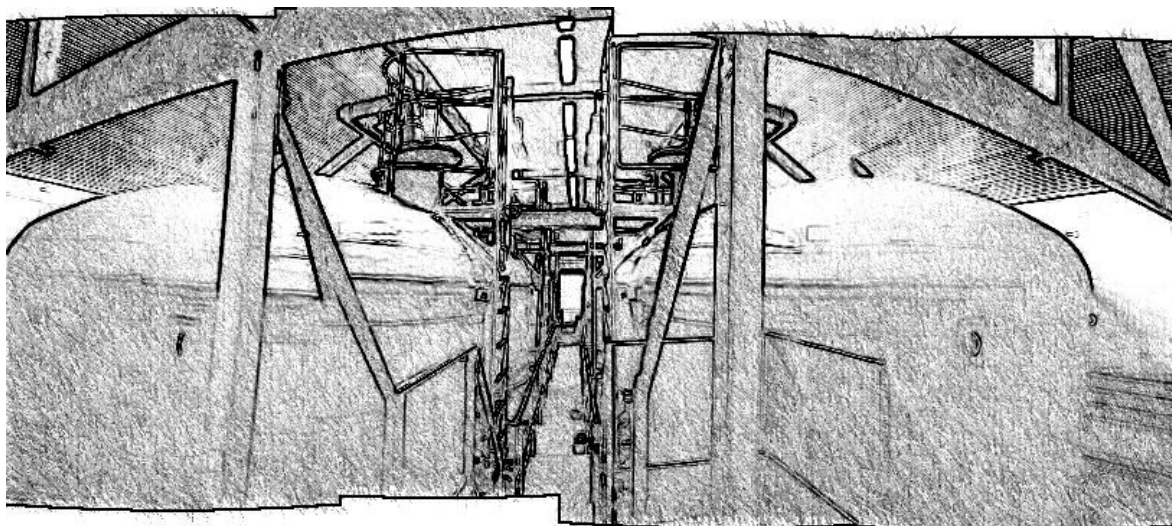


**EKSPERTYZA TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW  
W LIPNICY WIELKIEJ, DOTYCZĄCA OKREŚLENIA ZAKRESU I FORMY DZIAŁAŃ  
KONIECZNYCH DLA JEJ ZMODERNIZOWANIA I ROZBUDOWY**



ZLECENIODAWCA:

Gmina Lipnica Wielka  
34-483 Lipnica Wielka 518

OPRACOWAŁ:

mgr inż. Andrzej Łącki

PODPIS

mgr inż. Andrzej Łącki  
UPRAWNIENIA RUDOWLANE DO PROJEKTOWANIA BEZ  
OGRAŃCZEŃ W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNYCH W ZAKRESIE  
SIECI, INSTALACJI URZĄDZEŃ CIEPLNYCH, WENTYLACYJNYCH,  
GAZOWYCH, WODOCIĄGOWYCH I KANALIZACYJNYCH  
nr ewid. MAP/0230/POOS/12

Rabka-Zdrój, październik 2020 rok

# Spis treści

<b>1. PODSTAWA OPRACOWANIA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. OPIS ISTNIEJĄCEJ OCZYSZCZALNI .....</b>	<b>2</b>
3.1. Lokalizacja oczyszczalni .....	2
3.2. Układ technologiczny istniejącej oczyszczalni ścieków w Lipnicy Wielkiej .....	3
3.3. Opis techniczny i technologiczny obiektów oczyszczalni ścieków w Lipnicy Wielkiej .....	4
3.3.1. Pompownia ścieków z kratą kosзовą .....	4
3.3.2. Sito mechaniczne - spiralne .....	4
3.3.3. Punkt zlewny ze zbiornikiem ścieków dowożonych .....	5
3.3.4. Zbiorniki retencyjne .....	5
3.3.5. Reaktory biologiczne SBR .....	5
3.3.6. Instalacja pomiarowa ilości ścieków .....	8
3.3.7. Instalacja dozowania PIX .....	8
3.3.8. Zbiorniki stabilizacji osadu .....	8
3.3.9. Stacja dmuchaw .....	10
3.3.10. Stacja odwadniania osadu .....	11
<b>4. INFORMACJE NA TEMAT OBECNEJ SYTUACJI ZASTANEJ W OCZYSZCZALNI .....</b>	<b>12</b>
4.1. Odbiornik ścieków oczyszczonych i warunki odprowadzania ścieków .....	12
4.2. Ocena aktualnego działania oczyszczalni .....	13
4.3. Charakterystyka ścieków surowych aktualnie dopływających do oczyszczalni .....	23
4.4. Określenie ładunków zanieczyszczeń w ściekach .....	26
4.5. Obliczenia technologiczne - sprawdzające biologicznego stopnia oczyszczania .....	27
4.6. Omówienie technicznego stanu oczyszczalni .....	32
<b>5. OBLICZENIE WIELKOŚCI OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI DLA OKRESU PERSPEKTYWICZNEGO .....</b>	<b>36</b>
<b>6. OKREŚLENIE DZIAŁAŃ KONIECZNYCH DO PODJĘCIA W CELU POPRAWY FUNKCJONOWANIA OCZYSZCZALNI .....</b>	<b>38</b>
6.1. Działania dotyczące kanalizacji .....	38
6.2. Działania do wykonania doraźnie, poprawiające funkcjonowanie oczyszczalni .....	39
6.3. Działania inwestycyjne rozbudowy oczyszczalni .....	44
<b>7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE .....</b>	<b>54</b>

Załączone rysunki:

1. Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków w Lipnicy Wielkiej – stan obecny.
2. Wymiary komór technologicznych nowego bioreaktora.

## **1. PODSTAWA OPRACOWANIA**

Niniejsza ekspertyza wykonana została na zlecenie Gminy Lipnica Wielka. Podstawą jest umowa zawarta pomiędzy Zleceniodawcą, a Wykonawcą.

## **2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA**

Celem opracowania jest analiza aktualnego stanu technicznego i funkcjonalnego oczyszczalni ścieków w miejscowości Lipnica Wielka, w związku z obserwowanym stanem technicznym urządzeń, oraz zmiennością obciążeń i osiągowi oczyszczalni. W wyniku tych działań powinny zostać przedstawione rekomendacje dla podjęcia określonych czynności mając na celu optymalizację i poprawę działania instalacji. Opracowanie obejmuje:

- analizę obecnego stanu technicznego i technologicznego oczyszczalni ścieków,
- analizę obecnego obciążenia hydraulicznego i ładunkiem zanieczyszczeń oczyszczalni ścieków,
- analizę i prognozę potrzeb, oraz dostosowanie przepustowości oczyszczalni zapewniającą zgodne z obowiązującymi przepisami prawa odbiór i oczyszczanie ścieków dla miejscowości Lipnica Wielka, z uwzględnieniem jej rozwoju społeczno – gospodarczego w perspektywie następnych 25 lat,
- propozycję modernizacji lub wymiany urządzeń będących w złym stanie technicznym, lub spełniających swoje zadania w układzie w sposób niezadowalający.

## **3. OPIS ISTNIEJĄCEJ OCZYSZCZALNI**

### **3.1. Lokalizacja oczyszczalni**

Oczyszczalnia ścieków zlokalizowana jest w miejscowości Lipnica Wielka, gmina Lipnica Wielka, na działce nr ew. 19666 obręb Lipnica Wielka. Oczyszczalnia sąsiaduje od strony południowej z terenami niezabudowanymi, zielonymi, a w odległości ok. 350m przebiega granica państwa ze Słowacją. Od strony zachodniej jest obszar zadrzewiony, natomiast od strony północnej i wschodniej są tereny rolne. Najbliższe zabudowania znajdują się od strony północno-wschodniej w odległości ok. 250m. Potok Lipnica – odbiórnik ścieków oczyszczonych znajduje się po stronie wschodniej w odległości ok. 300 do 360m.

Do oczyszczalni prowadzi istniejąca droga gminna o nawierzchni asfaltowej, która łączy się z drogą wojewódzką nr 962 Jabłonka – Lipnica Wielka – granica ze Słowacją.

Teren jest ogrodzony i wyposażony w infrastrukturę niezbędną do prawidłowego działania oczyszczalni ścieków tj. w wodociąg (lokalna studnia), zasilanie w energię elektryczną (stacja trafo), kanalizację sanitarną ścieków surowych i oczyszczonych z wylotem do

odbiornika – potok Lipnica. Wylot do potoku Lipnica w km 0+200 ma współrzędne geograficzne: N:49°27'40,66"; E:19°38'31,6".

### **3.2. Układ technologiczny istniejącej oczyszczalni ścieków w Lipnicy Wielkiej.**

Układ oczyszczalni jest przedstawiony na rysunku nr 1 – Schemat technologiczny – stan istniejący. Do oczyszczalni doprowadzone są ścieki z systemu kanalizacyjnego miejscowości Lipnica Wielka, ścieki dowożone z terenu gminy Lipnica Wielka, a także ścieki własne z terenu oczyszczalni. Ścieki dowożone są przyjmowane w punkcie zlewnym oczyszczalni, wyposażonym w płaską kratę ręczną i w zbiornik retencyjny z pompą. Ścieki dowożone są retencjonowane w zbiorniku i okresowo pompowane do kanału bezpośrednio przed pompownią ścieków. Ścieki z tych wszystkich źródeł dopływają do zbiornika pompowni, w którym zamontowane są dwie pompy wirowe. Ich zadaniem jest przetłaczanie ścieków surowych do urządzeń oczyszczających, zlokalizowanych ponad terenem. Stopień oczyszczania mechanicznego realizowany jest tylko w sicie spiralnym. Ścieki po sicie odpływają grawitacyjnie do dwóch zbiorników retencyjnych. Jeden zbiornik zlokalizowany jest pod posadzką budynku oczyszczalni, zaś drugi obok budynku poniżej terenu. Każdy z tych zbiorników jest wyposażony w dwie pompy wirowe, podające ścieki do oczyszczania biologicznego. Stopień biologiczny stanowi sześć reaktorów SBR. Ścieki w procesie biologicznym są oczyszczane w następujących kolejno fazach o zróżnicowanych warunkach tlenowych i substratowych. Fazy beztlenowe dotyczą jednak tylko fazy napełniania statycznego, a więc bez stosowania mechanicznego mieszania ścieków z osadem. Po napełnieniu rozpoczyna się faza napowietrzania, zaś po niej faza sedimentacji (podczas której osad osiada w dolnej części zbiornika) i faza dekantacji tj. odprowadzenia ścieków oczyszczonych z nad osadu. Czas trwania całego cyklu pracy jednego reaktora wynosi minimalnie 190 minut, zaś maksymalnie 240 minut bez uwzględnienia faz oczekiwania na rozpoczęcie nowego cyklu pracy. Reaktory biologiczne zasilane są w sprężone powietrze doprowadzane rurociągami ze stacji dmuchaw. Reaktory wyposażone są w ich wnętrzu tylko w ruszty natleniające. Na zewnątrz zbiorników reaktorów są zamontowane zasuwki z napędami pneumatycznymi, na instalacjach doprowadzenia i odprowadzenia ścieków i osadu nadmiernego. Ścieki bezpośrednio po oczyszczeniu biologicznym zostają odprowadzone do urządzenia pomiarowego i do odbiornika.

Do odbioru osadu nadmiernego z reaktorów SBR służą dwa zbiorniki tlenowej stabilizacji osadu, do których osad z instalacji spustowej SBR podaje pompa wirowa o zabudowie suchej w hali reaktorów. Osad z komór stabilizacji zostaje pobierany pompowo do instalacji odwadniającej. Instalację tą stanowi filtracyjna prasa taśmowa wraz z urządzeniami z nią współpracującymi, takimi jak pompa nadawcy osadu do prasy, zestaw przygotowania roztworu polielektrolitu, pompa dozowania polielektrolitu, oraz przenośnik transportujący osad do kontenera.

W wyniku oczyszczania ścieków powstają odpady pościekowe, są to: skratki (kod odpadu 190801), oraz ustabilizowane komunalne osady ściekowe (kod odpadu 190805).

### **3.3. Opis techniczny i technologiczny obiektów oczyszczalni ścieków w Lipnicy Wielkiej**

#### **3.3.1. Pompownia ścieków z kratą kosзовą**

Pompownie ścieków stanowi zbiornik w formie okrągłej studni, położonej poniżej poziomu terenu obok budynku oczyszczalni.

Funkcją pompowni jest przepompowanie ścieków z poziomu poniżej terenu do urządzeń technologicznych zlokalizowanych powyżej poziomu terenu. Pompownia wyposażona jest w dwie zatapialne pompy wirowe o wydajności i wysokości ciśnienia dostosowanymi do natężenia dopływu ścieków i do wysokościowego usytuowania obiektów w oczyszczalni. Każda z aktualnie zamontowanych pomp ma moc 7 kW.

Projekt branży technologicznej oczyszczalni z 1998r przewidywał montaż pomp o następujących danych:

- wydajność 41,7 m<sup>3</sup>/h
- wysokość podnoszenia 11 m
- moc nominalna silnika 2,4 kW

Ścieki z pompowni są podawane ciśnieniowo do zlokalizowanego w budynku, na kondygnacji przyziemia sita mechanicznego.

#### **3.3.2. Sito mechaniczne - spiralne**

W budynku oczyszczalni mechaniczno-biologicznej, na kondygnacji przyziemia zamontowane jest sito spiralne. Urządzenie służy do mechanicznego oczyszczania ścieków z większych zanieczyszczeń, tzw. skratek.

Zamontowane urządzenie jest produkcji Biomet Poznań. Podstawowe dane techniczne, są następujące:

- typ SS300
- perforacja sita 3 mm
- średnica sita 300 mm
- moc znamionowa 0,55 kW
- przekładnia typu MNRV 090 i = 100

Sito zamontowane jest w obudowie w formie prostokątnego zbiornika ze stali nierdzewnej o wymiarach L/B/H = 1450 / 450 / 1300mm.

Ścieki oczyszczone mechanicznie w sicie odpływają grawitacyjnie do dwóch zbiorników retencyjnych, jeden zlokalizowany jest poniżej posadzki pod budynkiem, zaś drugi na zewnątrz obok budynku.

### 3.3.3. Punkt zlewny ze zbiornikiem ścieków dowożonych

W oczyszczalni obok budynku zlokalizowany jest punkt zlewny ścieków dowożonych. Punkt zlewny wyposażony jest w urządzenia:

- komora zlewna stalowa z ręczną kratą płaską o prześwitach kilkunastu mm,
- pompa podająca ścieki do kanalizacji przed pompownią.

Pompa ścieków dowożonych posiada moc nominalną 4,8 kW.

### 3.3.4. Zbiorniki retencyjne

W oczyszczalni są dwa zbiorniki retencyjne, jeden został wykonany w pierwszym etapie realizacji i znajduje się po budynku, natomiast drugi wykonano w drugim etapie budowy i jest obok budynku. Zbiorniki te są połączone i napełniają się jednocześnie ściekami oczyszczonymi mechanicznie w sicie spiralnym.

Zbiornik nr 1 (pod budynkiem) jest wyposażony w dwie pompy wirowe o mocy 7 kW każda.

Zbiornik podziemny obok budynku jest wyposażony w dwie pompy wirowe o mocy 5 kW każda, oraz w ruszt natleniający. Sprężone powietrze jest doprowadzane do zbiornika w celu mieszania ścieków i ich odświeżania ze stacji dmuchaw, z dmuchawy nr 9.

Każdy z dwóch zbiorników ma pojemność  $50\text{m}^3$ , tak więc łączna pojemność wynosi  $100\text{m}^3$ , co stanowi 10% przepływu dobowego średniego.

Pompy podają ścieki do bioreaktorów SBR zgodnie z rytmem ich cykli pracy. W danym czasie pracuje tylko jedna pompa ze zbiorników retencyjnych. Pompa ta tłoczy ścieki do instalacji napełniania reaktorów i dopływa do tego reaktora, który ma otwartą zasuwę nożową z napędem pneumatycznym. W danym czasie otwarta jest tylko jedna z tych zasuw. Jedna z pomp jest tzw. wiodącą i ona pracuje najczęściej. okresowo załączają się też zamiennie pozostałe pompy, które można określić jako rezerwowe.

### 3.3.5. Reaktory biologiczne SBR

W hali budynku zamontowane są zbiorniki reaktorów biologicznych i współdziałające z nimi instalacje technologiczne. Zbiorniki reaktorów SBR wykonane są z laminatu poliestrowo-szklanego. Mają formę pionowych walczków posadowionych na płycie żelbetowej. Zbiorniki przekazują ciężar własny i ich zawartości poprzez dennicę dolną. W oczyszczalni jest 6 szt takich reaktorów.

Reaktory biologiczne SBR stanowią kompletną linię biologicznego oczyszczania ścieków, o następujących wymiarach i parametrach technologicznych:

- wysokość czynna max  $H_{\max} = 5,0 \text{ m}$
- wysokość czynna min  $H_{\min} = 3,0 \text{ m}$

- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| • powierzchnia zwierciadła ścieków | $F = \sim 18 \text{ m}^2$   |
| • pojemność czynna max             | $V_{\max} = 90 \text{ m}^3$ |
| • pojemność czynna min             | $V_{\min} = 54 \text{ m}^3$ |
| • współczynnik wymiany max         | $f = 0,4$                   |
| • średnica wewnętrzna              | $D = \sim 4,8 \text{ m}$    |
| • stężenie osadu max               | $X = 4 \text{ kg sm/m}^3$   |

W zbiornikach, na ich dnie zamontowane są ruszty napowietrzające. Jest to jedyne wyposażenie znajdujące się wewnątrz każdego z tych zbiorników.

Reaktory nie posiadają dekanterów, ani też sond tlenowych co zapewne pogarsza warunki ich funkcjonowania. Nie ma też w nich zamontowanych mieszadeł.

W układzie 6 bioreaktorów SBR występują cztery instalacje technologiczne, pozwalające na realizację ich funkcji, są to:

- Instalacja doprowadzająca ścieki surowe, jest to rurociąg polietylenowy, prowadzący ścieki ze zbiorników retencyjnych do bioreaktorów. Na każdym odgałęzieniu rurociągu prowadzącym do jednego SBR zainstalowana jest zasuwka nożowa z napędem pneumatycznym. Zasuwki te funkcjonują w automatycznym trybie rozdzielając ścieki pomiędzy 6 reaktorów w fazach napełniania ich cyklu.
- Instalacja odprowadzająca ścieki oczyszczone, jest to układ rurociągów z PVC, których zadaniem jest odprowadzenie w fazie dekantacji oczyszczonych ścieków. W instalacji tej występują rurociągi  $\phi 160$ . Na zbiornikach reaktorów zamontowanych w ramach pierwszego etapu, a więc w SBR 1, SBR 2 i w SBR 3 są po dwa rurociągi spustowe o średnicy  $\phi 110$ . W pozostałych reaktorach, zamontowanych w drugim etapie jest po jednym przyłączu spustowym o średnicy  $\phi 160$ . Przy każdym spustowym króćcu przyłączeniowym reaktorów zainstalowane są zasuwki nożowe z napędami pneumatycznymi, które funkcjonują w trybie automatycznego sterowania. Zasuwki te otwierają się na początku i zamykają na końcu fazy dekantacji w danym reaktorze SBR. W komorach SBR nie ma zamontowanych dekanterów, zatem ścieki oczyszczone wpływają bezpośrednio do otworu wlotowego. Takie rozwiązanie jest wadliwe, gdyż często prowadzi do wtórnego zanieczyszczenia ścieków oczyszczonych, odpływających do odbiornika osadem czynnym. Sytuacja taka zachodzi w sytuacji, gdy osadu jest więcej, lub gdy ma gorsze własności sedymentacyjne.
- Instalacja osadu nadmiernego, która służy do odprowadzania osadu do linii osadowej. Instalacja ta współpracuje z pompą osadu nadmiernego. Każdy reaktor SBR posiada na króćcu przyłączeniowym do tej instalacji zasuwkę z napędem pneumatycznym. Rurociąg zbiorczy od wszystkich reaktorów jest przewodem ssawnym pompy, która posiada następujące dane techniczne:
 

- producent pompy	ABS
- rodzaj pompy	wirowa do zabudowy suchej
- typ pompy	AFP 0841.4 M15/4
- moc nominalna silnika	2,51 kW
- wydajność maksymalna	61 m <sup>3</sup> /h
- maksymalna wysokość podnoszenia	4,4 m
- średnica przyłączy	DN80.
- Instalacja powietrza służąca do doprowadzenia sprężonego powietrza ze stacji dmuchaw do rusztu natleniającego komorę. Są to indywidualne dla każdego

reaktora rurociągi z PP. Powietrze doprowadzane jest w fazach napowietrzania. Oprócz powyżej wymienionych jest także instalacja odgazowania przestrzeni powietrznej zbiorników. Ma to na celu odprowadzenie gazów wydzielanych w zbiornikach na skutek natleniania i wymiany gazowej. Instalacja ta to dwa rurociągi, każdy z czterech zbiorników (łącznie jest 6 reaktorów SBR + 2 komory stabilizacji) włączony jest do jednego rurociągu. Przewody te wyprowadzone są następnie ponad dach budynku. W komorach są też zamontowane sondy hydrostatyczne do analogowego pomiaru poziomu napełnienia. Czujniki te są zamontowane na króćcach kołnierзовych na zewnątrz zbiorników.

