Eko-Eksploatacja

P.U.H. „Eko-Eksploatacja"

Daniel Terebiński

ul. Szkolna 88

62-571 Stare Miasto

ZLECENIODAWCA	Gminny Zakład Komunalny ul. Częstochowska 7 42-248 Przyrów
INWESTYCJA	Remont i modernizacja oczyszczalni ścieków „Lemna" w Przyrowie
BRANŻA	Technologiczna
STADIUM	Projekt budowlany
Nr projektu	003/09

TECHNOLOGIA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW

NADZORY TECHNOLOGICZNE

ANALITYKA ŚCIEKOWA

PROJEKTOWANIE

EKSPERTYZY

ROZRUCHY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

KONCEPCJE MODERNIZACJI OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

OPERATY WODNOPRAWNE

NADZORY INWESTORSKIE

	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	podpis
	Daniel Terebiński		
Opracował	Marcin Szwajca	SWK/0068/ POOS/04	
Sprawdził	Agnieszka Szwajca	SWK/0130/ POOS/04	

CZERWIEC, 2009r.

Oświadczam, że niniejsza dokumentacja projektowa (projekt budowlany) sporządzona jest zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej

Spis treści

CZĘŚĆ OPISOWA

I. CZĘŚĆ OGÓLNA 3
1. Przedmiot inwestycji i lokalizacja 3
2. Podstawa opracowania 3
3. Zakres opracowania 3
II. OPIS FUNKCJONALNO-TECHNICZNY 16
III. WYTYCZNE DLA BRANŻ 21
1. Konstrukcja 21
2. Architektura 22
3 Instalacje elektryczne 23
4 AKPiA 24
5 Ogrzewanie 24
6 Wentylacja 24
7 Woda i ścieki 24
8. Dezodoryzacja 24

CZĘŚĆ GRAFICZNA

Lp.	Nr rysunku	Nazwa rysunku	Skala
1.	003/09-01-01	Mapa zagospodarowania terenu	1:1000
2.	003/09-01-02	Projekt zagospodarowania terenu	1:250
3.	003/09-01-03	Stacja dmuchaw	1:20
4.	003/09-01-04	Część mechaniczna - sitopiaskownik	1:50
5.	003/09-01-05	Punkt zlewny (istniejący) z automatyczną stacją	1:50
6.	003/09-01-06	Komora wypływowa (istniejąca)	1:20
7.	003/09-01-07	Dyfuzory 4-rurowe, 2-rurowe, słupek kotwiący, ślepy kołnierz - szczegóły	1:10

I. CZĘŚĆ OGÓLNA

1. Przedmiot inwestycji i lokalizacja

Przedmiotem inwestycji jest modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków "Lemna" w miejscowości Przyrów (woj. śląskie).

Inwestorem jest Gminny Zakład Komunalny, ul. Częstochowska 7, 42-248 Przyrów.

2. Podstawa opracowania

- Umowa nr 342-1/13/2009 z dnia 08.06.2009 r.
- Obowiązujące przepisy i normy.

3. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje rozwiązania technologiczne dla oczyszczani ściekó4.w Lemna w Przyrowie. Dokumentacja konstrukcyjna, wentylacyjna, elektryczna nie jest przedmiotem tego opracowania.

4 Opis Systemu Lemna

System Lemna jest naturalnym systemem oczyszczania ścieków opartym na wykorzystaniu roślin wodnych *Lemna*, popularnie zwanych rzęsą wodną. System Lemna jest biologicznym procesem wykorzystującym stawy z opatentowanym zespołem pływających barier, przegród hydraulicznych i rośliny Lemna, w połączeniu z konwencjonalnymi metodami oczyszczania. System Lemna zapewnia odpowiednie warunki dla wzrostu i zagospodarowania rzęsy wodnej (*Lemnacea minor*), które dokonują oczyszczania poprzez wykorzystanie ich naturalnych możliwości do pochłaniania substancji biogennych i przez dokonywanie efektywnych biologicznych zmian w kolumnie wody stawu Lemna. Przy użyciu takich procesów system Lemna będzie usuwał ze ścieków: BZT_5, $ChZT_{Cr}$, zawiesinę ogólną i inne zanieczyszczenia.

Do charakterystycznych obiektów technologii należą:

a) Staw napowietrzany

W stawie tym zachodzą procesy redukcji zanieczyszczeń organicznych (zawiesina ogólna, BZT5, ChZT) oraz wstępny proces utleniania związków azotowych (amonifikacja, nitryfikacja). Długi czas zatrzymania ścieków (ok. 10 -20 dób) oraz duży wiek osadu czynnego powoduje, ze osad nadmierny przyrasta w bardzo malej ilości. Staw napowietrzany jest wydzielony na kilka komór (cel) za pomocą przegród hydraulicznych z oknem przelewowym. Zastosowanie tych przegród ma na celu maksymalne wydłużenie drogi przepływu ścieków przez staw napowietrzany, a co za tym idzie, jak najdłuższe

poddawanie ich procesowi oczyszczania w środowisku tlenowym.

Tlen do stawu napowietrzanego jest dostarczany z dmuchaw poprzez przewody powietrzne do przydennego systemu dyfuzorów.

System napowietrzania dyfuzorowego spełnia także drugą, nie mniej ważna role – powoduje bowiem dokładne wymieszanie ścieków z zawiesina biologiczna.

Czasami były stosowane, ze względu na dostarczanie na oczyszczalnie typu Lemna dużej ilości ścieków dowożonych oraz ścieków przemysłowych, komory szybkiego mieszania o zintensyfikowanym napowietrzaniu.

