Koncepcja modernizacji Oczyszczalni Ścieków „Hołdunów” w Lędzinach

Inwestor:
PGK Partner Sp. z o.o.
w Lędzinach

Opracował: mgr inż. Bartłomiej ZYCH

Spis treści

1. Wstęp 4
1. Dane ogólne 4
2. Podstawy opracowania 4
3. Cel i zakres opracowania 5
2. Opis istniejącej instalacji technologicznej 6
1. Dane ogólne o oczyszczalni 6
2. Lokalizacja oczyszczalni ścieków 6
3. Charakterystyka zlewni oczyszczalni 6
4. Zasada pracy i działania oczyszczalni 6
5. Podstawowe obiekty oczyszczalni 7
6. Opis technologii 8
3. Ocena stanu technicznego wyposażenia podstawowych obiektów technologicznych 10
1. Studnia rozprężna 10
2. Zestaw do mechanicznego oczyszczania ścieków z sitem ślimakowym i piaskownikiem 10
3. Osadnik wstępny 10
4. Komora anoksyczna (denitryfikacja) 10
5. Komory napowietrzania (nitryfikacja) 10
6. Osadniki wtórne 10
7. Komora pomiarowa przepływu ścieków 11
8. Komora stabilizacji osadu 11
9. Pompownia ścieków oczyszczonych 11
10. Zbiornik Zlewny 11
11. Budynek socjalno-techniczny 11
12. Magazyny osadu 11
13. Sieci technologiczne 11
4. Ocena obciążenia oczyszczalni ścieków 12
1. Aktualne obciążenie hydrauliczne obiektu 12
2. Aktualne obciążenie obiektu ładunkiem zanieczyszczeń 16
5. Obliczenia technologiczne 18
6. Wymagana jakość ścieków oczyszczonych 24
7. Podstawowe problemy 25
8. Warianty modernizacji oczyszczalni 26
1. Wariant 0 – pozostawienie istniejących rozwiązań technologicznych 26
2. Wariant I – modernizacja istniejącego układu technologicznego 26
8.2.1. Wprowadzenie 26
8.2.2. Wymiana urządzeń technologicznych 26
8.2.3. Rozbudowa układu sterowania i wizualizacji oczyszczalni 27
3. Wariant II – budowa nowego ciągu technologicznego – układ przepływowy 27
8.3.1. Wprowadzenie 27
8.3.2. Wymagania podstawowe 27
8.3.3. Parametry technologiczne 29
8.3.4. Opis rozwiązań projektowych oczyszczania ścieków 31
8.3.5. Opis rozwiązań projektowych gospodarki osadowej 40
8.3.6. Zestawienie podstawowych parametrów technologicznych 42

8.3.7. Zestawienie podstawowego, minimalnego wyposażenia technologicznego 43
8.3.1. Zestawienie mocy 44
4. Wariant III – budowa nowego ciągu technologicznego – układ sekwencyjny 45
8.4.1. Wprowadzenie 45
8.4.2. Opis technologii 47
8.4.3. Parametry technologiczne części ściekowej 48
8.4.4. Opis rozwiązań projektowych gospodarki osadowej 51
8.4.1. Opis parametrów charakterystycznych proponowanych reaktorów porcjowych 53
8.4.2. System sterowania i automatyki 55
8.4.3. Zestawienie podstawowego, minimalnego wyposażenia technologicznego 58
8.4.4. Zestawienie mocy 59
5. Wariant IV – transfer całości ścieków do oczyszczalni Ziemowit 60
9. Podstawowe wymagania dotyczące zastosowanych rozwiązań budowlano-konstrukcyjnych i wskaźników ekonomicznych 61
1. Wymagania podstawowe 61
2. Wymagania w zakresie technologii 62
3. Wymagania w zakresie konstrukcji 63
4. Wymagania w zakresie instalacji 64
5. Wymagania w zakresie zagospodarowania terenu 64
6. Pozostałe wymagania 65
10. Zbiorcze zestawienie kosztów 66
11. Wnioski i zalecenia 67
12. ZAŁĄCZNIKI 68
1. UCHWAŁA NR V/7/14/2015 SEJMIKU WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO z dnia 13 kwietnia 2015 r. w sprawie wyznaczenia Aglomeracji Lędziny. 68
2. Sprawozdania z badań ścieków 68
3. Rysunki 68
a) Rys. PK-T-R01 – Orientacja 68
b) Rys. PK-T-R02 – Istniejące zagospodarowanie terenu 68
c) Rys. PK-T-R03 – Projekt zagospodarowania terenu – SBR 68
d) Rys. PK-T-R04 – Reaktory – SBR 68
e) Rys. PK-T-R05 – Budynek technologiczny – SBR 68
f) Rys. PK-T-R06 – Plan zagospodarowania terenu – układ przepływowy 68
g) Rys. PK-T-R07 – Schemat technologiczny – układ przepływowy 68

1. Wstęp

1. Dane ogólne

Zamawiający: PGK „PARTNER" Sp. z o.o.
ul. Lędzińska 47, 43-143 Lędziny

Autor opracowania: „EcoOne" Sp. z o.o.
ul. Świerczewskiego 11B, 43-170 Łaziska Górne

2. Podstawy opracowania

Formalną podstawą opracowania jest umowa pomiędzy PGK „PARTNER" Sp. z o.o. i „EcoOne" Sp. z o.o. z dn. 20.03.2017r.

Do wykonania koncepcji wykorzystano następujące opracowania, materiały i informacje:

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

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

- Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego.
- Ustawie Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 roku (Dz. U. nr 62, poz. 627) wraz z późniejszymi zmianami.
- Ustawie „Prawo budowlane" z dnia 07 lipca 1994 roku wraz z aktami wykonawczymi i późniejszymi zmianami.
- Ustawie z dnia 4 lutego 1994 roku Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. nr 27, poz. 96 z 1994 roku).
- Ustawie z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. nr 80, poz. 717).
- Ustawie z dnia 18 lipca 2001 roku „Prawo wodne" (Dz. U. z dnia 11 października 2001 r.) wraz z późniejszymi zmianami.
- Obwieszczeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 roku w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia MIPS w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (DZ. U. nr 169).

3. Cel i zakres opracowania

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

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

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

2. Opis istniejącej instalacji technologicznej

1. Dane ogólne o oczyszczalni

Komunalna oczyszczalnia ścieków jest oczyszczalnią mechaniczno-biologiczną ze wspomaganiem procesu usuwania fosforu na drodze chemicznej.

Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej „Partner" Sp. z o.o. posiada aktualne pozwolenie wodnoprawne na wprowadzanie do rowu Hołdunowskiego oczyszczonych ścieków komunalnych z oczyszczalni ścieków „Hołdunów" oraz wód opadowych i roztopowych z terenu oczyszczalni w Hołdunowie.

2. Lokalizacja oczyszczalni ścieków

Oczyszczalnia ścieków „Hołdunów" zlokalizowana jest w Lędzinach przy ulicy Hołdunowskiej 75. Teren oczyszczalni obejmuje działkę o numerze: 1279/1. Właścicielem przedmiotowej działki jest Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej „Partner" Sp. z o.o. w Lędzinach.

3. Charakterystyka zlewni oczyszczalni

Gmina Lędziny położona jest w środkowo-wschodniej części województwa śląskiego. Jest to gmina miejska, która wchodzi w skład powiatu bieruńsko-lędzińskiego i znajduje się w obszarze górniczej eksploatacji węgla. Powierzchnia gminy wynosi 32 km^2, zamieszkuje ją 16 665 osób - wg stanu na koniec 2012r. Gmina obejmuje swym zasięgiem osiem dzielnic: Hołdunów, Świniowy, Ratusz (obsługiwane przez oczyszczalnię w Hołdunowie), oraz Smardzowice, Zamoście, Blych, Górki i Goławiec. Lędziny nie posiadają zwartej przestrzennie zabudowy – między poszczególnymi dzielnicami rozciągają się pola, lasy i tereny przemysłowe. Użytki rolne zajmują 60% jej powierzchni. Gmina położona jest w zlewni Wisły i jej dopływów – potoku Przyrwa (Ławeckiego) oraz Potoku Goławieckiego. Główne cieki wodne na terenie Gminy są ponadnormatywnie zanieczyszczone. Dominującym czynnikiem wpływającym na zanieczyszczenie tych wód jest przemysł, zwłaszcza wydobywczy. W obrębie Lędzin znajduje się obecnie niewiele zbiorników powierzchniowych. Na terenie gminy funkcjonują 2 oczyszczalnie ścieków – oczyszczalnia w Hołdunowie (oddana w 2003r.) oraz oczyszczalnia zlokalizowana w sąsiedztwie kopalni Ziemowit w Lędzinach (zmodernizowana w 2013r.).

4. Zasada pracy i działania oczyszczalni

Oczyszczalnia ścieków typu ECOLO - CHIEF stanowi system zaprojektowany i produkowany przez firmę CHIEF INDUSTRIES, INC Nebraska, USA. System ten został zmodernizowany w warunkach polskich w zakresie usuwania związków biogennych oraz pracy osadnika wtórnego – projektantem i dostawcą oczyszczalni w jest Wielobranżowe Przedsiębiorstwo Produkcyjno – Usługowe „SUMAX" Sp. z o.o. z Łodzi. Oczyszczalnia tego typu przeznaczona jest do oczyszczania ścieków bytowo-

gospodarczych z małych i średnich jednostek osadniczych. Przy systemie ECOLO–CHIEF ścieki wprowadzane są do obiektów oczyszczalni bezpośrednio z sieci kanalizacyjnej w sposób grawitacyjny. Wprowadzone do osadnika ścieki podlegają procesowi sedymentacji wstępnej, a zgromadzone w nim osady częściowej fermentacji. Podczyszczone ścieki przepływają z osadnika wstępnego do komory anoksycznej, gdzie następuje wymieszanie ścieków surowych z osadem czynnym recyrkulowanym z ostatniej komory napowietrzania. Usytuowanie tego zbiornika w ciągu technologicznym oczyszczalni oraz mieszanie ścieków ma na celu zwiększenie skuteczności usuwania azotu ze ścieków w procesie denitryfikacji. Następnie ścieki przepływają do połączonych szeregowo komór napowietrzania i są poddawane zasadniczemu biologicznemu oczyszczaniu metodą osadu czynnego niskoobciążonego. Wszystkie komory osadu czynnego są napowietrzane poprzez zastosowanie dmuchaw z których powietrze układem transportu trafia przez dyfuzory do zbiorników. Oczyszczone biologicznie ścieki trafiają do osadników wtórnych, w którym następuje klarowanie ścieków. Osady z osadnika wtórnego są recyrkulowane do pierwszej komory denitryfikacji a ich nadmiar odprowadzany jest do wydzielonej komory stabilizacji tlenowej osadu. Osady wtórne w zetknięciu ze świeżymi ściekami zawierającymi duży ładunek rozpuszczonych zanieczyszczeń wchodzą w proces biokoagulacji powodując dodatkowe zwiększenie efektów oczyszczania. Oczyszczalnie typu ECOLO - CHIEF pracują w oparciu o technologię niskoobciążonego osadu czynnego wraz z tlenową stabilizacją osadu nadmiernego. Łączny czas zatrzymania ścieków w układzie technologicznym oczyszczalni wynosi do 40 godzin. Praca oczyszczalni jest w pełni zautomatyzowana, a jej obsługa polega przede wszystkim na rzetelnym nadzorze i konserwacji części składowych systemu zgodnie z instrukcjami obsługi dostarczonymi wraz z urządzeniami. Koszty eksploatacji wynikają przede wszystkim z energii zużytej, kosztów zatrudnienia pracowników obsługujących oraz kosztów reagentów niezbędnych w procesie oczyszczania.

5. Podstawowe obiekty oczyszczalni

Oczyszczalnia składa się z następujących obiektów:

- Urządzenie zblokowane do mechanicznego oczyszczania ścieków sitopiaskownik;
- Stacja zlewna ścieków dowożonych;
- Stacja dozowania koagulantów (PIX);
- Osadnik wstępny (obiekt uszkodzony);
- Komora anoksyczna (niedotleniona) ścieków;
- Komory napowietrzania z osadem czynnym – 4 zbiorniki;
- Osadniki wtórne – 2 zbiorniki;
- Komora wydzielonej tlenowej stabilizacji osadu;
- Prasa do odwadniania osadów ze stacją przygotowania i dozowania polielektrolitu;
- Wiaty magazynowe na osad;

- Komora pomiarowa ilości ścieków oczyszczonych;
- Wylot ścieków do odbiornika.

6. Opis technologii

Ścieki surowe dopływają do oczyszczalni kolektorem zbiorczym PE DN 200. Transportowane są w układzie ciśnieniowym.

Proces oczyszczania ścieków obejmuje:

- **wstępne mechaniczne oczyszczanie ścieków** – prowadzone przy użyciu kompaktowego sitopiaskownika produkcji FAMET S.A. Urządzenie służy do wstępnego, mechanicznego oczyszczania ścieków z zanieczyszczeń stałych (skratki) i zawiesiny mineralnej (piasek). Przepustowość urządzenia wynosi 30 l/s. Sito ma średnicę 400 mm, prześwit oczek sita – 5 mm. Oddzielone na urządzeniu odpady kierowane są do kontenerów 1100 l i dalej przekazywane do składowania. Urządzenie jest ogrzewane, gdyż zlokalizowano je na wolnym powietrzu pod wiatą. Separowane na urządzeniu odpady (skratki i piasek) zbierane są w kontenerach 1100 l i oddawane do zagospodarowania poza oczyszczalnię.
- **denitryfikacja ścieków w komorze anoksycznej** – proces ten zachodzi w warunkach niedotlenienia, w wyniku mieszania ścieków po wstępnym oczyszczeniu mechanicznym z natlenionym osadem czynnym recyrkulowanym z ostatniej komory napowietrzania. Zabieg ten ma na celu intensyfikację procesów biologicznego usuwania związków fosforu i azotu ze ścieków w kolejnych etapach procesu oczyszczania. W komorze następuje mieszanie ścieków z osadem czynnym za pomocą mieszadła wolnoobrotowego.
- **rozkład substancji organicznych oraz nitryfikacja związków azotu** – proces zachodzi w komorach napowietrzania (komorach osadu czynnego) Ścieki przepływają przez 4 połączone ze sobą zbiorniki, napowietrzane przez dmuchawy zlokalizowane w wydzielonym pomieszczeniu. Poziom tlenu utrzymuje się tu na poziomie 2 mg/l, co warunkuje wysoką efektywność procesu. Ścieki przepływają przez kolejne zbiorniki napowietrzane. Ilość wprowadzanego powietrza jest tak dobrana, aby zapewnić pełne wymieszanie komory. W wyniku procesu oczyszczania następuje przyrost osadu czynnego.
- **oddzielenie oczyszczonych ścieków od osadu czynnego** – proces ten zachodzi w pracujących równolegle i niezależnie osadnikach wtórnych. Ścieki są tam klarowane przed odprowadzeniem do odbiornika. Prędkość przepływu pozwala na opadanie zawiesiny osadu na dno zbiorników, skąd jego część jest recyrkulowana do pierwszej komory osadu czynnego, a nadmiar jest odprowadzany do zbiornika wydzielonej stabilizacji tlenowej osadu. Osad odprowadza się okresowo.
- **stabilizacja osadów nadmiernych** – proces ma na celu pozbawienie osadu właściwości do zagniwania (redukcja masy organicznej), zmniejszenie jego objętości oraz poprawę podatności na procesy odwadniania. Zachodzi w

warunkach tlenowych, tlen doprowadzany jest przez dmuchawy zlokalizowane w wydzielonym pomieszczeniu. Po zakończeniu procesu stabilizacji napowietrzanie przerywa się, następuje rozdział ustabilizowanego osadu od cieczy nadosadowej.

- **odwadnianie osadów nadmiernych** – osady doprowadzane są na prasę taśmową, gdzie następuje ich odwadnianie. Proces wspomagany jest przez dodawanie do osadu polielektrolitu, który poprawia zdolność osadu do oddawania wody. Wylot z prasy kieruje odwodnione osady do kontenera
- **odprowadzanie i pomiar ilości ścieków oczyszczonych –** ściek oczyszczony odprowadzany jest w sposób ciągły poprzez komorę pomiarową, gdzie zamontowane jest urządzenie rejestrujące przepływ chwilowy oraz dobowy. Dane są zapamiętywane. Można także odczytać sumaryczną objętość ścieków od początku pracy przepływomierza. Odczyt możliwy jest na wyświetlaczu w pomieszczeniu sterowni. Za komorą pomiarową znajduje się pompownia ścieków oczyszczonych, z której kierowane są one do wylotu do odbiornika.
- **przyjmowanie ścieków dowożonych** – stacja zlewna wyposażona jest w urządzenia napowietrzające, dzięki czemu możliwe jest odświeżenie ścieków dowożonych wozami asenizacyjnymi przed wprowadzeniem ich do układu. Ścieki kierowane są bezpośrednio przed zestaw do mechanicznego wstępnego oczyszczania. Istnieje możliwość ich rozcieńczenia ściekami z osadnika wtórnego.

W wydzielonym pomieszczeniu znajduje się sterowania w której znajduje się komputer z zainstalowanym systemem SCADA wizualizujący przebieg procesów oczyszczania. Wszystkie urządzenia oczyszczalni można użytkować w trybie sterowania automatycznym lub ręcznym.

3. Ocena stanu technicznego wyposażenia podstawowych obiektów technologicznych

1. Studnia rozprężna

Urządzenie w dobrym stanie technicznym.

2. Zestaw do mechanicznego oczyszczania ścieków z sitem ślimakowym i piaskownikiem

Urządzenie w dostatecznym stanie technicznym, zużyte elementy eksploatacyjne – konieczna wymiana szczotki czyszczącej sito oraz perforowanej blachy sita. Dodatkowo, z uwagi na długi okres eksploatacji, w najbliższym czasie konieczna może się okazać wymiana obudowy urządzenia. Należy rozważyć wymianę urządzenia na nowe wyposażone dodatkowo w płuczkę piasku. Wymagana pionizacja wiaty sito-piaskownika – uszkodzenia spowodowane szkodami górniczymi.

3. Osadnik wstępny

Osadnik uszkodzony i wyłączony z ruchu. Wskazana rekonstrukcja obiektu wraz z montażem nowego osprzętu i przykrycia. Należy rozważyć alternatywną, nową funkcję obiektu – komora denitryfikacji. Z uwagi na konieczność odbudowy zbiornika w bezpośrednim sąsiedztwie pracujących komór konieczne jest zastosowanie dodatkowych zabezpieczeń lub budowa nowego zbiornika umiejscowionego w większej odległości od komory denitryfikacji.

4. Komora anoksyczna (denitryfikacja)

Obiekt w stosunkowo dobrym stanie technicznym. Konieczne odnowienie zabezpieczenia antykorozyjnego oraz wymiana urządzeń technologicznych. Z uwagi na fakt, iż zbiornik wykonany jest ze stali konieczne zabudowanie dodatkowych żelbetowych elementów do mocowania konstrukcji mieszadeł.

5. Komory napowietrzania (nitryfikacja)

Obiekt w stosunkowo dobrym stanie technicznym. Konieczne odnowienie zabezpieczenia antykorozyjnego, wymiana tlenomierza oraz zabudowa dodatkowego pomiaru tlenu rozpuszczonego. Wskazany przegląd układu napowietrzania.

6. Osadniki wtórne

Obiekt w stosunkowo dobrym stanie technicznym. Konieczne wymiana skorodowanych elementów mocujących rurociągi i przelewy.

7. Komora pomiarowa przepływu ścieków

Obiekt w dobrym stanie technicznym. Konieczne odnowienie zabezpieczenia antykorozyjnego.

8. Komora stabilizacji osadu

Obiekt w dostatecznym stanie technicznym. Wskazany przegląd dyfuzorów oraz odnowienie zabezpieczenia antykorozyjnego. Konieczny montaż tlenomierza.

9. Pompownia ścieków oczyszczonych

Urządzenia w dobrym stanie technicznym. Obiekt w chwili obecnej wyłączony z ruchu – ścieki oczyszczone odprowadzane są rurociągiem grawitacyjnym.

10. Zbiornik Zlewny

Urządzenia w dobrym stanie technicznym – w chwili obecnej oczyszczalnia nie przyjmuje ścieków dowożonych. Z uwagi na osiągnięcie granicznego obciążenia ładunkiem zanieczyszczeń w najbliższej przyszłości nie będzie możliwości wznowienia przyjmowania ścieków z wozów asenizacyjnych.

11. Budynek socjalno-techniczny

Budynek w dobrym stanie technicznym. W budynku zainstalowane są cztery dmuchawy produkcji Spomasz typ DR126T-56-T-D-NP-05 o mocy 22kW i wydajności 17,78m^3/min. przy różnicy ciśnień 0,05MPa – urządzenia w dobrym stanie technicznym oraz prasa do odwadniania osadu – urządzenie wymaga remontu generalnego lub wymiany.

12. Magazyny osadu

Obiekty w bardzo dobrym stanie technicznym – w chwili obecnej nie są wykorzystywane jako magazyny osadu, pełnią funkcję zaplecza technicznego.

13. Sieci technologiczne

Elementy sieci technologicznych wykonane z tworzywa sztucznego i narażone na działanie promieniowania UV znajdują się obecnie w dostatecznym stanie i mogą w najbliższym czasie wymagać wymiany. Stalowe elementy mocujące rurociągi i armaturę skorodowane – konieczna wymiana.