Komora SBR pracuje w cyklu pracy, w którym wyróżniamy następujące fazy:

- Faza napełniania, w której nie pracuje napowietrzanie i reaktor jest napełniany ściekami surowymi, ze względu na brak mieszadła i brak mieszania powietrzem jest to faza napełniania statycznego, która w pewien sposób może odpowiadać fazie napełniania beztlenowego. Faza ta trwa od zerowej minuty cyklu do napełnienia zbiornika do poziomu max, a więc do poziomu 5,0m nad dnem.
- Faza tlenowa, w której reaktor jest napowietrzany. Faza ta trwa przez czas nastawiony w programie wizualizacji. W ostatnim okresie to nastawienie wynosiło 140minut dla pracy normalnej i 50 minut dla pracy skróconej. Praca skrócona jest przełączana automatycznie jeżeli program wykryje wysokie poziomy napełnienia zbiorników retencyjnych.
- Faza sedymentacji, podczas której dmuchawa pozostaje wyłączona, ścieki zostają sklarowane, a osad czynny opada na dno, ścieki surowe są w tym czasie doprowadzane jednego z pozostałych reaktorów. Czas trwania tej fazy jest nastawiany w programie wizualizacji. Aktualna nastawa wynosiła 90 minut. Typowym czasem sedymentacji w reaktorach SBR, jaki się stosuje w oczyszczalniach jest 60 minut. Tutaj jest to dłuższy czas, co zapewne wynika z braku dekanterów. W trakcie tej fazy otwiera się też zawór spustu osadu nadmiernego i łączy się pompa przetłaczająca go do zbiorników stabilizacji. Następuje to w zadanych w programie wizualizacji minutach fazy i dla zadanych poziomów docelowych napełnienia po odprowadzeniu osadu.
- faza dekantacji, tj. odprowadzenia ścieków oczyszczonych z bioreaktora do urządzenia pomiarowego ilości ścieków i następnie do odbiornika. Czas tej fazy trwa do osiągnięcia poziomu minimalnego 3,0m nad dnem zbiornika. Zazwyczaj faza ta wg. obserwacji trwa od ok. 20 do 35 minut. Wówczas odpływa do odbiornika ok. 23 m<sup>3</sup> ścieków. Objętość wymienna max wynosi 36 m<sup>3</sup>, zatem jeżeli ścieków jest odprowadzane średnio 23 m<sup>3</sup> na jeden zrzut, to pozostała część, a więc 36 – 23 = 13 m<sup>3</sup> stanowi osad nadmierny. Znaczna część z tej objętości powraca do układu, jako ciecz nadosadowa ze zbiorników stabilizacji. Często osad czynny, który nie mieści się już w stabilizacji, także odpływa z niej przelewem. Osad ten następnie przepływa do zbiorników retencyjnych i powraca do procesu biologicznego.
- Faza oczekiwania, której czas trwania nie jest jednoznacznie określony. Jest to okres czasu od zakończenia dekantacji do rozpoczęcia nowego cyklu. Czas ten zależy od nastawy długości faz dla reaktorów SBR, ilości ścieków w zbiornikach retencyjnych i od stanu napełniania pozostałych reaktorów, których cykl jest realizowany w pierwszej kolejności. Jak zaobserwowano na panelu informacyjnym cyklów SBR wizualizacji procesu, czas trwania tej fazy w praktyce wynosi od kilku minut do nawet ponad 300 minut. Najlepsza praca oczyszczalni będzie zachodziła



wówczas gdy czasy przestoju zostaną zminimalizowane, a więc od wzajemnego dopasowania wymienionych powyżej czynników.

Po wykonaniu pełnego cyklu pracy reaktor rozpoczyna jego ponowną realizację.

W programie wizualizacji pracy oczyszczalni znajduje się panel do nastawiania czasów poszczególnych faz i poziomów napełniania zbiorników SBR.

### **3.3.6. Instalacja pomiarowa ilości ścieków**

Instalacja służy do mierzenia ilości ścieków oczyszczonych odpływających do odbiornika. Jest to przepływomierz elektromagnetyczny o wielkości DN150, zamontowany w hali reaktorów na rurociągu ścieków oczyszczonych. Przepływomierz jest marki ENKO Gliwice.

### **3.3.7. Instalacja dozowania PIX**

Substancja o nazwie handlowej PIX jest zwykle w oczyszczaniu ścieków stosowana do chemicznego usuwania fosforu. Proces ten polega na łączeniu się żelaza zawartego w PIX-ie z fosforanem, w wyniku czego powstaje substancja słabo rozpuszczalna w wodzie i wytrącająca się jako zawiesina, która zostaje domieszana do osadu czynnego i usuwana z reaktora łącznie z osadem nadmiernym. Oczyszczalnia w Lipnicy wielkiej nie ma aktualnie nałożonego limitu na zawartość fosforu w ściekach oczyszczonych. W tej sytuacji PIX może być stosowany jedynie w celach poprawy kondycji osadu czynnego. Jego stosowanie wg. eksploataatorów oczyszczalni poprawia własności sedymentacyjne osadu, a także poprawia klarowność ścieków oczyszczonych. Instalacja dozowania PIX w oczyszczalni to paletopojemnik o wielkości 1m<sup>3</sup>, który magazynuje substancję, oraz dwie pompki dozujące zamontowane przy tym pojemniku. PIX jest dozowany do rurociągu ścieków surowych przed reaktorami SBR. PIX jest dostarczany do oczyszczalni w postaci płynnej, gotowej do zastosowania.

### **3.3.8. Zbiorniki stabilizacji osadu**

Stabilizacji osadu, w przypadku jego tlenowej odmiany, to proces polegający na odpowiednio długim natlenianiu osadu nadmiernego, usuniętego z reaktorów SBR do zbiorników stabilizacji. W procesie tym osad nadmierny ma zużyć możliwie dużo substratów pokarmowych zgromadzonych w kłaczkach i w komórkach mikroorganizmów. Dzięki temu uzyskuje się osad ustabilizowany, który jest mniej podatny na zagniwanie, gdyż bakterie gnilne nie znajdują w nim łatwo rozkładalnego substratu pokarmowego. Dla osadów czynnych substratem pokarmowym są oczywiście zanieczyszczenia zawarte w ściekach. Dzięki procesowi stabilizacji osiągamy następujące korzyści:

1. Redukcja masy osadu powstającego w oczyszczalni gdyż osad zużywa zawarte w nim substraty.
2. Lepszy stopień odwodnienia w prasie filtracyjnej, gdyż osad dobrze ustabilizowany zawiera mniej wody związanej w komórkach.
3. Wytworzony odpad ma lepsze właściwości, korzystniejsze dla jego transportu, składowania i zagospodarowania.

W oczyszczalni ścieków w Lipnicy Wielkiej są dwa zbiorniki stabilizacji osadu nadmiernego. Zbiorniki te mają identyczną formę i wymiary jak reaktory SBR. Jeden z nich został zamontowany w pierwszym, a drugi w drugim etapie budowy oczyszczalni. Zbiorniki te posiadają następujące wymiary i pojemności:

• wysokość czynna max	$H_{\max} = 5,0 \text{ m}$
• wysokość czynna min	$H_{\min} = 3,0 \text{ m}$
• powierzchnia zwierciadła ścieków	$F = \sim 18 \text{ m}^2$
• pojemność czynna max	$V_{\max} = 90 \text{ m}^3$
• pojemność czynna min	$V_{\min} = 54 \text{ m}^3$
• współczynnik wymiany max	$f = 0,4$
• średnica wewnętrzna	$D = \sim 4,8 \text{ m}$
• stężenie osadu max	$X = 4 \text{ kg sm/m}^3$

W zbiornikach, na ich dnie zamontowane są ruszty napowietrzające. Jest to jedyne wyposażenie znajdujące się wewnątrz każdego z tych dwóch zbiorników stabilizacji.

Do zbiornika podłączone są następujące instalacje:

1. Doprowadzająca osad nadmierny z reaktorów SBR. Jest rurociąg tłoczny pompy osadu nadmiernego. Rurociąg doprowadzony jest do obydwu zbiorników, na tych przyłączach są zasuwy nożowe pozwalające na zamknięcie dopływu do wybranego zbiornika.
2. Przelew wody nadosadowej w górnej części zbiornika. Instalacja ta odbiera ciecz nadosadowa, wypływającą na skutek podawania do zbiornika nowej porcji osadu nadmiernego. Odpływ cieczy nadosadowej wymaga, aby osad przed podaniem nowej porcji był zsedymetowany. Tak więc przed podaniem osadu nie może pracować napowietrzanie.
3. Pobór osadu do instalacji odwadniania. Jest to rurociąg przyłączony do każdego zbiornika przy jego dnie. Na tym przyłączy jest zamontowana zasuwa pozwalająca na wybór, z którego zbiornika będzie pobierany osad do odwadniania.
4. Doprowadzenie sprężonego powietrza. Przyłączone jest do króćca powyżej dna zbiornika. Wewnątrz zamontowany jest ruszt natleniający z dyfuzorami dyskowymi, które wprowadzają tlen do osadu. Instalacja napowietrzania pracuje po załączeniu przynależnej do zbiornika dmuchawy w stacji dmuchaw. Dmuchawa ta łączy się cyklicznie w powiązaniu z cyklem pracy reaktorów SBR.
5. Instalacja odpowietrzenia doprowadzona przewodem zbiorczym ponad dach budynku.

### 3.3.9. Stacja dmuchaw

Stacja dmuchaw służy do dostarczenia powietrza do rusztów natleniających w reaktorach SBR. W stacji zamontowane zostało łącznie dziewięć dmuchaw o odpowiednich parametrach. Sześć z nich to dmuchawy przynależne do reaktorów biologicznych SBR, dwie przynależne do komór stabilizacji i jedna dmuchawa przynależna do zbiornika retencyjnego, znajdującego się na zewnątrz budynku. Zbiornik zlokalizowany pod posadzką budynku nie jest napowietrzany i nie posiada przyporządkowanej dmuchawy. Oznaczenia dmuchaw i ich przyporządkowanie są następujące:

Dmuchaw D1 – przyporządkowana do reaktora SBR 1  
Dmuchaw D2 – przyporządkowana do reaktora SBR 2  
Dmuchaw D3 – przyporządkowana do reaktora SBR 3  
Dmuchaw D4 – przyporządkowana do reaktora SBR 4  
Dmuchaw D5 – przyporządkowana do reaktora SBR 5  
Dmuchaw D6 – przyporządkowana do reaktora SBR 6  
Dmuchaw D7 – przyporządkowana do zbiornika stabilizacji nr 1  
Dmuchaw D8 – przyporządkowana do zbiornika stabilizacji nr 2  
Dmuchaw D9 – przyporządkowana do zbiornika retencyjnego.

Dmuchawy przyporządkowane do: reaktorów SBR, do zbiornika stabilizacji nr 2 i do zbiornika retencyjnego mają takie same dane techniczne. Dane te są następujące:

- producent ESKO Sp.z o.o. Poznań
- typ HB 25
- wydajność  $4 \text{ m}^3/\text{min} \rightarrow 240 \text{ m}^3/\text{h}$
- spręż 600 mbar
- prędkość obrotowa 3900 obr/min
- moc silnika 7,5 kW

Dmuchawa przyporządkowana do zbiornika stabilizacji nr 1 ma następujące dane techniczne:

- producent ESKO Sp.z o.o. Poznań
- typ HB 15
- wydajność  $2,5 \text{ m}^3/\text{min} \rightarrow 150 \text{ m}^3/\text{h}$
- spręż 600 mbar
- prędkość obrotowa 3300 obr/min
- moc silnika 5,5 kW

Zainstalowane dmuchawy wyposażone są w obudowy dźwiękochłonne.

Wydajność dmuchaw jest stała, nie zostały wyposażone w przemienniki częstotliwości. Reaktory SBR i zbiorniki stabilizacji nie są wyposażone w sondy tlenowe.

W stacji dmuchaw ustawione są także dwa kompresory. Jeden z nich jest przynależny do prasy filtracyjnej do odwadniania osadu. Sprężone powietrze jest wykorzystane do siłowników napinania taśm filtracyjnych, oraz do napędu siłowników korekcji toru tych taśm. Kompresor drugi jest przeznaczony do zasilania w sprężone powietrze napędów pneumatycznych zasuw sterowanych automatycznie.

Kompresor dla prasy filtracyjnej ma moc 2,2 kW i zbiornik powietrza 100 litrów. Kompresor dla zasilenia napędów zasuw ma silnik o mocy 4 kW i zbiornik powietrza 270 litrów.

### 3.3.10. Stacja odwadniania osadu

Stacja odwadniania zlokalizowana jest na poziomie przyziemia, w budynku oczyszczalni, w pomieszczeniu przeznaczonym na ten cel. Stacja stanowi końcowy obiekt linii osadowej i wyposażona jest w następujące urządzenia:

- Do odwadniania osadu zastosowano filtracyjną prasę taśmową o następujących danych technicznych:
  - producent ELTECH Sp.z o.o.
  - typ POLPRAS 50
  - wydajność objętościowa  $1 \div 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$
  - masa prasy 620 kg
  - szerokość taśm filtracyjnych 500 mm
  - szerokość prasy 1035 mm
  - moc napędu 0,37 kW
  - zapotrzebowanie wody do płukania taśm  $2,4 \text{ m}^3/\text{h}$
  - zapotrzebowanie sprężonego powietrza  $0,4 \div 1,1 \text{ m}^3/\text{h}$
- Dynamiczny mieszacz osadu z polielektrolitem
  - producent ELTECH Sp.z o.o.
  - typ P - 50
  - obroty mieszadła  $21 \div 174 \text{ obr}/\text{min}$
  - pojemność komory mieszania  $\sim 70$  litrów
  - moc silnika 0,55 kW
  - masa własna 165 kg
- Pompę ślimakową nadawy osadu
  - typ MN042-1
  - wydajność pompy wynosi max  $12 \text{ m}^3/\text{h}$
  - przeciwciśnienie max 6,0 bar
  - moc silnika kW
  - regulacja wariator
  - masa 39 kg
- Manualny zestaw do przygotowania polielektrolitu
  - producent ELTECH Sp.z o.o.
  - typ RSP 1000
  - wyposażenie mieszadło, pompa dozująca
  - pojemność zbiornika  $1 \text{ m}^3$

- Ślimakowy przenośnik osadu odwodnionego transportujący osad do kontenera
  - typ PS-200
  - moc silnika kW
  - średnica spirali 200 mm
  - prędkość obrotowa spirali 25,5 obr/min
  - wydajność max 2,2 m<sup>3</sup>/h

Proces odwadniania mechanicznego polega na odsączeniu wody wolnej z osadu pod działaniem ciśnienia, jakie wywierane jest przez taśmy w prasie. Możliwość odwadniania osadu w tym procesie zachodzi tylko po wcześniejszym kondycjonowaniu osadu polielektrolitem. Polielektrolit jest substancją dostarczaną do oczyszczalni w formie granulatu lub emulsji, aby można było go użyć należy go rozpuścić w wodzie uzyskując stężenie robocze. Osad odwodniony jest transportowany przenośnikiem ślimakowym do kontenera, który ustawiony jest pod zrzutem obok budynku. Stanowisko kontenera jest niezadaszone.

## 4. INFORMACJE NA TEMAT OBECNEJ SYTUACJI ZASTANEJ W OCZYSZCZALNI

### 4.1. Odbiornik ścieków oczyszczonych i warunki odprowadzania ścieków

Oczyszczalnia ścieków w miejscowości Lipnica Wielka posiada wylot ścieków oczyszczonych do potoku Lipnica w km. 0+200. Oczyszczalnia posiada pozwolenie wodnoprawne znak OŚ.6341.2.30.2017.DZ, udzielone decyzją Starosty Nowotarskiego z dn. 2017.05.10. Pozwolenie to wydano na czas określony, obowiązuje do dnia 2027.04.30. Pozwolenie wodnoprawne zezwala na wprowadzanie ścieków oczyszczonych w następujących ilościach:

- maksymalnie godzinowo  $Q_{maxh} = 86,7 \text{ m}^3/\text{h}$
- średnio dobowo  $Q_{sr.d} = 1000 \text{ m}^3/\text{d}$
- dopuszczalne roczne  $Q_r = 365000 \text{ m}^3/\text{rok}$

Wielkość oczyszczalni wg jej projektu wyrażona przez RLM wynosi 5000, oczyszczalnia zlokalizowana jest na obszarze aglomeracji Lipnica Wielka o liczbie RLM = 6800. Dla takich warunków pozwolenie wodnoprawne określa następujące, dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika:

- stężenie zaw.<sub>og</sub> 35 mg/dm<sup>3</sup>
- stężenie BZT<sub>5</sub> 15 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>
- stężenie ChZT 125 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>

W sytuacji awarii, dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń mogą być wyższe o 50% i wówczas nie mogą przekraczać następujących wartości:

- stężenie zaw.og 52,5 mg/dm<sup>3</sup>
- stężenie BZT<sub>5</sub> 22,5 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>
- stężenie ChZT 187,5 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>

Należy tutaj zwrócić uwagę, że wartość wskaźnika zanieczyszczeń BZT<sub>5</sub> została w obowiązującym pozwoleniu wodnoprawnym ustalona niewłaściwie. Wartość tego wskaźnika ustalono na 15 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> i przy awarii 22,5 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. Zgodnie z Rozporządzeniem 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 (Dz. U. z 2014 r. poz. 1800), które zostało przywołane w uzasadnieniu z pozwolenia wodnoprawnego, wartość BZT<sub>5</sub> powinna wynosić 25mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> dla oczyszczalni lub aglomeracji o RLM poniżej 9999. Oczyszczalnia w Lipnicy Wielkiej ma wielkość RLM = 5000, natomiast aglomeracja Lipnica Wielka RLM = 6800. Obydwie te wartości są poniżej 9999. Pozostałe wskaźniki zanieczyszczeń tj. ChZT i zawiesina ogólna są wyznaczone prawidłowo. Jeżeli wartość BZT<sub>5</sub> byłaby określona na właściwym poziomie, wówczas nie zostałyby odnotowane dwa przypadki przekroczenia w 2018 roku (tabela 4.1 na kolejnej stronie), zaś dwa przekroczenia tego wskaźnika w 2020 roku mieściłyby się jeszcze w zakresie ustalonej przez laboratorium badawcze niepewności pomiarowej.

Użytkownik oczyszczalni może aktualnie wystąpić o zmianę pozwolenia wodnoprawnego, jednak przy problemach eksploatacyjnych z utrzymaniem właściwego poziomu jakości ścieków oczyszczonych Wody Polskie mogą określić krótki czas ważności nowego pozwolenia, np. na 1 rok.

Tak więc może nie być w interesie Gminy prostowanie tej kwestii. Po upływie czasu ważności obowiązującego pozwolenia w 2027 roku należy wnioskować o nowe pozwolenie, określające właściwe poziomy jakości ścieków wprowadzanych do odbiornika.

## **4.2. Ocena aktualnego działania oczyszczalni**

Jakość ścieków oczyszczonych jest regularnie sprawdzana przez Użytkownika. Oczyszczalnia o tej wielkości ma obowiązek wykonywać badania cztery razy w ciągu roku, jeżeli jednak w którymkolwiek badaniu zostanie stwierdzone przekroczenie, wówczas należy w następnym roku wykonać badania 12 razy. W oczyszczalni ścieków w Lipnicy Wielkiej występowały takie sytuacje, wymagające zwiększonej częstotliwości badań. Pobór próbek i badania wykonane były przez pracowników Laboratorium „JARS” Legionowo, filia Południe w Mysłowicach. Wyniki badań ścieków oczyszczonych zestawiono w tabeli nr 4.1.

Tabela nr 4.1. Wyniki laboratoryjnych badań ścieków oczyszczonych wykonanych w okresie od 08-01-2018r do 12-08-2020r.

DATA	Q <sub>d</sub>	BZT <sub>5</sub>	ChZT	Zawiesiny og.
08÷09.01.2018	886	3	51	19
07÷08.02.2018	575	13	47	15
07÷08.03.2018	495	16	70	21
05÷06.04.2018	620	14	49	14
09÷10.05.2018	458	4	63	33
08÷09.08.2018	424	6	59	22
08÷09.11.2018	461	18	53	15
11÷12.02.2019	885	3	50	18
08÷09.05.2019	553	10	52	21
07÷08.08.2019	454	9	78	52
29÷30.08.2019	395	4	50	8,8
13÷14.11.2019	997	3	36	4,8
30÷31.03.2020	523	26	122	21
13÷14.05.2020	541	26	114	63
28÷29.06.2020	406	14	82	32
15÷16.07.2020	512	5	57	23
11÷12.08.2020	415	7	60	14
MINIMUM	395	3	36	4,8
ŚREDNIA	565	11	64	23
MAKSIMUM	997	26	122	63

Czerwonym kolorem oznaczono wartości przekroczone w porównaniu do warunków określonych w pozwoleniu wodnoprawnym. Jako przepływ podano wartość średnią z dwóch dni, w których dana próba była pobierana.

