## 6.3 Opis i charakterystyka wybranej technologii

Głównym celem modernizacji oczyszczalni ścieków jest zapewnienie poprawy jakości oczyszczania ścieków, poprawę procesu przeróbki osadów oraz zastosowanie procesu fermentacji mezofilowej z produkcją biogazu i jego wykorzystaniem na cele energetyczne.

Podczas prowadzonego przez PK Tuchola dialogu technicznego przeanalizowano możliwości modernizacji oczyszczalni ścieków z zastosowaniem innych technologii oczyszczania ścieków pozwalających na zmniejszenie wymaganych objętości reaktorów biologicznych m.in.: reaktory typu MBR (reaktory membranowe), technologie MBBR (reaktory ze złożem ruchomym) oraz zastosowanie osadu wysokoobciążonego w połączeniu z deamonifikacją w ciągu bocznym.

Jako rozwiązanie najlepsze technologicznie i ekonomicznie przyjęto rezygnację z budowy nowego stopnia biologicznego. Zdecydowano się na zastosowanie technologii osadu wysokoobciążonego w istniejącym osadniku wstępnym, który będzie stanowił I° oczyszczania biologicznego. W istniejącym reaktorze (II° oczyszczania biologicznego) zastosowany zostanie system kaskadowy zwiększający przepustowość reaktora, a także system kontroli napowietrzania regulowanego stosunkiem stężenia amoniaku do azotanów. System kontroli napowietrzania umożliwi w razie konieczności płynną regulację stosunku pojemności tlenowej w stosunku do komór anoksycznych umożliwiającą m.in. tzw. skrót azotynowy. W celu poprawy sedymentacji osadu wtórnego zostaną zainstalowane hydrocyklony na nitce osadu nadmiernego pozwalające oddzielić frakcję lekką osadu od frakcji cięższej. Poprawa właściwości sedymentacyjnych osadu umożliwi pracę przy większym stężeniu osadu oraz zapewni możliwość przyjęcia przez osadniki wtórne większego przepływu hydraulicznego w przypadku deszczów nawalnych bez ryzyka wyniesienia osadu.

Przewidziano budowę nowego reaktora biologicznego do usuwania azotu w ciągu bocznym (odcieki z odwadniania osadu przefermentowanego), w którym zachodzić będzie proces biologiczny metodą deamonifikacji bez potrzeby dozowania zewnętrznego źródła węgla. Istniejące otwarte komory fermentacyjne podlegają likwidacji. Ich zbiorniki po przebudowie i zmianie funkcji zostaną wykorzystane w celach retencyjnych (jeden zbiornik) i fermentacji metanowej (drugi zbiornik). Drugi zbiornik OKF po przebudowie będzie wyposażony w kopułę membranową, dzięki czemu pełnić będzie funkcję zamkniętej komory fermentacyjnej WKF ze zintegrowanym zbiornikiem biogazu.

### Podstawowe parametry technologiczne

Wielkość oczyszczalni wyrażona w RLM wynosi: 35 000 RLM

- Dobowa ilość ścieków:

Średnia: 3 690 m3/d

Maksymalna: 6 000 m3/d

- Maksymalny przepływ godzinowy: 600 m3/h

Ładunki jednostkowe (na 1 równoważnego mieszkańca):

- Ładunek jednostkowy BZT5: 60 g/M·d

- Ładunek jednostkowy ChZT: 149 g/M·d

- Zawiesina ogólna: 83 g/M·d

- Azot ogólny: 14 g/M·d

- Azot Kjeldahla: 14 g/M·d

- Fosfor ogólny: 2,0 g/M·d

Projektowe ładunki w dopływie do oczyszczalni:

- Ładunek BZT5: 2 100 kg/d

- Ładunek ChZT: 5 215 kg/d

- Ładunek zawiesiny ogólnej: 2 905 kg/d

- Ładunek azotu ogólnego: 490 kg/d

- Ładunek azotu Kjeldahla: 490 kg/d

- Ładunek fosfor ogólnego: 88 kg/d

### Opis podstawowych obiektów i urządzeń, w tym zakres działań podejmowanych w ramach przedsięwzięcia

#### Modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków w Tucholi

W ramach wyszczególnionego niżej zakresu działań na poszczególnych obiektach przebudowany zostanie system zasilania (doprowadzenie zasilania do nowych obiektów, wymiana linii zasilającej, wymiana generatora), system sieci międzyobiektowych (nowe sieci biogazu i osadu, przebudowa istniejących sieci kanalizacyjnych i wodociągowych) oraz automatyki i sterowania (modernizacja systemu SCADA oraz wymiana sposobu wizualizacji na sterowni).

W ramach modernizacji zainstalowane zostaną dodatkowe źródła energii odnawialnej: pompy ciepła i ogniwa fotowoltaiczne.

**Pompy ciepła**

Pompa ciepła typu solanka/woda przeznaczona jest wyłącznie do podgrzewania wody grzewczej. Może być ona wykorzystana w już istniejących lub też nowo powstających instalacjach grzewczych. Jako nośnik ciepła w systemie dolnego źródła ciepła służy mieszanka wody i środka ochrony przed mrozem (solanka).

Jako system dolnego źródła ciepła wykorzystywane mogą być sondy i kolektory gruntowe lub inne podobne instalacje. W przypadku oczyszczalni dolnym źródłem ciepła będą ścieki oczyszczone. Na kanale odpływowym z osadników wtórnych wybudowana będzie żelbetowa komora, w której umieszczone będą przewody ze stali kwasoodpornej odbierające ciepło ze ścieków.

**Ogniwa fotowoltaiczne**

Przewiduje się wybudowanie systemu fotowoltaicznego wytwarzającego energię elektryczną na potrzeby własne oczyszczalni. Na dachu wiaty osadów zamontowana zostanie mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocy zainstalowanej nie mniejszej niż 30 kW składająca się przede wszystkim z:

* modułów fotowoltaicznych i inwertera (ów) odpowiednio połączonych i dobranych pod względem parametrów elektrycznych i ilości
* stalowych konstrukcji wsporczych dla modułów
* okablowania stałego napięcia wykonanego przewodami solarnymi z żyłami miedzianymi o przekroju nie mniejszym niż 6 mm2 w izolacji z komponentu sieciowanego oraz z podwójnie izolowaną powłoką
* okablowania zmiennego napięcia wykonanego przewodami 0,6/1 kV o przekroju dobranym do obciążenia.