4. Ocena obciążenia oczyszczalni ścieków

1. Aktualne obciążenie hydrauliczne obiektu

TAB. 1. Ilość ścieków doprowadzanych do oczyszczalni „Hołdunów" w roku 2014.

2014												
Dzień miesiąca	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
1	492	646	704	557	579	677	610	612	348	516	560	541
2	514	584	550	582	583	616	738	538	341	514	536	529
3	494	521	568	584	636	627	642	471	693	546	552	509
4	588	508	556	782	675	688	740	547	633	545	544	514
5	570	535	505	712	693	657	727	578	630	502	527	529
6	559	504	534	510	652	652	654	525	606	480	495	518
7	513	540	525	557	580	680	665	496	568	521	509	474
8	543	609	588	430	673	605	703	500	567	459	832	548
9	511	546	528	583	591	663	573	482	559	646	737	499
10	565	650	549	553	598	686	573	433	501	503	646	463
11	528	646	544	704	690	554	645	516	614	562	637	502
12	524	587	527	554	682	505	748	565	595	470	636	569
13	518	630	540	509	593	568	684	523	634	511	590	513
14	504	595	531	760	649	541	703	618	545	536	598	482
15	530	556	551	594	653	454	651	579	583	530	596	474
16	528	637	533	680	796	561	633	615	538	470	596	599
17	548	642	598	418	655	533	606	552	389	604	556	680
18	547	619	678	497	700	518	602	555	506	551	591	540
19	460	614	740	523	659	450	577	573	483	489	645	663
20	541	644	609	510	676	513	502	548	591	558	607	716
21	637	605	820	599	754	610	527	594	640	481	585	712
22	602	584	724	530	755	512	502	545	653	665	591	744
23	587	562	605	387	677	465	526	610	719	648	543	710
24	620	562	811	405	670	493	680	639	661	617	531	751
25	561	631	714	628	686	366	521	767	605	706	697	638
26	541	564	648	370	642	593	498	725	613	614	572	574
27	582	551	701	467	703	622	449	684	759	642	550	611
28	532	705	646	583	618	645	558	602	578	617	534	524
29	502		656	503	610	538	551	725	571	592	552	615
30	482		598	414	715	639	565	733	509	567	516	546
31	570		521		603		542	672		611		557
ŚREDNIA	**542**	**592**	**610**	**550**	**660**	**574**	**610**	**585**	**574**	**557**	**589**	**576**

TAB. 2. Ilość ścieków doprowadzanych do oczyszczalni „Hołdunów" w roku 2015.

2015												
Dzień miesiąca	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
1	497	669	750	631	620	459	554	496	492	477	486	733
2	596	674	704	667	638	389	590	431	454	453	511	729
3	539	719	628	645	596	259	602	460	487	506	498	626
4	690	677	587	630	642	285	465	518	696	454	497	756
5	630	664	602	645	621	635	402	539	541	441	481	721
6	532	660	550	680	543	632	573	503	622	482	514	658
7	500	675	586	702	698	621	615	437	481	525	605	606
8	515	730	623	706	698	673	247	482	518	490	550	610
9	650	669	649	648	695	613	602	431	504	508	562	592
10	555	637	663	547	652	588	575	451	481	592	617	568
11	596	654	640	562	566	575	582	455	476	519	595	538
12	623	638	652	663	597	593	526	466	488	628	500	670
13	710	625	611	858	551	596	624	450	432	502	537	638
14	740	653	606	741	661	523	590	473	517	520	710	568
15	671	701	585	783	594	597	590	437	633	620	775	525
16	693	709	579	695	592	580	552	470	527	743	723	586
17	699	705	676	688	532	534	552	500	480	758	583	560
18	798	664	601	644	564	533	629	461	452	527	627	561
19	753	732	609	719	548	633	575	459	593	527	688	637
20	805	722	629	634	599	540	577	434	473	493	828	539
21	780	738	650	709	625	609	388	441	412	577	663	576
22	685	717	561	673	594	601	470	473	455	591	796	646
23	695	707	682	687	611	582	515	433	457	563	739	734
24	688	704	667	655	659	602	536	303	429	571	738	676
25	679	679	682	735	622	542	534	322	554	497	667	504
26	715	591	680	754	602	527	519	467	585	518	663	556
27	696	627	702	640	727	542	422	444	468	493	661	540
28	829	638	728	583	661	478	530	467	453	526	689	561
29	764		710	656	572	543	523	570	424	458	711	573
30	665		646	667	493	627	464	446	437	510	687	518
31	665		661		537		461	471		565		519
ŚREDNIA	**666**	**678**	**642**	**675**	**610**	**550**	**529**	**458**	**501**	**537**	**630**	**607**

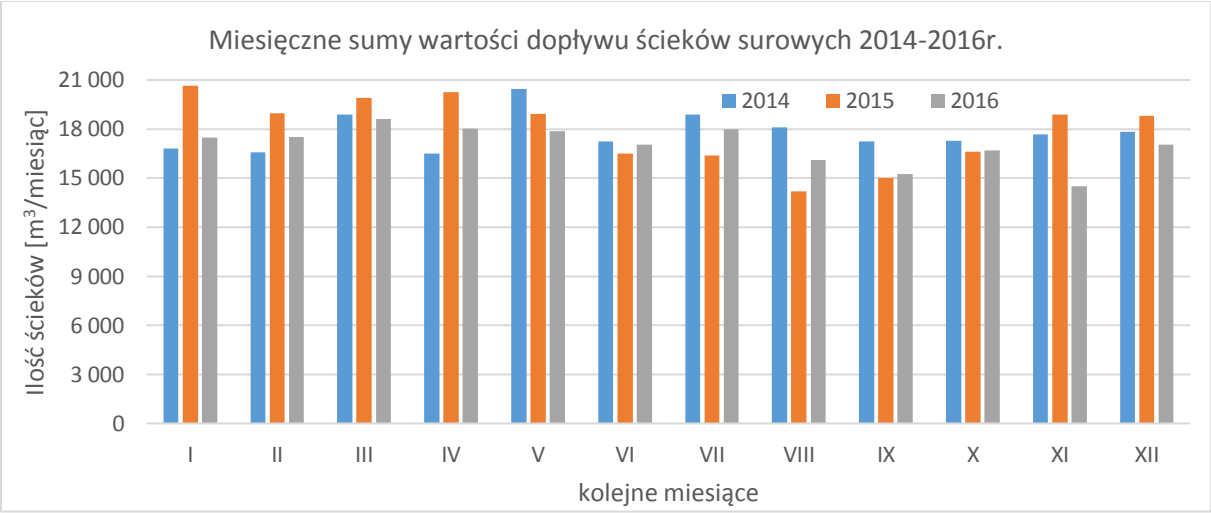
Tabela 3. Ilość ścieków doprowadzanych do oczyszczalni „Hołdunów" w roku 2016.

2016												
Dzień miesiąca	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
1	457	570	625	582	577	521	542	664	477	547	514	577
2	514	530	662	713	571	575	717	517	510	596	465	865
3	534	603	668	569	573	573	747	520	500	599	483	558
4	507	518	591	558	681	627	524	494	505	654	501	490
5	499	545	725	568	551	550	604	510	686	634	495	498
6	523	592	594	510	585	575	558	515	527	571	488	475
7	511	585	601	523	623	547	480	464	483	578	487	499
8	545	506	559	569	567	541	498	493	462	574	457	503
9	580	569	585	626	587	554	553	568	438	567	533	479
10	595	747	570	622	576	548	492	560	487	552	394	650
11	678	762	548	568	582	586	510	520	489	524	498	563
12	768	560	644	549	580	532	738	519	484	515	503	485
13	589	607	611	581	615	503	833	543	479	509	472	572
14	560	576	533	558	691	735	744	478	517	504	439	474
15	509	739	613	566	545	640	505	503	516	506	442	498
16	563	540	590	628	580	503	593	473	503	504	383	489
17	529	510	568	549	599	557	523	498	669	504	511	544
18	507	546	602	769	563	617	769	471	531	521	482	515
19	517	661	655	559	517	517	489	510	500	528	591	497
20	524	645	582	555	560	595	450	572	514	528	594	564
21	531	675	609	619	582	547	503	797	610	530	472	510
22	555	613	797	662	528	538	496	491	496	544	511	545
23	576	686	570	654	549	562	549	521	495	530	447	643
24	579	633	563	659	558	568	443	501	505	527	495	630
25	800	605	600	575	542	571	472	376	483	528	465	549
26	560	624	612	571	627	592	525	457	485	525	490	638
27	563	631	488	558	551	567	803	555	472	512	516	623
28	574	572	502	724	572	552	523	502	499	506	503	542
29	529	583	590	680	550	561	521	528	456	504	450	522
30	642		579	618	556	581	558	491	458	497	415	509
31	571		570		550		723	490		491		535
ŚREDNIA	**564**	**605**	**600**	**601**	**577**	**568**	**580**	**519**	**508**	**539**	**483**	**550**

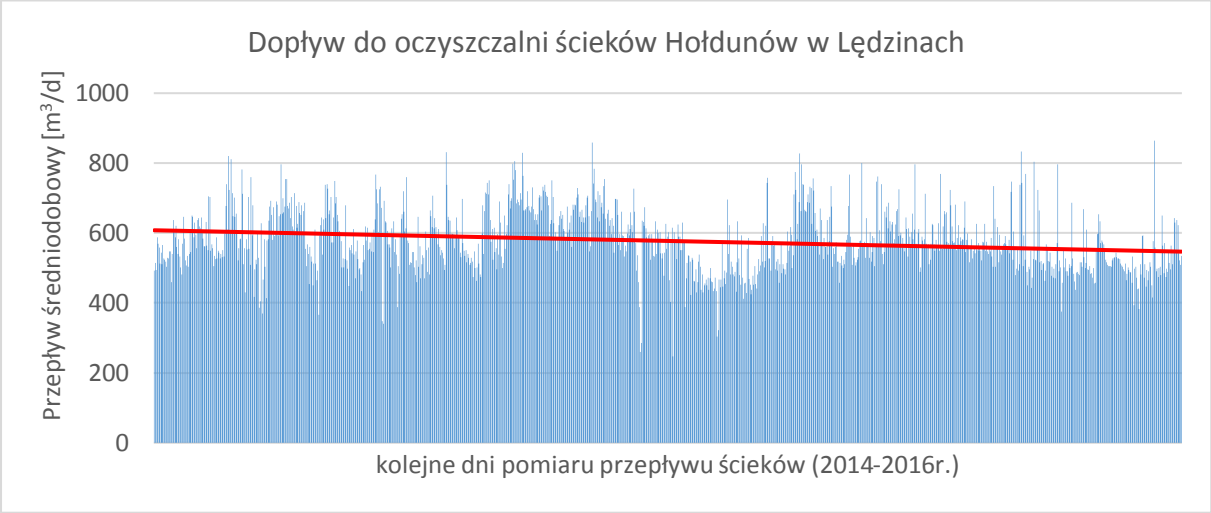
TAB. 4. Ilość ścieków doprowadzanych do oczyszczalni „Hołdunów" – zestawienie miesięczne.

	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
2014	16 793	16 577	18 902	16 485	20 446	17 231	18 895	18 122	17 232	17 273	17 661	17 844
2015	20 653	18 978	19 899	20 247	18 910	16 511	16 384	14 190	15 021	16 634	18 901	18 824
2016	17 489	17 533	18 606	18 042	17 888	17 035	17 985	16 101	15 236	16 711	14 496	17 041

Poniższy wykres przedstawia zestawienie miesięczne ilości ścieków z ostatnich trzech lat – różnice w ilości ścieków wynikają najprawdopodobniej ze zmiennej ilości ścieków deszczowych dopływających do oczyszczalni.



Poniższy wykres przedstawia trend zmian ilości ścieków surowych doprowadzanych do oczyszczalni. Niewielki spadek ilości ścieków jest wynikiem ograniczenia dopływu wód deszczowych i przypadkowych, co spowodowane zostało uporządkowaniem zlewni obiektu.



TAB. 5. Ilości ścieków surowych (2014-2016).

Przepływ średni dobowy [m³/d]	Dane rzeczywiste 2014 - 2016				Dane projektowe
	min	max	percentyl 85%	średnia	
	247	865	673	577	1300

2. Aktualne obciążenie obiektu ładunkiem zanieczyszczeń

W celu określenia aktualnego obciążenia oczyszczalni ścieków „Hołdunów" przeanalizowano dane pochodzące z lat 2015-2016.

W poniższej tabeli zestawiono podstawowe parametry ścieków surowych doprowadzanych do oczyszczalni w latach 2015 -2016.

TAB. 6. Podstawowe parametry ścieków surowych (2015-2016).

Data poboru	Przepływ	Azot amonowy	Azot ogólny	BZT_5	ChZT	Fosfor ogólny	Zawiesina ogólna	CHZT / BZT_5
jednostka	m^3/d	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-
2015-06-25	600	74,4	102,1	603	1080	6,1	496	1,8
2015-12-16	590	63,5	81,0	990	2155	11,3	590	2,2
2016-01-27	560	102,0	91,4	382	826	9,8	154	2,2
2016-02-25	605	150,0	190,2	457	1370	19,2	1200	3,0
2016-03-21	609	61,6	98,3	463	1388	14,6	344	3,0
2016-04-27	558	64,8	87,1	345	1030	8,2	320	3,0
2016-05-24	558	74,4	95,2	382	1120	9,6	350	2,9
2016-06-27	567	74,4	108,0	441	1320	11,2	546	3,0
2016-07-25	472	80,0	96,1	439	1314	10,9	648	3,0
2016-08-24	501	73,6	91,2	416	1205	12,5	420	2,9
2016-09-28	499	65,0	98,0	398	1190	11,4	364	3,0
2016-10-28	512	60,8	84,6	359	1074	9,6	490	3,0
2016-11-28	503	81,0	104,1	1367	4100	10,4	124	3,0
2016-12-19	497	80,0	92,5	391	1240	10,9	190	3,2
minimum	472	60,8	81,0	345	826	6,1	124	1,8
maximum	609	150,0	190,2	1367	4100	19,2	1200	3,2
średnia	545	79,0	101,4	531	1458	11,1	445	2,8
mediana	558	74,4	95,7	428	1223	10,9	392	3,0
percentyl 85%	600	82,1	104,3	622	1426	12,6	593	3,0
projekt	1300	-	66,4	367	693	15,1	403	1,9

W powyższej tabeli widać wyraźny wzrost stężeń zanieczyszczeń w stosunku do założeń projektowych, z uwagi na niższe niż projektowe obciążenie hydrauliczne obiektu nie wpływa to jednak znacząco na generowany graniczny ładunek zanieczyszczeń.

Istotnym problemem jest zmiana proporcji pomiędzy frakcjami węgla organicznego, co może wskazywać na mniejszą podatność ścieków na biologiczne oczyszczanie.

W poniższej tabeli zestawiono rzeczywiste ładunki doprowadzane do oczyszczalni z wartościami projektowymi. Należy zwrócić uwagę, iż przyjęte w projekcie ładunki zanieczyszczeń odnoszą się do układu wyposażonego w osadnik wstępny, który w chwili obecnej jest wyłączony z ruchu. Odnotowane rzeczywiste wartości maksymalne przekraczają istotnie parametry projektowe, co przy doprowadzaniu obecnie całego ładunku do bioreaktora (z pominięciem osadnika wstępnego) prowadzi do znacznego okresowego przeciążania obiektu.

TAB. 7. Ładunki zanieczyszczeń doprowadzane do oczyszczalni (2015-2016).

ŁADUNKI [kg/d]	Dane rzeczywiste 2015-2016				Dane projektowe
	min	max	percentyl85%	średnia	
BZT_5	172	700	589	330	477
ChZT	463	2062	867	789	901
Zawiesina ogólna	62	726	312	247	524
N ogólny	40,4	115,1	63,1	51,7	86
P ogólny	3,7	11,6	6,8	6,1	20

W celu lepszego zobrazowania aktualnego obciążenia stopnia biologicznego oczyszczalni w poniższej tabeli zestawiono wartości rzeczywiste z danymi projektowymi uwzględniającymi teoretyczną sprawność osadnika wstępnego o czasie zatrzymania 2h.

TAB. 8. Ładunki zanieczyszczeń doprowadzane do stopnia biologicznego oczyszczalni (2015-2016).

ŁADUNKI [kg/d]	Dane rzeczywiste 2015-2016		Dane projektowe
	percentyl85%	średnia	
BZT_5	589	330	318
ChZT	867	789	601
Zawiesina ogólna	312	247	242
N ogólny	63,1	51,7	57
P ogólny	6,8	6,1	18

Dane przedstawione w powyższej tabeli wskazują jednoznacznie na przeciążenie oczyszczalni ładunkiem zanieczyszczeń.

Ponieważ przy projektowaniu obiektu przyjęto inne parametry ścieków oczyszczonych określenie właściwego stopnia obciążenia ładunkiem wymaga przeprowadzenia dodatkowych obliczeń technologicznych.

5. Obliczenia technologiczne

Obliczenia przedstawione w poniższych tabelach przeprowadzono przy założeniu konieczności redukcji zanieczyszczeń do obecnie wymaganego poziomu. Podstawę obliczeń stanowiły ładunki dopływające z prawdopodobieństwem 85% oraz ładunki średnie.

TAB. 9. Wymiarowanie stopnia biologicznego na podstawie obciążenia rzeczywistego występującego z prawdopodobieństwem 85% (dane wyjściowe z lat: 2015-2016).

Obliczenia na podstawie danych rzeczywistych 2015 – 2016 (ATV-A 131) – percentyl 85%			
Przepływ średni dobowy (Qsrd)	**Qśr.d.**	m^3/d	**600**
Stężenie zanieczyszczeń:	**BZT_5**	mg/l	**622**
	zawiesina	mg/l	**593**
	azot ogólny	mg/l	**104,3**
	fosfor	mg/l	**12,6**
Temperatura ścieków dla obliczania objętości reaktora	**temp. dla obl. V**	st. C.	**10**
Temperatura ścieków dla obliczania zużycia tlenu	**temp. dla obl. O2**	st. C.	**20**
Minimalny wiek osadu	wiek osadu	d	*13*
Stężenie osadu w reaktorze	zaw.os.cz.	kg/m^3	*4,5*
Stosunek objętości komory anoksycznej do objętości reaktora	V2/Vr		0,3
Czas zagęszczania w osadniku wtórnym	Tz	h.	*2*
Współczynnik nierównomierności dopływu związków węgla	SFc		**1,2**
Współczynnik nierównomierności dopływu związków azotu	SFn		**1,8**
Jednostkowy przyrost osadu chemiczny	Yp	$g/gBZT_5$	0,14
Jednostkowy przyrost osadu biologiczny	YBZT	$g/gBZT_5$	0,94
Jednostkowy przyrost osadu całkowity	Y	$g/gBZT_5$	1,08
Obciążenie osadu dla V_R	qx	gBZT5/gd	0,07
Obciążenie objętościowe dla V_R	qv	$gBZT_5/m^3d$	319,88
Objętość reaktora - nitryfikacja	V1a	m^3	1167
Objętość reaktora - nitryfikacja	V1b	m^3	1167
Jednostkowe zużycie tlenu na utlenienie związków węgla	dOc	$gO_2/gBZT_5$	1,57
Maksymalne chwilowe zużycie tlenu	ZO2max	kgO_2/h	53,88
Tlenowy wiek osadu	WO	d	8,00
Jednostkowe zużycie tlenu dla nitryfikacji	dOn	$gO_2/gBZT_5$	0,22
Maksymalne chwilowe zużycie tlenu	ZO2max	kgO_2/h	65,28
Wiek osadu dla nitryfikacji	WO	d	11,43
Jednostkowy azot zdenitryfikowany do związków węgla	Nd/So	$kgN/kgBZT_5$	0,10
Zdenitryfikowana ilość azotu	Nd	gN/m^3	60,72
Bilans azotu ogólnego	Nce	gN/m^3	16,71
Stężenie azotanów w strefie tlenowej	Nn (N2o=0)	gN/m^3	74,93
Suma recyrkulacji wewnętrznej i zewnętrznej	r+rw	1=100%	4,27

Jednostkowe zużycie tlenu z uwzględnieniem denitryfikacji	dOn	$gO_2/gBZT_5$	0,27
Indeks osadu	SVI	cm^3/g	125
Obciążenie osadnika	qh (qvo=600)	m/h	1,07
Powierzchnia osadnika	Fow	m^2	46,88
Stężenie osadu w dolnej części osadnika	Xrd	kg/m^3	12,60
Stężenie recyrkulatu	Xr	kg/m^3	7,56
Stopień recyrkulacji	r	1=100%	1,47
Stężenie osadu w reaktorze	X1	kg/m^3	4,50
Stężenie recyrkulatu	Xr	kg/m^3	7,56
Strefa klarowania	h1	m	0,50
Strefa rozdziału	h2	m	2,40
Strefa gromadzenia	h3	m	1,00
Obciążenie objętościowe	Cx	l/m^3	1100,0
Strefa zagęszczenia	h4	m	2,02
Głębokość osadnika	h	m	5,92
Recyrkulacja wewnętrzna	r+rw-r	1=100%	2,80
Objętość osadnika	osadnik	m^3	277
Objętość komory tlenowej do objętości reaktora	V1/Vr		0,70
Objętość reaktora	Vr	m^3	1667
Nitryfikacja	V1	m^3	1167
Denitryfikacja	V2	m^3	500

TAB. 10. Wymiarowanie stopnia biologicznego na podstawie śreniego obciążenia rzeczywistego (dane wyjściowe z lat: 2015-2016).

