniania mechanicznego lub obniżeniem efektywności suszenia. Należy jednak zwrócić uwagę, że proces wymagać będzie dostarczania zewnętrznego źródła ciepła, co jest kosztowne.

Koszt wykonania kompletnej suszarni opartej na palnikach gazowych wraz z budynkami wyniesie 12 milionów złotych wg. informacji rynkowych (2,2 mln euro za samą suszarnię), natomiast z placem składowym, odwadnianiem, itp. cena może osiągnąć do 18 milionów złotych. W przypadku suszarni dogrzewanej ciepłem odpadowym z agregatów prądotwórczych wyniesie ok. 22-23milionów złotych.

Koszt wysuszenia i zagospodarowania wynosi w podobnych instalacjach ok. 110 zł/tonę odparowanej wody w przypadku suszarni z palnikami gazowymi (bez amortyzacji).

5.1.4.2 Suszarnia słoneczna

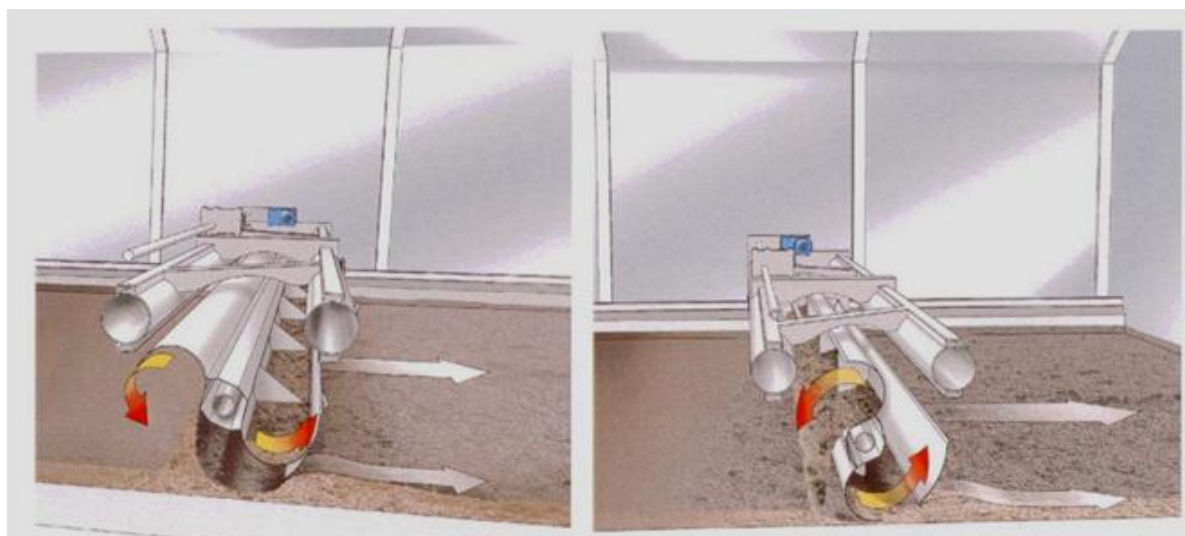
Suszenie mechanicznie odwodnionych osadów ściekowych odbywało się będzie w suszarni słonecznej (hale suszarnicze przypominające szklarnie ogrodnicze), pokrytej płytami poliwęglanowymi. Do suszenia wykorzystana zostanie energia słoneczna dzięki, której wewnątrz hal powstawał będzie efekt cieplarniany. Załadunek osadów do hali może być prowadzony automatycznie bezpośrednio spod prasy (jeżeli węzeł odwadniania będzie zablokowany z układem suszenia), bądź osady mogą być dowożone na początek hali ładowarką lub przyczepą do traktora. Odbiór suszu może być również realizowany automatycznie przenośnikami z których zsypywany będzie bezpośrednio na skrzynię samochodową lub do kontenera. Susz może być też wybierany z suszarni ładowarką.

Suszarnia słoneczna jest instalacją bezobsługową. Udział obsługi ogranicza się do monitorowania procesu, czy też załadunku bądź odbioru suszu z hali (w przypadku załadunku/rozładunku ładowarką).

Mechanicznie odwodnione osady za pośrednictwem przenośników spiralnych przekazywane są na początek każdej hali suszarniczej. Stąd osady są rozgarniane i równomiernie rozprowadzane po całej podłodze suszarni za pomocą przierzucarki. Zadawany do hali osad na pierwszych 4-5 metrach suszarni natychmiast mieszany jest z suchym osadem dowożonym przez przierzucarkę z końca hali, która oprócz pełnienia swoich zasadniczych zadań jakimi są: równomierne rozprowadzanie osadu po posadzce, jego mieszanie i przesuwanie wzdłuż hali, posiada niezmiernie ważną dla procesu suszenia funkcję recyrkulacji osadu, pozwalającą usprawnić suszenie, szczególnie w warunkach niskiego nasłonecznienia i niskich temperatur.

Suszenie osadu odbywa się w układzie ciągłym. Przyjęta technologia suszenia osadów polega na rozkładaniu osadu odwodnionego warstwą grubości ok. 10 cm na posadzce, cyklicznemu ich mieszaniu i przesuwaniu wzdłuż suszarni przez przierzucarkę, która operuje na całej długości i szerokości hali. Utrzymywanie cienkiej warstwy osadów znacząco usprawnia i przyspiesza proces suszenia, a także zapobiega zagniwaniu złoża, natomiast w okresie ujemnych temperatur umożliwi prowadzenie suszenia, gdyż nie dopuszcza do przemarzania osadów. Sposób operowania przierzucarki osadu pokazano na rysunku poniżej.

Rysunek 1. Przerzucarka wykonując jeden obrót wału równocześnie nabiera w jedną „rynnę” osad i wysypuje go z drugiej „rynny”. Jednocześnie nabrany do „rynny” suchy osadowy może być transportowany ponad osadem wilgotnym i wyspany w wybrane miejsce hali.



Proces suszenia osadów na betonowej posadzce hali trwa od kilku dni latem do ok. 30 dni zimą. Po wysuszeniu osady w postaci zgranulowanego suszu tą samą przerzucarką spychane są do zagłębienia w przełamanej posadzce, skąd wybierane mogą być ładowarką i załadowywane na przyczepę transportową bądź bezpośrednio przewożone do magazynu suszu.

Fot.3. Suszący się osad wraz z produktem końcowym w przegłębieniu posadzki



Fot.4. Wysuszony osad



Słoneczne suszenie osadów różni się od innych technologii suszenia przede wszystkim temperaturą procesu. W suszarniach tarczowych, bębnowych i fluidalnych odparowanie wody zachodzi w temperaturze powyżej 100°C. W suszarniach słonecznych proces jest prowadzony przy niższych temperaturach z wykorzystaniem efektu cieplarnianego.

Suszenie jest procesem, w którym zachodzi wymiana ciepła i masy (wody). Siłą napędową procesu suszenia jest różnica ciśnień cząstkowych pary wodnej w powietrzu suszącym i pary nasyconej w warstwie nad powierzchnią osadów. Ciepło niezbędne do odparowania wody z osadów jest pobierane z energii promieniowania słonecznego.

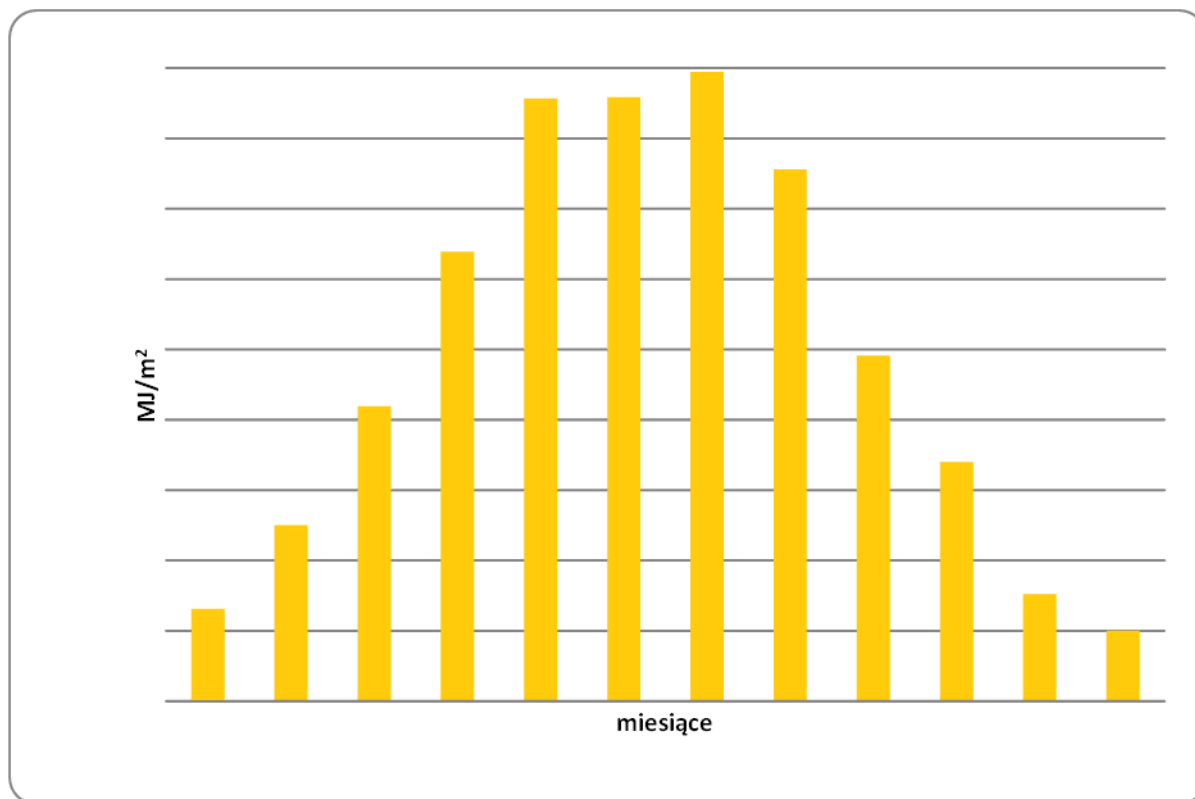
Tempo suszenia osadów w suszarniach słonecznych zależy głównie od:

- Natężenia promieniowania słonecznego (ilości ciepła dostarczanego do złoża osadów suszonych).
- Temperatury powietrza suszącego i jego wilgotności względnej.
- Prędkości strumienia powietrza suszącego.
- Grubości złoża osadów.

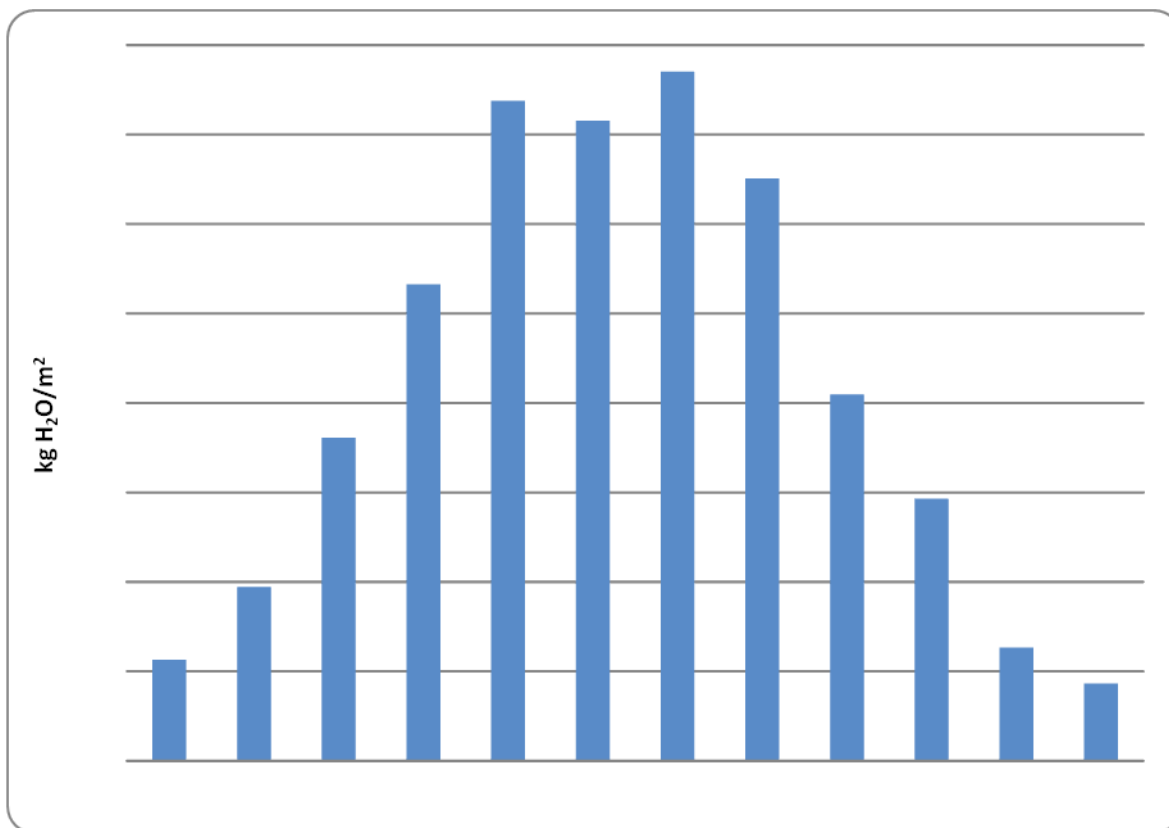
Decydującym czynnikiem możliwości funkcjonowania suszarni słonecznej jest nasłonecznienie. Nasłonecznienie (napromieniowanie) [J/m²] można zdefiniować jako energię padającą na jednostkę powierzchni w ciągu określonego czasu. Wartość promieniowania słonecznego jest uzależniona oczywiście od pory roku. W słoneczny, letni dzień w godzinach południowych promieniowanie słoneczne całkowite może osiągać nawet 900 W/m². W miesiącach zimowych wartość promieniowania słonecznego rzadko przekracza 100 W/m².

Na wykresie poniżej pokazano różnice w promieniowaniu słonecznym pomiędzy miesiącami letnimi i zimowymi oraz związaną z promieniowaniem energią, która może być wykorzystana do suszenia osadów.

Wykres 1. Zmiany energii promieniowania słonecznego w roku.



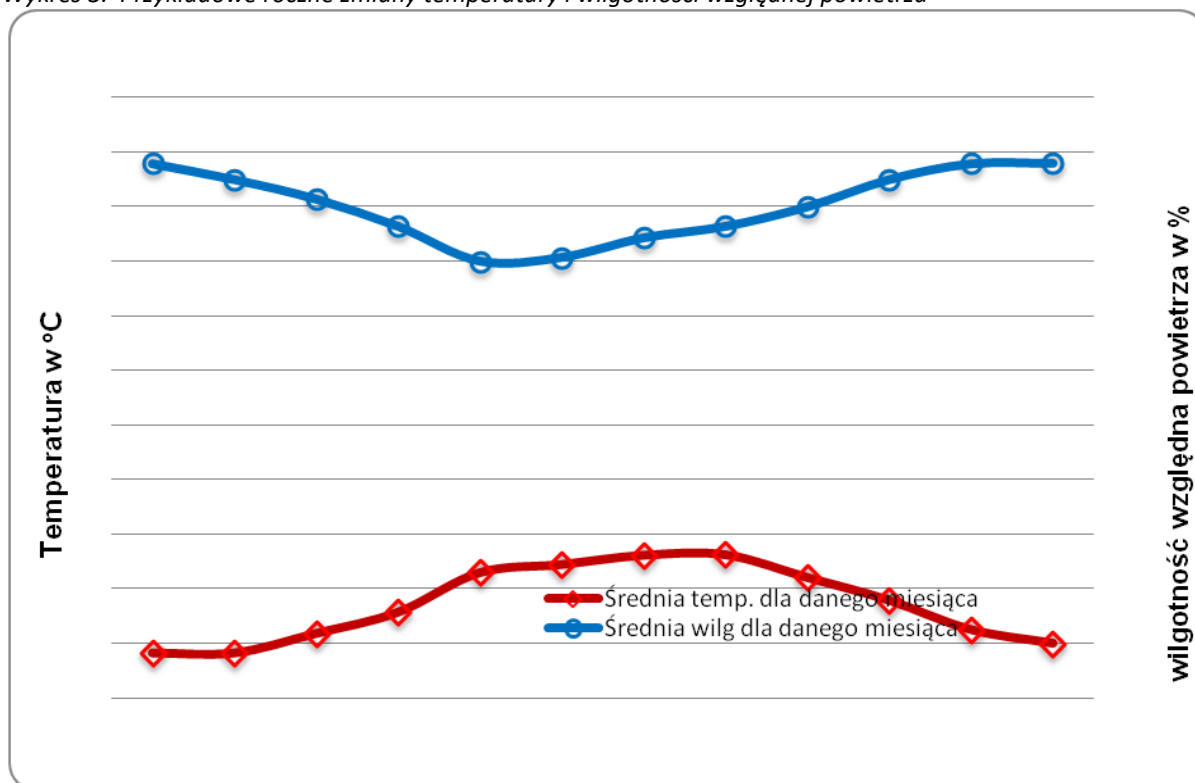
Wykres 2. Ilość wody możliwej do odparowania z 1 m² powierzchni za pomocą energii promieniowania słonecznego



Z powyższego wykresu wynika, że efektywne wykorzystanie energii promieniowania słonecznego jest ograniczone do okresu od kwietnia do października. Ponadto ze względu na znaczące różnice promieniowania w poszczególnych okresach roku, wydajność suszarni należy określać dla cyklu rocznego jako wartości średnie.

Zgodnie z ilością dostarczonej ze słońca energii zmienia się temperatura powietrza. Zmiany temperatury powietrza wpływają na zmiany wilgotności względnej powietrza suszącego. Wilgotność powietrza jest istotnym parametrem charakteryzującym proces suszenia, różnica pomiędzy wilgotnością nasycenia (punkt rosy), a rzeczywistą wilgotnością względną określa potencjał odbioru wilgoci przez powietrze suszące. Wartość średniej wilgotności względnej powietrza, wyrażonej w procentach w skali roku wynosi 80% przy wahaniami średniej miesięcznej od 71 % w marcu do 82 % w styczniu. Duże wahania występują w cyklu dobowym niezależnie od pory roku.

Wykres 3. Przykładowe roczne zmiany temperatury i wilgotności względnej powietrza



Jak wynika z wykresu wilgotność względna powietrza w warunkach zimowych jest wysoka, co znacznie ogranicza możliwość przejmowania przez powietrze suszące wody z osadów.

Nasłonecznienie, temperatura i wilgotność powietrza mają istotny wpływ na przebieg procesu suszenia w suszarniach słonecznych. Zwykle suszarnie słoneczne mogą pracować efektywnie w okresie od kwietnia do października. Wysokie wilgotności względne powietrza, nawet w okresie letnim, ograniczają zdolność sorpcji wilgoci przez powietrze suszące, którego ruch w suszarni odbywa się drogą konwekcji naturalnej. Zastosowanie wentylacji mechanicznej zwiększa prędkości przepływu powietrza w suszarni. Wymuszenie dużych przepływów czynnika suszącego pozwala lepiej wykorzystać ograniczone właściwości sorpcji wody przez powietrze wilgotne.

Prowadzenie suszenia osadów przy małym nasłonecznieniu, niskich temperaturach i dużej wilgotności względnej (szczególnie w warunkach zimowych) wymaga:

- Wykonania pokrycia suszarni z materiałów o niskim współczynniku przenikania ciepła K , ograniczającym straty dostarczanego ze źródeł zewnętrznych ciepła,
- Dostarczania ciepła z zewnętrznych źródeł energii w warunkach małego nasłonecznienia i niskich temperatur (okres XI-III)
- Zastosowania procesu recyrkulacji osadu polegającego na mieszaniu osadu wysuszonego z mokrym na początku suszarni
- Prowadzenia procesu suszenia w cienkich warstwach nie przekraczających 25 cm

Hale suszarni są budowlą jednokondygnacyjną. Konstrukcja hali wykonywana jest z profili stalowych zamkniętych, cynkowanych na gorąco. Wytrzymałość konstrukcji należy dostosować do warunków klimatycznych (obciążenie wiatrem i śniegiem) rejonu Cieszyna. Rozstaw osiowy ram nośnych ustroju 2 - 2,10 m. Konstrukcja hali musi zapewnić swobodny przejazd mechanicznej przegrzaczki osadów na całej szerokości hali (wytyczne od dostawcy urządzenia). Belki nośne osadzenia pokrycia na bazie profili ze stopów aluminium bądź stalowe. Część powierzchni dachowej uchylna na połowie całej długości w strefie kalenicy, którą stanowi indywidualna konstrukcja ramy z profili aluminiowych. Dach dwuspadzisty o kącie pochylenia połaci 20 – 25 stopni. W dachu hali od strony zawietrznej automatycznie otwierany i zamykany wywietrznik uchylny (okna dachowe) szerokości 1,5 m.

Wysokość użytkowa hali w części roboczej ca 3,25 m. W szczycie hali od strony załadunku osadu i rozładunku przewyższenie ok. 4 m, które w przypadku wykorzystywania ładowarki do załadunku/rozładunku umożliwi jej wjazd. Pokrycie dachu i ścian płyty poliwęglanowe 1 komorowe. Żywotność min. 10 lat. Współczynnik przenikania ciepła $K = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, przepuszczalność światła 75 %. Fundamenty hali w postaci ławy fundamentowej wylewanej na mokro, z betonu C20/25 zbrojonego stalą A-IIIIN, izolowanego od zewnątrz. Z ław fundamentowych hali suszarni wyprowadzone są ściany fundamentowe stanowiące szyny jezdne przegrzaczki. W szczytach hal bramy podnoszone do góry szerokości 8 m, lub rozsuwane. Drzwi wejściowe dla obsługi, zarówno od strony załadunku jak i rozładunku osadu.

