

Ekspertyza dot. poprawy efektywności technologicznej oraz automatyzacji oczyszczalni ścieków w Lipuszu

opracowanie techniczne dla zadania „Poprawa procesu technologicznego oczyszczalni
ścieków w Lipuszu wraz z przebudową i rozbudową budynku technologicznego”

Opracował:
dr Marek Swinarski

Gdańsk, lipiec 2022

Spis treści

1. Informacje ogólne	2
1.1. Podstawa opracowania	2
1.2. Przedmiot i zakres opracowania.....	2
2. Opis stanu istniejącego	2
3. Obowiązujące wymagania dot. jakości ścieków oczyszczonych	3
4. Charakterystyka ilościowa i jakościowa ścieków surowych	3
5. Analiza istniejącego układu technologicznego.....	6
6. Ogólny opis projektowanych rozwiązań	12
7. Szczegółowy opis projektowanych urządzeń	12
7.1. Aparatura pomiarowa	12
7.2. Przepustnice powietrza	15
7.3. Napędy elektryczne przepustnic powietrza	15
7.4. Rurociągi osadu nadmiernego	15
7.5. Przepustnice odcinające na rurociągach osadu.....	16
7.6. Napędy elektryczne przepustnic na rurociągach osadu	16
7.7. Falowniki pomp osadu recykulowanego/nadmiernego.....	16
7.8. System sterowania	16
8.0. Obliczenia technologiczne	19
9.0. Rysunki	20

1. Informacje ogólne

1.1. Podstawa opracowania

Opracowanie wykonano na podstawie zlecenia nr RG-PPI.7011.1.2022.RO Gminy Lipusz z dnia 06/06/2022.

1.2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest wykonanie ekspertyzy technologicznej dot. poprawy efektywności technologicznej oraz automatyzacji oczyszczalni ścieków dla zadania inwestycyjnego pn. „Poprawa procesu technologicznego oczyszczalni ścieków w Lipuszu wraz z przebudową i rozbudową budynku technologicznego”.

Przedmiot zadania obejmuje:

- Ocenę przepustowości istniejącego układu technologicznego, w tym:
 - obliczenia technologiczne wymaganych kubatur poszczególnych stref bioreaktorów
 - obliczenia wymaganej powierzchni i kubatury osadników wtórnych
 - obliczenia zapotrzebowania na tlen oraz określenie wymaganej wydajności systemu napowietrzania.
- Określenie niezbędnego zakresu opomiarowania układu technologicznego oraz lokalizacji urządzeń pomiarowych.
- Opis algorytmów sterowania napowietrzaniem ścieków, recyrkulacją wewnętrzną, recyrkulacją zewnętrzną oraz wiekiem osadu.
- Wnioski i zalecenia dot. sposobu eksploatacji oraz zakresu modernizacji/inwestycji niezbędnych dla zapewnienia wymaganej efektywności technologicznej oczyszczalni ścieków.

2. Opis stanu istniejącego

Mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków komunalnych w Lipuszu obsługuje mieszkańców zamieszkałych aglomerację Lipusz. Średnie dobowe natężenie dopływu ścieków surowych wynosi ok. 240 m³/d. Podane w operacie wodnoprawnym obciążenie oczyszczalni wyrażone równoważną liczbą mieszkańców wynosi 2 750 RLM_{BZT5}. Ścieki poddawane są procesowi oczyszczania w systemie mechaniczno-biologicznym. Osad nadmierny usuwany z bioreaktora poddawany jest procesowi odwadniania. Odciek z procesu odwadniania osadu zawracany jest na początek układu technologicznego. Osady ściekowe po higienizacji zagospodarowywane są rolniczo.

W skład ciągu technologicznego oczyszczalni wchodzi następujące obiekty:

- punkt zlewny ścieków dowożonych
- krata mechaniczna
- piaskownik
- komora beztlenowa o objętości 20 m³
- komora predenitryfikacji osadu recyrkulowanego o objętości 17 m³
- dwie pracujące równolegle komory anoksydacyjne o objętości całkowitej 212 m³
- dwie pracujące równolegle komory tlenowe o objętości całkowitej 512 m³, wyposażone w system napowietrzania za pomocą dyfuzorów drobnopęcherzykowych

- dwa pracujące równolegle osadniki wtórne, każdy o powierzchni 25 m² i objętości 54 m³
- dwie komory stabilizacji tlenowej osadu nadmiernego o objętości całkowitej 165 m³
- dwa filtry żwirowo-piaskowe o powierzchni całkowitej 13,2 m²
- stacja mechanicznego odwadniania i higienizacji osadu nadmiernego
- magazyn osadu
- trzy dmuchawy do napowietrzania osadu czynnego i komór stabilizacji osadu oraz płukania filtrów o wydajności 220 m³ każda
- instalacja dozowania koagulantu PIX do osadników wtórnych
- koryto pomiarowe natężenia przepływu ścieków oczyszczonych (zwężka Venturiego).

Całkowita kubatura bioreaktora (komora beztlenowa, predenitryfikacji recyrkulatu, denitryfikacji, i nityfikacji) wynosi 761 m³. Konfiguracja bioreaktora umożliwia prowadzenie procesu zintegrowanego usuwania związków organicznych, azotu i fosforu ze ścieków, przy czym zgodnie z wymaganiami obowiązującego pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie ścieków oczyszczonych do środowiska oczyszczalnia zobowiązana jest usuwać jedynie związki organiczne i zawiesinę ogólną. Maksymalne rzeczywiste obciążenie oczyszczalni wyrażone równoważną liczbą mieszkańców (RLM), wg danych jakości ścieków surowych za rok 2021, waha się w zakresie 1 440 – 3 800 RLM_{BZT5} (średnio 2 440 RLM_{BZT5}).

3. Obowiązujące wymagania dot. jakości ścieków oczyszczonych

Oczyszczalnia ścieków w Lipuszu posiada pozwolenie wodnoprawne nr GD.ZUZ.1.4210.KO.1.2020.SJ, na odprowadzanie oczyszczonych ścieków do rowu melioracyjnego uchodzącego do rzeki Wdy, wydane dnia 6 czerwca 2020 r. przez Dyrektora Zarządu Zlewni w Chojnicach, Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie. Pozwolenie wodnoprawne zostało udzielone na czas określony do dnia 6 lipca 2030 r. pod następującymi warunkami:

- Ilość odprowadzanych ścieków

$Q_{\max,s}$	– 0,008 m ³ /s
$Q_{\text{śr},d}$	– 300 m ³ /d
$Q_{\text{dop},r}$	– 120 000 m ³ /rok
- Najwyższe dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń

BZT ₅	– 25 mg/l
ChZT	– 125 mg/l
Zawiesina og.	– 35 mg/l.

4. Charakterystyka ilościowa i jakościowa ścieków surowych

W Tabeli nr 1 przedstawiono dane wielkości dopływów dobowych do oczyszczalni z okresu styczeń 2021 – maj 2022 mierzone przepływomierzem elektromagnetycznym na rurociągu dopływowym ścieków surowych.

Wartości stężeń zanieczyszczeń oraz wielkości ładunków dobowych zanieczyszczeń w ściekach surowych z okresu styczeń – grudzień 2021 przedstawiono odpowiednio w Tabeli nr 2 i Tabeli nr 3.

Tabela nr 1. Dopływy dobowe ścieków surowych w okresie styczeń 2021 – maj 2022.

Okres	Dopływ minimalny	Dopływ maksymalny	Dopływ średni
	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d
Rok 2021			
styczeń	217	381	242
luty	207	290	243
marzec	121	307	239
kwiecień	221	315	243
maj	211	323	245
czerwiec	219	279	241
lipiec	226	327	254
sierpień	205	350	247
wrzesień	197	283	236
październik	198	405	242
listopad	207	405	243
grudzień	201	330	251
		średnia	244
Rok 2022			
styczeń	207	336	245
luty	219	304	261
marzec	203	301	238
kwiecień	211	319	235
maj	206	306	235
		średnia	243

Tabela nr 2. Stężenia zanieczyszczeń w ściekach surowych w okresie styczeń – grudzień 2021.