Obliczenia na podstawie danych rzeczywistych 2015 – 2016 (ATV-A 131) – średnia			
Przepływ średni dobowy (Qsrd)	**Qśr.d.**	m^3/d	**545**
Stężenie zanieczyszczeń:	**BZT_5**	mg/l	**531**
	zawiesina	mg/l	**445**
	azot ogólny	mg/l	**101,4**
	fosfor	mg/l	**11,1**
Temperatura ścieków dla obliczania objętości reaktora	**temp. dla obl. V**	st. C.	**12**
Temperatura ścieków dla obliczania zużycia tlenu	**temp. dla obl. O2**	st. C.	**20**
Minimalny wiek osadu	wiek osadu	d	*13*
Stężenie osadu w reaktorze	zaw.os.cz.	kg/m^3	*4,5*
Stosunek objętości komory anoksycznej do objętości reaktora	V2/Vr		0,3
Czas zagęszczania w osadniku wtórnym	Tz	h.	*2*
Współczynnik nierównomierności dopływu związków węgla	SFc		**1,2**
Współczynnik nierównomierności dopływu związków azotu	SFn		**1,8**
Jednostkowy przyrost osadu chemiczny	Yp	$g/gBZT_5$	0,14
Jednostkowy przyrost osadu biologiczny	YBZT	$g/gBZT_5$	0,86
Jednostkowy przyrost osadu całkowity	Y	$g/gBZT_5$	1,00
Obciążenie osadu dla V_R	qx	gBZT5/gd	0,08

Obciążenie objętościowe dla V_R	qv	$gBZT_5/m^3d$	346,53
Objętość reaktora - nitryfikacja	V1a	m^3	835
Objętość reaktora - nitryfikacja	V1b	m^3	835
Jednostkowe zużycie tlenu na utlenienie związków węgla	dOc	$gO_2/gBZT_5$	1,57
Maksymalne chwilowe zużycie tlenu	ZO2max	kgO_2/h	41,78
Tlenowy wiek osadu	WO	d	6,57
Jednostkowe zużycie tlenu dla nitryfikacji	dOn	$gO_2/gBZT_5$	0,26
Maksymalne chwilowe zużycie tlenu	ZO2max	kgO_2/h	52,14
Wiek osadu dla nitryfikacji	WO	d	9,39
Jednostkowy azot zdenitryfikowany do związków węgla	Nd/So	$kgN/kgBZT_5$	0,10
Zdenitryfikowana ilość azotu	Nd	gN/m^3	51,84
Bilans azotu ogólnego	Nce	gN/m^3	29,32
Stężenie azotanów w strefie tlenowej	Nn (N2o=0)	gN/m^3	78,65
Suma recyrkulacji wewnętrznej i zewnętrznej	r+rw	1=100%	1,93
Jednostkowe zużycie tlenu z uwzględnieniem denitryfikacji	dOn	$gO_2/gBZT_5$	0,40
Indeks osadu	SVI	cm^3/g	125
Obciążenie osadnika	qh (qvo=600)	m/h	1,07
Powierzchnia osadnika	Fow	m^2	42,58
Stężenie osadu w dolnej części osadnika	Xrd	kg/m^3	12,60
Stężenie recyrkulatu	Xr	kg/m^3	7,56
Stopień recyrkulacji	r	1=100%	1,47
Stężenie osadu w reaktorze	X1	kg/m^3	4,50
Stężenie recyrkulatu	Xr	kg/m^3	7,56
Strefa klarowania	h1	m	0,50
Strefa rozdziału	h2	m	2,40
Strefa gromadzenia	h3	m	1,00
Obciążenie objętościowe	Cx	l/m^3	1100,0
Strefa zagęszczenia	h4	m	2,02
Głębokość osadnika	h	m	5,92
Recyrkulacja wewnętrzna	r+rw-r	1=100%	0,46
Objętość osadnika	osadnik	m^3	252
Objętość komory tlenowej do objętości reaktora	V1/Vr		0,70
Objętość reaktora	Vr	m^3	1193
Nitryfikacja	V1	m^3	835
Denitryfikacja	V2	m^3	358

Obliczenia przedstawione w powyższych tabelach jednoznacznie wskazują na przeciążenie obiektu ładunkiem zanieczyszczeń. Uzyskane na podstawie obliczeń kubatury bioreaktora są większe niż istniejące, dodatkowo proporcje stref funkcyjnych (odpowiadające rzeczywistym) przyjęte do wymiarowania nie zapewniają wystarczającej redukcji biogenów. Powyższe obliczenia prowadzono w oparciu o założenie pracy oczyszczalni bez osadnika wstępnego (obiekt uszkodzony), poniżej dokonano sprawdzenia efektywności pracy bioreaktora współpracującego z osadnikiem wstępnym (założono odbudowę osadnika).

TAB. 11. Wymiarowanie stopnia biologicznego na podstawie obciążenia rzeczywistego występującego z prawdopodobieństwem 85% (dane wyjściowe z lat: 2015-2016) z uwzględneniem osadnika wstępnego o czasie zatrzymania 2h.

Obliczenia na podstawie danych rzeczywistych 2015 – 2016 (ATV-A 131) – percentyl 85%+ osadnik wstępny			
Przepływ średni dobowy (Qsrd)	**Qśr.d.**	m^3/d	600
Stężenie zanieczyszczeń:	**BZT_5**	mg/l	415
	zawiesina	mg/l	274
	azot ogólny	mg/l	70
	fosfor	mg/l	12
Temperatura ścieków dla obliczania objętości reaktora	**temp. dla obl. V**	st. C.	10
Temperatura ścieków dla obliczania zużycia tlenu	**temp. dla obl. O2**	st. C.	20
Minimalny wiek osadu	wiek osadu	d	13
Stężenie osadu w reaktorze	zaw.os.cz.	kg/m^3	4,5
Stosunek objętości komory anoksycznej do objętości reaktora	V2/Vr		0,3
Czas zagęszczania w osadniku wtórnym	Tz	h.	2
Współczynnik nierównomierności dopływu związków węgla	SFc		1,2
Współczynnik nierównomierności dopływu związków azotu	SFn		1,8
Jednostkowy przyrost osadu chemiczny	Yp	$g/gBZT_5$	0,19
Jednostkowy przyrost osadu biologiczny	YBZT	$g/gBZT_5$	0,77
Jednostkowy przyrost osadu całkowity	Y	$g/gBZT_5$	0,96
Obciążenie osadu dla V_R	qx	gBZT5/gd	0,08
Obciążenie objętościowe dla V_R	qv	$gBZT_5/m^3d$	361,15
Objętość reaktora - nitryfikacja	V1a	m^3	689
Objętość reaktora - nitryfikacja	V1b	m^3	689
Jednostkowe zużycie tlenu na utlenienie związków węgla	dOc	$gO_2/gBZT_5$	1,57
Maksymalne chwilowe zużycie tlenu	ZO2max	kgO_2/h	35,92
Tlenowy wiek osadu	WO	d	8,00
Jednostkowe zużycie tlenu dla nitryfikacji	dOn	$gO_2/gBZT_5$	0,33
Maksymalne chwilowe zużycie tlenu	ZO2max	kgO_2/h	47,32
Wiek osadu dla nitryfikacji	WO	d	11,59
Jednostkowy azot zdenitryfikowany do związków węgla	Nd/So	$kgN/kgBZT_5$	0,10
Zdenitryfikowana ilość azotu	Nd	gN/m^3	41,83
Bilans azotu ogólnego	Nce	gN/m^3	14,27
Stężenie azotanów w strefie tlenowej	Nn (N2o=0)	gN/m^3	53,60
Suma recyrkulacji wewnętrznej i zewnętrznej	r+rw	1=100%	3,55
Jednostkowe zużycie tlenu z uwzględnieniem denitryfikacji	dOn	$gO_2/gBZT_5$	0,30
Indeks osadu	SVI	cm^3/g	125
Obciążenie osadnika	qh (qvo=600)	m/h	1,07
Powierzchnia osadnika	Fow	m^2	46,88
Stężenie osadu w dolnej części osadnika	Xrd	kg/m^3	12,60

Stężenie recyrkulatu	Xr	kg/m^3	7,56
Stopień recyrkulacji	r	1=100%	1,47
Stężenie osadu w reaktorze	X1	kg/m^3	4,50
Stężenie recyrkulatu	Xr	kg/m^3	7,56
Strefa klarowania	h1	m	0,50
Strefa rozdziału	h2	m	2,40
Strefa gromadzenia	h3	m	1,00
Obciążenie objętościowe	Cx	l/m^3	1100,0
Strefa zagęszczenia	h4	m	2,02
Głębokość osadnika	h	m	5,92
Recyrkulacja wewnętrzna	r+rw-r	1=100%	2,08
Objętość osadnika	osadnik	m^3	277
Objętość komory tlenowej do objętości reaktora	V1/Vr		0,69
Objętość reaktora	Vr	m^3	998
Nitryfikacja	V1	m^3	689
Denitryfikacja	V2	m^3	310

W poniższej tabeli zestawiono wymagane – wynikające z obliczeń technologicznych kubatury komór bioreaktora z objętościami istniejących obiektów.

TAB. 12. Zestawienie kubatur uzyskanych w wyniku obliczeń technologicznych dla danych rzeczywistych.

Zestawienie kubatur uzyskanych w wyniku obliczeń technologicznych – dane rzeczywiste					
Parametr	Jednostka	Percentyl 85%	Średnia	Percentyl 85% + osadnik	Istniejące kubatury
Sumaryczna objętość bioreaktora	m^3	1667	1193	998	990
Objętość strefy nitryfikacja	m^3	1167	835	689	685
Objętość strefy denitryfikacji	m^3	500	358	310	305
Objętość osadników	m^3	277	252	277	342

TAB. 13. Wymiarowanie stopnia biologicznego na podstawie rzeczywistych stężeń oraz docelowego obciążenia hydraulicznego.

Obliczenia dla stanu docelowego (ATV-A 131) (stężenia średnie + docelowe obciążenie hydrauliczne)			
Przepływ średni dobowy (Qsrd)	**Qśr.d.**	m^3/d	800
Stężenie zanieczyszczeń:	**BZT$_5$**	mg/l	531
	zawiesina	mg/l	445
	azot ogólny	mg/l	101
	fosfor	mg/l	11
Temperatura ścieków dla obliczania objętości reaktora	**temp. dla obl. V**	st. C.	10
Temperatura ścieków dla obliczania zużycia tlenu	**temp. dla obl. O2**	st. C.	20
Minimalny wiek osadu	wiek osadu	d	13
Stężenie osadu w reaktorze	zaw.os.cz.	kg/m^3	4,5
Stosunek objętości komory anoksycznej do objętości reaktora	V2/Vr		0,40
Czas zagęszczania w osadniku wtórnym	Tz	h.	2

Współczynnik nierównomierności dopływu związków węgla	SFc		1,2
Współczynnik nierównomierności dopływu związków azotu	SFn		1,8
Jednostkowy przyrost osadu chemiczny	Yp	$g/gBZT_5$	0,14
Jednostkowy przyrost osadu biologiczny	YBZT	$g/gBZT_5$	0,88
Jednostkowy przyrost osadu całkowity	Y	$g/gBZT_5$	1,02
Obciążenie osadu dla V_R	qx	gBZT5/gd	0,08
Obciążenie objętościowe dla V_R	qv	$gBZT_5/m^3d$	340,25
Objętość reaktora - nitryfikacja	V1a	m^3	1248
Objętość reaktora - nitryfikacja	V1b	m^3	1248
Jednostkowe zużycie tlenu na utlenienie związków węgla	dOc	$gO_2/gBZT_5$	1,57
Maksymalne chwilowe zużycie tlenu	ZO2max	kgO_2/h	61,33
Tlenowy wiek osadu	WO	d	8,00
Jednostkowe zużycie tlenu dla nitryfikacji	dOn	$gO_2/gBZT_5$	0,26
Maksymalne chwilowe zużycie tlenu	ZO2max	kgO_2/h	76,53
Wiek osadu dla nitryfikacji	WO	d	13,33
Jednostkowy azot zdenitryfikowany do związków węgla	Nd/So	$kgN/kgBZT_5$	0,13
Zdenitryfikowana ilość azotu	Nd	gN/m^3	69,11
Bilans azotu ogólnego	Nce	gN/m^3	11,55
Stężenie azotanów w strefie tlenowej	Nn (N2o=0)	gN/m^3	78,16
Suma recyrkulacji wewnętrznej i zewnętrznej	r+rw	1=100%	7,64
Jednostkowe zużycie tlenu z uwzględnieniem denitryfikacji	dOn	$gO_2/gBZT_5$	0,30
Indeks osadu	SVI	cm^3/g	125
Obciążenie osadnika	qh (qvo=600)	m/h	1,07
Powierzchnia osadnika	Fow	m^2	62,50
Stężenie osadu w dolnej części osadnika	Xrd	kg/m^3	12,60
Stężenie recyrkulatu	Xr	kg/m^3	7,56
Stopień recyrkulacji	r	1=100%	1,47
Stężenie osadu w reaktorze	X1	kg/m^3	4,50
Stężenie recyrkulatu	Xr	kg/m^3	7,56
Strefa klarowania	h1	m	0,50
Strefa rozdziału	h2	m	2,40
Strefa gromadzenia	h3	m	1,00
Obciążenie objętościowe	Cx	l/m^3	1100,00
Strefa zagęszczenia	h4	m	2,02
Głębokość osadnika	h	m	5,92
Recyrkulacja wewnętrzna	r+rw-r	1=100%	6,17
Objętość osadnika	osadnik	m^3	370
Objętość komory tlenowej do objętości reaktora	V1/Vr		0,60
Objętość reaktora	Vr	m^3	2081
Nitryfikacja	V1	m^3	1248
Denitryfikacja	V2	m^3	832

6. Wymagana jakość ścieków oczyszczonych

W czasie projektowania oczyszczalni ścieków obowiązywały inne niż obecnie przepisy określające parametry ścieków oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika. W styczniu 2016r. zaczęły obowiązywać parametry określone dla wszystkich oczyszczalni w danej aglomeracji. W poniższej tabeli zestawiono podstawowe wymagane parametry ścieków oczyszczonych.

TAB. 14. Zestawienie wymaganych parametrów ścieków oczyszczonych.

Parametr	BZT_5	ChZT	Zawiesina ogólna	Azot ogólny	Fosfor ogólny
jednostka	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Stan prawny w czasie projektowania (2002r.)	30	150	50	30	5
Obowiązujący obecnie stan prawny (2017r.)	15	125	35	15	2

Przedstawione powyżej parametry ścieków oczyszczonych przyjęte pierwotnie do wymiarowania oczyszczalni zostały z wejściem w życie obecnie obowiązujących przepisów znacznie zaostrzone. W związku z powyższym projektowa przepustowość oczyszczalni określona na 1300m^3/d może być obecnie traktowana jedynie jako wydajność hydrauliczna, natomiast obciążenie ładunkiem zanieczyszczeń musi zostać ograniczone w celu utrzymania wymaganych parametrów ścieków oczyszczonych.

7. Podstawowe problemy

1. Oczyszczalnia zaprojektowana została do spełnienia mniej rygorystycznych niż obecne przepisów prawnych (w szczególności dotyczy to usuwania biogenów).
2. Wielkości ładunków zanieczyszczeń doprowadzane na oczyszczalnie powodują jej okresowe przeciążanie.
3. Wyłączenie z ruchu osadnika wstępnego dodatkowo zwiększa efekt przeciążenia stopnia biologicznego.
4. W związku z powyższymi trudnościami, w chwili obecnej utrzymanie wymaganych parametrów ścieków oczyszczonych jest bardzo trudne.
5. Lokalizacja oczyszczalni w obszarze narażonym na szkody górnicze oraz standard wykonania podstawowych obiektów kubaturowych nie gwarantuje bezproblemowej eksploatacji w dłuższym okresie czasu.
6. Ogólny stan techniczny obiektów określić należy jako dobry – wskazana jest jednak ich konserwacja oraz wymiana elementów skorodowanych.
7. Zwiększenie obciążenia oczyszczalni jest w chwili obecnej niemożliwe – wymaga zwiększenia objętości bioreaktora.
8. W przypadku przeprowadzenia kompleksowego remontu istniejącego układu technologicznego także nie będzie możliwe przyjęcie większych niż obecnie ilości ścieków – działania takie podniosą jedynie stabilność procesu technologicznego i zagwarantują utrzymanie wymaganych parametrów ścieków oczyszczonych.

8. Warianty modernizacji oczyszczalni

1. Wariant 0 – pozostawienie istniejących rozwiązań technologicznych

Należy zwrócić uwagę, iż w przypadku wyboru tego wariantu może okresowo dochodzić do przekraczania parametrów ścieków określonych w obowiązującym pozwoleniu wodnoprawnym co wynika z braku możliwości zapewnienia stabilnych warunków pracy układu technologicznego.

Z uwagi na aktualny stan techniczny obiektów kubaturowych (bioreaktor oraz osadniki) oraz stanowiących ich wyposażenie urządzeń technologicznych możliwe jest wystąpienie poważnej awarii, która może skutkować długotrwałym obniżeniem sprawności działania oczyszczalni.

W związku z wyżej wymienionymi zagrożeniami rekomendujemy jednoznacznie odrzucenie tego wariantu.

2. Wariant I – modernizacja istniejącego układu technologicznego

8.2.1. Wprowadzenie

Należy zwrócić uwagę, iż w przypadku wyboru tego wariantu nie ma możliwości zwiększenia obciążenia oczyszczalni w stosunku do stanu obecnego, co więcej dla zapewnienia stabilnych warunków pracy układu technologicznego konieczne jest ograniczenie ilości ścieków do wartości około 600m^3/d. Po przeanalizowaniu danych archiwalnych dotyczących wielkości dopływu ścieków surowych należy stwierdzić, iż takie ograniczenie jest możliwe przy założeniu braku rozwoju zlewni i dalszej eliminacji wód deszczowych i przypadkowych, dodatkowo wykluczenie zrzutów ścieków przemysłowych pozwoli na odciążenie obiektu. Innym rozwiązaniem zmierzającym do odciążenia obiektu może być przepięcie części zlewni do oczyszczalni ścieków „Ziemowit".

Z uwagi na stan techniczny urządzeń konieczna będzie wymiana szeregu z nich – działania takie można przeprowadzić w ramach jednorazowej akcji lub podzielić na etapy, poniżej przedstawiono podstawowe węzły technologiczne wymagające modernizacji. Podstawowym problemem, którego rozwiązanie sprowadza się w zasadzie do budowy nowego obiektu jest stan istniejących komór osadu czynnego i osadników.

8.2.2. Wymiana urządzeń technologicznych

8.2.2.1 Część mechaniczna – sitopiaskownik, osadnik wstępny

Z uwagi na znaczny stopień wyeksploatowania sitopiaskownika przewiduje się zainstalowanie nowego, zblokowanego urządzenia do mechanicznego oczyszczania ścieków. Należy zainstalować urządzenie o przepustowości 30l/s i prześwicie 3mm. Dodatkowo należy zainstalować płuczkę piasku o wydajności dostosowanej do przepustowości piaskownika. Należy przewidzieć zasilanie sitopiaskownika wodą technologiczną.

Zastosowanie urządzenia zapewniającego płukanie skratek i piasku pozwoli na ograniczenie ilości tych odpadów. Z uwagi na wynikający ze szkód górniczych zły stan techniczny wiaty części mechanicznej konieczne jest przeprowadzenie jej remontu (pionizacja).

Konieczna jest odbudowa osadnika wstępnego – przewiduje się zastosowanie prefabrykowanego zbiornika żelbetowego o średnicy 6m i głębokości czynnej 4,8m, alternatywnie należy rozważyć budowę zbiornika żelbetowego z wykorzystaniem pozostałości istniejącego zbiornika jako szalunku traconego.

8.2.2.2 Część biologiczna – komora denitryfikacji, nitryfikacji, osadniki

Przewiduje się zainstalowanie dwóch mieszadeł zatapialnych zapewniających pełne wymieszanie komory denitryfikacji – pozwoli to na właściwe wykorzystanie objętości zbiornika.

Przewiduje się przegląd rusztów napowietrzających we wszystkich komorach napowietrzania, wymianę tlenomierza oraz instalację dodatkowego, nowego tlenomierza.

Konieczna jest wymiana rurociągów recyrkulatu wraz z armaturą oraz zabudowa przepływomierzy w układzie recyrkulacji.

8.2.2.3 Część osadowa – komora stabilizacji tlenowej osadu

Należy zainstalować sondę tlenową oraz przeprowadzić przegląd rusztu napowietrzającego. Konieczne jest zabudowanie dodatkowej dmuchawy zasilającej wyłącznie komorę stabilizacji tlenowej. Należy przeprowadzić renowację zbiornika (odnowienie zabezpieczenia antykorozyjnego).

8.2.3. Rozbudowa układu sterowania i wizualizacji oczyszczalni

Wskazane jest wprowadzenie sterowania recyrkulacją zewnętrzną w funkcji przepływu przez oczyszczalnię. Konieczne jest wprowadzenie sterowania dmuchawą napowietrzającą komorę stabilizacji tlenowej w funkcji stężenia tlenu w komorze.

3. Wariant II – budowa nowego ciągu technologicznego – układ przepływowy

8.3.1. Wprowadzenie

Poniżej przedstawiono podstawowe parametry techniczno-technologiczne oraz opisane są poszczególne projektowane obiekty pod względem ich przeznaczenia i funkcji użytkowych. Zestawiono także podstawowe, minimalne wyposażenie technologiczne obiektu – podane parametry techniczne należy traktować jako wyznacznik standardu wykonania.