Jak wynika z danych w tabeli, wymagania odnośnie jakości ścieków nie zawsze były spełniane, 5 z 17 zbadanych prób wykazały przekroczenia. W 3 przypadkach przekroczenie dotyczyło tylko wskaźnika BZT<sub>5</sub>, w 1 przypadku przekroczone była jednocześnie wartość dopuszczalna BZT<sub>5</sub> i zawiesiny ogólnej, oraz w 1 przypadku przekroczone była tylko zawiesina ogólna.

Na podstawie wartości wyników nie można jednoznacznie wskazać, na czym polegało niedomaganie w działaniu instalacji oczyszczania ścieków. W tych przypadkach, gdzie było przekroczenie tylko BZT<sub>5</sub>, zapewne wystąpiło niedostateczne oczyszczenie ścieków. W sytuacjach, gdy przekroczone była wartość dla zawiesiny ogólnej, najbardziej prawdopodobne było wtórne zanieczyszczenie ścieków oczyszczonych osadem czynnym, przedostającym się do odpływu w fazie dekantacji. Takie wtórne zanieczyszczenie może mieć różne przyczyny, np. zbyt duża ilość osadu w zbiornikach SBR, osad spęczniały o złych właściwościach sedymentacyjnych, zaburzenia w trakcie fazy sedymentacji i dekantacji. Niedostateczne oczyszczanie mogło natomiast wynikać z przeciążenia części biologicznej oczyszczalni ładunkami zanieczyszczeń, mógł występować brak równowagi pomiędzy ilością substratu pokarmowego (zanieczyszczeń ze ścieków) a ilością biomasy

mikroorganizmów, a także brak równowagi pomiędzy zapotrzebowaniem na tlen a ilością doprowadzanego tlenu przez instalację napowietrzającą.

W dniach 26.08.2020, 17.09.2020 i 6.10.2020, przeprowadzono na miejscu obserwacje działania oczyszczalni, w trakcie których zwracano uwagę na takie kwestie jak:

- wizualna ocena jakości ścieków oczyszczonych w próbkach pobranych z reaktorów,
- zdolność osadu do sedimentacji,
- przebiegi wykresów wielkości mierzonych i rejestrowanych w programie wizualizacji,
- sprawność obiektów technologicznych i zamontowanych w nich urządzeń mechanicznych i pomiarowych,
- ilości i stopień odwodnienia powstających odpadów, szczególnie osadów ściekowych,
- poprawność funkcjonowania urządzeń i przebiegu cykli SBR.

W wyniku tego przeglądu stwierdza się, że w oczyszczalni możliwe było zaistnienie przekroczenia emisji zanieczyszczeń z kilku powodów występujących jednocześnie lub niezależnie. Możliwe niedomagania, które znajdują swoje potwierdzenie w przeprowadzonych obserwacjach są bardziej złożone i ich omówienie jest przedstawione na kolejnych stronach niniejszego opracowania.

- Oczyszczalnia wg projektu budowlanego z listopada 1997 roku, opracowanego przez Eko Konsulting Projekt CONSEKO S.A. Kraków, została obliczona na obciążenie jednostkowe osadu czynnego  $A' = 0,2 \text{ kg BZT}_5/(\text{kg sm} \cdot \text{d})$ . Wielkość ta wyraża liczbowo ilość zanieczyszczenia  $\text{BZT}_5$  przypadającego na 1 kilogram suchej masy osadu w ciągu doby. Inaczej można to określić, jako dobową porcję zanieczyszczeń (substratu, pożywki) przypadającej na jednostkę suchej masy osadu czynnego. Sucha masa osadu czynnego zawartego w reaktorze jest to taka ilość, którą otrzymuje się po odsączeniu tego osadu na sączku filtracyjnym z wody i wysuszeniu w temperaturze  $105^\circ\text{C}$ , aż do odparowania całości wody.

Należy też zwrócić uwagę, że projekt z 1997 roku opisywał budowę oczyszczalni innego typu niż została zrealizowana. Miała to być oczyszczalnia przepływowa z dwoma ciągami technologicznymi. Każdy ciąg miał być utworzony z komory natleniania i z osadnika wtórnego. Technologiczne komory żelbetowe miały być zamknięte w budynku o wymiarach i lokalizacji na działce jak budynek obecnie istniejący. Wynika stąd, że na etapie realizacji już pierwszego etapu nastąpiła zmiana technologii. Nasuwa się pytanie czy był wówczas wykonany nowy projekt zamienny, czy też oparto się wyłącznie na projekcie CONSEKO z 1997 roku?

Z dokumentacji projektowej wynikają trzy istotne technologiczne fakty:

1. Oczyszczalnia miała być przepływowa.
2. Obciążenie osadu miało wynosić  $0,2 \text{ kg BZT}_5/(\text{kg sm} \cdot \text{d})$ .
3. Sumaryczna pojemność komór napowietrzania, a więc reaktorów biologicznych miała wynosić  $530\text{m}^3$ . Osadniki wtórne nie były zawarte w tej kubaturze (reaktorów) lecz miały stanowić dodatkową pojemność, w której nie zachodzi oczyszczanie ścieków, lecz następuje oddzielenie osadu czynnego od ścieków oczyszczonych. Oddzielony osad jest w takich układach zawracany na powrót przed reaktor biologiczny, zaś jego część, jako osad nadmierny powinna być usuwana z układu reaktora do linii osadowej. Pomijając sam fakt, że projektowana wartość obciążenia  $A' = 0,2 \text{ kg BZT}_5/(\text{kg sm} \cdot \text{d})$  jest już zbyt wysoka, to wprowadzona zmiana technologii spowodowała następujące konsekwencje:



1. Wykonano oczyszczalnię w technologii SBR zamiast przepływowej.
2. Sumaryczna pojemność czynna wszystkich reaktorów SBR wynosi  $6 \times 90 = 540 \text{ m}^3$ .

Zatem starano się tutaj dostosować pojemność czynną reaktorów do wielkości zaprojektowanej. Różnica wynosi tylko  $10 \text{ m}^3$  na korzyść układu zrealizowanego i wynika zapewne z modułowości oczyszczalni BIOVAX. Uwzględniając jednak różnice pomiędzy tymi technologiami, stwierdza się, że ta zmiana wpływa niekorzystnie na rzeczywiste obciążenie osadu czynnego. Polega to na tym, że w technologii SBR istnieje cykliczność pracy reaktorów, które przez pewien czas w ciągu cyklu i doby funkcjonują nie jak reaktory biologiczne, lecz jako osadniki wtórne. Dzieje się tak w fazach sedymentacji (90 minut / cykl) i dekantacji (30 minut / cykl). Jeżeli projektowana byłaby oczyszczalnia w technologii SBR, to wyznaczoną pojemność sumaryczną reaktorów należało skorygować przez współczynnik reaktorów działających cyklicznie. Współczynnik ten wylicza się dla projektowanego cyklu pracy. Jest to iloraz czasu w jednym cyklu, przez który reaktor działa w fazie reakcji (natleniania) do czasu trwania całego cyklu. Jeżeli przykładowo cykl będzie trwał 8h, w tym faza napełniania (bez napowietrzania) 30min + faza sedymentacji 90min + faza dekantacji 30min, wówczas faza reakcji trwa  $8 \times 60 - (30 + 90 + 30) = 480 - 150 = 330 \text{ min}$ . Współczynnik dla reaktora działającego cyklicznie wynosi w takim przypadku  $330 / 480 = 0,69$ . Efektywna pojemność czynna takiego układu reaktorów w przypadku tego cyklu wynosi  $0,69 \times 540 = 373 \text{ m}^3$ . Jeżeli czas trwania cyklu jest krótszy od 8h, co często zachodzi przy większym obciążeniu hydraulicznym oczyszczalni, a także w sytuacjach braku dostosowania się czasów faz przy zmianie na mniejszy przepływ i pojawienia się faz oczekiwania reaktorów na nowy cykl, wówczas współczynnik jest jeszcze bardziej niekorzystny i może wynosić nawet poniżej 0,5. W trakcie wizyt w oczyszczalni zaobserwowano na wizualizacji czasy oczekiwania nawet 300 min. Taka bezczynność reaktorów jest bardzo niekorzystna dla efektywności ich działania. Jeżeli jednak byłby to cykl 8-mio godzinny, to pojemność sumaryczna czynna wszystkich reaktorów SBR powinna wynosić  $\Sigma V_{cz} = 530 / 0,69 = 770 \text{ m}^3$ , aby dotrzymać obciążenia  $A' = 0,2 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm}^3 \cdot \text{d})$  jak zaprojektowano. Wynika stąd, że przy istniejącej obecnie pojemności reaktorów obciążenie rzeczywiste osadu czynnego jest wyższe niż projektowano i wynosi co najmniej  $A' = 0,2 / 0,69 = 0,29 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm}^3 \cdot \text{d})$ . Oczyszczalnia, zatem działa na granicy dopuszczalnej obciążalności. Dobrą praktyką jest projektowanie oczyszczalni zgodnie z wytycznymi ATV, które w odniesieniu do oczyszczalni ścieków z osadem czynnym uwzględniają przyrosty osadu i wiek osadu. Niemniej stosuje się także metodę obliczania oczyszczalni na podstawie obciążenia osadu  $A'$ . Zalecane są tutaj wartości obciążeń na podstawie Imhoffa, wynoszą one:

$A' < 0,3 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm}^3 \cdot \text{d})$  – wówczas możliwe jest tzw. pełne biologiczne oczyszczanie ścieków, tzn. że uzyskuje się redukcję  $\text{BZT}_5$  i  $\text{ChZT}$  na poziomie nie niższym niż 90%.

$A' < 0,15 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm}^3 \cdot \text{d})$  – wówczas uzyskuje się pełne biologiczne oczyszczanie ścieków i nitryfikację (pierwszą fazę usuwania azotu).

$A' < 0,05 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm}^3 \cdot \text{d})$  – w takim przypadku uzyskuje się pełne biologiczne oczyszczanie ścieków, nitryfikację i symultaniczną stabilizację osadu, zatem nie jest konieczna wydzielona komora stabilizacji osadu, stabilizuje się on równocześnie z oczyszczaniem ścieków.

Z tych informacji wynika, że oczyszczalnia pracuje przy górnej granicy max

obciążalności lub powyżej niej, jeżeli cykl pracy SBR zmienia się niekorzystnie przy danych obciążeniach hydraulicznych.

- Przy zastosowaniu obciążenia osadu większego od  $0,15 \text{ kg BZT}_5/(\text{kg sm} \cdot \text{d})$  nie zachodzi nitrifikacja i usuwanie amoniaku. Oczyszczalnia w Lipnicy Wielkiej nie ma określonego limitu dla azotu, jednak osady, które poddawane są tylko fazie tlenowej często pęcznieją poprzez wzrost nitkowatych form morfologicznych mikroorganizmów, a także przez rozproszenie kłaczków osadu. Pogarsza się wówczas indeks objętościowy osadu i osad zbyt powoli opada w kierunku dna w fazach sedymentacji. Może w takich sytuacjach dochodzić do zasysania osadu w fazie dekantacji. W takim przypadku wypływa on z oczyszczalni, zanieczyszczając wtórnie ścieki oczyszczone. Należy pamiętać, że osad czynny jest biomasą oczyszczającą ścieki, lecz zarazem jest on przetworzoną formą zanieczyszczeń doprowadzanych ze ściekami surowymi. Osad ten jest zawiesiną, więc wypływając ze ściekami oczyszczonymi z reaktora biologicznego bezpośrednio przyczynia się do przekroczeń w zakresie zawiesiny ogólnej. Osad ten oddycha tlenowo, jest więc czynnikiem pobierającym tlen i w związku z tym jego obecność w ściekach oczyszczonych wpłynie na wzrost wskaźnika  $\text{BZT}_5$  (biologiczne zapotrzebowanie tlenu). Przyjmuje się, że  $\text{BZT}_5$  wynosi ok. 30% zawiesiny zawartej w ściekach oczyszczonych, przy częściowo ustabilizowanym osadzie. Ponadto biomasa jest materią organiczną, która utlenia się przy obecności utleniaczy chemicznych, więc wzrośnie wartość wskaźnika  $\text{ChZT}$  (chemiczne zapotrzebowanie tlenu).
- Linia przerobu osadu w oczyszczalni ma zbyt małą przepustowość. Dotyczy to zarówno zbiorników tlenowej stabilizacji osadu jak też instalacji odwadniania osadu, przede wszystkim filtracyjnej prasy taśmowej. Operatorzy nastawiają długie czasy spustu osadu z reaktorów SBR. Spusty te jednak nie są efektywne, gdyż osad nie mieszcząc się w zbiornikach stabilizacji, wypływa przez ich przelewy zamiast wody nadosadowej i dostaje się na powrót do zbiorników retencyjnych i do reaktorów SBR. Prasa też ma małą przepustowość, pracuje zwykle z maksymalną prędkością przesuwu taśm filtracyjnych. Ta sytuacja powoduje, że w reaktorach może być zbyt dużo osadu i wypływa on ze ściekami oczyszczonymi. Zachodzą wówczas przekroczenia takie same jak opisano powyżej. Praca prasy z maksymalną wydajnością, oraz osad o niskim stopniu ustabilizowania, powoduje słabsze odwodnienie osadu. Wówczas w odpadzie wywożonym z oczyszczalni jest duża zawartość wody, zaś za odbiór osadu ponosi się wysokie opłaty niezależnie od poziomu odwodnienia.

W oczyszczalni o średniej wielkości obciążenia dobowego ładunkiem na poziomie  $\text{RLM} = 5000$ , dobową ilość dopływającego ładunku  $\text{BZT}_5$  wynosi:

$$\text{Ł}_{\text{BZT}_5} = 5000 \times 0,06 = 300 \text{ kg/d}$$

Przyjmując współczynnik jednostkowy przyrostu osadu  $dX = 0,8 \text{ kg sm/kg BZT}_5$  usuniętego (przybliżona średnia wartość wg ATV), oraz stopień redukcji  $\text{BZT}_5$  na poziomie 90%, dobowy przyrost suchej masy osadu powinien wynosić:

$$\Delta X = 0,8 \times 300 \times 0,9 = 216 \text{ kg sm/d}$$

Jeżeli osad jest dobrze ustabilizowany, a urządzenie do odwadniania jest dobrej klasy i nie jest przeciążane, wówczas uwodnienie osadu może osiągać wartość ok. 82% i dobową masę powstającego osadu wynosi wówczas:

$$M_{\text{os}} = 216 / [10 \times (100 - 82)] = 1,2 \text{ tony/d}$$

Jeżeli linia osadowa jest przeciążana, wówczas skuteczność odwadniania jest słaba. W dniu 6.10.2020 pobrano próbkę osadu odwodnionego z wylotu prasy i poddano ją badaniu na stopień uwodnienia. Otrzymano wartość uwodnienia 86,2%. W takim przypadku dobową masę osadu będzie wynosiła:

$$M_{os}' = 216 / [10 \times (100 - 86,2)] = 1,57 \text{ tony/d}$$

Różnica wynosi więc 0,37 tony dobowo. Przy obecnych kosztach wywozu ma to także znaczenie ekonomiczne. Jeżeli w oczyszczalni w pełni obciążonej liczbą RLM = 5000 nie powstaje taka dobową ilość osadu, to oznacza dwie możliwości:

1. Faktyczne obciążenie oczyszczalni jest niższe od 5000 mieszkańców.
  2. Brakujący osad nadmierny wypłynął ze ściekami oczyszczonymi do odbiornika, powodując ich wtórne zanieczyszczenie.
- Reaktory SBR w formie zamkniętych walczków są trudne do nadzorowania i kontrolowania zarówno ich pracy i efektywności jak też sprawności technicznej rusztu napowietrzającego, stanowiącego ich wyposażenie. Ocenę działania natleniania przeprowadza się wizualnie obserwując powierzchnię zwierciadła napowietrzanych ścieków z osadem czynnym. Tutaj, przez otwór rewizyjny widać tylko niewielki fragment tego zwierciadła, a ponadto występuje na nim kożuch. Wprawdzie można by wykonać próbę przy częściowo opróżnionym reaktorze, jednak należy dysponować dobrym źródłem oświetlenia i nie może być kożucha. W cyklu automatycznym reaktor rozpoczyna natlenianie dopiero po napełnieniu do poziomu max, zatem w celach kontrolnych należałoby załączyć dmuchawę w trybie manualnym przy zdekantowaniu reaktorze. Producenci dysków napowietrzających określają ich żywotność na ok. 10 lat. Te zainstalowane w reaktorach z pierwszego etapu działają już ponad 20 lat, zaś te z drugiego etapu ponad 14 lat. Zużycie membran, które są wykonane z EPDM następuje poprzez stwardnienie i utratę elastyczności w związku z długotrwałym działaniem związków chemicznych ze ścieków. Następuje także zarastanie membran osadem czynnym, osiadłym. Możliwe są też uszkodzenia mechaniczne. Jeżeli dyfuzory są niesprawne to do osadu nie dostarczamy odpowiedniej ilości tlenu, gdyż ograniczają wypływ pęcherzyków, albo pęcherzyki nie są dostatecznie rozdrobione i ich sumaryczna powierzchnia wymiany gazowej jest mniejsza od nominalnej. W oczyszczalni zauważalne jest niedotlenienie osadu i może to być jedną z przyczyn niskiej skuteczności oczyszczania ścieków.
  - Reaktory są ubogo wyposażone, nie posiadają pomiaru stężenia tlenu i dekanterów. Nie mają też mieszadeł. Można przyjąć, że przy tak dużym obciążeniu osadu czynnego mieszadła nie będą miały sensu, ponieważ występuje tylko faza tlenowa. Przy braku nityfikacji nie ma potrzeby stosowania fazy niedotlenionej, w której by pracowało mieszadło. Brak mieszadeł wynika też z konstrukcji zbiorników, nie ma tutaj możliwości jego opuszczania do zbiorników poprzez zbyt mały otwór rewizyjny, oraz ich zamocowania. Mieszadła to urządzenia generujące często drgania, więc mogłyby spowodować uszkodzenie cienkiego płaszcza zbiornika.  
Brak tlenomierzy wynika zapewne z oszczędności, gdyż jeden tlenomierz dobrej marki to koszt rzędu kilkunastu tysięcy zł. Utrzymanie tlenomierza to także okresowe wydatki na materiały eksploatacyjne jak np. końcówki sensorów pomiarowych. Można tutaj przyjąć koszt ok. 1000 zł rocznie na każdy tlenomierz. Barierą ekonomiczną zastosowania tutaj tlenomierzy jest duża liczba reaktorów i komór tlenowej stabilizacji. Jeżeli chcielibyśmy zamontować tlenomierze tylko w

reaktorach biologicznych to potrzeba ich 6 kompletów. Jeżeli byłaby to klasyczna oczyszczalnia jak projektowano, to byłyby tylko dwa ciągi o odpowiedniej kubaturze i potrzebne tylko dwa tlenomierze. Tlenomierze mają największy sens wówczas, gdy dmuchawy powietrza są wyposażone przemienniki częstotliwości i są regulowane w zależności od wskazań pomiaru tlenu. W oczyszczalni w Lipnicy Wielkiej takich urządzeń także nie ma. Przy braku kontroli natleniania może dochodzić zarówno do pęcznienia osadu z powodu zbyt wysokiego stężenia tlenu, jak też do niedostatecznego oczyszczania ścieków z przyczyny deficytu tlenu. Pęcznienie osadu prowadzi do wtórnego zanieczyszczania ścieków osadem, natomiast utrzymujące się dłużej niedotlenienie powoduje brak pełnego oczyszczania ścieków i możliwe przekroczenia wskaźnika BZT<sub>5</sub>, a także ChZT. Przez brak tlenomierzy nie ma informacji o przebiegu procesu napowietrzania. Następną kwestią to brak dekanterów w reaktorach. Urządzenia te są typowym elementem technologii SBR. Dekanter jest zbudowany z pływaka, który utrzymuje go zawsze na powierzchni zwierciadła ścieków, z wlotu ścieków do jego rurociągu i z rury przegubowej lub elastycznej połączonej z króćcem odpływowym na ścianie reaktora. Pływak dekantera jest jednocześnie ramką, która nie pozwala, aby kożuch z powierzchni zwierciadła ścieków przedostał się do odpływu. Dekanter ma tą przewagę nad zastosowaną dekantacją w oczyszczalni w Lipnicy Wielkiej, zrealizowaną wprost przez otwór w ścianie reaktora, że dekanter zbiera ścieki oczyszczone zawsze z powierzchni zwierciadła i zachowuje odpowiedni dystans od warstwy zsedymetowanego osadu. Jest wówczas mniejsze ryzyko podciągnięcia osadu do odpływu. W przypadku otworu(ów) w ścianie, jak to jest w oczyszczalni w Lipnicy Wielkiej, to znajdują się one na wysokości 3 m od dna, tj. 60% max wysokości czynnej. Jest to wlot bardzo blisko warstwy osadu. Prądy wlotowe do takiego otworu przebiegają tak samo z każdego kierunku, nie tylko od góry. Strugi dopływają także z kierunku od dołu i mogą unosić osad. Dekanterów niestety nie można zamontować w tego typu zbiornikach ze względu na ich gabaryty.