Data poboru	ChZT	BZT ₅	Zawiesina og.
	mg O ₂ /l	mg O ₂ /l	mg/l
styczeń	954	470	380
luty	1 890	626	590
marzec	1 340	690	500
kwiecień	2 000	770	510
maj	2 270	930	580
czerwiec	1 172	540	240
lipiec	--	--	--
sierpień	--	--	--
wrzesień	1 040	340	160
październik	--	--	--
listopad	--	--	--
grudzień	1 048	450	350
Minimum	954	340	160
Maksimum	2 270	930	590
Średnia	1 464	602	414
Percentyl 85%	1 995	766	577

Tabela nr 3. Ładunki dobowe zanieczyszczeń w ściekach surowych w okresie styczeń – grudzień 2021.

Data poboru	Dopływ	Ładunek ChZT	Ładunek BZT ₅	Ładunek Zawiesiny og.	RLM _{BZT5}
	m ³ /d	kg O ₂ /d	kg O ₂ /d	kg/d	RLM _{BZT5}
styczeń	242	231	114	92	1 896
luty	243	459	152	143	2 535
marzec	239	320	165	120	2 749
kwiecień	243	486	187	124	3 119
maj	245	556	228	142	3 798
czerwiec	241	282	130	58	2 169
lipiec	254	--	--	--	--
sierpień	247	--	--	--	--
wrzesień	236	245	80	38	1 337
październik	242	--	--	--	--
listopad	243	--	--	--	--
grudzień	251	263	113	88	1 883
Minimum		231	80	38	1 337
Maksimum		556	228	143	3 798
Średnia		355	146	101	2 436
Percentyl 85%		485	186	141	3 100

Wielkości dopływów dobowych ścieków surowych w okresie styczeń 2021 – maj 2022 kształtowały się w zakresie 121 – 405 m³/d, średnio 244 m³/d. Ścieki komunalne dopływające do oczyszczalni w Lipuszu stanowią głównie ścieki bytowo-gospodarcze charakteryzujące się wysokim stężeniem związków organicznych. Obserwowane wartości średniego rocznego stężenia ChZT i BZT₅ w analizowanym okresie wynosiły odpowiednio 1 464 mg O₂/l oraz 602 mg O₂/l, natomiast stężenia maksymalne odpowiednio 2 270 mg O₂/l oraz 930 mg O₂/l. Obciążenie oczyszczalni ładunkiem zanieczyszczeń waha się w zakresie 1 340 – 3 800 RLM_{BZT5}, średnio 2 440 RLM_{BZT5}.

Konsekwencją wysokiego stężenia ChZT oraz N ogólnego w ściekach surowych jest duże zapotrzebowanie na tlen, a tym samym energię elektryczną dla osiągnięcia wymaganego stopnia oczyszczania ścieków.

Aktualne średnie obciążenie układu technologicznego ładunkiem zanieczyszczeń, wyrażone równoważną liczbą mieszkańców, wynosi **2 440 RLM_{BZT5}**.

Do obliczeń wymaganych kubatur bioreaktora dla aktualnej ilości i jakości ścieków dopływających do oczyszczalni przyjęto następujące wartości dopływów dobowych oraz stężeń zanieczyszczeń:

Dopływ ścieków:

- Średni dopływ dobowy – 244 m³/d
- Średni dopływ godzinowy – 10,2 m³/h
- Maksymalny dopływ godzinowy – 25 m³/h
- Minimalny dopływ godzinowy – 2,5 m³/h

Stężenia zanieczyszczeń:

Ścieki surowe

- ChZT – 2 000 mg O₂/l

- BZT₅ – 770 mg O₂/l
- Zawiesina ogólna – 580 mg/l
- Azot ogólny Kjeldahla – 80 mg/l
- Azot amonowy – 56 mg/l
- Fosfor ogólny – 14 mg/l

Ścieki oczyszczone

- ChZT – 55 mg O₂/l
- Zawiesina ogólna – 10 mg/l
- Azot ogólny – 12 mg/l
- Azot amonowy – 2 mg/l
- Azot organiczny – 2 mg/l
- Fosfor ogólny – 1 mg/l.

Wyniki obliczeń wymaganych kubatur komór bioreaktora przedstawione są w rozdziale 5.

5. Analiza istniejącego układu technologicznego

Oczyszczanie wstępne

Ścieki surowe oczyszczane są wstępnie na kracie mechanicznej MEVA Monosrceen RSM o prześwicie 3 mm oraz napowietrzanym piaskowniku pionowym. Przepustowość kraty wynosi 120 m³/h i jest znacznie większa od wymaganej. Istniejący piaskownik pionowy jest rozwiązaniem adekwatnym dla małej oczyszczalni ścieków o średnim dopływie godzinowym ok. 10 m³/h.

Reaktor biologiczny

Układ biologicznego oczyszczania ścieków stanowią dwa pracujące równolegle bliźniacze bioreaktory skonfigurowane w systemie JHB oraz dwa osadniki wtórne. Ścieki surowe po oczyszczaniu wstępnym na kracie i piaskowniku dopływają do komory beztlenowej, wspólnej dla obu ciągów bioreaktora.

Osad recykulowany z osadników wtórnych kierowany jest do komory predenitryfikacji, skąd następnie przepływa do komory beztlenowej gdzie miesza się ze ściekami oczyszczonymi mechanicznie.

Kubatury poszczególnych komór bioreaktora są wystarczające do efektywnego usuwania ze ścieków związków organicznych, azotu i fosforu. W tabeli nr 4 przedstawiono porównanie istniejących oraz wymaganych kubatur komory beztlenowej, komory anoksydacyjnej i komory tlenowej bioreaktora. Szczegółowe obliczenia wymaganych kubatur bioreaktora przedstawiono w Załączniku nr 1.

Tabela nr 4. Porównanie istniejących oraz wymaganych kubatur poszczególnych komór bioreaktora.

Komora bioreaktora	Kubatura istniejąca (m ³)	Kubatura wymagana (m ³)
Komora beztlenowa	20	18
Komora predenitryfikacji recykulatu	17	2
Komora anoksydacyjna	2 × 106 = 212	43
Komora tlenowa	2 × 256 = 512	457
Ogółem	761	520

Aktualnie stężenie osadu czynnego w bioreaktorze utrzymywane jest na poziomie ok. $3,5 \text{ kg s.m./m}^3$. Z uwagi na znaczne przewymiarowanie kubatury bioreaktora osad czynny pracuje pod niskim obciążeniem ok. $0,08 \text{ kg BZT}_5/\text{kg s.m./d}$, co sprzyja powstawaniu kożucha w komorach bioreaktora.

Należy podkreślić, że istniejąca konfiguracja układu technologicznego nie jest adekwatna do aktualnych wymagań pozwolenia wodnoprawnego, zgodnie z którymi oczyszczalnia zobowiązana jest do usuwania jedynie związków organicznych i zawiesiny ogólnej. Typowa konfiguracja układu technologicznego dedykowanego do usuwania związków organicznych i zawiesiny ogranicza się do krat, piaskownika, komory tlenowej i osadników wtórnych.

Jeżeli w długiej perspektywie czasu oczyszczalnia nie będzie miała obowiązku usuwania azotu, oraz przewidywany jest wzrost ilości dopływających ścieków, możliwe jest zwiększenie kubatury komory tlenowej poprzez montaż dyfuzorów powietrza w komorach anoksydacyjnych bioreaktora, a tym samym istotne zwiększenie o ok. 40% przepustowości oczyszczalni.