8.3.2. Wymagania podstawowe

Ekonomicznym rozwiązaniem jest budowa oczyszczalni ścieków, w skład której wchodzą dwa ciągi technologiczne o wydajności:

- Średnia dobowa wydajność obiektu $Q_{dśr}$ = 2 ciągi × 400 m^3/d = 800 m^3/d
- Maksymalna dobowa wydajność obiektu Q_{dmax} = 2 ciągi × 550 m^3/d = 1.100 m^3/d

- Maksymalna ilość ścieków dowożonych nie może przekroczyć 5 % aktualnej ilości ścieków dopływających kanalizacją sanitarną.

Oczyszczalnia ścieków powinna stanowić zblokowany obiekt inżynieryjny w celu ograniczenia powierzchni zabudowy. Zbiorniki technologiczne oczyszczalni ścieków takie jak zbiornik reaktora, zbiornik osadu itp. powinny być wykonane z betonu odpornego na korozję. Ze względów hydraulicznych powinny być okrągłe, co obniża koszty eksploatacji obiektu. Reaktor biologiczny powinien być w bezpośredniej bliskości względem budynku technicznego nie więcej niż 2 m i połączony powinien być kanałem technologicznym, w którym usytuowane są wszelkie rurociągi i instalacje technologiczne i służy również jako wejście do reaktora. Reaktor powinien być obsypany skarpą, która służy również do izolacji termicznej.

Budynek technologiczny powinien być wykonany metodą tradycyjną i architekturą zbliżoną do istniejących budynków w celu skomponowania obiektu. Piętro budynku technicznego powinno być wykorzystane również do umiejscowienia urządzeń technologicznych. Usytuowanie pomieszczenia dmuchaw powinno umożliwiać wykorzystanie ciepła produkowanego urządzeniami w celu ogrzewania pomieszczenia technologicznego. Wszelkie podstawowe urządzenia technologiczne wraz z armaturą technologiczną powinny być usytuowane w budynku technicznym w celu eliminacji oddziaływania oczyszczalni na środowisko.

Zbiornik osadu nadmiernego powinien być usytuowany w pobliżu reaktora i budynku technicznego, wyniesiony nad teren oczyszczalni obsypany skarpą w celu grawitacyjnego dopływu osadu do urządzenia odwadniającego.

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

Podstawowe elementy oczyszczania ścieków:

1. Wstępne podczyszczenie ścieków
    - Automatyczna krata hakowa
2. Pompownia ścieków surowych
    - Stacja pomp zatapialnych ścieków surowych
    - Pompa zatapialna ścieków nadmiarowych
3. Mechaniczne podczyszczanie ścieków – 2 ciągi technologiczne
    - Automatyczny sito skratkowe z praską i płukaniem skratek
    - Automatyczny piaskownik poziomy z przenośnikiem śrubowym piasku

- Płuczka piasku

4. Biologiczne oczyszczanie ścieków – 2 ciągi technologiczne
   - Separator zawiesiny łatwo opadalnej
   - Selektor (pięć komór) – warunki beztlenowe stosowane dla procesu. Dzięki temu osad odwodniony posiada znacznie lepsze parametry dla celów rolniczego wykorzystania
   - Komora denitryfikacji/nitryfikacji
   - Osadniki wtórne pionowe – separacja osadu od ścieków
5. Pomieszczenie dmuchaw – 2 ciągi technologiczne
   - Stacja dmuchaw
   - Układ dystrybucji powietrza
6. Studnia wody technologicznej
7. Komora pomiarowa ścieków oczyszczonych
   - Przepływomierz elektromagnetyczny
   - Komora poboru próbek

Podstawowe elementy gospodarki osadowej:

8. Zbiornik osadu nadmiernego (dwukomorowy)
   - Układ napowietrzania osadu
   - Układ do zagęszczania osadu
9. Stacja mechanicznego odwadniania osadu (nie wchodzi w zakres opracowania)
   - Prasa śrubowo – talerzowa
   - Automatyczna stacja przygotowania i dozowania flokulantu
   - Mieszalnik osadu i wapna
   - Przenośniki śrubowe osadu
10. Stacja wapnowania osadu
    - Silos wapna
    - Przenośnik śrubowy wapna

Sterowanie procesem technologicznym - działanie oczyszczalni będzie całkowicie zautomatyzowane poprzez zastosowanie sterowania z możliwością zdalnej kontroli pracy poprzez internet. Dodatkowo obiekt wyposażono w wizualizacje pracy urządzeń.

8.3.3. Parametry technologiczne

Mechaniczne podczyszczenie ścieków

Wg danych literaturowych, podczyszczenie ścieków na sicie spowoduje ok. **90 %** redukcję zanieczyszczeń w postaci części stałych, ok. **5 - 10 %** zanieczyszczenia organicznego w postaci zawiesiny oraz ok. **5 - 10 %** zanieczyszczenia w postaci BZT_5, usunięcie ew. tłuszczu. Ilość skratek zatrzymanych na sicie (15 l/MR·rok) po płukaniu i prasowaniu wynosić będzie:

- Etap projektowany: V = 300 dm^3/dobę

- Ciężar skratek: M = 60 % × 900 kg/m^3 × 0,30 m^3/d = 0,16 t/d

Usuwanie piasku

Do wstępnego usuwania piasku ze ścieków surowych zaprojektowano piaskownik poziomy. Piasek z piaskownika podawany będzie przenośnikiem do kontenera w wywożony do zagospodarowania. Ilość piasku (5 l/MR·rok) zatrzymana w urządzeniu wynosić będzie:

- Etap projektowany: V = ok. 100 dm^3/dobę
- Ciężar piasku: M = 1.500 kg/m^3 × 0,10 m^3/d = 0,15 t/d

Usuwanie zawiesiny łatwo opadalnej

Do wstępnego usuwania zawiesiny łatwo opadalnej ze ścieków surowych zaprojektowano w reaktorze separator pionowy zawiesiny łatwo opadalnej, wyposażony w instalację do napowietrzania. Zawiesina z separatora podawana będzie pompą do zbiornika magazynowego osadu i następnie razem z osadem nadmiernym podawana do odwodnienia i wywożona do zagospodarowania. Ilość zawiesiny zatrzymana w separatorze wynosić:

- Etap projektowany: M = 2 ciągi ×10 kgsm./d = 20 kgsm./d

Parametry technologiczne reaktora biologicznego

Do biologicznego oczyszczania ścieków dobrano reaktor o następujących parametrach technologicznych:

Parametr	Jednostka	Wartość
Ilość ciągów technologicznych	Szt.	2
Całkowita pojemność komory osadu czynnego	m^3	1.210
- pojemność komory separatora zawiesiny	m^3	6,0
- pojemność komory selektora	m^3	5 szt. × 6,0 = 30
- pojemność komory denitryfikacji/nitryfikacji	m^3	1.015
- stosunek pojemności denitryfikacji komory V_D/V_C (możliwość regulacji w zakresie 0 – 50%)	%	33
- pojemność osadnika wtórnego	m^3	3 szt. × 55 = 165

Opis sposobu przeróbki osadów

Produkcja osadu nadmiernego

Osad nadmierny pompowany będzie z osadnika wtórnego reaktora przy pomocy pompy powietrznej cyrkulacyjnej do komory zbiorczej a następnie odprowadzany cyklicznie do zbiornika magazynowego osadu. Wraz z osadem do zbiornika magazynowego osadu podawana będzie zawiesina łatwo opadalna z separatora. W zbiorniku następuje zagęszczanie grawitacyjne oraz dodatkowa

tlenowa stabilizacja osadu. Woda nadosadowa podawana będą przelewem do pompowni głównej a następnie do bioreaktora w celu ponownego oczyszczania.

Zgodnie z wytycznymi ATV dla tlenowej stabilizacji osadu wymagany wiek osadu można obliczyć wg. wzoru T_{osadu} = 25 dni × 1.072 $^{(12-T)}$, z czego przy temperaturze 12 °C wiek osadu dla stabilizacji wynosi 25 dni. Ilość osadu do utylizacji wynosić będzie:

- Produkcja osadu nadmiernego M_N = 2 × 190 kg_{sm}/d = ok. 380 kg_{sm}/d
- Produkcja zawiesiny łatwo opadalnej M_W = 2 × 10 kg_{sm}/d = ok. 20 kg_{sm}/d
- Produkcja osadu do procesu stabilizacji M_{ST} = 400 kg_{sm}/d
- Ilość osadu do odwodnienia M_O = 350 kg_{sm}/d

Zastosowanie komory do tlenowej stabilizacji osadu pozwoli uzyskać całkowity wiek osadu powyżej T_{SM} > 25 dni., co gwarantuje stabilizację osadu podawanego do odwonienia.

Produkcja osadu odwodnionego

Do odwadniania osadu zagęszczonego wykorzystano prasę zblokowaną z zagęszczaczem mechanicznym. Ilość osadu po odwodnieniu 18 – 20 % przyjęto 19 % wynosić będzie:

- *Etap projektowany: ok. 1,8 m^3/dobę*

Osad odwodniony składowany będzie w kontenerze i odbierany będzie przez wyspecjalizowaną firmę.

Zapotrzebowanie flokulantu

W celu uzyskania wysokiego stopnia odwodnienia osadu, dozowany będzie flokulant organiczny, którego przewidywana dawka wynosi:

- *Etap projektowany: 6 g/kg_{sm} tj. ok. 2,1 kg/dobę*

Rzeczywista dawka ustalona będzie w trakcie rozruchu urządzenia na podstawie uzyskanego stopnia odwadniania osadu.

8.3.4. Opis rozwiązań projektowych oczyszczania ścieków

Wstępne podczyszczenie ścieków

Automatyczne usuwanie skratek odbywa się na kracie hakowej, usytuowanej w komorze żelbetowej. Skratki zatrzymanie na kracie będą podawane do praso-płuczki skratek i automatycznie transportowane do kontenera skratek i wywożone na składowisko odpadów stałych. Krata wyposażona jest w pełną automatykę pracy.

Parametry techniczne zbiornika 1 szt.

- Wymiary D × H = 2,0 × 4,0 m

Wyposażenie technologiczne 1 kpl.

- Krata hakowa KH-5.01 1 szt.
  - Szerokość s = 400 mm
  - Wysokość H / V = 4.000 mm/900 mm

- Wydajność Q_{max} = 150 m^3/h
- Prześwit e = 15 mm
- Moc zainstalowana silnika P_1 = 0,3 kW
- Moc pobierana P_2 = 0,2 kW
- Ogrzewanie elektryczne urządzenia P_1 = 1,2 kW
- Materiał rama / elementy sztuczne stal konstrukcyjna / tworzywo
- Wyłącznik pływakowy 1 szt.

- Szafka elektryczno – sterownicza urządzeń 1 szt.

Pompownia ścieków surowych

Następnie ścieki wstępnie podczyszczone dopływają do dwu komorowej pompowni ścieków surowych. Zbiornik pompowni wyposażony w pompy zatapialne zainstalowane na prowadnicach wraz z oddzielnym rurociągiem tłocznym.

Parametry techniczne zbiornika 1 szt.

- Wymiary D× H = 3,0 × 5,5 m
- Maksymalna wysokość robocza h = 1,9 m
- Maksymalna pojemność robocza ok. 13,4 m^3

Wyposażenie technologiczne komory pompowni 1 kpl.

- Pompa zatapialna ścieków 2 szt.
  - Wydajność pompy Qh = 60,3 m^3/h, H = 9,6 m;
  - Moc zainstalowana P1 = 5,13 kW
  - Moc pobierana P2 = 3,49 kW
- Sonda radarowa do pomiaru poziomu 1 szt.
  - Zakres pomiarowy z = 0 – 6 m
- Rozdzielnica serwisowa pomp zatapialnych 1 kpl.

Urządzenia technologiczne zainstalowane w komorze pompowni zasilane i sterowane będą ze wspólnej modułowej szafki elektryczno sterowniczej.

Stacja mechanicznego podczyszczania

Stacja mechanicznego podczyszczania ścieków usytuowana będzie w projektowanym budynku technicznym oczyszczalni ścieków. Wszystkie urządzenia technologiczne zasilane i sterowane będą ze wspólnej modułowej szafki elektryczno sterowniczej.

Sito – piaskownik poziomy

Automatyczne usuwanie skratek odbywa się na sicie skratkowym, usytuowanym w budynku technologicznym. Sito skratkowe wyposażone jest w pełną automatykę pracy. Następnie ścieki dopływają do piaskownika poziomego, którego zadaniem jest usunięcie piasku ze ścieków surowych. Wydzielona w nim pulpa piasku podawana jest pompą do separatora – płuczki piasku i wywożona poza teren oczyszczalni.

Wyposażenie technologiczne 1 kpl.

- Sito skratkowe 2 szt.
  - Wydajność Q_m = 60 m^3/h
  - Prześwit e = 3 mm
  - Moc zainstalowana P_1 = 0,25 kW
  - Moc pobierana P_2 = 0,20 kW
  - Materiał Stal 1.4301
- Piaskownik poziomy z napowietrzaniem 2 szt.
  - Wydajność Qm = 60 m3/h
  - Przenośnik piasku 1 szt.
  - Moc zainstalowana P1 = 0,55 kW
  - Moc pobierana P2 = 0,30 kW
  - Materiał obudowa / śruba Stal1.4301/Stal konstrukcyjna
- Pompa pulpy piasku 2 szt.
  - Wydajność Q_m = 5 dm^3/s
  - Moc zainstalowana P_1 = 0,90 kW
  - Moc pobierana P_2 = 0,70 kW
- Układ mieszania komory piasku 2 kpl.

Praso-płuczka skratek

Skratki po przepłukaniu i sprasowaniu transportowane będą do kontenera na skratki usytuowanego w oddzielnym pomieszczeniu w celu eliminacji zapachów. Skratki będą wywożone na składowisko odpadów stałych.

Wyposażenie technologiczne 1 kpl.

- Praso-płuczka skratek 2 szt.
  - Wydajność Qm = 0,2 – 0,4 m^3/h
  - Średnica F250 mm
  - Moc zainstalowana P1 = 1,5 kW
  - Moc pobierana P2 = 1,1 kW
  - Materiał obudowa / śruba Stal1.4301/Stal konstrukcyjna
- Układ płukania skratek 2 kpl.
- Układ płukania skratek 2 kpl.

Separator – płuczka piasku

Pulpa piasku podawana jest rurociągiem tłocznym do separatora – płuczki piasku, którego zadaniem jest odseparowanie piasku. Wydzielony piasek podawany jest do kontenera i wywożony poza teren oczyszczalni.

Wyposażenie technologiczne 1 kpl.

- Separator – płuczka piasku 1 szt.
  - Wydajność Q_m = 5 dm^3/s
  - Przenośnik piasku (średnica / długość) F160 mm / 3,5 m

- Moc zainstalowana P_1 = 0,25 kW
- Moc pobierana P_2 = 0,20 kW
- Materiał obudowa / śruba Stal 1.4301 / Stal konstrukcyjna

- Mieszadło wolnoobrotowe 1 szt.
  - Moc zainstalowana P_1 = 0,25 kW
  - Moc pobierana P_2 = 0,20 kW
- Sonda poziomu piasku 1 szt.
  - Zakres pomiarowy z = 0 – 1 m
- Układ płukania piasku 1 kpl.

Układ wody technologicznej

W celu płukania skratek i piasku zastosowano układ wody technologicznej – ścieki oczyszczone, co obniży koszty eksploatacji obiektu

Wyposażenie technologiczne 1 kpl.

- Układ filtracji wody technologicznej 1 szt.
  - Wydajność Q_h = 4,0 m^3/h
- Pompa hydroforowa z wyposażeniem 1 kpl.
  - Wydajność układu Qh = 4,0 m^3/h, p = 4 bar
  - Moc zainstalowana P1 = 1,5 kW
  - Moc pobierana P2 = 1,2 kW
- Zbiornik hydroforowy z wyposażeniem 1 kpl.

Biologiczne oczyszczanie ścieków

Reaktor pracuje w oparciu o technologię niskoobciążonego tlenowo stabilizowanego osadu czynnego w wydzielonej komorze osadu z równoczesnym usuwaniem związków biogennych (azotu i fosforu) metodą biologiczną w układzie przepływu ciągłego.

Reaktor biologiczny stanowi zblokowany obiekt kubaturowy z wydzieloną komorą *zmiennie wymaganej pojemności denitryfikacji/nitryfikacji* stanowiącej w planie zewnętrzny pierścień okrągłej komory osadu czynnego, *osadnikami wtórnymi,* usytuowanymi centralnie w zbiorniku oraz *separatorem zawiesiny łatwo opadalnej*, *selektorem* metabolicznym usytuowanym w komorze denitryfikacji/nitryfikacji.

Nominalna przepustowość reaktora wynosi $Q_{dśr}$ = 400 m^3/dobę. Reaktor zapewnia prawidłową pracę przy minimalnej ilości ścieków Q_{dmin} = 120 m^3/dobę oraz maksymalnej ilości ścieków Q_{dmax} = 550 m^3/dobę

W skład bioreaktora wchodzą następujące jednostki technologiczne:

- Separator zawiesiny
- Selektor niedotleniony / beztlenowy
- Komora denitryfikacji/nitryfikacji
- Osadnik wtórny

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

Parametry techniczne zbiornika reaktora biologicznego	1 szt. + 1 szt.
• Pojemność czynna	V = 1.210 m^3
• Wysokość czynna	H = 5,0 m
• Średnica wewnętrzna zbiornika	D = 17,5 m

Separator zawiesiny

W zbiorniku reaktora wydzielony jest separator zawiesiny, którego zadaniem jest usunięcie zawiesiny łatwo opadalnej ze ścieków surowych. Wydzielona w nim pulpa osadu usuwana jest do utylizacji. Urządzenie wyposażone jest w system automatycznego odprowadzenia pulpy zawiesiny pompą powietrzną oraz w kinetę zawiesiny (urządzenie w komplecie montowane jest w zakładzie).

Parametry inżynierskie komory separatora	1 szt. + 1 szt.
• Średnica wewnętrzna	D = 1.200 mm
• Pojemność robocza	V = ok. 6 m^3
• Materiał	PE

Wyposażenie technologiczne	1 kpl.
• Układ mieszania system BT-flowmix lub równoważny	1 kpl.
○ Wydajność układu pneumatycznego	Q_P = 10 m^3/h
• Pompa powietrzna pulpy zawiesiny	1 szt.
○ Wydajność pompy	Q_h = 5 – 15 m^3/h przy p = 0,1 bar

Selektor beztlenowy

Reaktor posiada połączone szeregowo komory selektora metabolicznego, do których kierowane są ścieki oraz osad recyrkulowany. Pełni on funkcję zapobiegania rozrostowi bakterii nitkowatych powodujących pęcznienie osadu. W celu utrzymania osadu czynnego w zawieszeniu, mieszanie komory zabezpieczone jest przez systemem mieszania hydraulicznego BT-flowmix lub równoważne, wspomaganego układem napowietrzanie-mieszanie sprężonym powietrzem, tak aby w komorach selektora zapobiec zaleganiu osadu i utrzymywać warunki beztlenowe (brak mechanicznych urządzeń mieszających). Do selektorów przewiduje się tylko recyrkulację zewnętrzną osadu – z osadników wtórnych.

Parametry inżynierskie komory selektora	5 szt. + 5 szt.
• Średnica wewnętrzna	D = 1.200 mm
• Pojemność robocza	V = 30 m^3
• Materiał	PE

Wyposażenie technologiczne 1 kpl.

- Układ mieszania system BT-flowmix lub równoważny 1 kpl.
  - Wydajność układu pneumatycznego QP = 2×10 m^3/h

Komora denitryfikacji/nitryfikacji reaktora

Następnie ścieki dopływają do komory denitryfikacji/nitryfikacji, umożliwiającej prowadzenie wszelkich procesów technologicznych, bez konieczności wydzielania poszczególnych komór denitryfikacji i nitryfikacji. Rozwiązanie techniczne komory denitryfikacji/nitryfikacji połączone ze sterowaniem BT-autoeco lub równoważne umożliwia płyną regulację stosunku zmiennie wymaganej pojemności denitryfikacji i nitryfikacji w zakresie wartości 0,1 – 0,5 a co za tym idzie dostosowanie parametrów technologicznych pracy reaktora do aktualnego składu ścieków surowych oraz wymagań odnośnie jakości ścieków oczyszczonych (regulacja pojemności denitryfikacyjnej reaktora). Zmiennie wymagana pojemność denitryfikacji reaktora realizowana jest przy pomocy rozwiązania technicznego układu napowietrzanie-mieszanie. W projekcie zastosowano układ napowietrzanie-mieszanie BT-airmix lub równoważny składający się z dwóch niezależnych pierścieni dyfuzorów membranowych płytowych krótkich i długich, rozmieszczonych na dnie okrągłego reaktora biologicznego, niezależnego pierścienia dystrybucji powietrza zasilającego dyfuzory krótkie, oraz niezależnego pierścienia dystrybucji powietrza zasilającego dyfuzory długie, które to pierścienie dystrybucji powietrza umieszczone są w centralnej części reaktora. W układzie napowietrzanie-mieszanie znajduje się również główny pierścień zasilający, z zestawem zaworów regulacyjnych znajdujący się w pomieszczeniu dmuchaw.