- W oczyszczalni zaobserwowano cechy długotrwale utrzymującego się deficytu tlenu. Nie jest to do uchwycenia w programie wizualizacji z uwagi na brak tlenomierzy. Deficyt ten zidentyfikowano obserwując, a następnie badając osad czynny pobrany z reaktorów SBR. Osad pobrany z BR 2, SBR 3 i SBR 6, a także z jednego ze zbiorników tlenowej stabilizacji był zdecydowanie czarny, co oznacza beztlenowe procesy gnilne. W dniu 17-09-2020r wykonano badanie technologiczne osadu, dla pobranych prób z SBR2 i z SBR6, którego wyniki podano w poniższej tabeli 4.2.

Tabela nr. 4.2. Wyniki badania osadu z dn. 17-09-2020r.

REAKTOR	SBR 2	SBR 6
Stężenie osadu czynnego $X$ [kgsm/m <sup>3</sup> ]	3,76	3,94
Opadalność w leju Imhoffa [ml/dm <sup>3</sup> ]	450	400
Indeks osadu [ml/gsm]	119,7	101,5
Całkowity OUR <sub>20</sub> z blokowaniem nityfikacji [mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> *h]	88,29	91,00
Jednostkowy OUR <sub>J<sub>sm</sub></sub> [mgO <sub>2</sub> /gsm*h]	23,48	23,10

Z powyższych danych wynika, że całkowity pobór tlenu ( $OUR_{20}$ ) wynosi aż 88,29 i 91,00  $mgO_2/dm^3 \cdot h$ . Tak wysokiemu zapotrzebowaniu na tlen nie sprostą żadna z dmuchaw zamontowanych w tej oczyszczalni. Jednostkowa prędkość poboru tlenu na kg sm osadu wynosiła 23,48 i 23,10  $mgO_2/(gsm \cdot h)$ . Uważa się, że przy prędkościach poboru tlenu powyżej 20  $mgO_2/(gsm \cdot h)$  osad utracił zdolność biosorpcji zanieczyszczeń ze ścieków. W takim przypadku ścieki oczyszczone są mętne i tak też wyglądały w pobranej próbce. Procesy oczyszczania ścieków w zakresie wskaźników węglowych, wyrażonych za pomocą wskaźników takich jak  $BZT_5$  czy  $ChZT$  przebiegają w taki sposób, że jeżeli osad jest dobrze zregenerowany (nie posiada zgromadzonych zapasów substratów) to przy kontakcie ze świeżą porcją ścieków bardzo szybko następuje biosorpcja zanieczyszczeń. Zanieczyszczenia zostają zmagazynowane w kłaczkach osadu i są stopniowo utleniane w fazach natleniania (reakcji). Jeżeli doprowadza się zbyt duże ilości zanieczyszczeń, lub czasy trwania faz tlenowych, przy których osad się regeneruje (utlenia zatrzymane zanieczyszczenia), lub też wydajność układów napowietrzania jest niedostateczna, wówczas zanieczyszczenia kumulują się w osadzie. Dochodzi do wykorzystania całej pojemności sorpcyjnej osadu i od tego momentu pogarszają się wyniki działania oczyszczalni. Oczywiście może być tak, że zjawisko to występuje tylko okresowo, zaś gdy dopływają ścieki o niższych stężeniach i ładunkach zanieczyszczeń oczyszczalnia poprawia wyniki. Poprawa może występować w okresach deszczowych, gdy część ścieków odpływa przelewem z pominięciem oczyszczalni. Wówczas do reaktorów doprowadzana jest tylko część ładunku zanieczyszczeń i mniej obciążone reaktory potrafią zregenerować osad. W opisanym przykładzie zachodzi inna sytuacja niekorzystna, ponieważ część ścieków odpływa przelewem zupełnie bez oczyszczania, jednak w samej oczyszczalni sytuacja może się poprawiać. Istotną kwestią w tym kontekście jest też sprawność instalacji natleniających. Jeżeli zapotrzebowanie osadu na tlen przewyższa możliwości jego wprowadzania przez instalację powietrza, wówczas zachodzi taka sytuacja jak już opisano powyżej. Mikroorganizmy nie przetwarzają całości substratu. Po wysyceniu kłaczków nie sorbuje już całości substratu ze ścieków i pozostaje on w formie rozpuszczonej i drobnej koloidalnej nadając ściekom mętność i podwyższając wartości badanych wskaźników zanieczyszczeń. Do deficytu tlenu przyczynić się może także zbyt duża ilość osadu przetrzymywanego w reaktorach. Redukując ilość osadu w reaktorach zmniejszymy ogólne zapotrzebowanie na tlen i może nastąpić poprawa. Stężenie osadu czynnego w wykonanych badaniach było na właściwym poziomie, było nieznacznie niższe od projektowanej wartości 4  $kg\ sm/m^3$ . Jeżeli chodzi o własności sedimentacyjne osadu, to wynik badania wskazał, że są prawidłowe – indeks osadu jest zbliżony do 100  $ml/g\ sm$ . Osad spęczniały miałby indeks ponad 150  $ml/g\ sm$ .

W dniu 6.10.2020r ponownie wizualnie sprawdzono stan osadu czynnego z dwóch reaktorów SBR. Stwierdzono poprawę, ścieki oczyszczone były już klarowne, natomiast osad czynny zmienił barwę z czarnej na szarą. Wynika stąd, że natlenianie z czasem 140 minut w ciągu cyklu przy obecnym obciążeniu było wystarczające do poprawy efektów oczyszczania.

- Zbiorniki SBR mają odpowietrzenie przewodem o średnicy  $\phi 160mm$ , który włącza się do przewodu zbiorczego z czterech zbiorników także o średnicy  $\phi 160mm$ . Takie rozwiązanie utrudnia odpowietrzanie, szczególnie jeżeli do przewodu dostanie się kożuch. W przeszłości zdarzyło się pęknięcie płaszcza jednego ze zbiorników SBR w dolnej części i wylanie się zawartości na posadzkę w budynku.

Przypuszcza się, że mogło zachodzić przytkanie kożuchem przewodu odpowietrzającego i wzrost ciśnienia w zbiorniku wskutek napowietrzania. Ciśnienie powietrza zsumowało się z ciśnieniem hydrostatycznym słupa cieczy i osiągnęło wartość przekraczającą wytrzymałość materiału ścianki zbiornika. Aktualnie pracownicy otworzyli pokrywy rewizyjne zbiorników, aby dodatkowo poprawić odpowietrzanie. Niestety zdarza się okresowo wypływ kożucha przez te otwory, co powoduje zabrudzenie powierzchni zewnętrznych reaktorów i posadzki. Jest to bardzo trudne do oczyszczania, i powoduje pogorszenie estetyki procesu i urządzeń.

- Występujący na powierzchni zwierciadła kożuch, obserwuje się często w oczyszczalniach ścieków. Jego umiarkowana ilość nie sprawia problemów eksploatacyjnych. Trudności mogą się pojawić, gdy tego kożucha jest zbyt dużo. Wówczas może utrudniać wymianę gazową (natlenianie ścieków i odprowadzenie gazów po procesie, głównie CO<sub>2</sub>), może wypływać ze zbiornika ze ściekami oczyszczonymi, wydostawać się przez uchylone otwory rewizyjne i zanieczyszczać powierzchnie na zewnątrz zbiorników. Przyczyny powstawania piany i kożucha są dwie. Pierwsza i najczęściej występująca przyczyna to niewłaściwe parametry procesu osadu czynnego. Druga przyczyna to dopływ większych ilości tłuszczu z kanalizacji. W trakcie wizyt w oczyszczalni stwierdzono, że występujący kożuch ma ciężką konsystencję i żółtawy kolor. Te cechy przy współwystępującym wysokim obciążeniu osadu wskazują na tłuszczowy charakter kożucha. Dotychczas pracownicy oczyszczalni stosowali preparaty antypienne dodawane do ścieków. Substancje te były zamawiane przez kierownika w celu zmniejszenia tego dokuczliwego zjawiska. Jeden z takich środków był zastosowany w ostatnim okresie i pracownicy wskazują, że właśnie po zastosowaniu tej substancji nastąpiło obserwowane obecnie niedotlenienie. Na to nie ma jednoznacznych dowodów. Przede wszystkim każdy preparat dodawany do ścieków i razem z nimi do osadu czynnego, powinien być przetestowany i mieć odpowiednie zalecenia producenta, co do możliwości zastosowania i wielkości dawek. Z przedstawionej etykiety, dla preparatu wynika, że jest to „BEVALOID 6016 E 1,2 benzoizotiazol-3(2H)-on” – etykieta odklejona z opakowania pokazana jest na fotografii poniżej.



Na stronie producenta (WĘGŁOSTAL) nie ma karty charakterystyki tej substancji do wglądu lub pobrania. Dostawca preparatu Węgłostal zamieścił na stronie WWW następującą informację: „BEVALOID® 6016 E stanowi wodną, niejonową dyspersję opartą na cieczy polidimetylosiloksanowej. Do głównych cech preparatu należy wysoka skuteczność przeciwpiana i rozbijająca przy silnych i słabych ługach czarnych, wysoka skuteczność odpowietrzania stymulująca odwadnianie i zmniejszanie strat siarczanów. Ponadto BEVALOID® 6016 E wyróżnia wyjątkowo

długotrwała skuteczność, brak tworzenia się paku, jest także wolny od dioksyn. Odpieniacz opracowany został dla rozwiązywania problemów z pianą i filtracją w czasie oczyszczania i przemywania surowej masy papierniczej z drewna miękkiego i twardego.”

Stosowanie jakiegokolwiek substancji chemicznej z uwagi na zasady BHP, wymaga posiadania dostarczonej łącznie z produktem karty charakterystyki substancji. Karta ta oprócz zakresu i zasad stosowania musi podawać także postępowanie w przypadku obłania się, zanieczyszczenia oczu, czy też przypadkowego połknięcia. Bez kompletnych informacji substancji nie powinno się używać.

Każda substancja chemiczna dodawana do procesu osadu czynnego może działać na niego niekorzystnie na wiele sposobów, np.:

- jeżeli jest substancją organiczną to może być dobrą pożywką dla osadu i powodować zwiększenie zapotrzebowania na tlen, w takim przypadku osad traktuje ją jako substrat, stanowiący dodatkowe obciążenie oczyszczalni, którego nie zdołają zrównoważyć dmuchawy powietrza,
- może być substancją toksyczną dla mikroorganizmów wodnych,
- może powodować utrudnienie wymiany gazowej, a więc dyfuzję tlenu z pęcherzyków do ścieków i odprowadzenie CO<sub>2</sub> ze ścieków.

Zaleca się więc, aby takich substancji nie stosować, jeżeli nie dysponuje się odpowiednią instrukcją i potwierdzeniem, że wykonane były odpowiednie badania zastosowania substancji w procesie osadu czynnego i jest to bezpieczne dla procesu.

- W oczyszczalni nie stwierdzono występowania awarii mechanicznych, które byłyby przyczyną przerwy w działaniu obiektu i wpłynęły negatywnie na efekt oczyszczania.

Z powyżej wymienionych informacji wynika, że ścieki oczyszczone nie zawsze spełniają wymagania jakościowe. Oczyszczalnia może być okresowo przeciążana hydraulicznie i ładunkowo. Przyczyn takiego stanu upatruje się w zbyt małej pojemności czynnej reaktorów i w braku wyposażenia w istotne urządzenia pomiarowe i technologiczne, także prawdopodobnie małą wydajność napowietrzania. Stosowanie preparatów, które nie zostały przebadane w odpowiedni sposób także jest niezalecane.

Te problemy muszą zostać rozwiązane kompleksowo, początkowo poprzez doraźne modyfikacje zaś docelowo poprzez modernizację i rozbudowę oczyszczalni.

Kwestie technologiczne, jak np. współczynnik natleniania będą obliczane w dalszej części opracowania.

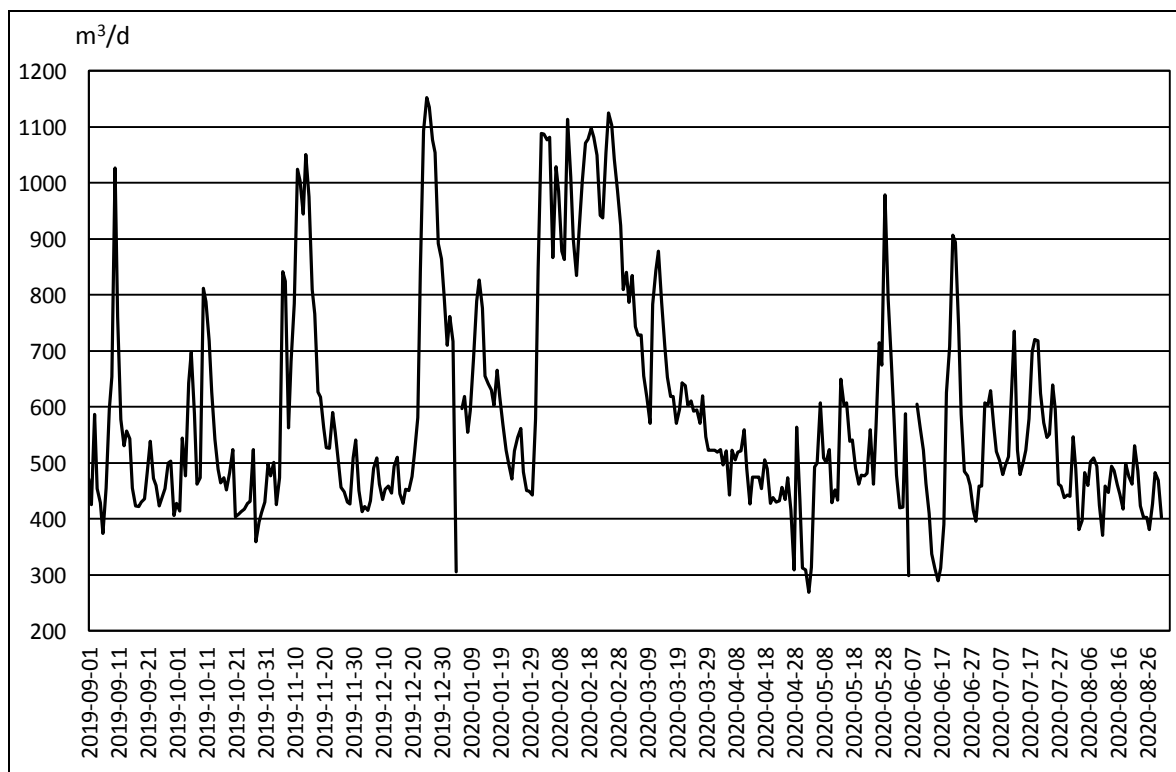
### 4.3. Charakterystyka ścieków surowych aktualnie dopływających do oczyszczalni

Do oczyszczalni siecią kanalizacyjną dopływają ścieki pochodzące w największym udziale z gospodarstw domowych. Dopływają też ścieki z obiektów użyteczności publicznej (szkoły, urzędy itp.). Pewna ilość ścieków odprowadzana jest także z niewielkich zakładów usługowych, handlowych, zlokalizowanych na terenie Gminy Lipnica Wielka. Zakłady te nie generują ścieków przemysłowych, lecz są to ścieki z węzłów sanitarnych, a więc o charakterze bytowym.

Oczyszczalnia została zaprojektowana na przepływ  $Q_{d\acute{s}r} = 1000 \text{ m}^3/\text{d}$  i ładunek odpowiadający  $RLM = 5000$ , a więc ładunek  $\acute{L}BZT_5 = 5000 \times 0,06 = 300 \text{ kgO}_2/\text{d}$ . Aktualne przepływy ścieków są mierzone i rejestrowane przez Użytkownika. Ilości ścieków za ostatnie 12 miesięcy przedstawiono graficznie na poniższym wykresie, oraz podano statystyki w tabeli nr 4.3.

Tabela nr. 4.3. Statystyki podsumowujące przepływy ścieków w okresie od 2019.09.01 do 2020.08.30.

Minimum	269 m <sup>3</sup> /d
Mediana	522 m <sup>3</sup> /d
Średnia	588 m <sup>3</sup> /d
Maksimum	1152 m <sup>3</sup> /d



Wykres 4.1. Przepływy ścieków w okresie od 2019.09.01 do 2020.08.30.



Z wykresu wynika, że najczęściej ilość ścieków jest znacznie niższa od wartości projektowanej. Duże ilości dopływu, równe 1000 m<sup>3</sup>/d lub wyższe zdarzają się w okresach opadów atmosferycznych i roztopów śniegu. W ostatnim roku trudności wynikające ze zbyt wysokich przepływów obserwowano w listopadzie i grudniu 2019r, oraz w lutym i w marcu 2020 roku. Wielkość przepływu ma wpływ na wydajność pomp instalowanych w oczyszczalniach, nie ma natomiast decydującego znaczenia dla wielkości reaktorów biologicznych. Stopień biologiczny wymiaruje się na ładunek doprowadzanych zanieczyszczeń, a więc liczbę mieszkańców lub obliczony jako iloczyn ilości dobowej ścieków i stężenia zanieczyszczeń, zwykle w odniesieniu do wskaźnika BZT<sub>5</sub>.

Ścieki surowe, obserwowane w czasie wizyt w oczyszczalni, w ocenie wizualnej miały charakter normalnie stężonych ścieków komunalnych. W okresie ostatnich lat wykonywano badania ścieków surowych w laboratorium o udokumentowanej jakości badań, z taką samą częstotliwością jak badania ścieków oczyszczonych. Wyniki zestawiono w poniższej tabeli.

Tabela 4.4. Wyniki laboratoryjnych badań ścieków surowych wykonanych w okresie od 08-01-2018r do 12-08-2020r.

DATA	Q <sub>d</sub> [m <sup>3</sup> /d]	BZT <sub>5</sub> [gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]	ChZT [gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]	Zawiesiny og. [g/m <sup>3</sup> ]
08÷09.01.2018	886	203	502	195
07÷08.02.2018	575	185	486	169
07÷08.03.2018	495	165	641	264
05÷06.04.2018	620	314	574	204
09÷10.05.2018	458	269	815	184
08÷09.08.2018	424	361	776	274
08÷09.11.2018	461	266	848	315
11÷12.02.2019	885	208	438	210
08÷09.05.2019	553	318	717	330
07÷08.08.2019	454	563	1245	453
13÷14.11.2019	997	91	284	145
30÷31.03.2020	523	456	1066	459
13÷14.05.2020	541	461	1022	412
11÷12.08.2020	415	348	839	260
MINIMUM	415	91	284	145
ŚREDNIA	592	301	732	277
MAKSIMUM	997	563	1245	459

Wyniki są dość zmienne, można zaobserwować spadki stężenia w okresach wzrostu przepływów, a więc rozcieńczenie ścieków wodami przypadkowymi. Średnie stężenie BZT<sub>5</sub> = 301mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> jest praktycznie równe wartości przewidywanej w projekcie oczyszczalni, gdzie wynosiło 300mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. Zwracają uwagę dosyć wysokie wartości wskaźnika ChZT względem BZT<sub>5</sub>. Relacje ChZT / BZT<sub>5</sub> obliczono dla wszystkich podanych pomiarów i zestawiono w kolejnej tabeli.

Tabela 4.5. Relacje pomiędzy wskaźnikami w ściekach surowych w okresie od 08-01-2018r do 12-08-2020r.