Zalecane parametry technologiczne procesu oczyszczania ścieków:

- Stężenie osadu czynnego w bioreaktorze – $3,5 \text{ kg/m}^3$
- Recyrkulacja wewnętrzna – wyłączona
- Recyrkulacja zewnętrzna – średnio 75%, maksymalnie 120% natężenia dopływu ścieków surowych
- Stężenie tlenu w komorach tlenowych – 2 mg/l utrzymywane automatycznie przez system sterowania.

W celu zachowania ciągłości efektywnego usuwania zanieczyszczeń napowietrzanie ścieków w bioreaktorze powinno być realizowane w sposób ciągły. Dłuższe przerwy w napowietrzaniu komór tlenowych skutkują sedimentacją osadu czynnego na dno, zagniwaniem osadu, uwalnianiem wewnątrz bioreaktora dodatkowego ładunku zanieczyszczeń oraz istotnym pogorszeniem efektywności usuwania zanieczyszczeń z uwagi na brak wymaganego wymieszania osadu czynnego ze ściekami. Mieszadła w komorze beztlenowej i komorach anoksydacyjnych powinny również pracować w sposób ciągły z powodów jak wyżej.

Osadniki wtórne

Oddzielanie osadu czynnego od oczyszczonych ścieków przebiega w dwóch pracujących równolegle osadnikach wtórnych o budowie zbliżonej do ostrosłupa. Powierzchnia jednego osadnika wynosi 25 m^2 , głębokość $5,5 \text{ m}$, objętość 54 m^3 .

Przyjmując maksymalne natężenie dopływu ścieków surowych $25 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz stopień recyrkulacji zewnętrznej 75%, obciążenia hydrauliczne oraz ładunkiem zawiesiny są na niskim poziomie i wynoszą odpowiednio $0,50 \text{ m/h}$ oraz $3,1 \text{ kg/m}^2/\text{h}$. Dla porównania zalecane obciążenia hydrauliczne oraz zawiesiną osadników wtórnych wynoszą odpowiednio $1,7 - 2,7 \text{ m/h}$ oraz $4 - 6 \text{ kg/m}^2/\text{h}$.

Komory stabilizacji tlenowej osadu nadmiernego

Osad nadmierny poddawany jest procesowi stabilizacji w dwóch komorach stabilizacji tlenowej osadu o objętości $82,5 \text{ m}^3$ każda.

Przyjmując założenia:

- obliczeniowy wiek osadu – ok. 11 dób dla bioreaktorów i osadników wtórnych
- stężenie osadu czynnego w bioreaktorze – $3,5 \text{ kg s.m./m}^3$
- stężenie osadu odprowadzanego z osadników wtórnych – $8,2 \text{ kg s.m./m}^3$
- zawartość s.m.o. w osadzie czynnym – 70%

objętość dobową osadu nadmiernego jaka powinna być odprowadzana z osadników wtórnych do komór stabilizacji wynosi 34 m³/d.

Łączna objętość istniejących dwóch komór stabilizacji tlenowej osadu wynosi 165 m³. Przyjmując objętość odprowadzanego osadu nadmiernego na poziomie 34 m³/d oraz równe obciążenie obu komór, czas zatrzymania wynosi 4,9 doby, natomiast obciążenie komór 1,2 kg s.m.o./m³/d.

Czas stabilizacji osadu jest niższy od zalecanego, który wynosi 6 – 8 dób. Obciążenie suchą masą organiczną jest nieco niższe od wartości przyjmowanych do wymiarowania komór stabilizacji tlenowej, które wynoszą 1,5 – 3,0 kg s.m.o./m³/d.

Dmuchawy powietrza

System napowietrzania ścieków opiera się na trzech jednakowych dmuchawach wyporowych Roots'a firmy ROBUSCHI, typ EL25/1P o następujących parametrach:

- wydajność – 220 m³/h
- nadciśnienie – 650 mbar
- moc – 7,5 kW.

Tabela nr 5 poniżej przedstawia porównanie łącznej wydajności istniejących dmuchaw oraz zapotrzebowania na powietrze komór tlenowych bioreaktora (przy założeniu efektywnego usuwania związków organicznych i azotu ze ścieków) oraz komór stabilizacji tlenowej osadu.

Trzy istniejące dmuchawy mają wydajność o około 50% większą niż wynosi łączne maksymalne zapotrzebowanie na powietrze komór tlenowych oraz komór stabilizacji tlenowej osadu.

Tabela nr 5. Porównanie maksymalnego zapotrzebowania na powietrze z wydajnością istniejących dmuchaw.

Proces	Maksymalne zapotrzebowanie na powietrze (m ³ /h)	Wydajność istniejących dmuchaw (m ³ /h)
Napowietrzanie komór tlenowych bioreaktora	330	3 × 220 = 660
Napowietrzanie komór stabilizacji tlenowej osadu	114	
Ogółem	444	

Biorąc pod uwagę wystarczającą wydajność istniejącego układu napowietrzania, proponowana w projekcie modernizacji oczyszczalni czwarta dmuchawa powietrza nie jest wymagana. Niemniej jednak z uwagi na zużycie eksploatacyjne zaleca się wymianę dmuchaw z falownikami w celu poprawy efektywności i niezawodności działania systemu napowietrzania komór stabilizacji tlenowej osadu nadmiernego oraz bioreaktora.

Obliczenia zapotrzebowania na powietrze dla procesu usuwania związków organicznych i azotu przedstawiono w Załączniku nr 1.

Do sterowania pracą dmuchaw nie jest wykorzystywany pomiar ciśnienia powietrza w instalacji napowietrzania (brak czujników ciśnienia). Dmuchawy sterowane są bezpośrednio pomiarem stężenia tlenu w komorach napowietrzania bioreaktor. Algorytm sterowania dmuchawami utrzymuje stężenie tlenu w komorach tlenowych bioreaktora pomiędzy wartością minimalną i maksymalną zadaną przez operatora.

Przepustnice powietrza

Na przewodach powietrza zainstalowanych jest łącznie 12 przepustnic powietrza regulowanych ręcznie. Dwie przepustnice na rurociągach DN100 przy dmuchawach są wyposażone w napędy elektryczne. Brak napędów elektrycznych dla przepustnic powietrza bezpośrednio zasilających komory tlenowe i komory stabilizacji tlenowej uniemożliwia automatyczne sterowanie napowietrzaniem tych komór.

W celu automatycznej regulacji stężenia tlenu w komorach tlenowych oraz komorach stabilizacji osadu, konieczne jest zainstalowanie na przewodach powietrza dodatkowych 4 szt. przepustnic z napędami elektrycznymi. Istniejące przepustnice regulowane ręcznie należy pozostawić jako armaturę odcinającą dla nowych przepustnic.

Nie przewiduje się montażu dodatkowych przepustnic powietrza umożliwiających automatyczne płukanie filtrów powietrzem (do ostatecznej decyzji inwestora).

Dyfuzory powietrza

Powietrze do komór tlenowych bioreaktora oraz komór stabilizacji tlenowej osadu wprowadzane jest za pomocą dyfuzorów membranowych firmy WOD-EKO typ W 200.

Poniżej parametry dyfuzorów:

- średnica membrany – 200 mm
- jednostkowy przepływ powietrza – 0,5 do 5,0 m³/h
- współczynnik transferu tlenu – do 8,0%

Liczba zainstalowanych dyfuzorów:

- komory tlenowe – 90 szt. w każdej komorze, łącznie 180 szt.
- komory stabilizacji tlenowej – 18 szt. w każdej komorze, łącznie 36 szt.

