


<div>BIURO PROJEKTÓW GOSPODARKI WODNO – ŚCIEKOWEJ „HY-DROSAN” Sp. Z o.o.</div> <div>44-100 GLIWICE, UL. H. SIENKIEWICZA 10, TEL. 32 231 00 81</div>		<div></div>
Nr umowy: 900/2024 (PWIK/223/50/2024)		Nr rejestr.: 8331/24
Inwestycja (zagadnienie):	Projekt procesowy (bilans obciążenia oraz obliczenia technologiczne) wraz z modelowaniem hydraulicznym zbiornika retencyjnego na oczyszczalni ścieków w Rybniku-Orzepowicach	
Obiekt:	OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW W RYBNIKU – ORZEPOWICACH ul. Rudzka 132, 44-200 Rybnik	
Stadium:	TOM III - OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE	
Branża:	Opracowanie wielobranżowe	
Inwestor:	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Spółka z o.o. ul. Pod Lasem 62, 44-210 Rybnik	
Zespół autorski:	<div><div>mgr inż. Dawid Kościański</div><div>UPRAWNIENIA BUDOWLANE do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności: instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń: wodociągowych i kanalizacyjnych, ciepłych, wentylacyjnych i gazowych upr. nr 409/02; upr. nr SLK/1185/OWOS/06; nr ewid. SLK/IS/7908/02</div><div>dr inż. Lesław Płonka</div><div>dr inż. Marcin Janik</div></div>	<div>.....</div> <div>.....</div> <div>.....</div>
Kierownik Zespołu Projektantów:		mgr inż. Dawid Kościański
Data:		grudzień 2024 r.
<div>Niniejszym oświadczam się, że przedmiotowe opracowanie zostało sprawdzone i uznane za sporządzone prawidłowo zgodnie z przepisami oraz umową i jest kompletne z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.</div> <div>Gliwice, grudzień 2024 r.</div>		

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

METRYKA OPRACOWANIA

Inwestycja:	Projekt procesowy (bilans obciążenia oraz obliczenia technologiczne) wraz z modelowaniem hydraulicznym zbiornika retencyjnego na oczyszczalni ścieków w Rybniku-Orzepowicach
Inwestor:	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Spółka z o.o. ul. Pod Lasem 62, 44-210 Rybnik
Obiekt:	OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW W RYBNIKU – ORZEPOWICACH ul. Rudzka 132, 44-200 Rybnik
Opracowanie:	TOM III – OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE
Podstawa opracowania:	Umowa nr PWIK/223/50/2024 z dnia 10.07.2024 r.
Data wersji dokumentu:	06.12.2024

Spis treści

METRYKA OPRACOWANIA	2
Spis tabel	3
1. Spis wariantów	5
2. Uwagi i komentarze wspólne do wyników obliczeń	5
3. Najczęściej stosowane skróty/symbole	7
I. Wariant I	7
I-A.1. Opis wariantu	7
I-A.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami	7
I-A.3. Tabele obliczeń	8
II. Wariant II	15
II-A. Wariant A	15
II-A.1. Opis wariantu	15
II-A.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami	15
II-A.3. Tabele obliczeń	16
II-B. Wariant B	23
II-B.1. Opis wariantu	23
II-B.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami	23
II-B.3. Tabele obliczeń	24
III. Wariant III	31
III-A. Wariant A	31
III-A.1. Opis wariantu	31
III-A.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami	31

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

III-A.3.	Tabele obliczeń	32
III-B.	Wariant B	39
III-B.1.	Opis wariantu	39
III-B.2.	Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami	39
III-B.3.	Tabele obliczeń	40
IV.	Wariant IV	47
IV-A.	Wariant A	47
IV-A.1.	Opis wariantu	47
IV-A.2.	Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami	47
IV-A.3.	Tabele obliczeń	48
IV-B.	Wariant B	54
IV-B.1.	Opis wariantu	54
IV-B.2.	Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami	54
IV-B.3.	Tabele obliczeń	55

Spis tabel

Tabela 1.	Wyciąg z obliczeń dla wariantu I	7
Tabela 2.	Przepływy obliczeniowe	8
Tabela 3.	Obliczenia osadników wstępnych.	8
Tabela 4.	Obliczenia procesowe reaktora.	8
Tabela 5.	Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 41, 42.	13
Tabela 6.	Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 43, 44.	13
Tabela 7.	Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego 45.	14
Tabela 8.	Wyciąg z obliczeń dla wariantu II-A.	15
Tabela 9.	Przepływy obliczeniowe (analogicznie jak Wariant I).	16
Tabela 10.	Obliczenia osadników wstępnych (analogicznie jak Wariant I).	16
Tabela 11.	Obliczenia procesowe reaktora.	16
Tabela 12.	Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 41, 42.	20
Tabela 13.	Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 43, 44.	21
Tabela 14.	Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego 45.	22
Tabela 15.	Wyciąg z obliczeń dla wariantu II-B.	23
Tabela 16.	Przepływy obliczeniowe (analogicznie jak Wariant I).	24
Tabela 17.	Obliczenia osadników wstępnych (analogicznie jak Wariant I).	24
Tabela 18.	Obliczenia procesowe reaktora.	24
Tabela 19.	Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 41, 42.	28
Tabela 20.	Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 43, 44.	29
Tabela 21.	Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego 45.	30
Tabela 22.	Wyciąg z obliczeń dla wariantu III-A.	31
Tabela 23.	Przepływy obliczeniowe	32
Tabela 24.	Obliczenia osadników wstępnych	32
Tabela 25.	Obliczenia procesowe reaktora.	32
Tabela 26.	Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 41, 42.	36
Tabela 27.	Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 43, 44.	37
Tabela 28.	Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego 45.	38
Tabela 29.	Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego nowego.	38