Komora szybkiego mieszania w systemie Lemna, to I cela stawu napowietrzanego wyposażona w bardzo duża ilość dyfuzorów oraz aeratory napowietrzające. Ścieki o bardzo dużym ładunku zanieczyszczeń wpływające do komory szybkiego mieszania, są intensywnie napowietrzane i mieszane. Ma to na celu jak najszybsze pozbycie sie możliwie największego ładunku zanieczyszczeń ze ścieków, po to, aby nie zakłócał on poprawnej nitryfikacji w kolejnych celach. Po stawie napowietrzanym ścieki przepływają najczęściej do nitryfikatora.

b) system koagulacji

Do redukcji stężenia fosforu w okresie niskich temperatur zimowych stosuje sie koagulant, którym jest najczęściej krystaliczny siarczan glinowy $Al_2(SO_4)_3 \times 12 H_2O$. Czasami stosowany jest także PIX (uwodniony siarczan żelaza $Fe(SO_4) \times 6H_2O$), który jest łatwiej dozowany i skuteczniejszy na tego typu oczyszczalniach. Siarczan glinu podawany jest do ścieków w formie suchej, a siarczan żelaza płynnej. W komorze koagulacji następuje dokładne wymieszanie koagulantu ze ściekami (na dnie komory zamontowany jest dyfuzor, który umożliwia wymieszanie koagulantu ze ściekami), dzięki czemu następuje proces koagulacji związków fosforanowych.

W stosunku do typowych procesów koagulacji, stosowana dawka koagulantu, ze względu na długi czas zatrzymania jest niewielka. Dzięki temu koszty procesu są znikome i ilość wytracanego osadu niewielka. Ścieki z komory koagulacji przepływają następnie do stawu doczyszczającego Lemna.

c) staw doczyszczający Lemna

W stawie doczyszczającym Lemna przebiegają dalsze procesy redukcji związków organicznych i biogennych na drodze biologicznych reakcji beztlenowo-tlenowych oraz bioakumulacji zanieczyszczeń do biomasy rzęsy wodnej porastającej zwierciadło ścieków.

Staw Lemna, podobnie jak staw napowietrzany, podzielony jest na cele za pomocą przegród

hydraulicznych, które wydłużają czas przetrzymania ścieków w obrębie stawu zwykle powyżej 20 dób oraz pozwalają na pełne wykorzystanie pojemności stawów do procesów oczyszczania. Cala powierzchnia stawu doczyszczającego pokryta jest barierami pływającymi służącymi do stabilizacji rzęsy wodnej na powierzchni stawu i utrzymania równomiernej grubości kożucha roślinnego. Kożuch ten tworzy barierę i izoluje środowisko wodne od dopływu promieni słonecznych (procesy fotosyntezy i rozwój glonów), od falowania i dyfuzji powietrza do środowiska wodnego. Wytworzony przez rzęsę i ustabilizowany przez bariery kożuch umożliwia utrzymanie trzech stref w kolumnie stawu wodnego, tj.:

- strefy natlenionej (aerobowej) – powstałej na skutek produkcji tlenu przez sama rzęsę wodna,
- strefy niedotlenionej (anoksycznej) – powstałej na skutek kontaktu strefy tlenowej i beztlenowej,
- strefy beztlenowej (anaerobowej) – powstałej na skutek przebiegu procesów rozkładu zanieczyszczeń organicznych przy deficycie tlenowym.

Rzęsa wodna w stawie doczyszczającym nie pełni jedynie funkcji asymilatora biologicznego zanieczyszczeń, ale głównie pełni funkcje naturalnego biologicznego izolatora i stymulatora środowiska wodnego stawu od otaczającego środowiska atmosferycznego w okresie letnim. W okresie braku rzęsy wodnej (zima i wczesna wiosna) bariery pływające i lód uniemożliwiają mieszanie ścieku i dzięki temu nadal utrzymywane są 3 strefy w kolumnie stawu, choć nie są one tak wyraźne jak z kożuchem roślinnym.

W stawie doczyszczającym (65% – 70% objętości) dominują procesy beztlenowego rozkładu zanieczyszczeń. Mimo tego obiekt nie jest uciążliwy zapachowo, z uwagi na wcześniejsze znaczne zmineralizowanie substancji organicznych oraz przebiegający proces fotosyntezy przy zwierciadle ścieków. Wytworzona w ten sposób przyzwieciadlana strefa tlenowa w polaczeniu z kożuchem roślinnym utrudnia wymianę gazów zredukowanych (np.: H_2S), uciążliwych zapachowo dla otoczenia.

Bardzo istotnym dla procesu oczyszczania w okresie letnim jest utrzymanie odpowiedniej gęstości i kondycji rzęsy wodnej. Dla utrzymania stosunkowo młodej populacji rzęsy wodnej, wykazującej maksymalna zdolność absorpcyjna zanieczyszczeń biogennych, konieczny jest okresowy zbiór rzęsy. W Polsce częstotliwość zbioru rzęsy wynosi 1 do 4 razy w roku.

5. Stan obecny

Do chwili obecnej wykonana została oczyszczalnia na przepustowość Qdśr = 650 m^3/d. W zakres oczyszczalni wchodzą niżej wymienione urządzenia technologiczne i obiekty inżynierskie:

- Punkt zlewny ścieków dowożonych
- Pompownia ścieków surowych
- Staw napowietrzany
- komora koagulacji
- Staw doczyszczający
- System napowietrzania z dmuchawami Roots’a
- Urządzenie odpływowe

6. Opis ciągu technologicznego oczyszczalni ścieków Lemna w Przyrowie.

Ciąg technologiczny oczyszczalni składa się ze stawu napowietrzanego, komory koagulacji oraz stawu doczyszczającego Lemna.