Liczba dyfuzorów zainstalowanych w komorach napowietrzania i komorach stabilizacji tlenowej osadu jest odpowiednia. Przyjmując maksymalne zapotrzebowanie na powietrze na poziomie 330 m³ dla komór tlenowych oraz 114 m³/h dla komór stabilizacji tlenowej osadu, jednostkowy przepływ powietrza przez dyfuzor w komorze tlenowej i komorze stabilizacji wynosi odpowiednio 1,8 i 3,1 m³/h. Biorąc pod uwagę maksymalny przepływ jednostkowy przez dyfuzor 5,0 m³/h, obliczone jednostkowe przepływy powietrza pozostają w zakresie wartości optymalnych.

Pompy recyrkulacji wewnętrznej

Recyrkulacja wewnętrzna azotanów z komory tlenowej do komory anoksydacyjnej na obu liniach bioreaktora realizowana jest za pomocą pompy KSB typ Amarex NF80-220/034ULG-120 o następujących parametrach:

- wydajność – 65 m³/h
- wysokość podnoszenia – 1,5 m
- moc silnika – 1,9 kW.

Pompy nie są wyposażone w falowniki.

Zgodnie z projektem modernizacji planowana jest wymiana istniejących pomp na nowe typ Amarex F100-230/023F4USG-170 o parametrach:

- wydajność – 0,10 do 110 m³/h
- wysokość podnoszenia – 2,3 do 9,1 m
- moc silnika – 2,3 kW.

Zgodnie z wymaganiami pozwolenia wodnoprawnego oczyszczalni nie ma obowiązku usuwać azotu, a więc recyrkulacja wewnętrzna z komory tlenowej do komory anoksycznej nie jest wymagana. Niemniej jednak zaleca się pracę bioreaktora z recyrkulacją wewnętrzną z uwagi na wykorzystanie tlenu zawartego w azotanach odpływających z komory tlenowej do usuwania związków organicznych w komorze anoksycznej.

W wariantcie pracy oczyszczalni nastawionej na usuwanie nie tylko związków organicznych, ale również azotu (limit 15 mg N/l), wymagany stopień recyrkulacji wynosi 380%, co przekłada się na łączną wydajność dwóch pomp wynoszącą 38 m³/h (jedna pompa 19 m³/h). Natomiast w procesie usuwania jedynie związków organicznych i zawiesiny, zgodnie z wymogami obowiązującego pozwolenia wodnoprawnego, stopień recyrkulacji wewnętrznej może być utrzymywany na niższym poziomie tj. 200 – 300%.

Niezależnie od sposobu prowadzenia procesu oczyszczania ścieków wydajność istniejących pomp jest znacznie wyższa od wymaganej, a więc nie ma konieczności ich wymiany na większe. Wskazane jest wyposażenie pomp w falowniki dla płynnej regulacji stopnia recyrkulacji, a tym samym poprawy energochłonności oczyszczalni.

Pompy osadu recyrkulowanego/nadmiernego

Osad recyrkulowany lub nadmierny pompowany jest z osadników wtórnych odpowiednio do komory beztlenowej lub komór stabilizacji tlenowej za pomocą pomp KSB typ Amarex NF65-220/004ULG-135 o następujących parametrach:

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| – wydajność | – 10,1 m ³ /h |
| – wysokość podnoszenia | – 4,08 m |
| – moc silnika | – 0,8 kW. |

Zakładając stężenie osadu czynnego w bioreaktorach 3,5 kg/m³ oraz osadu recyrkulowanego 8,2 kg/m³, wymagany stopień recyrkulacji zewnętrznej wynosi 75% dopływu ścieków do oczyszczalni. Dla średniego godzinowego dopływu ścieków 5,1 m³/h do każdej linii bioreaktora, wymagany średni przepływ recyrkulacji zewnętrznej z każdego osadnika wynosi 3,8 m³/h.

Dla przyjętego obliczeniowego wieku osadu 11 d oraz podanego powyżej stężenia osadu czynnego w bioreaktorze oraz stężenia osadu nadmiernego, objętość dobową osadu jaka powinna być odprowadzana z obu osadników wtórnych wynosi 34 m³/d, natomiast z jednego osadnika 17 m³/d.

Pompy o wydajności jak obecnie 10 m³/h są zatem wystarczające na potrzeby recyrkulacji zewnętrznej i odprowadzania osadu nadmiernego. Wymiana pomp na większe nie przyniesie poprawy efektywności technologicznej, a jedynie zwiększy energochłonność procesu oczyszczania ścieków.

Z uwagi na fakt, że każda z pomp w osadnikach wtórnych pełni jednocześnie funkcję przetłaczania osadu recyrkulowanego i odprowadzania osadu nadmiernego konieczne jest ich wyposażenie w falowniki umożliwiające płynną regulację przepływu osadu recyrkulowanego/nadmiernego.

Rurociągi osadu recyrkulowanego/nadmiernego

Każda z pomp osadu recyrkulowanego tłoczy osad do komory predenitryfikacji osobnym rurociągiem. Natomiast osad nadmierny wprowadzany jest do komór stabilizacji tlenowej jednym rurociągiem z trójnikiem z przepustnicą odcinającą w komorze stabilizacji osadu 1. Rozdział jednego rurociągu osadu nadmiernego na dwa i zasilanie każdej z komór stabilizacji osadem z osobnego osadnika umożliwiłoby ograniczenie ilości przepustnic odcinających niezbędnych do automatycznego sterowania przepływem osadu recyrkulowanego i nadmiernego z 6 szt. do 4 szt.

Przepustnice na przewodach osadu recyrkulowanego/nadmiernego

Wszystkie przepustnice na rurociągach tłocznych pomp osadu recyrkulowanego/nadmiernego są otwierane/zamykane ręcznie. W celu umożliwienia automatycznego przekierowywania przepływu osadu nadmiernego do komór stabilizacji tlenowej konieczne jest zainstalowanie na rurociągach osadu recyrkulowanego dodatkowych 2 szt. przepustnic odcinających z napędami elektrycznymi oraz doposażenie 2 szt. istniejących przepustnic na rurociągach osadu nadmiernego w napędy elektryczne również typu otwórz/zamknij.

Przepływ osadu recyrkulowanego/nadmiernego nie jest mierzony. W celu sterowania recyrkulacją zewnętrzną i odprowadzaniem osadu nadmiernego niezbędne jest zainstalowanie przepływomierzy na rurociągach tłocznych pomp osadu recyrkulowanego/nadmiernego.

Dostęp do przepustnic powietrza w komorach osadników jest bardzo trudny z uwagi na miejsce ich zainstalowania pod betonowym pomostem. Konieczna jest przebudowa przebiegu rurociągów tak, aby umożliwić dostęp do przepustnic i projektowanych napędów.

Filtry

Ścieki oczyszczone biologicznie doczyszczane są na dwóch filtrach ze złożem żwirowym o powierzchni 6,6 m² każdy. Prędkość filtracji jest niska i waha się w zależności od natężenia dopływu ścieków do oczyszczalni w zakresie od 0,2 do 2 m/h, średnio 0,8 m/h. Przy tak niskiej prędkości filtracji możliwe jest uzyskanie efektywnego usuwania pozostałości zawiesiny w ściekach odpływających z bioreaktora przy zachowaniu wymaganej długości filtracyjnego cyklu.

Pompa do płukania filtrów

Do płukania filtrów ściekami wykorzystywana jest pompa KSB typ Amarex KRT K150-315/66 UG-S o następujących parametrach:

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| – wydajność | – 180 m ³ /h |
| – wysokość podnoszenia | – 8,0 m |
| – moc silnika | – 6,0 kW. |

Możliwa do uzyskania prędkość płukania ściekami pojedynczego filtra przy pełnej wydajności pompy płuczącej wynosi ok. 27 m/h. Jest to wartość, którą można uznać za wystarczającą dla filtrów płukanych powietrzem i ściekami oczyszczonymi.