Fot 5. Hala suszarni słonecznej



Fot 6. Uchylne okno dachowe



Zasadniczym wyposażeniem hali suszarniczej będzie mechaniczna przewracarka osadu typu nawowego (poruszająca się po bocznych cokołach jednych wzdłuż hali bez kontaktu z podłożem). Przewracarka będzie pracować w trybie automatycznym z możliwością przejścia do ręcznego sterowania ich pracą. Sterowanie całym procesem będzie realizowane w oparciu o wewnętrzny algorytm dostarczany wraz z przeliczarką, którego celem jest zagwarantowanie osiągnięcia wymaganych parametrów technologicznych.

Proponowana mechaniczna przewracarka osadu typu nawowego zapewnia możliwość przewracania złoża suszonych osadów w całym przekroju, transport materiału do przodu i do tyłu hali suszarniczej, a także ich rozgarnianie i zawracanie (recyrkulacja).

Istotne bieżące parametry pracujących urządzeń oraz warunków otoczenia będą dostępne na wyświetlaczu panelu sterowania. Z tego samego panelu personel obsługowy będzie korzystać przy wprowadzaniu danych oraz komend pracy przewracarki. Dodatkowo układ sterowania wyposażony będzie w moduł teleserwisowy do wykonywania on-line czynności diagnostycznych/serwisowych całego systemu (pracy przewracarki, wprowadzonych nastaw, zarejestrowanych błędów).

Fot. 7. Hala suszarni wewnątrz. W głębi przeliczarka nawowa, pod dachem wentylatory



Przewietrzanie hal suszarni opierało się będzie na wentylacji grawitacyjnej (okna dachowe), wspomaganej pracą wentylatorów mechanicznych zamocowanych do konstrukcji pod dachem hali. Wentylatory montowane w równych odstępach na całej długości hali suszarniczej. Sterowanie systemem prowadzone jest w oparciu o sygnały od urządzeń monitorujących (stacja meteo mierząca siłę wiatru, temperaturę powietrza, wilgotność i czujnik opadów atmosferycznych) warunki panujące wewnątrz i na zewnątrz hali suszarni (pomiar wilgotności oraz temperatury powietrza).

System podnoszenia/opuszczania okien dachowych

Okno dachowe (wietrznik) uchylne pokryte poliwęglanem gr. 10 mm. Rama podłużna mocowana na zawiasach do konstrukcji hali. Dolna część ramy oparta na uszczelkach gumowych. Mechanizm podnoszenia typowy, jak dla świetlików uchylnych dachowych - mechaniczne. Napęd z motoreduktora. Moc silnika 0,4 – 0,75 kW; moment obrotowy nie mniejszy niż 300 Nm. Napęd umieszczony centralnie na środku wału głównego okna uchylnego, łożyskowanego i mocowanego do konstrukcji hali. Sterowanie oknem dachowym automatyczne sygnałem z urządzenia przerzucającego osady.

Tabela 16 Parametry techniczne suszarni.

CHARAKTERYSTYKA POJEDYNCZEJ HALI	
WYMIARY HALI SUSZARNICZEJ	
Szerokość hali	12 m
Długość hali	120 m
Powierzchnia hali	1680 m ²
Efektywna szerokość hali, na której odbywa się suszenie	ca 11,0 m
Efektywna długość hali, na której odbywa się suszenie	ca 130 m
Efektywna powierzchnia suszenia hali	ca 1430 m ²
WENTYLACJA	
Liczba wentylatorów cyrkulujących powietrze w pojedynczej hali suszarni	14
Łączna liczba hal suszarniczych bez dogrzewania	10

- Założone typowe odwodnienie osadu – 70% suchej masy.
- Ilość odparowanej wody – 8368,9 ton/rok.
- Wymagana powierzchnia hal – 13947 m².
- Wymagana ilość hal: 10
- Ilość osadu po wysuszeniu – 3347,6 tony.

Opisana technologia suszenia jest technologią autorską, opracowaną przez firmę EKOTOP Roman Sobczyk z Piły, autora największej ilości funkcjonujących już w kraju suszarni słonecznych/hybrydowych. Zaprojektowane przez EKOTOP suszarnie to m.in. suszarnia w: Iławie, Kozienicach, Myszkowie, Kłodzku, Ozimku, Żarach, Żaganiu, Lubawie, Bełchatowie.

Z uwagi na dostępny teren, ograniczony zabudową mieszkalną, specyfikę położenia oczyszczalni oraz brak możliwości pozyskania odpadowego źródła ciepła (np. z fermentacji), nie rekomenduje się wykonania suszarni słonecznej.

Pewną nowość w technologii solarnego suszenia osadów stanowi metoda SOLIA PLUS.

W typowej suszarni słonecznej ciepło niezbędne do odparowania wody z osadów pobierane jest z energii promieniowania słonecznego. Dzięki promieniowaniu słonecznemu przenikającemu przez przezroczystą obudowę hali suszarniczej, w jej wnętrzu wytwarza się tzw. efekt cieplarniany. Oprócz typowych suszarni słonecznych z przrzucarkami nawowymi na rynku funkcjonuje specyficzna technologia suszenia pryzmowego SOLIA plus - wykorzystująca zarówno efekt cieplarniany jak i reakcje egzotermiczną powstającą w wyniku przemian biochemicznych zachodzących w formowanych pryzmach suszonego osadu.

Technologia ta, dzięki formowaniu na całej długości hali pryzmy z osadów przy wykorzystaniu reakcji egzotermicznej i towarzyszącemu jej samozagrzewaniu spryzmowanego materiału umożliwia niszczenie organizmów patogennych i ich form przetrwalnikowych, podobnie jak ma to miejsce w pryzmach kompostowych. Niezbędna do jednoczesnego, pełnego wymieszania pryzm funkcja przrzucarki zapewnia kontrolowanie warunków termicznych i wilgotnościowych w pryzmie i podanie stresowi termicznemu każdej cząstki osadów. Suszenie osadów odbywa się w hali suszarniczej wykonanej w konstrukcji przypominającej szklarnię z dwuspadzistym dachem, pokrytej płytami

poliwęglanowymi. Załadunek osadów do suszarni może odbywać się w sposób w pełni automatyczny. Osady odwodnione na prasie taśmowej/wirówce podawane są do hali przenośnikami spiralnymi, bezwałowymi. Osad z przenośników trafia bezpośrednio do zasobników przrzucarek.

Po napełnieniu zasobnika osadami, przrzucarka rozpoczyna rozprowadzanie osadów cienkimi warstwami na posadzce hali. Pierwsza, cienka warstwa osadów ulega szybkiemu podsuszaniu. Kolejne porcje świeżego osadu mieszane są już z wysuszonym osadem znajdującym się na posadzce. Z czasem warstwa osadu będzie się nawarstwiała, a przrzucarka tworzy z nich przyzmy o wysokości do 90 cm. Dodawanie mokrego osadu do osadu wysuszonego powodowało będzie uśrednianie suchej masy osadów zgromadzonych w przyźmie, inicjowanie reakcji egzotermicznej (samozagrzewania) i przyspieszenie procesu suszenia.

Przrzucarka porusza się po eliptycznej trasie wewnątrz hali suszarni dodając kolejne porcje świeżych osadów do już wysuszonych, jednocześnie mieszając je i formując w przyzmy.

Osad w trakcie mieszania cały czas jest przesuwany w jednym kierunku. Tor jazdy wyznaczają szyny oraz skłętne koła będące elementem konstrukcji przrzucarki.

Przrzucarka automatycznie prowadzi wszystkie procesy niezbędne do uzyskania z osadów o początkowej zawartości ca 20% suchej masy, do końcowej o zawartości minimum 70% suchej masy w uzyskanym suszu. Technologia ta w optymalnych warunkach pogodowych zapewnia uzyskiwanie suszu o wyższych wartościach suchej masy nawet 85 -90%.

Opisany sposób suszenia osadów w przyzmach, wykorzystuje jednocześnie darmową energię słoneczną oraz dodatkowo energię z samozagrzewania się wilgotnego osadu w przyzmach, umożliwiając uzyskanie temperatur zabójczych dla szkodliwych mikroorganizmów. Konstrukcja przrzucarki umożliwia jednoczesne i szybkie przrzucenie przyzmy na całym przekroju, zapewniając jej dokładne wymieszanie.

Technologia Solia plus pozwala na bieżący odbiór osadów odwodnionych i suszenie całorocznej produkcji osadu bez konieczności cyklicznego opróżniania hal.

Rozładunek suszu z suszarni odbywa się raz w roku (w okresie dogodnym dla jego zagospodarowania). Właściwie zaprogramowany cykl technologiczny umożliwia uzyskanie suszu o jednolitym poziomie suchej masy.

Wybieranie suszu z hal prowadzone jest ładowarką kołową, która pobiera osady z utworzonej przyzmy i załadowuje go bezpośrednio na środki transportu dowożące susz do miejsca odbioru/ zagospodarowania.

W przypadku trudności w pozyskaniu materiału strukturalnego do kompostowania należy rozważyć wykorzystanie wyżej opisanej metody solarnego suszenia osadów.

5.1.5 Autotermiczna stabilizacja tlenowa

Jedną z zalecanych, dla oczyszczalni ścieków o przepustowości do 20 000 m³/d, metod unieszkodliwiania osadów ściekowych jest autotermiczna termofilowa stabilizacja (ATSO). Proces ten zapewnia pełną stabilizację, higienizację, a nawet pasteryzację osadów, czyniąc je biomasą, która może być wykorzystywana do celów przyrodniczych i rolniczych.

Proces ATSO jest nową technologią w warunkach polskich, która swoje możliwości prezentuje w Europie już od ponad 15 lat. Pierwsza instalacja na oczyszczalni ścieków w Giżycku pracuje od 2003 roku, druga w Lubaniu rozpoczęła pracę 2006 roku, a trzecia w Olecku w 2009 roku. W ruchu są instalacje na oczyszczalniach ścieków w Oławie, Kętrzynie i Pieszku.

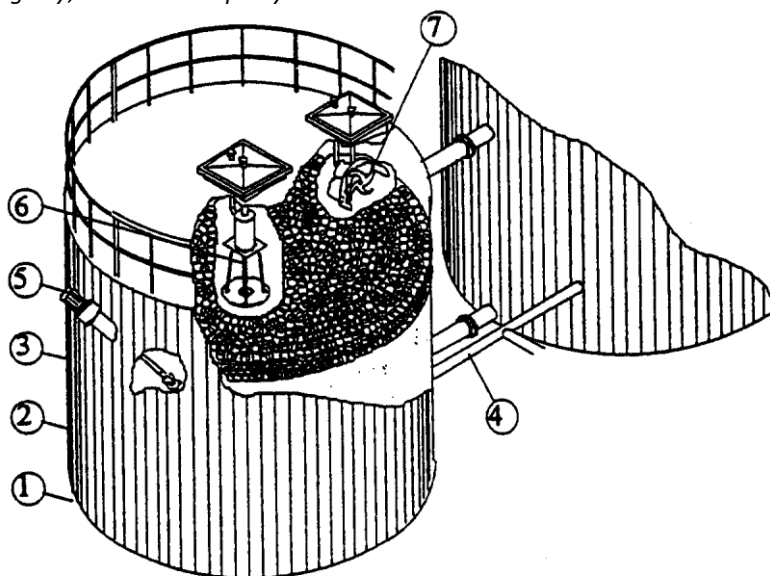
Biologiczna stabilizacja osadu jest oparta na redukowaniu substancji organicznych zawartych w osadach ściekowych. W technologii ATSO zmniejszenie tych substancji przeprowadzane jest przez aerobowe mikroorganizmy. Przemiana energii aerobowej odbywa się egzotermicznie. Dlatego biologiczne utlenianie substancji organicznych wyzwala energię, głównie w postaci ciepła. Produktem końcowym są substancje proste jak H₂O i CO₂. Wydajne zatrzymanie ciepła, które wyzwala się podczas rozkładu daje w rezultacie wysokie temperatury robocze (>50°C), a to z kolei wysoki stopień rozkładu substancji organicznych jak też eliminację czynników chorobotwórczych. Proces ten wymaga wstępnego zagęszczenia osadu do ponad 4,5 % s.m., dzięki czemu uzyskuje się większą jednostkową zawartość substancji organicznych, która nie powinna być mniejsza niż 40,0 g/l, wyrażona wartością ChZT.

Efektywne działanie procesu wymaga dostarczenia odpowiedniej ilości tlenu (napowietrzanie) oraz utrzymania zawartości reaktora w jednorodnym stanie (mieszanie). W procesie powstaje też intensywnie piana na powierzchniowej warstwie osadu, której obecność wprawdzie poprawia warunki zachodzenia procesu, ale jej ilość musi być stale kontrolowana. Przy dostarczeniu odpowiedniej ilości tlenu samorzutnie osiągnięta jest temperatura od 55 do 80 °C. W większości oczyszczalni proces jest chłodzony do temperatury 60-65 °C, co daje możliwość odzysku ciepła. Do komory wprowadzany jest czysty tlen albo stosuje się specjalne aspiratory powietrza. Zmniejszone gabaryty komory (czas przetrzymania 5 do 6 dni) pozwalają na uzyskanie podobnej do stabilizacji konwencjonalnej 38-50% obniżki s.m.o. oraz najlepszego osadu pod względem unieszkodliwienia organizmów chorobotwórczych.

Instalacja ATSO możliwa do zastosowania na oczyszczalni składa się z dwóch reaktorów pracujących szeregowo, izolowanych termicznie i zamkniętych, wyposażonych w osprzęt kontrolny, urządzenia napowietrzające i rozbijające pianę oraz instalację biofiltrów. Szeregowy połączenie reaktorów pozwala na pełną pasteryzację-higienizację, gdyż nie zachodzi infekcja odprowadzanego osadu świeżymi organizmami obecnymi w osadzie doprowadzanym. Eksploatacja instalacji ATSO pracującej w systemie szeregowym polega na porcjowym przesyłaniu osadu z jednej do drugiej komory – po usunięciu porcji ustabilizowanego osadu. Można więc przyjąć, że osad z dwustopniowego procesu ATSO będzie stabilny i będzie w pełni zhigienizowany, jeśli temperatura w drugiej komorze przekracza 60 °C i całkowity czas reakcji jest równy co najmniej 6 dób.

Układ zasilany jest wsadowo raz dziennie, po czym reaktory są odizolowywane. W pierwszym stopniu temperatury zwykle są w dolnym zakresie zakresu termofilnego (40-50°C). Maksimum dezynfekcji osiąga się w drugim stopniu, w którym temperatury zawierają się w granicach 50-60°C. Codzienny zrzut nieszkodliwionych osadów odbywa się tylko z drugiego stopnia. Po zakończeniu takiego zrzutu surowy osad jest podawany do pierwszego stopnia, podczas gdy przetworzony częściowo osad jest przemieszczany do drugiego reaktora. Po zasileniu reaktory pozostają odizolowane przez 23 godziny, kiedy to zachodzi rozkład termofilny.

Rys.4 Typowy reaktor ATSO. 1 – reaktor; 2 – izolacja; 3 – okładzina; 4 – rurociągi; 5 – napowietrzacz spiralny; 6 – napowietrzacz obiegowy; 7 – kontroler piany



Tryb pracy reaktora ATSO.

Reaktory ATSO zawsze pracują przy stałym poziomie osadu ściekowego. Przed uruchomieniem cyklu zrzutu-podawania wyłączane są urządzenia mechaniczne (instalacja napowietrzająca, mieszacze i sterowniki piany). Po zrzucie z reaktora II^o osad jest pompowany z reaktora I^o do reaktora II^o do uzyskania prawidłowego poziomu. Następnie surowy osad jest podawany do reaktora I^o. Aby zapobiec wzrostowi temperatury powyżej 60 – 65°C reaktor powinien być wyposażony w wewnętrzne wymienniki ciepła powodujące schładzanie. Wodą chłodzącą może być woda niezdatna do picia (ścieki po oczyszczalni) z minimalną zawartością zawieszin. Alkaliczność to inny ważny parametr przy wyborze wody chłodzącej. Powtórny obieg wody chłodzącej jest możliwy jedynie wówczas, gdy może ona schładzać się sama.

Układ technologiczny części osadowej oczyszczalni w wariantcie autotermicznej stabilizacji tlenowej daje możliwość:

- Precyzyjnej regulacji ilości osadu nadmiernego odbieranego z ciągu technologicznego oczyszczania ścieków.

- Stabilizacji tlenowej osadu w wydzielonych komorach niskotlenowych – prowadzenia procesu stosunkowo skomplikowanego, o dużej efektywności i sporej energochłonności.
- Odzyskania znacznej ilości energii zawartej w osadach i użycie jej do ogrzewania obiektów oczyszczalni.
- Dowolnego kształtowania przebiegu procesu odwadniania, zależnie od potrzeb (praca ciągła przez wybrane dni tygodnia lub codzienne odwadnianie zadanej ilości osadu) – z uwagi na duże zdolności retencyjne komór (brak wymogu utrzymywania stałego zwierciadła cieczy).
- Skierowania ustabilizowanego biologicznie, odwodnionego i ustabilizowanego (bez konieczności dozowania wapna) osadu o zawartości powyżej 25 % sm, do przyrodniczego wykorzystania lub kompostowania.

Prezentowana technologia charakteryzuje się:

- jednoczesną stabilizacją osadów ściekowych i redukcją patogenów,
- bardzo stabilnym procesem, na który nie ma wpływu zmienne obciążenie
- niskimi kosztami kapitałowymi ze względu na krótkie czasy zatrzymania (retencji) – ok. 6-8 dni,
- elastycznością w rozbudowie.

W rezultacie zastosowania procesu ATSO otrzymujemy osad:

- w pełni ustabilizowany nie podlegający wtórnemu zagniwaniu,
- w pełni zhygienizowany nie zawierający zanieczyszczeń bakteriologicznych,
- nie ulegający wtórnemu nawodnieniu w okresie składowania,
- nadający się do bezpośredniego zastosowania w rolnictwie lub do innych celów przyrodniczych,
- otrzymany przy minimalnych nakładach eksploatacyjnych i umiarkowanych nakładach inwestycyjnych.

Należy zwrócić uwagę, iż wariant ten wymaga jednak wprowadzenia szeregu energochłonnych urządzeń oraz wpływa na zasadniczą zmianę wymaganych standardów eksploatacyjnych. Warto również zwrócić uwagę, iż układ technologiczny nie pozwala na wprowadzenie osadników wstępnych, a zatem procesowi poddawany byłby wyłącznie osad nadmierny, który ma znacząco gorsze właściwości. Dodatkowo zagęszczanie osadu nadmiernego wymaga wprowadzenia kolejnej maszyny – wirówki zagęszczającej. Należy również zwrócić uwagę, iż procesy niskotlenowe mogą generować problemy z emisją zapachów w razie rozszczelnienia/wyłączenia instalacji.

Ilość suchej masy osadów w porównaniu do obecnie prowadzonego procesu ulegnie zmianie o ok. 10-20%. Ilość osadów odwodnionych, z uwagi na poprawę odwadnialności winna zostać zredukowana o ok. 30% - zależnie od warunków pracy pras, doboru polimeru, itp.

Wariant ten wymaga głębokich zmian, przy jednocześnie stosunkowo niewielkich korzyściach. Proponuje się go nie rozpatrywać na dalszych etapach.

5.1.6 Kompostownia

Kompostowanie jest tradycyjnym procesem przeróbki odpadów organicznych pochodzenia komunalnego, przemysłowego i rolniczego.

Osady ściekowe, przekompostowane wspólnie z dodatkami organicznymi posiadają cechy dobrej ziemi próchnicznej. Pozbawione są nieprzyjemnych zapachów, posiadają strukturę gruzełkową, nadają się do sprzedaży – jako nawóz organiczny lub do bezpośredniego rolniczego lub przyrodniczego wykorzystania. Możliwe jest również energetyczne zagospodarowanie kompostu – jako biopaliwa. Szacuje się, że wartość opałowa kompostu równa się połowie wartości opałowej miału węgla kamiennego.

Technologie kompostowania prowadzone mogą być w sposób intensywny, z pełną kontrolą i sterowaniem procesu w specjalnych kontenerach lub komorach (kompostowanie zamknięte) lub w sposób mniej intensywny w przyzmach. Metody intensywne wymagają od Inwestora poniesienia wysokich nakładów inwestycyjnych i preferowane są dla dużych przepustowości kompostowni. Metody mniej intensywne – kompostowania przyzmaczowego nie wymagają ponoszenia specjalnie wysokich nakładów inwestycyjnych, a przy prawidłowym prowadzeniu procesu pozwalają na otrzymanie wartościowego i dobrego jakościowo kompostu. Metody intensywne – prowadzone w zamkniętych bębnach są z kolei zdecydowanie mniej uciążliwe zapachowo dla otoczenia.

Zastosowanie kompostowania ma doprowadzić do:

- Unieszkodliwienia organizmów chorobotwórczych występujących w osadzie,
- Stabilizacji związków organicznych,
- Zmiany struktury z mazistej do ziemistej,
- Zmiany zapachu z nieprzyjemnego do zapachu ziemistego
- Wytworzenia produktu akceptowalnego przez odbiorcę.