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Tabela 30. Wyciąg z obliczeń dla wariantu III-B.	39
Tabela 31. Przepływy obliczeniowe (analogicznie jak wariant III-A).....	40
Tabela 32. Obliczenia osadników wstępnych (analogicznie jak wariant III-A).	40
Tabela 33. Obliczenia procesowe reaktora.	41
Tabela 34. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 41, 42.	45
Tabela 35. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 43, 44.	45
Tabela 36. Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego 45.	46
Tabela 37. Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego nowego.	47
Tabela 38. Wyciąg z obliczeń dla wariantu IV-A.	47
Tabela 39. Przepływy obliczeniowe (analogicznie jak wariant III-A).....	48
Tabela 40. Obliczenia osadników wstępnych (analogicznie jak wariant III-A).	48
Tabela 41. Obliczenia procesowe reaktora.	49
Tabela 42. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych. Temperatura obliczeniowa: 12°C.	53
Tabela 43. Wyciąg z obliczeń dla wariantu IV-B.....	54
Tabela 44. Przepływy obliczeniowe (analogicznie jak wariant III-A).....	55
Tabela 45. Obliczenia osadników wstępnych (analogicznie jak wariant III-A).	55
Tabela 46. Obliczenia procesowe reaktora.	56
Tabela 47. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych.	60

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

1. Spis wariantów

- 1) Wariant I
 - a) Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu)
- 2)
 - a) Wariant IIa - Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 2 dodatkowych bioreaktorów
 - b) Wariant IIb - Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 4 dodatkowych bioreaktorów
- 3)
 - a) Wariant IIIa - Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 2 dodatkowych bioreaktorów + przebudowa osadników wtórnych (podniesienie zwierciadła o 1m) + 1 dodatkowy nowy
 - b) Wariant IIIb - Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 4 dodatkowych bioreaktorów + przebudowa osadników wtórnych (podniesienie zwierciadła o 1m) + 1 dodatkowy nowy
- 4)
 - a) Wariant IVa - Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 2 dodatkowych bioreaktorów + budowa nowych osadników wtórnych wg aktualnych wytycznych
 - b) Wariant IVb - Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 4 dodatkowych bioreaktorów + budowa nowych osadników wtórnych wg aktualnych wytycznych

Obliczenia wykonujemy dla docelowych (prognozowanych) parametrów tj. - przyrost dopływu 10% i wymagania dla stężenia azotu ogólnego 8mg/l (wymagania dyrektywy obowiązujące od 2040r.)

2. Uwagi i komentarze wspólne do wyników obliczeń

- 1) Podstawowe problemy:
 - a) Ogólne przeciążenie systemu: z obliczeń wynika, że reaktory są za małe w stosunku do ładunku zanieczyszczeń.
 - b) Proporcja węgla do azotu: z powodu wysokiej ilości substancji zawierających azot w ściekach dopływających do reaktorów, pełna denitryfikacja jest trudna do uzyskania i w obliczeniach niezbędne jest zastosowanie zewnętrznego źródła węgla organicznego. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że przyjęty w obliczeniach ładunek powrotny azotu (azot w odciekach z odwadniania) został przyjęty w wariantcie „optymistycznym”, czyli jako tylko 10% ładunku azotu w ściekach dopływających.
 - c) Osadniki wtórne są za małe.
- 2) Początkowo, czyli w wariantach 1, 2a i 2b, obliczenia wykonywane były dla obciążenia średniego obecnego. Obliczenia dla stanu docelowego generowały błędy z powodu przeciążenia systemu ładunkiem zanieczyszczeń i przeciążenia hydraulicznego osadników wtórnych.
- 3) W celu określenia sprawności sedymentacji w osadnikach wstępnych, zastosowano metodę sumowania objętości istniejących osadników jako "objętości zastępczej". Takie podejście jest uzasadnione następującymi przesłankami:
 - a) Zastosowanie standardowego wzoru na sprawność sedymentacji, która zależy wg tego modelu tylko od czasu sedymentacji

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Sprawność sedymentacji (z%) jest obliczana według wzoru:

$$z\% = t / (a + b \cdot t)$$

gdzie:

- t – czas zatrzymania ścieków (h),

- a i b – współczynniki empiryczne zależne od rodzaju zanieczyszczeń (np. dla BZT5: a = 0,018, b = 0,02; dla zawiesin ogólnych: a = 0,0075, b = 0,014).