Na rurociągach doprowadzających ścieki lub powietrze do płukania filtrów zainstalowane są dwie zasuwki odcinające z napędami ręcznymi, które umożliwiają skierowanie powietrza lub ścieków do płukania do jednego filtra. Z uwagi na brak napędów elektrycznych zasuw automatyczne płukanie filtrów nie jest możliwe.

Pomiary on-line jakości ścieków

Obecnie na układzie technologicznym zainstalowane są dwie sondy optyczne tlenu rozpuszczonego (komory tlenowe bioreaktora 1 i 2) oraz jedna sonda optyczna stężenia zawiesiny (komora tlenowa bioreaktora 1) firmy WTW. Sondy komunikują się z przetwornikami sygnałem cyfrowym. Sygnały przekazywane z przetworników pomiarowych do stacji operatorskiej mają charakter analogowy. Zaleca się przejście na jednolity system komunikacji cyfrowej protokołem Ethernet/IP dla wszystkich urządzeń.

W celu automatycznego sterowania procesem oczyszczania ścieków niezbędne jest zainstalowanie dodatkowych dwóch sond mierzących stężenie tlenu rozpuszczonego w komorach stabilizacji tlenowej osadu.

Jakość ścieków dopływających do oczyszczalni nie jest monitorowana żadnym pomiarem on-line. Wskazane jest zainstalowanie w komorze beztlenowej sond do pomiaru odczynu i potencjału redoks.

Instalacje AKPiA

System AKPiA oparty jest na programowalnym sterowniku SAIA oraz stacji wizualizacji zrealizowanej na oprogramowaniu Wizcon typu SCADA. Zgodnie z projektem modernizacji oczyszczalni istniejący sterownik oraz stacja operatorska wymienione zostaną na nowe. Planowane jest również zainstalowanie nowego oprogramowania SCADA.

6. Ogólny opis projektowanych rozwiązań

W celu poprawy efektywności technologicznej oczyszczalni ścieków na bioreaktorze zainstalowana będzie nowa armatura odcinająca oraz dodatkowa armatura pomiarowa niezbędna do automatycznego sterowania procesem oczyszczania ścieków. Zainstalowane zostaną przepustnice z napędami elektrycznymi na przewodach powietrza, zasuwę z napędami elektrycznymi i przepływomierze na rurociągach osadu recyrkulowanego/nadmiernego, sonda odczynu i potencjału redoks w komorze beztlenowej oraz sondy stężenia tlenu rozpuszczonego w komorach stabilizacji tlenowej osadu.

W sterowniku obiektowym zainstalowane będą algorytmy systemu sterowania umożliwiające automatyczną regulację napowietrzania ścieków w bioreaktorze, napowietrzania osadu w komorach stabilizacji tlenowej, recyrkulacji zewnętrznej, recyrkulacji wewnętrznej oraz odprowadzania osadu nadmiernego. Operator będzie miał możliwość zdalnego sterowania procesem oczyszczania ścieków za pomocą pulpitu zdalnego do stacji operatorskiej.

7. Szczegółowy opis projektowanych urządzeń

7.1. Aparatura pomiarowa

Istniejące oraz projektowane urządzenia pomiarowe zapewnią prawidłową kontrolę oraz automatyczne sterowanie procesem oczyszczania ścieków.

Parametry wymagane dla urządzeń pomiarowych:

Przepływomierze recyrkulacji zewnętrznej – 2 szt.

- Przepływomierz typ MAG5100 W z przetwornikiem pomiarowym MAG5000 prod. Siemens lub podobny
- Średnica nominalna DN 40
- Przetwornik montowany rozłącznie

Sondy stężenia tlenu rozpuszczonego – 2 szt.

- Sonda pomiarowa nie wymagająca kalibracji
- Skalibrowana fabrycznie, wymienna główka pomiarowa z wbudowanym chipem zawierającym dane kalibracyjne
- Ścięta (nachylona pod kątem) główka pomiarowa dla zwiększenia dokładności pomiaru

- Minimalna żywotność główki pomiarowej w ściekach komunalnych: 24 miesiące
- Metoda pomiarowa: optyczna, bazująca na fotoluminescencji w świetle zielonym
- Brak specyficznych wymagań odnośnie pozycji pracy sondy
- Zakres pomiarowy tlenu rozpuszczonego: od 0 do 20 mg O₂/l
- Zintegrowany czujnik temperatury
- Zakres pomiarowy temperatury: od -5°C do +45°C
- Temperatura pracy: od 0°C do +40°C
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego
- Odkręcany kabel z wodoszczelnym złączem uniwersalnym (IP 68, do 10 bar)
- Minimalne wymagania dla materiału obudowy sondy: stal nierdzewna 1.4571 oraz tworzywa sztuczne odporne na korozyjne działania ścieków.

Sonda odczynu – 1 szt.

- Metoda pomiarowa: potencjometryczna przy pomocy elektrody kombinowanej
- Elektroda: kombinowana z elektrolitem polimerowym i podwójną diafragmą otworową
- Zintegrowany czujnik temperatury
- Brak specyficznych wymagań odnośnie pozycji pracy sondy
- Zakres pomiarowy: od 0,00 do 14,00 pH oraz od 0°C do +60 °C
- Temperatura pracy: od 0°C do 45°C
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego
- Odkręcany kabel z wodoszczelnym złączem uniwersalnym (IP 68, do 10 bar)
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna 1.4571 oraz tworzywo sztuczne odporne na korozyjne działanie ścieków .

Sonda potencjału redoks – 1 szt.

- Metoda pomiarowa: potencjometryczna za pomocą elektrody kombinowanej
- Elektroda: kombinowana platynowa z elektrolitem polimerowym i podwójną diafragmą otworową
- Zintegrowany czujnik temperatury
- Brak specyficznych wymagań odnośnie pozycji pracy sondy
- Zakres pomiarowy: od -2000 mV do +2000 mV oraz od 0°C do +60°C
- Temperatura pracy: od 0°C do 45°C
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego
- Odkręcany kabel z wodoszczelnym złączem uniwersalnym (IP 68, do 10 bar)
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna 1.4571 oraz tworzywo sztuczne odporne na korozyjne działanie ścieków.

Czujniki ciśnienia powietrza z zaworami odcinającymi – 2 szt.

- Materiał wykonania: stal nierdzewna
- Zakres pomiarowy: od 0 do 100 kPa
- Błąd podstawowy: max 0,2%
- Błąd temperaturowy: max 0,3% / 10°C
- Zakres temperatury pracy: od -30°C do +50°C
- Stopień ochrony: IP67
- Sygnał wyjściowy: 4 – 20 mA
- Możliwość kalibracji - zmiany „zera” i zakresu w granicach min. 10%.

Wymagania dla zaworów odcinających:

- Typ zaworu: manometryczny,
- Materiał wykonania: stal nierdzewna.

Lokalizacje projektowanych i istniejących urządzeń pomiarowych przedstawiono na Rysunkach nr 1 – 3 w rozdziale 9. Zestawienie urządzeń pomiarowych z miejscem ich lokalizacji przedstawia Tabela nr 6 poniżej.

Tabela nr 6. Zestawie urządzeń pomiarowych i ich lokalizacji.