Na prawidłowo prowadzony proces największy wpływ wywierają następujące czynniki:

- Prowadzenie procesu w warunkach tlenowych
- Odpowiednie rozdrobnienie kompostowanych odpadów
- Stosunek węgla do azotu w mieszaninie kompostowej (C:N)
- Wilgotność materiałów wsadowych
- Temperatura procesu
- Odczyn mieszaniny

Do kompostowania mogą być przyjmowane praktycznie wszystkie odpady organiczne podatne na biologiczną biodegradację, nie zanieczyszczone ponadnormatywnie metalami ciężkimi. Konsystencja osadów ściekowych, które poddawane będą procesowi

kompostowania, nie ułatwia penetracji powietrza. Zastosowanie dodatków strukturalnych ma na celu poprawienie struktury i uzyskanie materiału porowatego, dzięki czemu powietrze swobodnie docierało będzie do całego przekroju pryzm kompostowych i wszystkich cząsteczek kompostowanych materiałów. Zastosowanie dodatków wyłącznie drobnocząsteczkowych (pyły, mączki) nie zmieni struktury kompostowanych osadów, przez co w kompostowanym materiale tworzyć się będą zastoiska beztlenowe. Materiał strukturalny to odpady stałe o wymiarach cząstek ok. 2-5 cm. Optymalnym materiałem strukturalnym do kompostowania z osadami są: słoma, wióry, trociny, zrzynki drzewne. Zaleca się także użycie odpadów organicznych z zieleni miejskiej (gałęzie, liście, trawa) oraz wysegregowanych bioodpadów z odpadów komunalnych. Gałęzie i inne odpady o większych rozmiarach przed dozowaniem muszą być rozdrabniane rębakiem. Jako materiał strukturalny może być także używana oddzielona przy przesiewaniu grubsza warstwa kompostu. W przypadku słomy zbóż mogą to być dłuższe odcinki – bez konieczności rozdrabniania nadaje się tu słoma pakowana w baloty.

Trzeba zwrócić uwagę, że proces uzyskania certyfikatu nawozowego jest długotrwały i kosztowny. Poniżej wymieniono konieczne do wykonania czynności-zakres prac niezbędnych do uzyskania wpisu na listę nawozów Ministra Rolnictwa:

1. Opracowanie karty charakterystyki/dokumentu normalizacyjnego kompostu wraz z jego nazwą,
2. Opracowanie technologii wytwarzania kompostu – pod kątem zatwierdzenia przez instytuty naukowe wskazane przez Ministra Rolnictwa,
3. Opis komponentów/surowców wykorzystywanych do produkcji kompostu – pod kątem zatwierdzenia przez instytuty naukowe wskazane przez Ministra Rolnictwa,
4. Opracowanie deklaracji producenta,
5. Opracowanie projektu instrukcji stosowania i przechowywania nawozu
6. Pobór i przygotowanie próbek przez uprawnionego próbobiorcę,
7. Przeprowadzenie (właściwych) badań składu fizykochemicznego kompostu,
8. Przeprowadzenie (właściwych) badań składu mikrobiologiczno-parazytologicznego kompostu,
9. Opinia o zgodności parametrów fizykochemicznych nawozu z deklaracją producenta oraz o spełnieniu wymagań w zakresie dopuszczalnych zawartości zanieczyszczeń,
10. Opinia o oddziaływaniu nawozu organicznego na środowisko zdrowie ludzi i zwierząt,
11. Przeprowadzenie badań polowych (doświadczeń) stwierdzające przydatność nawozu organicznego lub organiczno-mineralnego do nawożenia gleby i roślin,
12. Prowadzenie konsultacji z ośrodkami i instytutami naukowo- badawczymi,
13. Prowadzenie korespondencji w imieniu Zamawiającego, reagowanie na zapytania, uzupełnienia, itp.
14. Opracowanie i złożenie wniosku do Ministra.

5.1.6.1 Kompostownia pryzmowa

W przypadku zastosowania technologii kompostowania pryzmowego w pryzmach napowietrzanych proces przebiegał będzie w następujących fazach:

- Przyjmowanie i wstępne przygotowanie surowców kompostowych
- Formowanie pryzmy startowej z osadów i odpadów organicznych
- Faza gorąca kompostowania
- Przesiewanie surowego kompostu
- Dojrzewanie kompostu
- Kontrolowana dystrybucja gotowego kompostu

Procedura kompostowania przebiega następująco: formowanie pryzmy startowej można przeprowadzić za pomocą ładowarki przedniej. Materiał strukturalny należy rozścielać na powierzchni placu aktywnego kompostowania. Na ułożoną warstwę struktury dowożony będzie osad i w odpowiedniej proporcji wysypywany na przygotowaną warstwę. Tak przygotowana porcja mieszanki będzie przerzucana za pomocą przerzucarki. Obok wstępnie uformowanej pryzmy ułożona zostanie kolejna warstwa materiału strukturalnego i osadu. Po przemieszaniu przerzucarką obie warstwy zostaną połączone ze sobą. Zabieg ten należy powtarzać do momentu, aż uzyska się optymalny wymiar pryzmy, dostosowany do możliwości przerzucarki. Dodatkowo, do pryzmy startowej powinien być dokładany również odpad pochodzący z przesiewania na sicie surowego kompostu. Jest to aktywny surowiec, o wielkości cząstek > 20 mm, który pełni funkcję zarówno materiału strukturalnego, jak i frakcji zaszczepiającej nową pryzmę kompostową. Proponowany przekrój poprzeczny pryzmy wynosi ok. $6,25 \text{ m}^2$ (szer. 5 m; wys. 2,5 m). Dla tak uformowanej pryzmy zakładana jest metryka, z informacją o numerze pryzmy, ilości poszczególnych surowców i tabelą temperatur i wilgotności. Kompostowanie jest procesem tlenowym istotnym, więc jest odpowiednie napowietrzanie kompostowanej masy w celu stworzenia najoptymalniejszych warunków życiowych mikroorganizmów odpowiedzialnych za procesy przemian substancji organicznych. Przemiany te mają doprowadzić do wytworzenia produktu końcowego - dobrego jakościowo kompostu. Ubocznymi produktami kompostowania prowadzonego w warunkach tlenowych jest dwutlenek węgla, woda i energia cieplna. Prawdłowo prowadzonemu procesowi nie powinny towarzyszyć przykre zapachy czy wydzielanie gazów fermentacyjnych.

Łącznie faza gorąca kompostowania trwa, w zależności od warunków klimatycznych 4÷8 tygodni. W trakcie tej fazy mieszanka kompostowa musi być poddawana intensywnemu przerzucaniu, które ma na celu dodatkowe rozdrobnienie materiału i jego homogenizację, odpowiednie wymieszanie surowców oraz napowietrzenie i spulchnienie pryzmy. Napowietrzanie pryzm prowadzone jest poprzez ich cykliczne przerzucanie specjalistycznym sprzętem do przerzucania pryzm kompostowych za pomocą przerzucarki. Przerzucanie w zależności od badanych temperatur w pryzmie należy wykonywać 1÷3 razy w tygodniu. Temperatura w pryzmie powinna być badana codziennie i zapisywana w metryce pryzmy. Zazwyczaj pryzma osiąga temperaturę $> 55^{\circ}\text{C}$ w przeciągu 2÷6 dni. Taka temperatura utrzymywana jest w pryzmie min. przez 2 tygodnie, co gwarantuje odpowiednią stabilizację

mieszanki kompostowej. Następnie temperatura w przyzmię powoli maleje i gdy osiągnie temperaturę poniżej 40°C, surowy kompost należy wywozić na przesiewanie i dojrzwanie. W trakcie fazy gorącej częste przetrzucanie mieszanki daje gwarancję, że każda cząstka mieszanki znajdzie się w obszarze rdzenia gorącego, zapewniając tym samym proces stabilizacji i kompostowania wszystkich surowców wsadowych. W przypadkach zakłóceń procesów, związanych ze zbyt małą lub wysoką (> 70°C) temperaturą jest opracowana instrukcja działań eksploatacyjnych, pozwalająca na korektę parametrów procesowych. Zdarzenia takie winny być odnotowywane w metryce przyzmy. Zarówno węgiel jak i azot są niezbędne do pobudzenia procesu i rozwoju mikroflory odpowiedzialnej za przebieg kompostowania. Węgiel jest pierwiastkiem stanowiącym źródło energii dla bakterii, które wykorzystując azot, stanowiący źródło białka prowadzą procesy rozkładu substancji organicznej zawartej w odpadach wykorzystywanych do kompostowania.

Przesiany, surowy kompost magazynowany jest w stertach do wysokości ok. 3,5 m. Czas dojrzwania kompostu wynosi ok. 3÷5 miesięcy. W tej fazie kompost nie jest poddawany procesom przetrzucania za pomocą przetrzucarki, lecz okresowo (raz na miesiąc) przesypany jest za pomocą ładowarki. Ma to na celu eliminację ognisk silnego utleniania kompostu i jego spopielenia. Kontrolę prowadzi się również za pomocą badania temperatury w stercie kompostu. Dojrzały kompost charakteryzuje się stabilną proporcją węgla do azotu wynoszącą poniżej 10:1. Zawartość części organicznych stabilizuje się zazwyczaj na poziomie ok. 50%.

Całkowicie dojrzały kompost stanowi ciemną lub ciemnobrunatną masę, o zdrowym zapachu ziemi, składającą się z cząstek o różnej strukturze, poczynając od cząstek drobnoziarnistych do większych – włóknistych.

Proces należy prowadzić na płycie kompostowej izolowanej od podłoża oraz wyposażonej w system przechwytywania odcieków. Odcieki są w zależności od potrzeb zwracane do procesu w celu zwiększenia stopnia wilgotności obrabianej mieszaniny lub przekazywane na oczyszczalnię.

Po ok. 50 dniach (fazy gorącej) przyzmy są rozbierane i kompost przekazywany jest na plac dojrzwania. Czas dojrzwania kompostu - ok. 90 dni.

Dojrzały kompost gotowy jest do przyrodniczego wykorzystania.

Odwodniony za pomocą urządzeń mechanicznych, ustabilizowany osad ściekowy mieszany jest z materiałem strukturalnym w stosunku objętościowym osadu do materiału 1:1. Stosunek ten musi zostać zweryfikowany na podstawie praktyki eksploatacyjnej. Jest on uzależniony od parametrów zastosowanego materiału strukturalnego oraz wilgotności osadu.

Na obecnym (konceptyjnym) etapie przyjęto następujące dane wyjściowe:

- Uwodnienie osadu - ok. 77% (dla osadu o uwodnieniu niższym wymagana jest znacząco większa ilość materiałów)
- Ilość osadu odwodnionego - ok. 10188 m³/rok

Zalecane parametry mieszaniny materiałów wejściowych do procesu kompostowania:

- Wilgotność - poniżej 65%
- Gęstość materiału - 640 kg/m³

- Stosunek C:N - 20 - 30 : 1
- pH - 6,5 - 9,5

Wymieszany materiał układany jest w przyzmach kompostowych. Założono następujące wymiary przyzmy kompostowej (przekrój zbliżony do trójkąta) 5 m (podstawa) x 2,5 m (wysokość). Zakłada się, że dojrzały kompost będzie stanowił 75% materiału wsadowego.

Ilość materiału wejściowego do kompostowania

Przy założeniu stosunku objętościowego odwodnionego osadu ściekowego do materiału strukturalnego 1 : 1

- Ilość osadu odwodnionego - ca 28 m³/dobę
- Ilość materiału strukturalnego - ca 28 m³/dobę
- Całkowita ilość materiału wejściowego do kompostowania - ca 56 m³/dobę

Zapotrzebowanie roczne materiału wsadowego do kompostowania:

- Ilość osadu wymagająca zagospodarowania - ca 10188 m³/rok
- Materiał strukturalny - ca 10188 m³/rok

Pierwszym elementem procesu technologicznego jest plac składowy na materiał strukturalny.

- Wymagana pojemność (30 dni zapasu technologicznego) - 840 m³
- Niezbędna powierzchnia składowania (przy składowaniu do 3 m wys.) - ca 280 m²

wraz z terenem manewrowym (drogami) przyjęto 450 m².

Przyjmuje się, że osad na bieżąco po dostarczeniu na kompostownię formowany będzie w przyzmy z materiałem strukturalnym na terenie płyty kompostowej, stąd nie jest konieczne wykonywanie placu składowego osadu.

Mieszanka osadu z materiałem będzie kompostowana na dedykowanym placu.

Wymiary przyzmy:

- Przekrój pionowy przyzmy o przekroju trójkąta (5 x 2,5 x 0,5) - 6,25 m²
- Długość przyzmy * - 48 m
- Objętość przyzmy - 300 m³
- Liczba przyzm - 10

Czas kompostowania:

Przyjęto okres 50 dni jako czas kompostowania w przyzmach napowietrzanych. Czas prowadzenia tego procesu będzie zweryfikowany eksploatacyjnie.

Wymiary płyty kompostowej – minimum 3700 m².

Ostatnim elementem procesu jest plac dojrzwania kompostu. Założony czas dojrzwania kompostu w przyzmac - 90 dni.

Przy założeniu, że kompost do dojrzwania układany będzie na wysokość do 3 m, niezbędna powierzchnia placu wynosiła będzie ok. 1500 m².

Całkowita powierzchnia technologiczna instalacji:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| • płyta kompostowa | - 3700 m ² |
| • plac składowania materiału strukt. | - 840 m ² |
| • plac dojrzwania | - 1500 m ² |
| RAZEM | - 6040 m ² |

Prowadzenie prac związanych z kompostowaniem osadów ściekowych z materiałem strukturalnym w przyzmac wymaga zaangażowania niezbędnego sprzętu technicznego do prowadzenia podstawowych procesów technologicznych:

- Rozdrabniania materiału strukturalnego,
- Załadunku – rozładunku,
- Mieszania osadów z materiałem strukturalnym,
- Formowania i przrzucania przyzmac,
- Transportu: kompostowanych komponentów i wytworzonego kompostu.

Podstawowy niezbędny sprzęt techniczny to:

- Ładowarka czołowa,
- Przerzucarka przyzmac
- Zestaw transportowy (ciągnik + przyczepa).

opcjonalnie

- Sito obrotowe do przesiewania kompostu.

5.1.6.2 Kompostownia bębnowa

Zastosowane rozwiązania techniczne w technologii bębnowej w porównaniu z technologią przyzmac (w warunkach niekontrolowanych) zabezpieczają przed emisją odorów z procesu, nie wymagają stosowania skomplikowanych urządzeń i wyposażenia, nie zajmują dużych powierzchni, są możliwe do zastosowania w oczyszczalniach różnego typu oraz gwarantują uzyskanie jednorodnego materiału. Dodatkowo w technologii bębnowej bardzo łatwo odzyskać zrzębki do ewentualnego ponownego wykorzystania, co w przypadku technologii przyzmacowej jest bardzo trudne

Opis procesu: Proces rozpoczyna się od ustalenia optymalnego składu mieszanki kompostowej. Zazwyczaj na 1 porcję osadów dodawane są ok 1-2 porcji dodatków organicznych (w technologii bębnowej zużycie materiału strukturalnego jest nieco mniejsze – głównie dzięki dokładnemu wymieszaniu i wysokiej temperaturze w bębnie). Stosunek ten weryfikowany jest doświadczalnie. Odwodnione osady ściekowe w sposób automatyczny

podlegają mieszaniu z dodatkami organicznymi (słoma, liście, zrębki) gdzie podlegają wstępnej homogenizacji. Następnie mieszanina również automatycznie podawana jest do bębnowego kompostera w którym następuje proces intensywnego kompostowania.

W komposterze mieszanina podlega ciągłemu mieszaniu i okresowemu napowietrzaniu w wyniku czego następuje intensywny rozwój mikroorganizmów odpowiedzialnych za rozkład biomasy. Wewnątrz kompostera wytwarza się temperatura rzędu 70°C powodująca higienizację mieszaniny i unicestwienie chorobotwórczych organizmów występujących w kompostowanych osadach.

W odróżnieniu od innych technologii, proces intensywnego kompostowania w komposterze trwa ok 10-14 dni, powodując wytworzenie świeżego kompostu. Świeży kompost po opuszczeniu bębna automatycznie przekazywany jest przenośnikiem na plac dojrzwania, gdzie magazynowany jest tzw. monopryzmach. (w przypadku zastosowania jako wypełniacza torfu – nie ma konieczności przymowania) W tej fazie kompost okresowo przesypywany za pomocą ładowarki. Ma to na celu eliminację ognisk silnego utleniania kompostu i jego spopielenia. Kontrolę prowadzi się również za pomocą badania temperatury w kompoście. Dojrzały kompost charakteryzuje się stabilną proporcją węgla do azotu wynoszącą poniżej 10:1. Zawartość części organicznych stabilizuje się zazwyczaj na poziomie ok. 50%.

Osad wraz z wypełniaczem przed podaniem do kompostera jest bardzo dokładnie wymieszany w mieszarce. Zarówno ilość osadu jak i ilość wypełnienia jest osobno regulowana. Dzięki temu w komposterze już na początku zachodzą reakcje podwyższające temperaturę mieszaniny.

Komposter to wolno obrotowy bęben, wyposażony w trzy rodzaje łopat: mieszających, podających oraz rozładowujących. Łopaty mieszające zapewniają optymalną aerację kompostowanej mieszaniny, ułatwiając dostęp mikroorganizmów odpowiedzialnych za kompostowanie do każdej cząstki osadów i dodatków organicznych. Odpowiednie napowietrzenie wraz z kontrolą wilgotności sprzyja rozwojowi mikroorganizmów i rozkładowi materii organicznej zawartej w komponentach. Łopaty podające przesuwają kompostowaną masę rozprowadzając ją stopniowo po całym wnętrzu bębna. Z kolei łopaty rozładowujące przesuwają masę do wylotu kompostera wprost do gardzieli przenośnika rozładowującego.

Komposter jest zsynchronizowany z układem załadunku tak, że po zakończeniu tego procesu, przełącza się na automatyczne sekwencje obracania i aeracji.

Temperatura w komposterze utrzymywana jest na stałym poziomie ca 55°C 65°C, a gazy odlotowe odciągane są poprzez biofiltr. W komposterze kontrolowana jest również i utrzymywana na stałym poziomie wilgotność kompostowanej masy.

Niezbędna w procesie aeracja jest realizowana przy użyciu wentylatorów zlokalizowanych po obu stronach bębna, przy wlocie i wylocie. Powietrze wychodzące można przepuścić przez biofiltr lub generator ozonowy. Nie występują problemy związane ze specyficznym zapachem, także w najbliższym sąsiedztwie urządzenia.

Po przeprowadzonym procesie kompostowania, masa przechodzi do podajnika rozładującego, skąd z kolei transporterem pryzmowym jest odprowadzana na miejsce, gdzie studzi się i dojrzewa w pryzmach. Optymalny okres dojrzewania to około 1-2 miesięcy. Należy pamiętać, że masa jest całkowicie higieniczna już po opuszczeniu bębna kompostującego. W stadium dojrzewania, masa nie powoduje żadnych problemów środowiskowych, takich jak przesiąkanie czy odór. Nie ma w niej także żadnych szkodników (much, myszy, szczurów, ptaków).

Dzięki zastosowaniu kompostera bębnowego – uzyskujemy przyspieszenie procesu (wykorzystując ciepło systemowe) nawet do kilku miesięcy, tym samym zmniejsza się konieczna powierzchnia całej instalacji

Podstawowe dane techniczne :

Bęben – stal czarna, pianka o grubości ok. 100 mm, długość ok 15m, pojemność czynna 120m³. Wydajność przy zastosowaniu jednego bębna ok. 4 m³odwodnionych osadów ściekowych na dobę (przy założeniu, że osad odwodniony jest do ok 20% s.m.o.) w przypadku większej wydajności dostawiany jest kolejny bęben kompostujący.

Przy zastosowaniu skipów załadowniczych – możliwość w pełni automatycznej pracy (obiekt dozorowany).

Dla potrzeb Inwestora przyjmuje się, że wystarczy 6 bębnow kompostujących, należy jednak wziąć pod uwagę możliwość przyjęcia osadów odwodnionych z innych oczyszczalni co rodzi konieczność zabudowania 7 bębnow.

Wszystkie bębny zostały by połączone jednym przenośnikiem doprowadzającym gotową, zmieszaną już w mieszarce mieszaninę osadu z wypełniaczem. Sterowanie ilością dawki wsadu do bębna odbywałoby się automatycznie za pomocą raz ustawionych interwałów czasowych. Dzięki temu otrzymamy produkt jednorodny, tożsamy dla każdego bębna, oraz zmniejszy czas obsługi instalacji.

Koszt samych 7 bębnow kompostujących wraz z układem sterowania to ok. 5 000 000 zł,

Koszt układu transportu osadu oraz transportu gotowego kompostu to ok 700 000 zł

Koszt hali o wymiarach ok 30 x 25m - 750 000 zł

Koszt przetrzucarki i ładowarki słomy do siewkarni to ok. 300 000 zł

Koszt skipów załadowniczych dla słomy, bio, zrębków ok. 700 000 zł

AKPiA wraz z elektryką to ok. 500 000 zł

Place magazynowe wraz z odwodnieniem , dojazd, zagospodarowanie terenu to około 1 400 000 zł.

Plac dojrzewania kompostu :

Całkowita ilość materiału gotowego do wprowadzenia do bębna wynosi 56m³/d

Ilość przereagowanego kompostu na wyjściu z kompostera ok. 50m³/d

Przyjmując dojrzewanie kompostu ok 50 dni to jest 50 m³/d x 50 dni = 2500 m³

Przy założeniu, że kompost będzie dojrzewał na mono pryzmach o wysokości ok 2m (mono pryzma o przekroju trójkąta) należy przewidzieć ok 2000 m² placu dojrzewania. Plac w 20% będzie przeznaczony również jako magazyn gotowego kompostu, na wypadek chwilowego braku zbytu.