Ścieki są doprowadzane do oczyszczalni ścieków systemu Lemna rurociągiem do pompowni ścieków surowych, skąd są pompowane do stawu napowietrzanego.

Staw napowietrzany Lemna ma powierzchnię lustra ścieków 0,52 ha i projektowaną głębokość wody 2,55 m. Staw ten jest podzielony na cztery komory przy pomocy trzech przegród hydraulicznych. Jego czynna objętość to 10006 m^3.

We wszystkich komorach przewidziano częściowe mieszanie.

W poszczególnych komorach znajdują się dyfuzory denne do dostarczania powietrza.

Staw napowietrzany zaprojektowany jest do usunięcia min. 80% BZT_5, 50% zawiesiny ogólnej.

Ze stawu napowietrzanego Lemna ścieki przepływają grawitacyjnie do stawu doczyszczającego Lemna poprzez komorę koagulacji z krystalicznym siarczanem glinu.

Istniejący staw doczyszczający Lemna ma w przybliżeniu powierzchnię lustra ścieków wynoszącą 0,64 ha przy projektowanej głębokości wody 2,50 m i objętość 12635 m^3. W czasie przepływu przez staw Lemna, ścieki powinny być doczyszczone do wymaganych limitów na odpływie (podane w dalszej części). Cała powierzchnia stawu doczyszczającego jest pokryta barierami z rzęsą wodną.

7. Obliczenia projektowe

Bilans ilościowo - jakościowy ścieków, podany przez Z.G.K. w Przyrowie zestawiono poniżej:

Oczyszczalnia: Przyrów

Projektowany przepływ: 308 m^3/d

Charakterystyka ścieków surowych:

	Stężenia g/m^3 (średnie z 2007)		*Ładunki kg/d*
	Ścieki świeżowodne	*Przyjęto do obliczeń*	*Przyjęte do obliczeń*
$Q_{DŚR}$	120 m^3/d	308 m^3/d	308 m^3/d
BZT_5	200,00	500,00	154,00
Zaw	220,00	450,00	138,60
$ChZT_{Cr}$	760,00	800,00	246,40

Limity na odpływie:

BZT_5 = 25 mg O_2/l

Zawiesina ogólna = 35 mg/l

$ChZT_{Cr}$ = 125 mg O_2/l

Wielkość BZT_5 w dopływających ściekach jest oparta na aktualnych analizach dostarczonych przez Z.G.K. w Przyrowie.

Ze względu na bardzo mały ładunek ścieków, przyjęto wyższe parametry ścieków surowych.

S BZT_5 = 500,00 mg O_2/l

Zakresy temperatur

a. Temperatura ścieków.

- Zakres zimowych temperatur wody 1 - 10 st. C w zależności od lokalizacji.
- Zakres letnich temperatur wody 20 - 25 st. C w zależności od lokalizacji.

Do celów tych obliczeń przyjęto temperatury dla okresu zimowego:

Staw napowietrzany:

- cela nr 1 - 5 ^oC
- cela nr 2 - 4 ^oC

- cela nr 3 - 3 ^{o}C

b. Temperatura powietrza.

- Zakres zimowych temperatur powietrza od - 30 do 10 st. C w zależności od lokalizacji.
- Zakres letnich temperatur od 30 do 40 st. C w zależności od lokalizacji.

Dla potrzeb tego projektu przyjęto najniższą temperaturę powietrza 0 st.C dla okresu zimowego i 38 st. C dla okresu letniego.

Redukcja poprzez system napowietrzający przy częściowym i całkowitym mieszaniu

Dla wstępnej redukcji BZT_5 poprzez system napowietrzający przy częściowym mieszaniu używane są następujące standardowe równania:

$$\frac{Ce}{Co} = \frac{1}{kt+1}$$

gdzie:

Ce - stężenie BZT_5 na odpływie, mg O_2/l

Co - stężenie BZT_5 na dopływie, mg O_2/l

k - stopień reakcji przy częściowym mieszaniu, dni $^{-1}$

t - czas hydraulicznego przebywania, dni

W tym przypadku stopień reakcji przy częściowym mieszaniu k20, przy 20 st.C wyniesie 0,28 dni^{-1}. Stopień reakcji będzie obliczony dla innych temperatur wody przy zastosowaniu równania:

$$k = k20 \cdot (1{,}036)^{T-20}$$

gdzie:

k - stopień reakcji przy projektowej temperaturze wody

T - projektowa temperatura wody, st. C

W celu zastosowania tego równania do systemów wielokomorowych napowietrzania; przy częściowym i całkowitym mieszaniu, odpływ z jednej komory przyjmuje się jako dopływ do

następnej komory. Jest to przedstawione na załączonym wydruku z arkusza obliczeniowego "PROCESS Przyrów 308m3_d.XLS" w rozdziale H, który wyszczególnia redukcję BZT5 w każdej komorze.