##### Część mechaniczna

Węzeł oczyszczania mechanicznego posiada rezerwę wydajności hydraulicznej zatem nie ma potrzeby wprowadzania zasadniczych zmian w układzie technologicznym. W tej części modernizacja pod względem technologicznym przewiduje wymianę wyeksploatowanych oraz zainstalowanie nowych urządzeń. Nowe wyposażenie wykonane będzie ze stali kwasoodpornej. Przewiduje się również wykonanie remontu ogólnobudowlanego komór oraz budynków technologicznych.

**Punkt zlewny ścieków dowożonych (ob. Nr 27A)**

Z uwagi na zły stan techniczny istniejącego punktu zlewnego przewidziano jego likwidację (ob. nr 27). Nowy obiekt zostanie wybudowany w niedalekim sąsiedztwie budynku krat od strony wjazdu do zakładu. Punkt zlewny wyposażony zostanie w instalację do dezodoryzacji oraz odpowiednio dobraną automatykę z kontrolą dostępu oraz opomiarowaniem ilościowym i jakościowym. Podjazd dla wozu asenizacyjnego zostanie wyprofilowany i wyposażony we wpust uliczny. Takie rozwiązanie pozwoli utrzymać czystość na obiekcie.

**Budynek krat (ob. nr 2) z komorą rozdzielczą (ob. nr 1)**

Komora rozdzielcza przed budynkiem krat zostanie poddana renowacji wraz z istniejącym wyposażeniem. Istniejąca krata ręczna wraz z tacą ociekową przeznaczona jest to likwidacji. Komora rozdzielcza zostanie przykryta szczelną pokrywą wykonaną z laminatów poliestrowo szklanych. W pokrywach zostaną wykonane klapy umożliwiające dostęp do kanału i obsługę urządzeń.

Istniejące zastawki wykonane ze stali kwasoodpornej zostaną wyposażone w nowe napędy elektryczne.

W budynku krat nastąpi wymiana istniejącej kraty rezerwowej oraz obecnie użytkowanego sita na dwie nowe kraty automatyczne. Dwie kraty będą współpracować z nową prasopłuczką skratek wyposażoną w rozdrabniarkę oraz nowym podajnikiem skratek do kontenera. Wymiana urządzeń ma na celu zwiększenie efektywności usuwania skratek ze ścieków oraz wyeliminowanie awaryjnego istniejącego sita. Ponadto dla zapewnienia wysokosprawnego płukania skratek zainstalowana zostanie nowa płuczka oraz praska skratek z rozdrabniaczem. Wypłukane skratki powinny spełniać wymogi obowiązujących przepisów.

Planuje się wymianę instalacji wentylacji z dostosowaniem do obecnie obowiązujących wymagań i hermetyzację krat, kanałów oraz budynku z odprowadzeniem powietrza do biofiltra. W budynku zostanie zainstalowana detekcja gazów siarkowodoru i metanu, która będzie uruchamiała wentylację mechaniczną. Zainstalowane zostaną nowe barierki i zastawki wykonane ze stali kwasoodpornej.

Do budynku zostanie doprowadzona woda technologiczna z nowej pompowni wody technologicznej.

Parametry nowych krat automatycznych:

Ilość: 2 szt.

Maksymalna wydajność hydrauliczna: 175 l/s

Szerokość kanału: 1 210±15 mm

Prześwit: 3 mm

System odwadniania skratek do około 35 – 40% sm.

Napęd kraty 0,75 kW

Prasopłuczka skratek 5,0 kW

Transporter wałowy skratek 1,1 kW

Zużycie wody: - krata 1,0 l/s (5 bar)

- praso płuczka 5,5 l/s (5 bar)

**Piaskownik napowietrzany (ob. nr 4) z komorą rozdzielczą (ob. nr 3)**

W ramach modernizacji przewidziano wykonanie nowego wózka zgarniacza ze stali kwasoodpornej. Istniejące tory jezdne zostaną wymienione na nowe wykonane ze stali nierdzewnej dostosowane do parametrów wózka. Do wózka podwieszone będą pompy pulpy piaskowej dobrane do nowego układu hydraulicznego rurociągów tłocznych. Pulpa będzie pompowana z dna do nowego otwartego koryta umieszczonego wzdłuż piaskownika na estakadzie. Wysokość zabudowy i spadki koryta zapewnią grawitacyjny transport pulpy do nowego stacjonarnego separatora piasku z płuczką. Separator-płuczka piasku zlokalizowana będzie na początku piaskownika przy jego dłuższym boku. Dla ochrony przed zamarzaniem płuczka-separator i kontener na piasek umieszczone będą w ogrzewanym budynku wykonanym w lekkiej konstrukcji stalowej ze ścianami z płyty warstwowej.

Parametry pompy pulpy piaskowej:

Ilość 2 szt.

Wysokość podnoszenia: ~4 m\*

Wydajność: ~7,5l/s

Moc silnika: 2 kW

Medium: Pulpa piaskowa.

\*Wysokość podnoszenia ostatecznie potwierdzona zostanie w projekcie

Parametry separatora - płuczki piasku:

Ilość urządzeń: 1 szt.

Wydajność hydrauliczna: 16 l/s

Maks. obciążenie piaskiem zanieczyszczonym: 1,5 t/h

Redukcja zanieczyszczeń organicznych: ≤ 3% strat przy prażeniu

Efektywność separacji: 95% (dla uziarnienia ≥0.2 mm)

Stopień odwodnienia piasku: nie mniej niż 85%

Zapotrzebowanie na wodę: 5 m³/h

Ciśnienie medium płuczącego 2÷4 bar

Parametry napędu transportera ślimakowego:

Ilość: 1 szt.

Moc: P=1,1 kW

**Pompownia wielofunkcyjna (ob. nr 5)**

Budynek zostanie poddany remontowi ogólnobudowlanemu. Istniejący skorodowany system wentylacji zostanie wymieniony na nowy, wykonany ze stali kwasoodpornej.