Plac składowania materiału strukturalnego

Przyjmuje się iż najwięcej materiału strukturalnego można pozyskać w okresie letnim – dlatego plac składowania osadu powinien zabezpieczyć zapotrzebowanie kompostowni na okres 90 dni . Przyjmując 28m³/dziennie i składowanie na wysokość 3m plac składowania tj ok 840m²

Kompostowanie osadów wiąże się z koniecznością stosowania dodatków organicznych. W przypadku kompostowania bębnowego oraz zautomatyzowania procesu polegającego na zastosowaniu mieszalników, przenośników, rękawów koszt eksploatacyjny powiększony będzie o zużytą przez te urządzenia energię elektryczną. W zależności od możliwości pozyskiwania/zakupu dodatków organicznych średni koszt kompostowania może oscylować od ca 80 do 250zł/tonę osadu. Koszt ten może być pokryty w części sprzedażą kompostu (po okresie trwałości kontraktu).

Kompostowanie nie spowoduje zmniejszenia ilości masy osadów (powstanie ok. 9 000 m³ kompostu), natomiast powstający kompost nie będzie podlegał ustawie o odpadach i będzie mógł być zbywany – po odpowiednim zrestrukturyzowaniu przedsiębiorstwa i stworzeniu komórki odpowiedzialnej za pozyskanie materiałów strukturalnych i zbytu produktu. Zbyt kompostu w okresie trwałości unijnej może być ograniczony – w związku z tym przyjęto do oceny kosztowej już praktykowane rozwiązanie, polegające na bezkosztowej wymianie materiałów zielonych (słoma) z rolnikami na kompost.

Warto zwrócić uwagę, że w działających już w rejonie kompostowniach, koszt przyjmowania trawy wynosi ok. 60 zł/tonę, gałęzi do 150 zł/tonę, a koszt sprzedaży kompostu jest rzędu 35 zł/tonę.

Oznacza to, że przy dobrym rozwinięciu marketingu i obsługi kompostowni, węzeł kompostowania może być dochodowy. Dodatkowym aspektem prowadzenia kompostowni jest możliwość przyjmowania materiałów zielonych np. z zakładów pracy znajdujących się w zlewni.

5.1.7 Podsumowanie.

Analizując możliwe rozwiązania stopnia stabilizacji osadów, jednoznacznie rekomenduje się wykonanie kompostowni, jako rozwiązania zapewniającego najniższe koszty obróbki osadów, możliwość uzyskania dodatkowych przychodów z przyjmowania materiałów zielonych oraz sprzedaży kompostu. Ważnym aspektem jest również zmiana kodu – wyprowadzenie z katalogu odpadów. Jako wariant podstawowy sugeruje się rozważenie kompostowni

bębnowej. W przypadku problemów z pozyskaniem biomasy, możliwe jest wykonanie suszarni – kompostowni.

5.2 Stopień odwadniania osadów

5.2.1 Prasa taśmowa wysokosprawna

W skład przewidywanej instalacji do odwadniania osadów nadmiernych wchodzi:

- Pompa rotacyjna do podawania osadu na instalacje do odwadniania.
- Przepływomierz elektromagnetyczny do pomiaru ilości podawanego osadu do odwadniania.
- Mieszacz osadu z roztworem roboczym polielektrolitu.
- Zagęszczacz mechaniczny zintegrowany z prasą.
- Prasa do odwadniania osadu nadmiernego wyposażona min. w 14 wałków w strefie ciśnieniowej.
- Sprężarka powietrza do wytwarzania sprężonego powietrza lub agregat hydrauliczny dla potrzeb naciągu taśm i automatycznej korekcji ich biegu w prasie.
- Pompa wody płuczącej dla potrzeb płukania taśm sitowych instalacji ściekiem oczyszczonym.
- Instalacja do automatycznego przygotowywania roztworu polielektrolitu dostarczanego w postaci handlowej ciekłej lub proszkowej.
- Pompa do podawania roztworu polielektrolitu.
- Przepływomierz elektromagnetyczny do pomiaru ilości podawanego polielektrolitu.
- Szafa sterownicza dla zasilania i sterowania pracą instalacji odwadniania.

Koszt inwestycji wynosi dla tej wielkości maszyny, przy utrzymaniu dobrego standardu wyposażenia, około 1,3 miliona złotych, zależnie od wybranego dostawcy (obecnie na rynku znajduje się ok. 30 producentów maszyn odwadniających).

5.2.2 Wirówka

W tym wariantcie przewiduje się montaż nowej wirówki szybkoobrotowej, o parametrach dostosowanych do obliczeniowego obciążenia osadem (identyczne jak opisane w poprzednim punkcie). Osad poddawany kondycjonowaniu polimerem, podawany jest do wirującego bębna. W warunkach siły odśrodkowej, wielokrotnie przekraczającej siły przyciągania ziemskiego, osad jest odrzucany na ściany cylindra, skąd jest usuwany ślimakiem, obracającym się z prędkością nieznacznie większą od prędkości obrotowej bębna. Odciek jest usuwany osiowo z wnętrza cylindra.

W skład przewidywanej instalacji do odwadniania osadów nadmiernych wchodzi:

- Pompa rotacyjna do podawania osadu na instalacje do odwadniania.
- Przepływomierz elektromagnetyczny do pomiaru ilości podawanego osadu do odwadniania.
- Wirówka szybkoobrotowa.
- Pompa wody płuczącej dla potrzeb płukania wirówki po jej zatrzymaniu.
- Instalacja do automatycznego przygotowywania roztworu polielektrolitu dostarczanego w postaci handlowej ciekłej lub proszkowej.
- Pompa do podawania roztworu polielektrolitu.
- Przepływomierz elektromagnetyczny do pomiaru ilości podawanego polielektrolitu.
- Szafa sterownicza dla zasilania i sterowania pracą instalacji odwadniania.

Koszt inwestycji wynosi dla tej wielkości maszyny, przy utrzymaniu dobrego standardu wyposażenia, około 1,4 miliona złotych, zależnie od wybranego dostawcy (obecnie na rynku znajduje się ok. 30 producentów maszyn odwadniających). Należy zwrócić uwagę, że przy uzyskiwanym, stosunkowo niskim stężeniu osadu nadmiernego, wymagana jest duża wydajność wirówki.

5.2.3 Prasa bębnowa (ślimakowa)

Osad w prasie poddawany odwodnieniu jest poprzez powolne przesuwanie poprzez przenośnik ślimakowy. Urządzenie wyposażone jest w zestaw 3 cylindrycznych sit o zmniejszającym się prześwicie połączonych kołnierzowo. Powierzchnia filtracyjna na całym obwodzie cylindrów. Obudowa prasy wyposażona w łatwootwieralne pokrywy do celów konserwacyjnych. Osad transportowany jest od strefy wlotu do strefy prasowania za pomocą transportera ślimakowego o stożkowym wale i zmiennym skoku zmniejszającym się w kierunku wylotu osadu odwodnionego. Transporter ślimakowy wyposażony jest na obwodzie w wymienne elementy z tworzywa sztucznego czyszczące wewnętrzną powierzchnię sita. Wykonanie materiałowe sita bębnowego prasy ze stali nierdzewnej 1.4301 (lub równoważnej). Wylot z bębna zaopatrzony w stożek cylindryczny o napędzie pneumatycznym pozwalający na regulację światła otworu wylotowego (możliwość regulacji docisku a co za tym idzie stopnia odwodnienia osadu). Urządzenie wyposażone jest w system płukania z dyszami i elektrozaworem.

Proces odwadniania i czyszczenia prasy odbywa się przy wykorzystaniu tego samego napędu:

- Podczas fazy odwadniania – napęd napędza ślimak transportujący i odwadniający osad.
- Podczas fazy płukania – napędzany jest bęben z powierzchnią filtracyjną, który ulega przepłukaniu przez nieruchome dysze. Ponadto, następuje wsteczny ruch przenośnika ślimakowego – elementy czyszczące na obwodzie ślimaka oczyszczają rewersyjnie wewnętrzną powierzchnię bębna. Podczas procesu płukania automatycznie zatrzymana jest praca pompy osadu.

Nachylenie bębna maszyny ułatwia odpływ filtratu i popłuczyn, a przez to minimalizuje efekt zasysania zwrotnego wody przez odwodniony osad.

W skład przewidywanej instalacji do odwadniania osadów nadmiernych wchodzi:

- Pompa rotacyjna do podawania osadu na instalację do odwadniania.
- Przepływomierz elektromagnetyczny do pomiaru ilości podawanego osadu do odwadniania.
- Mieszacz osadu z roztworem roboczym polielektrolitu.
- Prasa ślimakowa do odwadniania osadu.
- Sprężarka powietrza do wytwarzania sprężonego powietrza dla potrzeb regulacji naprężenia dysku dociskowego.
- Pompa wody płuczącej dla potrzeb płukania instalacji ściekiem oczyszczonym.
- Instalacja do automatycznego przygotowywania roztworu polielektrolitu dostarczanego w postaci handlowej ciekłej lub proszkowej.
- Pompa do podawania roztworu polielektrolitu.
- Przepływomierz elektromagnetyczny do pomiaru ilości podawanego polielektrolitu.
- Szafa sterownicza dla zasilania i sterowania pracą instalacji odwadniania.

Analiza wydajnościowa dostępnych pras wykazała, że brak na rynku tak dużych maszyn.

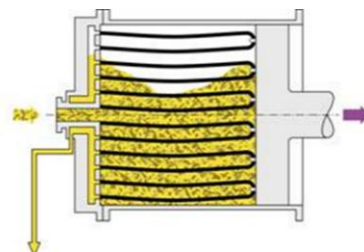
5.2.4 Prasa tłokowa

Główne elementy prasy to: cylinder oraz tłok. Pomiędzy tłokiem a cylindrem umiejscowione są specjalne dreny odprowadzające filtrat do kanalizacji. Mieszanina osadów z flokulantem doprowadzana jest do cylindra przy użyciu pompy ślimakowej, wypełniając wolną przestrzeń pomiędzy drenami. Wielkość cylindra oraz ilość drenów (w tym powierzchnia filtracji) decyduje o wydajności prasy. Zasada działania jest identyczna jak w silnikach tłokowych, gdzie następują cykliczne fazy sprężu i rozprężu, z tą różnicą, że tłok z cylindrem dodatkowo obraca się wokół własnej osi z prędkością ok. 6 obrotów na minutę a pustą przestrzeń w cylindrze wypełniają osady. Ciśnienie w komorze ściskania wynosi zwykle ok. 5 bar i jest wytwarzane poprzez docisk tłoka, spowodowany pracą siłownika hydraulicznego. Dreny zostały tak zaprojektowane, aby w trakcie tłoczenia (sprężu) wciskały się w osad, odprowadzając w ten sposób nadmiar odcieku.

Każdy z drenów składa się z rowkowanego rdzenia wykonanego z poliuretanu, zapewniając elastyczność przez okres ok. 12 tysięcy godzin pracy. Na rdzeń nasunięta jest tkanina filtracyjna, przez którą odpływa odciek z osadów. Trwałość tkaniny zwykle kształtuje się na poziomie 2,5 tysiąca godzin pracy.

Napełnianie

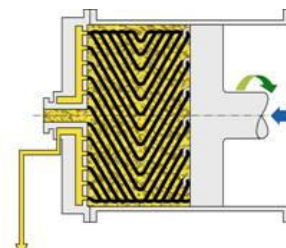
Uwodnione osady wprowadzane są centralnie do cylindra, wypełniając w ten sposób całą przestrzeń. Podczas napełniania



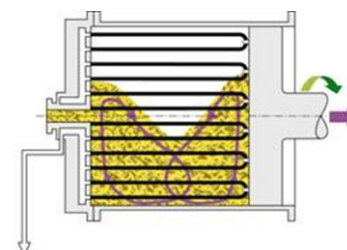
osadem, tłok cylindra jest samoczynnie wypychany do pozycji krańcowej, powodując powstanie lekkiego nadciśnienia. Dzięki temu nadmiar wody wolnej (niezwiązanej z osadem) odprowadzany jest poprzez drenaż do kanalizacji. Cykl napełniania i dopełniania komory następuje kilkunastokrotnie przez łączny czas ok. 40 minut, z tą różnicą, że pompa podająca osady pracuje łącznie ok. 8 minut.

Ściskanie i rozprężanie

Po zakończeniu cyklu napełniania komory następuje ściskanie i rozprężanie osadów. Zwykle pełen cykl trwa ok. 70-80 minut. Sprężanie wykonywane jest poprzez ruch posuwisty tłoka, przy jednoczesnym obracaniu się komory i tłoka. Faza ta powtarzana jest cyklicznie, przy czym każdorazowy posuw tłoka jest większy o kilka milimetrów od poprzedniego, aż do osiągnięcia zakładanej odległości tłoka od głowicy lub osiągnięcia górnej granicy odwadnialności dla danego osadu. W tym przypadku istnieje zasada, w myśl której im mniejsza odległość tłoka od głowicy, tym osiągany jest większy stopień odwodnienia osadów.

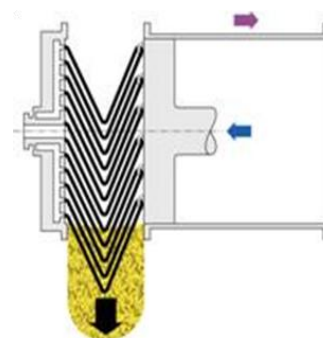


Rozprężanie następuje zawsze po cyklu sprężania i ma za zadanie spowodować przemieszczanie odwodnionych osadów wewnątrz komory oraz oczyszczenie porów tkaniny filtracyjnej na drenach. Oczyszczanie następuje samoczynnie, poprzez przedmuch powietrzny przez drenaż, powstający przy zasysaniu powietrza przy wstecznym ruchu tłoka (podciśnienie). Ciągły ruch obrotowy połączony ze zmianą położenia drenów, zapewnia kruszenie placków osadowych i ich wzajemne przemieszczanie.



Wyładunek

Po zakończeniu cykli sprężania i rozprężania następuje cykl wyładunku osadów. W fazie tej, cylinder odłączony jest od głowicy przy jednoczesnym zachowaniu ruchu obrotowego całości. W celu pełnego wyładunku osadów, tłok przesuwany jest w kierunku głowicy, zapewniając kruszenie placków osadowych i ich wypychanie na zewnątrz cylindra. Po zakończeniu cyklu wyładunku, automatycznie następuje cykl napełniania.



Ważnym aspektem jest uzyskanie bardzo wysokiej jakości odcieku –praktycznie eliminującego powrót zawiesiny do ciągu oczyszczania ścieków.

Koszty eksploatacyjne są identyczne jak dla obecnie eksploatowanych pras taśmowych.

Koszt inwestycyjny wyniesie 4,5 miliona złotych za jedną linię odwadniającą, przy czym wymagane jest dostawienie układu wstępnego dogęszczania za około 800 tysięcy złotych.

5.2.5 Podsumowanie.

Biorąc pod uwagę dostępne rozwiązania (opisane powyżej) rekomenduje się zastosowanie układu identycznego jak dotychczas, tj. prasy taśmowej poprzedzonej zagęszczaczem mechanicznym. Układ taki pozwala na obróbkę dużych ilości rzadkiego osadu, przy satysfakcjonującym poziomie zawartości suchej masy.

Z uwagi na dostępne na rynku rozwiązania techniczne oraz koszty eksploatacji zdecydowanie rekomenduje się rozwiązania typu tandem – z zagęszczaczem posadowionym bezpośrednio na konstrukcji prasy. Pozwoli to na zmniejszenie ilości pomp i zużywanego polimeru (jeden punkt dozowania, brak rozbijania floków w pompach pośrednich).

Proponuje się wprowadzić dwie linie pracujące w systemie 1+1 (jedna czynna, jedna rezerwowa).

W zależności od lokalizacji końcowego obiektu obróbki osadów (kompostowni lub suszarni) możliwe są dwa warianty lokalizacji stacji odwadniania.

Jeżeli obiekt końcowej przeróbki zlokalizowany będzie przy oczyszczalni, wówczas rekomenduje się wykonanie nowej stacji odwadniania osadów bezpośrednio w ramach tego kompleksu.

Jeżeli obiekt końcowej przeróbki zlokalizowany będzie poza obszarem oczyszczalni, rekomenduje się zabudowę dwóch maszyn w istniejącej stacji odwadniania (przy zastosowaniu maszyn typu tandem, z zagęszczaczem zlokalizowanym na prasie, możliwe jest zabudowanie obu linii w istniejącym obiekcie, po jego niewielkiej adaptacji).

6 Ostateczny zakres przyjętej modernizacji i rozbudowy oczyszczalni

Oprócz wykonania prac w stopniu ściekowym i osadowym, związanych z podstawowymi obiektami przepływu ścieków i osadów oraz prac typowych dla uzyskania bezpośredniego celu technologicznego, należy wykonać również szereg prac związanych z zabezpieczeniem obiektów przed zniszczeniem, wymianą zużytego wyposażenia i jego dostosowaniem do obowiązujących przepisów i przewidywanego obciążenia, zapewnieniem odpowiedniego bezpieczeństwa pracy oczyszczalni, możliwości automatycznego i zdalnego systemu sterowania oczyszczalnią oraz prawidłowych warunków BHP załogi. Poniższy opis zawiera również te działania, zapewniając kompleksowość modernizacji oczyszczalni.

6.1 Opis proponowanych rozwiązań

Analizując zebrane dane zaproponowano wybór kompleksowego wariantu, który stanowi optymalne rozwiązanie dla oczyszczalni w Tomaszowie.

Proponuje się, aby układ technologiczny oczyszczalni wyglądał następująco:

Ścieki dowożone, zrzucone będą poprzez istniejącą stację zlewną, bez jej modyfikacji. Ścieki dopływające kanalizacją będą zbierać się w istniejącej studni – z której usunięty będzie regulator przepływu, powodujący praktycznie stałe podpiętrzenie ścieków. W miejsce regulatora zabudowana będzie zasuw/zastawka naścienna z napędem elektrycznym.

Wszystkie ścieki kierowane będą istniejącym kanałem, po jego renowacji do istniejącego węzła krat, a ewentualny nadmiar przelewać nowym obejściem technologicznym, do wylotu.

Przewiduje się hermetyzację studni wlotowej ścieków, węzła i kanałów krat, urządzeń obróbki transportu i magazynowania (kontener skratek) oraz zbiornika pompowni. Gazy złowne zbierane będą systemem wentylacji i podawane do nowego biofiltra – wspólnego również dla piaskownika i kanałów ścieków. Kanały poddane będą renowacji i zabezpieczeniu powłokami chemoodpornymi.

W węźle krat zabudowany zostanie nowy analizator ChZT, kontrolujący na bieżąco stężenie zanieczyszczeń dopływających do oczyszczalni.

Ścieki pozbawione zanieczyszczeń stałych, kierowane będą do istniejącej pompowni. Przewiduje się, że pompownia poddana będzie również renowacji i ochronie betonów. Istniejące pompy ulegną wymianie na nowe jednostki. Należy zwrócić uwagę, że maksymalny przepływ, możliwy do przeprowadzenia przez stopień biologiczny, wyniesie prawie 1000 m³/h, stąd konieczna jest rozbudowa pompowni. Możliwe są dwie drogi postępowania – poprzez dobudowę dodatkowej komory pompowej (wówczas łącznie do dyspozycji będzie sześć jednostek pompowych) lub zwiększenie wydajności jednostek istniejących – poprzez ich wymianę na większe, o wydajności rzędu 300-350 m³/h. Obecnie

proponuje się wymianę pomp z osprzętem, co zmniejszy zakres inwestycji, niemniej jednak na etapie projektowania warto rozważyć rozbudowę pompowni.

Przebudowany zostanie układ kolektorów tłocznych, tak, aby możliwe było podawanie ścieków również do nowej linii reaktorów.

Obok pompowni zostanie wykonana nowa, prefabrykowana pompownia wyposażona w dwie pompy zatapialne, podająca ścieki do nowego zbiornika retencyjnego. Pompownia odcinana będzie od kanału dopływowego z wykorzystaniem zasuw z napędem ręcznym, analogicznie dla pompowni głównej. Z uwagi na pomocniczy charakter obiektu proponuje się zastosować dwie pompy z przemiennikami częstotliwości. Zaleca się dobrać pompy o wydajności rzędu 300 m³/h każda (przejęcie przepływu pogody suchej). Pompownia ta będzie odbierać nadmiar ścieków pogody deszczowej, przeciążenia oczyszczalni, zrzutu zatężonych ścieków przemysłowych lub całość pogody suchej w razie konieczności np. prac w kanale za reaktorami i kierować je do zbiornika retencyjnego. Kolektor tłoczny wyprowadzić w dnie zbiornika, minimalizując straty wysokości na pompowanie.

Na przewodach tłocznych pomp zabudowane będą przepływomierze elektromagnetyczne (wersja odporna na obecność piasku). Układ zasuw musi pozwalać na pracę dowolnej pompy ściekowej z dowolnym piaskownikiem.

Przewiduje się wykonanie nowej linii piaskowników i reaktorów, praktycznie identycznej funkcyjnie z obecnie eksploatowaną. Z uwagi na brak wystarczającego terenu, piaskownik zostanie wykonany prostopadle do reaktora. Pod piaskownikiem zostanie wykonany obiekt dla nowej płuczki piasku oraz stacja dmuchaw.