DATA	ChZT/BZT <sub>5</sub>
08÷09.01.2018	2,47
07÷08.02.2018	2,63
07÷08.03.2018	3,88
05÷06.04.2018	1,83
09÷10.05.2018	3,03
08÷09.08.2018	2,15
08÷09.11.2018	3,19
11÷12.02.2019	2,11
08÷09.05.2019	2,25
07÷08.08.2019	2,21
13÷14.11.2019	3,12
30÷31.03.2020	2,34
13÷14.05.2020	2,22
11÷12.08.2020	2,41
MINIMUM	1,83
ŚREDNIA	2,56
MAKSIMUM	3,88

W ściekach bytowych relacja ta wynosi ok. 1,5, w komunalnych spotyka się wartości tej relacji do 2,5. Tutaj zdarzają się wartości wyższe, średnia na podstawie badań wynosi 2,56. Oznacza to, że w ściekach są także substancje trudniej rozkładalne biologicznie. Wskaźnik BZT<sub>5</sub> określa zanieczyszczenia łatwo przyswajalne, oznaczone na drodze naturalnego, biologicznego poboru tlenu z próbki przez mikroorganizmy oddychające tlenowo. Wskaźnik ChZT określa zanieczyszczenie utlenione chemicznie i nie rozróżnia pomiędzy substratami łatwo, a trudno przyswajalnymi dla osadu czynnego. Uważa się, że im ta relacja jest wyższa tym więcej jest w ściekach substancji gorzej rozkładalnych, najczęściej pochodzenia przemysłowego. Na terenie jednostki osadniczej nie ma zakładów przemysłowych więc, przyczyn podwyższonej relacji należy szukać gdzie indziej. Możliwe przyczyny to np:

- Dowóz ścieków ze zbiorników wybieralnych o długim czasie przetrzymania, gdzie najłatwiej rozkładalne substancje uległy rozkładowi beztlenowemu.
- Można przypuszczać negatywny wpływ dodawanej w przeszłości substancji antypiennej.
- Sposób postępowania z próbką po jej pobraniu. Czy była przetrzymywana bez odpowiedniego schłodzenia w naczyniu czy też była schładzana. Przyjmuje się, że przez pierwszą dobę ubytek BZT<sub>5</sub> wynosi 20%. Jeżeli zaś była konserwowana to substancja dodana mogła wpłynąć na wynik itp.

Niemniej średnio nie jest to na tyle duża wartość, aby powodować trudności eksploatacyjne. Jeżeli osad byłby dobrze zregenerowany, wówczas zużywałby każdy substrat niebędący substancją toksyczną.

#### 4.4. Określenie ładunków zanieczyszczeń w ściekach

W celu obliczenia ładunku zanieczyszczeń na podstawie badań i pomiarów rzeczywistych, wykorzystano informacji podanych w punkcie 4.3. Ładunki te obliczono jako iloczyny przepływów przez stężenia zanieczyszczeń.

Wyniki obliczeń, dla wszystkich dni, w których wykonywano badania podano w poniższej tabeli.

Tabela 4.6. Dobowe ładunki i odpowiadające im wartości RLM z uwzględnieniem badań wykonanych w okresie od 08-01-2018r do 12-08-2020r.

DATA	Ł <sub>BZT5</sub>	Ł <sub>ChZT</sub>	Ł <sub>Zaw.og</sub>	RLM <sub>BZT5</sub>	RLM <sub>ChZT</sub>	RLM <sub>Zaw.og</sub>
08÷09.01.2018	179,9	444,8	172,8	2998	3706	2468
07÷08.02.2018	106,4	279,5	97,2	1773	2329	1388
07÷08.03.2018	81,7	317,3	130,7	1361	2644	1867
05÷06.04.2018	194,7	355,9	126,5	3245	2966	1807
09÷10.05.2018	123,2	373,3	84,3	2053	3111	1204
08÷09.08.2018	153,1	329,0	116,2	2551	2742	1660
08÷09.11.2018	122,6	390,9	145,2	2044	3258	2075
11÷12.02.2019	184,1	387,6	185,9	3068	3230	2655
08÷09.05.2019	175,9	396,5	182,5	2931	3304	2607
07÷08.08.2019	255,6	565,2	205,7	4260	4710	2938
13÷14.11.2019	90,7	283,1	144,6	1512	2360	2065
30÷31.03.2020	238,5	557,5	240,1	3975	4646	3429
13÷14.05.2020	249,4	552,9	222,9	4157	4608	3184
11÷12.08.2020	144,4	348,2	107,9	2407	2902	1541
MINIMUM	81,7	279,5	84,3	1361	2329	1204
ŚREDNIA	164,3	398,7	154,4	2738	3322	2206
MAKSIMUM	255,6	565,2	240,1	4260	4710	3429

Wszystkie z obliczonych wartości są niższe od nominalnego obciążenia oczyszczalni. Są poniżej RLM = 5000. Największą wartość uzyskano dla wskaźnika ChZT z dnia 07÷08.08.2019. Wówczas RLM wynosiło 4710. Jednak wynik badania OUR osadu czynnego, oraz zaobserwowany deficyt tlenowy w reaktorach SBR, wskazuje na przeciążenie. Z tego wynika, że jeżeli obciążenie nie jest wyższe niż projektowane, to może zachodzić nieefektywna praca reaktorów lub niedomagania systemów natleniania. W takim przypadku następowałoby nadmierne kumulowanie zanieczyszczeń w osadzie czynnym przy niedostatecznej jego regeneracji. W każdym razie wyniki badań laboratoryjnych nie wskazują na zbyt duży doprowadzany ładunek zanieczyszczeń.

#### 4.5. Obliczenia technologiczne - sprawdzające biologicznego stopnia oczyszczania

Celem obliczeń technologicznych jest sprawdzenie obciążenia osadu czynnego, ilości wprowadzanego tlenu, a także ilości osadu, które powinny powstawać w wyniku usunięcia tej wielkości ładunku BZT<sub>5</sub>.

##### OBCIĄŻENIE OSADU CZYNNEGO

Z danych archiwalnych, rejestrowanych w programie wizualizacji wynika, że w okresach bezdeszczowych przy dopływach ścieków w ilości ok. 588 m<sup>3</sup>/d reaktory SBR wykonują po 3 cykle w ciągu doby. Oznacza to, że czas trwania cyklu wynosi 8 godzin. W takim cyklu, wg zaobserwowanych nastaw poszczególne fazy wynoszą:

- faza napełniania 88 minut
- faza natleniania (reakcji) 140 minut
- faza sedymentacji 90 minut
- faza dekantacji 25 minut

Łączny czas cyklu dla takich faz wynosi 343 minut, a więc 5,72 godziny. Oznacza to, że reaktor ma do początku cyklu dodatkową fazę oczekiwania, która trwa ok. 480 – 343 = 137 minut, tj. 2 godziny i 17 minut.

Czas napełniania obliczono jak dla średniej godzinowej przy dobowej ilości ścieków  $Q_d = 588 \text{ m}^3/\text{d}$ . Pozostałe czasy faz określono na podstawie zapisów w programie wizualizacji.

Przepływ średni godzinowy wynosi:

$$Q_{\text{hśr}} = 588 / 24 = 24,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Współczynnik SBR dla takiego cyklu, przy założeniu braku napowietrzania w fazie napełniania i w fazie przestoju wynosi:

$$C_{\text{SBR}} = 140 / 480 = 0,29$$

Fazę napełniania można by było zaliczyć do fazy reakcji pod warunkiem niskiego obciążenia osadu i obecności w ściekach azotanów NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, będących produktem procesu nityfikacji. Takie warunki jednak w obecnym czasie nie występują w związku z niskim poziomem zregenerowania osadu.

Efektywna pojemność reaktora biologicznego w takim cyklu wynosi:

$$V_{\text{efR}} = 90 \times 0,29 = 26,1 \text{ m}^3$$

Zapas osadu czynnego we wszystkich sześciu reaktorach, przy max zalecanym stężeniu biomasy w komorach SBR na poziomie  $X = 4 \text{ kg sm/m}^3$  wynosi:

$$\Sigma X = 6 \times 26,1 \times 4 = 626,4 \text{ kg sm}$$

Obciążenie reaktora w przypadku dopływu ładunku odpowiadającego wielkości na jaką zaprojektowano oczyszczalnię (RLM=5000;  $L_{BZT5}=300\text{kgO}_2/\text{d}$ ) będzie następujące:

$$A' = 300 / 626,4 = 0,48 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm} \times \text{d})$$

To obciążenie jest zdecydowanie wyższe od projektowanego 0,2, oraz wyższe od dopuszczalnej wartości  $A' = 0,3 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm} \times \text{d})$  zapewniającej pełne biologiczne oczyszczanie ścieków. Zwraca się przy tym uwagę, że niekoniecznie winą tej sytuacji jest mała pojemność reaktorów, lecz przede wszystkim zaprogramowany układ faz w cyklu.

Jeżeli udałooby się wydłużyć natlenianie w taki sposób, aby działało już w połowie czasu napełniania, następnie przez dłuższą niż obecnie fazę napowietrzania, oraz przez fazę oczekiwania, wówczas uzyska się poprawę. Przy takim proponowanym cyklu współczynnik SBR będzie wynosił:

$$C_{SBR} = (44+140+137) / 480 = 0,67$$

Efektywna pojemność reaktora biologicznego w takim cyklu wynosi:

$$V_{\text{effR}} = 90 \times 0,67 = 60\text{m}^3$$

Zapas osadu czynnego we wszystkich sześciu reaktorach, przy max zalecany stężeniu biomasy w komorach SBR na poziomie  $X = 4 \text{ kg sm}/\text{m}^3$  wynosi:

$$\Sigma X = 6 \times 60 \times 4 = 1440 \text{ kg sm}$$

Obciążenie reaktora w przypadku dopływu ładunku odpowiadającego wielkości na jaką zaprojektowano oczyszczalnię (RLM=5000;  $L_{BZT5}=300\text{kgO}_2/\text{d}$ ) będzie następujące:

$$A' = 300 / 1440 = 0,21 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm} \times \text{d})$$

To obciążenie jest tylko o 0,01 większe od wartości z pierwotnego projektu oczyszczalni i jest niższe od dopuszczalnej wartości  $A' = 0,3 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm} \times \text{d})$  więc zapewni pełne biologiczne oczyszczanie ścieków pod warunkiem wystarczającej wydajności systemów natleniania i ich sprawności.

Takie parametry są konieczne dla warunków pracy oczyszczalni przy obciążeniu projektowanym RLM = 5000. W praktyce obserwowano nieco niższe obciążenia, podane w tabeli nr 4.6. Wartość maksymalna wynosiła RLM = 4710, a wartość średnia RLM = 3322.

Wartościom tym, określonym ze wskaźnika ChZT, odpowiadał będzie ładunek  $BZT_5$  odpowiednio maksymalny  $L_{BZT5} = 282,6 \text{ kgO}_2/\text{d}$  i średni  $L_{BZT5} = 199,3 \text{ kgO}_2/\text{d}$ .

Obciążenia osadu będą wynosiły odpowiednio dla max  $A' = 0,20 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm} \times \text{d})$ , oraz średnio  $A' = 0,14 \text{ kg BZT}_5 / (\text{kg sm} \times \text{d})$ . Należy przyjąć jednak wartość jak dla ładunków projektowanych, gdyż badania ścieków były wykonywane z częstotliwością raz na kwartał lub raz na miesiąc, więc jest to tylko wiedza ograniczona do kilku dni w ciągu roku.

## WIEK OSADU CZYNNEGO

Wiek osadu czynnego jest w przybliżeniu równy odwrotności obciążenia. Dokładniejsza wartość może być obliczona znając wartość rzeczywistego współczynnika jednostkowego

przyrostu osadu, efektywności usuwania  $BZT_5$  i wielkość ładunku zawiesiny wprowadzanej ze ściekami oczyszczonymi do odbiornika.

Ładunek zawiesiny wprowadzanej do odbiornika dla średnich wartości przepływu i stężenia z tabeli nr 4.1 wynosi  $L_{zaw.og.} = 565 \times 23 / 1000 = 13 \text{ kg sm/d}$

Średni ładunek  $BZT_5$  na podstawie danych z tabeli 4.6 (określony na podst. RLM wyliczonej ChZT) wynosi  $199,3 \text{ kgO}_2/\text{d}$ .

Średnia efektywność usuwania  $BZT_5$  na podstawie danych z tabeli 4.1 i 4.4 wynosi:

$$E_{BZT5} = (301-11) / 301 \times 100 = 96\%$$

Współczynnik jednostkowego przyrostu osadu, dla średnich wartości parametrów z badań jakości i ilości ścieków określono w obliczeniach wg ATV w kolejnych iteracjach. Współczynnik ten wynosi  $1,07 \text{ kg sm/kg BZT}_{5us}$ .

Wiek osadu będzie dla temperatury ścieków  $12^\circ\text{C}$  wynosił:

$$WO^{-1} = 1,07 \times 0,14 + 13 / (6 \times 4 \times 60) = 0,159$$

$$WO = 1 / 0,159 = 6,3 \text{ d}$$

W przypadku doprowadzanego ładunku odpowiadającego  $RLM = 5000$ ,  $L_{BZT5} = 300 \text{ kgO}_2/\text{d}$ , wiek osadu będzie wynosił:

$$WO^{-1} = 1,07 \times 0,21 + 13 / (6 \times 4 \times 60) = 0,234$$

$$WO = 1 / 0,234 = 4,3 \text{ d}$$

Wiek osadu jest krótki, jest wystarczający do oczyszczania ścieków w zakresie  $BZT_5$ , ChZT i zawiesiny ogólnej pod warunkiem wystarczającego poziomu natleniania. Przy tak krótkim wieku osadu w reaktorach raczej będzie występował problem z ustabilizowaniem osadu.

## WYDAJNOŚĆ TLENOWA INSTALACJI A ZAPOTRZEBOWANIE NA TLEN

Przy 3 cyklach w ciągu doby i przy stosowaniu czasu napowietrzania  $140 \text{ minut/cykl}$  każda z dmuchaw przyporządkowanych do reaktorów SBR pracuje przez czas  $t_{PD} = 3 \times 140 = 420 \text{ minut/dobę} = 7 \text{ h/d}$ .

Wydajność jednej dmuchawy dla SBR1, SBR2, SBR3, SBR4, SBR5 i SBR6 wynosi  $240 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Ilość wtłaczanego do reaktorów powietrza, przy pracy każdej z dmuchaw przez 7 godzin na dobę wynosi:

$$Q_p = 6 \times 7 \times 240 = 10080$$

Zakładając pracę przy maksymalnym poziomie ścieków w reaktorach wysokość napełnienia, a więc droga pęcherzyków wynosi ok. 4,8m z uwagi na montaż dyfuzorów ok. 0,2m nad dnem. Transfer tlenu dla takich warunków, przy średnim obciążeniu powietrzem wynosi ok. 5% na każdy metr zanurzenia. Transfer tlenu dla wysokości 4,8m wynosi:

$$Tr = 4,8 \times 5 = 24\%$$

Taki transfer jest możliwy przy technicznej sprawności dyfuzorów. Ilość wprowadzanego tlenu do reaktorów SBR, przy współczynniku  $\alpha = 0,7$ , w ciągu doby wynosi:

$$\alpha OC = 10080 \times 280/1000 \times 24/100 \times 0,7 = 474 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

Współczynnik natleniania dla ładunku odpowiadającego wartości obciążenia oczyszczalni wg projektu wynosi:

$$k = 474 / 300 = 1,58$$

Ta wartość współczynnika natleniania jest zbyt mała, powinna wynosić co najmniej 2,5. Aby osiągnąć wymaganą wartość każda z dmuchaw powinna pracować w ciągu każdego cyklu przez 220 minut.

## STABILIZACJA OSADU

Uznaje się, że osad jest ustabilizowany, jeżeli spełniony jest warunek, że wiek osadu wynosi co najmniej 25 dni.

W reaktorach SBR dla zbadanych średnich parametrów ich pracy, wiek osadu wynosi 6,3 doby, tak więc czas napowietrzania osadu w dwóch zbiornikach stabilizacji powinien trwać przez czas:

$$t_{\text{stab}} = 25 - 6,3 = 18,7 \text{ d}$$

Pojemność dwóch istniejących komór stabilizacji wynosi łącznie:

$$V_{\text{stab}} = 2 \times 90 = 180 \text{ m}^3$$

Osad pobrany ze zbiornika stabilizacji oddzielał się w krótkim czasie od cieczy nadosadowej, wskazuje to na słabe zagęszczenie tego osadu. Można przyjąć, że uwodnienie nie jest niższe od 99%. W takim przypadku zawartość suchej masy w zbiornikach wynosi łącznie:

$$\Sigma sm = 180 \times 10 = 1800 \text{ kg sm}$$

Dobowa ilość suchej masy to:

$$SM = 1,07 \times 199,3 = 213,3 \text{ kg sm}$$

Czas zatrzymania w zbiornikach stabilizacji wynosi:

$$t_{z \text{ stab}} = 1800 / 213,3 = 8,4 \text{ d}$$

Ten czas jest zbyt krótki i niewystarczający dla stabilizacji osadu. W praktyce sytuacja jest bardziej niekorzystna, gdyż osad jest z wyglądu czarny, zatem nie stabilizuje się tlenowo. Ma na to wpływ to, że osad doprowadzany z reaktorów już nie jest wystarczająco natleniony, natomiast czasy napowietrzanie w stabilizacji także są zbyt krótkie.

#### IŁOŚCI OSADÓW JAKIE POWINNY POWSTAWAĆ – WYMAGANA WYDAJNOŚĆ STACJI ODWADNIANIA OSADU

Dla warunków średnich jakie występują w oczyszczalni, oraz dla niskiego stopnia ustabilizowania osadu, dobową ilość suchej masy jak obliczono powyżej (bez uwzględnienia ubytku osadu na wskutek stabilizacji) wynosi 213,3 kg sm/d.

Objętość tego osadu przy uwodnieniu 99% wynosi 21,3 m<sup>3</sup>/d. Jeżeli prasa pracowała będzie przez 5 dni tygodniu, wówczas każdego dnia powinna odwozić 21,3 x 7 / 5 = 29,8 m<sup>3</sup>/d osadu. Pracując przez 6 h/d wówczas prasa powinna mieć wydajność hydrauliczną 5 m<sup>3</sup>/h oraz wydajność masową 50 kg sm/h. Dane techniczne prasy określają jej wydajność hydrauliczną na max 2,5 ÷ 5,0 m<sup>3</sup>/h. Prasa w praktyce osiąga wydajność bliższą tej dolnej wartości. Dokładne określenie wydajności nie jest możliwe, gdyż nie ma tutaj urządzenia pomiarowego.

Przy uwodnieniu osadu po jego odwodnieniu na poziomie 86,2% (wg. wykonanych badań) dobową masę osadu odwodnionego będzie wynosiła:

$$M_{os} = 213,3 / [10 \times (100-86,2)] = 1,55 \text{ tony/d}$$

Roczna ilość osadu powinna wówczas wynosić:

$$M_{os} = 365 \times 1,55 = 566 \text{ tony/rok}$$



#### 4.6. Omówienie technicznego stanu oczyszczalni

W czasie wizyt w oczyszczalni zwracano uwagę na stan techniczny obiektów technologicznych i ich wyposażenia w urządzenia elektromechaniczne. Ocenę stanu technicznego podano w tabeli poniżej.

Tabela 4.13. Ocena stanu technicznego obiektów i urządzeń oczyszczalni.

OBIEKT	URZĄDZENIE W OBIEKCIE	STAN URZĄDZEŃ	STAN OBIEKTU
Punkt zlewczy	Pompa P7	Sprawna	Obiekt jest sprawny, jednak mało estetyczny i starego typu. Brakuje tutaj urządzeń pomiarowych ilości wprowadzanych ścieków, oraz zautomatyzowania przyjmowania ścieków.
Pompownia ścieków	Pompa P1	Sprawna	Obiekt jest sprawny
	Pompa P2	Sprawna	
Sito spiralne	Sito spiralne	Sprawne	Obiekt działa, jednak ocenia się, że ma zbyt małą przepustowość hydrauliczną
Reaktor SBR 1	Ruszt natleniający	Stan nieznan	Reaktor wymaga sprawdzenia stanu technicznego rusztu napowietrzającego, oraz zmiany oprogramowania sterującego
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	
	Pierwsza zasuwka z napędem pneumatycznym na odpływie ścieków oczyszczonych	Sprawna	
	Druga zasuwka z napędem pneumatycznym na odpływie ścieków oczyszczonych	Sprawna	
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	

Reaktor SBR 2	Ruszt natleniający	Stan nieznany	Reaktor wymaga sprawdzenia stanu technicznego rusztu napowietrzającego, oraz zmiany oprogramowania sterującego
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	
	Pierwsza zasuwą z napędem pneumatycznym na odpływie ścieków oczyszczonych	Sprawna	
	Druga zasuwą z napędem pneumatycznym na odpływie ścieków oczyszczonych	Sprawna	
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	
Reaktor SBR 3	Ruszt natleniający	Stan nieznany	Reaktor wymaga sprawdzenia stanu technicznego rusztu napowietrzającego, oraz zmiany oprogramowania sterującego
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	
	Pierwsza zasuwą z napędem pneumatycznym na odpływie ścieków oczyszczonych	Sprawna	
	Druga zasuwą z napędem pneumatycznym na odpływie ścieków oczyszczonych	Sprawna	
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	

Reaktor SBR 4	Ruszt natleniający	Stan nieznany	Reaktor wymaga sprawdzenia stanu technicznego rusztu napowietrzającego, oraz zmiany oprogramowania sterującego
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na odpływie ścieków oczyszczonych	Sprawna	
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	
Reaktor SBR 5	Ruszt natleniający	Stan nieznany	Reaktor wymaga sprawdzenia stanu technicznego rusztu napowietrzającego, oraz zmiany oprogramowania sterującego
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na odpływie ścieków oczyszczonych	Sprawna	
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	
Reaktor SBR 6	Ruszt natleniający	Stan nieznany	Reaktor wymaga sprawdzenia stanu technicznego rusztu napowietrzającego, oraz zmiany oprogramowania sterującego
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na odpływie ścieków oczyszczonych	Sprawna	
	Zasuwa z napędem pneumatycznym na dopływie ścieków surowych	Sprawna	
Pomiar przepływu i ilości ścieków	Przepływomierz elektromagnetyczny	Sprawny	Sprawny
Pompa osadu nadmiernego	Pompa P9	Sprawna	Sprawna

Zbiornik stabilizacji osadu nr 1	Ruszt natleniający	Stan nieznany	Zbiornik wymaga sprawdzenia stanu technicznego rusztu napowietrzającego, oraz zmiany oprogramowania sterującego
Zbiornik stabilizacji osadu nr 2	Ruszt natleniający	Stan nieznany	Zbiornik wymaga sprawdzenia stanu technicznego rusztu napowietrzającego, oraz zmiany oprogramowania sterującego
Stacja dmuchaw	Dmuchawa D1	Sprawna	Obiekt jest sprawny
	Dmuchawa D2	Sprawna	
	Dmuchawa D3	Sprawna	
	Dmuchawa D4	Sprawna	
	Dmuchawa D5	Sprawna	
	Dmuchawa D6	Sprawna	
	Dmuchawa D7	Sprawna	
	Dmuchawa D8	Sprawna	
	Dmuchawa D9	Sprawna	
Stacja odwadniania i higienizacji osadu	Pompa nadawy osadu	Sprawna	Stacja odwadniania ma zbyt małą wydajność względem potrzeb.
	Manualny zestaw przygotowania polielektrolitu	Sprawny	
	Pompa dozująca polielektrolit	Sprawna	
	Filtracyjna prasa taśmowa z zagęszczaczem	Sprawna, jednak o zbyt małej wydajności	
	Kompresor	Sprawny	
	Przenośnik osadu	Sprawny	

## 5. OBLICZENIE WIELKOŚCI OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI DLA OKRESU PERSPEKTYWICZNEGO

Obliczenia bilansowe zostaną oparte o dane demograficzne, uzyskane w Urzędzie Gminy Lipnica Wielka.