Stosowanie układu BT-airmix lub równoważne oraz sterowania BT-autoeco lub równoważne umożliwia odzyskanie części tlenu zużytego do nitryfikacji azotu, co w konsekwencji prowadzi do ograniczenia zużycia energii elektrycznej na oczyszczalni ścieków. Do wprowadzenia tlenu do sieci zastosowano płyty napowietrzające. Powietrze do układu dostarczać będą dmuchawy rotacyjne.

Wyposażenie komory reaktora denitryfikacji/nitryfikacji 1 kpl. + 1 kpl. + 1 kpl.

- Układ dystrybucji powietrza - system BT-airmix 1 kpl.
  - Wydajność układu Q_P = 900 m^3/h, p = 1 bar
- Układ dyfuzorów 3 szt.
  - Efektywna długość napowietrzania L = 4,5 m
  - Materiał PUR
- Układ dyfuzorów 18 szt.
  - Efektywna długość napowietrzania L = 72 m
  - Materiał PUR
- Zestaw tlenomierza z przetwornikiem 1 szt.
  - Czujnik tlenu z = 0 - 10 mgO_2/dm^3

Osadniki wtórne reaktora

W celu separacji osadu czynnego od ścieków oczyszczonych, mieszanina osadu czynnego i ścieków dopływać będzie do *pionowych osadników wtórnych,* usytuowanych w centralnej części reaktora. Każdy osadnik wyposażony jest w *strefę przepływu laminarnego*, co powoduje odgazowanie i flokulacje osadu poddanego sedymentacji. Zainstalowany jest pionowy okrągły osadnik wtórny wykonany z tworzywa sztucznego (żywica poliestrowa wzmocniona włóknem szklanym). Rura centralna osadnika podwieszona jest do szyn biegnących w poprzek osadnika. W projekcie zastosowano układ BT-flow lub równoważny składający się z zatopionego koryta odprowadzającego ścieki oczyszczone, koryta odprowadzającego zanieczyszczenia pływające po powierzchni osadnika wtórnego, oraz komory regulacji poziomu ścieków w osadniku wtórnym. Koryto odprowadzające ścieki z osadnika umieszczone jest od 10 do 20 cm poniżej poziomu osadu czynnego. Ścieki odprowadzane z osadnika wtórnego odprowadzane są do zewnętrznego do komory zbiorczej, z którego następnie przelewają się do wewnątrz rury o regulowanej wysokości i następnie poza reaktor osadu czynnego. Komora regulacji poziomu ścieków w osadniku wtórnym wykonana jest w całości ze stali nierdzewnej.

W osadniku zainstalowana jest pompa powietrzna - recyrkulacja zewnętrzna zawracająca zagęszczony osad czynny do komory selektora, powodująca równoczesne napowietrzanie cieczy transportowanej**.**

Osad nadmierny odprowadzone z komory zbiorczej poprzez sterowanie pracą układu odprowadzania osadu. Program pracy układu tj. częstotliwość odprowadzania osadu oraz czas otwarcia ustalony będzie w czasie rozruchu i uzależniony będzie od obciążenia oczyszczalni.

W celu eliminacji przedostawania się części pływających do odpływu, osadniki wyposażono w układ automatycznego odprowadzająca części pływające z powierzchni osadnika wtórnego. Program pracy układu tj. częstotliwość odprowadzania osadu oraz czas otwarcia ustalony będzie w czasie rozruchu oczyszczalni.

Parametry i wyposażenie technologiczne	1 kpl. + 1 kpl.
• Lejek stożkowy osadnika wtórnego	3 szt.
○ Średnica czynna osadnika	D = 5,7 m
○ Objętość czynna	V = 55 m^3
Wymagania materiałowe:	
○ Laminat	PS
○ Żywica konstrukcyjna	M105TB
○ Powłoka zewnętrzna	żelkot GN
○ Bariera wewnętrzna	MP + TI
• Komora zbiorcza ścieków i osadu - system BT-flow3	1 kpl.
○ Maksymalna wydajność przepływu ścieków	Q_S= 3 × 30 m^3/h
○ Maksymalna wydajność przepływu osadu	R_O = 3 × 20 m^3/h
• Pompa recyrkulacji zewnętrznej	3 kpl.
○ Wydajność pompy	Q_h = 0 - 30 m^3/h

- Układ odprowadzania osadu nadmiernego 1 szt.
  - Zasuwa z napędem elektrycznym 1 szt.
  - Moc zainstalowana P_1 = 0,75 kW
  - Wydajność układu Q_h = 0 - 20 m^3/h
- Układ odprowadzenia części pływających 3 kpl.
  - Wydajność układu Q = 0 - 30 m^3/h

Przykrycie reaktora / separacja aerozoli

Zbiornik reaktora przykryty jest lekkim przykryciem modułowym służącym do separacji aerozoli, wykonanym z żywicy poliestrowej wzmocnionej włóknem szklanym i elementem przekładkowym. Profil modułu pokrycia gwarantuje odpowiednią sztywność. Elementy przykrycia oraz instalacja technologiczna i wszelkie urządzenia zamocowane są na wspólnej konstrukcji stalowej ocynkowanej ogniowo. Konstrukcja nośna przykrycia i pomost technologiczny reaktora służą również do mocowania instalacji technologicznej i osadnika wtórnego i wyposażenia technologicznego i powinny być montowane jednocześnie.

Wyposażenie technologiczne 1 kpl. + 1 kpl.

- Konstrukcja stalowa - komplet do 1 kpl.
- Elementy przykrycia - komplet do 1 kpl.

  Wymagania materiałowe:
  - Laminat PS
  - Żywica konstrukcyjna M105TB
  - Powłoka zewnętrzna żelkot GN
  - Bariera wewnętrzna MP + TI

Pomosty komunikacyjne

Między reaktorami biologicznymi a budynkiem technicznym zaprojektowano pomosty komunikacyjne, służące również do mocowania instalacji technologicznej pomiędzy stacją dmuchaw a reaktorami. Pomost oparty na wieńcu komory reaktora i wchodzący w otwór technologiczny budynku. Wejście do pomostu przez schody terenowe. Wszystkie pomosty wykonane ze stali ocynkowanej ogniowo.

Parametry techniczne 1 kpl. + 1 kpl.

- Pomost reaktor – budynek 1 kpl.
- Schody wejściowe na pomost 2 kpl.

Stacja dmuchaw dla reaktora biologicznego

Stacja dmuchaw wraz z instalacją dystrybucji powietrza, oraz szafką elektryczno – sterowniczą wszystkich urządzeń technologicznych oczyszczania ścieków znajduje się w pomieszczeniu dmuchaw.

Wyposażenie technologiczne 1 kpl. + 1 kpl.

- Układ dystrybucji powietrza UD-01 systemu BT-airmix 1 kpl.
  - Wydajność przy p = 1,0 bar QP = 900 m^3/h
  - Materiał DN100/OC
  - Ciśnieniomierz Z = 0 – 1 bar
  - Napowietrzanie selektorów 1 szt.
  - Pompa - odprowadzenie części pływających 3 szt.
  - Pompa - odprowadzenie pulpy zawiesiny 1 szt.
  - Odprowadzenie kondensatu 1 szt.
  - Pompa - recyrkulacja zewnętrzna 3 szt.
  - Napowietrzanie zbiornika osadu (zapas) 1 szt.
  - Klapa dla układu 2 szt.
  - Klapa dla układu 2 szt.
- Dmuchawa rotacyjna DM-01 ÷ DM-03 3 szt.
  - Wydajność dmuchawy przy p = 0,7 bar Qp = 220 m^3/h
  - Moc silnika P1 = 7,5 kW
  - Moc pobierana P2 = 6,3 kW
  - Hałas z obudową dźwiękochłonną Lo < 90 dB
  - Układ filtracji powietrza gwarantujący stopień filtracji G4 zainstalowany w obudowie dźwiękochłonnej

Dmuchawy winny zapewniać możliwość dostarczania do ciągu technologicznego ilości powietrza w zakresie Q_p = 220 m^3/h ÷ 660 m^3/h, co umożliwia w miarę dokładne sterowanie procesem technologicznym oczyszczania ścieków, z równoczesną minimalizacją zużycia energii elektrycznej.
Wszystkie urządzenia technologiczne obsługujące reaktory biologiczne zasilane i sterowane będą ze szafki elektryczno sterowniczej.

Studnia wody technologicznej

Ścieki oczyszczone z reaktorów dopływają rurociągiem grawitacyjnym do studni wody technologicznej wykonanej z kręgów żelbetowych wyposażonych w przykrycie oraz właz montażowy, z której część ścieków będzie zawracana w celu zasilania układu wody technologicznej.

Parametry techniczne zbiornika 1 szt.

- Średnica wewnętrzna zbiornika D × H = 2,5 m × 4,5 m

Wyposażenie technologiczne 1 kpl.

- Dystrybutor odpływu 1 szt.
  - Wydajność Qm = 0 - 100 m^3/h

Komora pomiarowa ścieków oczyszczonych

W studzience pomiarowej na odcinku rurociągu grawitacyjnego odprowadzającego ścieki oczyszczone zainstalowany będzie przepływomierz elektromagnetyczny z

możliwością przesyłania danych do sterownika centralnego sterującego pracą oczyszczalni ścieków a następnie rurociągiem do wylotu i odbiornika.
Dodatkowo zainstalowana będzie komora do poboru próbek ścieków oczyszczonych.

Parametry techniczne	1 szt.
• Wymiary komory	D × H= 2,5 × 2,0 m
Wyposażenie technologiczne	1 kpl.
• Zestaw przepływomierza elektromagnetycznego	1 szt.
○ Czujnik przepływu DN200	Qh = 0 - 150 m^3/h
• Komora ścieków oczyszczonych	1 kpl.
○ Wykonanie	stal 1.4031

8.3.5. Opis rozwiązań projektowych gospodarki osadowej

Zbiornik magazynowy osadu nadmiernego

Zbiornik wykonany z betonu, przykryty stopem, wyposażony jest w instalację do zagęszczania osadu oraz w instalację do napowietrzania osadu. W celu ponownego oczyszczenia, woda nadosadowa ze zbiornika magazynowego przelewać się będzie do systemu kanalizacji wewnętrznej. Osad nadmierny zagęszczony pobierany z dna zbiornika podawany będzie pompą do zbiornika osadu zagęszczonego (zagęszczacza) a następnie do stacji mechanicznego odwadniania osadu.

Parametry inżynierskie zbiornika	1 szt.
• Wymiary	D × H = 7,25 m × 5,0 m
• Maksymalna wysokość robocza	h = 4,20 m
• Maksymalna pojemność robocza	V = 173 m^3
Parametry inżynierskie zagęszczacza	1 szt.
• Wymiary	D × H = 4,0 m × 5,0 m
• Maksymalna wysokość robocza	h = 4,5 m
• Maksymalna pojemność robocza	V = 56 m^3
Wyposażenie technologiczne	1 kpl.
• Układ dystrybucji powietrza	1 kpl.
○ Maksymalna wydajność układu	Qp = 120 m^3/h, p = 0,6 bar
• Układ dyfuzorów rurowych	6 kpl.
○ Efektywna długość napowietrzania	L = 2 × 1,0 m
○ Zalecane obciążenie powietrzem	Qp = 20 m^3/h × szt.
• System zagęszczania osadu nadmiernego	1 kpl.
○ Efektywna długość ukierunkowania przepływu	L = 2,0 m
○ Wydajność układu	Q = 40 m^3/h

- Średnica / Materiał 160/PVC/PEHD
- Pompa zatapialna osadu 1 szt.
  - Wydajność pompy Qh = 20 m^3/h, H = 2 m;
  - Moc zainstalowana P1 = 1,23 kW
  - Moc pobierana P2 = 0,2 kW
  - Wirnik / Przelot typ F / DN65
  - Obroty o = 1.450 min-1
  - Wyłącznik pływakowy 4 szt.
- Rozdzielnica serwisowa pompy 1 kpl.

Wyposażenie technologiczne zagęszczacza 1 kpl.

- Układ dyfuzorów rurowych DR-3.07 1 kpl.
  - Efektywna długość napowietrzania L = 3 × 1,5 m
  - Zalecane obciążenie powietrzem Q = 45 m^3/h × szt.
- System do odbioru osadu zagęszczonego 1 kpl.
  - Szybkozłącze do podłączenia wozu asenizacyjnego 1 szt.
  - Wydajność układu Q = 20 m^3/h
  - Wykonanie stal 1.4301

Powietrze dla procesu tlenowej stabilizacji osadu dostarczane będzie z dmuchawy z możliwością automatycznego sterowania pracą układu w cyklach czasowych. Instalacja napowietrzania doprowadzona z budynku technicznego rurociągiem powietrza.

Wyposażenie technologiczne 1 kpl.

- Dmuchawa rotacyjna 1 szt.
  - Wydajność dmuchawy przy p = 0,6 bar QP = 120 m^3/h
  - Moc silnika P1 = 5,5 kW
  - Moc pobierana P2 = 4,3 kW
  - Hałas z obudową dźwiękochłonną Lo < 90 dB
  - Zawór elektromagnetyczny 2 szt.

Wszystkie urządzenia technologiczne zasilane i sterowane będą ze wspólnej modułowej szafki elektryczno-sterowniczej.

8.3.6. Zestawienie podstawowych parametrów technologicznych

l.p.	Parametr	Wartość
	Wstępne podczyszczanie ścieków	
1.	Separacja skratek – ścieki surowe	- automatyczna - dwu stopniowa - prześwit d = 6 mm - prześwit okrągły d = 3 mm - prasowanie skratek - obejście awaryjne
2.	Usuwanie pulpy piaskowej	- automatyczne - separacja piasku - obejście awaryjne
	Biologiczne oczyszczanie ścieków	
3.	Wykonanie komory reaktora	- żelbet
4.	Przepływ hydrauliczny	- ciągły
5.	Proces biologiczny	- osad czynny
6.	Usuwanie związków biogennych	- zgodnie z wymaganiami prawnymi
7.	Stabilizacja osadu czynnego w układzie technologicznym	- pełna tlenowa
8.	Wiek osadu czynnego w komorze reaktora – t_{SM}	19 dni < t_{SM} < 25 dni
9.	Wiek osadu czynnego w układzie technologicznym - t_C	29 dni < t_C < 35 dni
10.	Obciążenie osadu czynnego - B_{SM}	0,05 kgBZT$_5$/kg×d < B_{SM} < 0,07 kgBZT$_5$/kg×d
11.	Czas zatrzymania ścieków w reaktorze - T_R	1,8 dni < T_R < 2,5 dni
12.	Jednostkowy przyrost osadu - SPO	SPO < 0,9 kg$_{s.m.o.}$/kg BZT$_5$ ×d
13.	Selektor	Od 4 do 6 komór.
14.	Czas zatrzymania ścieków w selektorze – T_{SE}	0,5 h < T_{SE} < 2 h
15.	Stosunek pojemności denitryfikacyjnej/nitryfikacyjnej - V_D/V_C	- możliwość regulacji w zakresie V_D/V_C = 10 % ÷ 50 %
16.	Stopień recyrkulacji zewnętrznej - R_z	- możliwość regulacji w zakresie R_z = 50 % ÷ 500 %
17.	Wysokość czynna natleniania - H_{cz}	4,8 m < H_{cz} < 5,2 m
18.	Specyficzne wykorzystanie tlenu - χ	21 gO$_2$/Nm^3×m < χ < 25 gO$_2$/Nm^3×m
19.	Wysokość elementu napowietrzającego - h	1 cm < h < 3 cm
	Separacja osadu od ścieków	
20.	Typ osadnika	- pionowy
21.	Kształt powierzchni osadnika	- okrągły
22.	Poziom odprowadzenia ścieków z osadnika mierzony od powierzchni lustra ścieków - P	P = 0,1 m ÷ 0,2 m
23.	Czas zatrzymania w osadniku (przy Q_d) - θ	θ = 5 h ÷ 7 h
	Zagospodarowanie odpadów	
24.	Skratki	- odwodnienie
25.	Piasek	- płukanie, mechaniczne odwadnianie
26.	Osad nadmierny	- mechaniczne odwadnianie (prasa taśmowa) - higienizacja wapnem
27.	Stopień odwodnienia osadu nadmiernego - I	I = 20 % ÷ 25 %
	Pomiary i automatyka	
28.	Pomiar ścieków oczyszczonych	0,5 % < dokładność pomiaru < 1,0 % - 3 szt. < Ilość elektrod < 6 szt. - detekcja pustego rurociągu
29.	Pomiar tlenu	0 ppm ≤ zakres pomiaru ≤ 10 ppm
30.	Ilość niezależnych modułów (podzespołów) układu sterowania	Ilość modułów ≥ 3 szt.
31.	Ilość trybów automatycznego sterowania pracą dmuchaw	Ilość trybów ≥ 2
32.	System sterowania procesem denitryfikacji/nitryfikacji	- czasowa segregacja ze zadanym stężeniem tlenu - niezależne sterowanie pracą reaktora dla pory nocnej

8.3.7. Zestawienie podstawowego, minimalnego wyposażenia technologicznego

	Charakterystyka techniczna	Ilość
1.	**WSTĘPNE MECHANICZNE PODCZYSZCZENIE ŚCIEKÓW**	**1 kpl**
1.	Krata mechaniczna hakowa, Q = 150 m^3/h, S = 400 mm, Prześwit d = 15 mm, Kąt nachylenia a = 90°, Moc silnika P = 0,3 KW / 400V, Ogrzewanie P = 1,2 KW / 230V	1 kpl.
2.	Obudowa termiczna kraty z płyt warstwowych styropianowych, wymiary D × S × V = 2,4 × 2,4 × 2,2 m, Grzejnik elektryczny P = 2 kW, Kratka wentylacyjna DN100 / 2 szt., Oświetlenie	1 kpl.
2.	**POMPOWNIA GŁÓWNA**	
1.	Pompa zatapialna, Q = 60 m^3/h, H = 9,6 m, P = 5,13 kW, DN80, o = 1450 min^{-1}, Wirnik typ F	1 kpl.
2.	Pompa zatapialna, Q = 60 m^3/h, H = 9,6 m, P = 5,13 kW, DN80, o = 1450 min^{-1}, Wirnik typ F	1 kpl.
3.	Przenośny podnośnik ręczny do wyciągania pomp, wykonanie stal ocynkowana, udźwig m = 100 kg	1 kpl.
3.	**STACJA MECHANICZENO PODCZYSZCZANIA**	**1 kpl.**
1.	Sito skratkowe, Q =60 m^3/h, ϕ = 3 mm, P = 0,25 kW, wykonanie stal 1.4301	2 kpl.
2.	Prasopłuczka skratek, Q =0,2-04 m^3/h, P = 1,5 kW, wykonanie stal 1.4301	2 kpl.
3.	Piaskownik poziomy, Q =60 m^3/h, P = 0,55 kW, wykonanie stal	2 kpl.
4.	Separator piasku, Q = 5l/s, P = 0,55 kW, przenośnik piasku DN160, wykonanie - stal 1.4301, śruba - stal konstrukcyjna	1 kpl.
4.	**UKŁAD WODY TECHNOLOGICZNEJ**	**1 kpl.**
1.	Układ filtracji Q =4 m^3/h	1 kpl.
2.	Pompa hydroforowa Q =4 m^3/h, p=4bar, P = 1,5kW, zbiornik hydroforowy	1 kpl.
5.	**REAKTOR BIOLOGICZNY - Separator zawiesiny łatwo opadalnej**	**2 kpl**
1.	Separator zawiesiny, wykonanie PE, pojemność 6m^3, Układ mieszania hydraulicznie / pneumatycznie Q = 10 m^3/h	1 kpl.
2.	Pompa powietrzna zawiesiny, Q = 5 – 15 m^3/h, p = 0,1 bar, DN100, materiał PE	1 kpl.
6.	**REAKTOR BIOLOGICZNY – selektor**	**2 kpl**
1.	Separator beztlenowy, wykonanie PE, pojemność 30m^3, Układ mieszania hydraulicznie / pneumatycznie Q = 2 x 10 m^3/h	5 kpl.
7.	**REAKTOR BIOLOGICZNY - komora denitryfikacji/nitryfikacji**	**2 kpl**
1.	Układ dystrybucji powietrza, Układ napowietrzanie/mieszanie, Q = 900 m^3/h DN100/PVC, P = 1 bar,	1 kpl.
2.	Układ dyfuzorów, L = 4,5m, materiał PUR	3 kpl.
3.	Układ dyfuzorów, L = 72m, materiał PUR	18 kpl.
4.	Zestaw tlenomierza, czujka tlenu Z = 0 - 10 ppm, przetwornik pomiarowy wyjście analogowe U = 230 V	1 kpl.
5.	Osadnik wtórny pionowy, D = 5,7m, A = 21 m^2, V = 55 m^3, wyposażony w system w skład którego wchodzi: - Zatopione koryto zbiorcze DN100, Q = 30 m^3/h - Komora zbiorcza regulacji poziomu, Q = 3×30 m^3/h, H = 10 cm - Układ odprowadzania części pływający DN100, Q = 0 - 30 m^3/h	3 kpl.
6.	Pompa powietrzna recyrkulacji osadu DN100, Q = 0 - 30 m^3/h, p = 0,1 bar	3 kpl.
7.	Układ odprowadzania osadu nadmiernego DN100, Q = 0 - 20 m^3/d, zasuwa z napędem elektrycznym	1 kpl.
8.	Układ odprowadzania części pływających pompą powietrzną, Q = 0 - 30 m^3/h, p = 0,1 bar	3 kpl.
9.	Konstrukcja nośna przykrycia, instalacji technologicznej, urządzeń i wyposażenia, pomost technologiczny, barierki, kraty - komplet stal ocynkowana	1 kpl.
10.	Lekkie przykrycie reaktora - komplet, materiał żywica poliestrowa wzmocniona włóknem szklanym	1 kpl.
8.	**POMIESZCZENIE DMUCHAW - stacja dmuchaw**	**2 kpl**
1.	Szafka elektryczno-sterownicza dla urządzeń technologicznych biologicznego oczyszczania ścieków wraz ze sterownikiem przemysłowym	1 kpl.
2.	Dmuchawy rotacyjne, Q = 220 m^3/h, p = 0,7 bar, P = 7,5 kW, Obudowa dźwiękochłonna, Niezależny układ mechanicznego chłodzenia powietrzem	3 kpl.
3.	Układ dystrybucji powietrza , DN100, Q = 900 m^3/h, p = 1 bar, Zawory elektromagnetyczne DN1" - komplet, Klapy z siłownikiem elektrycznym, Układ odprowadzania kondensatu 1/2"	1 kpl.
9.	**POMIAR PRZEPŁYWU**	**1 kpl**
1	Zestaw przepływomierza elektromagnetycznego, Q = 0 - 150 m^3/h, DN150 wyjście analogowe	1 kpl.