Wymianie podlegają istniejące wyeksploatowane pompy ścieków surowych typ. SEWATEC.D 150-315 oraz pompy osadu recyrkulowanego SEWATEC.K 100-250 na nowe pompy o parametrach zapewniających wymagany stopień recyrkulacji.

Komora czerpna (IV) osadu recyrkulowanego i osadu nadmiernego zostanie zmniejszone o około 1/3 pojemności przez zamurowanie i zasypanie.

Pompownia osadu dennego i zagęszczonego będzie pełniła rolę pompowni osadu dennego z osadników wstępnych. Osad wstępny będzie z osadników wstępnych w czasie normalnej pracy odprowadzany grawitacyjnie do fermentera. Pompownia będzie używana okresowo w celu przepłukania rurociągu lub w przypadku wyższego stężenia s.m. w osadzie. Dwie nowe pompy osadu wstępnego o parametrach jak istniejące pompy BOERGER typ PL-200 zostaną wyposażone w macerator osadu wstępnego. Macerator będzie posiadał obejście (bypass).

Zainstalowany w pompowni wielofunkcyjnej zagęszczacz mechaniczny osadu nadmiernego zostanie wymieniony na nowy. Zagęszczony mechanicznie osad nadmierny będzie pompowany bezpośrednio do węzła fermentacji (do budynku operacyjnego WKF) z pominięciem komory czerpnej (III) w pompowni wielofunkcyjnej.

**Osadnik wstępny (ob. nr 7) z komorą rozdzielczą (ob. nr 6)**

Obiekt nr 7 po modernizacji będzie spełniał dwie funkcje technologiczne, osadnika wstępnego i wysoko-obciążonego reaktora osadu czynnego o bardzo niskim wieku (0.3-0.5 dnia).

Osadnik wstępny zostanie poddany remontowi ogólnobudowlanemu. Komora rozdzielcza zostanie poddana rozbiórce a rurociągi tłoczne ścieków surowych włączone zostaną bezpośrednio do osadników wstępnych w celu umożliwienia ich naprzemiennej pracy. Korona osadnika zostanie podwyższona o ok. 1 m, co pozwoli na podwyższenie poziomu roboczego ścieków o ok. 50 cm tj. do poziomu 3.5m. Zbiorniki zostaną przebudowane tak, aby dostosować je do nowych funkcji technologicznych. Z każdym z dwóch osadników zintegrowany będzie zagęszczacz grawitacyjny osadu, w którym osad zostanie zagęszczony do zawartości suchej masy ok. 5 - 6%, bez stosowania zgarniaczy i chemicznego wspomagania sedymentacji. Rozprowadzenie ścieków podawanych na osadniki/reaktory zapewni cykliczną naprzemienną pracę zbiorników przy zachowaniu ciągłości przepływu ścieków przez obiekt. Przewiduje się podawanie ścieków do części przepływowych osadników poprzez system dystrybucji zasilany bezpośrednio z rurociągu tłocznego z pompowni wielofunkcyjnej. Przełączanie zasilania ściekami z jednego ciągu na drugi będzie realizowane dzięki naprzemiennej pracy pomp zasilających zlokalizowanych w przepompowni wielofunkcyjnej. Dystrybucja ścieków surowych w osadnikach zostanie zrealizowana w taki sposób, że ścieki będą przepływały od dna do góry przez warstwę osadu zawieszonego. Zbiorniki będą wyposażone w systemy napowietrzania i ewakuacji osadu do zintegrowanych zagęszczaczy. Nie dopuszcza się stosowania zgarniaczy do usuwania osadu jak i chemicznie wspomaganej redukcji ładunku.

Zmodernizowany obiekt zostanie wyposażony w pomosty, schody i barierki. Wszystkie odtwarzane lub przebudowane elementy stalowe wykonane zostaną ze stali kwasoodpornej.

Efektem zastosowanego procesu będą:

* Odciążenie istniejącego reaktora biologicznego, wzrost przepustowości oczyszczalni.
* Redukcja ok. 2/3 ChZT i ok. 1/3 wartości N i P (do obliczeń sprawdzających dla istniejącego reaktora przyjęto odpowiednio 55% i 20%).
* Zintegrowane zagęszczanie osadu do ok. 5-6 % suchej masy kierowanej bezpośredniego do komory fermentacyjnej.
* Zmniejszone zapotrzebowanie na napowietrzanie w reaktorze biologicznym 2o przy zwiększonej produkcji metanu – poprawa efektywności energetycznej oczyszczalni.
* Zmniejszenie ilości odwodnionego osadu ze względu na wysoki stosunek **osadu wstępnego (wysokoobciążonego) do osadu wtórnego** wynoszący ok. 0,75, dzięki czemu poprawi się stopień odwodnienia osadu o ok. 3%.

**Zbiornik retencyjny (ob. nr 17.2)**

Po zrealizowaniu modernizacji oczyszczalni i likwidacji jednej z istniejących otwartych komór fermentacyjnych Ob. 17.2 jej zbiornik zostanie zaadaptowana na zbiornik retencyjny ścieków surowych.

Pojemność komory wynosi ok. 2.500 m3. Maksymalna rzędna zwierciadła w zbiorniku zostanie bez zmian. Zbiornik retencyjny zostanie wyposażony w dwa mieszadła boczne w celu zapobiegania sedymentacji zawiesin. Odprowadzenie ścieków z powrotem do komory czerpnej będzie obywać się grawitacyjnie, natomiast w celu całkowitego opróżnienia zbiornika zostanie zamontowana pompa zatapialna. Dno zbiornika zostanie wyrównane i wyprofilowane ze spadkiem w kierunku nowego zagłębienia dla pompy. Zbiornik zostanie wyposażony w przelew awaryjny do kanału odpływowego przed stację poboru prób.

Płukanie zbiornika po każdym opróżnieniu będzie realizowane przez spłukiwanie prądownicą za pomocą wody technologicznej. W tym celu do pomostów obsługujących zbiornik zostanie doprowadzona sieć wody technologicznej zakończona podłączeniem do dysz spłukujących zbiornik. Całość instalacji zabezpieczona przed przemarzaniem oraz automatyczne odwodnienie części nadziemnej.