Dane dotyczące liczby ludności na obszarze, który jest obecnie i będzie w przyszłości objęty systemem kanalizacji, oraz obliczenia rzeczywistego przyrostu procentowego za lata 2009÷2020 zostały zawarte w tabeli 5.2.

Tabela 5.1. Liczba mieszkańców oraz obliczone współczynniki przyrostu rzeczywistego.

ROK	LICZBA MIESZKAŃCÓW	PRZYROST RZECZYWISTY %
2010	5221	-
2011	5260	0,75
2012	5275	0,29
2013	5306	0,59
2014	5324	0,34
2015	5342	0,34
2016	5346	0,07
2017	5357	0,21
2018	5405	0,90
2019	5434	0,54
SUMA		0,45

Średnia wartość wskaźnika przyrostu rzeczywistego za okres ostatnich 10 lat wynosi 0,45%, którą to wartość przyjęto do dalszych obliczeń.

Jako rok kierunkowy przyjęto rok 2045, dla okresu perspektywy 25 lat.

Aktualnie liczba mieszkańców wynosi 5434 osób (2019 rok). Gmina dąży do skanalizowania obszaru tych miejscowości w stopniu możliwie wysokim. Pozostali mieszkańcy, których budynki nie zostaną podłączone do sieci, ścieki będą dowożili pojazdem asenizacyjnym.

Liczba ludności w roku kierunkowym 2045 będzie wynosić:

$$LM = 5434 \times (1 + 0,0045)^{26} = 6107$$

Obciążenie przy uwzględnieniu 10% na działalność chałupniczą i inne nierozpoznane źródła wielkość RLM, w tym np. wody nadosadowe powstające w oczyszczalni wyniesie:

$$RLM = 1,1 \times 6107 = 6718$$

Przyjęto do dalszych obliczeń liczbę RLM = 6800.

Dobowa, średnia ilość ścieków dla wskaźnika jednostkowego  $q = 0,15 \text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{d})$  będzie dla gospodarstw domowych wynosiła:

$$Q_{\text{dśr}} = 6800 \times 0,15 = 1020 \text{ m}^3/\text{d}$$

Do miejscowości zastosowane zostaną następujące współczynniki nierównomierności ilości ścieków:

- współczynnik nierównomierności dobowych  $K_d = 1,3$
- współczynnik nierównomierności godzinowych  $K_h = 1,54$

Uwzględniając współczynnik nierównomierności maksymalna dobowa ilość ścieków będzie wynosiła:

$$Q_{\text{dmax}} = 1,3 \cdot 1020 = 1326 \text{ m}^3/\text{d}$$

Przepływy godzinowe, charakterystyczne będą wynosić:

Przepływ godzinowy średni	$Q_{\text{hśr}} = 1020 / 24 = 43 \text{ m}^3/\text{h}$
Przepływ średni z godzin dziennych	$Q_{\text{hdzśr}} = 1020 / 16 = 64 \text{ m}^3/\text{h}$
Przepływ godzinowy maksymalny	$Q_{\text{hmax}} = 1020 / 12 = 85 \text{ m}^3/\text{h}$

Średnie dobowe ładunki zanieczyszczeń odprowadzane przez mieszkańców obliczone zostaną dla wskaźników jednostkowych zalecanych przez wytyczne ATV, będą one wynosiły:

Ł-BZT <sub>5</sub>	= 6800 x 0,06	= 408	kgO <sub>2</sub> /d
Ł-ChZT	= 6800 x 0,12	= 816	kgO <sub>2</sub> /d
Ł-Zaw.og.	= 6800 x 0,07	= 476	kg/d
Ł-Nog	= 6800 x 0,011	= 75	kgN/d
Ł-Pog	= 6800 x 0,0025	= 17	kgP/d

Stężenia średnie zanieczyszczeń dla obliczonych ładunków i przepływu średniego będą wynosić:

S-BZT <sub>5</sub>	= 408 x 1000 / 1020 =	400 mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>
S-ChZT	= 816 x 1000 / 1020 =	800 mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>
S-Zaw.og.	= 476 x 1000 / 1020 =	467 mg/dm <sup>3</sup>
S-Nog	= 75 x 1000 / 1020 =	74 mgN/dm <sup>3</sup>
S-Pog	= 17 x 1000 / 1020 =	17 mgP/dm <sup>3</sup>

Równoważna liczba mieszkańców RLM = 6800

## **6. OKREŚLENIE DZIAŁAŃ KONIECZNYCH DO PODJĘCIA W CELU POPRAWY FUNKCJONOWANIA OCZYSZCZALNI**

Z analizy sytuacji występującej w oczyszczalni wynika potrzeba podjęcia działań zmierzających do poprawy jej funkcjonowania, oraz do ograniczenia dopływu wód przypadkowych do kanalizacji. W zakresie działań dotyczących oczyszczalni należy rozdzielić je na działania doraźne, możliwe do wykonania niedużym nakładem inwestycyjnym, a zapewniającym pewną poprawę parametrów technologicznych procesu oczyszczania biologicznego, oraz działania zmierzające do rozbudowy oczyszczalni w przyszłości.

### **6.1. Działania dotyczące kanalizacji**

W odniesieniu do kanalizacji należy podjąć czynności zmierzające do ograniczenia dopływu wód przypadkowych, a więc wód infiltracyjnych, przedostających się do kanałów z gruntu, oraz wód deszczowych i roztopowych dopływających z powierzchni terenu i z dachów budynków. Z wykresu przepływów wynika, że po opadach deszczu przepływy dość szybko się stabilizują. Świadczy to o raczej dominującym udziale wód przypadkowych spływających z powierzchni do kanalizacji. Zarządzający kanalizacją powinien utworzyć grupę remontową kanalizacji w ramach zatrudnionych pracowników lub w razie konieczności zwiększyć zatrudnienie. Można także zlecić odpowiednie czynności firmie zajmującej się taką działalnością. W pierwszej kolejności powinny zostać ogłoszone na terenie gminy zasady korzystania z systemu kanalizacji. Ogłoszenie to może być zamieszczone w zwyczajowych punktach, ale także może zostać przekazane bezpośrednio do osób korzystających z kanalizacji np. łącznie z fakturami za usługi kanalizacyjne. W informacji należy przedstawić konieczność sprawdzenia czy dana posesja nie ma podłączonych do kanalizacji sanitarnej odpływów wody opadowej z rynien dachowych, z wpustów podwórzowych lub z drenażu. W informacji należy zamieścić też odpowiednie przepisy z Ustawy z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków, Dz. U. z 2019 r. poz. 1437. Przepisy te nie dopuszczają wprowadzania wód opadowych i drenażowych do kanalizacji sanitarnej. Określają także zasady korzystania z kanalizacji i ograniczenia w zakresie składu ścieków do niej wprowadzanych.

Należy także stopniowo wykonywać przeglądy przykanalików na terenie gminy. Jeżeli chodzi o środki techniczne to są tutaj trzy sposoby ich pozyskania:

1. Zakupić kamerę inspekcyjną do kanałów, jest dostępna już od ok. 3000 zł, pozwalająca na długość inspekcji do 20m, wodoszczelna kamera przesuwana w kanale za pomocą sztywnego kabla, którym jest popychana do przodu, a po inspekcji wycyfrowana.
2. Wypożyczyć taki zestaw od innego zakładu.
3. Zlecić wykonanie przeglądów innemu zakładowi lub firmie wykonującej tego rodzaju usługę.

Jeżeli byliby zatrudnieni pracownicy do wykonywania przeglądów i napraw w kanalizacji, wymagającej wejścia do studzienek kanalizacyjnych, wówczas musi być ich co najmniej trzech, z których jeden może wchodzić do studzienki w zabezpieczeniu pasem i linką bezpieczeństwa, kontrolowaną na powierzchni przez dwóch pozostałych pracowników. Powinni być też wyposażeni w trójnóg z wciągarką, w czujnik gazów takich jak siarkowodór, metan oraz zawartości tlenu w powietrzu wypełniającym studzienkę. W trakcie inspekcji video należy zwracać uwagę czy nie występują odgałęzienia od przykanalika, których nie było w projekcie, w dokumentacji powykonawczej, lub w zgłoszeniu do Zakładu.

Oprócz powyżej wymienionych działań należy też przejść trasę prowadzenia kanałów na odcinkach w terenie zielonym i zwrócić uwagę czy nie ma takich miejsc, w których mogą tworzyć się zastoje wody opadowej lub roztopowej (w nieckach terenowych), a pokrywa studzienki byłaby zakrywana wodą. Pokrywy studzienek na terenie zielonym muszą być podniesione kilkadziesiąt cm ponad poziom terenu, lub zastosować pokrywy hermetyczne.

Należy też wykonać stopniowo przegląd wszystkich studzienek oraz przegląd video kanałów. Te działania będą potrzebne, jeżeli kontrole przyłączy nie przyniosą wystarczająco dużej redukcji wód przypadkowych.

Jeżeli w trakcie przeglądów zostaną wykryte usterki, polegające na nieszczelnościach kanałów i studzienek, wówczas należy zlecić ich naprawę.

W ramach czynności zmierzających do poprawy działania oczyszczalni w wyniku napraw kanalizacji, należy także doprowadzić do zamontowania separatorów tłuszczu na przyłączach z zakładów gastronomicznych, stołówek, smażalni itp. Celem jest tutaj eliminacja kożucha tłuszczowego, wydzielającego się na powierzchni reaktorów SBR. Zamontowane separatory powinny być poprawnie użytkowane przez właściciela danego zakładu, co należy okresowo kontrolować. W tym celu powinny być przedstawiane dokumenty, świadczące o przekazaniu tłuszczu do utylizacji. Taki obowiązek powinien być określony w umowie o świadczenie usług kanalizacyjnych. Jeżeli takich zapisów nie ma wówczas powinny zostać wprowadzone aneksem do umowy.

## **6.2. Działania do wykonania doraźnie, poprawiające funkcjonowanie oczyszczalni**

W ramach działań doraźnych zaleca się wykonanie następujących prac:

- Wykonanie sprawdzenia działania rusztów napowietrzających w reaktorach SBR i w zbiornikach stabilizacji osadu.
- Modyfikacja instalacji odpowietrzającej reaktory SBR i zbiorniki stabilizacji.
- Modyfikacja programu sterowania automatyczną pracą reaktorów SBR w celu poprawienia współczynnika SBR i ogólnej wydajności procesu osadu czynnego.
- Zwiększenie wydajności instalacji odwadniania osadu.



## 1. SPRAWDZENIE RUSZTÓW NATLENIAJACYCH

Ze względu na długi okres eksploatacji istniejących systemów natleniania zaleca się sprawdzenie ich stanu technicznego. W tym celu powinno się wykonać następujące czynności:

- Wyłączać w danym czasie najwyżej jeden reaktor SBR. Starać się wykonać całość prac w możliwie krótkim czasie, aby minimalizować przestój sprawdzanego reaktora. W pierwszym dniu wyłączyć z pracy automatycznej jeden z reaktorów, który ma zostać sprawdzony w pierwszej kolejności. Program sterowania oraz program wizualizacji powinny umożliwiać odstawienie dowolnego z reaktorów. Jeżeli nie umożliwia, wówczas należy zlecić odpowiednią modyfikację sterowania. Wyłączenie reaktora powinno nastąpić bezpośrednio po zdekantowaniu ścieków oczyszczonych i odprowadzeniu osadu nadmiernego.
- W pierwszym dniu, po wyłączeniu zdekantowanego reaktora, należy załączyć prasę do odwadniania osadu i opróżnić reaktor z osadu poprzez jego odwodnienie. Jeżeli zostanie stwierdzone, że w reaktorze pozostały tylko ścieki, wówczas resztę zawartości odprowadzić spustem dennym do zbiorników retencyjnych.
- Opróżniony reaktor wypłukać wodą, którą następnie usunąć do zbiorników retencyjnych.
- Napełnić reaktor czystą wodą od poziomu 0,5m ponad powierzchnie dysków napowietrzających.
- Załączyć dmuchawę przynależną do tego reaktora i oświetlić wnętrze zbiornika poprzez całkowicie otwarty górny otwór rewizyjny. Zastosować źródło światła o napięciu nie wyższym od 24 V.
- W pierwszej kolejności zwrócić uwagę, czy ruszt jest odpowiednio zamocowany do dna i czy jest odpowiednio wypoziomowany. Jeżeli niektóre dyfuzory byłyby zatopione głębiej, wówczas będzie z nich wypływało mniej powietrza lub w ogóle nie będzie wypływu.
- Obserwować wypływ powietrza. Zwrócić uwagę kolejno na każdy dysk napowietrzający, czy pęcherzyki wypływają równomiernie na jego powierzchni, czy są odpowiednio małe i czy nie ma wycieku powietrza w postaci dużych pęcherzy. Obserwować także czy nie ma wycieku powietrza z rurociągów.
- Zauważone usterki należy naprawić po opróżnieniu zbiornika z wody. Jeżeli będą to uszkodzone membrany to należy zamówić nowe membrany lub całe nowe dyski. Jeżeli będą nieszczelne rurociągi wówczas należy zastosować wstawki lub doszczelniacze ze stali nierdzewnej z uszczelkami. Kwestie zakupu membran lub dysków, a także ewentualnych uszczelki pod dyski i narzędzi do ich montażu, należy ustalić z dostawcą reaktorów i producenta tych elementów.
- Jeżeli leży to w możliwościach finansowych Użytkownika oczyszczalni to zaleca się wymianę wszystkich membran na nowe.
- Po wykonaniu napraw, ponownie zalać reaktor czystą wodą do poziomu 0,5m nad dyski i powtórzyć sprawdzenie działania załączając dmuchawę.
- Jeżeli układ jest już sprawny, wówczas załączyć reaktor do działania. Korzystnie będzie na samym początku przepompować część osadu z innych reaktorów. Można pobrać po trochu osadu z dwóch innych reaktorów. Proponuje się, aby w trakcie napowietrzania reaktora „dawcy” otworzyć manualnie jego zasuwę odprowadzającą osad nadmierny oraz zasuwę osadu nadmiernego napełnianego reaktora. Zamknąć zasuwę do pompy i do kanalizacji. Osad powinien się przelać grawitacyjnie aż do osiągnięcia poziomu ok. 0,3m ponad spust osadu „dawcy”, aby

nie dopuścić do przelania się kożucha. Nie zaleca się poboru osadu do zaszczipiania z dna reaktorów, ponieważ jest tam zgromadzony osad granulowany, oraz prawdopodobnie ziarna piasku w związku z brakiem piaskownika w oczyszczalni.

- Załączyć reaktor do pracy automatycznej. Jeżeli ilość doprowadzonego osadu będzie mała, wówczas może przez kilka dni występować pienienie o barwie białej. Do czasu przyrostu ilości osadu w tym reaktorze wyłączyć odprowadzanie z niego osadu nadmiernego.
- Na początku nowego tygodnia przystąpić do opróżniania kolejnego reaktora i sukcesywnie dokonać sprawdzenia wszystkich zbiorników.
- Po wykonaniu sprawdzenia reaktorów, przystąpić do kontroli w zbiornikach stabilizacji. Najpierw zbiornik 1, następnie 2. Zbiorniki opróżnić poprzez odwodnienie osadu w prasie. Popłuczyny odprowadzić do kanalizacji.

## 2. MODYFIKACJA INSTALACJI ODPOWIEZRZAJĄCEJ ZBIORNIKI SBR I STABILIZACJI OSADU

Zaleca się zwiększyć średnicę przewodów odpowietrzających. Przewody indywidualne z każdego zbiornika pozostałyby o średnicy  $\phi 160$ , natomiast przewód zbiorczy powinno się zmienić na większą średnicę. Proponuje się zastosować rurę zbiorczą z PVC  $\phi 300$  wyprowadzoną ponad dach w jednym punkcie jak obecnie. Wylot nad dachem powinien być przesłonięty kominkiem wylotowym. Włączenia rurociągów z poszczególnych reaktorów za pomocą trójników redukcyjnych  $\phi 160/\phi 300$ , o kącie prostym lub innym, jednak zamontowanym zgodnym z kierunkiem przepływu powietrza. Aktualnie istniejące trójniki  $\phi 160$  o kącie ok.  $45^\circ$ , są w kilku przypadkach podłączone w przeciwnym do przepływu kierunku. Przewód zbiorczy  $\phi 300$  należy prowadzić z niewielkim spadkiem z obu kierunków do wylotu, obok którego, po jednej stronie zastosować trójnik równoprzelotowy skierowany w dół i poprowadzić od niego przewód w dół jako odbiór ewentualnego kożucha. Pod wylotem tego rurociągu ustawiać pojemnik. Będzie to umożliwiało wypływ z instalacji przedostającego się do niej kożucha. Jeżeli kożuch będzie się odkładał się w zbiorniku wówczas nie można go z powrotem wprowadzać do kanalizacji i reaktorów. Należy go gromadzić i przekazywać do utylizacji. Kożucha wypływającego do instalacji odpowietrzającej mogą być małe ilości.

## 3. DZIAŁANIA DOTYCZĄCE MODYFIKACJI AUTOMATYCZNEGO STEROWANIA PROCESEM SBR

Opisane tutaj zasady sterowania dotyczą tylko reaktorów biologicznych i zbiorników stabilizacji, ponieważ pozostałe obiekty funkcjonują poprawnie.

Zakłada się zastosowanie elastycznego cyklu zmiennego o następujących fazach:

1. FAZA NAPEŁNIANIA BEZTLENOWEGO – otwarta jest zasuwa na dopływie ścieków do reaktora, dmuchawa jest wyłączona – czas trwania fazy regulowany przez obsługę oczyszczalni, powinna być możliwość jej nastawienia w zakresie od 0 do 120 min. Faza kończy się po upływie zadanego czasu lub wcześniej, jeżeli reaktor zostanie napełniony do poziomu max.

2. FAZA NAPEŁNIANIA TLENOWEGO – otwarta jest zasuwa na dopływie do komory, pracuje dmuchawa powietrza przynależna do danego reaktora. Czas trwania tej fazy nie będzie nastawiany w programie. Faza zaczyna się bezpośrednio po zakończeniu fazy 1 – napełniania beztlenowego, a kończy się po napełnieniu reaktora do poziomu max. Jeżeli reaktor zostanie napełniony do poziomu max przed czasowym końcem fazy 1 – napełniania beztlenowego, wówczas faza ta nie będzie występowała, lecz reaktor przechodzi od razu do fazy 3 – natlenianie.