Betony istniejącego piaskownika poddane będą renowacji i zabezpieczeniu. Wyposażenie piaskownika ulegnie wymianie w zakresie zastosowania nowych pomp oraz nowego, zautomatyzowanego systemu usuwania piasku. Przewiduje się zabudowę przemiennika częstotliwości dla dmuchawy powietrza.

W części biologicznej z uwagi na możliwość wykorzystania istniejących konstrukcji żelbetowych oraz wymagania przepisów dot. jakości ścieków oczyszczonych, założono utrzymanie standardu układu technologicznego umożliwiającego proces defosfatacji i denitryfikacji biologicznej, tj. wielostopniowego procesu osadu czynnego, wymagającego utrzymania istniejącego układu:

- Komory defosfatacji.
- Selektora.
- Komory denitryfikacji.
- Komory nitryfikacji.
- Osadników wtórnych.
- Zespołu układów recyrkulacji wewnętrznej i zewnętrznej.

Jak wykazano w rozdziale dotyczącym obciążenia hydraulicznego oczyszczalni, obiekt jest uderzeniowo obciążany napływami ścieków przemysłowych oraz przeciążony ładunkiem zanieczyszczeń. Ostatecznie w części biologicznej proponuje się rozwinięcie stanu istniejącego i wykorzystanie stosowanej do tej pory technologii przepływowych reaktorów biologicznych. Zaproponowano wykorzystanie istniejących obiektów (po ich odpowiedniej renowacji) do prowadzenia procesów oczyszczania ścieków. Obliczenia wykazały, że zaproponowany pierwotnie podział reaktorów na określone strefy funkcyjne nie wymaga zmiany, jednak reaktor jest (jak wykazano we wcześniejszych rozdziałach) znacząco za mały. Rozdział ścieków od osadu czynnego realizowany nadal będzie z utrzymaniem klasycznych osadników wtórnych.

Ostatnim elementem linii ściekowej (jeszcze przed nowym układem pomiaru przepływu i poboru próbek) będzie pompownia wody technologicznej – podająca ścieki oczyszczone do płukania urządzeń do przeróbki osadów oraz piasku i skratek.

Układ odpływu musi zostać w całości przebudowany – zarówno z uwagi na dobudowę dwóch osadników, jak i wymaganą zmianę wielkości urządzenia pomiarowego i średnicy kolektora wylotowego.

Rozbudowa i modernizacja części ściekowej oczyszczalni nie wprowadza zatem zmian układu technologicznego, jedynie optymalizuje istniejące rozwiązania. Zmodernizowana część biologiczna oczyszczalni będzie obejmowała następujące procesy jednostkowe:

- Utrzymanie usuwania fosforu poprzez stosowanie komory defosfatacji i skierowanie do niej istniejącej recyrkulacji zewnętrznej z osadników wtórnych.
- Utrzymanie komory selektora.
- Intensyfikację usuwania azotu poprzez stosowanie podwójnej komory denitryfikacji biologicznej i skierowanie do niej strumienia azotanów z komory nitryfikacji poprzez istniejącą recyrkulację wewnętrzną (jak wskazują obliczenia jej wydajność jest właściwa).
- Utrzymanie nitryfikacji poprzez zastosowanie komór nitryfikacji, przy czym w pierwszej strefie wprowadzone będą mieszadła, umożliwiając jej pracę w roli dwufunkcyjnej.
- Poprawę rozdziału zawiesin od osadu czynnego w zmodernizowanych osadnikach wtórnych.
- Zawrócenie osadu recyrkulowanego oraz odprowadzenie osadu nadmiernego poprzez zmodernizowaną pompownię recyrkulacji zewnętrznej.

Dodatkowo przewiduje się rozbudowę stacji dmuchaw - jak wykazały obliczenia dwie dmuchawy mogą nie być wystarczające przy szczytowym obciążeniu oczyszczalni, a przy wystąpieniu zużycia dyfuzorów lub podniesieniu stężenia osadu wymagana będzie praca wszystkich jednostek. Proponuje się zabudowę co najmniej jednej dodatkowej dmuchawy –

jednak jeżeli spływy przemysłowe pozostaną na obecnym poziomie, zaleca się montaż docelowo dwóch jednostek.

Istniejąca stacja dmuchaw zapewnia dostawę powietrza w wystarczającej ilości, nie zapewniając jednak żadnej rezerwy na wypadek awarii samej dmuchawy, zwiększenia ilości osadu lub zużycia dyfuzorów.

Należy przeprowadzić rozbudowę stacji dmuchaw - proponuje się zabudowę pod nowym piaskownikiem drugiego pomieszczenia dmuchaw, docelowo wyposażonego w dwie jednostki sprężające. Oba układy należy połączyć.

Istniejące osadniki wtórne posiadają pojemność i powierzchnię niewystarczającą do oddzielenia ścieków od osadu. Proponuje się wykonanie nowego, identycznego zespołu osadników wtórnych. Po wykonaniu badań gruntowych, można rozważyć wykonanie nowych jednostek jako głębszych.

Należy zastosować zgarniacze z odpowiednio dobraną wysokością lemieszy (min 80 cm w części centralnej i 50 cm w części przyściennej) oraz zmodernizować komorę wylotową (oba osadniki) i koryto obwodowe (m.in. zastosować właściwe ukierunkowanie strug wylotowych oraz deflektor obwodowy i denny komory centralnej). Wprowadzić nowy system usuwania części pływających.

W istniejących osadnikach przeprowadzić podobne prace (decyzję o zakresie remontu zgarniaczy podjąć na etapie projektowania – po opróżnieniu osadników), dodatkowo zaleca się zabezpieczyć konstrukcje betonowe, oraz wymienić wyposażenie.

Istniejący układ recyrkulacji osadu należy ocenić jako niefunkcjonalny. Istniejące wyposażenie (pompy i armatura) jest w znacznym stopniu zużyte. Należy całkowicie wymienić wyposażenie technologiczne i elektryczne.

Z uwagi na konieczność wprowadzenia możliwości sterowania pracy obydwoma osadnikami (odbioru recyrkulatu), należy zdemontować i wymienić istniejące układy spustu recyrkulatu. Na tych samych ciągach zabudować przepływomierze i zasuwy nożowe z napędami regulacyjnymi oraz dostosować układ przewodów – do pracy na podzieloną komorę pomp.

Zaleca się generalny remont istniejącego obiektu. W ramach remontu należy podzielić komorę czepną w sposób umożliwiający odcięcie, opróżnienie i demontaż dowolnej pompy, przy zachowaniu ciągłości recyrkulacji. W zależności od dalszego stanu technicznego pomp, przewidzieć ich wymianę. Alternatywnym, interesującym rozwiązaniem jest zabudowa w komorze pompowej pomp suchych, połączonych układem przewodów wyposażonych w armaturę odcinającą i zaporową. Wymagana wydajność nie może być niższa od obecnej (docelowo każda z pompowni winna być w stanie podać co najmniej 400-450 m³/h osadu recyrkulowanego).

Dla nowego ciągu wykonać identyczną pompownię recyrkulacji.

Przewiduje się zasadnicze zmodernizowanie układu wody technologicznej. W rejonie kanału odpływowego należy zabudować prefabrykowaną pompownię wody technologicznej,

zaopatrzoną w dwie pompy zatapialne z wirnikami otwartymi. Wodę podać poprzez dwa równoległe automatyczne filtry do zbiornika bezciśnieniowego. Ze zbiornik woda pobierana będzie poprzez istniejący zestaw hydroforowy i kierowana do urządzeń. Przewiduje się, że cała część mechaniczna (płukanie skratek i piasku) obsługiwana będzie wodą technologiczną, z awaryjnym podłączeniem wody wodociągowej. Jeżeli stacja odwadniania pozostanie na terenie oczyszczalni, również urządzenia do zagęszczania i odwadniania płukane będą tą wodą.

Kolejno zakłada się całkowitą przebudowę układu odpływowego – istniejący jest niewydolny i powoduje okresowe podtapianie kanalizacji. Zakłada się, że będzie wybudowany nowy kolektor odpływowy, zaopatrzony w zasyfonowany przepływomierz elektromagnetyczny i zastawkę odcinającą. Istniejący układ zostanie poddany renowacji i zaopatrzony w plombowaną zastawkę z napędem ręcznym oraz pozostawiony jako awaryjny (np. na wypadek uszkodzenia przepływomierza).

Uwaga! Parametry obciążenia należy ponownie przeanalizować na etapie projektu, aktualizując dane – na podstawie informacji z okresu pomiędzy wykonaniem koncepcji, a wykonaniem projektu.

6.2 Charakterystyka urządzeń technologicznych zmodernizowanej i rozbudowanej oczyszczalni

6.2.1 Wymagania ogólne

Poniżej przedstawiono ogólne wymagania:

- Wszystkie urządzenia winny zostać zintegrowane z istniejącymi systemami oczyszczalni.
- Zasilanie nowych i istniejących urządzeń ma zostać zrealizowane z istniejącej stacji transformatorowej na terenie oczyszczalni i rozdzielni, po ewentualnej rozbudowie i modyfikacji – zwłaszcza w zakresie zasilania awaryjnego (agregat), podłączenia kogeneracji oraz wymiany urządzeń na nowe.
- Należy zastosować materiały odporne na warunki środowiskowe oczyszczalni.
- Należy uwzględnić konieczność dostarczenia zestawu części zamiennych na okres 1 roku pracy układu.
- Całość nowych i istniejących urządzeń i układów pomiarowych ma być podłączona do nowego nadrzędnego systemu sterowania i wizualizacji, z możliwością zdalnego ręcznego i automatycznego sterowania ze stanowiska dyspozytora.
- Wszystkie prace związane z wykonywaniem otworów, przejść przez ściany, itp. mają zostać wykonane w technice nieudarowej.
- Zastosowane zasuwy winny być w wykonaniu nożowym, z nożem całkowicie wysuwany poza światło przewodu – w większości przypadków należy stosować napędy elektryczne dla armatury.
- Do wykonania elementów stykających się ze ściekami, osadami, gazami i środowiskiem agresywnym należy użyć tworzyw sztucznych (w ziemi) lub stali

nierdzewnej.

- Należy uwzględnić zabezpieczenia obiektów zagłębionych pod terenem wynikające z poziomu wód gruntowych i ich agresywności.

Wykonawca modernizacji oczyszczalni winien być zobowiązany do:

- Zaprojektowania doboru materiałów, maszyn i urządzeń technologicznych zgodnie z wymaganiami ich dokumentacji oraz warunków zastosowania.
- Zastosowania wyrobów produkcji krajowej lub zagranicznej posiadających aprobaty techniczne wydane przez odpowiednie instytucje – tam gdzie wymagane.
- Powiadomienia inwestora o proponowanych źródłach pozyskania materiałów, maszyn i urządzeń technologicznych przed rozpoczęciem dostawy i uzyskać jego akceptację.

Zaleca się, o ile jest to możliwe, stosowanie maszyn i urządzeń technologicznych tej samej grupy pochodzących od jednego producenta.

Wszystkie urządzenia napędzane elektrycznie muszą być dostarczone przez producenta razem z silnikami i skrzynkami przyłączeniowo-sterowniczymi, w obudowach o IP65, z tworzywa izolacyjnego, w których znajdują się odpowiednie zabezpieczenia zapewniające bezpieczeństwo.

Należy stosować urządzenia o łatwo dostępnych częściach zamiennych. Do każdego dostarczanego urządzenia musi być dostarczony również stosowny atest.

Poniżej opisano wymagania dla maszyn i urządzeń, które będą zastosowane przy modernizacji i rozbudowie oczyszczalni, a które mogą być pozyskiwane od wielu różnych producentów. Dla pozostałych maszyn i urządzeń, wymagania techniczne nie zostały określone z uwagi na ich „autorski”, specyficzny charakter nadany im przez wytwórcę. Z uwagi na wstępny charakter opracowania (koncepcja), należy poniższe parametry potraktować jako przykładowe, podające proponowany standard wyposażenia oczyszczalni. W dalszych opracowaniach ww. wymogi (po akceptacji Zamawiającego) zostaną doprecyzowane.

6.3 Wymagania szczegółowe dla urządzeń.

6.3.1 Wyposażenie piaskowników

Wózek wykonany ze stali nierdzewnej kwasoodpornej, wyposażony w mechanizmy jezdne. Dla każdego z koryt zamontowana indywidualna pompa, z możliwością jej demontażu z poziomu pomostu wózka.

Pompy z wirnikami otwartymi, o prześwicie min. 80 mm. Wykonanie materiałowe – o podwyższonej odporności na ścieranie (co najmniej wirnik i obudowa). Sterowanie czasowe oraz proporcjonalne do ilości przepływających ścieków (z systemu AKPiA). Na każdym z koryt zamontować zastawki odcinające, przy czym co najmniej zastawki po stronie dopływowej wyposażać w napędy elektryczne, umożliwiające otwieranie/zamykanie koryt w trybie automatycznym. Wydajność pomp minimum 25 m³/h każda.

Szafa sterownicza wykonana ze stali nierdzewnej zapewniająca w pełni automatyczną pracę zgarniacza.

6.3.2 Pompy

Pompy zasilalne

Zastosowane pompy muszą odpowiadać wymaganiom technicznym dla pomp odśrodkowych klasy I, według PN-ISO-9905. Pod pojęciem pompy rozumie się kompletny sprawnie funkcjonujący układ składający się z agregatu pompowego zespolonego z silnikiem elektrycznym wraz z kompletem przewodnic rurowych, zamocowań i z kolanem ze stopką. Podstawowe wymagania dla pomp są następujące:

- Pompa napędzana klatkowym silnikiem trójfazowym, w klasie izolacji H, sprawność klasy Premium IE3 zgodnie z IEC60034-2-1
- Zasilanie poprzez przemienniki częstotliwości, z charakterystyką pomp, umożliwiającą regulację wydajności w szerokim zakresie (min. 50%).
- Pompy muszą być przystosowane do przetłaczania ścieków z zawartością ciał stałych oraz osadów ściekowych. Wirniki pomp w miarę możliwości (kanałowe) wyposażone w regulowane płyty dolne, przywracające pierwotną sprawność hydrauliczną.
- Obliczeniowa trwałość łożysk, wyznaczona dla wydajności stanowiącej 50% wydajności dla punktu maksymalnej sprawności, powinna być nie mniejsza niż 50.000 godzin.
- Komora silnika w całości wypełniona olejem, pompa nie wymaga zewnętrznego układu chłodzenia do pracy na sucho.
- Komora olejowa wypełniona białym olejem mineralnym, bezpiecznym dla środowiska. W komorze olejowej powinien być zamontowany konduktometryczny czujnik zawilgocenia informujący o nieprawidłowym działaniu uszczelnienia mechanicznego i stanowiący zabezpieczenie przed uszkodzeniem pompy.
- Pompy muszą być wyposażone w podwójne uszczelnienie mechaniczne SiC/SiC (węgiel krzemu/węgiel krzemu) od strony medium oraz SiC/C (węgiel krzemu/grafit) od strony silnika. Uszczelnienie pracuje niezależnie od kierunku obrotów silnika i jest odporne na skoki temperatury.
- Silniki muszą być wyposażone w pełny system zabezpieczenia wewnętrznego składający się z następujących układów:
 - Układ sygnalizujący zawilgocenie składający się z czujnika (w postaci elektrody) kontrolujących szczelność komory olejowej. Ze względów bezpieczeństwa elektroda czujnika musi się znajdować przed komorą silnika tak, aby w przypadku awarii uszczelnienia mechanicznego pompa została wyłączona zanim woda dostanie się do komory silnika. Dostawa pompy ma zawierać odpowiedni przetwornik przekształcający sygnał z czujnika wilgotności i podający go do układu sterowania pracą pompy. Przetwornik czujnika zawilgocenia musi być dostarczony razem z pompą i pochodzić od jednego producenta.
 - Układ zabezpieczający przed przegrzaniem silnika, składający się z bimetalowych czujników termicznych umożliwiających odłączenie pompy od zasilania w przypadku przegrzania. Czujniki mają być zainstalowane w każdej fazie uzwojeń silnika.

- Powyższe układy zabezpieczenia wewnętrznego mają posiadać niezależne wyprowadzenia elektryczne, umożliwiające dowolne podłączenia sygnalizacji zagrożenia dla sprawnej pracy pomp.
- Wszelkie elementy złączne pompy mające kontakt z medium mają być wykonane ze stali nierdzewnej nie gorszej niż 1.4401 (AISI 316).
- Pompy muszą być demontowalne, natomiast kolana ze stopką i prowadnice rurowe (min. stal nierdzewna) muszą być zamontowane na stałe w zbiorniku i posiadać amortyzator.
- Górna część prowadnic musi sięgać do wysokości umożliwiającej bezpieczną manipulację obsługą.
- Pompy będą wciągane/opuszczane za pomocą wciągarki elektrycznej – należy dostarczyć wciągarkę kompatybilną z istniejącą belką dwuteową.
- Pompy muszą posiadać uchwyt sprzęgający pozwalający na przyłączenie odłączalnej pompy z trwale zamocowanym do dna kolaniem ze stopką.
- Pompy i ich silniki muszą zostać wyważone dynamicznie.
- Kabel elektryczny zasilający silnik pompy musi być w wykonaniu wodoszczelnym i o takiej długości, aby umożliwił podłączenie silnika pompy do skrzynki zasilającej elektrycznej.
- W pompie musi być zamontowany fabrycznie czujnik zawilgocenia komory silnika i zabezpieczenie termiczne chroniące przed przegrzaniem uzwojeń.
- Komora silnika musi być zalana olejem. Pompa w standardzie musi być przystosowana do pracy na sucho.
- Wszystkie elementy składowe układów pompowych (agregat pompowy, silnik, prowadnice rurowe, zamocowania, kolano ze stopką, itp.) muszą być wykonane z materiałów odpornych na korozję i tam gdzie jest to wymagane na zewnątrz zabezpieczone powłoką lakierniczą epoksydową.
- Pompy muszą mieć stabilną charakterystykę pracy.

Pompy wirowe suche (w przypadku przebudowy pompowni recyrkulacji)

Pompy wirowe, odśrodkowe powinny spełniać następujące wymagania:

- Wyposażone w podwójne uszczelnienia mechaniczne przedzielone komora olejową, wypełniona olejem niegroźnym dla środowiska.
- Musi być możliwa wymiana jednego lub dwóch uszczelnień – uszczelnienia nie mogą być zablokowane.
- Uszczelnienia muszą być znormalizowane, wykonane zgodnie ze standardami międzynarodowymi – dostępne u różnych producentów – nie uzależniać użytkownika od jednego dostawcy.
- Pompy muszą posiadać taką konstrukcję, by nie trzeba było wykonywać instalacji płuczającej uszczelnień i doprowadzać z zewnątrz mediów.
- Łożyska muszą być znormalizowane – dostępne u różnych producentów.
- Pompa musi być dostosowana do zastosowania silnika znormalizowanego od różnych

producentów.

- Silnik musi być znormalizowany, naprawialny – z możliwością przewinięcia poza fabryką.
- Silniki muszą być chłodzone powietrzem bez konieczności wykonywania zewnętrznej instalacji.
- Agregat musi mieć budowę umożliwiającą wymianę, regulację lub regenerację części hydraulicznych zużywających się, np. pierścieni uszczelniających.
- Pompy powinny być wyposażone w króciec lub kolano ssawne z otworem rewizyjnym.
- Silnik powinien mieć wbudowane w uzwojenia stojana czujniki termiczne odłączające pompę od zasilania w przypadku przeciążenia silnika.
- Śruby łączące elementy składowe pompy powinny być wykonane ze stali nierdzewnej.
- W przypadku ustawienia poziomego, napęd z silnika na pompę powinien być przekazywany przez sprzęgło, umożliwiające demontaż pompy lub silnika bez konieczności demontażu obu podzespołów na raz.

Pompy rotacyjne

- Konstrukcja – pompa wyporowa rotacyjna.
- Całkowite wyłożenie korpusu wymiennymi elementami ochronnymi – wkładki obwodowe i osiowe.
- Tłoki o geometrii śrubowej.
- Bezobsługowe uszczelnienie mechaniczne z komorą smarująco-zabezpieczającą.
- Wewn. rdzenie wałów bez kontaktu z pompowanym medium.
- Niewrażliwość na pracę "na sucho".
- Możliwość transportu medium z zawartością ciał włóknistych.
- Możliwość przeprowadzenia inspekcji bez demontażu instalacji rurociągowej.
- Możliwość przeprowadzenia serwisu bez demontażu instalacji rurociągowej (wymiana tłoków, uszczelnień, elementów obwodowych i osiowych, itp.).
- Zdolność przenoszenia nieplastycznych ciał stałych min. 40mm.

Zaleca się zastosowanie takich pomp do podawania osadu do maszyn do zagęszczania i odwadniania.