Wymagania dotyczące napowietrzania są określone w standardowych stopach sześciennych na minutę (SCFM) dopływu powietrza przy użyciu następujących wzorów:

$$SCFM = \frac{(SOR)\cdot(24)\cdot(0{,}0313)}{SOTE}$$

gdzie:

SOR - standardowe wymagania tlenowe, funty/h

SOTE - standardowa sprawność transferu tlenu przez dyfuzor %

$$\text{SOR} \quad - \quad \frac{AOR}{CF}$$

AOR - aktualne wymagania tlenowe, funty/h

$$CF = (ALPHA)\cdot\left(\frac{Csw - RO}{C}\right)\cdot(THETA)^{T-20}$$

gdzie:

CF - współczynnik korekcyjny

ALPHA - współczynnik napięcia powierzchniowego

Csw - $(BETA)\cdot(Cst)$

BETA - współczynnik korekcyjny rozpuszczalności

Cs20 - 9,09 mg/l

RO - tlen obecny w zbiorniku, mg/l

THETA - współczynnik korekcyjny temperatury

T - projektowa temperatura wody

$$CST = CSM \cdot \frac{((BP + 0{,}433)\cdot(DWD)\cdot(0{,}25))}{14{,}7}$$

gdzie:

CST - stężenie równowagi nasycenia tlenem, mg/l

CSM - nasycenie tlenem przy 14,7 psi(funtach na cal kwadratowy) i temperaturze projektowej, mg/l

BP - lokalne ciśnienie barometryczne, psi

DWD - głębokość wody zanurzenia dyfuzora,w stopach

Wartości danych do tych wzorów zostały wzięte z tablic normowych lub określone na podstawie badań terenowych i studiów laboratoryjnych.

AOR (aktualne wymagania tlenowe) zostały określone na podstawie BZT_5.

W celu obliczenia AOR przyjęto mnożniki: 1,5 dla BZT_5 i 4,6 dla NH_4.

Opierając się na powyższych wyliczeniach, wymagania zapotrzebowania powietrza ze względu na redukcję BZT_5 i zapewnienie mieszania oraz nitryfikację będą wynosiły odpowiednio:

16,70 m^3/min - dla całego układu dennego i systemu napowietrzania nagroblowego.

Będzie to wymagało zastosowania nowych dmuchaw wyporowych ROOTS’a o mocy około 7,5-11 kW każda (wydajność V_1=16,7 m^3/min). Dmuchawy będą pracować w układzie: 1 pracująca + 1 rezerwowa).

<u>Redukcja w stawie doczyszczającym Lemna</u>

Redukcja BZT_5 w stawie doczyszczającym Lemna jest funkcją czasu przetrzymywania. Stawy Lemna są projektowane o głębokości 1.4 do 4.6 m. Poniższa tabela obrazuje zakres stopnia redukcji w różnych temperaturach i stężeniach BZT_5.

Redukcja BZT_5 w Systemie Stawu z Rzęsą Wodną

Stężenie BZT_5	200-100	100-50	50-5
Stopień redukcji (mg/dzień) 20 st.C	18-24	4-6	3-5

Stopień redukcji (mg/dzień) 10 st.C	14-18	3-4	2-3
Stopień redukcji (mg/dzień) 5 st.C	12-15	2-3	1-2
Stopień redukcji (mg/dzień) 0 st.C	10-12	2-3	1-2

Redukcja zawiesiny ogólnej

a. Redukcja przez system napowietrzania

Redukcja zawiesiny ogólnej w systemie napowietrzania będzie zmieniać się w granicach 40-60% w zależności od mieszania i ilości komór strefie napowietrzania.

Dla tego projektu, redukcja zawiesiny ogólnej wyniesie około 50% z 450 mg/l do 225 mg/l.

b. Redukcja w Stawie Doczyszczającym

Staw doczyszczający Lemna dokonuje redukcji zawiesiny ogólnej na dwa sposoby: poprzez osadzanie dopływających cząstek stałych i przez zapobieganie wzrostowi glonów w kolumnie wodnej.

Beztlenowa fermentacja w Stawie Doczyszczającym Lemna redukuje uwarstwienie w kolumnie wodnej ponieważ są wydzielane produkty gazowe w pobliżu dna stawu, które przemieszczają się na powierzchnię i powodują mieszanie. Gazy te są utleniane do nieszkodliwych i pozbawionych odoru gazów oraz są stopniowo usuwane do atmosfery. Usuwanie zawiesiny ogólnej jest przyspieszone przez mikrobiologiczną beztlenową aktywność.

Poniższa tabela może służyć do określenia redukcji zawiesiny ogólnej przy różnych wartościach stężeń. Dla tego projektu, minimum redukcji zawiesiny ogólnej w Stawie Doczyszczającym Lemna jest wyliczone w oparciu o czas przetrzymywania wynoszący 41,0 dni. Wartość redukcji będzie wynosiła powyżej wymaganych 97 %, co zapewni redukcję poniżej wymaganego limitu wynoszącego 35 mg/l.

- Wyniki pomocniczych obliczeń komputerowych

OBLICZENIA PROCESU LEMNA

File: PROCES Przyrów 308m3_d.XLS 09-lut-09

Projekt:	Przyrów
Numer	koncepcja 1
Inżynier	D.T.