3. FAZA NATLENIANIA – pracuje dmuchawa przynależna do reaktora. Czas trwania fazy regulowany automatycznie w zależności od dopływu ścieków i od stanu w jakim znajdują się pozostałe reaktory. Jeden reaktor biologiczny przyjmuje max 36 m<sup>3</sup> ścieków, zbiorniki retencyjne mają łączną pojemność 100m<sup>3</sup>. Jest to zapas ścieków do napełnienia trzech reaktorów SBR. Jeżeli jeden z reaktorów już się przygotowuje do napełniania, tzn. jest w fazie sedymentacji lub dekantacji, to sterownik powinien przełączyć w taki stan kolejne reaktory SBR. To przełączenie nie powinno następować jednocześnie, lecz z opóźnieniem równym czasowi dekantacji. Czas dekantacji to max ok. 25 minut. Tak więc, jeżeli napełnienie zbiorników retencyjnych osiąga np. 60% (może to być wartość wprowadzana w zakresie od 20 do 80%), drugi reaktor zakończy fazę natleniania jednak z opóźnieniem 30 minut względem zakończenia tej samej fazy w poprzedzającym go reaktorze. Jeżeli napełnienie zbiorników retencyjnych nadal jest odpowiednio wysokie to z opóźnieniem 30 minut zakończy się faza natleniania kolejnego reaktora. Jeżeli jednak ścieków będzie mało wówczas faza ta będzie limitowana, będzie więc wprowadzany max czas trwania. Proponuje się wprowadzić początkowo wartość max napowietrzania 200 minut i korygować następnie na podstawie obserwacji przebiegów cykli i jakości osadu czynnego. Jeżeli osad zmienia kolor na czarny, a ścieki oczyszczone są mętne, wówczas operator będzie wydłużał czas natleniania. Jeżeli ścieki będą bardzo klarowne a osad będzie słabo sedymentował wówczas będzie można skracać ten czas.

4. FAZA SEDYMENTACJI – wyłączone natlenianie – czas trwania fazy nastawiany w zakresie od 40 do 90 minut.

5. FAZA DEKANTACJI – czas trwania do osiągnięcia nastawionego w programie poziomu minimum napełnienia.

6. FAZA ODPROWADZANIA OSADU NADMIERNEGO – trwa od zakończenia dekantacji do osiągnięcia poziomu minimalnego w zbiorniku reaktora.

7. FAZA OCZEKIWANIA – Jeżeli nie zakończyło się jeszcze napełnianie poprzedniego reaktora, wówczas kolejny, a już zdekantowany reaktor oczekuje na swoją fazę napełniania. W trakcie fazy oczekiwania proponuje się zaprogramować napowietrzanie cykliczne – praca dmuchawy / postój dmuchawy. Czasy pracy lub postoju wprowadzane do programu. Jeżeli zostanie wprowadzony zerowy czas przerwy, przy dodatnim czasie pracy, wówczas dmuchawa działa przez cały czas. Jeżeli zostanie wprowadzony zerowy czas pracy, wówczas dmuchawa ma cały czas postój.

#### STEROWANIE ZBIORNIKAMI TLENOWEJ STABILIZACJI OSADU

W przypadku zbiorników stabilizacji, nazywanych w dalszym opisie skrótem ZS, sterowanie automatyczne dotyczy wyłącznie załączaniem i wyłączaniem przynależnych im dmuchaw powietrza.

W programie wizualizacji odwzorowane mogą być wysokości napełnienia ZS jeżeli są zamontowane czujniki hydrostatyczne.

Sugeruje się, aby zastosować naprzemienną pracę zbiorników ZS. Polegałoby to na tym, że operator manualnie zamyka zasuwę na dopływie jednego z ZS i otwiera dla drugiego ZS. Pierwszy ZS pracuje w takim przypadku jako stabilizacja, zaś drugi ZS jako zagęszczacz grawitacyjny. Osad do niego doprowadzany wypiera ciecz nadosadową, znajdującą się ponad zagęszczanym w dolnej części zbiornika osadzie. Napowietrzał będzie się przez cały czas ZS, pracujący jako stabilizacja. Powinna być możliwość zaprogramowania dmuchawy w trybie praca / postój. ZS pracujący jako zagęszczacz nie napowietrza się. Operatorzy z oczyszczalni będą musieli zamieniać funkcje tych ZS co ok. 2 doby. Wymagałoby to przestawienie zasuw otwieranych/zamykanych ręcznie, oraz wskazania w programie wizualizacji funkcji dla ZS. Dla dmuchawy współpracującej w danym czasie sugeruje się nastawy dmuchawy praca = 60 minut, przerwa = 30 minut. Taka praca przez cały czas aż do zamiany funkcji. Następnie dmuchawa równoległego ZS pracować będzie w ten sam sposób.

Zakłada się, że taki sposób pracy ZS poprawi stopień zatrzymywania w nich osadu, którego mniej będzie odpływało przelewem do zbiorników retencyjnych. Wydłuży się także czas napowietrzania osadu w ZS. Jeżeli zostanie zastosowany sugerowany czas pracy, wówczas jedna dmuchawa będzie pracowała przez 16 godzin na dobę. Można załączyć ją także do pracy ciągłej. Odpowiednio długie napowietrzanie przyczyni się do lepszej stabilizacji osadu i zmniejszenia jego masy.

#### ZWIĘKSZENIE WYDAJNOŚCI INSTALACJI ODWADNIANIA OSADU

Z reguły instalacje odwadniania wymagają stałej obecności pracownika w pobliżu, w czasie jej działania. Jeżeli pracownik nie przebywa w sposób ciągły w pomieszczeniu odwadniania to powinien często dozorować jej pracę. Należy sprawdzać działanie prasy co ok. 0,5 godziny. Ponadto w stacji jest manualny zestaw do przygotowania roztworu polielektrolitu, więc dozowanie substancji musi także wykonywać co kilkadziesiąt minut.

Istniejąca prasa ma wydajność max 2,5 m<sup>3</sup>/h i w celu odwodnienia powstającego osadu w ciągu 5-ciu dni roboczych na tydzień, musiałaby pracować codziennie przez 8 godzin. W praktyce potrzebny jest dodatkowy czas na przygotowanie i zakończenie pracy. Na początku należy przygotować polielektrolit, zaś na koniec umycie prasy i stanowiska pracy. Ponadto prasa często przerywa działanie i jest potrzeba wprowadzenia korekt parametrów nastawialnych lub wykonania drobnych napraw. Należy więc pracować w trybie dwuzmianowym lub zakupić i zamontować nowe wyposażenie stacji odwadniania. Wyposażenie to powinno być następujące:

- filtracyjna prasa taśmowa o wydajności co najmniej 6 m<sup>3</sup>/h i do 180 kg sm/h, powinna to być prasa dwutaśmowa ze strefą niskiego, średniego i wysokiego ciśnienia, przykładowi krajowi producenci pras to np.: FILTECH, MONTECH, INTER TECH L.K. Leszek Kowanek, ostatnia z wymienionych firm realizuje także remonty pras różnych producentów, a także wytwarza zamienne taśmy filtracyjne do pras,
- pompa nadawcy osadu, śrubowa lub rotacyjna o wydajności dostosowanej do prasy,
- w pełni zautomatyzowany zestaw przygotowania polielektrolitu, trójkomorowy, wielkość dostosowana do wydajności prasy,
- pompa dozująca polielektrolit o wydajności dostosowanej do prasy.

Szacuje się, że wykonanie wszystkich wymienionych powyżej modernizacji bez prac na sieci kanalizacyjnej i bez zakupu i montażu nowego wyposażenie stacji odwadniania będzie wymagało nakładów ok. 50.000,00 do 100.000,00 zł. Dokładniejsze kwoty będą znane po ustaleniu zakresu wymiany dyfuzorów natleniających.

Nowe wyposażenie stacji odwadniania w opisanym powyżej zakresie to koszt ok. 400.000,00 zł netto. Informację o takiej kwocie uzyskano od jednej z podanych powyżej firm.

### **6.3. Działania inwestycyjne rozbudowy oczyszczalni**

Jak wynika z obserwacji i analizy obecnej sytuacji w oczyszczalni, może ona pracować jeszcze kilka lat i osiągać wystarczające wyniki. Warunkiem jest utrzymanie właściwego stanu technicznego obiektów i urządzeń. Niektóre z podsystemów oczyszczalni są przestarzałe lub mają niedostosowaną wydajność do rzeczywistych potrzeb. W przyszłości powinna być przeprowadzona modernizacja i rozbudowa tej oczyszczalni. W szczególności rozbudowa będzie potrzebna, jeżeli w sposób znaczący zwiększy się liczba mieszkańców, np. w związku z rozwojem turystyki.

Konieczną pozycją zakresu modernizacji będzie zakupienie i zamontowanie kraty koszonej przed pompownią. Krata zabezpieczy pompy przed zatykaniem. W celu zamontowania kraty należy wybudować przed pompownią studzienkę o średnicy 1500mm i głębokości dostosowanej do kanalizacji.

Potrzebny będzie też zakup i montaż nowego urządzenia do mechanicznego oczyszczania ścieków. Proponuje się zastosować zintegrowany krato-piaskownik. Typ i lokalizacja urządzenia będzie określona na etapie projektu przez jego wykonawcę. Jeżeli projektowane urządzenie zmieści się w pomieszczeniu na dolnej kondygnacji budynku, wówczas należy takie zaprojektować. Jeżeli gabaryty krato-piaskownika byłyby zbyt duże, wówczas powinno to być urządzenie w wersji atmosferycznej, zamontowane i obudowane z trzech stron wiatą obok budynku. Kratopiaskownik powinien być napowietrzany i być dodatkowo wyposażony w tłuszczownik. Pozwoli to zatrzymać przynajmniej część tłuszczu, które dopływają w formie niezemulgowanej.

Stacja zlewna ścieków dowożonych powinna zostać przebudowana i doposażona w kontenerowy ciąg zlewczy. Istniejąca krata płaska powinna zostać przebudowana w taki sposób, aby była zlokalizowana na niższym poziomie, dostosowanym do nowego ciągu zlewczego.

W ramach rozbudowy części biologicznej najkorzystniejsze będzie wybudowanie nowych komór technologicznych dla procesu niskoobciążonego osadu czynnego, o układzie przepływowym. Istniejące zbiorniki SBR zostałyby wykorzystane do zagęszczania i stabilizacji osadu, oraz do magazynowania wody technologicznej.

W celu określenia potrzebnej kubatury nowych reaktorów biologicznych, wykonane będą odpowiednie obliczenia procesu.

### BILANS ŁADUNKU BZT<sub>5</sub> DO USUNIĘCIA

Przepływ dobowy średni	$Q_{dśr} = 1020 \text{ m}^3/\text{d}$
Wielkość RLM	6800
Ładunek BZT <sub>5</sub>	$6800 \times 0,06 = 408 \text{ kgO}_2/\text{d}$
Stężenie BZT <sub>5</sub> w ściekach surowych	$S_o = 400 \text{ gO}_2/\text{m}^3$
Wymagane stężenie BZT <sub>5</sub> w ściekach oczyszczonych	$S_e' = 25 \text{ gO}_2/\text{m}^3$
Przyjęte do obliczeń stężenie BZT <sub>5</sub> w ściekach oczyszczonych	$S_e = 10 \text{ gO}_2/\text{m}^3$

Wymagany do usunięcia dobowy ładunek BZT<sub>5</sub> wynosi:

$$\mathcal{L}_{\text{BZT}_{5us}} = 1020 \times (400 - 10)/1000 = 397,8 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

### BILANS AZOTU DO DENITRYFIKACJI

Stężenie N <sub>og</sub> w ściekach surowych	$S_o = 74 \text{ gN}/\text{m}^3$
Wymagane stężenie N <sub>og</sub> w ściekach oczyszczonych	$S_e' = \text{brak wymagań}$
Przyjęte do obliczeń stężenie N <sub>og</sub> w ściekach oczyszczonych	$S_e = 10,0 \text{ gN}/\text{m}^3$

Stężenie N <sub>og</sub> doprowadzanego do reaktora	$74,0 \text{ gN}/\text{m}^3$
Stężenie N <sub>og</sub> w odpływie do odbiornika	$- 10,0 \text{ gN}/\text{m}^3$
Stężenie N <sub>og</sub> asymilowanego = 4,5% BZT <sub>5</sub>	$- 18,0 \text{ gN}/\text{m}^3$
Azot do denitryfikacji	$= 46,0 \text{ gN}/\text{m}^3$

### OBLICZENIA DLA PROCESU OSADU CZYNNEGO PRZY TEMPERATURZE 12 °C

Przyrost osadu w związku z usuwaniem związków węglowych – w celu określenia tego przyrostu obliczono uprzednio wg wytycznych ATV A131, metodą kolejnych iteracji wymagany wiek osadu  $WO = 13,5 \text{ d}$ , dla temperatury w k.o.cz. wynoszącej 12°C, współczynnika stabilności procesu  $F=1,8$ , oraz jednocześnie obliczonej proporcji  $V_D:V_R = 0,39$ .

Obliczony przyrost jednostkowy osadu wynosi  $dX = 1,06 \text{ kg sm} / \text{kgBZT}_{5us}$

Dobowy przyrost osadu wynosi więc:  $\Delta X = 1,06 \times 397,8 = 421,7 \text{ kg sm} / \text{d}$

Zapas osadu w kubaturze czynnej reaktorów powinien wynosić:

$$\Sigma X = WO \times \Delta X = 13,5 \times 421,7 = 5693 \text{ kg sm}$$

Potrzebna kubatura czynna przy założeniu stężenia osadu  $X = 5 \text{ kgsm}/\text{m}^3$  wynosi:

$$VR = 5693 / 5 \approx 1140 \text{ m}^3$$

Pojemność reaktora byłaby ponad 2 razy większa od istniejącej. Zakładając realizację dwóch nowych ciągów, każdy będzie miał pojemność  $V = 570 \text{ m}^3$ .

Przy głębokości czynnej 5m powierzchnia zabudowy jednego ciągu reaktora będzie wynosiła:  $F = 114 \text{ m}^2$ .

Oprócz obliczonej kubatury będzie wykonana komora beztlenowa/selektor o pojemności zapewniającej czas zatrzymania 45 min dla  $Q_{\text{dśr}}$ . Pojemność ta powinna wynosić  $V_{\text{KB}} = 45/60 \times 43 = 32 \text{ m}^3$ .

Wymiary w rzucie mogą wynosić 2,5 x 2,6m. Komora ta będzie pełnić także rolę rozdzielacza ścieków na dwa ciągi. Należy ją wyposażać w mieszadło zatapialne. Do komory tej będą doprowadzane ścieki surowe, oczyszczone mechanicznie oraz osad recyrkulowany zewnętrznie.

Ciąg reaktora przepływowego będzie miał następujące wymiary liniowe:

- głębokość czynna 5,0 m
- głębokość całkowita 5,5 m
- szerokość czynna 6,0 m
- długość całkowita 20,60 m

Wymiary zewnętrzne całego bioreaktora, zawierającego dwa ciągi technologiczne są następujące:

- szerokość całkowita reaktora 12,90 m
- długość całkowita reaktora 20,60 m

Wymiary obliczonego reaktora podano na załączonym rysunku nr 2.

#### OBLICZENIE ILOŚCI POWIETRZA DLA KOMORY TLENOWEJ NOWYCH DWÓCH CIĄGÓW BIOLOGICZNYCH

Dobowe zapotrzebowanie tlenu na utlenianie związków organicznych przy temperaturze 12°C wynosi:

$$O_{Vd,c} = 408 \cdot \left[ 0,56 + \frac{0,15 \cdot 13,5 \cdot 1,072^{(12-15)}}{1 + 0,17 \cdot 13,5 \cdot 1,072^{(12-15)}} \right] = 462,8 \text{ kgO}_2/d$$

Dobowe zapotrzebowanie tlenu na utlenianie związków organicznych przy temperaturze 20°C wynosi:

$$O_{Vd,c} = 408 \cdot \left[ 0,56 + \frac{0,15 \cdot 13,5 \cdot 1,072^{(20-15)}}{1 + 0,17 \cdot 13,5 \cdot 1,072^{(20-15)}} \right] = 503,8 \text{ kgO}_2/d$$

Dobowe zapotrzebowanie tlenu na utlenianie amoniaku dla pełnej nityfikacji:

$$O_{Vd,N} = \frac{4,3 \cdot 1020 \cdot (46 - 0 + 10)}{1000} = 245,6 \text{ kgO}_2/d$$

Dobowy odzysk tlenu w procesie denitryfikacji:

$$OV_{d,D} = \frac{2,9 \cdot 1020 \cdot 46}{1000} = 136,1 \text{ kgO}_2/d$$

Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na tlen wynosi:

$$OV_h = \frac{1,15 \cdot (503,8 - 136,1) + 2,0 \cdot 245,6}{24} = 38,1 \text{ kgO}_2/h$$

Powyższe obliczenie uwzględnia współczynniki uderzeniowe związkami węgla  $f_c = 1,15$  i azotem amonowym  $f_N = 2,0$ .

Wymagana ilość dostarczanego tlenu wynosi:

$$\alpha OC = \frac{11,25}{11,25 - 2} \cdot 38,1 = 46,3 \text{ kgO}_2/h$$

Jeżeli w nowych reaktorach będą zamontowane dobrej klasy dyfuzory, np. płyty napowietrzające AEROSTRIP® produkowany przez AQUACONSULT, wówczas transfer tlenu będzie wysoki i może wynosić ok. 30%. Dla takich warunków, oraz dla współczynnika  $\alpha = 0,7$ , zapotrzebowanie na powietrze będzie wynosiło:

$$Q_p = \frac{46,3 \cdot 1000}{280 \cdot 0,3 \cdot 0,7} = 787,4 \text{ m}^3/h \rightarrow 13 \text{ m}^3/\text{min}$$

Współczynnik natleniania wynosi:

$$k = \frac{46,3 \cdot 24}{408} = 2,72$$

Istniejące dmuchawy powietrza mają wydajność po 4 m<sup>3</sup>/min. Należy zaadaptować po dwie z nich do napowietrzania każdego ciągu. Łączna ilość doprowadzanego powietrza będzie wynosiła 4 x 4 = 16 m<sup>3</sup>/min. Pozostałe 5 dmuchaw będą współpracowały ze zbiornikami stabilizacji i ze zbiornikiem retencyjnym.

Dmuchawy będą załączane do pracy kaskadowo, przy czym wiodącą dmuchawę należy wyposażyć w przemiennik częstotliwości, a komory napowietrzane reaktora w sondy tlenowe.

Na etapie projektowania należało będzie ocenić potrzebę remontu istniejących dmuchaw powietrza.

#### OBLICZENIA WYMIARÓW OSADNIKÓW WTÓRNYCH

Zakłada się budowę dwóch osadników pionowych. Osadniki powinny zapewnić przyjęcie przepływu ścieków odpowiadającemu średniej godzinowej ilości z godzin dziennych. Ścieki będą retencjonowane i uśredniane w istniejących dwóch zbiornikach. Przepływ średni z godzin dziennych  $Q_{hdz} = 64 \text{ m}^3/h$ .



Dopuszczalne max obciążenie hydrauliczne osadnika dla stężenia osadu  $X=5 \text{ kgsm/m}^3$ , oraz dla indeksu osadu  $IO=150$  powinno wynosić:

$$q_F = \frac{650}{5 \cdot 120} = 1,08 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot h)$$

Zakładając średnicę rury centralnej 0,5m powierzchnia jednego osadnika powinna wynosić:

$$F_{os} = 0,2 + \frac{32}{1,08} = 29,83 \text{ m}^2$$

Przyjęto wymiary rzutu jednego osadnika 5,5 x 5,5m, powierzchnia wynosi 30,25m<sup>2</sup>.

Rzeczywiste obciążenie będzie wynosiło:

$$q_{Frz} = \frac{32}{30,25} = 1,06 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot h)$$

Obliczenie wysokości osadnika:

$h_1$  - wysokość strefy ścieków sklarowanych – przyjęto wartość minimalną  $h_1 = 0,5\text{m}$

$h_2$  – wysokość strefy rozdziału i przepływu wstecznego

$$h_2 = \frac{0,5 \cdot 1,06 \cdot (1 + 0,75)}{1 - \frac{600}{1000}} = 2,3 \text{ m}$$

$h_3$  - wysokość strefy prądów gęstościowych i gromadzenia

$$h_3 = \frac{1,5 \cdot 0,3 \cdot 650 \cdot (1 + 0,75)}{500} = 1,0 \text{ m}$$

$h_4$  - wysokość strefy zagęszczania i zgarniania

$$h_4 = \frac{5 \cdot 1,06 \cdot (1 + 0,75) \cdot 1}{8,3} = 1,1 \text{ m}$$

Wysokość czynna części prostopadłościennej będzie wynosić:

$h = 0,5 + 2,3 + 1,0 + 1,1 = 4,9 \text{ m}$
---

Powyżej zwierciadła ścieków będzie wysokość wolnej burty 0,9m, aby wyrównać poziom korony z bioreaktorem, więc łączna wysokość całkowita wynosiła będzie 5,8m, a poniżej tej prostopadłościennej części będzie lej osadowy, zwężający się do dna o wymiarach 0,8 x 0,8m. Wysokość leja osadowego o nachyleniu ścian 55° do poziomu będzie wynosiła  $H_l = 3,35m$ .