10.	**ZBIORNIK MAGAZYNOWY OSADU NADMIERNEGO**	**1 kpl**
1.	Układ dystrybucji powietrza PE, Q = 120 m^3/h, P = 0,6 bar, Zawory odcinające PVC-U	1 kpl.
2.	Zestaw montażowy i instalacyjny do UD-03 - komplet	1 kpl.
3.	Układ dyfuzorów, L = 2 x 1,0 m, χ = 20 kgO_2/m^3m, H = 4 cm, materiał elastomer/silikon	6 kpl.
4.	System do zagęszczania osadu nadmiernego, Q = 40 m^3/h, L = 2 m, PVC/PE DN160	1 kpl.
5.	System do odbioru osadu, Q = 20 m^3/h, H = 2 m, P=1,23kW	1 kpl.
6.	Dmuchawa rotacyjna**,** Q = 120 m^3/h, p = 0,7 bar, P = 5,5 kW, Obudowa dźwiękochłonna, Niezależny układ mechanicznego chłodzenia powietrzem	1 kpl.
11.	**STACJA MECHANICZNEGO ODWADNIANIA OSADU**	**1 kpl**
1.	Taśmowa prasa filtracyjna osadu, wydajność 180 kg s.m./h, Q= 20 m^3/h, flokulator, prasa filtracyjna ze strefą zagęszczania osadu, moc 0,37 + 0,55 + 0,55 kW	1 kpl.
2.	Stacja przygotowania i dozowania polielektrolitu, wydajność 1000 dm^3/h, silnik P= 2,6 kW	1 kpl.
3.	Pompa śrubowa osadu do odwadniania Q= 10 m^3/h, H_P= 20,0 m, silnik P= 4,0 kW, falownik, 1P + 1R	2 kpl.
4.	Pompa śrubowa polielektrolitu, wydajność Q=0,25 – 1,10 m^3/h, H_P=20 m, silnik P= 0,55 kW, 1P + 1R	2 kpl.
5.	Pompa wirowa wody płuczącej, Q= 6,5 m^3/h, H_P= 60 m, silnik P= 2,2 kW, 1P + 1R	2 kpl.
12.	**STACJA WAPNOWANIA OSADU**	**1 kpl**
1.	Zbiornik wapna - silos z komorą opróżniania, P = 0,7 kW, V = 10 $m^{3,}$ Wyposażenie: - Elektrowibrator - Mieszacz boczny	1 kpl.
2.	Dozownik śrubowy wapna Q = 20-100 kg/h, P = 0,55 kW, DN80	1 kpl.

8.3.1. Zestawienie mocy

OBIEKT	MOC ZAINSTALOWNA [kW]
WSTĘPNE MECHANICZNE PODCZYSZCZENIE ŚCIEKÓW	3,5
POMPOWNIA ŚCIEKÓW SUROWYCH	10,26
STACJA MECHANICZNEGO PODCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW	5,15
POMIESZCZENIE DMUCHAW	22,5
STUDNIA WODY TECHNOLOGICZNEJ	1,5
ZBIORNIK OSADU NADMIERNEGO	6,73
STACJA MECHANICZNEGO ODWADNIANIA OSADU	10,82
STACJA WAPNOWANIA OSADU	1,25
BUDYNEK SOCJALNO-TECHNICZNY	20
SUMA	**81,71**

4. Wariant III – budowa nowego ciągu technologicznego – układ sekwencyjny

8.4.1. Wprowadzenie

Z uwagi na niewielki obszar terenu oczyszczalni należy rozważyć dodatkowo budowę kompaktowego bioreaktora pracującego w układzie sekwencyjnym – rozwiązanie taki pozwoli na maksymalne wykorzystanie istniejącej infrastuktury. Poniżej przedstawiono krótki opis działania klasycznego reaktora biologicznego pracującego w układzie sekwencyjnym. Istota pracy reaktorów SBR (Sequencing Batch Reactor) polega na przeprowadzeniu w jednym zbiorniku wszelkich procesów biologicznego oczyszczania ścieków wraz z procesami sedymentacji osadów i wypompowaniem oczyszczonych ścieków oraz osadu nadmiernego. Reaktor SBR pracuje w cyklu kołowym. Początkowo odbywa się wpompowywanie ścieków surowych. Podczas tej fazy mieszadło miesza zawartość komory, czyli ścieki surowe i pozostający po poprzednim cyklu osad czynny wraz z pewną ilością ścieków oczyszczonych. Dostarczanie ścieków surowych, a z nimi węgla organicznego sprzyja denitryfikowaniu azotanów pozostających w ściekach oczyszczonych i ucieczce azotu gazowego do atmosfery. Po napełnieniu komory następuje mieszanie jej zawartości, trwające 1–2 godziny. Wówczas spada stężenie tlenu do wartości zerowej i tworzą się warunki anaerobowe, sprzyjają ce rozkładowi związków organicznych, powstawanie lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) i poli-β-hydroksymaślanów (PHB). W tej części cyklu zachodzi także uwalnianie ortofosforanów. Po zakończeniu mieszania anaerobowego włączane są urządzenia napowietrzające i rozpoczyna się proces aerobowy (tlenowy). Wówczas zachodzi tlenowy rozkład związków organicznych, który przejawia się dalszym obniżaniem stężenia BZT_5 oraz zachodzi proces nitryfikacji, który polega na utlenianiu związków amonowych – początkowo do azotynów, a następnie do azotanów. Proces ten wymaga nadwyżki tlenu, stąd konieczne jest intensywne napowietrzanie ścieków. Również w tej fazie, w warunkach tlenowych, zachodzi rozwój bakterii fosforowych, które wykazują zdolność wbudowywania do swojej struktury znacznej ilości fosforu, powodując obniżenie jego stężenia w roztworze. Efektem końcowym procesu mieszania aerobowego jest obniżenie stężenia BZT_5, azotu amonowego i fosforu, a wzrost stężenia azotanów. W przypadku konieczności usuwania azotu wprowadza się naprzemiennie natlenianie i mieszanie, które pozwala na zrealizowanie procesu nitryfikacji i denitryfikacji. Realizacja procesu bez utrzymywania warunków anoksycznych nie tylko nie usuwa azotu ze ścieków, ale również pogarsza skuteczność obniżania stężenia ChZT. Po zakończeniu całego cyklu oczyszczania ścieków wyłącza się zarówno mieszadło, jak i układ napowietrzania i w tym samym zbiorniku zaczyna przebiegać proces sedymentacji osadu. Podczas tego procesu osad złożony z mikroorganizmów osiada powoli na dno, zagęszczając się, co powoduje powiększanie w górnej części warstwy klarownych i oczyszczonych ścieków. Ze względu na to, że podczas sedymentacji powoli, lecz nieuchronnie obniża się stężenie tlenu, mogą się rozpocząć procesy, które przebiegają podczas następnych operacji: pozytywny – denitryfikacja azotanów do azotu gazowego, oraz negatywny– obumieranie bakterii fosforowych i w ten sposób uwalnianie

ortofosforanów. Drugi z wymienionych procesów skutkuje wzrostem stężenia fosforanów w ściekach oczyszczonych. Ze względu na ten proces sedymentacja powinna przebiegać w miarę krótko. Kolejną fazą jest wypompowanie (lub zdekantowanie) sklarowanej wierzchniej warstwy oczyszczonych ścieków. Proces ten realizowany jest za pomocą różnego typu dekanterów. Po zdekantowaniu oczyszczonych ścieków, w zależności od potrzeb, okresowo wypompowuje się nadmiar osadu, tak aby pozostała ilość była właściwa dla nowej porcji ścieków. Kategoriami projektowymi charakteryzowanych reaktorów są: objętość komór reaktora, długość całego cyklu oraz poszczególnych faz reakcji oraz rodzaj urządzeń do napowietrzania i mieszania. Objętość komór reaktora wiąże się nierozerwalnie z sumaryczną długością cyklu oczyszczania ścieków, ilością wpompowywanych ścieków surowych oraz wymaganą objętością ścieków i osadu, jakie muszą pozostać po poprzednim cyklu (współczynnik objętości dekantacji). Przyrosty osadu oraz efekt obniżania stężenia ChZT zależą od rodzaju sterowania i wieku osadu. Czas przetrzymania ścieków, czyli długość cyklu nie jest jednoznaczny. Doniesienia literaturowe nie dają spójnych poglądów. W przypadku dużych dopływów ścieków, a więc wtedy, gdy pracować będą równolegle dwa (lub więcej) reaktory, zachowując powtarzalność dobową, widać, że przy dwóch reaktorach możliwe są cykle 12-godzinne, natomiast przy większej liczbie możliwe są inne kombinacje. W przypadku bardzo małych miejscowości ekonomicznie uzasadnione jest zainstalowanie jednego reaktora, który będzie pracować w cyklu dobowym. Ze względu na duże nierównomierności dopływu ścieków proces oczyszczania w cyklu dobowym realizowany jest tak, że sedymentacja, dekantacja i ewentualne usuwanie nadmiaru osadu, czyli tzw. czas przestoju, powinien wypadać na godziny nocne, czyli kiedy dopływ ścieków jest minimalny. Po tych procesach reaktor jest gotowy na przyjmowanie nowych porcji ścieków w ciągu całego dnia. Oczywiście w takim przypadku objętość komory reaktora musi być nie mniejsza niż sumaryczna dobowa ilość ścieków spływających z danej jednostki osadniczej, z uwzględnieniem ścieków i osadu pozostającego w reaktorze po poprzednim cyklu. Przepompownie w oczyszczalniach SBR pełnią bardzo ważną rolę przetrzymywania ścieków surowych w okresach przestoju. Przetrzymywanie to daje pozytywny efekt, gdy istnieje konieczność znacznego obniżenia stężenia fosforu. Do napowietrzania ścieków stosuje się zwykle dwa typy rozwiązań – napowietrzanie drobnopęcherzykowe głębokie i napowietrzanie powierzchniowe. Napowietrzanie drobnopęcherzykowe polega na doprowadzeniu rurociągami spręż onego powietrza do dna komory i tam rozproszeniu na drobne pęcherzyki, które unosząc się do góry, natleniają ścieki. Do tego celu można wykorzystać dyski przeponowe lub dyfuzory rurowe. Rozwiązania takie mają bardzo dużą efektywność i sprawdzają się w przepływowych oczyszczalniach. W reaktorach SBR natomiast nie są pomocne podczas realizacji cyklu mieszania anaerobowego. Dlatego podczas przebiegu procesów beztlenowych należy zastosować dodatkowe mieszadło, które będzie wywoływało ruch cyrkulacyjny ścieków bez natleniania. Jednym z ważniejszych warunków prawidłowego działania reaktorów SBR jest wyposażenie ich w układ sterowniczy, umożliwiający łatwą korektę długości czasu mieszania i napowietrzania. Korekta jest wymagana, gdyż podczas

procesu oczyszczania zmieniają się warunki (np. natężenie dopływu ścieków, ładunki i temperatura ścieków. W małych reaktorach SBR, pracujących w cyklu 24-godzinnym, należy się liczyć z tym, że od wczesnych godzin rannych do późnych wieczornych, czyli niemal całą dobę, będą dopływały ścieki, które muszą być ciągle oczyszczane. Dlatego cykle mieszania anaerobowego (anoksycznego) i napowietrzania powinny być stosunkowo krótkie i przeplatać się wzajemnie. Wówczas nawet ścieki, które będą dopływać pod koniec cyklu, mają szansę przejść zarówno proces beztlenowy, jak i tlenowy.

W chwili obecnej dostępne są różne modyfikacje klasycznego układu sekwencyjnego, które dzięki zastosowaniu zaawansowanej automatyki pozwalają na ciągłe zasilanie układu i symultaniczne prowadzenie procesów redukcji i utleniania, co przekłada się na istotne ograniczenie zużycia energii elektrycznej.
W celu zapewnienia odpowiedniej elastyczności układu należy przewidzieć budowę reaktora semiperiodycznego zbudowanego z dwóch niezależnych ciągów technologicznych umożliwiających ciągłe zasilanie każdego z reaktorów. Dla eliminacji rozwoju organizmów nitkowatych konieczne jest zastosowanie selektora z ciągłym dopływem osadu z właściwej komory reaktora.

8.4.2. Opis technologii

Surowe ścieki z miejskiego systemu kanalizacyjnego dopływają na oczyszczalnię istniejącym kolektorem tłocznym i trafią do nowego węzła mechanicznego oczyszczania ścieków. W skład stacji mechanicznego oczyszczania ścieków wchodzi sito bębnowe o prześwicie 3 mm wraz z kratą ręczną na by-passie o prześwicie 20 mm. Następnie ścieki dopłyną do nowego piaskownika wirowego zblokowanego z separatorem piasku. Stacja mechanicznego oczyszczania ścieków zostanie umieszczona na I piętrze nowego budynku technologicznego. Skratki i piasek zostaną zgromadzone w kontenerach na odpady umieszczonych na parterze nowego budynku technologicznego, skąd będą okresowo wywożone i utylizowane zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Wstępnie oczyszczone mechanicznie ścieki zostaną dopłyną grawitacyjnie do nowego reaktora SBR (2 ciągi technologiczne),w którym nastąpią procesy redukcji BZT5 / ChZT, nitryfikacja, denitryfikacja oraz biologiczne usuwanie fosforu. Oczyszczone biologicznie ścieki zostaną odprowadzone do dotychczasowego odbiornika poprzez istniejącą pompownię ścieków oczyszczonych.

Powstający w bioreaktorze nadmierny osad czynny będzie gromadzony w zbiorniku osadu nadmiernego zintegrowanym z reaktorem SBR, skąd dalej będzie transportowany do zmodernizowanej stacji odwadniania osadu w istniejącym budynku technologicznym.

Plan sytuacyjny przedstawiający lokalizację istniejących o nowoprojektowanych obiektów załączono w części rysunkowej niniejszego projektu.

8.4.3. Parametry technologiczne części ściekowej

Mechaniczne oczyszczanie ścieków

Urządzenia do mechanicznego oczyszczania ścieków zostaną zainstalowane na I piętrze nowego budynku technologicznego. Ścieki surowe dopłyną najpierw na mechaniczne sito bębnowe o prześwicie 3 mm, które jest wyposażone dodatkowo w ręczną kratę bezpieczeństwa o prześwicie 20 mm na by-passie. W przypadku zatkania lub awarii podstawowego sita bębnowego surowe ścieki zostaną automatycznie skierowane by-passem na awaryjną kratę ręczną (skierowanie na by-pass nastąpi na podstawie podniesienia zwierciadła ścieków po stronie dopływowej sita bębnowego).

Ścieki surowe będą dopływać na projektowane sito istniejącym rurociągiem tłocznym i od tego miejsca ścieki będą płynęły w sposób grawitacyjny aż do odbiornika.

Pozbawione skratek ścieki są następnie oczyszczanie w stożkowym piaskowniku wirowym wyposażonym w mieszadło. Wychwycony piasek jest usuwany z dna leja stożkowego przez przenośnik śrubowy. Istnieje możliwość obejścia piaskownika przez by-pass, na którym zainstalowane zostaną zawory z napędami ręcznymi.

Skratki i piasek będą gromadzone w kontenerach na odpady w pomieszczeniu kontenerów na parterze nowego budynku technologicznego, bezpośrednio pod pomieszczeniem sita i piaskownika. Kontenery będą mogły być usuwane z pomieszczenia ręcznie po szynach na zewnątrz budynku.

Następnie, wstępnie oczyszczone mechanicznie ścieki są kierowane na bioreaktor. Rozdział ścieków na poszczególne ciągi technologiczne nastąpi za pomocą rurociągów, na których zostaną zainstalowane zawory z napędami automatycznymi.

Biologiczne oczyszczanie ścieków

Biologiczne oczyszczani ścieków będzie zachodziło w wielofunkcyjnym żelbetowym zbiorniku. Zbiornik ten będzie zawierał 2 symetryczne bioreaktory SBR o pojemności czynnej 815m^3 każdy oraz zbiornik magazynowy osadu o pojemności czynnej 133 m^3. Zbiornik będzie częściowo zagłębiony, wodoszczelny, i odporny na odporny na wypór wód gruntowych. Wokół wystających powyżej gruntu ścian zbiornika zostaną wykonane skarpy.

Praca reaktorów SBR z wykorzystaniem stref selektorów będzie przebiegała następująco:

Dystrybucja wstępnie oczyszczonych mechanicznie ścieków do 2 równoległych bioreaktorów za pomocą rurociągów rozdzielczych z 2 zaworami automatycznymi.

Każdy bioreaktor będzie podzielony na 3 strefy:

- pierwsza strefa selektora zwana strefą kontaktową, na którą składają się mniejsze komory uformowane w pionowy labirynt, umożliwiająca przepływ turbulencyjny ułatwiający optymalny kontakt osadu czynnego z substancjami substratowymi,
- druga strefa selektora zwana strefą przechwytującą z przepływem tłokowym w podłużnej komorze. Poziom ścieków w tej strefie jest zmienny (identyczny jak w głównej strefie reaktora SBR),
- strefa główna reaktora SBR

Cele stref selektora są następujące:

- optymalizacja struktury kłaczków osadu,
- udział w procesie biologicznego oczyszczania ścieków poprzez zapewnienie odpowiednio tlenowych/ beztlenowych warunków dla osadu czynnego oraz czasu retencji,

W celu dalszej poprawy w/w zjawisk, w reaktorze SBR należy zastosować recyrkulację osadu ze strefy głównej reaktora SBR do strefy selektora ze stopniem recyrkulacji na poziomie 30 – 40 % przepływu ścieków surowych. Dla potrzeb recyrkulacji w każdej strefie głównej reaktora SBR zostaną zainstalowane w rząpiach 2 zatapialne pompy recyrkulacyjne (1 pracująca + 1 rezerwowa) o wydajności 25 m3/h każda. Te pompy będą również zapewniały odprowadzenie nadmiernego osadu do dalszej przeróbki. Sposób wyboru kierunku odprowadzenia osadu (recyrkulacja lub odprowadzenie osadu nadmiernego) będzie następował za pomocą zaworów automatycznych. Przepływ osadu będzie mierzony z wykorzystaniem przepływomierza indukcyjnego zainstalowanym na rurociągu przed rozdziałem na ścieżkę recyrkulacji lub odprowadzenia osadu nadmiernego.
Selektory są beztlenowymi/ niedotlenionymi reaktorami z przepływem tłokowym, jednakże w celu zapewnienia dodatkowego mieszania oraz w celu możliwości stworzenia warunków tlenowych, selektory będą wyposażone w system napowietrzania. Mieszanie za pomocą napowietrzania jest zaprogramowane, i zarządzane poprzez zdalnie działające zawory automatyczne. Wymagane sprężone powietrze dla takiego okresowego napowietrzania jest pobierane z głównego rurociągu sprężonego powietrza. Dodatkowo każdy selektor jest wyposażony wy ręczny zawór rozdzielający.

Strefa przechwytująca oraz strefa główna bioreaktora SBR pracują na zmiennym poziomie zwierciadła ścieków wahającym się w zależności od aktualnej fazy cyklu reaktora SBR. Strefa kontaktowa pracuje na niezmiennym poziomie zwierciadła ścieków.

Drobnopęcherzykowy system napowietrzania ścieków dostarcza sprężone powietrze dla celów biologicznego oczyszczania ścieków do głównych komór reaktora SBR, w których występuje przepływ o całkowitym wymieszaniu. Sprężone powietrze jest wtłaczane do systemu napowietrzania dzięki dmuchawom zlokalizowanym w oddzielnym pomieszczeniu stacji dmuchaw w nowym budynku technologicznym położonym bezpośrednio przy zbiorniku bioreaktora. Efektywne energetycznie napowietrzanie jest możliwe dzięki stosowanemu systemowi napowietrzania ścieków, jak i dzięki zaprojektowaniu krótkich cyklów technologicznych, tzn. częstemu odprowadzeniu ścieków oczyszczonych, co skutkuje mniejszym wahaniom poziomu ścieków. Maksymalna różnica poziomu ścieków w obrębie jednego cyklu została zaprojektowana jako 0,68 m w warunkach maksymalnego godzinowego przepływu ścieków.