Lp.	Pomiar	Lokalizacja	Nowy/ Istniejący
1	Przepływ ścieków surowych	Rurociąg dopływowy ścieków surowych	istniejący
2	Przepływ osadu recyrkulowanego/nadmiernego	Rurociąg tłoczny pomp osadu recyrkulowanego/nadmiernego w osadniku 1	nowy
3	Przepływ osadu recyrkulowanego/nadmiernego	Rurociąg tłoczny pomp osadu recyrkulowanego/nadmiernego w osadniku 2	nowy
4	Ciśnienie powietrza	Przewód powietrza zasilający komorę tlenową bioreaktora 1	nowy
5	Ciśnienie powietrza	Przewód powietrza zasilający komorę tlenową bioreaktora 2	nowy
6	Potencjał redoks	Komora beztlenowa	nowy
7	Odczyn	Komora beztlenowa	nowy
8	Stężenie tlenu rozpuszczonego	Komora tlenowa bioreaktora 1	istniejący
9	Stężenie tlenu rozpuszczonego	Komora tlenowa bioreaktora 2	istniejący
10	Stężenie tlenu rozpuszczonego	Komora stabilizacji tlenowej osadu 1	nowy
11	Stężenie tlenu rozpuszczonego	Komora stabilizacji tlenowej osadu 2	nowy
12	Stężenie zawiesiny ogólnej	Komora tlenowa bioreaktora 1	istniejący

Parametry wymagane dla przetworników pomiarowych:

- Przetworniki dostosowane do istniejących na obiekcie sond pomiarowych
- System przetwornika musi mieć charakter modułowy z możliwością rozbudowy przy zastosowaniu modułów łączonych w sieć szeregowo lub równolegle
- Panele operatorskie z funkcją kontrolera głównego i kontrolerów awaryjnych
- Przetwornik musi posiadać funkcję „back up” umożliwiającą przejęcie kontroli przez kolejny element systemu w razie awarii przetwornika i utrzymanie ciągłości działania układu pomiarowego
- Przenośny wyświetlacz LCD
- Interfejs USB umożliwiający zgrywanie danych i aktualizację oprogramowania przetwornika,
- Wielomodułowy przetwornik pomiarowy (minimum 4 moduły) z możliwością wpięcia minimum 16 sond pomiarowych
- Możliwość podłączenie sond mierzących różne parametry
- Przetwornik przystosowany do wymiennej konfiguracji sond cyfrowych
- Podłączenie sond pomiarowych do przetwornika 2-żyłowym kablem zasilająco-sygnałowym
- Komunikacja Ethernet/IP

- Wyjścia analogowe 4-20mA
- Temperatura pracy od - 20°C do + 55°C
- Stopień ochrony IP66
- Brak elementów zużywających się mechanicznie np. wentylator
- Menu w języku polskim.

7.2. Przepustnice powietrza

Na przewodach doprowadzających powietrze do komór napowietrzania bioreaktora oraz komór stabilizacji tlenowej osadu zainstalowane będą dodatkowe przepustnice wyposażone w napędy elektryczne regulacyjne. łączna ilość nowych dodatkowych przepustnic z napędami wynosi 4 szt., w tym 2 szt. DN 50 oraz 2 szt. DN 100. Projektowane przepustnice powietrza umożliwią automatyczne sterowanie napowietrzaniem bioreaktora oraz napowietrzaniem komór stabilizacji tlenowej osadu.

Wymagane parametry techniczne przepustnic:

- Przepustnica międzykołnierzowa typ Z 011-A-WW prod. EBRO ARMATUREN lub podobna
- Średnica nominalna: DN 50 (4 szt.) oraz DN 100 (2 szt.).

Na Rysunku nr 2 w rozdziale 9 przedstawiono lokalizację projektowanych przepustnic powietrza.

7.3. Napędy elektryczne przepustnic powietrza

Projektowane przepustnice powietrza (łącznie 4 szt.) wyposażone będą w napędy elektryczne regulacyjne niezbędne dla płynnej regulacji napowietrzania bioreaktora oraz komór stabilizacji tlenowej osadu.

Wymagane parametry techniczne napędów elektrycznych przepustnic:

- Napęd elektryczny do pracy regulacyjnej prod. AUMA lub podobny
- Napęd dostosowany do przepustnicy DN 50 typ Z 011-A-WW prod. EBRO ARMATUREN
- Interfejs komunikacyjny Ethernet/IP.

Nie przewiduje się montażu przepustnic z napędami typu otwórz/zamknij na rurociągach doprowadzających powietrze do płukania filtrów (do ostatecznej decyzji inwestora).

7.4. Rurociągi osadu nadmiernego

Przebieg rurociągów tłocznych pomp osadu nadmiernego należy skorygować tak, aby możliwy był łatwy dostęp do przepustnic zainstalowanych w komorach osadników oraz możliwe było zasilanie komory stabilizacji tlenowej 1 osobnym rurociągiem osadu nadmiernego z osadnika 1, natomiast komory stabilizacji 2 osobnym rurociągiem z osadnika 2.

Zakres projektowanej przebudowy przebiegu rurociągów osadu obejmuje:

- Wyniesienie do poziomu pomostu roboczego rurociągów tłocznych wewnątrz każdego osadnika umożliwiające dostęp do istniejących przepustnic oraz projektowanych napędów elektrycznych tych przepustnic
- Likwidację istniejącego połączenia rurociągów osadu nadmiernego
- Przedłużenie rurociągu tłoczego pompy w osadniku 1 bezpośrednio do komory stabilizacji tlenowej 1.

Schemat projektowanej przebudowy rurociągów osadu nadmiernego przedstawia Rysunek nr 3 w rozdziale 9.

7.5. Przepustnice odcinające na rurociągach osadu

Na rurociągach tłocznych pomp osadu recyrkulowanego zainstalowane zostaną dodatkowe 2 szt. nowych przepustnic z napędami elektrycznymi typu otwórz/zamknij. Istniejące 2 szt. przepustnic na rurociągach osadu nadmiernego należy doposażyć w napędy elektryczne z funkcją otwórz/zamknij, analogiczne jak dla przepustnic projektowanych.

Wymagane parametry techniczne przepustnic:

- Przepustnica międzykołnierzowa typ Z 011-A prod. EBRO ARMATUREN lub podobna
- Średnica nominalna DN 65.

Na Rysunku nr 3 w rozdziale 9 przedstawiono lokalizacje projektowanych i istniejących przepustnic odcinających.

7.6. Napędy elektryczne przepustnic na rurociągach osadu

Istniejące przepustnice odcinające (2 szt.) oraz projektowane (2 szt.) na rurociągach osadu recyrkulowanego i nadmiernego wyposażone będą w napędy elektryczne pracujące w funkcji otwórz/zamknij.

Wymagane parametry techniczne napędów elektrycznych:

- Napęd elektryczny w wersji otwórz/zamknij prod. AUMA lub podobny
- Napęd dostosowany do przepustnicy DN 65 typ Z 011-A prod. EBRO ARMATUREN
- Interfejs komunikacyjny Ethernet/IP.

Na Rysunku nr 3 w rozdziale 9 przedstawiono lokalizacje projektowanych napędów przepustnic odcinających.

7.7. Falowniki pomp osadu recyrkulowanego/nadmiernego

Pompy osadu recyrkulowanego/nadmiernego należy wyposażać w falowniki umożliwiające płynną regulację przepływu osadu recyrkulowanego/nadmiernego.

Parametry techniczne falowników:

- Falownik typ ACS580 prod. ABB lub podobny
- Interfejs komunikacyjny Ethernet/IP.

7.8. System sterowania

Proces biologicznego oczyszczania ścieków sterowany będzie automatycznie w oparciu o sygnały rejestrowane przez urządzenia pomiarowe, jak również zadane przez operatora w systemie sterowania parametry technologiczne procesu. Operator będzie miał możliwość zdalnego sterowania procesem oczyszczania ścieków poprzez komputer, tablet lub telefon komórkowy za pomocą pulpitu zdalnego do stacji operatorskiej na oczyszczalni. System sterowania składał się będzie z modułowego sterownika PLC np. SIEMENS S7 1500 i stacji operatorskiej z wizualizacją np. WinCC. Sterownik PLC i stacja operatorska będą połączone ze sobą poprzez sieć Ethernet. Urządzenia wykonawcze takie jak falowniki, przepustnice regulacyjne podłączone będą do sterownika poprzez sieć Ethernet.