6.3.3 Mieszadła

Mieszadła zatapialne (bioreaktor)

Zastosowane mieszadła będą mieszadłami zatapialnymi o osi poziomej. Mieszadła powinny być przystosowane do pracy w całkowitym zanurzeniu w ściekach lub osadach ściekowych. Pod pojęciem mieszadła zatapialnego rozumie się kompletny sprawnie funkcjonujący układ składający się ze śmigła i silnika wraz z kompletem prowadnic i zamocowań oraz żurawikiem

ręcznym służącym do montażu/demontażu mieszadła. Podstawowe wymagania dla mieszadeł zanurzalnych są następujące:

- mieszadło zatapialne wolnoobrotowe,
- śmigło 2-łopatowe
- prędkość obrotowa śmigła: 80 obr. /min
- prędkość obrotowa silnika: 1450 obr. /min
- napięcie: 400 V, 50 Hz
- ochrona: IP 68
- klasa izolacji: F
- max. temperatura medium: 40°C
- Wykonanie:
 - agregat poziomy, zatapialny, budowa blokowa, modułowa,
 - napęd przenoszony poprzez przekładnię planetarną dwustopniową, z możliwością konfiguracji liczby obrotów wyjściowych.
 - uszczelnienie mechaniczne - czołowe SiC/SiC.
 - komora olejowa buforowa, - uszczelnienie komory olejowej od strony przekładni: dwa pierścienie uszczelniające z fluorokauczuku (FPM), -
 - kabel sieciowy i sterujący: 10 m, - dławnica kabla z możliwością szybkiego rozłączania, z absolutnie wodoszczelnym prowadzeniem kabla przez zalanie żywicą,
 - zabezpieczenie termiczne: bimetale w uzwojeniu silnika,
 - elektroda przeciwwilgociowa w komorze silnika,
 - śmigło monolityczne zakończone wingletami, wzmocnione krawędzie natarcia
 - piasta śmigła wykonana ze stali nierdzewnej.
- Materiały: Korpus przekładni: żeliwo szare GG-25 Korpus silnika: żeliwo szare GG-25 [powłoka zewnętrzna z dwuskładnikowego lakieru na bazie żywicy (0,25 mm)] śmigło: żywica epoksydowa wzmocniona włóknem szklanym (monolityczne) wał: stal nierdzewna Konstrukcja: prowadnice [profil kwadratowy 100x100x4 – stal nierdzewna (1.4301), stopa dolna – stal nierdzewna (1.4301), klatka nośna mieszadła – stal nierdzewna (1.4301), wspornik dolny – stal nierdzewna (1.4301), górna konsola – stal nierdzewna (1.4301)

Przy zamawianiu należy zwrócić uwagę na mieszane medium.

Wymagany jest jeden producent urządzeń (ujednolicenie serwisu i zamienność urządzeń).

Mieszadła pompujące.

- Napędzane klatkowym silnikiem asynchronicznym trójfazowym w klasie izolacji min. F, a stopniu ochrony IP 68.
- Wyposażony w przemiennik częstotliwości.
- Łożyska bezobsługowe o żywotności min. 100 tys. godzin pracy.
- Prowadnice (min. stal nierdzewna) muszą posiadać ogranicznik dolny zabezpieczający śmigła przed uszkodzeniem (uderzeniem o dno) oraz amortyzator.
- Górna część prowadnic musi sięgać do wysokości umożliwiającej bezpieczną manipulację obsługi.

- Kabel elektryczny zasilający mieszadło musi być w wykonaniu wodoszczelnym i o takiej długości, aby umożliwił podłączenie mieszadła do skrzynki zasilającej elektrycznej.
- W mieszadle musi być zamontowany fabrycznie czujnik zawilgocenia komory silnika oraz komory zaciskowej, zabezpieczenie termiczne chroniące przed przegrzaniem uzwojeń.
- Mieszadła muszą być wyposażone w łańcuch ze stali nierdzewnej (lub kwasoodpornej, jeśli warunki wymagają) do jego wyciągania/opuszczania wraz z zaczepem.
- Mieszadła muszą zostać wyważone dynamicznie (dla mieszadeł powyżej 100 obr/min).
- Wszystkie elementy składowe mieszadeł (śmigło, motoreduktor, prowadnice, zamocowania, żurawik, itp.) muszą być wykonane z materiałów odpornych na korozję i tam gdzie jest to wymagane na zewnątrz zabezpieczone powłoką lakierniczą.
- Mieszadła muszą mieć stabilną charakterystykę pracy, zgodną z projektem.
- Śmigło monolityczne, dwuramienne lub trzyramienne, z możliwością łatwego montażu na wale mieszadła, wykonane ze stali nierdzewnej kwasoodpornej. Ramiona profilowane o zmiennym kącie natarcia.
- Każde mieszadło wyposażone w indywidualną konstrukcją nośną wykonaną ze stali nierdzewnej oraz własnymi urządzeniami do transportu pionowego i poziomego (indywidualny żurawik dla każdego mieszadła).

Przy zamawianiu należy zwrócić uwagę na mieszane medium.

Wymagany jest jeden producent urządzeń (ujednolicenie serwisu i zamienność urządzeń).

6.3.4 Zgarniacze osadów

Przewiduje się zastosowanie tego wyposażenia dla osadników wtórnych.

Podstawowe instalacje i zainstalowane urządzenia dla zgarniaczy radialnych:

- Zgarniacze denny osadu i części pływających ze szczotką koryta odpływowego i bieżni oraz ślimakowym systemem usuwania części pływających.
- Instalacja zasilania elektrycznego.
- Instalacja sterowania.

Technologia i sterowanie:

Zgarniacze będą wyposażone w zgrzebła do zgarniania osadów z dna oraz ślimakowy układ odbioru części pływających (niezależnie od położenia zgarniacza względem wiatru). Zgarniacze wyposażone będą w urządzenia do samoczynnego czyszczenia koryt odpływowych i bieżni. Uwodniony osad z dna osadników odprowadzany będzie istniejącą rurą umieszczoną w dnie – po jej wymianie lub renowacji i zabezpieczeniu. Części pływające zbierane z powierzchni odprowadzane będą do układu przeróbki osadowej.

Wymagania materiałowe zgarniaczy osadników wtórnych:

Pomost kratownicowy zgarniacza

- Szerokość pomostu min. 1000 mm.
- Wysokość pomostu min. 1100 mm.
- Wysokość bortnicy pomostu min. 95 mm.
- Pomost wyposażony w drabinę wejściową oraz awaryjną wewnętrzną.
- Pomost wyłożony kratkami antypoślizgowymi ze stali nierdzewnej pasywowanej.
- Dopuszczalne obciążenie dodatkowe pomostu – min. 3 kN/m.
- Dopuszczalna strzałka ugięcia - L/400.
- Wykonanie stal nierdzewna pasywowana.

Zespół napędowy jazdy

- Napęd obwodowy poruszający się po ścianie pionowej osadnika z systemem samoczyszczącym koronę(bieżnie) lub napęd poruszający się po bieżni osadnika. W przypadku napędu poruszającego się po bieżni osadnika należy przewidzieć system ogrzewania bieżni, co najmniej podwójnym kablem grzewczym.
- Motoreduktor napędowy min. IP66.
- Przekładnie wykonane w wersji nie wymagającej wymiany oleju i smarowania.
- Ogumowane koła jezdne wzmacniane.
- Osie kół łożyskowane w handlowych oprawach łożyskowych.
- Koła jezdne ustawione fabrycznie stycznie do toru jazdy.
- Felgi kół, osie, łożyska i inne elementy stalowe wykonane ze stali nierdzewnej poza motoreduktorem.

Centralny węzeł obrotowy

- Łożysko bezobsługowe zapobiegające blokowaniu pomostu.
- Pierścieniowy odbierak prądu z ogrzewaniem w obudowie, stopień ochrony min. IP 65, z 15 pierścieniami po 25A + PE + 2 pierścienie na 4-20mA.
- Wszystkie elementy stalowe łożyska wykonane ze stali nierdzewnej pasywowanej natomiast odbierak prądu w wykonaniu standardowym producenta.

Zespół łopat zgarniających osad z dna osadnika

- Zgrzebło denne wyposażone w kółka prowadzące po dnie osadnika.
- Zgrzebło zakończone gumą (współpraca z dnem) min. 30 mm.
- Całkowita wysokość zgrzebła min. 500mm (700 mm w części centralnej – 1/3 średnicy).
- Wszystkie elementy stalowe wykonane ze stali nierdzewnej pasywowanej (łożyska, tuleje, śruby itp.).

Zgarnianie kożucha

- Zgarniacz ślimakowy z systemem pompowym odprowadzenia części pływających.

- Odprowadzenie, stopień zagęszczenia części pływających nie może być wrażliwy na zmiany zwierciadła ścieków lub nierówności wykonania korony osadnika, system musi automatycznie kompensować wahania zwierciadła ścieków.
- Układ powinien dawać możliwość regulowania stopnia zagęszczenia części pływających.
- Układ powinien być wyposażony w punkt poboru próbki i usuwać zagęszczone części pływające o wartości co najmniej 0,1 % sm.
- Wszystkie elementy stalowe wykonane ze stali nierdzewnej pasywowanej poza motoreduktorami i pompą.

Zespół transportujący części pływające

- Rura ze stali nierdzewnej o średnicy min. 80 mm.
- Konstrukcja wsporcza dla rury transportującej części pływające.
- Łożysko oraz przegub obrotowy transportujący medium.
- Wszystkie elementy stalowe wykonane ze stali nierdzewnej pasywowanej.

Szczotka czyszcząca

- Szczotka koryt odpływowych:
 - stały, równomierny kontakt szczotki z czyszczoną powierzchnią,
 - motoreduktor napędowy IP 66, przekładnia zębata
 - obroty szczotki ok. 70 obr/min,
 - regulacja położenia szczotki za pomocą mechanizmu śrubowego,
 - elementy konstrukcyjne stalowe zespołu stal nierdzewna pasywowana
- Szczotka bieżni:
 - stały, równomierny kontakt szczotki z czyszczoną powierzchnią,
 - motoreduktor napędowy IP 66, przekładnia zębata,
 - obroty szczotki ok. 70 obr/min,
 - regulacja położenia szczotki za pomocą mechanizmu śrubowego,
 - elementy konstrukcyjne stalowe zespołu stal nierdzewna pasywowana.

Szafa zasilająco-sterownicza

Szafa zasilająco-sterownicza zostanie zamontowana na pomoście zgarniacza. Służyć będzie do zasilania i sterowania urządzeniami na pomoście zgarniacza oraz przekazywania sygnałów do centrali. Obudowa szafy ze stali nierdzewnej z szybką. Sterowanie oparte na sterowniku programowalnym. Pomost wyposażony w oświetlenie z możliwością załączenia w szafie sterowniczej jak i przy wejściu na pomost. Możliwość zatrzymania i startu pomostu przy wejściu na pomost. Czujnik poślizgu koła napędowego.

Koryto odprowadzające ścieki oczyszczone

- koryto przelewowe z blachy o grubości min. 3 mm, z obustronnym regulowanym przelewem pilastym (górze dół) o wymiarach H=250 mm, z deflektorem części pływających o wymiarach min. H=300mm, blacha o grubości 2 mm. Dopuszcza się wykorzystanie koryta części

plywających jako deflektora. Wszystkie elementy stalowe wykonane ze stali nierdzewnej min. 0H18N9.

W celu zapewnienia prawidłowego funkcjonowania instalacji i z uwagi na odpowiedzialność technologiczną i gwarancyjną powyższe elementy tj. zgarniacz denny i zgarniacz części pływających powinny stanowić jedną dostawę i pochodzić w całości od jednego producenta posiadającego autoryzowany serwis oraz magazyn części zamiennych na terenie Polski.

6.3.5 Dmuchawy

Przewidziano montaż dwóch dodatkowych dmuchaw pracujących na wspólny kolektor (z obecnie instalowanymi dmuchawami), na którym umieszczony będzie transmiter ciśnienia, połączony z układem nadrzędnego sterowania dmuchawami.

Na poszczególnych odbiornikach powietrza (reaktorach biologicznych) będą zasuwę regulujące dopływem powietrza z kolektora.

Zmiana ciśnienia na kolektorze spowoduje reakcję transmitera ciśnienia i w rezultacie regulację wydajności dmuchaw.

Zastosowane dmuchawy nie wymagają specjalnych wzmocnień podłoża w postaci cokolików, z racji nieprzenoszenia na fundament obciążeń dynamicznych (brak drgań).

Do wytworzenie sprężonego powietrza należy zastosować dmuchawy promieniowe (odśrodkowe) o regulowanej prędkości obrotowej wału napędowego i stałogeometrycznym układzie sprężania pozbawionym podatnych na uszkodzenie regulacji mechanicznych – identyczne z obecnie eksploatowanymi. Z uwagi na lokalizację i wykonanie hali dmuchaw, proponowane dmuchawy muszą charakteryzować się emisją hałasu nie większa niż 70 dB(A), na co należy przedstawić certyfikat pomiaru hałasu fabryczny. Oczyszczalnia w Tomaszowie charakteryzuje się zmiennym obciążeniem i sezonowością pracy, co wymaga by dmuchawy gwarantowały wielokrotność cykli włączeń i wyłączeń bez ograniczenia eksploatacyjnego zastosowanymi technologiami tj. odpowiednio przystosowany do takiej pracy silnik, łożyskowanie bezstyczne i bezstratne które zapewni bezproblemową eksploatację. Minimalna gwarantowana liczba cykli włączeń /wyłączeń nie mniejsza niż 100 000 cykli lub nielimitowana. Nie dopuszcza się też dmuchaw które wymagają przerw technologicznych na chłodzenie czy smarowanie pomiędzy kolejnymi cyklami.

Wyposażenie:

- Należy zastosować dmuchawy promieniowe o pełnej optymalizacji pracy pod względem zmiennego sprężu wylotowego oraz ciśnienia atmosferycznego, wydajności chwilowej a także zużycia energii – realizowaną na przykład poprzez regulację prędkości obrotową silnika elektrycznego poprzez regulację przemiennikiem częstotliwości.

- wartości te tj. ciśnienie atmosferyczne, wlotowe oraz wylotowe a także chwilowy spręż maszyny muszą być wyświetlane na panelu dmuchawy w celu weryfikacji jej parametrów
- dmuchawy promieniowe powinny mieć konstrukcję modułową co oznacza zablokowanie układu napędowego poprzez wyeliminowanie przekładni mechanicznej i zastosowanie bezpośredniego napędu wału dmuchawy przez silnik elektryczny pracujący z łożyskowaniem dynamicznym bezstycznym w pełnym zakresie pracy tj od stanu gotowość do pracy do maksymalnej prędkości obrotowej – łożyskowanie dynamiczne elektromagnetyczne lub łożyska powietrzne z układem podtrzymania lewitacji w stanie poniżej prędkości minimalnych.
- aby zachować maksymalną sprawność pracy dmuchawy przez cały jej okres eksploatacji dmuchawy muszą być wyposażone w adaptacyjny układ łożyskowania dynamicznego pozwalający na kalibrację pozycji wału do centralnej pozycji roboczej względem łożysk spoczynkowych/bezpieczeństwa
- mając na uwadze bezpieczeństwo eksploatacji dmuchawy poza łożyskowaniem dynamicznym muszą mieć na obu końcach wału klasyczne łożyska bezpieczeństwa.
- obsługa dmuchaw musi być ograniczona do minimum na przykład poprzez wyeliminowanie układu smarowania olejowego oraz zastosowanie bezstykowych samonastawnych łożysk elektromagnetycznych lub równoważnych łożysk powietrznych dynamicznych bezstycznych w pełnym zakresie pracy
- z uwagi na typ zastosowanego układu napowietrzania – dyfuzory membranowe – należy zastosować dmuchawy promieniowe gwarantujące w 100 % brak możliwości zaolejenia powietrza , uzyskany na przykład poprzez wyeliminowanie z konstrukcji dmuchawy układów smarowania olejowego.
- należy zastosować dmuchawy o konstrukcji eliminującej przenoszenie wibracji na podłoże
- Dmuchawa powinna się składać z:
 - części sprężającej (obudowa ślimakowa + wirnik)
 - zespołu napędowego wału – np. napęd bezpośredni przy użyciu silnika szybkoobrotowego bez zastosowania przekładni.
 - wydajnego układu chłodzenia powietrzem ze zintegrowanym z wałem napędowym wirnikiem z możliwością wykorzystania ciepłego powietrza. Układ chłodzenia bez dodatkowych wentylatorów.
 - układu łożyskowania wału – należy zastosować nowoczesny układ łożyskowania nie wymagający smarowania olejowego a przez to gwarantujący długoletnią eksploatację bez dodatkowych kosztów eksploatacyjnych. Minimalna żywotność łożysk dynamicznym 100 000 cykli włączeń i wyłączeń.

- zintegrowanej obudowy dźwiękochłonnej ograniczającej poziom hałasu < 70 dB(A) co należy potwierdzić załączając pomiar hałasu wykonany na stanowisku testowym w fabryce
 - lokalnego układu sterowania wyposażonego w falownik częstotliwości oraz lokalny układ sterujący z panelem operatorskim
 - zaworu rozruchowego wyposażonego w tłumik hałasu
 - zewnętrznych tłumików hałasu na ssaniu i tłoczeniu
 - tłumika hałasu na wylocie powietrza z układu chłodzenia
 - zintegrowanego z tłumikiem dyfuzora na tłoczeniu
- każda dmuchawa powinna być wyposażona w ciągły pomiar następujących parametrów pracy:
 - wydatek wyrażony w m³/h lub %
 - ciśnienie na ssaniu- chwilowe atmosferyczne (spręż musi się odbywać w odniesieniu do rzeczywistego ciśnienia atmosferycznego zasysanego powietrza a nie wg nastaw fabrycznych)
 - ciśnienie na tłoczeniu
 - pomiary elektryczne
 - temperatury silnika i układu sterowania
 - monitoringu pozycji wału z możliwością korekty pozycji początkowej z poziomu panelu dmuchawy
 - monitoringu błędów z pamięcią
 - Dmuchawy muszą być wyposażone w fabryczne, wbudowane pakiety grzewcze zapewniające ich pracę w nieogrzewanym pomieszczeniu.
 - Nie dopuszcza się zastosowania dmuchaw wymagających zewnętrznych układów grzewczych lub klimatyzacyjnych

6.3.6 Układ napowietrzania

Przewody doprowadzające powietrze należy wykonać ze stali kwasoodpornej. Proponuje się zastosowanie rusztów napowietrzających na bazie rur z PCV wyposażonych w dyfuzory talerzowe:

- dyfuzory talerzowe średnicy 12” z przeponą elastomerową EPDM,
 - dopuszczalny przepływ powietrza przez dyfuzor: 1-16 Nm³/h,
 - konstrukcja dyfuzora dwudzielna, demontowalna, korpus dyfuzora jednoczęściowy, nasadzany na rurę DN90, mocowany od dołu zasuwką,
 - przepona mocowana do korpusu dyfuzora za pomocą nakrętki,
 - materiał dyfuzora: polipropylen wzmocniony włóknem szklanym,
- Należy rozważyć wymianę dyfuzorów/rusztów w istniejących reaktorach.

6.3.7 Pompownia nadmiarowa do zbiornika retencyjnego

Standard techniczny pompowni.

Pompy - 2 kpl.

Dane techniczne pomp:

- Wydajność w punkcie pracy - dostosowana do obliczeń,
- Wysokość podnoszenia w punkcie pracy – zależna od doboru zbiornika pompowni.

Doboru ostatecznego wysokości podnoszenia dokonać na etapie projektu.

Urządzenie należy wyposażyć w czujnik wilgotności (kabel sygnalizacyjny wyprowadzony jako niezależne żyły w kablu zasilającym) oraz w czujniki termiczne (bimetały zainstalowane w uzwojeniach każdej fazy stojana i połączone szeregowo oraz także wyprowadzone jako niezależne żyły w kablu zasilającym). Sygnał o ewentualnym przecieku może być przekształcony na sygnał akustyczny bądź wizualny lub też podany do układu zasilania agregatu. Stanowi to zabezpieczenie silnika przed jego poważniejszymi uszkodzeniami w przypadku awarii uszczelnień. W związku z powyższym warunkiem koniecznym jest montaż w szafce sterowniczej urządzenia, odpowiedniego przetwornika. Pompy zatapialne (PN-EN 29001:1987, PN-M/44015:1997, PN-ISO 9908:1996, PN-EN 735:1997, PN-E-08106:1992, PN-Z-08200:1983, PN-Z-08201:1983, PN-Z-08202:1984, PN-Z-08052:1980) zamontować w zbiorniku przy pomocy żeliwnej stopy sprzęgającej. Montaż i demontaż pomp odbywać się będzie przy pomocy łańcucha i prowadnic rurowych naprowadzających na stopę sprzęgającą.

Zbiornik pompowni zaprojektowano z elementów betonowych i żelbetowych wykonanych z betonu wibroprasowanego C35/45, wodoszczelnego (W8), nasiąkliwość do 5%, mrozoodpornego F-150 spełniającego wymagania normy PN-EN 1917, posiadają aprobatę techniczną IBDiM oraz COBRTI Instal. Zbiornik betonowy może być posadowiony w trudnych warunkach gruntowo-wodnych. Ze względu na duży ciężar własny stanowi zbiornik typu ciężkiego. Minimalna średnica pompowni DN 1500.

Zbiornik składa się z elementów:

- Dennicy żelbetowej (gdy warunki gruntowo wodne będą niekorzystne dennica wykonana będzie ze stopą przeciwwyporową); dennica jest elementem prefabrykowanym, stanowiącym monolityczne połączenie części pionowej oraz żelbetowej płyty fundamentowej.
- Kręgów łączonych na felce wg DIN 4034 cz. II i łączonych przy pomocy zaprawy wodoszczelnej lub klejów montażowych (dla średnic wew. Ø 2000, Ø 2500, Ø 3000); kręgi są elementami prefabrykowanymi, betonowymi ze zbrojeniem obwodowym.
- Płyty przykrywającej z otworem na właz, płyty są elementami prefabrykowanymi, żelbetowymi.

Wyposażenie zbiornika:

- Drabina do dna ze stali kwasoodpornej: min. 1.4301, PN-EN 10088-1
- Pomost roboczy pośredni wewnątrz zbiornika ze stali kwasoodpornej 1.4301,
- Poręcz złączowa (2 szt.): ze stali kwasoodpornej 1.4301, PN-EN 10088-1
- Prowadnice rurowe pomp z łańcuchami: min.1.4301, PN-EN 10088-1
- Przykrycie włazowe: min. ze stali kwasoodpornej 1300x1900 1.4301, PN-EN 10088-1, z układem mechanicznym wspomagającym otwieranie.
- Deflektor: min. ze stali kwasoodpornej 1.4301, PN-EN 10088-1.
- Skosy w betonie
- Kominiek filtracyjny: ze stali kwasoodpornej
- Instalacja płuczająca
- Żurawik
- Stopa sprzęgająca dla pomp: 2 szt.