DANE PROJEKTOWE

Przepływ

Q =	0,081	MGD =	308,02	m^3/d

	Dopływ (mg/l)		Limity wypływ (mg/l)	
BZT_5	500	Lato	25	mg/l
	500	Zima	25	mg/l
Zawiesina og.	450		35	mg/l
N_{og}	60		30,00	mg/l
NH_3-N	50	Lato	30,00	mg/l
	40	Zima	30,00	mg/l
P_{og}	12		10,00	mg/l

OBLICZENIA

PROJEKT ISTNIEJĄCEGO STAWU NAPOWIETRZANEGO

Warunki letnie:

Komora	Rodz. Mieszania	Tempera-Tura	DT	K20	KT	odpływ BZT
1	PM	20,00	8,75	0,28	0,28	146,41
2	PM	20,00	8,08	0,28	0,28	45,33
3	PM	20,00	8,24	0,28	0,28	13,84
4	PM	20,00	6,79	0,28	0,28	4,82

Warunki zimowe:

Komora	Rodzaj Mieszania	Tempera-tura	DT	K20	KT	odpływ BZT
1	PM	5,00	8,75	0,28	0,16	206,55
2	PM	4,00	8,08	0,28	0,16	91,14
3	PM	3,00	8,24	0,28	0,15	40,57
4	PM	2,00	6,79	0,28	0,15	20,37

gdzie: PM - częściowe mieszanie

DT - czas zatrzymania w dobach

Wypływ BZT_5 = 4,82 (Lato)

= 20,37 (Zima)

STAW LEMNA

Istniejący staw Lemna zapewnia czas zatrzymania 41,00 dni.

WYMAGANIA NAPOWIETRZANIA

Alfa = 0,85

Beta = 0,95

Wzniesienie	=	235,31 mnpm
Funt tlenu/funt BZT_r	=	1,50
Funt tlenu/funt $NH3_r$	=	4,60
Pozostałość tlenu rozpuszcz.	=	2,00 mg/l
Temperatura wody	=	20 stopni C
Temperatura powietrza	=	38 st. C
Głębokość wody	=	2,55 m
Sprawność dyfuzora	=	5,31 %/m
Przepływ powietrza przez dyfuzor	=	0,14 m^3/min
Ciśnienie barometryczne	=	988,14 mbar
Cs (O_2 nasycenie)	=	9,092 mg/l
Cstmid (O_2 nasycenie średnie)	=	10,14 mg/l
Csmid (O_2 Cs średnie w połowie gł.)	=	9,92 mg/l
Ogólna sprawność	=	12,72 %

Komora	ładunek lb BZT/dobę	ilość powietrza na procesy biolog. SCFM	Ilość powietrza na mieszanie SCFM	A.O.R. lb/h	Liczba dyfuzor szt.	ilość powietrza dostarczana przez dyfuzory m^3/min
1	240,04	183,09	113,81	15,00	37	5,64
2	78,35	59,76	105,10	4,90	21	3,24
3	34,33	26,18	107,18	2,15	21	3,03
4	13,71	10,46	88,32	0,86	18	0,32

Uwaga:

- w celi 1 zastosowano 10 dyfuzorów 4-tubowych 800mm f63 i 10 dyfuzorów 2-tubowych 800mm f63 - nagroblowych.
- w celi 2 zastosowano 6 dyfuzorów 4-tubowych 800mm f63 i 6 dyfuzorów 2-tubowych 800mm f63 - nagroblowych.
- W celi 3 zastosowano 6 dyfuzorów 4-tubowych 800mm f63.
- W celi 4 zastosowano 5 dyfuzorów 4-tubowych 800mm f63

OBLICZENIA

PROJEKT ISTNIEJĄCEGO STAWU LEMNA

Max dopływ BZT_5 =	4,82	mg/l (Lato)
Max dopływ BZT_5 =	20,40	mg/l (Zima)
Norma BZT_5 wypływ =	25,0	mg/l (Lato)
Norma BZT_5 wypływ =	25,0	mg/l (Zima)
Wymagane usuwanie BZT_5 =	-4,63	mg/l
Usuwanie BZT_5 w stawie Lemna =	1,00	mg/l/d
Min. Wymagany czas retencji =	-5	dób
Czas zatrzymania zapewniony =	41,00	days
Wypływ BZT_5 =	-20,63	mg/l (w najbardziej niekorzystnych warunkach)

Zgodnie z obliczeniami systemu Lemna, w najbardziej niekorzystnych warunkach, BZT_5 jest ujemne, co oznacza duży zapas w okresach wczesnowiosennych (podczas eutrofizacji stawów). Dzięki temu można mieć pewność, że zmodernizowany system napowietrzania spełni swoje zadanie.

II. OPIS FUNKCJONALNO-TECHNICZNY

1. Część mechaniczna

Zaprojektowano sitopiaskownik (np. DynamikFiltr AutoSEP DF BG) zamontowany na rurociągu tłocznym z istniejącej pompowni ścieków surowych na ławie fundamentowej o powierzchni 24m^2. Sitopiaskownik powinien znajdować się pod wiatą z płyty obornickiej, ogrzewaną 2 szt. Grzejników elektrycznych 2000W każdy. Wiata powinna zostać wyposażona w drzwi oraz bramę wjazdową, przez którą będą wywożone pojemniki ze skratkami i piaskiem.

Wiata nie jest przeznaczona do stałego pobytu pracowników.

Sitopiaskownik zostanie wyposażony w awaryjny bypass, który umożliwi przepływ ścieków w sytuacjach awarii urządzenia.

Ścieki surowe wypłyną rurociągiem grawitacyjnym DN200 ze spadkiem 2%, ocieplonym do istniejącej komory rozprężnej ścieków, skąd wpłyną na staw napowietrzany.