Istniejące pomosty, barierki, schody i pozostałe wyposażenie zostanie wymienione na nowe wykonane ze stali kwasoodpornej.

##### Część biologiczna

**Reaktory biologiczne ob. nr 11 a,b**

Istniejący reaktor biologiczny poddany zostanie remontowi ogólnobudowlanemu. Wyremontowane zostaną konstrukcje żelbetowe zbiorników. Elementy wyposażenia ze stali węglowej, jak zastawki pomosty i barierki, zostaną zdemontowane i zastąpione nowymi wykonanymi ze stali nierdzewnej. Zainstalowany będzie automatyczny system rozdziału ścieków na odpowiednie komory wg zapotrzebowania.

Większość pracujących w reaktorze pomp i mieszadeł zostanie zdemontowanych. W zmodernizowanym reaktorze wykorzystane zostaną jedynie mieszadła w strefach defosfatacji. W instalacji napowietrzania wykorzystany będzie główny rurociąg powietrza, natomiast dyfuzory zostaną wymienione na nowe. Należy zastosować dyfuzory płytowe z membranami poliuretanowymi.

Reaktor zostanie przebudowany, zmianie ulegnie podział na strefy i układ przepływu ścieków w zbiorniku, między innymi wyeliminowana będzie recyrkulacja wewnętrzna. Przebudowa ma zapewnić jak największe wykorzystanie płaskiego dna dla montażu dyfuzorów płytowych, a dna skośnego dla komór beztlenowych czy anoksycznych. Zastosowany będzie dwustopniowy reaktor kaskadowy. W strefach napowietrzania i denitryfikacji nie będą zainstalowane mieszadła mechaniczne. Do mieszania w strefach denitryfikacji wykorzystany zostanie perforowany rurociąg napowietrzania grubopęcherzykowego. Przemieszanie przy pomocy grubych pęcherzyków powietrza nie zakłóci procesu denitryfikacji.

W reaktorze zastosowany będzie algorytm sterowania do napowietrzania w przerywanym trybie. Dzięki temu minimalizowane będzie zużycie energii elektrycznej oraz zwiększona redukcja azotu. Osiągnięte jest to poprzez polepszenie nitryfikacji/denitryfikacji za pomocą inteligentnego i dynamicznego rozkładu faz tlenowej/anoksycznej. Pomiary online azotu amonowego jak i azotanów są odnoszone do ich stosunku (NH4-N : NO3-N). W zależności od indywidualnej potrzeby (limity zrzutowe, piki etc.) można nastawiać różne priorytety. W przypadku zwiększonych zrzutów azotu (np. odcieki z odwadniania przefermentowanych osadów) usunięcie azotu amonowego ma wyższy priorytet. W przypadku mniejszego ładunku azotu, priorytet ma azot ogólny , co prowadzi do przedłużonej fazy anoksycznej.

Kontroler będzie zawierał indywidualny algorytm, dopasowany do specyficznego zapotrzebowania oczyszczalni jak i integrację z głównym programem sterującym oczyszczalnią.

Zastosowana będzie także technologia grawimetrycznej selekcji osadu, która pozwala na zatrzymanie cięższej biomasy w reaktorze, podczas gdy lżejsza frakcja osadu jest usuwana z systemu jako osad nadmierny. Zwiększona gęstość osadu prowadzi do lepszej charakterystyki opadalności i zapobiega utracie biomasy z osadników, szczególnie podczas pogody deszczowej. Selekcja szybciej opadających kłaczków może umożliwiać granulację osadu czynnego. Hydrocyklony selekcjonują cięższe granulki poprzez odpływ dolny, podczas gdy frakcja lżejsza jest tracona przez odpływ górny. Użycie takiego zewnętrznego selektora dla poprawy opadalności i ustabilizowania procesu usuwania fosforu (zwiększenie ilości bakterii wiążących fosfor), wymaga znacznie niższych nakładów inwestycyjnych w porównaniu do tradycyjnej rozbudowy kubatur części biologicznej. Przewiduje się zainstalowanie hydrocyklonów w pompowni wielofunkcyjnej i tam fizycznie będzie realizowana selekcja osadu. System musi zagwarantować indeks osadu w reaktorze nie większy niż 100 mL/g.

Reasumując, zastosowanie hydrocyklonów do selekcji osadu zwiększy przepustowość oczyszczalni zarówno pod względem obciążenia hydraulicznego (lepsza opadalność), jak i obciążenia ładunkiem zanieczyszczeń.

**Osadniki wtórne (ob. nr 15)**

W ramach inwestycji przewiduje się zamianę sposobu odbierania osadu czynnego z pompowego na ssawny (lewarowy). Dodatkowo osadniki zostaną poddane remontowi ogólnobudowlanemu oraz wymienione zostanie wyposażenie. Istniejące pomosty zgarniaczy, zastawki, pomosty, barierki i pozostałe wyposażenie zostanie wymienione na nowe wykonane ze stali kwasoodpornej. Tory zgarniacza należy wymienić na nowe ze stali węglowej.

Zasilanie nowych wózków zgarniaczy należy wymienić na nowe zapewniające prawidłowe działanie i odporność na obmarzanie w okresie niskich temperatur.

**Stacja dmuchaw (ob. nr 22)**

Przewiduje się demontaż istniejących dmuchaw wyporowych. Jedna dmuchawa śrubowa o mocy 75 kW pozostanie bez zmian. Dodatkowo przewiduje się montaż nowej śrubowej dmuchawy o mocy 75kW (praca z istniejącą w układzie 1+1) Doprowadzenie powietrza do rusztów napowietrzających odbywać się będzie nowymi przewodami ułożonymi na koronie reaktora. Dmuchawy będą również zasilać w powietrze osadnik wstępny.

Parametry urządzeń technologicznych:

Dmuchawa śrubowa: 2 szt.

Moc silnika: ~75 kW

**Pompownia wody technologicznej**

W ramach modernizacji przewidziano budowę nowej pompowni wody technologicznej (ścieków oczyszczonych). Ciśnienie w sieci utrzymywane będzie na poziomie 5 barów. W przypadku urządzeń wymagających wyższego ciśnienia (sita i prasopłuczka skratek) lokalnie wykorzystywane będą pompy. Wydajność pompowni wody technologicznej zostanie wyznaczona na etapie projektu po określeniu zapotrzebowania na wodę dla projektowanych urządzeń.

##### Gospodarka osadowa

Podstawową zmianą w części osadowej będzie rezygnacja z prowadzenia procesu fermentacji osadów ściekowych w otwartych komorach fermentacyjnych i zastosowanie fermentacji mezofilowej w komorze zamkniętej WKF. Do tego celu wykorzystany zostanie jeden ze zbiorników po likwidowanej komorze OKF, który zostanie po wykonaniu niezbędnych robót wbudowanych zamknięty przy pomocy membrany dwupowłokowej.

Do komory zamkniętej, tak jak dotychczas do komór otwartych, kierowany będzie osad nadmierny oraz osad wstępny. Przewidujemy wymianę zagęszczacza bębnowego osadu nadmiernego na nowy taśmowy wraz ze stacją przygotowania i dozowania flokulanta w istniejącej lokalizacji w budynku pompowni wielofunkcyjnej. Dodatkowo wymagana będzie możliwość wykorzystania zagęszczacza grawitacyjnego osadu w zmodernizowanym osadniku wstępnym także do zagęszczenia osadu nadmiernego. Osad wstępny i osad nadmierny będą łącznie pompowane do węzła fermentacji. Do mieszania osadu w komorze fermentacji zostaną wykorzystane 2 mieszadła boczne z silnikami umieszczonymi na zewnątrz zbiornika.

Osad przefermentowany będzie odprowadzany z WKF do zbiornika buforowego osadu przefermentowanego i dalej do budynku odwadniania osadów. Po odwodnieniu osad będzie higienizowany wapnem i kierowany do magazynu osadu, skąd będzie odbierany do ostatecznego zagospodarowania.

**Zagęszczacz mechaniczny osadu nadmiernego**

Przewiduje się wymianę mechanicznego zagęszczacza bębnowego zlokalizowanego w pompowni wielofunkcyjnej na zagęszczacz taśmowy. Razem z nowym zagęszczaczem zainstalowana będzie także stacja przygotowania polimeru oraz niezbędna armatura i pompy. Zagęszczony osad nadmierny będzie odprowadzany do komory czerpnej osadów zmieszanych (III).

Dane zagęszczacza mechanicznego:

Ilość zagęszczarek: 1 szt.

Rodzaj osadu: osad nadmierny

Wydajność objętościowa zagęszczacza: 20 m3/h

Zawartość suchej masy w osadzie: 0.75 – 0.90 % s.m.

Wydajność godzinowa w suchej masie: do 200 kg s.m./ h

Nominalny czas pracy instalacji: 7 h/d (max 24h/d, 7 dni/tydzień)

Stopień zagęszczenia: 6 % s.m.

Zużycie polielektrolitu: ~2-4 kg/t s.m.

Moc zainstalowana napędu zagęszczarki taśmowej: 0.37 kW

Zużycie wody potrzebnej do płukania taśmy zagęszczacza:

ok. 4 000 – 5 500 litrów/ godz.

ok. 1 000 – 2 000 / godz. (ilość wody potrzebnej dla potrzeb stacji polimeru)

Pompa śrubowa - nadawy - osadu nadmiernego

Wydajność pompy: 10 – 20 m3/h (praca z falownikiem)

Ciśnienie: do 1 bar

Medium: osad nadmierny do ok. 1% do zagęszczenia

Napływ: grawitacyjny 0,5 – 2,0 m słupa wody

Moc zainstalowana: 3,5 kW

Pompa zabezpieczona jest przed suchobiegiem, napływ osadu na pompę – grawitacyjny

Uszczelnienie: mechaniczne, pompa z podwójnym statorem.

**Wydzielona komora fermentacyjna (WKF) - ob. nr 17.1.**

Dla zapewnienia czasu fermentacji powyżej 26 dni w temperaturze ~35-37°C przy ilości osadu podawanego do fermentacji wynoszącej średnio ok. 2 200 kg s.m./d (przy uwodnieniu 96% - 95% to ok. 50 m3/d) pojemność czynna nowej komory fermentacyjnej powinna wynieść min. 1 300 m3. W celu ograniczenia nakładów inwestycyjnych przewiduje się wykorzystanie jednego ze zbiorników likwidowanych otwartych komór fermentacyjnych OKF ob. 17.1, której pojemność jest większa niż wymagane minimum. Ściany wewnętrzne zbiornika zostaną odnowione, powierzchnia korony oraz 1.5m poniżej korony zostaną dodatkowo zabezpieczone folią z PE. W centralnym punkcie zbiornika zostanie zamontowana kolumna centralna do zamocowania dwupowłokowego dachu membranowego, który jednocześnie zapewni możliwość magazynowania biogazu. Do przemieszania zbiornika posłużą 2 mieszadła zamocowane na ścianie zbiornika z silnikami umieszczonymi na zewnątrz. Dodatkowo wymienione zostanie ocieplenie zbiornika.

Przewiduje się także możliwość skierowania osadów zmieszanych bezpośrednio do odwadniania i higienizacji w przypadku wyłączenia komory fermentacyjnej z eksploatacji w celu przeglądu i czyszczenia (około raz na 6 - 10 lat).

W bezpośrednim sąsiedztwie komory fermentacyjnej wybudowany będzie budynek operacyjny. W budynku zostaną umieszczone pompy recyrkulacyjne i wymienniki ciepła rura w rurze, kotłownia - węzeł cieplny oraz jednostka kogeneracji.

Produkowany w procesie fermentacji biogaz będzie ujmowany i kierowany do węzła biogazu w celu oczyszczania przed jego wykorzystaniem energetycznym.

Dane techniczne mieszadła:

Typ mocowania: boczne, silnik na zewnątrz

Mieszadło dwuśmigłowe: 2 szt.

Silnik z przekładnią, moc znamionowa: ok. 18,5 kW

Prędkość obrotowa: 275 obr/min

Klasa zabezpieczenia minimum: II 3G Ex nA IIA T3 Gc

Sucha masa: do 14%

Wymiana oleju: co 2 000 h

Wydajność pompowania: 135 m3/min

Minimalny otwór montażowy: 800 x 800 mm

Wykonanie: stal nierdzewna 304

**Zbiornik buforowy osadu przefermentowanego (ob. nr P7)**

Przewiduje się budowę zbiornika buforowego osadów przefermentowanych. Będzie to żelbetowy prostokątny zbiornik i pojemności około 150 m3. W zbiorniku zainstalowane będzie mieszadło zatapialne, średnioobrotowe. Funkcją zbiornika jest magazynowanie i odgazowanie osadu przefermentowanego przed odwadnianiem.

**Budynek operacyjny WKF (ob. nr P6) i punkt przyjmowania osadów i tłuszczu.**

W projektowanym budynku operacyjnym zainstalowane będą pompy tłoczące osad wstępny z fermentera do zagęszczacza grawitacyjnego i przed osadnik wstępny oraz pompy osadu wstępnego z zagęszczacza grawitacyjnego do nowego zbiornika WKF. Odpowiednia dla fermentacji temperatura (35-37°C) będzie utrzymywana dzięki pompom cyrkulacyjnym i wymiennikowi ciepła typu rura w rurze. Ciepło potrzebne do podgrzewania osadu będzie wytwarzane w zlokalizowanym w budynku kotle lub kogeneratorze z produkowanego w WKF biogazu. Dla potrzeb rozruchu i dla zapewnienia źródła ciepła w czasie ewentualnego załamania się procesu fermentacji metanowej, przewiduje się kocioł z palnikiem dwufunkcyjnym, dającym możliwość wykorzystania gazu ziemnego jako paliwa alternatywnego. Przyłącze do sieci gazowej zostanie zrealizowane w czasie modernizacji oczyszczalni.

Oprócz podgrzewania osadu, wytwarzane w kotłowni ciepło będzie wykorzystywane do ogrzewania budynków. W obiekcie zainstalowany będzie także kogenerator na biogaz, wykorzystywany do skojarzonej produkcji energii elektrycznej i cieplnej.

W sąsiedztwie budynku operacyjnego zostanie zlokalizowany punkt przyjmowania osadów z oczyszczalni przydomowych, części wyflotowanych (tłuszczy) z piaskownika i osadnika wstępnego oraz tłuszczy i osadów dowożonych.

Stacja przyjmowania będzie się składała z zabudowanych w kontenerze wolnostojącym elementów: system sterowania z modułem identyfikującym przewoźników (wspólny ze stacją zlewczą ścieków dowożonych), przyłącza węża, zasuwy nożowej odcinającej dopływ, przepływomierza (przystosowanego do medium), pomiarów pH i redox, łapacza kamieni z rozdrabniaczem (frezowy dwuwałowy), układ płukania ciągu gorącą wodą, zbiornika podziemnego i pompy tłoczącej w zabudowie suchej.

Do stacji przyjmowania tłuszczy i osadów zostanie doprowadzona gorąca woda z kotłowni (węzła kogeneracji) w celu rozpuszczania zalegających tłuszczy i płukania zbiornika.

Tłuszcze i osady dowożone będą tłoczone do ciągu recyrkulacji komory fermentacyjnej oraz opcjonalnie do zbiornika fermentera.

Parametry pomp osadu wstępnego (do zagęszczacza)

Pompa śrubowa ilość: 2 szt.

Medium: osad wstępny, s.m. do 2-5%

Czas pracy urządzenia około: 8 h/d

Wartość nominalna: 10 m³/h 2 bar 227 nom-1 (praca z falownikiem)

Wartość minimalna: 7 m³/h 2 bar 161 min-1

Wartość maksymalna: 13 m³/h 2 bar 293 max-1

Moc na wale pompy: 2,2 kW

Wartość napływu: 0-2 m sł. H₂O

Ciśnienie na tłoczeniu: 2 bar

Parametry pomp osadu wstępnego zagęszczonego (do WKF)

Pompa śrubowa: 2 szt.

Medium: osad wstępny, sucha masa: 2-5%

Czas pracy urządzenia: 8-12h/dzień

Wartość nominalna: 10 m³/h 2 bar 227 nom-1 (praca z falownikiem)

Wartość minimalna: 7 m³/h 2 bar 161 min-1

Wartość maksymalna: 13 m³/h 2 bar 293 max-1

Moc na wale pompy: 2,2 kW

Wartość napływu: 0-2 m sł. H₂O

Ciśnienie na tłoczeniu: 2 bar

Parametry pomp recyrkulacyjnych

Ilość: 2 szt. (sewatec)

Medium osad przefermentowany ok. 3% s.m.

Q: 65 m³/h

H: 8,5 m

Moc: 2,2 kW

Parametry maceratorów

Recyrkulacja WKF (os. przefermentowany) 1 szt.

Przed fermenterem (osad wstępny) 1 szt.

Zawartość części stałych: 2-5

Maksymalne natężenie przepływu: 60-75 m³/h

Moc silnika: 5,5 kW

**Budynek odwadniania osadu (ob. nr 19)**

W budynku odwadniania istniejąca, wyeksploatowana wirówka zostanie zastąpiona dwoma nowymi prasami śrubowymi dostarczonymi wraz ze stacją przygotowania polielektrolitu oraz niezbędnymi pompami i armaturą.

Przeznaczony do odwadniania osad przefermentowany będzie pobierany przez pompy ze zbiornika buforowego.

Ciepło na potrzeby ogrzewania budynku i podgrzania c.w.u. będzie pobierane z wewnętrznej sieci cieplnej oczyszczalni.

W celu ochrony przed deszczem i zanieczyszczeniem okresowo gromadzonego na terenie oczyszczalni osadu odwodnionego przewidziano budowę budynku magazynowego.

Zostanie wykonany nowy układ podajników osadu odwodnionego z budynku odwadniania do magazynu osadu odwodnionego. Wykonane zostaną podajniki odbierające osad spod pras śrubowych oraz podajnik transportujący osad do magazynu. Podajnik osadu do magazynu osadu ze względów eksploatacyjnych powinien zostać podzielony na co najmniej dwa krótsze (jeżeli długość ślimaka przekroczy 8 m). Podajniki osadu znajdujące się poza budynkiem zostaną ocieplone i wyposażone w kabel grzewczy. Dodatkowo zostanie zamontowany nowy (dwuwałowy) mieszacz osadu z wapnem oraz nowy transporter wapna z silosu do mieszacza.

Zbiornik odcieków z odwadniania osadów zostanie przykryty pokrywą z laminatu wyposażoną we włazy rewizyjne i kominki wentylacyjne. Powietrze ze zbiornika będzie kierowane do biofiltra przy magazynie osadu.

Parametry technologiczne pras śrubowych:

Prasa śrubowa

Ilość: 2 szt.

Medium osad przefermentowany ~2-4 % s.m. (2,5%-3% s.m.)

Wydajność hydrauliczna: do 10 m3/h

Wydajność masowa: do 250 kg s.m./h

Moc napędu prasy: do 2,2 kW

Moc napędu układu płukania: do 0,37 kW

Zużycie polielektrolitu: <12 g/kg s.m.

Instalacja: horyzontalna

Stosunek smukłości λ1: 6,5

Min. stopień odwodnienia: 25% SM

Recyrkulacja filtratu: tak

Strefy filtratu: 2

Max. stężenie zawiesiny w odcieku: 800 mg/l

Stacja roztwarzania polielektrolitu z emulsji oraz proszku oraz pompy nadawy osadu na prasy sterowane będą z jednej szafy sterowniczej. Algorytm pracy stacji roztwarzania i pracy pomp dostarczy producent pras.

W budynku odwadniania zostaną zainstalowane dmuchawy dla reaktora deamonifikacji.

**Magazyn osadu odwodnionego (ob. nr P11)**

W sąsiedztwie istniejącego budynku odwadniania osadów przewiduje się budowę magazynu osadu. Będzie to obudowana wiata o wymiarach w planie 30 x 20 m i wysokości ok. 5 m wykonana w lekkiej konstrukcji stalowej. Do założonej wysokości składowania ok. 2 m nad poziomem posadzki ściany zewnętrzne będą wykonane z żelbetu i będą stanowiły ściankę oporową dla pryzmy składowanego osadu odwodnionego. Umożliwi to składowanie większej ilości osadu dzięki możliwości ukształtowania pryzmy o większej grubości (możliwa maksymalna wysokość pryzmy 2,5 - 3,0m).

Posadzka wyposażona będzie w kratki odwadniające, służące do odprowadzania ewentualnych odcieków i umożliwiające okresowe spłukiwanie i czyszczenie ścianek oporowych i samej posadzki.

Hala wyposażona będzie w detekcję gazów: metanu i siarkowodoru. Wykrycie gazów będzie sygnalizowane przed wejściem do hali oraz w centralnej dyspozytorni. Hala będzie posiadała wentylację wywiewną o wydajności około 0,5 wymian na godzinę i wentylację awaryjną o wydajności około 10 wymian na godzinę. Powietrze z hali odprowadzane będzie do biofiltra w celu eliminacji ewentualnej uciążliwości odorowej magazynu osadu odwodnionego.

Na etapie projektu należy dokonać uzgodnienia z rzeczoznawcą p.poż w zakresie oceny projektowanych rozwiązań.

Droga dojazdowa do magazynu osadu odwodnionego zostanie wykonana po jego południowej stronie w miejscu obecnego placu składowego osadu odwodnionego.

**Instalacja podczyszczania odcieku z odwadniania osadów.**

W celu zmniejszenia obciążenia wtórnego oczyszczalni ładunkiem azotu z pochodzącego z odwadniania osadów przefermentowanych przewidziano budowę nowego reaktora biologicznego do oczyszczania odcieków w ciągu bocznym metodą deamonifikacji.

Deamonifikacja ścieków zawierających wysokie stężenia azotu amonowego jest wydajną i ekonomiczną alternatywą w porównaniu z systemami standardowymi typu nitryfikacja/denitryfikacja, stripping przy użyciu powietrza czy pary. Proces deamonifikacji składa się 2 etapów – częściowej nitryfikacji części azotu amonowego oraz następującego utlenienia pozostałego azotu amonowego w warunkach beztlenowych do azotu gazowego. Oba te procesy prowadzone są przez różne konsorcja:

• tlenowe autotroficzne bakterie utleniające azot amonowy (AOBs),

• beztlenowe autotroficzne bakterie utleniające azot amonowy (AMOX).

Częściowa nitryfikacja wymaga tylko 40% tlenu wynikającego ze stechiometrii w porównaniu z kompletną nitryfikacją. Dozowanie węgla nie jest wymagane ze względu na autrotroficzną naturę procesu, w rzeczywistości proces usuwa małą ilość CO2 z atmosfery.

W procesie standardowej nitryfikacji/denitryfikacji azot amonowy jest utleniany poprzez azotyny do azotanów. W warunkach anoksycznych i przy obecności węgla organicznego azotany są denitryfikowane poprzez azotyny do azotu gazowego.

Przewidziano budowę jednego reaktora biologicznego do procesu jednostopniowej deamonifikacji o pojemności czynnej ok. 100 m3. Praca reaktora pozwoli na osiągnięcie stopnia redukcji azotu amonowego w strumieniu odcieków na poziomie 90%, azotu ogólnego na poziomie 80%. Zasilanie odciekiem będzie odbywało się poprzez istniejący zbiornik retencyjny o pojemności 70 m3. W zbiorniku odcieków zainstalowane będą dwie pompy zatapialne (1+1R).

Osad nadmierny odprowadzany będzie grawitacyjnie do kanalizacji wewnętrznej oczyszczalni i dalej do pompowni ścieków.

Przy zbiorniku lub w budynku odwadniania zlokalizowana będzie stacja dmuchaw z 2 dmuchawami (1+1R) o wydajności ok. 190 Nm3/h, i mocy ok. 7 kW każda. Dmuchawy, umieszczone w obudowach dźwiękochłonnych będą tłoczyły powietrze do rusztów napowietrzających reaktora, zapewniając w czasie trwania fazy nitryfikacji mieszanie zawartości i odpowiednie stężenie tlenu w zbiorniku.

Dodatkowo zainstalowany zostanie system separacji osadu szybkorosnącego (AOB, NOX) od bakterii Anammox. Separacja może odbywać się metodą selekcji grawimetrycznej lub mikrofiltracji. Kontrola napowietrzania będzie prowadzona przy pomocy pomiaru pH.

**Węzeł biogazu**

Sieć biogazu będzie wykonana: w ziemi – z rur PEHD, podłączenia zewnętrzne – ze stali kwasoodpornej. Sieć będzie wyposażona w armaturę odcinającą i odwadniacze podłączone do kanalizacji. Przewód odprowadzający biogaz z komory fermentacji będzie opomiarowany. Pomiar biogazu może być realizowany bezpośrednio na przewodach schodzących z komory fermentacji. Biogaz z komory fermentacyjnej będzie przepływał przez studnie odwadniające i odsiarczalnik (granulat). Oczyszczony i osuszony biogaz, po sprężeniu w węźle tłocznym, będzie kierowany do kotła lub do kogeneracji. Biogaz kierowany do kogeneracji będzie dodatkowo oczyszczany w węźle usuwania siloksanów oraz będzie sprężany na potrzeby jednostki kogeneracji. W celu stabilizacji ciśnienia biogazu w komorze fermentacyjnej i w sieci (przed węzłem tłocznym) przewiduje się budowę dwupowłokowego zbiornika biogazu na komorze fermentacyjnej. Niewykorzystany biogaz będzie spalany w pochodni.

Przewidywana produkcja biogazu powinna wynieść 800 – 1 200 Nm3/d.

**Łapacz piany**

Przy komorze fermentacyjnej zostanie zainstalowany łapaczy piany, do którego będzie doprowadzany biogaz bezpośrednio z komory WKF.

Łapacz piany służy do wyłapywania piany i zanieczyszczeń stałych porywanych przez biogaz z procesu fermentacji. Łapacz zanieczyszczeń należy czyścić okresowo w zależności od ilości zanieczyszczeń wytrącanych w górnym zbiorniku.

**Odsiarczalnik**

Przewiduje się zastosowanie odsiarczalnika, z możliwością przyłączenia dodatkowo drugiego odsiarczalnika w przeszłości. Projektowane odsiarczalniki, stosowane są w niskociśnieniowych instalacjach biogazu.

Odsiarczalniki osadzone będą na płycie fundamentowej żelbetowej. Na wlocie i wylocie z każdego odsiarczalnika będą zamontowane przepustnice do „przedmuchiwania” odsiarczalnika gazem neutralnym przed wymianą masy odsiarczającej oraz manometry.

**Zbiornik biogazu zintegrowany z fermentorem.**

W celu magazynowania oraz wyrównania rozbiorów i produkcji biogazu zostanie zastosowany zbiornik biogazu o poj. minimum 1.100 m3, dwupowłokowy, niskociśnieniowy, posiadający europejski certyfikat CE. Zbiornik biogazu dostarczany jest w stanie kompletnym: z dmuchawą powietrza, pierścieniem mocującym na koronie oraz kolumnie centralnej, zaworem bezpieczeństwa - bezpiecznikiem hydraulicznym przestrzeni gazowej, bezpiecznikiem /regulatorem ciśnienia przestrzeni powietrznej, szafką zasilająco - sterującą, przetwornikiem poziomu napełnienia zbiornika biogazem i czujnikiem metanu.

**Węzeł rozdzielczo - pomiarowy biogazu**

W celu ułatwienia manipulowaniem przepustnicami proponuje się umieszczenie armatury odcinającej, dmuchaw biogazu i pomiarów w osobnym, przewidzianym na ten cel wolnostojącym kontenerze, zwanym węzłem rozdzielczo - pomiarowym biogazu.

Węzeł rozdzielczo – pomiarowy stanowi centrum rozdziału przepływów biogazu na całej instalacji biogazu. W węźle rozdzielczo - pomiarowym biogazu będą zainstalowane:

* przepustnice odcinające dopływ biogazu z komór fermentacyjnych, do i ze zbiornika biogazu, do pochodni spalania nadmiaru biogazu, do kotłowni i do agregatu kogeneracyjnego oraz do i z odsiarczalników
* dmuchawy biogazu,
* bezpieczniki przeciwogniowe,
* pomiary ciśnienia,
* oświetlenie w wykonaniu przeciwwybuchowym.

Węzeł rozdzielczo – pomiarowy będzie wyposażony w wentylację grawitacyjną.

**Odwadniacze**

Instalacja biogazu zostanie wyposażona w odwadniacze umieszczane w najniższych punktach instalacji.

**Pochodnia spalania nadmiaru biogazu**

Pochodnia służy do spalania nadmiaru biogazu w sytuacji czynnego odbioru. Pochodnia ma posiadać bezpiecznik przeciwogniowy, hydrauliczny bezpiecznik zwrotny ogniowy, zawór odcinający elektromagnetyczny, zawór odcinający ręczny i odwodnienie oraz szafkę zasilająco – sterującą z sygnalizacją kontroli płomienia, z przekazem sygnałów do lokalnego sterownika instalacji biogazu i dalej do centralnej sterowni.

Pochodnia ma konstrukcję zapewniającą osłonę płomienia, w celu ograniczenia oddziaływania cieplnego na otoczenie oraz w celu wyeliminowania przypadków zgaszenia płomienia w czasie silnego wiatru.

**Przyłącze biogazu do kotłowni i kogeneratora**

Do budynku operacyjnego, w którym zlokalizowane będą agregat kogeneracyjny i kocioł, biogaz będzie doprowadzony jednym rurociągiem. Przed ścianą budynku zostanie wykonane przyłącze w szafce gazowej z zaworem ręcznym i szybkozamykającym się automatycznie w razie wskazania obecności metanu lub siarkowodoru w pomieszczeniu (sonda wykrywającą CH₄ i H₂S w pomieszczeniu kotłowni).

W pomieszczeniu kotłowni i agregatu kogeneracyjnego zostaną zainstalowane niezależne przepływomierze biogazu.

Wewnątrz budynku dobrane zostaną analizator gazów: metanu, dwutlenku węgla i tlenu. W instalacji przewidziano obejście analizatora.