6.3.8 Urządzenie do zagęszczania i odwadniania osadów.

Proponuje się zastosowanie zespołów tandemowych, w których zagęszczacz taśmowy znajdować się będzie nad prasą. Pozwoli to na uniknięcie pośredniego pompowania i dodatkowego podawania polimeru.

Wymagane jest zastosowanie materiałów o szczególnej odporności na środowisko silnie korozyjne.

Należy zakupić urządzenie o co najmniej poniższym standardzie i wyposażeniu:

Pompa podająca osad

Pompa rotacyjna napędzana przez motoreduktor. Zasilanie silnika przez falownik. Konstrukcja – pompa wyporowa rotacyjna krzywkowa. Tłoki o śrubowej geometrii, bezobsługowe uszczelnienie mechaniczne z komorą smarująco-zabezpieczającą bez systemu ciśnieniowego. Wewnętrzne rdzenie wałów bez kontaktu z pompowanym medium, niewrażliwość na pracę "na sucho". Możliwość transportu medium z zawartością ciał włóknistych. Możliwość przeprowadzenia inspekcji bez demontażu instalacji rurociągowej. Możliwość przeprowadzenia serwisu bez demontażu instalacji rurociągowej (wymiana tłoków, uszczelnień, elementów obwodowych i osiowych, itp.) Zdolność przenoszenia nieplastycznych ciał stałych.

Pompa zabezpieczona przed pracą na sucho od minimalnego przepływu przez przepływomierz elektromagnetyczny. Należy zastosować dwie pompy w systemie 1+1.

Przepływomierz elektromagnetyczny

Służący do pomiaru ilości osadu podawanego na prasę DN 100, PN 16

- ochrona: IP 65

- wyjście prądowe: 4 – 20 mA
- wyjście impulsowe
- materiał rury pomiarowej: 0H18N9
- napięcie: 230 V, 50/60 Hz

Pomiar chwilowy i sumaryczny, wraz z przekazem danych do systemu AKPiA.

Mieszacz osadu z polielektrolitem

Służący do ciągłego, homogenizującego mieszania osadu z roztworem roboczym polielektrolitu, do zamontowania na rurociągu tłocznym osadu w pozycji poziomej lub pionowej. Wykonany ze stali kwasoodpornej minimum w gatunku 0H18N9.

Mieszacz musi mieć możliwość samoczynnego dopasowywania parametrów mieszania osadu z roztworem polielektrolitu do bieżącej wydajności instalacji odwadniania.

Zagęszczacz mechaniczny:

- Jednotaśmowy, wyposażony minimum w:
 - Obudowa zagęszczacza wraz z wanną do odbioru filtratu oraz pokrywą (z ujęciem powietrza do biofiltracji), wykonana ze stali kwasoodpornej minimum w gatunku 0H18N9.
 - Regulacja prędkości przesuwu taśmy za pomocą zmiany prędkości obrotowej silnika. Zasilanie silnika za pomocą przemiennika częstotliwości (falownika).
 - Rura płucząca umożliwiająca czyszczenie dysz płuczących taśmy zagęszczacza bez konieczności zatrzymywania instalacji lub demontażu układu płukania.
 - Uzyskiwane stężenie osadu po zagęszczeniu 6%.
 - Wydajność nie niższa niż 120 m³/h i 750 kg sm/h. Obliczenia wykonano przy założeniu pracy 5 dni w tygodniu, 14 godzin i dla stężenia osadu 7 kg/m. Założono budowę dwóch linii odwadniania, ale pracujących naprzemiennie. Przyjęto do obliczeń percentyl 75% obciążenia, a także założono obciążenie na poziomie do 80% wydajności.

Prasa dwutaśmowa o parametrach i standardzie:

- Szerokość taśmy nie mniejsza jak 2,3 m,
- Strefa grawitacyjnego odwadniania o długości co najmniej 4 m z zabudowanymi elementami do rozwarstwiania warstwy osadu na taśmie,
- Strefa ciśnieniowego odwadniania z min. 14 wałkami o łącznym kącie opasania nie mniejszym niż 2700 stopni, (przez kąt opasania rozumie się wartość kątową, na której taśma wewnętrzna styka się z powierzchnią wałka; do wałków w strefie ciśnieniowego odwadniania zaliczane są te, na których prowadzone są jednocześnie dwie taśmy z zawartym między nimi odwadnianym osadem).
- Nadażne, automatyczne naprowadzanie każdej z taśm oddzielnie,
- Wanny do odprowadzenia filtratu oraz obudowę, wykonane ze stali kwasoodpornej minimum w gatunku 0H18N9,

- Konstrukcja nośna prasy musi być wykonana z profili stalowych walcowanych na gorąco, zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji nośnej przez cynkowanie ogniowe.
- Naciąg i sterowanie biegiem taśm musi być realizowane za pomocą siłowników pneumatycznych lub hydraulicznych,
- Urządzenie zabezpieczające przed przelaniem osadu w przypadku zerwania się jednej taśm,
- Rury płuczące umożliwiające czyszczenie dysz płuczących taśm bez konieczności zatrzymywania instalacji lub demontażu układu płukania,
- Układ do automatycznego zatrzymania instalacji w przypadku zejścia taśm poza zakres automatycznej regulacji,
- Walce, czopy, gniazda łożyskowe muszą być wykonane z materiałów o zwiększonej odporności na korozję,
- Łożyskowanie walców prasy musi być wykonane w oparciu o łożyska baryłkowe, uszczelnione w obudowie simmeringiem i komorą smarową,
- Napęd taśm w prasie przy pomocy jednego motoreduktora napędzanego silnikiem, zasilanym za pomocą falownika. Do chłodzenia silnika podstawowego wymagane jest zastosowanie chłodzenia dodatkowym wentylatorem zewnętrznym,

Pompa wody płuczającej

Oferowana pompa ma być wykonana jako pompa wirowa jednostopniowa, przewidziana do podnoszenia ciśnienia ścieku oczyszczonego dla potrzeb płukania taśm sitowych w zagęszczaczu i prasie taśmowej.

Obudowa i wirnik pompy wody płuczającej muszą być wykonane z żeliwa, a uszczelnienie wału pompy musi być zrealizowane za pomocą pierścienia ślizgowego.

Wydajność i ciśnienie pompy powinny zostać dobrane do potrzeb oferowanej instalacji zagęszczania. Przy czym należy uwzględnić, że dla potrzeb płukania taśm do pomieszczenia instalacji odwadniania został grawitacyjnie doprowadzony ściek oczyszczony ze zbiornika wody technologicznej. Będzie on wstępnie oczyszczony z zanieczyszczeń mechanicznych. W zależności od zastosowanych dysz może być konieczne zabudowanie drugiego stopnia filtracji.

Szafa sterownicza

Do automatycznego sterowania pracą instalacji osadu, służy szafa sterownicza wykonana zgodnie z dyrektywami „LVD”, „EMC”, „maszynową” i „BHP użytkownika maszyn” wraz ze wszystkimi przyrządami załączającymi i obsługowymi.

Napięcie: 400V, 3 fazy, N, PE, 50 Hz

Napięcie sterowania: 24 V DC

W skład wchodzi:

- Obudowa szafy sterowniczej, z szyną kablową, ogrzewaniem, oświetleniem i gniazdkiem 230V
- Część siłowa z wyłącznikiem głównym, układem szyn zbiorczych, stycznikami mocy, transformatorem 230 V AC i zasilaczem 24 VDC
- Sterowanie instalacji realizowane przez sterownik z programowalną pamięcią
- Falowniki
- Dla obsługi instalacji na płycie czołowej szafy sterowniczej znajdują się następujące elementy:
 - wyłącznik główny,
 - wyłącznik awaryjny,
 - podświetlony włącznik/wyłącznik napięcia sterującego,
 - przełącznik preselekcyjny trybów pracy: w automatyce lub pod kontrolą operatora (ręczne),
 - przycisk podświetlony automatyka start/stop,
 - przycisk podświetlony zakłócenie/kasowanie zakłócenia,
 - przycisk kasowania sygnału dźwiękowego,
 - przyciski podświetlone włączników/wyłączników dla pojedynczych napędów w ręcznym trybie pracy,
 - kontrolki wskazań poziomów, komunikatów pracy i zakłóceń,
 - licznik godzin pracy napędów.

Alternatywnie należy zabudować dotykowy panel operatorski – min. 10', kolorowy.

Automatyczna stacja dla przygotowania roztworu polielektrolitu.

- Stacja wyposażona w dwie (szarżowa) komory, z mieszadłem zabudowanej w każdej komorze.
- Objętość zapewniająca uzyskanie min. godzinowego czasu dojrzewania polimeru (nie wliczając w to czasu napełniania oraz magazynowania przy poborze), nie mniej niż 750 dm³ dla zbiornika roztwarzania i 1500 dm³ dla magazynowania.
- Mieszadła i wały wykonane ze stali nierdzewnej nie gorszej niż 0H18N9.
- Materiał wykonania zbiornika PP HD.
- Zawór spustowy z każdej komory oraz przelewy awaryjne.
- Zbiornik polimeru proszkowego o pojemności min. 50 dm³.
- Pompa dozująca polimer żelowy (koncentrat).
- Aparat do dozowania (poboru) flokulantu w proszku, nie wymagający wnoszenia proszku na podest (lokalizacja na poziomie obsługi lub zasyp podciśnieniowy).
- Sonda sygnalizacyjna brak flokulantu w leju wysypowym.
- Pompy dozowania flokulantu o wydajności dostosowanej do zapotrzebowania instalacji – 2 sztuki.
- Instalacja wtórnego rozcieńczania – kompletna zabudowa wszystkich części na tablicy przygotowanej do powieszenia na ścianie.

Przepływomierz polielektrolitu –2 szt.

Elektromagnetyczny przepływomierz do pomiaru ilości dozowanego flokulantu, połączenie kołnierzone do zabudowy na przewodzie dozowania flokulantu.

6.3.9 System transportu osadu odwodnionego.

System oparty będzie na przenośnikach ślimakowych.

Przenośniki spiralne bezwałowe:

- Wydajność – nie mniej niż 750kg sm/h i 4 m³/h osadu (może wystąpić osad źle odwodniony, kleisty).
- Obroty maksymalnie 18 obr/min.
- Średnica spirali nie mniej niż 320 mm.
- Pokrywy ze stali nierdzewnej, demontowalne na całej długości, a co najmniej po dwa otwierane odcinki po ok. 1,5 m.
- Płyty czołowe koryta (po obu stronach) demontowalne – połączenie kołnierzone.
- Wykonanie materiałowe, włącznie z podporami:
 - Obudowa min. stal nierdzewna 0H18N9,
 - Spirale – stal specjalna, bezwałowa dwu- lub wielowstęgowa,
 - Płyta czołowa spirali i wał łączący do motoreduktora – stal nierdzewna
 - Motoreduktory – wykonanie normalne, lakierowane,
- Zespoły napędowe przystosowane do obciążenia pracą 24 h/d,
- Wykonanie w wersji odpornej na warunki zimowe (umożliwiający pracę w temperaturach do – 25⁰C,
- Uszczelnienie przenośników: dławicowe, z dystansem do motoreduktorów
- Pokrycie koryta: odporne na ścieranie tworzywo sztuczne typ PE1000R lub odpowiadający.
- Grubość wykładziny: min. 10 mm.
- Zespół napędowy:
 - 230/400 50 Hz, IP 65,
 - izolacja klasy IP55.

Sterowanie przenośników w szafie prasy – zunifikowane, zabezpieczające przed wysypaniem osadu w razie awarii przenośników (współpraca z urządzeniem do odwadniania).

Przenośniki zewnętrzne muszą być wyposażone w pakiet “zima” – listwy grzejne + wełna mineralna+termostat, otulina z blachy aluminiowej. Izolacja wykonana dwuczęściowo, w sposób umożliwiający otwarcie pokrywy bez demontażu izolacji.

6.3.10 Biofiltry.

Należy zastosować biofiltr typowy, w którym proces oczyszczania powietrza polega na powolnym przepuszczaniu gazów przez warstwę materiału porowatego zasiedlonego przez mikroorganizmy. W określonych warunkach pracy biofiltra, zanieczyszczenia obecne w gazie wylotowym są absorbowane i ulegają stopniowemu rozkładowi na naturalne substancje takie jak woda i dwutlenek węgla. Początkowo zanieczyszczone powietrze musi być poddane wstępnemu oczyszczaniu w zintegrowanym z biofiltrem wstępnym skruberze (nawilżacz) – w podobnych obiektach stężenia siarkowodoru są na tyle znaczące, iż nie ma możliwości skierowania gazu bezpośrednio na złożo. Układ musi być wyposażony w czujnik stężenia metanu w powietrzu dolotowym. We wstępnym skruberze zanieczyszczony gaz zostaje ochłodzony do odpowiedniej temperatury, odpowiednio nawilżony oraz pozbawiony stałych cząsteczek i nadmiaru związków siarki (wstępny skruber pełni również rolę buforu dla pojawiających się w powietrzu wysokich stężeń zanieczyszczeń). W skład układu przygotowania powietrza wchodzi również grzałka, zapewniająca ewentualne podgrzanie powietrza do odpowiedniej temperatury w okresie zimowym. Wstępnie przygotowane powietrze rozprowadzane jest w kanale dystrybucyjnym a następnie przepływa z małą prędkością przez biologiczne złożo organiczne. Jako materiał filtrujący najczęściej stosuje się mieszaniny surowców pochodzenia organicznego, zawierające odpowiednio spreparowane (porowate) nośniki syntetyczne, zasiedlone biomasą. Wkład filtracyjny musi być jednoznacznie klasyfikowany, jako "odpadowa masa roślinna", kod odpadu 020103 według klasyfikacji odpadów zamieszczonej w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. Nr 112 poz. 1206), co pozwoli na późniejszą jego utylizację bez ponoszenia nadmiernych kosztów. Alternatywnie zastosować wkład nie wymagający wymiany. Sposób ułożenia materiału filtrującego powinien zapewniać jego równomierne napowietrzenie i gwarantować kontakt całego strumienia gazu ze złożem. W celu zapewnienia odpowiednich warunków pracy biofiltra jest konieczne, aby materiał strukturalny złoża posiadał jednolitą strukturę oraz wystarczającą wilgotność. Zaleca się, aby biofiltr miał budowę modułową, która pozwala na łatwy montaż na miejscu instalacji oraz budowanie biofiltrów o dowolnej wielkości filtrującej. Biofiltry wykonane z tworzywa wzmocnianego włóknem szklanym (laminat poliestrowo – szklany o uzgodnionej z Użytkownikiem na etapie projektu kolorystyce wg katalogu RAL) charakteryzują się wysoką odpornością na korozję oraz warunki pogodowe. Zwraca się uwagę, iż obligatoryjnym wyposażeniem musi być sonda kontrolująca odczyn odcieków ze złoża.

Kompletny układ winien składać się z następujących elementów:

- Biofiltr z laminatów poliestrowo-szklanych odpornych na korozję i promieniowanie UV lub ze stali nierdzewnej, kwasoodpornej.
- Nawilżacz powietrza w obudowie z laminatów poliestrowo-szklanych odpornych na korozję i promieniowanie UV tworzywa wraz ze zbiornikiem wyposażonym w system kontroli poziomu oraz system sterowania temperaturą wody i powietrza.

- Wentylator promieniowy w wykonaniu przeciwwybuchowym, wykonany ze stali nierdzewnej A4 (316 według AISI).
- Nagrzewacz powietrza.
- Rury do podłączenia nawilżacza z biofiltrem.
- Rozdzielnica elektryczna - posiadająca sygnalizację następujących stanów pracy i awarii: Urządzenie włączone, Urządzenie wyłączone, Praca pompy nawilżacza, Awaria pompy nawilżacza, Praca wentylatora, Awaria wentylatora, Awaria – niski poziom wody w nawilżaczu, Awaria – wysoki poziom wody w nawilżaczu, Awaria – grzałki wanny nawilżacza, Awaria – grzałki rur wodnych.
- Miernik temperatury biomasy.
- Miernik temperatury powietrza.
- Miernik odczynu w odcieku.
- Biomasa w ilości wynikającej z warunków technologicznych.

Układ przystosowany będzie do pracy w warunkach atmosferycznych i charakterystycznych warunków środowiska montażu oraz pracy. Do biofiltra należy doprowadzić wodę technologiczną do nawilżania powietrza oraz rurociąg doprowadzający wodę pitną (z możliwością przełączenia). Wyprowadzenie rurociągu na powierzchnię przez fundament biofiltra, rurociąg należy zakończyć zaworem kulowym. W fundamencie biofiltra należy osadzić rurociąg odprowadzający nadmiar wody spod nawilżacza i wentylatora. Nadmiar wody odprowadzany będzie do kanalizacji wewnętrznej rurociągiem. Do płukania biofiltra należy stosować podstawowo wodę technologiczną, przy czym jeżeli trzeba to należy ją odpowiednio uzdatnić. Powietrze wywiewane do biofiltra należy doprowadzić rurociągami ze stali kwasoodpornej uzbrojonym w przepustnice wentylacyjne (regulowane z blokadą). Przewody wentylacyjne należy zaprojektować i wykonać ze stali kwasoodpornej. Wymagany stopień redukcji zanieczyszczeń w powietrzu odlotowym nie mniej niż 90 %. W powietrzu odlotowym nie mogą również być przekroczone dopuszczalne najwyższe stężenia związków szkodliwych wymienionych w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2002 nr 217 poz. 1833) w ciągu całego okresu gwarancji.

6.3.11 Przekrycia

Przy projektowaniu przekryć dachowych należy uwzględnić następujące obciążenia konstrukcji:

- Obciążenie stałe - obciążenie ciężarem własnym.
- Obciążenia zmienne w całości krótkotrwałe obciążenie śniegiem według obowiązującej normy PN-80/B-02010/Az1 oraz obciążenie wiatrem według obowiązującej normy PN-77/B-02011.

- Obciążenia zmienne w całości długotrwałe - siła podciśnienia od pracującego wentylatora wynosi 30 mm H₂O.
- Obciążenie siłą 1,5 [kN] przyłożoną w dowolnym miejscu przekrycia na powierzchni 20x20[cm] - symulacja poruszania się montera po przekryciu dachowym w celu konserwacji i przeglądu.

W zakres projektu wchodzi obliczenia statyczne konstrukcji zbiornika i jego elementów, uwzględniające wpływ konstrukcji laminatowej konstrukcji dachu na zbiornik i jego elementy. Przy sprawdzaniu stanu granicznego nośności konstrukcji z laminatu, wytrzymałość obliczeniowa laminatu będzie określona przy zastosowaniu całkowitego współczynnika bezpieczeństwa równego 4,4. Wytrzymałość charakterystyczna laminatu oraz pozostałe stałe materiałowe będą określone na podstawie norm krajów unii europejskiej, lub na podstawie PN-76/B-03001. Stan graniczny użytkowania konstrukcji z laminatu jest określony przez strzałkę ugięcia płyty lub elementu korytowego, odniesionej do rozpiętości podpór, która będzie nie większa jak 1/200. Zweryfikować przekrycia pod kątem rozprzestrzeniania ognia oraz występowania stref zagrożenia wybuchem przykrywanych obiektów.

Przekrycie dachowe muszą być wyposażone w:

- Kominki wentylacyjne nawiewne (czerpnie powietrza) umożliwiające swobodny napływ powietrza do przestrzeni pod przekryciem dachowym (ochrona przekrycia dachowego przed podciśnieniem wywołanym przez zmienny poziom cieczy w zbiorniku), zakłada się grawitacyjny napływ powietrza.
- Króćce rurowe właminowane na stałe w powłokę przekrycia w celu zapewnienia podłączenia systemu wentylacji poboru zanieczyszczonego powietrza z przestrzeni pod przekryciem dachowym.
- Włazy – wymiarach w świetle dostosowanych do mieszadeł, oraz w każdym przekryciu min. dwa o wymiarach min. 800 x 800 [mm] – obsługowe.
- Włazy będą wyposażone w zawiasy i ograniczniki wychylenia do kąta otwarcia do 95°. Okucia będą wykonane ze stali A4. Usytuowanie włączów, króćców oraz kominków wentylacyjnych zostanie uzgodnione na etapie szczegółowych uzgodnień technicznego wykonania przekryć, przy czym należy każdorazowo uwzględniać wymogi dot. wyposażenia obiektów (np. wymaganej minimalnej ilości włączów itp.).

Materiał konstrukcyjny - zastosowany będzie laminat poliestrowo – szklany o budowie warstwowej, zbudowany z żywicy poliestrowej zbrojonej włóknem szklanym ze szkła typu „E”, w postaci mat i tkanin, które będą jakościowo zgodne z obowiązującymi normami polskimi, lub normami krajów Unii Europejskiej. Warstwa laminatu od strony atmosfery będzie w kolorze uzgodnionym z Zamawiającym. Warstwa ta będzie charakteryzować się długotrwałą odpornością na działanie promieni UV i warunków atmosferycznych. Warstwa laminatu od strony wnętrza zbiornika będzie charakteryzować się długotrwałą odpornością na działanie związków i ich skroplin wydzielających się pod przekryciem dachowym. Warstwa ta będzie wykonana z żywicy poliestrowej. Żywica poliestrowa charakteryzować się będzie następującymi parametrami, oraz własnościami mechanicznymi, jak niżej:

- HDT według ISO 75/A - nie mniejsze jak 900 ÷ 950 C.
- Wytrzymałość na rozciąganie – większa jak 55 [Mpa].
- Wytrzymałość na zginanie – większa jak 110 [Mpa].
- Moduł Younga przy rozciąganiu – większy jak 3300[Mpa].
- Wydłużalność względna do zerwania – większa lub równa 2%.