Nie projektuje się modułu automatycznego sterowania płukaniem filtrów powietrzem i ściekami (do ostatecznej decyzji inwestora).

Poniżej opis poszczególnych modułów projektowanego systemu sterowania.

Moduł sterowania napowietrzaniem bioreaktora

System sterowania utrzymywał będzie zadaną przez operatora wartość stężenia tlenu osobno dla każdej komory tlenowej bioreaktora. Jeżeli stężenie tlenu rozpuszczonego mierzone sondą spadnie poniżej wartości zadanej regulator modułu napowietrzania odpowiednio zwiększy otwarcie przepustnicy powietrza w celu zwiększenia stężenia tlenu. Jeżeli stężenie tlenu wzrośnie powyżej wartości zadanej regulator zmniejszy otwarcie przepustnicy powietrza, aby zmniejszyć stężenia tlenu w komorze. Dla każdej komory napowietrzania możliwe będzie wskazanie osobnych wartości wymaganego stężenia tlenu oraz minimalnego i maksymalnego stopnia otwarcia przepustnicy powietrza.

Pomiary ciśnienia umożliwią sterowanie pracą dmuchaw dodatkowo w funkcji ciśnienia w systemie dystrybucji powietrza, jak również identyfikację rozszczelnienia układu napowietrzania oraz wzrostu stopnia kolmatacji dyfuzorów.

Sygnały pomiarowe wykorzystywane w module sterowania procesem napowietrzania:

- stężenie tlenu rozpuszczonego w komorze tlenowej bioreaktora 1
- stężenie tlenu rozpuszczonego w komorze tlenowej bioreaktora 2
- ciśnienie w rurociągu powietrza zasilającym komorę tlenową bioreaktora 1
- ciśnienie w rurociągu powietrza zasilającym komorę tlenową bioreaktora 2.

Operator będzie miał również możliwość ręcznego sterowania napowietrzaniem komór tlenowych (wydajnością dmuchaw oraz stopniem otwarcia przepustnic) bez wykorzystania pomiarów stężenia tlenu.

Moduł sterowania napowietrzaniem komór stabilizacji tlenowej osadu

Operator będzie miał możliwość wyboru pomiędzy dwoma trybami sterowania napowietrzaniem komór stabilizacji tlenowej osadu:

Tryb 1 – napowietrzanie ciągłe

System sterowania utrzymywał będzie zadane przez operatora wartości stężenia tlenu w komorach stabilizacji tlenowej osadu. Jeżeli mierzone sondą stężenie tlenu rozpuszczonego w komorze spadnie poniżej wartości zadanej regulator odpowiednio zwiększy otwarcie przepustnicy powietrza w celu zwiększenia dopływu powietrza do komory. Jeżeli stężenie tlenu wzrośnie powyżej wartości zadanej regulator zmniejszy otwarcie przepustnicy powietrza, aby zmniejszyć stężenia tlenu w komorze.

Tryb 2 – napowietrzanie przerywane

Napowietrzanie komór stabilizacji realizowane będzie cyklicznie zgodnie z zadanymi przez operatora długościami faz napowietrzania oraz braku napowietrzania. Analogicznie jak w trybie 1 w fazach napowietrzania regulator modułu sterowania napowietrzaniem utrzymywał będzie zadane przez operatora stężenie tlenu.

Sygnały pomiarowe wykorzystywane w module sterowania procesem napowietrzania:

- stężenie tlenu rozpuszczonego w komorze stabilizacji tlenowej 1
- stężenie tlenu rozpuszczonego w komorze stabilizacji tlenowej 2.

System będzie posiadał również możliwość ręcznego sterowania napowietrzaniem komór stabilizacji tlenowej osadu (wydajnością dmuchaw oraz stopniem otwarcia przepustnic) bez wykorzystania pomiarów stężenia tlenu.

Moduł sterowania recyrkulacją wewnętrzną

System sterowania utrzymywał będzie zadany przez operatora przepływ recyrkulacji wewnętrznej wyrażony jako stały % natężenia dopływu ścieków do bioreaktora. Z uwagi na brak pomiaru przepływu recyrkulacji wewnętrznej wartość aktualnego przepływu do celów sterowania określana będzie na podstawie charakterystyki pomp.

Sygnały pomiarowe wykorzystywane w module sterowania recyrkulacją wewnętrzną:

- dopływ ścieków - przepływomierz elektromagnetyczny na rurociągu ścieków surowych
- przepływ recyrkulacji wewnętrznej na bioreaktorze 1 i 2 – określany na podstawie charakterystyki pompy.

System będzie posiadał również możliwość ręcznego sterowania wydajnością pomp recyrkulacji wewnętrznej niezależnie od pomiaru natężenia dopływu ścieków surowych do oczyszczalni.

Moduł sterowania recyrkulacją zewnętrzną

Operator będzie miał możliwość wyboru pomiędzy dwoma następującymi trybami sterowania przepływem recyrkulacji zewnętrznej osadu z osadnika wtórnego do komory beztlenowej bioreaktora:

Tryb 1 – stały przepływ recyrkulacji zewnętrznej

System sterowania utrzymywać będzie stałą, zadaną przez operatora wartość przepływu osadu recyrkulowanego niezależnie od natężenia dopływu ścieków do oczyszczalni.

Tryb 2 - regulacja proporcjonalnie do natężenia dopływu ścieków surowych (% dopływu)

Przepływ osadu recyrkulowanego regulowany będzie w oparciu o zadany przez operatora stopień recyrkulacji wyrażony jako % dopływu ścieków surowych.

Sygnały pomiarowe wykorzystywane w module sterowania recyrkulacją zewnętrzną:

- dopływ ścieków - przepływomierz elektromagnetyczny na rurociągu ścieków surowych
- przepływ recyrkulacji zewnętrznej na bioreaktorze 1
- przepływ recyrkulacji zewnętrznej na bioreaktorze 2.

Moduł sterowania odprowadzaniem osadu nadmiernego

Tryb 1 - regulacja w funkcji stężenia osadu

System sterowania będzie obliczał ilość osadu nadmiernego do usunięcia dla utrzymania wymaganego wieku osadu na podstawie obliczeń zapasu osadu czynnego (w bioreaktorze i osadnikach wtórnych) oraz zadanej w systemie wartości domyślnej stężenia osadu nadmiernego.

Moduł sterowania wiekiem osadu pełnić będzie jednocześnie funkcję kontroli i regulacji stężenia osadu w bioreaktorze. Jeżeli mierzone sondą stężenie osadu czynnego w bioreaktorze spadnie poniżej zadanej wartości minimalnej lub wzrośnie powyżej zadanej wartości maksymalnej, system odpowiednio zmniejszy lub zwiększy objętość odprowadzanego osadu nadmiernego w celu osiągnięcia wymaganego stężenia osadu w bioreaktorze.

Osad nadmierny odprowadzany będzie z osadników cyklicznie, zgodnie z częstotliwością zadaną przez operatora (np. 8 – 12 razy na dobę).

Sygnały pomiarowe wykorzystywane w module sterowania wiekiem osadu:

- dopływ ścieków - przepływomierz elektromagnetyczny na rurociągu ścieków surowych

- przepływu osadu nadmiernego – przepływomierz na rurociągu tłocznym pompy osadu w osadniku 1
- przepływu osadu nadmiernego – przepływomierz na rurociągu tłocznym pompy osadu w osadniku 2
- stężenie osadu czynnego w komorze tlenowej bioreaktora 1.

Tryb 2 – stały przepływ osadu nadmiernego

System sterowania utrzymywać będzie zadaną przez operatora wartość przepływu osadu nadmiernego z osadników wtórnych do komór stabilizacji tlenowej osadu.