Wybrana technologia SBR umożliwia symultaniczną denitryfikację tzn. w kłaczkach osadu zachodzi równocześnie proces nitryfikacji (zewnętrza część kłaczków) jak i denitryfikacji (wewnętrzna część kłaczków). Procesy utleniania BZT5 /

ChZT, nitryfikacji i denitryfikacji zachodzą bez konieczności prowadzenia w/w procesów w oddzielnych komorach oraz bez potrzeby recyrkulacji dużej ilości ścieków / osadu (brak recyrkulacji wewnętrznej dla potrzeb denitryfikacji oraz minimalna recyrkulacja zewnętrzna osadu). Z uwagi na fakt, iż okresy wyłączenia systemu napowietrzania będą krótkie, w których osad czynny pozostanie zawieszony w komorze SBR, nie ma konieczności stosowania mieszadeł lub oddzielnego cyklu atoksycznego.

Bioreaktory SBR zostaną wyposażone w specjalnie zmechanizowane, zawieszane dekantery (nie pływające), które będą mogły kontrolować ilość odprowadzonych ścieków oczyszczonych. Dzięki temu, podczas idealnej fazy sedymentacji istnieje możliwość adaptacji intensywności dekantacji do aktualnego obciążenia hydraulicznego (stopień napełnienia bioreaktora). W fazie napowietrzania dekantery są podnoszone w celu uniemożliwienia przedostania się zanieczyszczeń pływających do odpływu. Każdy bioreaktor wyposażony będzie w jeden dekanter o długości 2,0 m. W celu zwiększenia bezpieczeństwa, w przypadku awarii dekantera, sondy tlenowej lub alarmu z jakiegokolwiek zaworu automatycznego, dekanter przechodzi automatycznie w stan awarii w przypadku awarii dekantera, sondy tlenowej lub alarmu jakiegokolwiek zaworu automatycznego.

Stacja dmuchaw

Sprężone powietrze wymagane do procesów biologicznych będzie dostarczane przez 1 pracującą + 1 rezerwową dmuchawę typu Roots'a, zainstalowane w pomieszczeniu stacji dmuchaw w nowym budynku technologicznym. Dmuchawy będą zainstalowane na ramach wsporczych oraz będą znajdować się w obudowach dźwiękochłonnych. Wydajność każdej dmuchawy wyniesie 1000 Nm^3/h. Z uwagi na fakt, iż 2 reaktory SBR są zaopatrywane przez 1 jedną pracującą dmuchawę a fazy napowietrzania w obu reaktorach nie zachodzą na siebie, druga dmuchawa jest w pełni jednostką rezerwową. Projektowane dmuchawy zostaną wyposażone w przemienniki częstotliwości, które umożliwią kontrolę napowietrzania bioreaktorów w zakresie 50 – 100 %. Wydajność pracującej dmuchawy jest kontrolowana za pomocą stężenia rozpuszczonego tlenu w zbiorniku aktualnie napowietrzanym. W pomieszczeniu dmuchaw zostanie zainstalowany dodatkowy, o zwiększonej izolacyjności akustycznej system wentylacyjny.

System napowietrzania

Dostawa powietrza do celów biologicznego oczyszczania ścieków będzie realizowana za pomocą membranowych dyfuzorów drobnopęcherzykowych. Z uwagi że tylko jeden z dwóch bioreaktorów będzie napowietrzany w danej chwili, wydajność systemu napowietrzania ścieków będzie podwojona. Ruszty napowietrzające w każdym bioreaktorze są identycznych wymiarów. Kontrola napowietrzania ścieków odbywa się za pomocą cyklicznego programu i bazuje na pomiarach stężenia rozpuszczonego tlenu za pomocą sond tlenowych zainstalowanych w każdym zbiorniku.

Dokładne pomiary przepływu ścieków do bioreaktora są obliczane przez centralny system sterowania. System ten w zapisuje w sposób ciągły wahania poziomu ścieków

w każdym zbiorniku za pomocą sond poziomu i na podstawie tych danych oblicza możliwą ilość ścieków surowych jaka może zasilić dany bioreaktor podczas kolejnego cyklu.

Projekt systemu bioreaktora SBR

Główne parametry technologiczne bioreaktorów SBR podano poniżej (różniące się w zależności od ładunku zanieczyszczeń i temperatury):

- Stężenie osadu (przy maks. poziomie ścieków): 5.4-5.9 kg/m^3, (26-10°C)
- Wiek osadu: 20 d (10°C)
- Osad nadmierny : max. ~432 kg/d (10°C)
- Zdolność denitryfikacji: 0,15 (26°C)
- Max wahanie poziomu ścieków w bioreaktorze: 0,68 m
- Objętość zbiornika: 1628 m^3 (2x814 m^3)
- Poziom ścieków w zbiorniku: 4,52-5,2m
- Max zapotrzebowanie powietrza 1000 Nm^3/h

Chemiczne strącanie fosforu

W ramach biologicznego oczyszczania ścieków w reaktorze SBR jest gwarantowana wysoka skuteczność usuwania fosforu na drodze biologicznej. W celu osiągnięci wymaganego stężenia fosforu ogólnego w odpływie na poziomie 2 mg/l, biologiczne usuwanie fosforu powinno być wspomagane poprzez minimalne dozowanie koagulanta w postaci siarczanu żelaza (42%). Koagulant będzie dozowany bezpośrednio do bioreaktora. Fosfor jest akumulowany w osadzie czynnym I usuwany ze strumienia ścieków razem z osadem. Obliczenia technologiczne uwzględniają ilości osadu nadmiernego powstające przez chemiczne strącanie fosforu. Dawka koagulanta jest uzależniona od ilości ścieków dopływających, poprzez automatyczną pompę dozującą. Koagulant będzie dostarczany na oczyszczalnię postaci gotowej do użycia i przepompowywany do zbiornika koagulantu o podwójnej ściance o pojemności 2 m^3, który zlokalizowany będzie w pomieszczeniu kontenerów nowego budynku technologicznego. Do transportu koagulanta zostanie wykonane rurociągu tłoczne koagulantu na zewnętrznej ścianie budynku. Koagulant będzie dozowany za pomocą 2 pomp dozujących (1 pracująca + 1 rezerowowa). Zbiornik magazynowy koagulantu umożliwi zgromadzenie zapasu koagulantu na okres 30 dni.

8.4.4. Opis rozwiązań projektowych gospodarki osadowej

Osad nadmierny może być odprowadzany z bioreaktora podczas każdego cyklu. Obliczeniowa ilość osadu nadmiernego do odprowadzenia wynosi 432 kg/d przy 10^{0}C, co odpowiada 46 m^3/d w przypadku zakładanego stężenia osadu nadmiernego w bioreaktorze na poziomie 0,94 %.

Osad nadmierny z bioreaktora będzie transportowany do zbiornika magazynowego osadu za pomocą pomp recyrkulacyjnych / osadu nadmiernego zainstalowanych w każdym bioreaktorze (1 pracująca + 1 rezerwowa). Założono stałą krótką fazę odprowadzenia osadu nadmiernego podczas każdego cyklu, co umożliwi

stabilne stężenie osadu czynnego w bioreaktorze. Zbiornik magazynowy osadu o pojemności czynnej 133m^3, który zintegrowany jest z konstrukcją bioreaktora, jest wyposażony z mieszadło zatapialne, którego praca jest ściśle zsynchronizowana z odwadnianiem osadu. Zdolność do przetrzymania osadu w zbiorniku wynosi min. 48 godzin, nawet w przypadku maksymalnych ładunków zanieczyszczeń.

Prasa odwadniająca wraz z wyposażeniem towarzyszącym zostanie zainstalowana w modernizowanej stacji odwadniania osadu w istniejącym budynku technologicznym. Urządzenie odwadniające jest zblokowaną prasą filtracyjną służącą do zagęszczania i odwadniania osadu. Prasa wyposażona jest we flokulator osadu zmieszanego. Zaprojektowano 1 prasę filtracyjną, która będzie pracowała maksymalnie 6 godz. dziennie przez 5 dni w tygodniu. Cały proces zagęszczania/ odwadniania osadu jest w pełni zautomatyzowany. Prasa filtracyjna umożliwi odwadnianie osadu ściekowego do poziomu 16-20% s.m. przy dozowaniu właściwie dobranego polielektrolitu w odpowiednio dobranej dawce.

Odcieki z prasy filtracyjnej będą odprowadzane do wewnętrznej kanalizacji. System płukania prasy filtracyjnej może bazować zarówno na wodzie z sieci wodociągowej jak i wodzie technologicznej (oczyszczonym ścieku). Główne składniki tego systemu to zbiornik retencyjny wody wodociągowej oraz system pompowy wspólny dla wody wodociągowej i wody technologicznej. System pompowy pompuje wodę płuczącą pod ciśnieniem 6 – 7bar poprzez wbudowany na rurociągu tłocznym filtr siatkowy. System płukania prasy zaprojektowano tak, aby podstawowym źródłem wody płuczącej była woda technologiczna.

Osad jest kondycjonowany do zagęszczania i odwadniania poprzez dozowanie polielektrolitu. Dobrano 1 stację przygotowania i dozowania polielektrolitu wyposażoną w 2 (1P+1R) pompy dozujące. Stacja posiada oddzielny system sterowania we własnej szafie sterowniczej.

Osad nadmierny do odwodnienia jest pompowany ze zbiornika magazynowego osadu za pomocą 2 pomp zasilających (1P+1R) o wydajności 10 m^3/h każda. Ilość osadów jest mierzona za pomocą przepływomierza indukcyjnego. Pompy zasilające są wyposażone w falowniki. Polielektrolit jest dozowany do osadu we flokulatorze będącym na wyposażeniu prasy filtracyjnej. Odwodniony osad po prasie będzie transportowany przenośnikami śrubowymi na przyczepę podstawioną przy stacji odwadniania osadu w istniejącym budynku technologicznym.

8.4.1. Opis parametrów charakterystycznych proponowanych reaktorów porcjowych

Proponowana metoda jest nowoczesną technologią SBR, która została zmodyfikowana poprzez:

- dodanie na wlocie komory kontaktowej o stałym poziomie ścieków z przepływem tłokowym,
- wydzielenie strefy przechwytującej o zmiennym poziomie ścieków, która jest okresowo napowietrzana,

Ponadto reaktory wyposażone są w:

- system substratowej kontroli napowietrzania (SPAC), który reguluje intensywność napowietrzania wg specjalnego algorytmu bazującego na ładunku zanieczyszczeń organicznych w ściekach na dopływie do reaktora,
- system stałej kontroli stężenia tlenu rozpuszczonego

Komory kontaktowe

Strefa komór kontaktowych na wlocie do reaktorów SBR o stałym poziome ścieków jest zasilana ściekami surowymi w sposób ciągły. Jest ona jednym z kluczowych elementów technologii, która jest odpowiedzialna za:

- lepsze właściwości sedymentacyjne osadu,
- lepsze biologiczne usuwanie fosforu,
- poprawioną denitryfikację,
- likwidację „krótkiego spięcia" ścieków surowych z dekanterem podczas fazy sedymentacji i dekantacji,

Wydzielenie w bioreaktorze strefy kontaktowej o stałej objętości z mieszaniem statycznym/ pneumatycznym wyróżnia technologię Contiseq od innych technologii SBR. Umożliwia to eksploatację oczyszczalni pod kątem hodowli mikroorganizmów akumulujących fosfor oraz tworzących łatwo sedymentujące kłaczki osadu. Pozwala również prowadzenie symultanicznej denitryfikacji z nitryfikacją bez konieczności stosowania mieszadeł, faz anoksyczych, sekwencji faz napełniania/ mieszania oraz umożliwia sterownie napowietrzaniem za pomocą systemu SPAC.

Fazy procesu

Podstawowy cykl procesu składa się z następujących faz:

- napełniania i napowietrzania (F&A),
- napełniania i sedymentacji (F&S),
- napełniania i dekantacji (F&D),

Poniżej przedstawiono przykładowy 3-godzinny cykl pracy 2 komór SBR:

SBR 1	F&A						F&S			F&D		
SBR 2	F&S			F&D			F&A					
Czas (godz.)	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00

Napełnianie i napowietrzanie (F&A)

Reaktor SBR jest napełniany ściekiem surowym (oczyszczonym mechanicznie) podczas pracy systemu napowietrzania. Eksploatacja reaktora przy ładunkach zanieczyszczeń mniejszych niż projektowane wymaga okresowego wyłącza systemu napowietrzani zgodnie z pomiarami systemu SPAC.

Podczas tej fazy następuje recyrkulacja ścieków ze strefy napowietrzanej do strefy kontaktowej. Stopień recyrkulacji wynosi ok. 30-40% i jest znacząco niższy niż w tradycyjnych bioreaktorach. Stężenie rozpuszczonego tlenu w reaktorze jest mierzone w sposób ciągły (regulacja aktualnego wymaganego stężenia).

Napowietrzanie strefy kontaktowej jest wyłączone lub odbywa się w trybie przejściowym tzn. jest aktywne w wyniku dodatniej różnicy ciśnienia pomiędzy napowietrzaniem średniopęcherzykowym strefy kontaktowej reaktora nr 1, a napowietrzaniem drobnopęcherzykowym w głównej komorze reaktora nr 2.

Napełnianie i sedymentacja (F&S)

Trwa napełnianie reaktora ściekami surowymi, które przetrzymywane są w strefie kontaktowej. W głównej strefie reaktora następuje sedymentacja osadu oraz dopływa do niej napowietrzona mieszanina ścieków i osadu ze strefy kontaktowej (która jest stopniowo zapełniana ściekiem surowym). Betonowe przegrody w strefie kontaktowej zapobiegają przepływowy turbulentnemu oraz „krótkiemu spięciu" ścieków surowych z odpływem.

Napełnianie i dekantacja (F&D)

Trwa napełnianie reaktora ściekami surowymi, które przetrzymywane są w strefie kontaktowej i przechwytującej. W głównej strefie reaktora następuje sedymentacja osadu, dekantacja oczyszczonego ścieku oraz dopływa do niej napowietrzona mieszanina ścieków i osadu ze strefy kontaktowej i przechwytującej (które jsą stopniowo zapełniane ściekiem surowym). Betonowe przegrody w strefie kontaktowej i przechwytującej zapobiegają przepływowy turbulentnemu oraz „krótkiemu spięciu" ścieków surowych z odpływem. Wraz z upływem czasu następuje wyłączenie napowietrzania strefy kontaktowej z uwagi na konieczność zapewnienia wysokiego obciążenia osadu ładunkiem zanieczyszczeń na początku następnego cyklu.

System SPAC

System substratowej kontroli napowietrzania (SPAC) jako część całościowego systemu sterowania procesowego używa pomiarów rozpuszczonego tlenu do wyznaczenia aktualnych okresów napowietrzania głównego reaktora bez konieczności jego przerywania do celów pomiarowych. System kontroli SPAC wraz z ciągłym

napełnianiem reaktora ściekami surowymi umożliwia uzyskanie dużo dokładniejszych informacji na temat aktualnego zapotrzebowania na powietrze niż inne systemy kontroli bez ciągłego doprowadzania ścieków surowych. System kontroli SPAC reguluje czas napowietrzania do wartości, które w trybie pomiaru stężenia rozpuszczonego tlenu nie wymagają wyłączenia dmuchaw lub zmniejszenia ich obrotów skutkujących zmniejszeniem ich sprawności do nawet 40% (zamiast 70% przy pełnej prędkości). To pozwala na znaczące oszczędności energii elektrycznej zmniejsza zużycie mechaniczne dmuchaw.

Tryb przejściowy

W strefie kontaktowej poziom ścieków jest stały i zainstalowano w nim napowietrzanie średniopęcherzykowe. W głównej komorze reaktora poziom ścieków ulega wahaniom i zainstalowano w nim napowietrzanie drobnopęcherzykowe.

W każdym bioreaktorze systemy napowietrzania w strefie kontaktowej oraz głównej komorze reaktora są podłączone do tej samej dmuchawy co powoduje, iż początkowo strefa kontaktowa nie będzie napowietrzana.

W chwili gdy ciśnienie hydrostatyczne w głównej komorze rośnie wraz ze wzrostem poziomu ścieków podczas napełniania, różnica ciśnień w systemie sprężonego powietrza spada i powietrze może być wtłaczane do strefy kontaktowej bez konieczności otwierania/ zamykania jakichkolwiek zaworów.

8.4.2. System sterowania i automatyki

System sterowania i automatyki zapewnia:

- automatyczną kontrolę faz i cykli technologii SBR,
- automatyczne przełączanie napowietrzania sparowanych ciągów reaktora SBR,
- automatyczną kontrolę napowietrzania stref kontaktowych w trybie przejściowym,
- wysoką sprawność procesu oczyszczania ścieków przy minimalnym zużyciu energii,
- automatyczne dostosowanie przepustowości hydraulicznej oraz ładunku zanieczyszczeń (CHZT/BZT) do aktualnych warunków,
- automatyczną kontrolę stanów przeciążeniowych,
- największą redukcję związków azotu na drodze biologicznej,
- największą redukcję związków fosforu na drodze biologicznej,
- automatyczne przełączanie pomiędzy cyklami z maksymalnym i minimalnym dopływem ścieków surowych,
- kontrolę napowietrzania SPAC, umożliwiającą utrzymanie możliwie wysokiego i stałego stopnia napowietrzania podczas zmiennych ładunków zanieczyszczeń,
- kontrolę sposobu dekantacji zabezpieczającą przed wynoszeniem osadu nawet podczas okresów przeciążeniowych,

- kontrolę pęcznienia osadu poprzez automatycznie dostosowywane kondycjonowanie osadu zapewniające wyjątkowo niski indeks osadu (typowo 60-90 ml/g). Kontrola ta odbywa się poprzez kontrolę stopnia recyrkulacji oraz kontrolę napowietrzania strefy przechwytującej,
- samodzielne radzenie sobie z sytuacjami awaryjnymi (awarie urządzeń, armatury), minimalizujące szkody dla osadu czynnego i odbiornika oraz podtrzymujące aktywność biomasy,

System sterowania i automatyki posiada szeroki zakres regulowanych parametrów. System SCADA umożliwia na zmiany setek wartości eksploatacyjnych i parametrów takich jak np.:

- czas trwania faz i cykli,
- minimalny poziom ścieków
- napowietrzanie strefy kontaktowej,
- napowietrzanie strefy przechwytującej,
- zróżnicowanie wymaganych stężeń rozpuszczonego tlenu podczas cyklu,
- zmiany pomiędzy różnymi trybami napowietrzania,
- specjalny tryb na przeciążenia hydrauliczne i przeciążenie ładunkiem zanieczyszczeń,
- tryb pracy jednym ciągiem technologicznym, tryb podtrzymujący,
- okresy usuwania osadu nadmiernego podczas faz cyklu,
- tryby dekantacji

Następujące wyposażenie części biologicznej oczyszczalni ścieków będzie kontrolowane przez system SCADA:

- zastawka na kanale ścieków surowych,
- pompy osadu recyrkulowanego/ nadmiernego,
- zawory osadu nadmiernego
- przepustnice sprężonego powietrza w głównej komorze,
- zawory odprężające,
- przepustnice sprężonego powietrza w strefie kontaktowej,
- przepustnice sprężonego powietrza w strefie przechwytującej,
- dmuchawy,
- dekantery,

Oprzyrządowanie reaktorów SBR

Wymagana jest minimalne oprzyrządowanie umożliwiające osiągnięcie zakładanych efektów. Nie przewiduje się konieczności instalowania sond REDOX, analizatorów azotanów itp. w celu optymalizacji efektywności procesu oczyszczania ścieków. Minimalne wymagania dotyczące oprzyrządowania reaktorów SBR sterującego procesem oczyszczania ścieków:

- sondy tlenowe w każdym ciągu technologicznym,
- sondy hydrostatyczne w każdym ciągu technologicznym,

- czujniki zbliżeniowe oraz wyłączniki krańcowe dla bezpiecznej pracy dekanterów,

Sondy tlenowe powinny być zintegrowane z czujnikami temperatury z uwagi na istotny parametr eksploatacyjny jakim jest temperatura ścieków.
Inne oprzyrządowanie umożliwiające pomiar stężenia azotanów, amoniaku, fosforu, osadu, zawiesiny ogólnej itp. może być zainstalowane jako wyposażenie fakultatywne, lecz nie będzie wykorzystywane poprzez system sterowania procesem oczyszczania ścieków.

System SCADA będzie automatycznie generował raporty z takimi trendami jak:

- stężenia rozpuszczonego tlenu w poszczególnych zbiornikach,
- temperatura ścieków,
- częstotliwość pracy dmuchaw,
- częstotliwość recyrkulacji ścieków,
- częstotliwość pracy dekantera,
- zmiany poziomu ścieków w zbiornikach,
- obliczeniowe dopływy ścieków surowych,
- dobowy dopływ ścieków,

Zwyczajowe sygnały alarmowe będą wyświetlane i zapisywane w dzienniku eksploatacyjnym dla każdego urządzenia włączonego w system sterowania. Wiele sygnałów alarmowych uruchomi automatyczne działania podejmowane przez system SCADA w celu natychmiastowego działania zabezpieczającego z następującymi priorytetami: uniknięcie przeciążenia, minimalizację szkód dla biomasy, utrzymanie wysokiej aktywności biomasy, ochronę odbiornika ścieków oczyszczonych.