Materiały montażowe: uszczelki – tworzywo EPDM, artykuły śrubowe – stal A4 (316 według AISI).

6.3.12 Wyposażenie pozostałe

Zasuwy nożowe i z miękkim uszczelnieniem.

Zasuwy nożowe należy przyjąć jako obustronnie szczelne do montażu między kołnierzami, z nożem ze stali nierdzewnej min. 0H18N9, korpus z żeliwa krytego farbą epoksydową, uszczelnienie NBR, śruby ze stali nierdzewnej, min. PN6, o ile dokumentacja nie wskazuje inaczej. Zasuwy z pełnym przelotem, konstrukcja umożliwiająca montaż niezależny od kierunku przepływu medium i zapewniająca szczelność zasuwy w obu kierunkach.

- Uszczelnienie poprzeczne zasuwy umożliwiający doszczelnienie podczas pracy zasuwy (bez potrzeby demontażu zasuwy).
- Uszczelnienie obwodowe dolne wykonane w sposób eliminujący strefy martwe (zaleganie osadu).
- Dolna część płyty noża ukształtowana w sposób umożliwiający wypłukiwanie osadów pod koniec zamykania zasuwy.
- Nóż, trzpień, nakrętki oraz śruby wykonane ze stali kwasoodpornej.
- Korpus wykonany ze stali nierdzewnej lub żeliwa sferoidalnego.
- Połączenia kołnierzowe.
- Wszystkie zasuwy nożowe muszą być jednego producenta.

Zasuwy z miękkim uszczelnieniem - wymagania:

- Pełny przelot zasuwy (bez przewężeń) na wysokości klina.
- Wykonanie z żeliwa sferoidalnego.
- Pokrycie zewnętrzne i wewnętrzne zasuwy, żywica epoksydowa, grubość powłoki minimum 250 mikrometrów.
- Śruby łączące korpus z pokrywą wykonane ze stali nierdzewnej.
- Trzpień ze stali nierdzewnej.
- Uszczelnienie trzpienia gwarantujące szczelność i bezobsługową pracę.
- Klin z żeliwa sferoidalnego.
- Wszystkie zasuwy muszą być jednego producenta.

Wymagany jest jeden producent urządzeń (ujednolicenie serwisu i zamienność urządzeń).

Zawory zwrotne.

Zawory zwrotne należy przyjąć kulowe z pokrywą, kołnierzone, kula i uszczelnienie z NBR, korpus z żeliwa krytego farbą epoksydową, śruby ze stali nierdzewnej, min. PN6.

Wymagany jest jeden producent urządzeń (ujednolicenie serwisu i zamienność urządzeń).

Napędy zasuw i przepustnic.

Napędy elektryczne on/off zasuw (na kolumnie lub bezpośrednio):

Wymagania dla napędu zasuw nożowej odcinającej:

- Napęd elektryczny pozycyjny on/off.
- Rodzaj pracy: S2-10min.
- Zasilanie: 400V/50Hz.
- Zabezpieczenie IP67, klasa izolacji F.
- 2 tandemowe wyłączniki krańcowe, 2 wyłączniki momentowe.
- Termiczne zabezpieczenie uzwojenia silnika.
- Grzałka antykondensacyjna.
- Awaryjny napęd ręczny.

Wymagany jest jeden producent urządzeń (ujednolicenie serwisu i zamienność urządzeń).

Napędy elektryczne regulacyjne przepustnic (bezpośrednie):

Wymagania dla napędu przepustnicy regulacyjnej (na rurociągu sprężonego powietrza):

- Napęd elektryczny regulacyjny.
- Rodzaj pracy: S4/S5 25% ED.
- Zasilanie: 230V/50Hz.
- Zabezpieczenie IP, klasa izolacji F.
- Elektroniczny nadajnik położenia armatury (sygnał 4-20 mA).
- 2 tandemowe wyłączniki krańcowe, 2 wyłączniki momentowe.
- Mechaniczny wskaźnik położenia zaworu.
- Termiczne zabezpieczenie uzwojenia silnika.
- Grzałka antykondensacyjna.
- Awaryjny napęd ręczny.
- Prędkość otwierania/zamykania dostosowana do systemu automatyki dmuchaw.

Wymagany jest jeden producent urządzeń (ujednolicenie serwisu i zamienność urządzeń).

Wymagania dla szaf zasilająco-sterowniczych:

- Wyposażenie w listwę umożliwiającą kontrolę pracy z przesyłaniem stanów pracy i wielkości mierzonych do nadrzędnego komputerowego systemu sterowania oczyszczalnią – sygnały prądowe 4 – 20 mA m.in. jako wynik mierzonego natężenia przepływu, sygnały dwustanowe jako impulsy liczników przepływomierzy i sygnały dwustanowe sygnalizacji pracy, ostrzeżeń i alarmów urządzeń.

- Hermetyczna szafa zlokalizowana obok urządzeń wykonana z materiału odpornego na warunki o podwyższonej korozyjności (obecność gazów korozyjnych, w tym siarkowodoru oraz promieniowanie UV w miarę występowania): stal nierdzewna, tworzywa sztuczne.
- Konstrukcja wsporcza ze stali nierdzewnej.

Skrzynki przyłączeniowe i sterowania lokalnego:

Wymagania dla skrzynek przyłączeniowych i sterowania lokalnego:

- Hermetyczna skrzynka przyłączeniowa zlokalizowana obok urządzenia wykonana z materiału odpornego na lokalne warunki atmosferyczne oraz promieniowanie UV.
- W skrzynce zamontowany wyłącznik praca zdalna/lokalna/wyłączenie, umożliwiający przełączanie bez konieczności otwierania skrzynki.
- Konstrukcja wsporcza ze stali nierdzewnej.

Prowadnice i uchwyty:

Prowadnice i uchwyty oraz inny osprzęt należy wykonać ze stali nierdzewnej min. 0H18N9. Prowadnice w każdym przypadku muszą być wykonane jako rurowe – nie dopuszcza się linowych.

Żurawie słupowe i urządzenia dźwigowe:

Należy stosować żurawie słupowe obrotowe przenośne z wciągarką linową ze stali nierdzewnej i stopą ze stali nierdzewnej, wykonanie ze stali nierdzewnej, linka z szakłą ze stali nierdzewnej min. 0H18N9. Dla transportu urządzeń przewidziano również wciągarki łańcuchowe ręczne zawieszane na belkach dwuteowych.

Urządzenia te jako urządzenia dźwigowe muszą posiadać atest Urzędu Dozoru Technicznego.

Źródła pozyskania wszelkich materiałów, maszyn i urządzeń technologicznych powinny być wybrane z wyprzedzeniem, przed rozpoczęciem robót.

Materiały (urządzenia, elementy prefabrykowane, armatura, rurociągi, kształtki, złączki, itp.) użyte do wymiany lub zabudowy w obiektach oczyszczalni ścieków muszą spełniać odpowiednie normy: ISO 9905; 1994 (PN-ISO 9905:1977), ISO 5199:1986 (PN-90/M-44150), ISO 9908:1993 (PN-ISO 9908:1996), ISO 7005 (PN-ISO-7005), ISO 9906:1999; ISO 3069:1974 (PN-91/M-44151, DIN 24960, IEC 529 (PN-92/E08106), IEC 34 PN-IEC-34 oraz posiadać odpowiedni atest.

7 Bilans mocy

W poniższej tabeli zestawiono moc obecnie zainstalowanych urządzeń.

Tabela 17 Zestawienie mocy – stan obecny.

SYMBOL	NAZWA OBIEKTU	moc zainstalowana	współczynnik zapotrzebowania	moc zapotrzebowana
BK	KRATOWNIA	10	0,42	4,2
P	PIASKOWNIK	6	0,42	2,52
PS	POMPOWNIĄ ŚCIEKÓW	50	0,67	33,5
RB-1	REAKTOR BIOLOGICZNY	30	0,82	24,6
RB-2	REAKTOR BIOLOGICZNY	30	0,82	24,6
OWT-1	OSADNIK WTÓRNY	1	0,67	0,67
OWT-2	OSADNIK WTÓRNY	1	0,67	0,67
SD	STACJA DMUCHAW	249	0,42	104,58
ZR	ZBIORNIK RETENCYJNY	28	0,33	9,24
PO	POMPOWNIĄ OSADU	21	0,57	11,97
PIX	STACJA PREPARATU PIX	1	0,82	0,82
ZO	ZBIORNIK OSADU	2	0,42	0,84
SOO	STACJA ODWADNIANIA OSADU	41	0,62	25,42
SL	SIŁOS NA WAPNO	9	0,62	5,58
PZ	PUNKT ZLEWNY	5	0,42	2,1
BF	BIOFILTR	5	0,52	2,6
BO	BUDYNEK OBSŁUGI	30	0,44	13,2
		519		267,11

Poniższa tabela przedstawia zestawienie mocy urządzeń po modernizacji oczyszczalni – prawdopodobnie konieczna będzie modernizacja stacji transformatorowej (założenia niniejsze należy zweryfikować na etapie projektowania).

Tabela 18 Zestawienie mocy – stan docelowy.

SYMBOL	NAZWA OBIEKTU	moc zainstalowana	współczynnik zapotrzebowania	moc zapotrzebowana
BK	KRATOWNIA	10	0,42	4,2
P-1	PIASKOWNIK 1	6	0,42	2,52
PS	POMPOWNIĄ ŚCIEKÓW	50	0,67	33,5
RB-1	REAKTOR BIOLOGICZNY	30	0,82	24,6
RB-2	REAKTOR BIOLOGICZNY	30	0,82	24,6
OWT-1	OSADNIK WTÓRNY	1	0,67	0,67
OWT-2	OSADNIK WTÓRNY	1	0,67	0,67
SD	STACJA DMUCHAW	249	0,42	104,58
ZR	ZBIORNIK RETENCYJNY	28	0,33	9,24
PO	POMPOWNIĄ OSADU	21	0,57	11,97

PIX	STACJA PREPARATU PIX	1	0,82	0,82
ZO	ZBIORNIK OSADU	2	0,42	0,84
SOO	STACJA ODWADNIANIA OSADU	41	0,62	25,42
SL	SILOS NA WAPNO	9	0,62	5,58
PZ	PUNKT ZLEWNY	5	0,42	2,1
BF	BIOFILTR	5	0,52	2,6
BO	BUDYNEK OBSŁUGI	30	0,44	13,2
PP	POMPOWNIĄ POŚREDNIA	30	0,57	17,1
P-2	PIASKOWNIK 2	6	0,42	2,52
RB-3	REAKTOR BIOLOGICZNY	30	0,82	24,6
RB-4	REAKTOR BIOLOGICZNY	30	0,82	24,6
OWT-3	OSADNIK WTÓRNY	1	0,67	0,67
OWT-4	OSADNIK WTÓRNY	1	0,67	0,67
KOMP	KOMPOSTOWNIA	30	0,66	19,8
		647		357,07

8 Wstępne wyliczenie kosztów inwestycyjnych.

Zestawienie kosztów inwestycyjnych umieszczono w odrębnym opracowaniu.

Koszty robót przyjęto na podstawie pozyskanych wstępnych ofert dostawców maszyn i urządzeń, archiwalnych opracowań kosztorysowych oraz w oparciu o katalogi zawierające jednostkowe wskaźniki cenowe inwestycyjne (BISTYP) – co pozwala na przeprowadzenie wyceny adekwatnie do poziomu szczegółowości opracowania.

Przewiduje się, że oszacowane w niniejszej koncepcji koszty inwestycyjne będą oscylować w przedziale $\pm 25\%$ w zależności od ostatecznie wybranych dostawców maszyn i urządzeń oraz kosztów robót.

W związku z ciągłą eksploatacją oczyszczalni (co powoduje brak możliwości wyłączenia i pełnej oceny stanu technicznego urządzeń i instalacji – zwłaszcza sieci kablowych i przewodów ziemnych ścieków i osadu) ostateczny koszt może również ulec korekcie – zaleca się na etapie projektu prowadzenie szczegółowej inwentaryzacji i oceny stanu technicznego.

9 Harmonogramy modernizacji i rozbudowy oczyszczalni

9.1 Proponowany podział modernizacji i rozbudowy oczyszczalni na etapy

Pełny zakres modernizacji i rozbudowy oczyszczalni, a w efekcie jej dostosowanie do współczesnych wymagań techniczno-technologicznych, jak również zmniejszenie oddziaływania oczyszczalni na otoczenie składa się z szeregu pojedynczych modyfikacji, nie zawsze powiązanych ze sobą bezpośrednio.

Wszystkie prace na czynnej, istniejącej oczyszczalni należy prowadzić przy utrzymaniu ciągłości jej pracy i nie pogarszaniu osiągniętych obecnie efektów oczyszczania ścieków. Z reguły działania takie wymagają wysokiej sprawności organizacyjnej.

Poniżej podano propozycję podziału na podzadania.

1. Budowę nowego zbiornika retencyjnego można przeprowadzić w dowolnym momencie, przy czym należy go wykonywać wraz z pompownią deszczową układem spustu.
2. Przebudowę węzła regulatora dopływu należy przeprowadzić po uruchomieniu drugiego ciągu.
3. Remont pompowni należy wykonywać sukcesywnie, poszczególnymi komorami. Zaleca się wykorzystanie rezerwowych pomp przewoźnych z napędem silnikiem diesla.
4. Remont kompleksu starej linii proponuje się przeprowadzić po uruchomieniu nowej linii. Wprawdzie możliwe jest prowadzenie prac połową ciągu (jedna linia, jeden osadnik) i tylko krótkotrwałe wyłączenie na czas prac przy pompowni recyrkulacji, lub zastosowanie na ten czas pomp przewoźnych, jednak zaleca się pełne – testowe – obciążenie nowego ciągu.
5. Budowę nowej linii można przeprowadzić w dowolnym momencie.
6. Przebudowę kolektora wypływowego należy prowadzić w okresie minimalnych napływów. Zaleca się wykonanie kanału tymczasowego.
7. Wykonanie pompowni wody technologicznej – niezależnie od pozostałych układów.
8. Wykonanie nowego układu odwadniania zaleca się przeprowadzić w pierwszej kolejności – umożliwi to sprawne usuwanie osadów.
9. Wykonanie kompostowni – niezależnie od pozostałych obiektów oczyszczalni. Zaleca się realizację tego elementu w pierwszej kolejności, wraz z węzłem odwadniania – co pozwoli obniżyć koszty zagospodarowania osadów.

10. Wykonanie systemu sterowania oczyszczalni. Zależnie od przyjętej projektowo koncepcji (system rozproszony lub scentralizowany) można wykonywać układ stopniowo i dołączając kolejne obiekty lub zrealizować go niezależnie. Układ musi działać w trakcie rozruchu reaktora biologicznego. Pozostałe układy mogą pracować na własnych sterownikach lub z wykorzystaniem istniejącego obecnie układu.
11. Wykonanie układu drogowego oraz uporządkowanie terenu (zieleń, mała architektura). Etap ten należy wykonać po zakończeniu prac budowlano-montażowych.

Opisane powyżej węzły inwestycji pozwalają na realizację prac stopniowo, w miarę posiadanych środków.

9.2 Wytyczne utrzymania w ruchu.

Z uwagi na stały dopływ ścieków do oczyszczalni nie dopuszcza się działań mogących zaburzyć pracę oczyszczalni. Poniżej zawarto główne wytyczne utrzymania ruchu oczyszczalni. Ostateczne rozwiązanie są zależne od potencjału Wykonawcy i posiadanych przez niego środków oraz doświadczenia, jednak zwraca się uwagę szczególnie na następujące zagadnienia:

- Prace związane z:
 - regulatorem przepływu,
 - pompownią główną (w razie dużych napływów)
 - kolektorem odpływowymnależy wykonywać, transportując ścieki z wykorzystaniem pomp przewoźnych.
- Prace związane z obiektami nowymi (zbiornik retencyjny, druga linia reaktorów z wyposażeniem) można wykonać w dowolnym momencie.
- Na czas prac związanych z robotami w istniejącej pompowni recyrkulacyjnej należy wyłączyć stary reaktor lub ścieki pompować zespołem pomp zewnętrznych. Należy zapewnić odpowiednią ilość jednostek pompowych, uwzględniając zmienne napływy i rezerwację pomp.
- Na czas podłączenia nowych dmuchaw do wspólnego kolektora należy wyłączyć napowietrzanie, a ścieki w tym czasie retencjonować w zbiorniku retencyjnym. Prace prowadzić nie dłużej niż cztery godziny – prefabrykując wcześniej wszystkie elementy.
- Zaleca się wykonać pompownię wody technologicznej przed realizacją nowego układu odwadniania i nowej części płukania piasku - co pozwoli na wykorzystanie ścieków oczyszczonych, a nie wody wodociągowej.
- Okres modernizacji reaktorów oraz kolejność prac należy uzgodnić z Zamawiającym. Zaleca się wybrać porę bez opadów.

- System elektroenergetyczny i AKPiA zaleca się wykonywać równolegle do postępu prac budowlano - montażowych, co umożliwi sukcesywne włączanie nowych urządzeń.
- Zaleca się, aby do prac związanych z pracami wpływającymi na konieczność odstawienia obiektów, przystępować dopiero po dostawie urządzeń na budowę.

Przed rozruchem oczyszczalni należy opracować instrukcję rozruchu i eksploatacji oczyszczalni, która będzie podstawą dla działania komisji rozruchu.

W czasie rozruchu należy usunąć wszystkie usterki techniczne oraz wypracować optymalne parametry technologiczne oczyszczalni.

Wszystkie prace na obiektach oczyszczalni powinny być wykonywane zgodnie z odpowiednimi instrukcjami z zakresu bhp przez specjalnie przeszkolonych pracowników.

Proponowana modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków powinna być prowadzona w taki sposób, aby umożliwić wykonanie wszystkich prac bez znacznego zakłócania podstawowego procesu oczyszczania ścieków oraz procesu przeróbki osadu.

Określając harmonogram prac modernizacyjnych, należy przestrzegać przedstawionej powyżej kolejności działań, która gwarantuje „płynność technologiczną” całego przedsięwzięcia.

Autorzy koncepcji dopuszczają oczywiście stworzenie innego scenariusza działań wykonawczych, przy czym inna zaproponowana kolejność działań musi gwarantować, że warunki technologiczne pracy oczyszczalni w całym okresie jej modernizacji nie zostaną w istotny sposób pogorszone, a sprawność oczyszczania ścieków będzie nie mniejsza jak uzyskiwana obecnie.

10 Podsumowanie

W niniejszym opracowaniu zawarto obliczenia technologiczne, określające pracę oczyszczalni ścieków po jej modernizacji i dostosowaniu do warunków docelowego obciążenia.

Oszacowano poziom obciążenia i obecne warunki pracy na podstawie uzyskanych od Użytkownika danych, docelowego na podstawie danych ogólnodostępnych.

Jednoznacznie stwierdzono znaczące przekroczenie obciążenia obiektu.

Zaproponowano (po analizie różnych wariantów) sposób modernizacji oczyszczalni.

Uzyskanie w warunkach docelowego obciążenia oczyszczalni wymaganych przepisami parametrów jakościowych ścieków oczyszczonych, osadu odwodnionego oraz prowadzenie ekonomicznej i stabilnej eksploatacji będzie wymagało wykonania nowych obiektów:

- Zbiornika retencyjnego.
- Pompowni deszczowej.
- Drugiego reaktora biologicznego zblokowanego z piaskownikiem.
- Dwóch osadników wtórnych z pompownią recyrkulacji.
- Nowego układu wylotu i obejścia technologicznego.
- Kompleksu odwadniania.
- Układu stabilizacji osadów opartego na kompostowni lub suszarni z funkcją kompostowania (w zależności od dostępnej ilości materiałów zielonych).

Niezbędna jest również wymiana szeregu urządzeń, z uwagi na ich znaczne zużycie lub konieczność dostosowania do nowych parametrów pracy:

- Pomp w obiektach.
- Mieszadeł.
- Separatoru piasku.
- Zagęszczacza i prasy.
- Dostawienie dmuchaw.
- Systemu zasilania (częściowo).
- Urządzeń pomiarowych.
- Systemu kontroli.

Przewiduje się dostosowanie układu przestrzennego oczyszczalni do nowych potrzeb związanych z zapewnieniem przerobu powstającego osadu oraz obsługą nowych obiektów, przy czym w maksymalnym stopniu wykorzystano układ istniejący. Zaproponowano uzupełnienie i odtworzenie dróg.

Koncepcja przewiduje maksymalne wykorzystanie obiektów istniejących.

Zwraca się szczególną uwagę na konieczność prowadzenia działań w zlewni – związanych zarówno z eliminacją wód przypadkowych, jak i monitoringiem zrzutu ścieków

przemysłowych. Szczególnie ograniczenie dopływu ładunków przemysłowych (np. poprzez zainstalowanie sita na terenie zakładu) wpłynie znacząco na obniżenie obciążenia oczyszczalni.

Oczyszczalnia po przeprowadzeniu działań wskazanych w koncepcji uzyska standard nowego obiektu, a wprowadzona gospodarka osadowa pozwoli na zmniejszenie kosztów eksploatacji oraz wykluczy konieczność zagospodarowania osadów.