Podobnie jak w trybie 1 osad nadmierny odprowadzany będzie z osadników cyklicznie, zgodnie z częstotliwością zadaną przez operatora (np. 8 – 12 razy na dobę).

8.0. Obliczenia technologiczne

Szczegółowe obliczenia frakcji zanieczyszczeń w ściekach, kubatur komór bioreaktora oraz zapotrzebowania na powietrze do procesu oczyszczania ścieków przedstawione są w Załączniku nr 1.

9.0. Rysunki

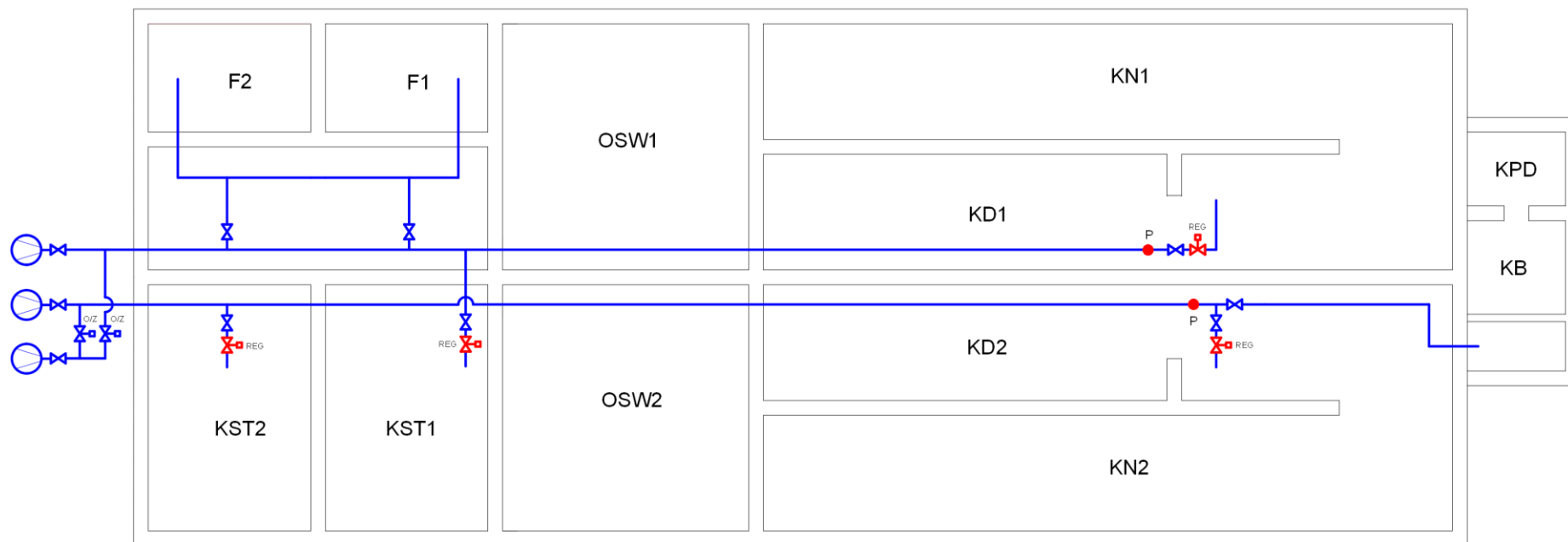
Rysunek nr 1. Lokalizacje projektowanych pomiarów jakościowych.



Legenda:

- O₂, Rx, pH ● Projektowane pomiary tlenu rozpuszczonego, redoks, pH
- O₂, Z ● Istniejące pomiary tlenu rozpuszczonego, zawiesiny ogólnej

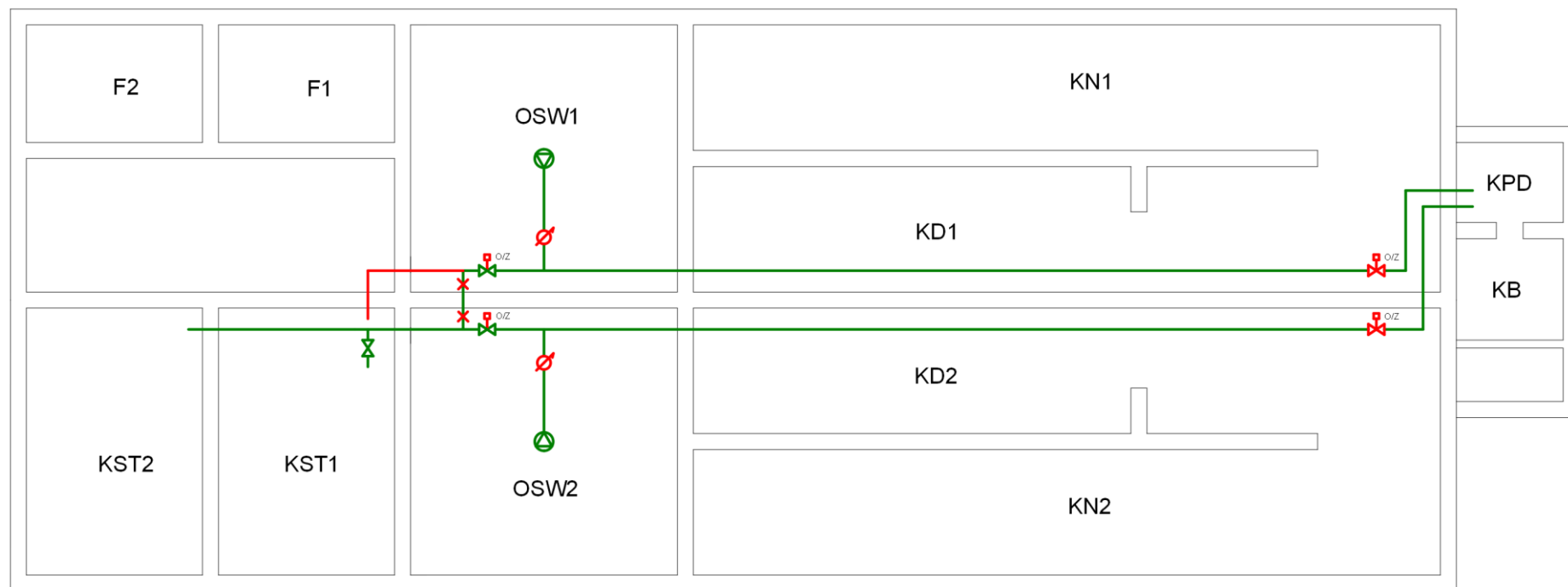
Rysunek nr 2. Lokalizacje projektowanych przepustnic oraz czujników ciśnienia na rurociągach powietrza.



Legenda:

- Powietrze
- ✕ Projektowane przepustnice powietrza z napędem elektrycznym
- ✕ Istniejące przepustnice powietrza z napędem ręcznym
- ✕ Istniejące przepustnice powietrza z napędem elektrycznym
- P ● Projektowane czujniki ciśnienia powietrza

Rysunek nr 3. Lokalizacje projektowanych przepustnic odcinających i przepływomierzy na rurociągach osadu recykulowanego/nadmiernego oraz projektowanego rurociągu osadu nadmiernego.



Legenda:

- Istniejące rurociągi osadu recykulowanego/nadmiernego
- x Istniejący rurociąg osadu nadmiernego do likwidacji
- Projektowany rurociąg osadu nadmiernego
- ⚙ Projektowane przepustnice z napędem elektrycznym
- ⚙ Projektowane napędy elektryczne dla przepustnic istniejących
- ⚙ Istniejące przepustnice z napędem ręcznym
- ⊘ Projektowane przepływomierze osadu recykulowanego/nadmiernego