8.4.3. Zestawienie podstawowego, minimalnego wyposażenia technologicznego

	Charakterystyka techniczna	Ilość
1.	**WSTĘPNE MECHANICZNE OCZYSZCZENIE ŚCIEKÓW**	**1 kpl**
1.	Sito bębnowe Q_{MAX} = 40 dm^3/s, prześwit d = 3 mm, moc silnika P = 1,1 kW	1 kpl.
2.	Ręczna krata awaryjna Q_{MAX}= 40 dm^3/s, prześwit d=20 mm,	1 kpl.
2.	**PIASKOWNIK WIROWY**	**1 kpl.**
1.	Piaskownik wirowy Q_{MAX}=40 dm^3/s, układ mieszania hydraulicznego piaskownika, separator piasku, moc zainstalowana 0,75 + 0,50 kW,	1 kpl.
3.	**REAKTOR BIOLOGICZNY - SBR**	**1 kpl**
1.	Sekwencyjny reaktor biologiczny, 2 ciągi technologiczne, pojemność V=1628m^3, głębokość czynna H= 5,50 m, 1 ciąg technologiczny składający się ze strefy selektora, strefy przechwytującej oraz głównego reaktora	1 kpl
2.	Układ napowietrzania drobnopęcherzykowego w głównych komorach SBR, dyfuzory talerzowe 12" z membranami elastomerowymi EPDM, 112 kpl. dyfuzorów w ruszcie, układ dystrybucji sprężonego powietrza z rur PVC-U PN6, instalacja odwadniająca z rur PP	2 kpl.
3.	Układ napowietrzania drobnopęcherzykowego w komorach kontaktowych, dyfuzory talerzowe 12" z membranami elastomerowymi EPDM, 10 kpl. dyfuzorów w ruszcie, układ dystrybucji sprężonego powietrza z rur PVC-U PN6, instalacja odwadniająca z rur PP	2 kpl.
4.	Układ napowietrzania średniopęcherzykowego w komorach przechwytujących, dyfuzory talerzowe średniopęcherzykowe z membranami elastomerowymi EPDM, 4 kpl. dyfuzorów w ruszcie, układ dystrybucji sprężonego powietrza z rur PVC-U PN6, instalacja odwadniająca z rur PP	2 kpl.
5.	Dekanter, silnik 0,37 kW z falownikiem, Maksymalna wydajność Q= 280 m^3/h, wysokość dekantacji H= 0,52 m,	2 kpl.
6.	Zatapialna pompa osadu recyrkulowanego i nadmiernego, 2P+2R, Q=25 m^3/h, H_P=4,0 m, silnik P=1,50 kW	4 kpl.
4.	**ZBIRNIK MAGAZYNOWY OSADU**	**1 kpl.**
1.	Zanurzalne mieszadło o poziomej osi wirnika, silnik P= 1,50 kW	1 kpl.
5.	**STACJA DMUCHAW**	**1 kpl**
1.	Dmuchawa rotacyjna w obudowie dźwiękochłonnej, Q_P=1000 Nm^3/h, p=650 mbar, silnik P=30 kW, 1P+1R	2 kpl.
2.	Kompresor powietrza procesowego Q_P= 238 l/min, p= 10 bar, silnik P= 2,50 kW, 1P + 1R	2 kpl.
3.	Osuszacz chłodniczy powietrza Q_P= 350 l/min, silnik P=0,45 kW,	1 kpl.
6.	**STACJA ODWANIANIA OSADU**	**1 kpl**
1.	Taśmowa prasa filtracyjna osadu, wydajność 180 kg s.m./h, Q= 20 m^3/h, flokulator, prasa filtracyjna ze strefą zagęszczania osadu, moc 0,37 + 0,55 + 0,55 kW	1 kpl.
2.	Stacja przygotowania i dozowania polielektrolitu, wydajność 1000 dm^3/h, silnik P= 2,6 kW	1 kpl.
3.	Pompa śrubowa osadu do odwadniania Q= 10 m^3/h, H_P= 20,0 m, silnik P= 4,0 kW, falownik, 1P + 1R	2 kpl.
4.	Pompa śrubowa polielektrolitu, wydajność Q=0,25 – 1,10 m^3/h, H_P=20 m, silnik P= 0,55 kW, 1P + 1R	2 kpl.
5.	Pompa wirowa wody płuczącej, Q= 6,5 m^3/h, H_P= 60 m, silnik P= 2,2 kW, 1P + 1R	2 kpl.
7.	**POMIESZCZENIE KONTENERÓW**	**1 kpl.**
1.	Kontener na skratki, V= 1100 dm^3	1 kpl.
2.	Kontener na piasek, V= 1100 dm^3	1 kpl.
3.	Zbiornik magazynowy koagulantu, V= 2 m^3	1 kpl.
4.	Pompa elektromagnetyczna koagulantu, wydajność Q= 20 dm^3/h, p= 4 bar, silnik P= 0,08 kW, 1P + 1R	2 kpl.
5.	Filtr z węglem aktywnym, V= 1 m^3	1 kpl.
8.	**STACJA WAPNOWANIA OSADU**	**1 kpl**
1.	Zbiornik wapna - silos z komorą opróżniania, P = 0,7 kW, V = 10 m3, Wyposażenie: - Elektrowibrator - Mieszacz boczny	1 kpl.
2.	Dozownik śrubowy wapna Q = 20-100 kg/h, P = 0,55 kW, DN80	1 kpl.

8.4.4. Zestawienie mocy

OBIEKT	MOC ZAINSTALOWANA [kW]
STACJA MECHANICZNEGO PODCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW	2,35
REAKTOR BIOLOGICZNY	6,37
POMIESZCZENIE DMUCHAW	65,45
ZBIORNIK OSADU NADMIERNEGO	1,5
STACJA MECHANICZNEGO ODWADNIANIA OSADU	10,82
STACJA WAPNOWANIA OSADU	1,25
BUDYNEK SOCJALNO-TECHNICZNY	20
SUMA	**107,74**

5. Wariant IV – transfer całości ścieków do oczyszczalni Ziemowit

W chwili obecnej zlewnie obydwu oczyszczalni są całkowicie odrębne. W celu skierowania całości ścieków do oczyszczalni Ziemowit konieczne będzie wykonanie kolektora tłocznego o długości około jednego kilometra oraz dostosowanie istniejących pompowni w obu zlewniach. Obecnie funkcjonujący system przepompowni w zlewni oczyszczalni Ziemowit nie przewidywał dopływu dodatkowych ścieków z innej części miasta.

Należy zwrócić uwagę, iż w przypadku wyboru tego wariantu konieczne będzie także dostosowanie oczyszczalni Ziemowit do przyjęcia zwiększonej ilości ścieków. Wstępna analiza wskazuje na konieczność rozbudowy bioreaktora oraz części osadowej.

W przypadku wyboru tego wariantu utrudniony może okazać się dalszy rozwój obecnej zlewni oczyszczalni Hołdunów, dodatkowo z uwagi na występowanie w części zlewni kanalizacji ogólnospławnej należy dostosować cały system do transferu także wód deszczowych do oczyszczalni Ziemowit, co w chwili obecnej jest niewykonalne przy założeniu rozsądnych kosztów inwestycji.

W celu umożliwienia realizacji niniejszego wariantu konieczne jest wyeliminowanie wód deszczowych ze zlewni oczyszczalni ścieków Hołunów.

Dla pełnej weryfikacji zasadności przedmiotowego rozwiązania konieczna jest analiza całego systemu kanalizacyjnego gminy wraz z oczyszczalną Ziemowit, co wykracza poza zakres niniejszego opracowania.

9. Podstawowe wymagania dotyczące zastosowanych rozwiązań budowlano-konstrukcyjnych i wskaźników ekonomicznych

1. Wymagania podstawowe

Niniejsza koncepcja stanowi podstawę do wykonania projektu budowlanego. Zakres i treść projektu oraz zaproponowany w nim dobór maszyn, urządzeń instalacji, itp. jak również późniejsze wykonanie robót powinny być oparte o obowiązujące przepisy prawa polskiego, przepisy wydane przez władze miejscowe oraz inne przepisy i normy, które są w jakikolwiek sposób związane z przedmiotem zamówienia w szczególności:

- Projekt musi bazować na najnowszych rozwiązaniach technicznych.
- Projekt musi być wykonany z wykorzystaniem rozwiązań opierających się o zasady poszanowania energii i ekologii.
- Rozwiązania wynikające z oferowanego taniego wykonania, dla których istnieje uzasadnione podejrzenie, że mogą w przyszłości powodować problemy z eksploatacją i utrzymaniem, nie będą zaakceptowane.
- Projektant jest odpowiedzialny m. in.: za prawidłowe przygotowanie projektu budowlanego, projektów wykonawczych oraz za przygotowanie wszystkich dokumentów niezbędnych do uzyskania „Decyzji pozwolenia na budowę" i jej uzyskanie.
- Projektant jest zobowiązany do zweryfikowania niniejszej koncepcji, wykonania założeń projektowych, projektu budowlanego, projektów wykonawczych oraz wszelkich innych opracowań wymagających formy pisemnej i graficznej w formie analogowej (papierowej) i cyfrowej (na nośniku CD-R).
- Projektant jest zobowiązany do przeprowadzenia konsultacji z Zamawiającym na każdym etapie, w tym również wykonania założeń projektowych i uzyskania akceptacji Zamawiającego dla tych założeń. Akceptacja upoważnia dopiero do dalszej realizacji prac.
- Projektant jest zobowiązany do końcowego złożenia wymaganych prawem klauzul i oświadczeń do projektu.
- Do wymaganych prawem klauzul i oświadczeń Projektant dołączy wszelkie opracowania projektowe i towarzyszące w 5 egzemplarzach analogowych (papierowych) i w formie cyfrowej (na nośniku CD-R – 3 egzemplarze).

W zakresie technologii wykonania wymaga się między innymi:

- Zlokalizowania wszelkich obiektów oczyszczalni wraz z infrastrukturą towarzyszącą w granicach działki oczyszczalni – w rejonie wskazanym przez Zamawiającego.
- Powiązania istniejących obiektów, sieci i infrastruktury naziemnej oczyszczalni z obiektami i instalacjami projektowanymi w taki sposób, aby docelowo powstały układ powiązań był jednorodny i spójny i nie zakłócał pracy systemu.
- Doboru wydajności zgodnie z posiadanymi przez Zamawiającego dokumentacjami oraz co najmniej wymaganiami niniejszej koncepcji.

- Prawidłowego zaprojektowania infrastruktury towarzyszącej: układów drogowych, oświetlenia, automatyki, itp. dla projektowanych, modernizowanych i istniejących obiektów oczyszczalni.
- Takiego zaprojektowania, aby możliwe było zachowanie ciągłości pracy oczyszczalni na warunkach nie gorszych od maksymalnie dopuszczalnych w pozwoleniu wodnoprawnym.

Projektant zadba, aby plan ogólny, detale projektowe oraz aspekty funkcjonalne umożliwiały długoletnią eksploatację bez ponoszenia dodatkowych kosztów. Obiekty powinny charakteryzować się wytrzymałą konstrukcją, odpornością na działanie obciążeń, którym mogą zostać poddane w trakcie eksploatacji oraz posiadać estetyczny wygląd. Obiekty powinny harmonizować z otaczającym zagospodarowaniem terenu. W szczególności nie dopuszcza się stosowania rozwiązań architektonicznych niezgodnych z architekturą lokalną oraz budowy na innych poziomach wysokościowych niż obiekty istniejące.

Zaprojektowane obiekty powinny zagwarantować:

- bezpieczeństwo konstrukcji,
- bezpieczeństwo użytkowania,
- odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne oraz ochrony środowiska,

Powinny być też poprawne w każdym aspekcie przyszłego użytkowania oraz zapewniać maksymalne bezpieczeństwo i komfort personelowi przyszłego użytkownika.

2. Wymagania w zakresie technologii

Obiekty i instalacje należy zaprojektować z uwzględnieniem urządzeń mających jak najmniejsze oddziaływania zewnętrzne (hałas, emisje, itp.) przy jednoczesnym wysokim poziomie technicznym.

Zamawiający zastrzega sobie możliwość zażądania testów obiektowych w celu zweryfikowania poprawności pracy proponowanych urządzeń, wyposażenia i aparatów pomiarowych.

W sposób szczególny należy przygotować harmonogram realizacji modernizacji i rozbudowy oczyszczalni. Dotyczy to głównie zaplanowania sposobu eksploatacji przy jednoczesnym prowadzeniu prac. Wszelkie czynności związane z likwidacją, wymianą, przebudową lub modernizacją obiektów, maszyn i urządzeń należy przeprowadzić z poszanowaniem środowiska. Przewidywana modernizacja i rozbudowa oczyszczalni musi zapewniać zminimalizowane oddziaływania na środowisko, w tym zwłaszcza na tereny sąsiadujące z oczyszczalnią.

3. Wymagania w zakresie konstrukcji

Przy projektowaniu i realizacji żelbetowych konstrukcji inżynierskich, Wykonawca zadba, aby obiekty były zaprojektowane zgodnie z Polskimi Normami i charakteryzowały się:

- wytrzymałą konstrukcją - odpornością na działanie obciążeń, którym mogą zostać poddane w trakcie eksploatacji;
- spełniały wymogi użytkowania, zgodnego z ich przeznaczeniem;
- zapewniały maksymalne bezpieczeństwo personelowi użytkownika.

Do wykonania konstrukcji żelbetowych należy przewidzieć deskowania systemowe – zapewniające m.in. właściwą fakturę betonu na powierzchniach odkrytych. Zastosowany beton będzie posiadać klasę dostosowaną do rodzaju konstrukcji, zgodnie z poniższą klasyfikacją:

- C8/10, zbliżona do dawnej klasy B10
- C12/15, zbliżona do dawnej klasy B15
- C16/20, zbliżona do dawnej klasy B20
- C20/25, zbliżona do dawnej klasy B25
- C25/30, zbliżona do dawnej klasy B30
- C30/37, zbliżona do dawnej klasy B37
  (także B35 oraz B40 według "PN-91/S-10042" - norma mostowa)
- C35/45, zbliżona do dawnej klasy B45
- C40/50, zbliżona do dawnej klasy B50
- C45/55, zbliżona do dawnej klasy B55
- C50/60, zbliżona do dawnej klasy B60

Wymagana wodoszczelność betonu (rozumiana jako 10-krotna wielkość ciśnienia wody w MPa, przy której woda przenika w ilości dopuszczalnej przez beton podczas normowego badania tzw. badania przepuszczalności wody) będzie, podobnie jak beton, dostosowana do rodzaju wykonywanej konstrukcji, przy czym nie będzie mniejsza od stopnia wodoszczelności W-8.

Dla danego rodzaju konstrukcji projektant dobierze odpowiednią klasę stali (dotyczy ona właściwości mechanicznych, tzw. „granicy plastyczności", która określa na ile stal może ulec wygięciu, tak, aby potem wróciła do pierwotnego położenia) oraz jej gatunek (który określa np. skład chemiczny - stop, z jakiego stal została wykonana, stopień uspokojenia, czy nadaje się do spawania itp.).

Obiekty zostaną tak zaprojektowane, że od obciążeń bezpośrednich jak i dodatkowych, zarysowania w konstrukcji nie przekroczą dopuszczalnej wartości granicznej. Wszystkie elementy konstrukcji należy sprawdzić na stan graniczny zarysowania.

Należy przewidzieć właściwą kolejność betonowania w sposób ograniczający skurcz betonu.

Projektant zastosuje właściwe rozwiązanie przejść technologicznych przez ściany zbiorników, gwarantujące ich szczelność oraz łatwość doszczelnienia w czasie użytkowania obiektu.

Przy projektowaniu konstrukcji betonowych zbiorników uwzględniony zostanie wpływ czynnika termicznego spowodowany różnicą temperatur pomiędzy przegrodami obciążonymi ściekami a powietrzem atmosferycznym/gruntem w okresie zimowym i letnim oraz ekspozycją poszczególnych elementów względem (słońca) stron świata.

Generalnie w zakresie konstrukcji, dla oczyszczalni proponuje się zastosować technologie tradycyjne. Komory nad i podziemne powinny być wykonane z żelbetu. Konstrukcje im towarzyszące, takie jak barierki, pomosty robocze lub schody terenowe należy wykonać lub dobrać z materiałów odpornych na korozję – tworzyw sztucznych (kraty pomostowe) lub stali nierdzewnej (kraty pomostowe, barierki).

4. Wymagania w zakresie instalacji

Należy zaprojektować co najmniej niżej wymienione instalacje:

- instalacje technologiczne (w tym ścieków, sprężonego powietrza, instalacje osadowe, odcieków i spustów),
- kanalizację sanitarną,
- kanalizację deszczową – odprowadzenie wód deszczowych z dachów oraz odciekowych z placów,
- wodociąg,
- wody technologicznej,
- instalacje elektryczne nn 230 i 400 V,
- instalacje teletechniczne,
- wentylację grawitacyjną i mechaniczną,
- instalację sterującą i przekazania sygnałów,
- ogrzewanie elektryczne szafek i rozdzielni zapewniające właściwe warunki pracy aparaturze i urządzeniom kontrolno–pomiarowym.

Instalacja wentylacji ma zostać wykonana ze stali nierdzewnej. Zespoły grzewcze, oświetleniowe i wentylacyjne powinny być zlokalizowane w taki sposób aby umożliwić bezpieczny dostęp i obsługę. Ogrzewanie i wentylacja w obiekcie, powinny zapewniać właściwe środowisko pracy (temperatura i wilgotność względna) urządzeń elektrycznych i elektronicznej aparatury sterującej. Wykonane z materiałów nierdzewnych.

5. Wymagania w zakresie zagospodarowania terenu

Układ dróg i chodników powinien zapewnić funkcjonalną i łatwą komunikację pomiędzy obiektami. Teren i obiekty mają być oświetlone. Teren niezagospodarowany po zakończonych robotach należy zrekultywować, wykonać nasadzenia drzew i krzewów i obsiać trawą.

6. Pozostałe wymagania

- elementy konstrukcyjne budynków oraz obiekty inżynierskie miały zapewnioną trwałość nie mniejszą niż 30 lat,
- sieci uzbrojenia terenu i instalacje (w tym konstrukcje komór, układy rozdziału ścieków i osadów, itp.) w zakresie orurowania i oprzewodowania, wyposażenia i konstrukcji zapewniały użytkowanie w okresie nie krótszym niż 20 lat,
- urządzenia technologiczne oczyszczalni zapewniały sprawne funkcjonowanie w okresie co najmniej 10 lat,
- aparatura kontrolno-pomiarowa i automatyka zapewniała sprawne funkcjonowanie w okresie co najmniej 3 lat,

10. Zbiorcze zestawienie kosztów

ZAKRES	WARIANT		
	WI	WII	WIII
Koszty ogólne, projektowanie, kadra inżynieryjna	150 000,00 zł	320 000,00 zł	300 000,00 zł
Technologia	850 000,00 zł	2 500 000,00 zł	1 800 000,00 zł
Konstrukcje	600 000,00 zł	2 560 000,00 zł	1 650 000,00 zł
Prace instalacyjne (mechaniczne)	150 000,00 zł	980 000,00 zł	850 000,00 zł
Elektryka, AKPiA i prace instalacyjne (elektryczne)	120 000,00 zł	825 000,00 zł	800 000,00 zł
Zagospodarowanie terenu, drogi	30 000,00 zł	750 000,00 zł	400 000,00 zł
Rozruch, pozwolenie na użytkowanie	50 000,00 zł	150 000,00 zł	150 000,00 zł
SUMA	**1 950 000,00 zł**	**8 085 000,00 zł**	**5 950 000,00 zł**

11. Wnioski i zalecenia

1. Po przeprowadzeniu wnikliwej analizy technicznej i porównaniu koniecznych dla realizacji każdego z wariantów nakładu środków można jednoznacznie wskazać iż optymalnym rozwiązaniem jest budowa nowego, kompaktowego bioreaktora w układzie semi-periodycznym.
2. Działania naprawcze przeprowadzone w obecnie eksploatowanym układzie mogą mieć jedynie charakter doraźny i nie zapewnią właściwych warunków eksploatacji oraz uzyskania stabilnego efektu ekologicznego.
3. Budowa nowego układu technologicznego w systemie przepływowym wymaga większego terenu inwestycyjnego i nie pozwoli na wykorzystanie istniejącego uzbrojenia oraz infrastruktury.
4. Przekierowanie całej ilości ścieków do oczyszczalni Ziemowit wymaga szerszej analizy obejmującej zarówno zlewnie obydwu oczyszczalni jak i oczyszczalnię Ziemowit, co wykracza poza zakres niniejszego opracowania – jednak z uwagi na występowanie w zlewni oczyszczalni Hołdunów kanalizacji ogólnospławnej wariant ten w chwili obecnej można traktować jako czysto teoretyczny.

12. ZAŁĄCZNIKI

1. **UCHWAŁA NR V/7/14/2015 SEJMIKU WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO z dnia 13 kwietnia 2015 r. w sprawie wyznaczenia Aglomeracji Lędziny.**

2. **Sprawozdania z badań ścieków**

3. **Rysunki**

   a) **Rys. PK-T-R01 – Orientacja**

   b) **Rys. PK-T-R02 – Istniejące zagospodarowanie terenu**

   c) **Rys. PK-T-R03 – Projekt zagospodarowania terenu – SBR**

   d) **Rys. PK-T-R04 – Reaktory – SBR**

   e) **Rys. PK-T-R05 – Budynek technologiczny – SBR**

   f) **Rys. PK-T-R06 – Plan zagospodarowania terenu – układ przepływowy**

   g) **Rys. PK-T-R07 – Schemat technologiczny – układ przepływowy**