Łączna wysokość osadnika od dna leja do korony wynosiła będzie:

$H_c = 4,9 + 0,9 + 3,35 = 9,15m$
----------------------------------

Z tej wysokości ok. 2,5m będzie wyniesiona ok. ponad terenem, a 6,65m poniżej terenu. Jeżeli na terenie oczyszczalni występują trudne warunki gruntowe, wówczas można podnieść obiekty do max 3,5m położenia korony nad terenem.

Lokalizację nowych reaktorów wraz z osadnikami wtórnymi należy przewidzieć na terenie pomiędzy istniejącym budynkiem a farmą fotowoltaiczną. Jest tam wystarczająca ilość miejsca, zaś wymiary reaktora z osadnikami są zbliżone do długości istniejącego budynku.

#### OBLICZENIE WYDZIELONEJ TLENOWEJ KOMORY STABILIZACJI OSADU

Osad nadmierny tłoczony będzie z pompowni recyrkulacyjnej do wydzielonej komory stabilizacji tlenowej (WKST) za pomocą pompy wirowej.

Dobowa ilość suchej masy osadu powstającego w oczyszczalni wynosi  $\Delta X = 421,7$  kgsm/d. Wiek osadu w reaktorach biologicznych wynosi 13,5d. Uwodnienie osadu po zagęszczaniu grawitacyjnym przyjęto na poziomie 98%.

Dobowa objętość zagęszczonego osadu o 2%sm wynosi:

$$V_{os\ sur} = 421,7 / (10 \times (100-98)) = 21,1\ m^3/d$$

Tabela 6.1. Bilans masy osadu w procesie stabilizacji.

Rodzaj osadu	Sucha masa SM	smm		smo		smoR		smoNR	
	kg/d	% sm	kg/d	% sm	kg/d	% smo	kg/d	% smo	kg/d
Nadmierny	421,7	30	126,5	70	295,2	40	118,1	60	177,1

Po stabilizacji zostaje  $SMos = 126,5 + 177,1 = 303,6$  kgsm/d

W procesie stabilizacji ilość osadu zmniejszy się zatem koncentracja suchej masy obniży się z 2% do:

$$SMos' = 2 \times 303,6 / 421,7 = 1,44\%$$

Czas stabilizacji osadu nadmiernego powinien wynosić:

$$t_{st} = (25 - WO_t) = 25 - 13,5 = 11,5 \text{ d}$$

Dobowa objętość osadu w stabilizacji wynosi  $21,1 \text{ m}^3/\text{d}$ .

Wymagana objętość czynna komory stabilizacji:

$$V_{czWKST} = Q_{sr os} \times t_{sr st} = 21,1 \times 11,5 = 242,65 \text{ m}^3$$

Dla stabilizacji osadu zostanie zaadaptowane 6 z ośmiu istniejących zbiorników po  $90 \text{ m}^3$  każdy. Zbiorniki stabilizacji będą pracowały cyklicznie dwa z nich będą się napelniały osadem, zagęszczając go. Trzy zbiorniki będą napowietrzane, natomiast jeden zbiornik będzie opróżniany poprzez odbiór osadu do procesu odwadniania. Co ok. 2 dni będzie następowała zamiana funkcji.

Pozostałe dwa z istniejących zbiorników będą adaptowane na cel magazynowania wody technologicznej.

#### OBLICZENIE ILOŚCI POWIETRZA DLA WYDZIELONEJ TLENOWEJ STABILIZACJI OSADU

Zapotrzebowanie tlenu do procesu stabilizacji:

$$ZO_{STAB} = 1,8 \times smOR = 1,8 \times 118,1 = 212,6 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

Czas pracy dmuchaw  $20\text{h}/\text{d}$ , zatem godzinowa ilość wprowadzanego tlenu powinna wynosić:

$$ZO_{hSTAB1} = 212,6 / 20 = 10,6 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

Godzinowa ilość zapotrzebowania tlenu dla powyżej ustalonych parametrów i dla współczynnika  $\alpha = 0,4$  wynosi:

$$\alpha OC = \frac{10,6}{0,4} = 26,5 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

Przy pracy 4 istniejących dmuchaw jednocześnie ilość tlenu wprowadzanego w ciągu godziny będzie wynosiła:

$$\alpha OC = 4 \times (0,4 \times 280 \times 0,25 \times 240) / 1000 = 26,9 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

Wydajność tlenowa istniejących 4 dmuchaw będzie wystarczająca dla potrzeb stabilizacji osadu, pod warunkiem przyporządkowania najmniejszej dmuchawy do zbiornika retencyjnego, zaś do zbiorników stabilizacji 4 większych dmuchaw.

Na etapie projektowania należało będzie ocenić potrzebę remontu istniejących dmuchaw powietrza.

## OBLICZENIE PRZEPUSTOWOŚCI INSTALACJI OWADNIANIA OSADU

Wymagana wydajność linii odwadniania osadu zostanie określona przy założeniu jej pracy 5 dni w tygodniu przez max 5 h/d = 25 h/tydzień.

Takie założenie pozostawia czas 1h na poranny rozruch instalacji, w tym przygotowanie polielektrolitu oraz 1h na zakończenie tj. umycie maszyn i stacji odwadniania, oraz 1h na nieprzewidziane problemy i przerwy w pracy w ciągu zmiany.

Dobowa ilość osadu będzie docelowo wynosiła 303,6 kgsm/d, która będzie miała przy zawartości sm = 1,44% objętość 21,1 m<sup>3</sup>/d.

Wymagana wydajność linii odwadniania powinna wynosić:

$$Q_{\text{dos}} = (7 \times 21,1) / (5 \times 5) = 5,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

Istniejąca prasa ma wydajność do 2,5 m<sup>3</sup>/h, zatem nie jest wystarczająca. Prasa ta nie jest wystarczająca już dla obecnych warunków obciążenia i w poprzednim podpunkcie sugeruje się zakup nowej i większej prasy. Podane tam parametry spełnią wymagania jak dla warunków docelowych. Jeżeli użytkownik nie zakupi nowej prasy w ramach działań doraźnych, wówczas należy podjąć decyzję na etapie rozbudowy oczyszczalni. W takim przypadku koszt 400 tys. zł należy dodać do zestawienia kosztowego, zamieszczonego na kolejnych stronach poniżej.

Stacja odwadniania wymaga też budowy zadaszenia kontenera, proponuje się wykonanie wiaty o konstrukcji stalowej i z płyt warstwowych.

Powinien być także zamontowany co najmniej zestaw do mini higienizacji osadu. Dodawanie do osadu wapna powoduje zniszczenia organizmów patogennych i wówczas osad zawsze osiąga dobre wyniki okresowego badania w zakresie mikrobiologii i parazytologii.

W ramach modernizacji należy przewidzieć też do zaprojektowania i budowy układ wody technologicznej, składającego się z pompy wirowej wody technologicznej, opuszczonej do strefy ścieków sklarowanych w jednym z osadników. Pompa będzie wodę (ścieki oczyszczone) podawała do automatycznego filtra uzdatniającego tą wodę, skąd odpływała będzie do zbiornika górnego, na który zostanie adaptowany jeden z istniejących zbiorników SBR lub stabilizacji. Z tego zbiornika wodę będzie pobierał zestaw podnoszący ciśnienie i podawał ją do instalacji płuczającej urządzenia. Płukania wymagają takie urządzenia jak prasa, sito, krata. Największe zapotrzebowania na wodę posiada prasa odwadniająca. W przybliżeniu jest ono porównywalne z max wydajnością prasy. Przykładowo obecna prasa ma wydajność max 2,5 m<sup>3</sup>/h, zaś zapotrzebowanie na wodę wg danych technicznych wynosi 2,4 m<sup>3</sup>/h. Prasa o sugerowanej wydajności 6 m<sup>3</sup>/h będzie miała zapotrzebowanie też ok. 6 m<sup>3</sup>/h. Zużycie wody w ciągu doby będzie wynosiło 30 m<sup>3</sup>/d + zużycie do mycia końcowego maszyn.

## WYPOSAŻENIE NOWEGO REAKTORA

- W komorze beztlenowej mieszadło zatapialne średnioobrotowe.
- W każdej komorze niedotlenionej mieszadło zatapialne średnioobrotowe.
- W każdej komorze tlenowej instalacja napowietrzająca z zastosowaniem dyfuzorów płytowych, oraz pompy recyrkulacji wewnętrznej 2 szt. o wydajności po 250%  $Q_{\text{dśr}}$  każda z nich, tlenomierz i gęstościomierz.

## WYPOSAŻENIE STACJI DMUCHAW

Proponuje się na etapie projektowania zlecić specjalistycznemu serwisowi ocenę stanu technicznego istniejących dmuchaw. W zależności od niej zlecić wykonanie odpowiedniego zakresu remontu lub zabezpieczyć rezerwę magazynową jednego stopnia sprężającego i jednego silnika napędowego. Wydajność istniejących dmuchaw jest wystarczająca. Dmuchawy współpracujące w przyszłości z nowymi reaktorami doposażyć w dwa przemienniki częstotliwości, które będą przełączane do aktualnych dmuchaw tzw. wiodących, po jednej przyporządkowanej do każdego ciągu. Jeżeli dla danego ciągu nastąpi zamiana dmuchawy wiodącej, wówczas do niej będzie przełączony przemiennik. Praca dmuchaw będzie przebiegała w taki sposób, że jeżeli pracuje jedna to jej wydajność jest regulowana przemiennikiem z wykorzystaniem sygnału z sondy tlenowej. Dzięki temu stężenie tlenu będzie utrzymywane na optymalnym poziomie 2 do 2,5 mgO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Jeżeli jedna dmuchawa nie będzie w stanie sprostać aktualnemu zapotrzebowaniu na tlen, wówczas dołącza się druga z maksymalną wydajnością. Jeżeli Wartość tlenu osiągnie zadaną wartość wówczas dmuchawa regulowana zmniejsza wydajność. Po osiągnięciu minimalnej wydajności, przy stężeniu tlenu powyżej nastawy, wyłącza się dmuchawa druga, zaś wiodąca dostosowuje swoją wydajność.

W ramach modernizacji stacji dmuchaw będzie należało także przyporządkować cztery z istniejących dmuchaw do sześciu zbiorników stabilizacji. W tym celu będzie potrzeba doposażyć rurociągi tłoczne, łącznie w 6 szt przepustnic z napędami elektromechanicznymi, aby każda dmuchawa mogła się przełączać do dwóch różnych zbiorników stabilizacji.

## WYPOSAŻENIE OSADNIKÓW WTÓRNYCH

W każdym osadniku należy zastosować pionową rurę centralną, koryto przelewowe i koryto do odprowadzania osadu powierzchniowego. Zamontować pompę recyrkulacji zewnętrznej, opuszczaną przez rurę centralną, a na rurociągu recyrkulacyjnym dwie zasuwę z elektronapędami i odgałęzienie do odprowadzania osadu nadmiernego, do istniejących zbiorników stabilizacji/zagęszczaczy w obecnym budynku technicznym. Instalacje w odcinkach napowietrznych muszą być izolowane i podgrzewane kablem grzewczym. Starać się prowadzić rurociągi poniżej zwierciadła ścieków.

Inwestor może także podjąć taką decyzję i zamontować w osadnikach, w ich strefach ścieków sklarowanych węzownice współpracujące z pompą ciepła do ogrzewania pomieszczeń.

W jednym z osadników można zamontować pompę wody technologicznej, opuszczaną do strefy ścieków sklarowanych. W takim przypadku w osadniku musi być także pływakowy czujnik poziomu suchobiegu dla tej pompy, oraz mętnościomierz w armaturze zanurzeniowej, doprowadzony do poziomu wlotu pompy i blokujący jej działanie w sytuacji podniesienia się warstwy osadu. Mętnościomierz ten byłby wykorzystany także do monitorowania pracy osadnika.

Jeżeli będzie ogłaszany przetarg na projekt i następnie budowę oczyszczalni, wówczas sugeruje się zamieść w SIWZ zapis o niedopuszczalności zastąpienia osadnika innymi rozwiązaniami, jak np. sitami lub technologią membranową MBR.

## POMPOWNIA ŚCIEKÓW

W istniejącej pompowni należy wymienić pompy na większe, dostosowane do przewidywanych dopływów, a także zmienić orurowanie na większą średnicę.

#### NOWY KRATO-PIASKOWNIK

Zakłada się montaż nowego urządzenia w pomieszczeniu budynku jeżeli pozwolą na to jego gabaryty. W przeciwnym przypadku należy zamontować urządzenie w wersji atmosferycznej i osłonić je wiatą, wzniesioną obok budynku. Krato-piaskownik powinien mieć przepustowość min. 40 l/s. Powinien być napowietrzany i z tłuszczownikiem.

#### ZBIORNIKI RETENCYJNE

W ramach modernizacji istniejące zbiorniki powinny być wyczyszczone i skontrolowane. Wszelki zauważone usterki należy naprawić.

#### KOMORA POMIAROWA

Należy wykonać nową komorę pomiarową w formie studni obok osadników wtórnych. Jako urządzenie pomiarowe należy zastosować przepływomierz elektromagnetyczny o wielkości DN150.

#### SZACUNKOWE KOSZTY DLA PLANOWANEJ INWESTYCJI

Tabela nr. 6.2. Zestawienie kosztów inwestycyjnych netto związanych z realizacją rozbudowy i modernizacji oczyszczalni.

Lp	Zakres robót	Przewidywany koszt, zł netto
1	Sporządzenie projektu zagospodarowania, budowlanego i technicznego	150 000,00
2	Organizacja terenu budowy	100 000,00
3	Prace rozbiórkowe i przebudowy istniejącego punktu zlewczego, oraz zakup i montaż kontenerowego ciągu zlewczego	100 000,00
4	Wykonanie studzienki, zakup i montaż kraty koszej	100 000,00
5	Modernizacja pompowni – wymiana pomp i orurowania, demontaż sita pionowego	70 000,00
6	Zakup i montaż krato-piaskownika	350 000,00
7	Adaptacja istniejących zbiorników SBR i stabilizacji do nowych funkcji	100 000,00
8	Wykonanie dwóch ciągów biologicznych przepływowych z wyposażeniem	900 000,00
9	Wykonanie dwóch osadników wtórnych pionowych z wyposażeniem	500 000,00
10	Adaptacja stacji dmuchaw i remonty dmuchaw	120 000,00
11	Instalacja wody technologicznej	120 000,00
12	Sieci międzyobiektove	100 000,00
13	Instalacje elektryczne i AKPiA, nowy agregat	800 000,00
14	Nowa stacja trafo	200 000,00
15	Budowa dróg wewnętrznych i dojść z kostki brukowej.	200 000,00
16	Budowa wiaty nad stanowiskiem kontenera odbierającego odwodniony osad oraz montaż zestawu mini higienizacji do wapnowania osadu	90 000,00
17	Rozruch i opracowanie instrukcji	60 000,00
	SUMA	4 060 000,00

UWAGA: Bardziej dokładne koszty inwestycji będzie można określić na podstawie wykonanego projektu budowlanego. Dodatkowo należy uwzględnić remont istniejącego budynku jeżeli taki będzie potrzebny. Jeżeli do czasu rozbudowy nie będzie nowej instalacji odwadniania osadu, wówczas należy taką zamontować i zwiększyć wyliczoną kwotę o 400 000,00 zł.

## 7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Z przeprowadzonej analizy wynikają następujące wnioski:

- Istniejąca oczyszczalnia aktualnie nie zawsze spełnia wymagania jakości ścieków oczyszczonych w zakresie obowiązujących aktualnie wskaźników zanieczyszczeń – BZT<sub>5</sub>, ChZT i zawiesiny ogólnej. Jako przyczynę wskazuje się jej pracę w zakresie maksymalnych obciążeń osadu czynnego. Wynika to z trochę małej pojemności czynnej bioreaktorów SBR. Sytuacja zawsze może ulegać pogorszeniu, jeżeli program sterujący nie dostosuje odpowiednio parametrów do aktualnych potrzeb, zaś pracownicy są skierowani do ich do innych zadań na terenie gminy i nie korygują na czas parametrów sterowania.
- W oczyszczalni stosowano też środki antypienne, co do których są zastrzeżenia, iż także mogą być przyczyną pogorszenia się efektywności działania oczyszczalni. Takie środki można stosować tylko w przypadku ich odpowiedniego przebadania i dopuszczenia, oraz stosując dawki wskazane w instrukcji przez producenta. Środki te były zastosowane przez wzgląd na występowanie kożucha na powierzchni zwierciadeł w SBR, który często zatyka przewody odpowietrzające, zaś w przypadku otwarcia pokryw rewizyjnych reaktorów zdarza się, że wypłynie na zewnątrz zanieczyszczając poszycia zbiorników i pomieszczenie.
- Kożuch na powierzchni zwierciadeł w zbiornikach wizualnie odpowiada kożuchowi tłuszczowemu. Najpewniejszym sposobem jego eliminacji jest niewprowadzanie tłuszczu do kanalizacji. W tym celu należy wymagać montażu separatorów tłuszczu i ich właściwej eksploatacji w zakładach gastronomicznych. Za wprowadzanie tłuszczu mogą być też odpowiedzialne niektóre działalności chałupnicze, jak np. wytwarzanie serków regionalnych.
- W oczyszczalni zaproponowano wykonanie nowego przewodu odpowietrzającego o większej średnicy. Powinno to poprawić odpowietrzanie się natlenianych zbiorników i zmniejszyć ryzyko uszkodzenia ścian zbiorników przez wzrosty ciśnienia.
- W wyniku badania osadu czynnego stwierdzono jego wysokie obciążenie i przekroczenie jego zdolności do biosorpcji. Wynika stąd, że przy obecnych obciążeniach oczyszczalnia jest zdolna osiągać zadowalające efekty. Warunkiem jest utrzymanie dobrego stanu technicznego urządzeń i codzienny nadzór nad jej pracą. Operatorzy powinni codziennie kontrolować działanie oczyszczalni poprzez sprawdzenie wszystkich wykresów parametrów mierzonych. W przypadkach zauważenia anomalii podejmować odpowiednie działania. Osad czynny powinien być badany dla każdego z sześciu zbiorników SBR co najmniej dwa razy w tygodniu. Jeżeli osad będzie miał czarny kolor to oznacza niedotlenienie i konieczność wydłużania czasów napowietrzania. Jeżeli osad będzie jasny i

prześwitujący pod światło dzienne (mała gęstość), natomiast będzie go duża ilość w cylindrze miarowym po 0,5 godzinnej sedymentacji, wówczas może to oznaczać zbyt długie natlenianie.

- W oczyszczalni zauważono także zbyt małą przepustowość do odbioru osadu nadmiernego. Dla usprawnienia działania tego podsystemu oczyszczalni, powinna zostać zainstalowana nowa prasa odwadniająca do osadu, wraz z nowymi pompami i z automatycznym zestawem przygotowania polielektrolitu.
- W celu poprawy działania oczyszczalni zaproponowano wykonanie działań bieżących i w dalszym planie czasowym działań inwestycyjnych.
- Działania doraźne to modyfikacje instalacji odpowietrzającej, odbierającej osad nadmierny z reaktorów, zakup i montaż większej prasy odwadniającej, oraz modyfikacja sterowania cyklem pracy reaktorów SBR. Działania te poprawią w pewnym stopniu funkcjonowanie oczyszczalni.
- Zaleca się także sprawdzenie stanu technicznego instalacji napowietrzających. Czynności te są bardzo pracochłonne i należy przeznaczyć na ten cel odpowiednio długi okres czasu. W przypadkach stwierdzenia uszkodzeń wymieniać elementy na nowe.
- W celu zmniejszenia przeciążenia hydraulicznego oczyszczalni, zaleca się przeprowadzić kontrole przyłączy do sieci. Zaleca się także sprawdzanie stanu technicznego kanałów i studzienek rewizyjnych i usuwanie stwierdzonych nieprawidłowości.
- Koszt działań doraźnych szacuje się na ok. 500 tys. zł.
- W przyszłości powinna zostać wykonana rozbudowa oczyszczalni. Rozbudowa będzie konieczna jeżeli wzrośnie liczba mieszkańców i ruch turystyczny. Może być też konieczna w przypadku nałożenia na oczyszczalnię limitu dla azotu ogólnego. Aktualnie są takie projekty rozporządzeń, aby obniżyć próg dla tego limitu dla oczyszczalni mniejszych od 10 000 RLM.
- W opracowaniu przedstawiono propozycję zaprojektowania nowego bioreaktora przepływowego z dwoma ciągami technologicznymi, oraz dwóch osadników wtórnych. Przedstawiono także zalecenia modernizacji mechanicznego oczyszczania ścieków i linii osadowej.
- Szacowany koszt inwestycji rozbudowy i modernizacji oczyszczalni to ok. 4 060 000,00 zł netto. Kwota ta nie uwzględnia stacji odwadniania osadu, ujętej kosztowo w działaniach doraźnych. Dokładną wartość będzie można podać dopiero na podstawie opracowanego projektu rozbudowy i modernizacji oczyszczalni.