Sitopiaskownik jest wyposażony w:

- Sito skratkowe z zabezpieczającą komorą rozprężną i awaryjnym przelewem
- cztery obrotowe szczotki z możliwością regulacji
- Ruchomy zgarniacz skratek,
- Przelew awaryjny sita
- Szczelnie zamykana pokrywa,
- Ślimakowa praska skratek
- Ślimakowy odsączacz piasku
- Szafa sterowania urządzenia

Urządzenie może pracować w automatycznym, ręcznym i okresowym trybie sterowania. Tryb automatyczny pozwala sterować - załączać prace urządzenia w zależności od sygnału zewnętrznego (styk beznapięciowy) np. w momencie załączenia pomp podających ścieki na sitopiaskownik. Szafa sterowania urządzenie standardowo wyposażona jest w czasowe podtrzymanie pracy po zakończeniu przepływu ścieków.

Dane techniczne urządzenia:

Wydajność	45 m^3/h
Szerokość	2250 mm (wymiar uwzględnia podest)
Średnica piaskownika	1506 mm

Wysokość urządzenia	3500mm
Długość całkowita	4500mm (wymiar uwzględnia podest)
Średnica króćca dopływowego	100 mm (do uzgodnienia)
Średnica króćca odpływowego	200 mm (do uzgodnienia)
Średnica podajnika piasku	200 mm
moc napędu sita	0,25 kW
moc napędu przenośnika ślimakowego	0,55 kW
moc napędu prasy skratek	0,55 kW
średnica perforacji sita	5 mm
Materiał wykonania	stal nierdzewna EN 1.4301

2. Punkt zlewny ścieków dowożonych

Zaprojektowano automatyczną stację zlewną (np. ENKO STZ-201B).

Stacja zlewcza ścieków służy do odbioru nieczystości płynnych z pełną kontrolą oraz rejestracją wyników. Kontrola dotyczy identyfikacji dostawcy, ilości oraz parametrów oddawanego ścieku jak pH, konduktancja (zasolenie), temperatura. System wyposażony jest w drukarkę umożliwiającą wydruk raportów dostaw. Dodatkowo współpracuje z czytnikiem do szybkiej identyfikacji, który umożliwia zautomatyzowanie identyfikacji dostawcy omijając operację wpisu danych dostawcy z klawiatury, a tym samym zapewnia samoobsługowe oddanie ścieku.

Dla poprawnej pracy stacji zlewczej ścieków umieszczona jest w ocieplanym i ogrzewanym kontenerze.

Parametry techniczne stacji zlewczej:

Wydajność ..... ~ 1000 -1500 l/min (60 m^3/h - 90 m^3/h)

Zasilanie..... 1 PEN 230 V, 50 Hz

Doprowadzenie zasilania ..... YKY 3x2,5 mm^2

Pobór mocy .....chwilowy ~ 3,5 kW; stały < 100 W

Pobór wody dla układu płuczącego ..... ~ 20 l / cykl

Sprężone powietrze..... P_u = 0,4 -r 0,6 MPa

średnice przewodów: - doprowadzający wodę ..... 1"

- przewód przepływowy ścieków ..... 125 mm

Średnica przyłącza (szybkozłącze typu strażackiego).....DN 100

Wykonanie.....stal kwasoodporna

Stacja zlewcza zabudowana będzie przy istniejącym punkcie zlewnym, na ławie fundamentowej (według osobnego projektu).

Uwaga:

Do działania stacji zlewnej wymagana jest czysta woda wodociągowa o ciśnieniu minimum 0,3bar. Ponieważ na oczyszczalni ścieków nie ma przyłącza wodnego, wymagane będzie doprowadzenie wodociągu na teren oczyszczalni lub budowa studni głębinowej z zestawem hydroforowym (poza zakresem niniejszego opracowania).

3. Stacja dmuchaw

Zaprojektowano 2 szt. dmuchaw (np. AERZEN GM 25S z silnikiem 132SX) o mocy 7,5 kW każda z pneumatycznym odciążeniem rozruchu.

Dmuchawy zabudowane będą na istniejącym fundamencie (adaptacja według osobnego projektu konstrukcyjnego). Zamontowane będą obudowach dźwiękochłonnych.

Dmuchawy podłączone będą poprzez króćce przyłączeniowe DN125 poprzez przepustnice DN125 do rurociągu rozprężającego powietrze o średnicy DN300 ze stali St3 w izolacji taśmą denso. Rurociąg rozprężający zamontować na 2 szt. podpór. Z rurociągu rozprężającego rurociągi zejdą w ziemię poprzez zwężkę i kolano DN150 w kierunku I i II celi oraz zwężkę i kolano DN125 w kierunku celi III i IV.

Dane techniczne dmuchawy:

Medium	Powietrze
Wydajność na ssaniu [m^3/min]	16,0
Wydajność na ssaniu [m^3/h]	960,0
Wydajność w warunkach normalnych [Nm^3/h]	805,4
Ciśnienie na ssaniu (abs.) [bar]	0,99
Temperatura na ssaniu [°C]	38,0
Gęstość w warunkach ssania [kg/m^3]	1,098
Różnica ciśnień [mbar]	100
Relatywna wilgotność	30 %
Ciśnienie na tłoczeniu (abs.) [bar]	1,08
Temperatura na wylocie [°C]	48
Obroty wirnika dmuchawy [1/min]	3050
Obroty wału silnika [1/min]	2925

Moc na wale [kW]	4,41
Moc silnika [kW]	7,50
Poziom hałasu	
bez obudowy dźwiękochłonnej [db(A)]	91
z osłona dźwiękochłonna[db(A)]	68

4. Recyrkulacja zewnętrzna

Celem zapewnienia większej skalowalności i sterowalności oczyszczalni ścieków Lemna zaprojektowano system recyrkulacji zewnętrznej. System ma za zadanie cofać część ścieków z komory wypływowej stawu Lemna do II celi stawu napowietrzanego.

Zaprojektowano pompę recyrkulacyjną (np. Meprozet 65 PZM 1,5_SZ-4) o mocy 1,1kW ze stopą sprzęgającą i prowadnicami sterowaną przez zegar PCM umożliwiający sterowanie czasowe pompą.

Tłoczenie ścieków odbywa się poprzez rurociąg PE63.

Parametry pracy pompy

Wydajność	20,40	[m3/h]
Podnoszenie	6,24	[m]
Moc	0,809	[kW]
Sprawność	0,429	[-]

Wymagane parametry pracy

Wydajność	20,00	[m3/h]
Podnoszenie	6,00	[m]

Parametry silnika

Moc znamionowa	1,1	[kW]
Obroty silnika	1415	[obr/min]
Napięcie	3x400V 50Hz	
Prąd znamionowy	2,66	[A]
Cos(fi)	0,8	
Sprawność	0,746	[-]

Przejście rurociągu przez groblę należy uszczelnić folią HDPE – zgrzewalną, aby nie dopuścić do nieszczelności i wpływania ścieków pod geomembranę, którą uszczelnione są stawy.

5. Pomiar przepływu

Zaprojektowano ultradźwiękowy czujnik spiętrzenia ścieków na trójkącie Thompsona (np. Nivus NivuMaster LFP-3) z przetwornikiem przeliczającym wysokość na przepływ (zgodnie z charakterystyką trójkąta - np. Nivus NivuMaster LFP-3). Jest to wielofunkcyjny przetwornik z bezkontaktowym - ultradźwiękowym pomiarem.

Urządzenia będą zabezpieczone poprzez ochronnik Ener Pro220 Tr/20kA oraz 2 szt. ochronników SonicPro22 Tr/20kA po każdej stronie kabla. Kabel pomiędzy czujnikiem a przetwornikiem – ekranowany.

Istniejący trójkąt Thompsona należy wymienić na nowy ze stali 0H18N9. Przetwornik będzie zamontowany na statywie przy komorze wypływowej.

6. Staw napowietrzany

a. System napowietrzania dennego

Zaprojektowano nowy system napowietrzania oparty na czterorurowych dyfuzorach dennych wyposażonych w niemieckie membrany Envicon. Membrany dyfuzorów w wykonaniu standardowym o czynnej długości L=800mm każda. Dyfuzory te mają 20-25% wyższą wydajność niż dyfuzory amerykańskie, montowane na oczyszczalniach Lemna. Każdy z dyfuzorów musi być kryzowany, aby zapewnić wszystkim dyfuzorom jednakową wydajność. Ze względu na trwałość przewidziano jednak niższe obciążenie powietrzem membran, co przełoży się na ich większą sprawność (pęcherzyki powietrza będą miały mniejszą objętość, więc będą łatwiej wiązały się ze ściekiem i wolniej wypływały na powierzchnię).

Dyfuzory będą połączone z pływającymi rurociągami napowietrzającymi PE90 poprzez rurociągi gumowe zbrojone DN32 poprzez złączki elektrooporowe DN90/32.

Każdy z rurociągów będzie posiadał regulację wydajności poprzez przepustnicę DN90 w obudowie.

b. System mieszania nagroblowego.

Ze względu na specyfikę budowy stawów Lemna (spadki grobli 1:3) w I i II celi stawu napowietrzanego przewidziano system mieszania nagroblowego poprzez system dyfuzorów dwururowych. System ten pilotażowo był wprowadzony na kilku oczyszczalniach, gdzie spełnił swoje zadanie.

W oczyszczalniach Lemna w stawie napowietrzanym I i II cela są najbardziej obciążone ładunkiem ścieków. Dodatkowo, na oczyszczalniach ze ściekami dowożonymi, do tych cel

wprowadzane są duże ilości osadów. Ponieważ napowietrzanie zamontowane jest na dnie stawu, osad migruje do stref bez napowietrzania, gdzie w ciepłych miesiącach dochodzi do fermentacji metanowej. Powoduje to produkcję gazów fermentacyjnych, z których najbardziej uciążliwym jest siarkowodór (H_2S). Ze względu na to, że jest to gaz ciężki, roznoszony jest przez wiatr po okolicznych posesjach. Aby zapobiec temu zjawisku w możliwie najbardziej skuteczny sposób, na oczyszczalni ścieków w Przyrowie zamontowany będzie system dyfuzorowego mieszania nagroblowego, który ma za zadanie mieszanie osadów na groblach i ich powrót do układu. System ten sprawdza się na oczyszczalniach, w których ilość osadów przekroju stawu wynosi nawet 30%-40%. Naturalnie bardzo ważne jest tempo przyrostu tego osadu (osad, który przyrasta w 2 lata nie jest zmineralizowany, więc jego reaktywność i podatność na fermentację jest wyższa).

System składa się rurociągu opaskowego PE50 wokół stawu napowietrzanego (obejmuje I i II celę) oraz z 10 dyfuzorów (I cela) i 6 (II cela) dyfuzorów dwururowych zawieszonych na grobli. Każdy z dyfuzorów musi zostać kryzowany. Każdy jest podłączony do rurociągu opaskowego poprzez złączkę elektrooporową DN50/20, rurociąg DN20 zbrojony, zawór regulacyjno-odcinający PE20.

Dyfuzory z obciążnikami są zanurzone 0,7-1,5m pod powierzchnią lustra ścieków (zakres jest regulowany) i zawieszone na linkach ze stali kwasoodpornej zakotwionych do słupków.

III. WYTYCZNE DLA BRANŻ

Niniejsze opracowanie zawiera tylko wymagania branżowe wynikające bezpośrednio z technologii.

1. Konstrukcja

Należy zaprojektować:

1.1. Sitopiaskownik

a. ławę fundamentową o wymiarach min. 4,0 x 6,0 m pod sitopiaskownik oraz ścianę oporową jako element ściany wiaty (wymiary wg rysunku).

- wykonać wsporniki pod podpory dla rur,
- przejścia rur przez podłogi obiektów należy wykonać jako szczelne,
- przejścia rur przez ściany obiektów niekoniecznie szczelne (jeżeli warunki gruntowo-wodne na to pozwolą),
- fundament należy wykonać jako żelbetowy,

- ścianę oporową wykonać jako żelbetową,

b. Wiatę z płyty obornickiej (wymiary wg rysunku).

▪ część nadziemna – dowolny standard wykonania (zalecana ocieplana wiata z płyty obornickiej).

▪ rozdzielnia NN w części nadziemnej wg wytycznych projektanta części elektrycznej

1.2. Automatyczna stacja zlewcza

a. ławę fundamentową o wymiarach min. 1,45 x 2,20 m pod automatyczną stację zlewczą (wymiary wg rysunku).

- wykonać wsporniki pod podpory dla rur,
- przejścia rur przez podłogi obiektów należy wykonać jako szczelne,
- przejścia rur przez ściany obiektów niekoniecznie szczelne (jeżeli warunki gruntowo-wodne na to pozwolą),
- fundament należy wykonać jako żelbetowy,

c. Kratkę ociekową 0,75 x 0,75 wraz z ławą fundamentową 0,75 x 0,50 pod wspornik rurociągu do podłączenia beczki asenizacyjnej

- wykonać wsporniki dla rury asenizacyjnej DN100,
- przejścia rur przez podłogi obiektów należy wykonać jako szczelne,
- przejścia rur przez ściany obiektów należy wykonać jako szczelne,

1.3. Stacja dmuchaw

b. ławę fundamentową o wymiarach min. 3,00 x 4,20 m pod stację dmuchaw (wymiary wg rysunku) – adaptacja z istniejącej ławy.

- wykonać wsporniki pod podpory dla rur,
- fundament należy wykonać jako żelbetowy,

2. Architektura

Wiata z płyty obornickiej (wymiary wg rysunku).

3 Instalacje elektryczne

Zasilanie ze stacji Trafo na oczyszczalni ścieków w Przyrowie

Lp.	Symbol/Nazwa urządzenia	Moc jednostkowa nominalna	Rezerwa Magazynowa/ Zainstalowana	Pracująca (aktywna)	Rezerwowa	Moc zainsta-lowana	Czas pracy h/d	Zużycie energii elektrycznej
		kW	0/1	0/1	0/1	kW		kWh/dobę
Obiekt - Komora wypływu – pomiar przepływu								
1	Według załączonej oferty (patrz załączniki projektu)							
Obiekt – Komora wypływu - recyrkulacja								
2	Pompa np. Meprozet 65 PZM 1,5_SZ-4	1,10	0	1	0	1,10	12	13,200
Obiekt - Sitopiaskownik								
3	Napęd sita	0,25	0	1	0	0,25	Szacowany 0,5	0,125
4	Napęd przenośnika ślimakowego	0,55	0	1	0	0,55	Szacowany 0,5	0,275
5	Napęd prasy skratek	0,55	0	1	0	0,55	Szacowany 0,3	0,165
Obiekt – stanowisko dmuchaw								
6	Dmuchawa np. Aerzen GM 25 S	7,50	0	1	1	15,00	24	180,000
Obiekt – Automatyczna stacja zlewcza								
7	Stacja zlewcza np. STZ-201B	3,50/0,10	0	1	0	3,50/0,10	1/23	3,500+2,300 =5,800
					RAZEM:	20,95	38,30	199,565

4 AKPiA

W dostawie wszystkich urządzeń – według zaleceń producenta.

Pompa recyrkulacji zewnętrznej – sterowanie czasowe poprzez zegar PCM.

5 Ogrzewanie

Ogrzewanie w wiacie sitopiaskownika, czasowy pobyt ludzi ($8^{o}C$). 2 osoby,1h/dobę.

Obiekty należy wyposażyć w: instalacje wentylacji nawiewno-wywiewnej.

Zgodnie z:

ROZPORZĄDZENIEM MINISTRA GOSPODARKI PRZESTRZENNEJ I BUDOWNICTWA z dnia 1 października 1993 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w oczyszczalniach ścieków Dziennik Ustaw Nr 96/1993 r., poz. 438

Ogrzewanie w Stacji Zlewczej – w dostawie producenta.

6 Wentylacja

Wiata piaskownika - minimum 5 wymian na h, czasowy pobyt ludzi

Stacja zlewcza – w dostawie producenta.

7 Woda i ścieki

Zapotrzebowanie wody pitnej, dla celów higieniczno-sanitarnych według rozwiązań branżowych - należy przewidzieć podłączenia DN25 ze złączką do węża w pobliżu zespołów pomp.

Stacja zlewcza – zgodnie z zaleceniami producenta przyłącze wodociągowe o ciśnieniu min. 0,3 bar ($20dm^3$/zrzut ścieków) PE DN32.