- b) Całkowity czas zatrzymania (t) jest obliczany na podstawie sumy objętości wszystkich osadników i całkowitego przepływu ścieków:

$$t = V_{\text{całkowita}} / Q = (V1 + V2 + V3) / Q$$

gdzie:

- $V_{\text{całkowita}}$ – suma objętości trzech osadników,

- Q – przepływ ścieków.

- c) Zakłada się, że wszystkie osadniki pracują w tych samych warunkach hydraulicznych i technologicznych. Oznacza to, że:

- Czas zatrzymania ścieków w każdym osadniku jest taki sam.

- Charakterystyka ścieków dopływających do każdego osadnika jest zbliżona.

- Warunki sedymentacji (np. prędkość przepływu, temperatura) są porównywalne.

- Osadniki działają równolegle, a ścieki są równomiernie rozdzielane pomiędzy nimi. W efekcie każdy osadnik przyczynia się proporcjonalnie do ogólnej sprawności sedymentacji.

- d) Przyjmuje się, że warunki przepływu w osadnikach są zbliżone do idealnego przepływu tłokowego lub że odchylenia są pomijalne. Pozwala to na zastosowanie sumarycznego czasu zatrzymania w obliczeniach.

4) Opisy skrótowe obliczeń (tabele „Wyciąg z obliczeń”):

- a) Sekcja w tabelach: „Osadniki wtórne, przepływy dopuszczalne” oznacza obliczenie najwyższego przepływu, dla którego osadnik spełnia warunki, czyli ma odpowiednią powierzchnię i głębokość.

- b) W początkowych wariantach przepływu dopuszczalnego przez osadniki z uwagi na wymaganą głębokość często nie podano - obliczeniowo wychodzą po prostu bardzo niskie wartości przepływu.

- c) Osadniki wtórne obliczamy biorąc pod uwagę 2 warunki: wymaganą powierzchnię i wymaganą głębokość. W obliczeniach sprawdzono jedno i drugie. W początkowych wariantach obliczenia osadników „nie wychodzą” bo są za płytkie i dlatego osadniki są obliczane tylko dla warunku na powierzchnię i podawana jest wtedy wartość „max Q_m ze względu na powierzchnię”.

- d) Wartość „Teoretyczna suma Q_m dobowo” jest czysto teoretyczna - gdyby przez całą dobę płynęło „ Q_m ” czyli maks. deszcz.

- e) Niektóre wartości są podawane z wielką dokładnością, np. do 4 miejsca po przecinku co technologicznie nie ma sensu ale zamieszczono to „informacyjnie”.

- 5) W wariantach począwszy od 3a, czyli tam gdzie jest nowy osadnik, osadnik ten obliczono jako „wynikowy” - czyli obliczono najpierw jakie obciążenie mogą w danych warunkach przejąć istniejące osadniki, potem obliczono ile brakuje do wymaganego przepływu i na tej podstawie zwymiarowano nowy osadnik.

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

3. Najczęściej stosowane skróty/symbole

WO: Wiek osadu [d].

WOt: Tlenowy wiek osadu czynnego [d].

Qm: Obliczeniowy przepływ maksymalny dla wymiarowania osadników wtórnych [m³/h]. W opisach do obliczeń symbol często używany w sensie: maksymalna godzinowa ilość ścieków, którą osadnik jest w stanie przejść przy założonym stężeniu osadu czynnego w reaktorze i przy założonym indeksie osadu.

Zog: Zawiesina ogólna.

Nog: Azot ogólny.

Pog: Fosfor ogólny.

I. Wariant I

I-A.1. Opis wariantu

Wariant I - Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu).

I-A.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami

Tabela 1. Wyciąg z obliczeń dla wariantu I

Parametr	Wartość dla 12°C	Jednostka	Uwagi
Założenia			
Obciążenie	średnie, obecne	-	Obliczenia dla stanu docelowego wymagają nierealistycznych założeń, np. co do stężenia osadu czynnego
Przepływ	20 000	m ³ /d	
Stężenie osadu	5	kg/m ³	
Uzyskane parametry			
Wymagana ilość zewn. węgla BZT ₅	?	gO ₂ /m ³	Nie uzyskano wyniku z powodu zbyt wielkiego przyrostu osadu i spadku WOt
Zastosowana ilość zewn. węgla BZT ₅	110	gO ₂ /m ³	Większa ilość powoduje skrócenie WO i kłopoty z nityfikacją
Wymagany tlenowy wiek osadu WOt dla procesu nityfikacji	6,6157	d	
Uzyskany tlenowy wiek osadu WOt	6,8905	d	
Jakość odpływu			
BZT ₅	50	gO ₂ /m ³	Przekroczenie - BZT ