



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE S.C.
15-668 Białystok, ul. Upalna 2/2, tel./fax.: (085) 66 15 866
NIP 542-10-12-718

KONCEPCJA TECHNOLOGICZNA MODERNIZACJI OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MŁAWIE

WARIANT V

SYSTEM BARDENPHO Z OSADNIKIEM WSTĘPNYM + TLENOWO-
BEZTLENOWA STABILIZACJA OSADU (ATPT+WKF_Z) + SUSZARNIA
SOLARNA

Stadium: **Założenia techniczno-ekonomiczne**

Nazwa obiektu: **OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW W MŁAWIE**

Adres: **ul. Płocka 106, 06-500 Mława**

Zamawiający: **Miasto Mława (NIP 569-176-00-34)
ul. Stary Rynek 19, Mława**

Jednostka projektowa: **„PROEKO” Biuro Projektowo-Badawcze s.c.
15-668 Białystok, ul. Upalna 2/2**

Autorzy projektu: **dr inż. Dariusz Andraka
dr inż. Jacek Leszczyński
prof. dr hab. inż. Lech Dzieńis**

Białystok, sierpień 2009 r.

SPIS ZAWARTOŚCI

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Podstawa opracowania	3
2. Przedmiot i zakres opracowania.....	3
3. Materiały wykorzystane w opracowaniu.....	3
4. Uzasadnienie konieczności i celowości modernizacji oczyszczalni w Mławie.....	4
5. Bilans ilości ścieków, stężeń i ładunków zanieczyszczeń oraz ilości osadów.....	6
6. Wymagana sprawność urządzeń oczyszczających i wpływ ścieków na odbiornik	8
6.1. Wpływ ścieków na odbiornik.....	9
7. Koncepcja modernizacji linii ściekowej oczyszczalni	10
7.1. Modernizacja pompowni wstępnej.....	10
7.2. Modernizacja części mechanicznej oczyszczalni.....	11
7.3. Modernizacja części biologicznej oczyszczalni – system BARDENPHO	12
7.3.1. Osadniki wstępne	12
7.3.2. Reaktor biologiczny	13
7.3.3. Osadniki wtórne	17
7.3.4. Pompownia osadu recykulowanego.....	18
7.4. Zbiornik retencyjny ścieków pogody deszczowej	18
7.5. Punkt zlewny ścieków dowożonych	19
8. Modernizacja gospodarki osadowej	19
8.1. Instalacja zagęszczania i odwadniania osadów	21
8.1.1. Instalacja mechanicznego zagęszczania osadów.....	21
8.1.2. Instalacja mechanicznego odwadniania osadów	22
8.1.3. Pompownia wody technologicznej – ścieków oczyszczonych	22
8.2. Stabilizacja tlenowo-beztlenowa i suszenie solarne osadów	22
8.2.1. Opis technologii gospodarki osadowej z zastosowaniem mineralizacji tlenowo-beztlenowej z procesem ATPT i i suszenia osadów	24
8.2.2. Obliczenia technologiczne instalacji ATPT I ^o	26
8.2.3. Rozwiązania technologiczno-budowlane instalacji ATPT	27
8.2.4. Obliczenia technologiczne komór fermentacji mezofilowej II ^o	28
8.2.5. Rozwiązania technologiczno-budowlane komór fermentacji	29
8.2.6. Zbiornik wielofunkcyjny – Rozwiązania technologiczno-budowlane.....	30
8.2.7. Instalacja dezaktywacji odorów do instalacji ATPT i zbiornika wielofunkcyjnego	32
8.3. Instalacja solarne suszenia osadów	32
8.3.1. Parametry osadu przeznaczonego do suszenia:.....	32
8.3.2. Budowa instalacji suszenia:	32
9. System sterowania, monitoring i inne elementy inwestycji.....	35
9.1 System sterowania i opomiarowania obiektów	35
9.2. Prace remontowo-budowlane	36
9.3. Drogi i zagospodarowanie terenu.....	36
10. Zestawienie mocy zainstalowanych urządzeń.....	37
10.1 Przewidywane wskaźniki energochłonności i nakłady eksploatacyjne ogółem	38
10.2 Przewidywane nakłady eksploatacyjne głównych obiektów gospodarki osadowej	38
10.3. Przewidywany odzysk energii.....	39
11. Zbiorcze zestawienie kosztów	40

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie wykonano na podstawie umowy nr WI.342-08/09 zawartej pomiędzy Miastem Mława z siedzibą w Mławie, ul. Stary Rynek, a BPB *PROEKO* s.c. w Białymstoku, ul. Upalna 2/2.

2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest wielowariantowa koncepcja modernizacji oczyszczalni ścieków w Mławie, będąca podstawą do opracowania programu funkcjonalno-użytkowego dającego Zleceniodawcy możliwość wystąpienia o środki unijne oraz określająca wytyczne dla dokumentacji projektowej na przebudowę oczyszczalni.

Zakres niniejszego opracowania obejmuje:

- bilans ilości ścieków, stężeń oraz ładunków zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni;
- ustalenie wymaganego efektu oczyszczania ścieków
- charakterystykę technologiczną proponowanych rozwiązań w zakresie gospodarki ściekowej i osadowej
- wyznaczenie podstawowych wskaźników techniczno-technologicznych i ekonomicznych dla proponowanych wariantów;
- rozmieszczenie obiektów projektowanych i modernizowanych dla proponowanych wariantów (część graficzna);

Ponadto w opracowaniu ujęto zestawienie mocy i zapotrzebowania energii elektrycznej zmodernizowanej oczyszczalni oraz zbiorcze zestawienie kosztów.

3. Materiały wykorzystane w opracowaniu

W opracowaniu wykorzystano następujące materiały wyjściowe:

1. Wymagania odnośnie zakresu projektu zawarte w SIWZ oraz określone przez Zamawiającego;
2. Rozporządzenie Nr 7 Wojewody Mazowieckiego z dn. 01.02.2008 w sprawie ustanowienia aglomeracji Mława (Dz.Urząd.Woj.Maz. nr 12 poz.411)
3. Strategia Rozwoju Mławy do r.2015; Załącznik do uchwały Nr XVIII/177/2007 Rady Miejskiej w Mławie, z dnia 28 grudnia 2007 r.
4. Dane ilościowo-jakościowe dotyczące ścieków dopływających do oczyszczalni za lata 2007-2009, udostępnione przez Zamawiającego.
5. Wizja lokalna w terenie oraz ocena stanu technicznego obiektów oczyszczalni;
6. Mapa sytuacyjno-wysokościowa w skali 1:500
7. Dokumentacja archiwalna wielobranżowa
8. Karty katalogowe i materiały ofertowe producentów urządzeń
9. Program komputerowy „Ekspert Osadu Czynnego”
10. Obowiązujące normy, wytyczne i wymagania formalno-prawne, w tym:
 - a. Ustawa Prawo wodne z dn. 18 lipca 2001 r. z późniejszymi zmianami (Dz.U. Nr 239/2005 poz. 2019)
 - b. Ustawa o odpadach z dn. 27 kwietnia 2001 r. z późniejszymi zmianami (Dz.U. Nr 39/2007 poz.251)
 - c. Ustawa Prawo ochrony środowiska z dn. 27 kwietnia 2001 r. z późniejszymi zmianami (Dz.U. Nr 25/2008 poz.150)

- d. Rozporządzenie Min.Środ. z dn. 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód i do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. Nr 137/2006 poz. 984)
- e. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U. Nr 134, poz.1140 i Nr 155, poz.1299)
- f. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 w sprawie kryteriów i procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach danego typu (Dz.U. Nr 186, poz. 1553)
- g. Dyrektywa Rady 1999/31/WE z dn. 26 kwietnia 1999 w sprawie składowania odpadów (Dz.U. L 182 z 16.7.1999, str. 1) z późniejszymi zmianami
- h. Dyrektywa Rady 86/278/EWG z dn. 12 czerwca 1986 w sprawie ochrony środowiska, szczególnie gleby, w przypadku wykorzystania osadów ściekowych w rolnictwie (Dz.U. L 182 z 16.7.1999, str. 1) z późniejszymi zmianami

4. Uzasadnienie konieczności i celowości modernizacji oczyszczalni w Mławie

Oczyszczalnia ścieków w Mławie została zaprojektowana i wybudowana na początku lat 80-tych. W 2001 r. została ona gruntownie zmodernizowana dla następujących parametrów:

- średni dobowy dopływ ścieków, $Q_{d\acute{s}r} = 8000 \text{ m}^3/\text{d}$
- maksymalny godzinowy dopływ ścieków: $Q_{h\text{max}} = 700 \text{ m}^3/\text{h}$
- stężenie BZT₅ w dopływie: $S_p^{BZT} = 350 \text{ gO}_2/\text{m}^3$,
- ładunek BZT₅ w dopływie: $L_p^{BZT} = 2800 \text{ kgO}_2/\text{d}$,
- równoważna liczba mieszkańców, RLM = 46.667 Mk

Zaprojektowany układ technologiczny obejmuje:

- doprowadzenie ścieków surowych – kanałem grawitacyjnym Ø800 mm (rz.dop. 132,32)
- część mechaniczną w postaci:
 - sekcja krat rzadkich o prześwicie 20 mm, obudowana wiatą o konstrukcji stalowej, składająca się z:
 - kraty GR20, wersja z ogrzewaniem, z mechanicznym zgarniaczem skratek do przenośnika ślimakowego, transportującego skratki na powierzchnię terenu do kontenera
 - kraty awaryjnej, oczyszczanej ręcznie
 - obejścia awaryjnego
 - pompowni ścieków surowych, zlokalizowanej w bezpośrednim sąsiedztwie kraty, składającej się ze studni zbiorczej o pojemności roboczej ok. 73 m³ oraz pomieszczenia pomp, w którym znajdują się 3 pompy odśrodkowe (w tym 1 rezerwowa) typu 250Z2K-12; nominalna wydajność pojed. pompy wynosi ok.540 m³/h przy wysokości podnoszenia 12 m sł.w. i mocy silnika $N_s=45 \text{ kW}$, pompownia zlokalizowana jest w budynku wielokondygnacyjnym o wymiarach ok. 9,0 x 10,0 m, poziom posadzki dolnej kondygnacji (hala pomp) – 129,00, rzędna dopływu do komory mokrej – 132,15; rzędna terenu – 136,25, wysokość części parterowej – ok. 4,0 m
 - krata gęsta zespolona z piaskownikiem i odłuszczaczem, do której doprowadzane są ścieki z pompowni przewodem tłocznym Ø800 mm; na obiekt składają się:
 - krata gęsta o prześwicie 2-3 mm zintegrowana z systemem prasującym odprowadzane do kontenera skratki, rz.dopływu – 140,27, rz.terenu – 141,20

Oczyszczalnia ścieków w Mławie

- piaskownik poziomy podłużny napowietrzany, składający się z 2 równoległych komór o dł. $L = 20$ m; zatrzymany piasek odprowadzany jest na poletko ociekowe;
- odtłuszczacz napowietrzany, z ręcznym usuwaniem wflotowanego na powierzchnię tłuszczu
- dmuchawy zlokalizowane w pobliskim budynku dmuchaw, do napowietrzania piaskownika i odtłuszczacza, wydajność $1,96 \text{ m}^3/\text{h}$, silnik $2,7 \text{ kW}$ każda;
- blok biologiczny zlokalizowany w zmodernizowanym (2001 r.) reaktorze typu Promlecz o wymiarach całkowitych 120×36 m, składający się z:
 - komory defosfatacji o wymiarach 15×36 m i głębokości czynnej $2,95$ m (pojemność 1593 m^3), wyposażonej w 2 mieszadła wolnoobrotowe o mocy $2,2 \text{ kW}$ każde, rz.zw.ścieków – $139,95$;
 - komory symultanicznej denitryfikacji-nitryfikacji o wymiarach 90×36 m i głębokości czynnej $3,0 - 3,34$ m (pojemność ok. 11000 m^3) z przegrodami wymuszającymi przepływ labiryntowy ścieków, wyposażonej w 2 mieszadła wolnoobrotowe o mocy $2,2 \text{ kW}$ każde oraz 7 wirników mamutowych (napowietrzających) o wydajności $49 \text{ kgO}_2/\text{h}$ z silnikiem 30 kW każdy, rz.zw.ścieków – $139,70$;
 - osadników wstórnych prostokątnych – 3 sekcje o wymiarach $4,5 \times 36$ m każda i głębokości całkowitej $5,35$ m; w osadnikach zamontowane są zgarniacze denne o napędzie hydraulicznym oraz zgarniacz powierzchniowy; rz.zw.ścieków – $139,68$
 - pompowni osadów recykulowanych i nadmiernych, zlokalizowanej w końcowej sekcji osadników wtórnych (leju osadowym); wyposażenie stanowią 3 pompy zatapialne o wydajności $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ przy wys.podnoszenia 8m , wyposażonych w silniki $N_s = 7,5 \text{ kW}$
- blok osadowy, na który składają się
 - pompownia osadu nadmiernego tłocząca osady odprowadzone z os. wtórnych do zagęszczaczy; w postaci zbiornika podziemnego okrągłego o średnicy $\text{Ø}4,0$ m i głębokości ok. $3,2$ m; pompownia składa się z komory mokrej o pojemności ok. $5,5 \text{ m}^3$ oraz komory suchej w której zamontowano 2 pompy 80Z2K-6P
 - 2 zagęszczacze grawitacyjne o średnicy $\text{Ø}7,5$ m i pojemności ok. 150 m^3 każdy; jeden z zagęszczaczy jest wyposażony w mieszadło prętowe i system ciągłego odprowadzania wód nadosadowych, drugi – jedynie w przelewy do okresowego odprowadzania wód nadosadowych;
 - budynek mechanicznego odwadniania osadu, o wymiarach ok. $10,5 \times 6,5$ m, w którym zlokalizowano prasę taśmową PEKTUS o wydajności ok. m^3/h
 - poletka osadu odwodnionego o całkowitej powierzchni ok. $1,4$ ha
- odprowadzenie ścieków oczyszczonych kanałem betonowym prostokątnym do rzeki Seracz; na kanale znajduje się zestaw pomiarowy do określania natężenia przepływu w postaci zwężki Parshala i czujnika poziomu z rejestratorem;

Oczyszczalnia wyposażona jest w system automatycznej kontroli i sterowania pracą głównych obiektów technologicznych obejmujący:

- pomiar tlenu rozpuszczonego i temperatury w bloku biologicznym (sondy tlenowe – 3 szt.)
- pomiar pH – 1 szt. (blok biologiczny)
- pomiar redox – 1 szt. (jak wyżej)

- pomiar przepływu ścieków oczyszczonych (zweźka Parshala i przepływomierz ultradźwiękowy)

Na podstawie obserwacji poczynionych w ciągu kilku lat pracy oczyszczalni po modernizacji można wskazać szereg „słabych punktów” układu, sprawiających poważne problemy eksploatacyjne. Do podstawowych mankamentów zalicza się:

- widoczne zniszczenie elementów konstrukcyjnych bloku biologicznego, zwłaszcza przegród wewnętrznych kierujących ruchem ścieków
- zużycie wyposażenia technologicznego oraz wysoką energochłonność zastosowanych urządzeń w pompowni ścieków surowych (która nie była poddana modernizacji w 2001 r.).
- problemy eksploatacyjne z kratami, zarówno rzadkim jak i gęstymi (dotyczy to zwłaszcza okresu zimowego)
- brak automatycznego punktu zlewnego ścieków dowożonych, zapewniającego ewidencję dostawców i monitoring składu tych ścieków
- niekorzystny pojedynczy układ w części biologicznej oczyszczalni, który praktycznie uniemożliwia dokonanie napraw „w ruchu” oczyszczalni
- niewłaściwa konstrukcja (niedostateczna wytrzymałość) przegrody pomiędzy blokiem biologicznym i osadnikami wtórnymi, praktycznie uniemożliwiająca opróżnienie osadników wstępnych
- parametry projektowe bloku biologicznego nie odpowiadają rzeczywistemu obciążeniu oczyszczalni ładunkiem zanieczyszczeń organicznych, co skutkuje niedostateczną wydajnością urządzeń natleniających (w ostatnim czasie dodane zostały m.in. z tego powodu 2 wirniki mamutowe)
- gospodarka osadowa oczyszczalni nie zapewnia odpowiedniego poziomu unieszkodliwiania osadów nadmiernych (brak pełnej tlenowej stabilizacji, brak higienizacji osadu), co praktycznie uniemożliwia przyrodnicze zagospodarowanie tych osadów;
- znaczna uciążliwość zapachowa oczyszczalni, wynikająca przede wszystkim z dużej liczby otwartych kanałów ścieków surowych (w tym piaskownik i odfuszczacze) oraz poletek do składowania/suszenia nie w pełni ustabilizowanego osadu

Powyższe przesłanki w pełni uzasadniają konieczność przeprowadzenia modernizacji istniejących obiektów wraz z rozbudową układu technologicznego w całym zakresie gospodarki ściekowo-osadowej.

5. Bilans ilości ścieków, stężeń i ładunków zanieczyszczeń oraz ilości osadów

Na podstawie wymogów dostępnych materiałów (pkt. 3 - pozycja 4), uzyskano następujące parametry charakterystyczne dopływu ścieków:

Przepływy:

- $Q_{d\acute{s}r} = 4999 \text{ m}^3/\text{d}$ (średni dobowy dopływ)
- $Q_{d\text{max}} = 9190 \text{ m}^3/\text{d}$
- $Q_{h\text{max}} = 500 \text{ m}^3/\text{h}$ (maks. godzinowy dopływ w dobie $Q_{d\text{max}}$)
- $Q_{d_{85}} = 5830 \text{ m}^3/\text{d}$ (przepływ występujący z 85% prawdopodobieństwem)
- $Q_{d_{99}} = 7290 \text{ m}^3/\text{d}$ (przepływ występujący z 99% prawdopodobieństwem)
- $Q_{d_{\text{tyg,max}}} = 6880 \text{ m}^3/\text{d}$ (średni dopływ z maksymalnego tygodnia)

Oczyszczalnia ścieków w Mławie

Ładunki i stężenia w dopływie do oczyszczalni

Tabela 1

Wskaźnik	S _{śr}	S ₈₅	Ł _{śr}	Ł ₈₅
	[g/m ³]	[g/m ³]	[kg/d]	[kg/d]
BZT ₅	865,8	1250	4437,4	6444,8
ChZT	1804	2282,3	9428,2	11633,8
Zawiesiny	638,6	830,7		
Azot ogólny	89,5	106,5	460,9	585,6
Fosfor ogólny	22,6	25,5	119,4	141,9

S_{śr}, Ł_{śr} – średnie ładunki i stężenia w dopływie do oczyszczalni

S₈₅, Ł₈₅ – stężenia i ładunki które pojawiają się w 85% przypadków

Ze względu na silny wpływ ścieków przemysłowych na ilość i skład dopływu do oczyszczalni poniżej zestawiono charakterystyczne parametry ścieków przemysłowych na podst. danych ZWKiOŚ Wod-Kan w Mławie, za rok 2008:

- średni dobowy dopływ ścieków przemysłowych $Q_{dśrP} = 1192 \text{ m}^3/\text{d}$
- średni dobowy ładunek zaniecz. (ChZT) w ściekach przem. $\Lambda_d^{ChZT} = 2721 \text{ kg/d}$

Przy średnim obciążeniu oczyszczalni ładunkiem BZT jej przepustowość wynosi $RLM = 73950$ mieszkańców równoważnych [MR] (przyjmując jednostkowy ładunek BZT – 60 gO₂/MR,d).

W przypadku wartości miarodajnego obciążenia Ł₈₅ (85% wartości), przepustowość oczyszczalni powinna wynosić $RLM = 107400$ MR.

W oparciu o powyższe dane sporządzono bilans ilości i jakości ścieków:

Ilość ścieków

Tabela 2

Parametr	LM	q	Q _{dśr}	N _d	Q _{dmax}	N _h	Q _{hmax}
	[M]	[l/M,d]	[m ³ /d]-		[m ³ /d]	-	[m ³ /h]
Ścieki bytowo-gospodarcze	33000	110	3630	1,4	5082	1,5	317,6
Ścieki przemysłowe	-	-	1300	1,15	1495	1,5	94,4
Wody infiltracyjne (10%)	-	-	493	1,0	493	1,0	20,5
RAZEM			5423	1,3	7070	1,47	431,6
Przyjęto do obliczeń			5500		7100		432

Średnie stężenia i ładunki zanieczyszczeń (przyjęto $RLM = 75000$)

Tabela 3

Wskaźnik jakości	Ładunek jednostkowy s _j [g/Mk,d] *	Ładunek na dopływie $\Lambda = RLM \times s_j$	Stężenie na dopływie $S = \Lambda / Q_{bd} \times 1000$
BZT ₅	60	$\Lambda_{BZT5} = 4500 \text{ kgO}_2/\text{d}$	$Sp_{BZT5} = 818 \text{ gO}_2/\text{m}^3$
ChZT – Cr	120	$\Lambda_{ChZT} = 9000 \text{ kgO}_2/\text{d}$	$Sp_{ChZT} = 1636 \text{ gO}_2/\text{m}^3$
Zawiesina ogólna (Z _{og})	45	$\Lambda_{Zog} = 3375 \text{ kgZ}_{og}/\text{d}$	$Sp_{Zog} = 613 \text{ gZ}_{og}/\text{m}^3$
Azot ogólny (N _{og})	6,8	$\Lambda_{Nog} = 510 \text{ kgN}_{og}/\text{d}$	$Sp_{Nog} = 92,7 \text{ gN}_{og}/\text{m}^3$
Fosfor ogólny (P _{og})	1,5	$\Lambda_{Pog} = 112,5 \text{ kgP}_{og}/\text{d}$	$Sp_{Pog} = 20,5 \text{ gP}_{og}/\text{m}^3$

Oczyszczalnia ścieków w Mławie

Maksymalne dobowe obciążenie oczyszczalni ładunkiem zanieczyszczeń wyrażone liczbą mieszkańców równoważnych wynosi: $(7100 \text{ m}^3/\text{d} \times 818 \text{ g/m}^3) / 60 \text{ g/Mk} = 96800 \text{ RLM}$

Bilans ilości osadów

Bilans ilości osadów przeprowadzono przy założeniu jednostkowej ilości osadu 70 g smo/d,MR (w tym 35 g smo/d,MR jako osady z osadników wstępnych i 35 g smo/d,MR dla osadów z osadników wtórnych). Przyjmując średnią przepustowość oczyszczalni RLM = 75000 średnia dobowo ilość osadów nadmiernych wyniesie 5250 kg smo/d. Do obliczeń części osadowej oczyszczalni uwzględniono rezerwę przepustowości na poziomie 15% - stąd wydajność urządzeń przeróbki osadów powinna wynieść 5950 kg sm/d.

Ilość osadów wstępnych i nadmiernych przedstawia się następująco:

Tabela 4/1

Rodzaj osadu	Masa osadów [kg sm/d]		
	ogólna	mineralna	organiczna
Wstępny	2975	595 (20%)	2380 (80%)
Wtórny (nadmierny biologiczny + inertny +mineralny)	2975	892,5 (30%)	2082,5 (70%)
Razem osady surowe	5950	1487,5	4462,5

Do obliczeń przyjęto:

- masa osadów surowych do przeróbki (ogółem): $G_{os} = 5950 \text{ kg sm/d}$
(w tym: wstępny 2975 kg sm/d + wtórny 2975 kg sm/d)
- uwodnienie osadu wstępnego (po zagęszczeniu w leju osadowym): $W1 = 97\%$
- objętość osadu wstępnego: $V1 = 99,2 \text{ m}^3/\text{d}$
- uwodnienie osadu wtórnego: $W2 = 99\%$
- objętość osadu wtórnego: $V2 = 297,5 \text{ m}^3/\text{d}$
- średnia objętość osadu zmieszanego (wstępny + nadmierny): $V_{os} = 396,7 \text{ m}^3/\text{d}$
- średnie uwodnienie osadu zmieszanego: $W_{os} = 98,5\%$

Tabela 4/2

Parametr (wartości średnie):	Wartość projektowana
- masa osadu nadmiernego (z komór biologicznych) [kg sm/d]	5950 kg sm/d
- koncentracja suchej masy w osadzie nadmiernym [%]	1,5 %
- objętość osadu nadmiernego [m ³ /d]	396,7 m ³ /d
- oczekiwana koncentracja s.m. w osadzie po zag.mech. [%]	5%
- objętość osadu po zagęszczaniu mechanicznym. [m ³ /d]	119 m ³ /d
- masa osadu po stabilizacji tlenowej [kg sm/d]	4760 kg sm/d
- koncentracja s.m. w osadzie po stabilizacji [%]	4%
- objętość osadu po stabilizacji. [m ³ /d]	119 m ³ /d
- koncentracja s.m. w osadzie odwodnionym [%]	22%
- objętość osadu odwodnionego. [m ³ /d]	21,6 m ³ /d
- koncentracja s.m. w osadzie wysuszonym [%]	ok. 90%
- objętość osadu wysuszonego. [m ³ /d]	5,3 m ³ /d

6. Wymagana sprawność urządzeń oczyszczających i wpływ ścieków na odbiornik

Zgodnie Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006r. w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w

Oczyszczalnia ścieków w Mławie

sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. z dnia 31.07.2006), ustalono wymaganą sprawność oczyszczalni oraz ustalono graniczne dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń z uwagi na wymaganą sprawność, przyjmując że oczyszczalnia musi spełnić wymogi jak dla obiektów o przepustowości RLM = 15.000 – 99.999:

Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych

Tabela 5

Wskaźnik	Stężenie na dopływie	Stężenie na odpływie	Sprawność $\%(\eta = (Sp - Sk) / Sp * 100 (\%))$:
BZT ₅	Sp _{BZT5} = 818 gO ₂ /m ³	Sk _{BZT5} = 15 gO ₂ /m ³	$\eta = 98,2\%$
ChZT – Cr	Sp _{ChZT} = 1636 gO ₂ /m ³	Sk _{ChZT} = 125 gO ₂ /m ³	$\eta = 92,4 \%$
Zawiesina ogólna (Z _{og})	Sp _{Zog} = 613gZ _{og} /m ³	Sk _{Zog} = 35 gZ _{og} /m ³	$\eta = 94,3 \%$
Azot ogólny (N _{og})	Sp _{Nog} = 93 gN _{og} /m ³	Sk _{Nog} = 15 gN _{og} /m ³	$\eta = 83,8 \%$
Fosfor ogólny (P _{og})	Sp _{Pog} = 20,5 gP _{og} /m ³	Sk _{Pog} = 2 gP _{og} /m ³	$\eta = 90,2 \%$

6.1. Wpływ ścieków na odbiornik

Odbiornikiem ścieków oczyszczonych jest rzeka Seracz, będąca dopływem Mławki. Odbiornik zaliczany jest do III klasy czystości (wg skali 3-stopniowej obowiązującej do r.2004)

Miarodajny przepływ w odbiorniku SNQ = 0,13 m³/s.

Miarodajny odpływ ścieków z oczyszczalni przyjęto jako równy Q_{hśr} = 5500/24 = 229 m³/h = 0,063 m³/s (ze względu na niewielką nierównomierność godzinową Q_{hmax}/Q_{hśr} < 2).

Z uwagi na brak stałego monitoringu jakości wód odbiornika, przyjęto jako stężenia zanieczyszczeń w rzece Seracz przed wprowadzeniem ścieków wartości pośrednie między II i III klasą czystości (wg skali 3-stopniowej). Obliczenia stężenia zanieczyszczeń w rzece po wprowadzeniu ścieków wyznaczono z bilansu zanieczyszczeń w profilu pełnego wymieszania

$$S'_{rz} = \frac{S_{rz} \cdot Q_{rz} + S_{sc} \cdot Q_{sc}}{Q_{rz} + Q_{sc}}$$

gdzie: S_{rz} – stężenie danego rodzaju zanieczyszczeń w rzece przed wprowadzeniem ścieków

Q_{rz} – miarodajny przepływ w rzece przed wprowadzeniem ścieków (przyjmowany jako średni niski przepływ SNQ)

S_{sc} – stężenie danego rodzaju zanieczyszczeń w ściekach wprowadzanych do odbiornika

Q_{sc} – miarodajny przepływ ścieków (przyjmowany jako Q_{hśr})

Zmiany stężenia podstawowych zanieczyszczeń w odbiorniku po wprowadzeniu ścieków z oczyszczalni w Mławie

Tabela 6

Wskaźnik	Stężenie w rzece powyżej zrzutu ścieków, Srz		Stężenie w ściekach oczyszczonych, Ssc	Stężenie w rzece poniżej zrzutu ścieków, Srz'	
	[g/m ³]	klasa*		[g/m ³]	klasa*
BZT ₅	9,0	IV	15	11,0	IV
ChZT – Cr	45,0	IV	125	71,2	V
Zawiesina ogólna (Z _{og})	40,0	III	35	38,4	III
Azot ogólny (N _{og})	12,5	IV	15	13,3	IV
Fosfor ogólny (P _{og})	0,32	II	2	0,9	IV

* klasa określona wg obowiązującej 5-stopniowej klasyfikacji wód powierzchniowych

Przyjmując powyższe założenia, odprowadzanie ścieków oczyszczonych do poziomu maksymalnego dopuszczalnego stężenia zanieczyszczeń, nie spowoduje pogorszenia aktualnej klasy czystości odbiornika (IV klasa wg obowiązującej klasyfikacji 5-stopniowej). Jedynie w przypadku $ChZT_{Cr}$ nastąpiłoby przekroczenie wartości dopuszczalnej dla IV klasy czystości, co jednak jest mało prawdopodobne, ponieważ wymagane stężenie ChZT w ściekach oczyszczonych, wymagane dla utrzymania IV klasy wynosi 90 g/m³, co z pewnością zostanie uzyskane przy założonym stężeniu BZT w ściekach oczyszczonych na poziomie 15 g/m³.

7. Koncepcja modernizacji linii ściekowej oczyszczalni

7.1. Modernizacja pompowni wstępnej

W chwili obecnej pompy zainstalowane w pompowni wstępnej są znacznie przewymiarowane i charakteryzują się wysoką energochłonnością. W związku z tym proponuje się 2 alternatywne warianty modernizacji ww. obiektu, przy założeniu że w układzie technologicznym wystąpi zbiornik retencyjny, przyjmujący nadmiar ścieków dopływających do oczyszczalni (z pogody deszczowej)

Rozwiązania technologiczne

Wariant P1 – pozostawienie istniejącego układu: krata rzadka + pompownia wstępna

W tym wariantie przewiduje się wymianę istniejących agregatów 250Z2K na 4 agregaty pompowe o wydajności jednostkowej ok. 220 m³/h i wysokości podnoszenia ok. 14 m (np. KSB SEWATEC D 150-315/G z silnikiem 160L4 o mocy 15 kW). Dwa spośród tych agregatów tłoczyłyby ścieki bezpośrednio do projektowanej części mechanicznej oczyszczalni, zaś trzeci – pracowałby w czasie dopływu przekraczającego Q_{max} (432 m³/h), tłocząc nadmiar ścieków do projektowanego zbiornika retencyjnego. Czwarty agregat stanowi rezerwę.

Wymiana pomp wymaga tymczasowego pompowania ścieków bezpośrednio z kanału dopływowego do części mechanicznej (w okresie prac związanych z modernizacją pompowni).

Wariant P2 – instalacja tłoczni ścieków w miejsce pomp istniejących oraz likwidacja krat rzadkich

Ponieważ tłocznia jest obiektem, który dzięki zainstalowanym separatorom części stałych, zabezpiecza pompy przed zniszczeniem przez skratki znajdujące się w ściekach surowych, nie jest konieczne stosowanie kraty rzadkiej przed etapem pompowania ścieków.

W tym wariantie przewiduje się zainstalowanie w komorze suchej pompowni podwójnej tłoczni ścieków (np. KSB SEWASYSTEM, każdy moduł z 2 pompami SEWATEC K 150-315/G z silnikiem 160L4 o mocy 15 kW) o wydajności nominalnej 420 m³/h (przy dwóch pompach pracujących). Jeden z modułów tłoczyłby ścieki bezpośrednio do części mechanicznej oczyszczalni (max. 420 m³/h), drugi – włączałby się w czasie dopływów z pogody deszczowej, i tłoczyłby nadmiar ścieków do zbiornika retencyjnego (zakłada się pracę nominalnie jednej pompy w tłoczni, z wydajnością 210 m³/h). Na rurociągach tłocznych przewiduje się system zasuw i przewiązek umożliwiający naprzemienną pracę modułów tłoczni.

Jednocześnie możliwe jest zlikwidowanie komory krat rzadkich, co pozwoli uniknąć dodatkowego źródła odpadów na oczyszczalni (skratki będą powstawały jedynie przy właściwym mechanicznym oczyszczaniu ścieków). Możliwe też jest doprowadzenie ścieków

surowych do tłoczni przewodem zamkniętym, bezpośrednio z kanału wlotowego (z pominięciem komory mokrej).

Branża konstrukcyjna i budowlana

W zakres prac budowlanych wchodzi:

- dla wariantu P1: adaptacja fundamentów pomp do nowych typów agregatów, naprawa przejść szczelnych przewodów przez przegrody, remont posadzek, renowacja tynków i malowanie ścian i in. w wymaganym zakresie; remont budynku kraty rzadkiej;
- dla wariantu P2: likwidacja fundamentów pomp, wykonanie przejść szczelnych (doprowadzenie ścieków do tłoczni), powiększenie otworów montażowych w stropach; remont posadzek, renowacja tynków i malowanie ścian i in. w wymaganym zakresie;

Branża sanitarna i instalacyjna:

- wymiana istniejących rurociągów na przewody ze stali nierdzewnej; wymiana zasuw klinowych na nożowe, zasuw podlegające stałej obsłudze zostaną wyposażone w napędy elektromagnetyczne
- dla wariantu P1: instalacja modułu dezodoryzacji metodą fotokatalityczną, obsługującego pomieszczenie kraty rzadkiej i komorę mokrą pompowni

7.2. Modernizacja części mechanicznej oczyszczalni

Przyjęto, że istniejące urządzenia do mechanicznego oczyszczania ścieków (krata gęsta, piaskownik poziomy, odłuszczacze) zostaną zastąpione zablokowanym urządzeniem składającym się z: sita gęstego, piaskownika z dodatkową kieszenią tłuszczową oraz systemu płukania piasku. Urządzenie zostanie zlokalizowane przy projektowanym ciągu biologicznym, w budynku parterowym, ocieplonym, nie ogrzewanym.

Rozwiązania technologiczne

Projektuje się obiekt w postaci kontenerowego urządzenia wielofunkcyjnego zlokalizowanego w nowoprojektowanym budynku 1-kondygnacyjnym zintegrowanym z projektowanym blokiem biologicznym, o konstrukcji murowanej o wymiarach wewnętrznych 15x6,5m i wysokości użytkowej 3,5m. Urządzenia technologiczne zostaną umieszczone w żelbetowej wannie pod posadzką budynku. Odpady (skratki i piasek) będą odprowadzane do kontenerów. Wyposażenie technologiczne budynku będą stanowiły:

- A. Urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków – sito gęste zablokowane z piaskownikiem poziomym, napowietrzanym z dodatkową kieszenią tłuszczową, zabudowane w kontenerze ze stali nierdzewnej w wersji ogrzewanej, np. HUBER Rotamat Ro5 BG8,
- przepustowość hydrauliczna robocza 110 l/s, max 120 l/s składające się z:
 - sita gęstego o prześwicie oczek = 3,0 mm
 - piaskownika poziomego napowietrzanego z separatorem piasku i dodatkową kieszenią tłuszczową
 - transportera ukośnego skratek zintegrowanego z prasą skratek i systemem płukania skratek z dodatkowym układem dysz płuczających IRGA (zapewnia on redukcję rozpuszczalnych części organicznych o ok. 85%, redukcję wagi sprasowanych skratek o 30-50%, redukcja objętości sprasowanych skratek o ok. 80%)
 - transportera piasku
 - całość urządzenia zabudowana w kontenerze ze stali nierdzewnej wyposażonym w płaszcz ochronny z ogrzewaniem elektrycznym zabezpieczającym pracę urządzenia do -20°C

B. Płuczka piasku o następujących parametrach:

- wydajność / maks. ilość odwodnionego, zanieczyszczonego piasku: 100 kg/h
- gwarantowana redukcja części organicznych: $\leq 3\%$ strat przy prażeniu
- gwarantowana wydajność separacji: 95% dla ziaren 0,2 mm
- zużycie wody płuczającej: 0,3 m³/h (> 2 bar)

Zapotrzebowanie mocy urządzeń: łącznie ok. 7,5 kW.

Zastosowane rozwiązania (system płukania skratek IRGA, płuczka piasku) zapewniają możliwość składowania skratek i piasku na składowiskach odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne, co zapewnia zgodność z obowiązującymi przepisami krajowymi (p. 3.10.f) oraz kierunkami polityki Unii Europejskiej (p. 3.10.g).

Branża konstrukcyjna i budowlana

Budynek murowany nie ogrzewany o wymiarach wewnętrznych 15x6,0m i wysokości użytkowej 3,5m, ocieplony. W pomieszczeniu należy umieścić belkę o udźwigu 1200 kg. Pod posadzką – wanna żelbetowa o wymiarach ok. 14,6 x 3,4 m i głęb. 2,9 m.

Branża sanitarna

Doprowadzenie wody do płukania sita oraz do płuczki piasku z zakładowej sieci wodociągowej. Urządzenie wymaga podłączenia wody płuczającej GEKA (złącze 1”). Wymagane ciśnienie wody 3 - 5 bar. Przewód należy zabezpieczyć przed przemarzaniem. Przewidywane zużycie wody: maksymalne chwilowe – 7,5 m³/h.

7.3. Modernizacja części biologicznej oczyszczalni – system BARDENPHO

Koncepcja modernizacji części biologicznej oczyszczalni w wariantcie V opiera się na następujących założeniach:

- przewiduje się budowę nowego ciągu oczyszczania biologicznego, zapewniającego uzyskanie wymaganej przepustowości
 - o hydraulicznej: $Q_b = 430 \text{ m}^3/\text{h}$
 - o wynikającej z obciążenia ładunkiem: $RLM = 110.000$ (ładunek dopływający z prawdopodobieństwem 85%)
- do układu technologicznego wprowadza się osadniki wstępne, zaadaptowane z istniejących osadników wtórnych, do których będą doprowadzane ścieki ze zblokowanego urządzenia Huber
- przewiduje się zastosowanie technologii osadu czynnego z kaskadową denitryfikacją i nityfikacją
- przewiduje się adaptację istniejącego reaktora biologicznego na:
 - o zbiornik retencyjny zlokalizowany w komorze defosfatacji
 - o składowisko osadów odwodnionych w komorach nityfikacji i denitryfikacji

7.3.1. Osadniki wstępne

W związku z przewidywanym w tym wariantcie rozwiązaniem gospodarki osadowej przy użyciu procesu fermentacji, projektuje się wprowadzenie do układu technologicznego linii ściekowej osadników wstępnych. Zatrzymany w tych osadnikach łatwo rozkładalny osad organiczny będzie stanowił pożywkę dla bakterii w procesie stabilizacji beztlenowej. Nastąpi jednocześnie zmniejszenie ładunków organicznych i zawiesin dopływających do reaktora biologicznego, co zmniejszy jego wymaganą kubaturę.

Istniejący osadnik wtórny składa się z 3 równoległych komór prostokątnych o wymiarach 4,5 x 36 m i głębokości 4,12 m (w tym 2,45 m stanowi część przepływowa o przekroju prostokątnym, zaś 1,67m – część osadowa o przekroju trapezowym). Powierzchnia rzutu jednej komory wynosi $F_1 = 4,5 \times 36 = 162 \text{ m}^2$. Objętość części przepływowej jednej komory wynosi $V_{P1} = 396 \text{ m}^3$. Objętość części osadowej jednej komory wynosi $V_{O1} = 180 \text{ m}^3$.

Rozwiązania technologiczne:

Zakładając maksymalny godzinowy dopływ do osadnika wstępnego $Q_{h\max} = 432 \text{ m}^3/\text{h}$ obciążenie jednostkowe powierzchni (na 1 komorę) wyniesie:

$$q_F' = \frac{Q_{h\max}}{F_1} = \frac{432}{162} = 2,66 \text{ m}^3/\text{h na 1 komorę}$$

Przy wykorzystaniu 2 komór obciążenie powierzchni wyniesie $q_F = q_F'/2 = 1,33 \text{ m}^3/\text{h}$ (wartość dopuszczalna 1,5).

Czas przepływu przez 1 komorę wyniesie:

$$t_p' = \frac{V_{P1}}{Q_{h\max}} = \frac{396}{432} = 0,92 \text{ h}$$

Przy wykorzystaniu 2 komór czas przepływu wyniesie $t_p = 2 \times 0,92 = 1,83 \text{ h}$ (dla osadników wstępnych przed komorami osadu czynnego minimalny czas przepływu wynosi $t_{\min} = 0,8 \text{ h}$). Z przeprowadzonych obliczeń wynika że do prawidłowej pracy osadników wymagane będzie pozostawienie 2 komór roboczych osadnika.

Przewiduje się wykorzystanie istniejących zgarniaczy oraz pomp zatapialnych do usuwania osadu wstępnego, który będzie odprowadzany do istniejących zagęszczaczy i dalej przerabiany wspólnie z osadami nadmiernymi.

Ze względu na wymagany poziom napełnienia reaktora biologicznego, dla utrzymania grawitacyjnego przepływu ścieków z osadników do rowu cyrkulacyjnego, należy podnieść ściany osadnika (i napełnienie) o ok. 0,70 m.

Przewiduje się hermetyzację osadników wstępnych pokryciami z tworzywa GRP (laminat poliestrowo-szklany) oraz dezodoryzację za pomocą modułu fotokatalitycznego o wydajności ok. 2000 m^3/h (wspólnie z budynkiem mechanicznego oczyszczania ścieków).

Branża konstrukcyjna

Podniesienie ścian osadnika oraz koryt przelewowych o 70 cm. Wzmocnienie ścian zewnętrznych (umożliwienie pracy osadników jako samodzielnych obiektów wypełnionych ściekami).

7.3.2. Reaktor biologiczny

Rozwiązania technologiczne

W wariantcie V modernizacji oczyszczalni ścieków w Mławie przewiduje się zastosowanie technologii oczyszczania metodą osadu czynnego z wydzielonymi strefami nityfikacji i denityfikacji kaskadowej oraz wstępną komorą beztlenową (system BARDENPHO), realizowanej w dwóch niezależnych liniach technologicznych.

Nowoprojektowany reaktor biologiczny będzie zlokalizowany wewnątrz obrysu istniejącego, nie używanego reaktora Promlecz. Przewiduje się wykonanie w całości nowych ścian bocznych zbiornika i przegród wewnętrznych (nie zakłada się renowacji betonów starego zbiornika).

Zakładając, że w osadnikach wstępnych nastąpi zmniejszenie ładunków zanieczyszczeń odpowiednio:

- dla BZT₅ o 25%

Oczyszczalnia ścieków w Mławie

- dla ChZT o 25%
- dla zawiesin ogólnych o 60%

wymagana całkowita kubatura części biologicznej wyniesie $V_{BB} = 7200 \text{ m}^3$.

Każda linia ściekowa będzie się składała z następujących komór działających w układzie pełnego wymieszania:

Komora	Wymiary w planie	Napełnienie	Pojemność użyteczna
- beztlenowa (KB)	8,7 x 9,0 m	3,00 m	263 m ³
- anoksyczna 1 ⁰ (KD1)	17,5 x 10,0 m	2,9 m	507 m ³
- tlenowa 1 ⁰ (KN1)	17,5 x 40,0 m	2,9 m	2030 m ³
- anoksyczna 2 ⁰ (KD2)	17,5 x 6,0 m	2,6 m	273 m ³
- tlenowa 2 ⁰ (KN2)	17,5 x 24,0 m	2,6 m	1092 m ³
RAZEM: $V_{KB} + V_{KD} + V_{KN} =$			4165 m ³

Udział komór denitryfikacji w pojemności części biologicznej wynosi $V_{KD} / (V_{KD} + V_{KN}) = \text{ok.}0,2$.

Komory beztlenowe KB $V=2*263 \text{ m}^3$

- do komory tej doprowadzane będą ścieki po oczyszczeniu mechanicznym oraz osady recyrkulowane z osadników wtórnych; zainstalowane w komorach mieszadła wolnoobrotowe zapewniają wymieszanie ścieków dopływających z zawartością komory i osadem recyrkulowanym oraz przepływ ich do komory denitryfikacji (anoksycznej 1⁰)
- w warunkach beztlenowych (brak instalacji napowietrzającej) następuje w komorze uwalnianie fosforanów przez mikroorganizmy w osadzie czynnym recyrkulowanym, fosforany te z większą intensywnością będą ponownie pochłonięte przez osad czynny w komorach tlenowych;

Dopływ ścieków surowych oraz osadów recyrkulowanych zostały rozdzielone, tak że możliwe jest wydzielenie strefy predenitryfikacji recyrkulatu od strefy beztlenowej defosfatacji.

Na odpływie z komory beztlenowej zaprojektowano rurociąg obiegowy wyposażony w zastawkę uchylną, umożliwiającą skierowanie części ścieków bezpośrednio do drugiego stopnia ciągu technologicznego.

Wyposażenie technologiczne komory: przyjęto 1 mieszadło zanurzalne hyperboidalne na każdą komorę, typ HyperClassic o średnicy $\varnothing 2,00 \text{ m}$ z silnikiem $N_s=1,1 \text{ kW}$. Mocowanie mieszadeł – do pomostu technologicznego.

Dopuszcza się również wykonanie komory beztlenowej jako wspólnej dla obu linii technologicznych.

Komory denitryfikacji KD1 $V=2*507 \text{ m}^3$

- do komory anoksycznej dopływają ścieki z komory beztlenowej oraz bogata w azotany mieszanina ścieków i osadu czynnego z komory tlenowej KN1 (recyrkulacja wewnętrzna)
- w warunkach niedotlenionych zachodzi redukcja azotanów do azotu gazowego, który ulatnia się do atmosfery; mieszanie zawartości komory oraz przepływ do komory tlenowej zapewniają mieszadła wolnoobrotowe;

Wyposażenie technologiczne komory: przyjęto 1 mieszadło zanurzalne hyperboidalne na każdą komorę, typ HyperClassic o średnicy $\varnothing 2,50 \text{ m}$ z silnikiem $P=3,0 \text{ kW}$. Mocowanie mieszadeł – do pomostu technologicznego. W przegrodach pomiędzy komorami KD1 i KN1

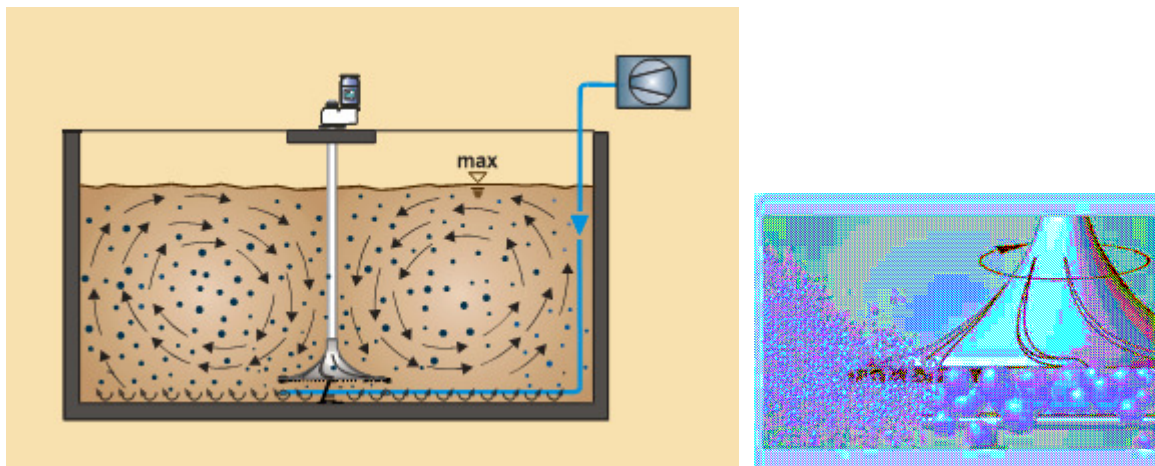
zaprojektowano mieszadła tłoczące do recyrkulacji wewnętrznej ścieków zawierających azotany.

Wymagana wydajność pomp recyrkulacyjnych powinna zapewnić ogółem do 300% recyrkulacji w stosunku do średniego dziennego dopływu. Zaprojektowano po 1 pompie recyrkulacyjnej w każdym ciągu o wydajności $120 \text{ dm}^3/\text{s}$, z silnikiem $N_s = 3,0 \text{ kW}$.

Komory nityfikacji KN1 $V=2*2800\text{m}^3$

- do komory dopływają ścieki z komory anoksycznej, zawierające duże ładunki zanieczyszczeń organicznych i azotu amonowego, które są mieszane z zawiesiną osadu czynnego;
- w warunkach tlenowych, dzięki napowietrzaniu komory sprężonym powietrzem przez system rusztów współpracujących z mieszadłami HyperClassic następuje pochłanianie węgla organicznego przez mikroorganizmy osadu czynnego oraz utlenianie azotu amonowego do azotanowego (nityfikacja)
- na końcu komory tlenowej zostanie zainstalowana pompa recyrkulacyjna, wypompowująca mieszaninę osadu czynnego i ścieków bogatych w azotany do początkowej sekcji komory anoksycznej (KD1) – recyrkulacja wewnętrzna w ilości do 300% w stosunku do ilości ścieków dopływających do ciągu biologicznego;

Przyjęto system napowietrzania drobnopęcherzykowego za pomocą systemu HCMA (Hyper-Classic Mixing and Aeration). System taki składa się z mieszadła hiperboidalnego (Hyper Classic), pod którym umieszczony jest perforowany przewód powietrzny (ruszt). Dostarczone do rusztu sprężone powietrze, przedostaje się do wody w postaci dużych pęcherzyków i natychmiast jest rozbijane przez mieszadło na drobne pęcherzyki. Dzięki temu efektywność wykorzystania tlenu jest w tym układzie praktycznie taka sama jak w przypadku dyfuzorów membranowych ($2 - 3 \text{ kgO}_2/\text{kWh}$), zapewnione jest dobre wymieszanie zawartości komory przy niskim zużyciu energii (2 W/m^3), nie występuje zjawisko zużywania dyfuzorów (gruba perforacja rusztu zapobiega zatykaniu), nie występują aerozole w otoczeniu komór napowietrzanych. Współczynnik przeliczeniowy wykorzystania tlenu z wody na ścieki jest bardzo wysoki i wynosi $\alpha > 0,9$.



Rys. Schemat systemu napowietrzania z mieszadłem hiperboidalnym

Na wyposażeniu komór znajdują się po 2 mieszadła Hyper Classic o średnicy $\text{Ø}2,5 \text{ m}$ z silnikiem 11 kW wraz z rusztami napowietrzającymi. Doprowadzenie sprężonego powietrza przewiduje się z budynku sprężarek, po zainstalowaniu tam nowych dmuchaw (zgodnie z doborem na końcu rozdziału).

Komory denityfikacji KD2 $V=2*273\text{m}^3$

- funkcja technologiczna tej komory polega na dodatkowej denitryfikacji (w ściekach dopływających z komory tlenowej KN1 jest wciąż znaczna koncentracja azotu azotanowego), która zachodzi w warunkach niedotlenienia (brak napowietrzania);
- cyrkulacja zawartości komory jest możliwa dzięki zainstalowaniu mieszadeł wolnoobrotowych;

Wyposażenie technologiczne komory: przyjęto 2 mieszadła zanurzalne hyperboidalne na każdą komorę, typ HyperClassic o średnicy $\varnothing 2,00$ m z silnikiem $P=0,55$ kW. Mocowanie mieszadeł – do pomostu technologicznego. W przegrodach pomiędzy komorami KD1 i KN1 zaprojektowano mieszadła tłoczące do recyrkulacji wewnętrznej ścieków zawierających azotany.

Wymagana wydajność pomp recyrkulacyjnych powinna zapewnić ogółem do 300% recyrkulacji w stosunku do średniego dziennego dopływu. Zaprojektowano po 1 pompie recyrkulacyjnej w każdym ciągu o wydajności $90 \text{ dm}^3/\text{s}$, z silnikiem $N_s = 3,0$ kW.

Komory nitryfikacji KN2 $V=2*1092\text{m}^3$

- w komorze tlenowej KN2 ścieki są dalej intensywnie mieszane i napowietrzane, co zwiększa efekt usuwania azotu gazowego do atmosfery oraz zapobiega wtórnemu wytrącaniu fosforu w osadniku wtórnym;

Charakterystyka systemu napowietrzania – analogicznie do komory KN1.

Projektuje się po 2 mieszadła Hyper Classic o średnicy $\varnothing 2,5$ m z silnikiem 7,5 kW na każdy ciąg.

W celu zapewnienia stabilnej dostawy sprężonego powietrza do komór nitryfikacji przewiduje się że każda komora KN będzie zasilana w sprężone powietrze z odrębnej dmuchawy. Zapotrzebowanie powietrza dla komór KN1 wynosi $1688 \text{ Nm}^3/\text{h}$, zaś dla komór KN2 – $1259 \text{ Nm}^3/\text{h}$ (na każdy ciąg). Dla komór KN1 dobrane zostały 2 dmuchawy o wydajności $28,1 \text{ Nm}^3/\text{min}$ ($N_s = 37$ kW), zaś dla komór KN2 - 2 dmuchawy o wydajności $20,9 \text{ Nm}^3/\text{min}$ ($N_s = 30$ kW). Dmuchawy należy zlokalizować w istniejącym budynku dmuchaw, przewidując dodatkowo 1 dmuchawę rezerwową o wydajności $28 \text{ Nm}^3/\text{min}$ (37kW).

Obliczenia systemu napowietrzania

- całkowite zapotrzebowanie na tlen w komorach nitryfikacji (średnie dobowe temp. 20^0C , na podstawie obliczeń technologicznych – załącznik): $OV_{d20} = 5906 \text{ kgO}_2/\text{d}$
- średnie godzinowe zapotrzebowanie na tlen:

$$SOTR_{20} = \frac{1}{\alpha} \frac{C_{20}}{\beta C_p - C_L} \frac{OV_d}{24} = 360 \text{ kgO}_2/\text{h}$$

gdzie: α – współczynnik redukcji efektywności systemu napowietrzającego w ściekach w stosunku do czystej wody, dla projektowanego systemu przyjęto $\alpha = 0,9$

β – współczynnik redukujący dla rozpuszczalności tlenu w ściekach (dla ścieków bytowo-gospodarczych $\beta = 0,98$)

C_{20} – stężenie tlenu w stanie nasycenia w temp. 20^0C (przyjęto $9,17 \text{ gO}_2/\text{m}^3$)

C_p – stężenie tlenu w stanie nasycenia w temp. procesu (przyjęto jak dla 20^0C - $9,17 \text{ gO}_2/\text{m}^3$)

C_L – wymagane stężenie tlenu w komorze reakcji (przyjęto $2,0 \text{ gO}_2/\text{m}^3$)

- zapotrzebowanie na tlen w poszczególnych komorach (przy założeniu 60% ładunku rozkładanego w 1^0 i 40% ładunku dopływającego do 2^0) – w jednym ciągu
 - $SOTR_{KN1} = 0,6 \times 460 / 2 = 108 \text{ kgO}_2/\text{h}$

$$- \text{SOTR}_{\text{KN2}} = 0,4 \times 460 / 2 = 72 \text{ kgO}_2/\text{h}$$

- zdolność wykorzystania tlenu z powietrza:

$$OC_H = OC_h \cdot H$$

gdzie: H – głębokość zanurzenia dyfuzorów, m (KN1 – H = 2,9 m; KN2 – H = 2,6 m)

OC_h – współczynnik wykorzystania tlenu z powietrza, dla dobranego systemu przyjmuje się $22 \text{ gO}_2/\text{Nm}^3, \text{m}$

$$OC_H^{\text{KN1}} = 2,9 \times 22 = 63,8 \text{ gO}_2/\text{Nm}^3$$

$$OC_H^{\text{KN2}} = 3,7 \times 22 = 57,2 \text{ gO}_2/\text{Nm}^3$$

- zapotrzebowanie powietrza (dla jednego ciągu):

$$\text{KN1: } Q_p = \frac{\text{SOTR}_{20}}{OC_H^{\text{KN1}}} = \frac{108}{0,0638} = 1688 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$\text{KN2: } Q_p = \frac{\text{SOTR}_{20}}{OC_H^{\text{KN2}}} = \frac{72}{0,0572} = 1259 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

- całkowite zapotrzebowanie mocy w komorach napowietrzania (przy założeniu efektywności natleniania $2 \text{ kgO}_2/\text{kWh}$)

$$\text{KN1: } P_{\text{KN1}} = \frac{108}{2,0} = 54 \text{ kW}$$

$$\text{KN2: } P_{\text{KN2}} = \frac{72}{2,0} = 36 \text{ kW}$$

- uwzględniając moc dostarczoną do komór przez dmuchawy (KN1 – 31,3 kW; KN2 – 24 kW) zapotrzebowanie mocy mieszadeł HC wyniesie:

$$\text{KN1: } P_{\text{HC}} = 54 - 36 = 18 \text{ kW}$$

$$\text{KN2: } P_{\text{HC}} = 36 - 25 = 11 \text{ kW}$$

stąd: dobrano po 2 mieszadła o mocy silnika 11 kW dla każdej komory KN1 oraz 2 mieszadła z silnikiem 7,5 kW dla każdej komory KN2.

Branża konstrukcyjna

Wykonanie reaktora biologicznego w konstrukcji żelbetowej monolitycznej. Wymiary całkowite w planie $80 \times 35 \text{ m}$ (KN, KD) + $17,5 \times 9 \text{ m}$ (KB), średnia wysokość ścian – 3,5 m. Wyposażenie zbiornika – ściany działowe żelbetowe, pomosty stalowe.

7.3.3. Osadniki wtórne

Rozwiązania technologiczne

Ścieki z reaktora biologicznego będą odpływały do 2 osadników wtórnych radialnych, pracujących w układzie równoległym. Z uwagi na zastosowanie zbiornika retencyjnego przyjęto w obliczeniach, że dopływ do osadnika w czasie trwania deszczu nie przekroczy $500 \text{ m}^3/\text{h}$.

Zaprojektowano osadniki o średnicy $\text{Ø}18,0 \text{ m}$.

Wymagana wysokość miarodajna osadnika (w odległości 2/3 od rury centralnej) – 3,80 m.

Całkowita głębokość osadnika – przyjęto 5,0 m.

Osadniki zostaną wykonane w konstrukcji żelbetowej monolitycznej, częściowo zagłębionej w ziemi.

Doprowadzenie ścieków do osadników poprzez komorę rozdziału KR o konstrukcji żelbetowej i wymiarach $1,5 \times 1,5 \text{ m}$ wyposażoną w zastawki komorowe o szer. 0,30 m i dalej rurami $\text{Ø}300 \text{ mm}$ ze stali nierdzewnej do kolumny centralnej osadnika. Odprowadzenie

ścieków oczyszczonych z koryta przelewowego – przewodem $\varnothing 300$ mm ze stali nierdzewnej do studzienki zbiorczej. Odprowadzenie osadów – z dna osadnika przewodem $\varnothing 200$ mm ze stali nierdzewnej do studzienki zbiorczej. Odprowadzenie części pływających – przewodem $\varnothing 150$ mm ze stali nierdzewnej do studzienki zbiorczej połączonej ze studzienką odprowadzającą osady. Przewiduje się ogrzewanie toru bieżni za pomocą drutu elektrooporowego (szacunkowa moc 16 W/mb).

Wyposażenie technologiczne osadnika stanowi komplet pochodzący od jednego dostawcy i zawiera:

- pomost ze zgarniaczem radialnym
- koryto zbiorcze ścieków oczyszczonych (przelew pilasty) o wydajności obliczeniowej $250 \text{ m}^3/\text{h}$ i maksymalnej $360 \text{ m}^3/\text{h}$; wysokość zębów przelewu – $h = 100$ mm, liczba zębów przelewu – ok. 100 szt.
- zrzut części pływających;
- system doprowadzenia ścieków (dyfuzor lub deflektor)
- system czyszczenia koryt i ew. bieżni (szczotki)

Wszystkie elementy wyposażenia mające kontakt ze ściekami muszą być wykonane ze stali nierdzewnej. Pozostałe elementy dopuszcza się w wykonaniu ze stali ocynkowanej ogniowo lub stopów aluminium.

Branża konstrukcyjna:

Wykonanie korpusu osadników – konstrukcja żelbetowa monolityczna. Wykonanie barierok wokół osadnika. Z uwagi na trudne warunki gruntowe przewiduje się wymianę gruntu w obszarze lokalizacji osadników, na powierzchni ok. 600 m^2 .

7.3.4. Pompownia osadu recykulowanego

Rozwiązania technologiczne

W pobliżu osadników wtórnych, w obrębie istniejącej komory Promlecz, przewiduje się lokalizację pompowni osadów odprowadzanych z dna osadników wtórnych. Projektuje się pompownię konstrukcji żelbetowej monolitycznej, o głębokości ok. 3,0 m. Powierzchnia zabudowy $5,0 \times 7,0$ m. Pompownia będzie podzielona na 2 komory:

- mokrą, odbierającą osad o wymiarach $2,0 \times 7,0$ m,
- suchą, będącą pomieszczeniem dla pomp – o wymiarach $3,0 \times 7,0$ m.

W pompowni zostaną zamontowane 2 pompy recykulacji osadu o wydajności ok. $300 \text{ m}^3/\text{h}$ każda, np. KSB SEWATEC D 150-315/G z silnikiem 160L4 o mocy 15 kW (robocza + rezerwowa, mogą też pracować łącznie w zależności od wymaganego stopnia recykulacji) i wysokości podnoszenia 10 m. Raz na dobę poprzez przełączenie zasuw na rurociągach tłocznych, jedna z pomp będzie wypompowywała osad nadmierny do istn. zagęszczaczy.

Branża konstrukcyjna

Wykonanie komory pompowni w konstrukcji żelbetowej monolitycznej z płytą przykrywającą żelbetową. Wymiary całkowite w planie 5×7 m, głębokość całkowita – 3,5 m.

7.4. Zbiornik retencyjny ścieków pogody deszczowej

Rozwiązania technologiczne

Z uwagi na pewien udział kanalizacji ogólnospławnej w systemie kanalizacyjnym Mławy oraz widoczny wzrost ilości dopływających do oczyszczalni ścieków w czasie pogody deszczowej, przewiduje się zbiornik retencyjny ścieków surowych, do którego będą przetłaczane ścieki przy dopływach powyżej $Q_{h\max} = 432 \text{ m}^3/\text{h}$.

Jako podstawowy zbiornik retencyjny przewiduje się wykorzystanie istniejącej komory defosfatacji.

Całkowita pojemność retencyjna komory (przy założeniu napełnienia 3,2 m):

$$V_{ret} = 36 \times 15 \times 3,2 = 1728 \text{ m}^3$$

pozwała na zgromadzenie nadmiernego dopływu w ilości $Q_{nadm} = 210 \text{ m}^3/\text{h}$ (wydajność pompy przepływu burzowego) z okresu 8 godzin (przy stałym dopływie).

Przyjmując, że w czasie nadmiernego dopływu do oczyszczalni, część biologiczna pracuje przy maksymalnym obciążeniu hydraulicznym (432 m³/h), maksymalny dopływ dobowy możliwy do przyjęcia przez oczyszczalnię wynosi:

$$Q_{dmax}^{burz} = 24 \times 432 + 1728 = 12096 \text{ m}^3/\text{d}$$

Jest to wartość 30% większa od maksymalnego dopływu dobowego zaobserwowanego w latach 2007-2009.

W zbiorniku należy zamontować strumienice mieszająco-napowietrzające oraz pompę opróżniającą. Szacunkowe zapotrzebowanie mocy napędów – 25 kW.

7.5. Punkt zlewny ścieków dowożonych

Rozwiązania technologiczne

Projektuje się na terenie oczyszczalni hermetyczny punkt zlewny ścieków dowożonych w postaci kontenerowej stacji zlewczej (np. typ STZ-201 produkcji ENKO Gliwice), która wyposażona jest w złącze strażackie na wężu elastycznym do podłączenia wozu asenizacyjnego, panel identyfikacyjny, umożliwiający identyfikację i rejestrację dostawców nieczystości płynnych, zasuwę otwieraną automatycznie po dokonaniu identyfikacji dostawcy; przepływomierz, moduł kontrolny (pomiar temperatury, pH i konduktancji ścieków), układ płuczący, mikroprocesorowy panel sterujący.

Stacja zlewna będzie zlokalizowana w pobliżu istniejącej kraty rzadkiej, kanał odprowadzający ścieki dowożone będzie podłączony bezpośrednio do kanału wlotowego do pompowni.

Przyjęte rozwiązanie zapewnia zgodność z wymogami Rozporządzenia Min. Infrastruktury z dnia 17 paźdz. 2002 r w sprawie warunków wprowadzania nieczystości ciekłych do stacji zlewnych (Dz.U. Nr 188 poz. 1576).

Branża konstrukcyjna:

Przygotowanie podłoża (płyta betonowa) pod kontener punktu zlewnego.

8. Modernizacja gospodarki osadowej

Sposób przeróbki i zagospodarowanie osadów powstających podczas oczyszczania ścieków jest jednym z najtrudniejszych zagadnień, z jakimi spotykają się eksploatorzy oczyszczalni. Integracja z Unią Europejską wymusza konieczność przyjęcia unijnych przepisów ochrony środowiska powodują ciągle poszukiwania nowych rozwiązań dotyczących osadów tak, aby sprostać założeniom idei zrównoważonego rozwoju.

Do najczęściej wykorzystywanych obecnie sposobów postępowania z osadami należy:

- odwadnianie mechaniczne,
- kompostowanie i wykorzystywanie osadów jako nawóz, a także do rekultywacji gleb,
- mineralizacja beztlenowa,
- mineralizacja tlenowa,
- suszenie i składowanie w stanie przetworzonym,
- utylizacja termiczna.

Metody obróbki osadów pozwalających na ich rolnicze wykorzystanie zgodnie z dyrektywą UE obejmują:

Zaawansowane metody obróbki osadów:

- Termiczna obróbka osadów zapewniająca osiągnięcie przez osad temperatury $> 80^{\circ}\text{C}$ przy redukcji zawartości wilgoci do poziomu $< 10\%$ przy zachowaniu aktywnego działania wody około 0,90 w ciągu pierwszej godziny obróbki,
- Aerobowa stabilizacja termofilowa w temperaturze, co najmniej 55°C przez 20 godzin, bez stosowania domieszek i przerw w procesie,
- Termiczna obróbka ciekłej zawiesiny przez minimum 30 minut w 70°C poprzedzona mezofilową fermentacją anaerobową w temperaturze 35°C przy średnim czasie retencji 12 dni,
- Kondycjonowanie wapnem do osiągnięcia i utrzymania $\text{pH} = 12$ lub więcej, oraz temperatury, co najmniej 55°C przez 2 godz.
- Kondycjonowanie wapnem do osiągnięcia i utrzymania $\text{pH} = 12$ lub więcej przez 3 miesiące. Proces powinien być początkowo oceniany poprzez redukcję bakterii takich jak Salmonella Seftenberg.

Konwencjonalne metody obróbki osadów:

- Termofilowa fermentacja anaerobowa w temperaturze, co najmniej 55°C przy średnim czasie retencji 20 dni,
- Kondycjonowanie wapnem zapewniające homogenizację mieszaniny wapna i osadu, która powinna mieć $\text{pH} > 12$ zaraz po wapnowaniu i zachować je, co najmniej 24 godziny,
- Mezofilowa fermentacja anaerobowa w temp. 35°C przy średnim czasie retencji 30 dni,
- Intensywna aeracja w temperaturze otoczenia, bez dodatków i przerw w procesie obróbki osadu,
- Jednoczesna stabilizacja aerobowa w temperaturze otoczenia,

Spośród prezentowanych metod postępowania z osadami jedynie metody zaawansowane pozwalają na uzyskanie pełnowartościowego i bezpiecznego pod względem sanitarnym osadu, który może być wykorzystywany do celów rolniczych.

W ramach niniejszego opracowania proponuje się stabilizację osadów metodą tlenowo-beztlenową z wykorzystaniem procesu autotermicznej termofilowej stabilizacji osadów ATPT oraz suszenie ustabilizowanego osadu w suszarniach solarnych. W tym przypadku celem zastosowania suszenia osadów jest zmniejszenie jego objętości. Wysuszony osad nie ulega ponownemu uwadnianiu jest bezpieczny pod względem sanitarnym, posiada wysoką wartość nawozową i jest łatwy do aplikacji na gruntach rolniczych. Pomimo wykorzystania ciepła słonecznego jako zasadniczego czynnika grzejącego, suszarnie wymagają doprowadzenia dodatkowego ciepła np. ze spalania paliw kopalnych lub biogazu, szczególnie w okresie zimy. W celu usprawnienia procesu przeróbki osadów przewidziano również przebudowę stacji odwadniania osadów w skład, której wchodzi następujące elementy.

- Zagęszczacze grawitacyjne osadu nadmiernego 2 szt. o średnicy 7,5 m,
- Budynek prasy filtracyjnej o wymiarach 10 x 6m,

W oczyszczalniach ścieków, w celu modernizacji istniejących lub projektowania nowych linii osadowych instalacje autotermicznej termofilowej stabilizacji osadów ATPT można zastosować również jako wstępne systemy przed konwencjonalnymi komorami fermentacyjnymi i wykorzystać je do dezynfekcji osadu przed komorą fermentacyjną.

Zaletą metody ATPT i beztlenowej stabilizacji osadów jest wyraźnie mniejsze zapotrzebowanie na pojemność komór fermentacyjnych, których praktycznie nie trzeba podgrzewać, ponadto uzyskany w procesie fermentacji biogaz charakteryzuje się niską zawartością siarki. Osad po procesie ATPT jest nie tylko zhygienizowany ale także wykazuje zwiększoną produkcją biogazu oraz łatwiej ulega odwodnieniu. W rezultacie otrzymujemy osad w pełni ustabilizowany nie podlegający wtórnemu zagniwaniu, zhygienizowany nie zawierający zanieczyszczeń bakteriologicznych, nie ulegający wtórnemu nawodnieniu w okresie składowania, nadający się do bezpośredniego zastosowania w rolnictwie lub do innych celów przyrodniczych.

8.1 Instalacja zagęszczania i odwadniania osadów

W ramach przebudowy instalacji zagęszczania i odwadniania osadu przewiduje się powiększenie istniejącego budynku technologicznego do wymiarów 10 x 9 m, wymianę prasy filtracyjnej na wirówkę dekantacyjną wraz ze stacją przygotowania i dawkowania polielektrolitu, zainstalowanie 2 wirówek zagęszczających oraz zamontowanie mieszadeł wolnoobrotowych w istniejących zagęszczaczach osadu.

8.1.1 Instalacja mechanicznego zagęszczania osadów

Do obliczeń instalacji zagęszczania przyjęto następujące założenia:

- koncentracja suchej masy w osadzie zagęszczonym grawitacyjnie 1,0 - 2,5%,
- objętość osadu zagęszczonego grawitacyjnie do 2,5%; $V = 238 \text{ m}^3$,
- objętość osadu zagęszczonego grawitacyjnie do 1%; $V = 595 \text{ m}^3$,
- wymagane uwodnienie osadu zagęszczonego: $W = 95\%$,
- czas pracy instalacji: $T_z = 12 \text{ h/d}$ i $7 \text{ d/tydz} = 84 \text{ h/tydz}$,

Parametry instalacji zagęszczającej:

- wydajność masowa: $G_m = 7 \cdot 5950 / 84 = 496 \text{ kg sm/h}$,
- wydajność hydrauliczna min: $G_h = 7 \cdot 238 / 84 = 19,8 \text{ m}^3/\text{h}$ osadu,
- wydajność hydrauliczna max: $G_h = 7 \cdot 595 / 84 = 49,6 \text{ m}^3/\text{h}$ osadu,
- objętość osadu zagęszczonego: $V_{oz} = 119 \text{ m}^3/\text{d}$,
- objętość odcieków (filrtatu) po zagęszczaniu: $V_{fz} = 119 \text{ m}^3/\text{d}$,

Rozwiązania technologiczne:

Projektuje się rozbudowę i rozszerzenie funkcji technologicznej budynku, pełniącego obecnie funkcję stacji odwadniania osadów, o instalację mechanicznego zagęszczania osadów opartą na wirówkach zagęszczających np. ALDEC 60 firmy ALFA LAVAL. W skład instalacji zagęszczającej wchodzi:

- 2 wirówki zagęszczające o wydajności każdej $25 \text{ m}^3/\text{h}$ osadu i 250 kg sm/h ; silnik $N_s = 37 \text{ kW}$,
- 2 pompy nadawy osadu: dobrano pompę śrubową o wydajności $8\text{-}40 \text{ m}^3/\text{h}$ przy sprężu 2 bary; silnik $N_s = 7,5 \text{ kW}$;
- 2 pompy odbioru osadu: dobrano pompę śrubową o wydajności $4\text{-}18 \text{ m}^3/\text{h}$ przy sprężu 2 bary; silnik $N_s = 4,0 \text{ kW}$;
- Stacja przygotowania polielektrolitu trzykomorowa – automatyczna,
- Szafa sterownicza, układ automatyki i sterowania,

Branża konstrukcyjna:

Wykonanie fundamentów pod „nogi” wirówek – zgodnie z rysunkami technologicznymi.
Wykonanie belki jezdnej wciągarki linowej, udźwign ok. 2 t.

8.1.2. Instalacja mechanicznego odwadniania osadów

Do obliczeń instalacji odwadniania przyjęto następujące założenia:

- koncentracja suchej masy w osadzie ustabilizowanym ok. 4%
- objętość osadu ustabilizowanego: $V_3 = 119 \text{ m}^3/\text{d}$
- wymagane uwodnienie osadu odwodnionego: $W_{oz} = 78\%$
- czas pracy instalacji: $T_z = 12 \text{ h/d}$ i $7 \text{ d/tydz} = 84 \text{ h/tydz}$

Parametry instalacji odwadniającej:

- wydajność masowa: $GZ = 7 \cdot 4760 / 84 = 397 \text{ kg sm/h}$
- wydajność hydrauliczna: $VZ = 7 \cdot 119 / 84 = 9,9 \text{ m}^3/\text{h}$ osadu ustabilizowanego
- objętość osadu zagęszczonego: $V_{oz} = 21,6 \text{ m}^3/\text{d}$
- objętość odcieków (filtratu) po zagęszczaniu: $V_f = 97,4 \text{ m}^3/\text{d}$

Projektuje się mechaniczne odwadnianie osadów z zastosowaniem wirówki dekantacyjnej np. ALDEC G2 60 firmy ALFA LAVAL. W skład instalacji odwadniającej wchodzi:

- Wirówka dekantacyjna np. Aldec G2 60 o wydajności $13,9 \text{ m}^3/\text{h}$ osadu i 556 kg sm/h ; silnik $N_s = 37 + 7,5 \text{ kW}$,
- szafa sterownicza (z niezbędną aparaturą i falownikami do głównego silnika i pomocniczego wirówki, pompy nadawy i polimeru)
- pompa nadawy o wydajności $4 - 18 \text{ m}^3/\text{h}$, mocy 4 kW (silnik przystosowany do sterowania za pomocą przetwornicy),
- stacja polimeru proszkowego, przepływowa trójkomorowa
- pompy polimeru o mocy $0,75 \text{ kW}$ (silnik przystosowany do sterowania za pomocą przetwornicy)
- przenośnik ślimakowy odbierający osad z wirówki ($2,2 \text{ kW}$),

8.1.3 Pompownia wody technologicznej – ścieków oczyszczonych

W celu zgromadzenia zapasu wody na potrzeby technologiczne instalacji przeróbki osadów i dezodoryzacji przewidziano adaptację istniejącej pompowni osadu recykulowanego na zbiornik wody technologicznej z hydroforem zamontowanym w części suchej zbiornika.

8.2 Stabilizacja tlenowo-beztlenowa i suszenie solarne osadów

Fermentacja metanowa jest procesem wielofazowym, w którym w fazie pierwszej bakterie hydrolityczne za pomocą enzymów zewnątrzkomórkowych rozkładają nierozpuszczalne związki organiczne osadów (celuloza, ligniny, białka, tłuszcze) do związków rozpuszczalnych w wodzie, takich jak kwasy tłuszczowe, alkohole, amoniak itd. W fazie II bakterie kwasowe rozkładają związki rozpuszczalne do prostych kwasów organicznych takich jak: kwas octowy, kwas propionowy, wodór i dwutlenek węgla (tzw. fermentacja kwaśna). Metabolity fermentacji kwaśnej są substratem fazy III dla bakterii heterotroficznych (kwas octowy) oraz dla bakterii metanowych autotroficznych (wodór i dwutlenek węgla). Produktem metabolizmu bakterii metanowych jest metan, dwutlenek węgla i woda. W większości przypadków bakterie te limitują szybkość procesu fermentacji osadów, oznacza to, że są wolniejsze od bakterii fazy kwaśnej. Należy proces prowadzić tak, aby kwasowe bakterie nie zdominowały komory fermentacji. Osiąga się to poprzez ograniczenie doprowadzenia świeżego osadu (pokarmu). Bakterie metanowe są bardzo wrażliwe na: temperaturę, odczyn, zawartość substancji toksycznych oraz namnażają się

bardzo wolno. Bakterie metanowe są łatwe do „przytruci” lub nawet zabicia, a bardzo trudne do wzrostu i namnażania.

Zaletą procesu fermentacji, oprócz stabilizacji osadów jest produkcja palnego gazu. Gaz fermentacyjny zawiera około 70% metanu i około 30% dwutlenku węgla. Fermentację można prowadzić w układzie jednostopniowym (bez lub z odzyskiem gazu), lub w układzie wielostopniowym (z odzyskiem gazu).

Podstawowymi wielkościami wpływającymi na przebieg procesu fermentacji jest kontrola ilości i częstotliwości doprowadzania osadu surowego, intensywność mieszania, odczyn, zawartość kwasów lotnych i zasadowość, temperatura, substancje toksyczne, produkcja gazu. Czas przebywania w komorze fermentacji gwarantujący minimalną stabilizację osadu zwykle określa się jako 38% obniżki suchej masy organicznej i zależy on od temperatury. W fermentacji mezofilowej można doprowadzać nie rzadziej niż 6 razy w ciągu doby, zaś podczas fermentacji termofilowej częstotliwość zasilania osadem jest wyższa. Intensywność mieszania zawartości komór fermentacyjnych zależy od temperatury fermentacji (wyższa T – intensywność mieszania większa). Do mieszania osadu w komorach filtracyjnych stosuje się: pompy wirowe, mieszacze mechaniczne zewnętrzne lub wewnętrzne, sprężony gaz fermentacyjny oraz systemy mieszane.

Technologia beztlenowej stabilizacji osadu może być stosowana w wielu konfiguracjach:

- mezofilowa ($T=30-38\text{ }^{\circ}\text{C}$, czas fermentacji $t=25$ do 27 dni)
- termofilowa ($T=45-58\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t=17-20$ dni)
- termofilowo ($T=45-58\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t=5-8$ dni) – mezofilowa ($T=30-38\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t=16$ do 18 dni)

Najczęściej dotychczas stosowana fermentacja mezofilowa wymaga dość dużych pojemności komór z uwagi na czas przetrzymania osadu ok. 30 dni. Ponadto układ nie zapewnia pełnej stabilizacji osadów pod względem aktywności mikrobiologicznej. Fermentacja termofilowa ze względu na wymaganą temperaturę procesu pod względem energetycznym jest najmniej efektywna. W okresach niskich temperatur mogą pojawić się deficyty biogazu, co zwiększa nakłady eksploatacyjne.

W przypadku przeciążenia komory fermentacyjnej wybiera się czas przetrzymywania zgodnie z wymaganiami dla rozkładu substancji organicznych. Zwykle uzyskiwane temperatury znajdują się w zakresie mezofilnym ($\sim 35^{\circ}\text{C}$), tak więc ciepło wspomagające komorę fermentacyjną zostaje zredukowane. Jeśli dodatkowo do redukcji obciążenia organicznego wymagana jest dezynfekcja, to czas przetrzymywania należy wydłużyć do uzyskania temperatur termofilnych. Jeśli zaś zadaniem wstępnego stopnia jest dezynfekcja, to czas przetrzymywania jest zmniejszony do mniej niż dwóch dni. W tym samym czasie napowietrzanie jest ograniczone, aby zapobiec rozkładowi substancji organicznych. Nie wpływa to na wytwarzanie gazu w komorze fermentacyjnej. Układy ze stopniami wstępnymi wymagają dodatkowego grzania i wymienników do powtórnej cyrkulacji ciepła ze zdezynfekowanego osadu.

W układzie tlenowo beztlenowej stabilizacji osadu proponuje się wykonanie instalacji wyposażonej w dwa reaktory ATPT z wymiennikiem ciepła przeznaczonym do podgrzewania osadu w komorach. Oraz dwóch komór fermentacyjnych pracujących w zakresie temp 35°C (fermentacja mezofilowa). Do komór ATPT będzie doprowadzany osad zagęszczony z zawartością suchej masy ok. 5%. Osad wstępny będzie podgrzewany w wymienniku cieplnym osad/osad z wykorzystaniem rekuperacji ciepła osadu po procesie ATPT. Przed wejściem do komory fermentacyjnej osad będzie ochłodzony w wymienniku cieplnym. Powstający w komorze fermentacyjnej energetycznie bogaty biogaz będzie spalany w agregacie kogeneracyjnym pozwalającym na pełne wykorzystanie energii biogazu. Dodatkowo przewiduje się zamontowanie kotła gazowego pełniącego zabezpieczenie układu

w energię cieplną. Przewidywany rozkład substancji organicznych będzie wynosił ok. 50%, z tego tylko ok 4 % może ulec rozkładowi w komorach ATPT.

Słoneczne instalacje do suszenia osadów SRT firmy HUBER pozwalają na suszenie osadów przez cały rok, co jest szczególnie istotne w naszej strefie klimatycznej. Medium suszącym jest powietrze atmosferyczne, które jest podgrzewane przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych. Energię cieplną zużywaną do podgrzania powietrza pozyskuje się głównie z odpadowych źródeł energii. Osad rozprowadzany jest na płycie perforowanej a następnie od dołu napowietrzany. Dodatkowo w celu zwiększenia tempa suszenia osad jest przetrzucany za pomocą obracarki (patrz urządzenie pokazane na zdjęciu). Obracarka jednocześnie przesuwa osad w kierunku miejsca zrzutu osadu wysuszonego.

Dotychczasowe rozwiązania tego typu bazowały na pozyskiwaniu ciepła do suszenia tylko z energii słonecznej, co w klimacie północnej Europy powodowało, że instalacje do suszenia osadu wymagały dużych powierzchni. Połączenie wykorzystania energii słonecznej z innymi źródłami energii optymalizuje proces suszenia, skraca czas trwania procesu i umożliwia całoroczne suszenie osadu. W wyniku procesu uzyskuje się wysuszony osad do ok.90% s.m.

Suszarnia osadu SRT firmy HUBER zapewnia:

- Urządzenie przystosowane do współpracy z systemem ogrzewania podłogowego
- Przewracanie i transport osadu w jednym procesie – możliwy załadunek i rozładunek osadu po jednej stronie hali
- Całkowite napowietrzanie osadu
- Automatyczna praca instalacji
- Nieskomplikowany technicznie przebieg procesu w temperaturze otoczenia
- Wysuszony granulaty z bardzo niską zawartością pyłu
- Ziarnisty granulaty idealny do dalszego zagospodarowania

8.2.1 Opis technologii gospodarki osadowej z zastosowaniem mineralizacji tlenowo-beztlenowej z procesem ATPT i i suszenia osadów

W układzie tlenowo-beztlenowej stabilizacji osadów przewiduje się wykonane dwóch zbiorników ATPT I^o i dwóch zbiorników fermentacji mezofilowej II^o.

Zagęszczony mechanicznie osad nadmierny i wstępny będzie gromadzony w zbiorniku magazynowym K-1. Gorący osad o temperaturze ok. 60°C z komór ATPT zostanie odprowadzony do zbiornika K-2. Następnie oba osady będą przetłaczane przez rekuperator „R” (wymiennik ciepła osad-osad). W procesie wymiany ciepła osad gorący zostanie ochłodzony z 50-60°C do temperatury ok. 35°C i skierowany bezpośrednio do komór fermentacji, natomiast zagęszczony osad surowy zostanie podgrzany do temperatury ok. 20 - 25°C i będzie kierowany do komór ATPT.

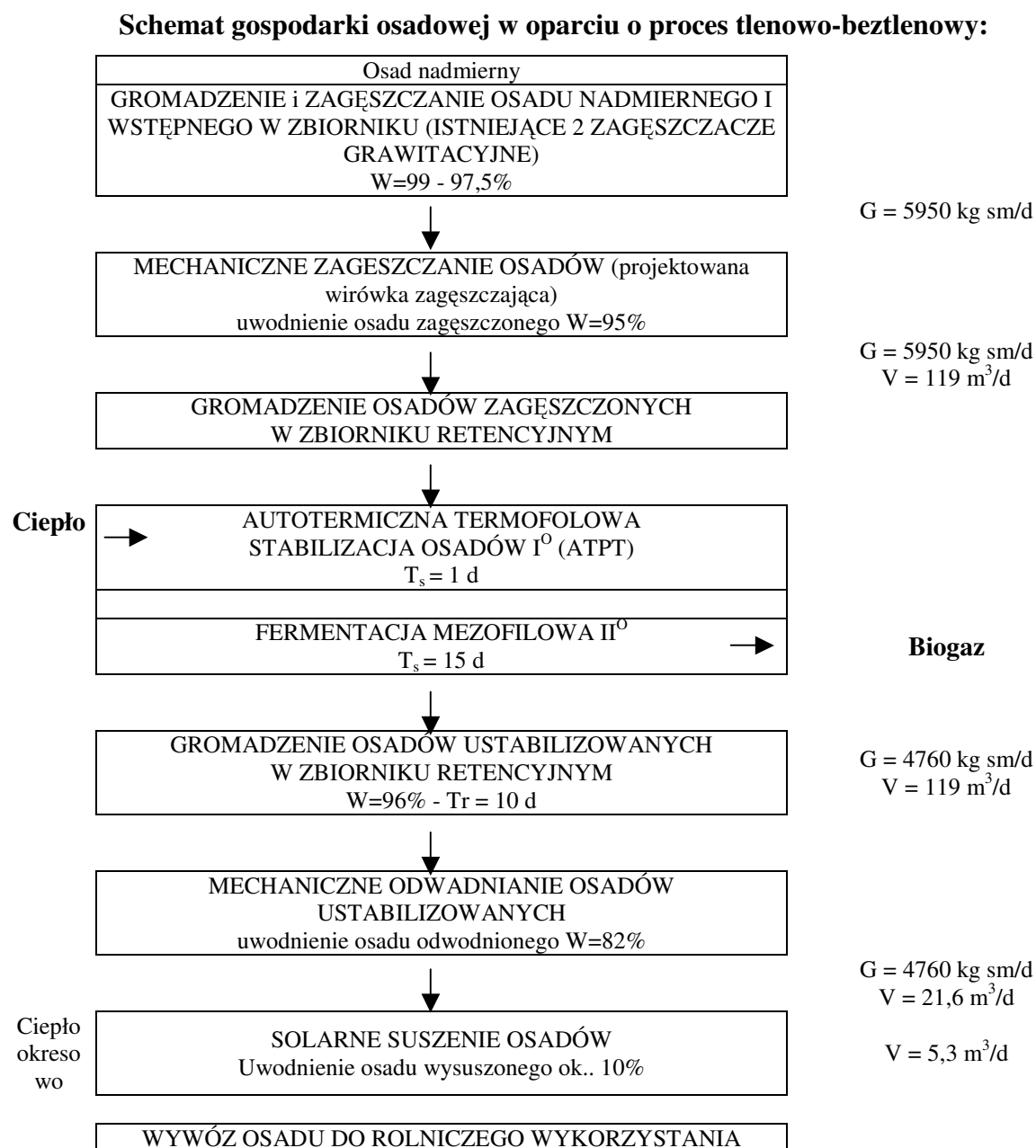
Przewiduje się czas stabilizacji osadu w komorach ATPT w granicach 23 godzin. W tym czasie, w warunkach tlenowych nastąpi autotermiczny, częściowy rozkład związków organicznych oraz samoczynny wzrost temperatury osadu. Docelowe podgrzanie osadu do temperatury 60°C zostanie uzyskane za pomocą wewnętrznych wymienników ciepła. Do wymienników będzie kierowana gorąca woda podgrzewana w kogeneratorze lub kotle zasilanym biogazem.

Komory fermentacji będą wyposażone w mieszadła wolnoobrotowe lub pompy mieszające, których celem będzie wymieszanie zawartości komory oraz redukcja kożucha i piany tworzącej się na powierzchni osadu. Pompy obiegowe oraz zewnętrzne wymienniki ciepła (woda-osad) zlokalizowane w budynku technologicznym przeznaczone będą do utrzymania właściwej temperatury procesu fermentacji.

Ustabilizowany po procesie fermentacji osad będzie gromadzony w zbiorniku magazynowym K-3, skąd po wystudzeniu zostanie skierowany do stacji odwadniania osadu wyposażonej w wirówki. Odwodniony osad będzie następnie transportowany przenośnikiem ślimakowym do hal suszarni solarnej, gdzie za pomocą systemu transportu osadu będzie równomiernie rozprowadzany po podłodze hali suszarni. W trakcie suszenia osad będzie przrzuwany systemem przewracania osadu w zależności od postępu procesu. Wysuszony osad przeznaczony będzie do rolniczego wykorzystania.

Wyprodukowany w procesie fermentacji biogaz po odsiarczeniu będzie gromadzony w zbiorniku biogazu, skąd będzie kierowany do kotłowni wyposażonej w kogenerator oraz kocioł biogazowy. Nadmiar biogazu będzie ewentualnie spalany w pochodni lub.

Gospodarka osadowa oczyszczalni może być oparta o proces stabilizacji beztlenowej osadu wraz z jego odwodnieniem na prasie filtracyjnej według następującego schematu:



8.2.2. Obliczenia technologiczne instalacji ATPT I°

Do obliczeń instalacji stabilizacji ATPT przyjęto następujące założenia:

- masa osadów surowych do przeróbki (ogółem): $G_{os} = 5950 \text{ kg sm/d}$
- uwodnienie osadu zagęszczonego: $W_1 = 95\%$
- objętość osadu nadmiernego: $V_1 = 119 \text{ m}^3/\text{d}$
- wymagany czas stabilizacji termofilowej: $T_s = 1 \text{ doba}$
- wymagana pojemność reaktorów ATPT: $V_s = 1 \cdot 119 = 119 \text{ m}^3$;

Przyjęto instalację zbudowaną z 2 reaktorów pracujących równolegle o wymiarach:

- średnica: $D = 6 \text{ m}$
- wysokość całkowita: $H = 3,3 \text{ m}$
- napełnienie maksymalne: $H_{\max} = 2,5 \text{ m}$
- pojemność pojedynczego reaktora: $V_r = 70 \text{ m}^3$
- rzeczywisty czas reakcji 28 h,

Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego:

- reaktory ATPT - objętość powietrza wentylacyjnego:
 - $Q_1 = 2 \times 28 \times 0,8 \times 20 \text{ h}^{-1} = 905 \text{ m}^3/\text{h}$
- zbiornik wielofunkcyjny osadu - objętość powietrza wentylacyjnego:
 - $Q_2 = 100 \times 4,5 \times 0,6 \times 4 \text{ h}^{-1} = 1080 \text{ m}^3/\text{h}$
- objętość powietrza do uzdatniania: $Q_p = 905 + 1080 = 1985 \text{ m}^3/\text{h}$

Przyjęto instalację złożoną ze skrubera oraz modułu uzdatniającego PhoCatOx (z wykorzystaniem promieniowania UV i utleniania katalitycznego).

Zapotrzebowanie wody technologicznej określono dla następujących celów:

- woda do uzdatniania powietrza (zasilanie skrubera): $Q_{w1} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ – pobór ciągły
- woda do płukania wirówki zagęszczającej: $Q_w = 3 \text{ m}^3/\text{h}$ – pobór okresowy

Do zasilania instalacji wody technologicznej przyjęto zestaw hydroforowy współpracujący ze zbiornikiem wyrównawczym. Wydajność zestawu: $Q_{zh} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$.

Bilans energetyczny komór ATPT

- Ilość ciepła potrzebna do podgrzania osadu w komorze ATPT do temperatury 60°C przy założeniu średniej rocznej temperatury osadu 10°C ,

$$Q_1 = 119 \text{ m}^3 \cdot (60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) \cdot 4200 / 24 = 1041250 \text{ kJ/h} = \mathbf{289,2 \text{ kWh}}$$

$4200 \text{ kJ/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$ - ciepło właściwe osadu

- Ilość ciepła odzyskana z gorącego osadu przy założeniu strat ciepła i sprawności wymiany ($T_p=50^\circ\text{C} - T_p=35^\circ\text{C}$),

$$Q_2 = 119 \text{ m}^3 \cdot (50^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C}) \cdot 4200 / 24 = 312375 \text{ kJ/h} = \mathbf{86,8 \text{ kWh}}$$

- Ilość ciepła uzyskana z autotermicznego procesu rozkładu związków organicznych w komorze ATPT umożliwiającego samoczynny wzrost temperatury osadu o 15°C przy czasie reakcji ok. 1 doby,

$$Q_3 = 119 \text{ m}^3 \cdot (15^\circ\text{C}) \cdot 4200 / 24 = 312375 \text{ kJ/h} = \mathbf{86,8 \text{ kWh}}$$

- Zapotrzebowanie na ciepło komory ATPT z uwzględnieniem odzysku ciepła i autotermicznego procesu reakcji,

$$Q_{\text{ATPT}} = 289,2 - 86,8 - 86,8 = \mathbf{115,6 \text{ kWh}}$$

Oczyszczalnia ścieków w Mławie

- Ilość ciepła potrzebna do pokrycia strat ciepła przez ściany komory przy założeniu współczynnika przenikania ciepła przez ścianę izolowaną $k = 0,6 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$

$$Q_s = (t_f - t_z) \Sigma k_i * F_i$$

gdzie: $F = \text{ok. } 200 \text{m}^2$

- o dla temperatury zewnętrznej $+ 20^\circ\text{C}$

$$Q_s = 4800 \text{ kcal/h} = 5,5 \text{ kW}$$

- o dla temperatury zewnętrznej $- 20^\circ\text{C}$

$$Q_s = 9600 \text{ kcal/h} = 11 \text{ kW}$$

- o dla temperatury zewnętrznej średniej w roku $+ 8^\circ\text{C}$

$$Q_s = 6240 \text{ kcal/h} = 7,3 \text{ kW}$$

Zapotrzebowanie na ciepło komór ATPT:

- Minimalne zapotrzebowanie na ciepło komór $1^\circ \text{ ATPT} + 20^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{ATPTmin}} = 115,6 + 5,5 = 121,1 \text{ kWh}$$

- Średnie zapotrzebowanie na ciepło komór $1^\circ \text{ ATPT} + 8^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{ATPTsr}} = 115,6 + 7,3 = 122,9 \text{ kWh}$$

- Maksymalne zapotrzebowanie na ciepło komór $1^\circ \text{ ATPT} - 20^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{ATPTmax}} = 115,6 + 11,0 = 126,6 \text{ kWh}$$

8.2.3. Rozwiązania technologiczno-budowlane instalacji ATPT

Na wyposażenie technologiczne poszczególnych reaktorów składają się aeratory centralne montowane do dachu zbiornika (mieszanie i napowietrzanie osadu w reaktorach) oraz wymiennik płytowo-rurowy (podgrzewanie osadu w reaktorach).

Projektowane wyposażenie technologiczne pojedynczego reaktora Nr 1 i 1':

- Typ aeratora CX S – 15
- Ilość aeratorów 2
- Moc zainstalowana $2 \times 15 \text{ kW} = 30 \text{ kW}$
- Moc pobierana 20-28 kW

Wszystkie urządzenia stanowią indywidualne rozwiązania dostawcy technologii – FUCHS GmbH (Niemcy)

Branża konstrukcyjna:

Wykonanie fundamentów pod reaktory ATPT – konstrukcja żelbetowa z izolacją wewnętrzną gr. 10 cm z pianki szklanej.

Wykonanie pomostu technologicznego dla dostępu do drabin wejściowych na dach reaktorów – konstrukcja stalowa.

Konstrukcja reaktorów – stalowa, stal zabezpieczona powłokami antykorozyjnymi (emaliowana, alt. powłoki malarskie), ocieplenie płaszcza reaktorów warstwą wełny

mineralnej gr. 10 cm, ocieplenie dachu – pianka poliuretanowa gr. 8 cm; elewacja zewnętrzna – blacha aluminiowa. Wokół korony zbiornika – barierka ochronna wysokości 1,20 m. Projekt konstrukcyjny oraz wykonanie zbiorników zaleca się powierzyć wyspecjalizowanym dostawcom (np. Vitkovice S.A., Czechy).

8.2.4. Obliczenia technologiczne komór fermentacji mezofilowej II^o

Do obliczeń procesu fermentacji przyjęto następujące założenia:

- masa osadów surowych do przeróbki (ogółem): $G_{os} = 5950 \text{ kg sm/d}$
- uwodnienie osadu po ATPT: $W_2 = 95\%$
- objętość osadu po ATPT: $V_2 = 119 \text{ m}^3/\text{d}$
- wymagany czas stabilizacji beztlenowej: $T_f = 15 \text{ dób}$
- wymagana pojemność komór fermentacyjnych: $V_f = 15 \cdot 119 = 1785 \text{ m}^3$;

Przyjęto instalację zbudowaną z 2 komór pracujących równolegle o wymiarach:

- średnica: $D = 11 \text{ m}$
- poziom napełnienia osadem $H_{\max} = 10,5 \text{ m}$
- wysokość całkowita: $H = 13 \text{ m}$
- pojemność pojedynczego reaktora: $V_f = 1000 \text{ m}^3$
- rzeczywisty czas przetrzymania $T_f = 16,7 \text{ d}$

Obliczeniowe parametry procesu fermentacji mezofilowej 35^oC

- Pojemność komory fermentacyjnej dla osadu mieszanego 2000 m^3
- Obciążenie komory masą organiczną 75% x 5950:2000 $2,2$

Bilans energii

- Redukowalna ilość masy organicznej 45% x 75 % x 5950 $=2008 \text{ kg/d}$
- Produkcja biogazu 0,85 Nm³/kg m.o. zredukowanej $1707 \text{ Nm}^3/\text{d}$
- Wartość opałowa biogazu 6 kWh/Nm^3
- Dobowa ilość energii 10242 kW/d
- Energia z biogazu $10242 / 24\text{h} = 427 \text{ kWh}$

- Ilość ciepła potrzebna do pokrycia strat ciepła przez ściany komory przy założeniu współczynnika przenikania ciepła przez ścianę izolowaną $k_i=0,6 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ i temperatury fermentacji 35^oC

$$Q_{sf} = (t_f - t_z) \Sigma k_i \cdot F_i$$

gdzie: $F_i = 640 \times 2 = 1280 \text{ m}^2$ – powierzchnia ścian dwóch komór fermentacyjnych:

- o dla temperatury zewnętrznej + 20^oC

$$Q_{sf} = 11520 \text{ kcal/h} = \mathbf{13,4 \text{ kWh}}$$

- o dla temperatury zewnętrznej - 22^oC

$$Q_{sf} = 43776 \text{ kcal/h} = \mathbf{50,9 \text{ kWh}}$$

- o dla temperatury zewnętrznej średniej w roku + 8^oC

$$Q_{sf} = 20736 \text{ kcal/h} = \mathbf{24,1 \text{ kWh}}$$

Zapotrzebowanie na ciepło komór tlenowo-beztlenowej mineralizacji osadu

- Minimalne zapotrzebowanie na ciepło komór ATPT i fermentacji w temp. + 20^oC

$$Q_{z \min} = 115,6 + 5,5 + 13,4 = 134,5 \text{ kWh}$$

- Średnie zapotrzebowanie na ciepło komór ATPT i fermentacji w temp. + 8°C

$$Q_{z \text{ śr}} = 115,6 + 7,3 + 24,1 + 147,0 \text{ kWh}$$

- Maksymalne zapotrzebowanie na ciepło komór ATPT i fermentacji w temp. - 22°C

$$Q_{z \max} = 115,6 + 11,0 + 50,9 = 177,5 \text{ kWh}$$

Bilans energetyczny układu tlenowo beztlenowej stabilizacji osadu– odzysk energii:

$$Q_{o \min} = 427 - 177,5 = 249,5 \text{ kWh}$$

$$Q_{o \max} = 427 - 134,5 = 292,5 \text{ kWh}$$

$$Q_{o \text{ śr}} = 427 - 147,0 = 280,0 \text{ kWh}$$

Do produkcji ciepła i energii elektrycznej przewidziano instalację kogeneratora i kotła biogazowego. Spalenie biogazu w agregacie kogeneracyjnym umożliwi pełne wykorzystanie energii biogazu, ciepło wyprodukowane przez agregat oraz kocioł biogazowy umożliwi ogrzewanie obiektów technologicznych. Przyjmując następujące sprawności:

- agregat kogeneracyjny: $\eta_{th} = 55 \%$, $\eta_{el} = 35 \%$
- oraz energię z biogazu 427 kWh

otrzymujemy następujące ilości energii, możliwe do zagospodarowania:

Urządzenia	Moc jednostki [kW]	
	Ciepłna	elektryczna
Kocioł biogazowy	180	-
Agregat kogeneracyjny	234	150

Agregat kogeneracyjny o mocy cieplnej 234 kW (jeden pracujący + jeden rezerwowy), kocioł gazowy (biogaz) mocy 180 kW pracują na wspólny kolektor skąd pompy obiegowe będą podawały czynnik grzewczy do kolektora rozdzielczego a dalej do poszczególnych odbiorników ciepła: wymiennika podgrzewającego osad, węzownicy podgrzewu wody w zbiorniku biogazu, grzejników zamontowanych w obiekcie oraz wymiennika centralnego ogrzewania (podgrzewanie wody sieciowej). W sezonie grzewczym priorytetem w pracy agregatu jest zapewnienie podgrzania osadu do wymaganej temperatury oraz wody w zbiorniku biogazu. W okresie letnim mogą wystąpić niewielkie nadwyżki ciepła produkowanego przez agregat kogeneracyjny. Kocioł biogazowy pełni dodatkową funkcję zabezpieczenia układu w energię cieplną w okresach rozruchu oraz w sytuacjach awaryjnych. W normalnej eksploatacji przewiduje się pracę tylko agregatu kogeneracyjnego, którego nadwyżki ciepła będą pokrywały potrzeby cieplne komór ATPT i Komór fermentacji. Nadwyżki ciepła mogą być przeznaczone do instalacji suszenia osadów lub ogrzewania pomieszczeń.

8.2.5. Rozwiązania technologiczno-budowlane komór fermentacji

W ramach inwestycji przewiduje się budowę następujących obiektów technologicznych:

- dwie zamknięte stalowe komory fermentacyjne (II^o fermentacja mezofilowa) o średnicy 11m, wysokości czynnej 10,5 m i pojemności czynnej 1000 m³ każda.
 - Mieszadła pionowe wolnoobrotowe dwu-śmigłowe 2 szt x 5 kW = 10 kW
 - klatka schodowa wraz z windą i pomostami,

- Budynek technologiczny o wymiarach 10x12m i wysokości 3,3m wyposażony w następujące urządzenia:
 - układ wymienników ciepła w układzie woda-woda wraz z zasobnikiem ciepła do zasilania wymienników do podgrzewania osadu komór fermentacyjnych typu rura w rurze zbudowane z szeregu koncentrycznie ustawionych rur. W rurze wewnętrznej płynie osad, w przeciwnym kierunku do wody lub pary wodnej, płynącej w przestrzeni międzyrurowej; do podgrzewania osadu komór ATPT; płaszcza wodnego zbiornika biogazu,
 - pompownia do recyrkulacji osadu w WKF-ach, przewidziano 2 pompy do osadu zagęszczonego, śrubowe o wydajności do 160 m³/h każda, silnik N_s=30 kW;
 - instalacji gazu fermentacyjnego składającej się z następujących obiektów: ujęcie biogazu i zabezpieczenie ciśnieniowe komory, separator piany i wilgoci, odsiarczalniki biogazu, węzeł rozdzielczo-pomiarowy biogazu,
 - blok energetyczny z agregatem kogeneracyjnym i kotłem biogazowym z zewnętrznymi stanowiskami rozprowadzania ciepła i odprowadzania spalin,
 - pomieszczenia techniczne układów sterowania i zasilania,
- Zbiornik biogazu pofermentacyjnego o pojemności 800 m³,
- Pochodnia biogazu o przepustowości do 180 m³/h,
- Sieć technologiczna, wod-kan., kabli elektrycznych i oświetlenia terenu,

8.2.6. Zbiornik wielofunkcyjny – Rozwiązania technologiczno-budowlane

W celu optymalizacji pracy układu przeróbki osadów, zaprojektowano zbiornik wielofunkcyjny zlokalizowany w istniejących komorach po osadniku Imhoffa, o konstrukcji żelbetowej, częściowo zagłębionej w ziemi.

Zbiornik zostanie przykryty prefabrykowanymi płytami z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym (GRP). W przekryciu należy przewidzieć następujące otwory eksploatacyjne:

- 80 x 80 cm przy drabinkach żelazowych
- ok. 70 x 100 cm przy mieszadłach

Zbiornik będzie podzielony na następujące sekcje:

K-4. Komora technologiczna (sucha)

Zaprojektowano komorę o wymiarach 9,00 x 4,50 i wysokości ok. 3 m, w której będą zainstalowane urządzenia dla potrzeb zbiornika technologicznego:

- rekuperator „R” (wymiennik ze stali w gatunku AISI 316L o mocy cieplnej ok. 320 kW, wydajność 40 m³/h osadu gorącego i 40 m³/h osadu zimnego, prędkość przepływu ok. 1,1m/h,
- pompownia osadu zimnego przed komorami ATPT składająca się z dwóch pomp śrubowych o wydajności 40 m³/h i mocy 12 kW każda (jedna pracująca + jedna rezerwowa) współpracujących z jednym falownikiem pompy przeznaczone do zasilania rekuperatora oraz do transportu osadu podgrzanego do komór ATPT,
- pompownia osadu gorącego po komorach ATPT składająca się z dwóch pomp śrubowych o wydajności 40 m³/h i mocy 12 kW każda (jedna pracująca + jedna rezerwowa) współpracujących z jednym falownikiem pompy przeznaczone do zasilania rekuperatora oraz do transportu osadu ochłodzonego do komór fermentacji,
- pompy spustowe osadu po ATPT, (2 robocze) dobrano pompę odśrodkową o wydajności 240 m³/h, silnik N_s = 12 kW;

- pompy spustowe osadu po fermentacji, (2 robocze) dobrano pompę odśrodkową o wydajności 160 m³/h, silnik Ns = 7,5 kW;
- pompa nadawy osadu na wirówkę dekantacyjną,
- zasuwę z napędami elektrycznymi, Ns = 0,37 kW;

W komorze przewidziano również wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną.

- Nawiew: wentylator kanałowy TDx2-800/200N firmy VENTURE z nagrzewnicą elektryczną o mocy 3,0 kW DH-200/30 VENTURE.
- Wywiew: wentylator dachowy ϕ 250.

K-1. Komora osadu zagęszczonego mechanicznie

Wymiary 16 x 4,5 m, napełnienie max. 2,6 m. Pojemność użytkowa – 187 m³,

Wyposażenie zbiornika:

- czujnik hydrostatyczny poziomu osadu
- czujnik temperatury osadu
- mieszadło zanurzalne, dobrano 1 mieszadło zatapialne, szybkoobrotowe z silnikiem Ns = 2,75 kW

K-2. Komora osadu „gorącego” (bezpośredni spust z ATPT)

Wymiary 11,0 x 4,5 m, napełnienie max. 2,60 m. Pojemność użytkowa – 129 m³.

Do komory będzie odprowadzana porcja osadu bezpośrednio z reaktora ATPT. Osad „gorący” będzie wykorzystany do podgrzania osadu zagęszczonego mechanicznie (z komory k-1), przed jego wypompowaniem do ATPT (za pomocą rurowego wymiennika ciepła w postaci wiązki przewodów stalowych DN80 mm o długości ok. 200 m zamontowanej wzdłuż ścian zbiornika k-2).

Wyposażenie zbiornika:

- czujnik hydrostatyczny poziomu osadu
- czujnik temperatury osadu
- mieszadło zanurzalne; dobrano 1 mieszadło zatapialne, szybkoobrotowe z silnikiem Ns = 2,75 kW

K-3. Komora retencyjna osadu ustabilizowanego

Komorę składa się z 2 sekcji o wymiarach (36,0 x 2) x 4,5 m, napełnienie max. 2,6 m.

Pojemność użytkowa – 842 m³. Do komory będzie kierowany osad po fermentacji. Komora służy przetrzymaniu osadu ustabilizowanego przed jego odwodnieniem.

Wyposażenie zbiornika:

- mieszadła zanurzalne, dobrano mieszadła zatapialne, szybkoobrotowe z silnikiem Ns = 2,75 kW (4 szt.)
- czujnik hydrostatyczny poziomu osadu (2 szt.)

Branża budowlana

- wykonanie przegród żelbetowych. Komory K-1, K-2 i K-3 izolowane cieplnie,
- wykonanie przykrycia komór zbiornika wielofunkcyjnego z płyt korytkowych prostokątnych (tworzywo sztuczne wzmocnione włóknem szklanym - GRP) o wym. 200 x 150 cm; powierzchnia całkowita przykrycia – ok. 540 m²; w przykryciu należy zamontować króćce do podłączenia wentylacji wywiewnej mechanicznej (dezodoryzacja) na pomostach należy zastosować płyty z laminatu układane pod kratkami pomostowymi.
- wykonanie posadzki żelbetowej w komorze K-4 (technologiczna, pomieszczenie suche) przez wypełnienie części dennej zbiornika (o przekroju trapezowym)

- wypełnienie skosów w komorach osadowych i wyprofilowanie podłogi ze spadkiem w kierunku punktów poboru osadu (zagłębienia prostokątne 80x80 cm i głębokości 30 cm).

8.2.7. Instalacja dezaktywacji odorów do instalacji ATPT i zbiornika wielofunkcyjnego

Instalacja dezaktywacji odorów typu PhoCatOx ze skruberm i wentylatorem o znamionowej wydajności 1985 m³/h obejmująca:

- skruber z PE, zasilany ściekami oczyszczonymi
- wentylator promieniowy ze stali nierdzewnej o mocy 4 kW

Zespół FUCHS PhoCatOx składający się z:

- obudowy ze stali nierdzewnej,
- filtra pyłów z kontrolą spadku ciśnienia,
- baterii lamp UV,
- konwertera katalitycznego
- lokalnego pulpitu sterowniczy wyposażonego we wszelkie niezbędne przełączniki i przyciski, wyłączniki zabezpieczające, lampki sygnalizacyjne, wyłączniki czasowe, itp. Całość posadowiona na płycie fundamentowej – żelbetowej.

8.3 Instalacja solarnego suszenia osadów

8.3.1 Parametry osadu przeznaczonego do suszenia:

- | | |
|--|-----------------------|
| – Początkowe uwodnienie osadu | 78 % |
| – Ilość osadu przeznaczona do suszenia | 21,6 Mg/d (4,76/0,22) |
| – Roczna ilość osadu | 7884 Mg/rok |
| – Zawartość suchej masy w osadzie | 4,76 Mg/d |
| – Zawartość wody w osadzie | 16,8 Mg/d |

Przyjęto solarną suszarnię osadów składającą się z 4 hal o łącznej powierzchni ok. 4048 m² przy wysokości warstwy osadu suszonego 50 – 150 mm. Poziom osadu w strefie załadunku 300 mm. Zapotrzebowanie energii cieplnej dla ogrzewania podłogowego wynosi 670 kW

Długość	92,00	m	Szerokość	12,00	m
Liczba hal	4		Powierzchnia suszenia	4048	m ²
Ilość osadu odwodnionego	7797	t	o zaw. suchej masy	22,00%	s.m.
Masa granulatu wysuszonego ca	2535	t	O zaw. suchej masy	78,00%	s.m.
Odparowanie wody w ciągu roku	5262		Objętość „magazynowa”	83,49	m ³
Wydajność w przeliczeniu na suchą masę	1715	t	Średni stopień wysuszenia	65%	s.m.
			Odparowanie (słońce)	0,90	t/m ²
			Odparowanie (ogrzewanie Podłogowe)	0,4	t/m ²
			Łącznie	1,3	t/m ²

8.3.2. Budowa instalacji suszenia:

Słoneczna suszarnia osadów Kult SRT do powolnego i równomiernego suszenia, składa się z następujących elementów:

- Automatyczna obracarka i system transportu ze zintegrowanym napędem trakcyjnymi zgarniaczem osadu.
- Panel sterowniczy, skrzynka kontrolna do instalacji na wolnym powietrzu.
- Odbiór wysuszonego osadu przenośnikiem ślimakowym.

Transporter zasilający - przenośnik ślimakowy do automatycznego załadunku osadu do hal suszenia. Przenośnik ślimakowy transportuje osad ze stacji odwadniania i zasila system rozprowadzania osadu w hali suszarni. Ma przystosowany wylot do zasilania systemu rozprowadzania osadu. Przenośnik wałowy składa się z: rynny i przenośnika śrubowego z wałem centralnym. Materiał rynny, przenośnika, wału centralnego, mocowania: 1.4301 stal nierdzewna, poddana obróbce wytrawiania w kąpeli kwaśnej (za wyjątkiem osprzętu, silników i łożysk). Dane techniczne:

- Przepustowość W zależności od potrzeb
- Materiał wykonania 1.4301
- Silnik o mocy $P = 1.1 \text{ kW}$, napięcie $U = 400 \text{ V}$, częstotliwość 50 Hz
- Prędkość obrotowa $n = 21 \text{ min}^{-1}$
- Producent Bauer-Danfoss

System rozprowadzenia osadu - Do równoramiennej dystrybucji osadu odwodnionego. System rozprowadzenia osadu składa się z koryta oraz przenośnika ślimakowego. Ślimak zainstalowany w górnej części koryta, wypełnia powoli i równomiernie puste dno poniżej strony zasilania. Kiedy dno koryta jest kompletnie wypełnione, system rozprowadzenia zaczyna pracować w podłużnym kierunku. Dno na zawiasach otwiera się i osad zostaje równomiernie rozprowadzony na podłodze suszarni. Wysokość spadku osadu z koryta jest bardzo mała. Zasilanie osadem jest ujednoczone dzięki stałej objętości wypełnienia, którą dostarcza system transportu osadu. Ciągły przepływ osadu z jednostki odwadniającej jest przystosowany do pracy przewracarki osadu i podzielony na mniejsze porcje osadu. Kiedy dno zamyka się, kłapa denną na zawiasach jest czyszczona przez zgarniacz, przez co nie jest wymagane dodatkowe czyszczenie. System rozprowadzenia osadu jeździ na betonowym cokole, który jednocześnie pełni funkcje prowadnic dla obracarki. System rozprowadzenia osadu posiada dwa napędy. Dzięki zastosowaniu systemu rozprowadzenia osadu unikamy powstawiania większych górek osadu, które doprowadziłyby do niekorzystnego rozprowadzenia materiału. Dostępna przestrzeń jest optymalnie wykorzystywana.

System rozprowadzenia osadu składa się z rynny ślimaka, łączonej na śruby pokrywy z otworami inspekcyjnymi, spirali z centralnym wałem, podtrzymywanej na obu końcach trasy jezdnej, silnika bezpośrednio złączonego z wałem, zamontowanego na przedniej części przenośnika, silnika z przekładnią do napędu jednostki.

Dane techniczne:

- Dostarczane medium osad odwodniony
- Długość przenośnika ok.. 9.200 mm
- Średnica przenośnika 300 mm
- Wylot koryta na zawiasach, mechaniczne
- Silnik przenośnika:
- Silnik ciągnący
- Prędkość obrotowa 33 min⁻¹
- Silnik trakcyjny:
- Moc 0,75 kW

- Prędkość obrotowa 11 min⁻¹
- Materiał:
- Koryto i obudowy W 1.4301
- Łańcuchy, łożyska oraz kółka St lub GG

Obracarka osadu: Producent HUBER, model: SRT SE: Do całkowitego przetrzucenia osadu w czasie jednego cyklu oraz do transportu osadu. System obracania osadu składa się z następujących elementów:

- Tor jezdny
- Obracarki
- Zgarniacza

Wymiary:

- L = 9.100 mm (długość bębna)
- B = 1.400 mm
- H = 1.433 mm
- Waga = około. 2.600 kg

Dane techniczne napędu trakcyjnego:

- 1 silnik napędowy sterowany przetwornicą częstotliwości.
- Moc 1.1 kW
- Prędkość obrotowa 9.1 1/min

System obracania osadu napędzany jest przez dwa motoreduktory sterowane przetwornicą częstotliwości za pośrednictwem połączenia łańcucha i koła zębatego trzpieniowego. System obracania osadu składa się z dwóch łopatek. (w kształcie litery „S”) Łopatkę pobierają i wysypują osad naprzemiennie. Gdy pierwsza łopatkę odbierze osad urządzenie przesuwają się o pewną zadaną odległość osad pobiera drugą łopatkę. Zawartość pierwszej łopatkę jest wysypana w miejsce opróżnione przez drugą łopatkę. Podczas pobierania do łopatkę osad jest całkowicie wymieszany, obrócony i przetransportowany o pewną odległość do przodu.

Dane techniczne napędu systemu obracania i transportu osadu:

- 2 silniki napędowe sterowane przetwornicą częstotliwości
- Moc 1.5 kW
- Prędkość obrotowa 29.5 1/min

Zgarniacz zamontowany jest poniżej bębna w kierunku podłużnym; jest on pionowo regulowany za pomocą siłownika podnoszącego. Zgarniacz równo rozprowadza osad po powierzchni suszenia. Podczas obracania osad jest kierowany wzdłuż płyty gdzie jest cięty. Wytworzony granulaty ma dużą powierzchnię. Strumień powietrza wytworzony przez wentylatory napotyka na bardzo szorstką powierzchnię. Turbulencje i krótka droga jaką ma woda do odparowania przyspiesza proces osuszania.

Dane techniczne zgarniacza:

- 1 napęd uruchamiający
- Moc 0.25 kW
- Prędkość obrotowa 1500 1/min

W trakcie procesu suszenia osad jest:

- transportowany w sposób ciągły. Możliwość podawania osadu w małych lub dużych porcjach.
- cięty i kruszony: Proces suszenia jest przyspieszany dzięki dużej powierzchni oraz kształtowi wytwarzanego granulatu osadu (granulaty wielkości kamieni/groszku).
- całkowicie obrócony. Wynikające natlenienie osadu zapewnia warunki prawie tlenowe (zminimalizowane ryzyko odoru).

- wymieszany. Nie ma problemu fazy kleistej, szybkie przejście do stabilnego stanu dzięki wysokiemu stopniowi wysuszenia

Urządzenie umożliwia rozkładanie osadu w warstwach o różnej wysokości. Zapewnia to dużą różnorodność trybu podawania osadu, objętości osadu w suszarce, trybów usuwania i rozkładania warstwowego osadu.

- Niskie ściany boczne ograniczają powstawanie cieni i w konsekwencji straty energii słonecznej.
- Konstrukcja szuflowa (równa z powierzchnią podłogi) zapobiega tworzeniu dywanu osadu na podłodze, który mógłby utrudniać przesyłanie ciepła z systemu ogrzewania podłogowego.
- Powierzchnie na bokach gdzie pozostawiany jest materiał nie obrócony są ograniczone do minimum. Dzięki małej szczelinie pomiędzy szuflą, a ścianą cały materiał jest obracany, z wyjątkiem luki o szerokości 10 mm. Tworzenie beztlenowych gniazd osadu, które wydzielająby drażniący odór jest wyeliminowane.
- Materiał ze stali nierdzewnej gwarantuje długą żywotność i zabezpieczenie antykorozyjne.

Wentylacja. Do dokładnego napowietrzania i kontroli przepływu wilgotnego powietrza. Wentylatory umieszczono nad powierzchnią suszenia.

- Ilość 14 szt.
- Wydajność 15 000 m³/h
- Moc P = 0.4 kW /szt.

Dzięki dokładnej kontroli powietrza wlotowego i wylotowego, w połączeniu ze stacją pomiarów pogody i wilgotności powietrza, klimat wewnątrz suszarni jest optymalny do uzyskania efektu suszenia i maksymalnego odbioru wilgoci przez powietrze.

Dodatkowe wyposażenie:

- 2 wewnętrzne czujniki wilgotność/temperatura
- Zewnętrzna stacja pogodowa do pomiaru temperatury/wilgotności
- Szafa zasilająco-sterownicza. Do automatycznej eksploatacji instalacji suszenia osadu. Wizualizacja procesu oraz obsługa szafy sterowniczej przez dotykowy panel sterowania.
- Szafka zasilająco-strująca niskiego napięcia wolno stojąca z drzwiczkami od strony frontowej. Rozmiar: 800x2000x500mm (HxWxD). Stalowa obudowa szafy,
- Szafka zasilająco-sterująca do zgarniacza niskiego napięcia do montażu na ścianie, podwójne drzwiczki od strony frontowej, rozmiar: 1200x1000x300mm (HxWxD)
- Stacja pogodowa Top Therm , 750 W.

9. System sterowania, monitoring i inne elementy inwestycji

9.1 System sterowania i opomiarowania obiektów

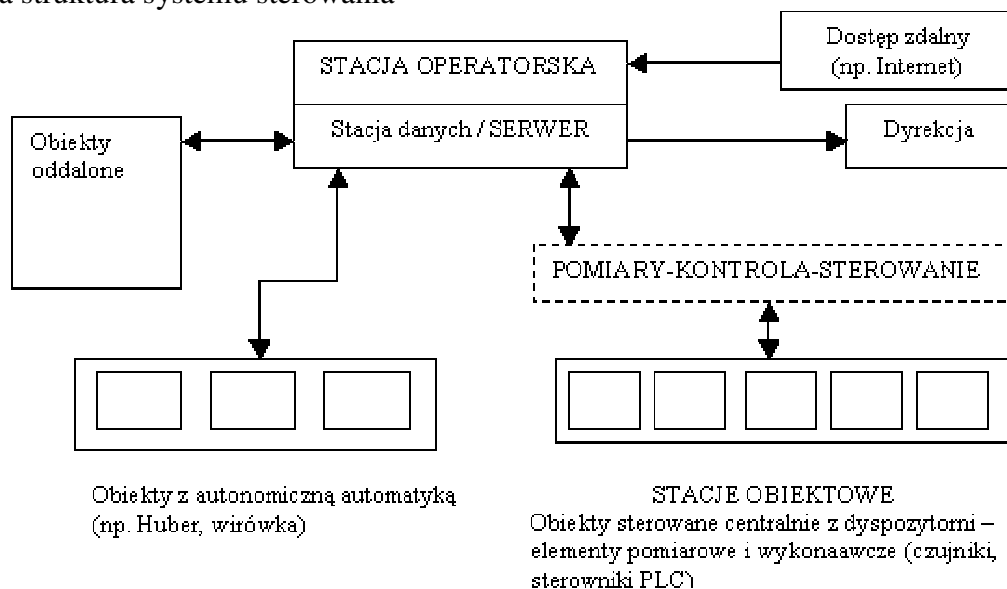
Przewiduje się modernizację istniejącego systemu monitoringu i sterowania pracą oczyszczalni na bazie oprogramowania SCADA, z jednoczesną wymianą zużytych lokalnych elementów systemu AKPiA (czujniki, przetworniki, napędy zasuw i in.), co umożliwi sterowanie pracą większości obiektów technologicznych z dyspozytorni, z jednoczesnym odwzorowaniem całości procesów technologicznych w komputerze centralnym.

Zastosowany system automatyki i monitoringu będzie spełniał następujące funkcje:

- automatyzacja procesów technologicznych (pomiar, regulacja, sterowanie sekwencyjne, blokady, zabezpieczenia);

- bieżąca wizualizacja pracy oczyszczalni (prezentacja parametrów pracy procesu, sygnalizacja pracy, postoiu i stanu awaryjnego urządzeń)
- sterowanie nadrzędne pracą zasuw/przepustnic, falowników, pomp, dozowników;
- zliczanie czasu pracy, postoiu, ilości załączeń urządzeń oraz zużycia energii,
- archiwizacja danych, generowanie raportów o pracy oczyszczalni;
- alarmowanie w sytuacjach przekroczeń zadanych parametrów lub innych zakłóceń;

Ogólna struktura systemu sterowania



Opomiarowanie obiektów powinno obejmować m.in.:

- pomiar ilości ścieków odprowadzanych z oczyszczalni (z dokładnością min. 5%)
- sampler do poboru próbek ścieków oczyszczonych
- pomiary poziomów ścieków/osadów (w pompowni wstępnej, pompowni osadów recykulowanych, w zbiorniku retencyjnym, w zbiornikach z osadem, w reaktorach ATPT, w komorach WKF)
- pomiary temperatury (w reaktorze biologicznym, w zbiornikach z osadem, reaktorach ATPT i WKF_z)
- pomiary ilości tlenu i potencjału Redox (w reaktorze biologicznym)

9.2. Prace remontowo-budowlane

W ramach niniejszej inwestycji wymagane jest przeprowadzenie prac remontowo-budowlanych w budynkach zaplecza technicznego oczyszczalni. Szczegółowy zakres tych prac powinien zostać uzgodniony z Inwestorem na etapie wykonywania projektu budowlanego.

9.3. Drogi i zagospodarowanie terenu

Projektuje się drogi dojazdowe do nowo projektowanych obiektów oczyszczalni o nawierzchni z polbruku lub asfaltowej. Szerokość minimalna ciągów pieszo-jezdnych wynosi 4,5 m.

Przewiduje się zagospodarowanie terenu wokół modernizowanych i projektowanych obiektów poprzez rozłożenie warstwy humusu o grubości 15 cm i wysianie traw oraz nasadzenie krzewów i drzew ozdobnych.

Oczyszczalnia ścieków w Mławie

10. Zestawienie mocy zainstalowanych urządzeń

Obiekt	Wyszczególnienie, Nazwa, typ, potrzeby technologiczne	Ilość	Moc zainstalowana	Moc pobierana	Czs pracy w dobie	Dobowe zużycie energii
CZĘŚĆ ŚCIEKOWA						
Pompownia ścieków (wariant P1)	- pompy ścieków surowych	4	60	24	12	288
	- instalacja dezodoryzacji	1	2,4	2	24	48
Zblokowane urządzenie do oczyszcz. mech.	- sito, piaskownik odtłuszczacz	1 kpl	6	5,5	18	99
	- płuczka piasku	1 kpl	1,5	1,2	18	21,6
	- płaszcz grzewczy urządzenia	1	3	2,5	4	10
Osadnik wstępny	- zgarniacze osadu	2	1,5	1,25	24	30
	- pompy osadu wstępnego	2	15	12	3	36
Reaktor biologiczny	- mieszadła w KB	2	2,2	2	24	48
	- mieszadła w KD1	2	6,0	5	24	120
	- mieszadła w KN1	4	22	36	18	648
	- mieszadła w KD2	4	2,2	2	24	48
	- mieszadła w KN2	4	30	22	18	396
	- pompy recyrkulacji wewn.	4	12	10	22	220
Budynek dmuchaw	- dmuchawy dla komór KN1	2	74	63	18	1134
	- dmuchawy dla komór KN2	2	60	47	18	846
Pompownia osadów rec.	- pompy osadu rec. i nadm.	2	30	12	22	264
Osadniki wtórne	- mieszadło ze zgarniaczem	2	6	5	24	120
Zbiornik retencyjny	- strumienice, pompa spustowa	3	25	20	2	40
Inne potrzeby	- zasowy, wentylacja, pomiary		10	8	5	40
Razem część ściekowa			368,8	280,45		4456,6
CZĘŚĆ OSADOWA						
Zagęszczacze osadu	- mieszadła prętowe	2	3	2,2	16	35,2
Budynek odwadniania	- wirówki zagęszczające	2	74	56	12	672
	- pompa nadawy osadu	2	15	12	12	144
	- pompa odbioru osadu	2	8	7	12	84
	- stacja polielektrolitu	1	0,75	0,7	12	8,4
	- wirówka odwadniająca	1	44,5	26,7	12	320,4
	- przenośnik ślimakowy	1	2,2	2	12	24
	- stacja polielektrolitu		0,75	0,7	12	8,4
ATPT	- aeratory centralne	2	30	24	23	552
Komory fermentacji	- mieszadła pionowe	2	10	8	23	184
Budynek wielofunkcyjny	- pompy obiegowe osadu	3	90	48	8	384
	- pompy wymienników wody	3	4,5	2,4	8	19,2
	- napędy armatury	-	3	2,5	0,6	2
	- czujniki, elementy automatyki	-	1	0,5	24	12
Zbiornik technologiczny wielofunkcyjny	- pompy osadu przed ATPT (rekuperacja - z falownikiem)	2	24	10	3	30
	- pompy osadu po ATPT	2	24	20	0,25	5
	- pompy osadu przed fermentacją (rekuperacja - z falownikiem)	2	24	10	3	30
	- pompy osadu po fermentacji	2	15	13	0,3	3,9
	- pompa wirówki odwadniającej	1	4	3,8	12	45,6
	- mieszadła osadu	6	16,5	14	5	70
	- napędy armatury	-	3	2,5	0,6	2

Oczyszczalnia ścieków w Mławie

Dezodoryzacja Suszarnia osadu	-czujniki, elementy automatyki	-	1	0,5	24	12
	- wentylacja komory suchej	-	4	3	60	18
	- instalacja PhoCatOx	1	4	3,5	20	70
	- transporter zasilający	4	4,4	4	12	48
	- przenośnik osadu	4	11,8	10	12	120
	- obracarka osadu	4	3,5	3	18	54
	- wentylatory	56	22,4	18	18	324
- stacja pogodowa	1	0,7	0,7	24	16,8	
Razem część osadowa			449	308,7		3298,9

10.1 Przewidywane wskaźniki energochłonności i nakłady eksploatacyjne ogółem

Dla średniej przepustowości oczyszczalni 5500 m³/d i wydajności węzła osadowego 5950 kg sm osadu/d, wskaźniki energochłonności i kosztów eksploatacji (ze względu na zużycie energii elektrycznej) wynoszą:

- Zużycie energii elektrycznej na oczyszczanie ścieków 4457 kWh/d,
- Wskaźnik energochłonności oczyszczalnia ścieków 0,81 kWh/m³ ścieków
 Szacunkowy koszt eksploatacji instalacji przy założeniu ceny energii 0,35 PLN/kWh wyniesie:
 - ok. 1560 PLN/d
 - ok. 569.382 PLN/rok
 - ok. 0,28 PLN/m³ ścieków oczyszczonych
- Zużycie energii elektrycznej na przeróbkę osadów 3298,9 kWh/d,
- Wskaźnik energochłonności przeróbki osadów 0,55 kWh/kg sm osadów
 Szacunkowy koszt eksploatacji instalacji przy założeniu ceny energii 0,35 PLN/kWh wyniesie:
 - ok. 1154,6 PLN/d
 - ok. 421 434 PLN/rok
 - ok. 194,1 PLN/Mg s.m.o.

10.2 Przewidywane nakłady eksploatacyjne głównych obiektów gospodarki osadowej

Nakłady eksploatacyjne systemu ATPT

- Zużycie energii elektrycznej
 - Mieszadła (24 kW x 23 h/d) 552 kWh/d,
 Szacunkowy koszt eksploatacji ze względu na zużycie energii przy założeniu ceny 0,35 PLN/kWh wyniesie:
 - 193,2 PLN/d
 - 70518 PLN/rok
 - 32,5 PLN/Mg smo.

Nakłady eksploatacyjne systemu fermentacji

- Zużycie energii elektrycznej
 - Mieszadła (8 kW x 23 h/d) 184 kWh/d,
 - Pompa obiegowa (48 x 8 h/d) 384 kWh/d,
 Szacunkowy koszt eksploatacji ze względu na zużycie energii i ilość osadów przy założeniu 0,35 PLN/kWh wyniesie:
 - 198,8 PLN/d

- 72562 PLN/rok
- 33,7 PLN/Mg smo.

Nakłady eksploatacyjne systemu solarnego suszenia osadów

- Zużycie energii elektrycznej instalacji suszenia 520 kWh/d,
- Zużycie energii do ogrzewania podłogowego (670 kW x 1400 h/rok) 938000 kWh,

Szacunkowy koszt eksploatacji suszarni przy założeniu ceny energii 0,35 PLN/kWh oraz energii cieplnej pozyskanej z gazu 0,16 PLN/kWh wyniesie:

- ok. 216 510 PLN/rok
- ok. 99,7 PLN/t s.m.o.

Łączne nakłady eksploatacyjne

- ok. 359 590 PLN/rok
- ok. 165,9 PLN/t s.m.o.

10.3. Przewidywany odzysk energii

Z uwagi na nadwyżki biogazu w stosunku do zapotrzebowania energetycznego komór fermentacji i komór ATPT w proponowanym układzie możliwy jest odzysk energii z biogazu. Zgodnie z bilansem przedstawionym w obliczeniach nadwyżka biogazu w warunkach średniej temperatury ok. 10-12 °C pozwala na wyprodukowanie energii elektrycznej ok. 3600 kWh/d.

Po uwzględnieniu ilości przerabianego osadu 5,95 Mg smo/d oraz ceny energii elektrycznej 0,35 PLN/kWh zysk z energii będzie wynosił:

- 1260 PLN/d
- 459 900 PLN/rok
- 211,8 PLN/Mg smo.

Oczyszczalnia ścieków w Mławie

11. Zbiorcze zestawienie kosztów

Obiekt/zakres prac	Roboty technologiczne (PLN)		Roboty budowlane i remontowe (PLN)	Razem (PLN)
	budowlane i montażowe	Zakupy maszyn i urządzeń		
Część ściekowa				
Pompownia ścieków (wariant P1)	70 000	430 000	50 000	*550 000
Zblokowane .oczyszcz. mechaniczne	40 000	660 000	350 000	1 050 000
Osadniki wstępne			50 000	50 000
Reaktor biologiczny	70 000	1 200 000	2 800 000	4 070 000
Osadniki wtórne	40 000	460 000	500 000	1 000 000
Pompownia osadu recyrk.	10 000	140 000	70 000	220 000
Punkt zlewny	5 000	70 000	15 000	90 000
Zbiornik retencyjny	10 000	100 000	10 000	120 000
Razem	245 000	3 060 000	3 845 000	7 150 000
Część osadowa				
Komora rozdziału osadu	2 000	10 000	15 000	27 000
Zagęszczacze osadów	20 000	200 000	30 000	250 000
Budynek zagęszczania i odwadniania osadów	150 000	2 000 000	200 000	2 350 000
ATPT – zespół urządzeń	50 000	500 000	700 000	1 250 000
Komory fermentacyjne	80 000	250 000	3 500 000	3 830 000
Zbiornik biogazu z pochodnią spalania	50 000	50 000	850 000	950 000
Budynek technologiczny	200 000	2600 000	600 000	3 400 000
Zbiornik wielofunkcyjny	20 000	900 000	300 000	1 220 000
Instalacja dezodoryzacji	20 000	250 000	10 000	280 000
Pompownia wody technologicznej	10 000	40 000	20 000	70 000
Suszarnia solarna osadów	300 000	2 400 000	6 000 000	8 700 000
Razem	900 000	9 190 000	12 210 000	22 300 000
Przewody między-obiektowe i inst. sanitarne	-	-	-	2 000 000
Roboty rozbiórkowe	-	-	-	300 000
Razem część budowlano-technologiczna				31 750 000
Roboty elektryczne	-	-	-	1 600 000
AKP i A	-	-	-	800 000
Drogi zagospodarowanie				500 000
Wyposażenie BHP i p.poż.	-	-	-	50 000
Rozruch technologiczny	-	-	-	100 000
Łącznie				34 800 000

Kurs Euro = 4,4 PLN

Słownie: trzydzieści dwa miliony osiemset tysięcy złotych.

* w przypadku wyboru wariantu P2 (tłocznia) koszt obiektu wyniesie 1.650.000,- PLN co oznacza wzrost kosztu całkowitego inwestycji do **35.900.000,-** PLN.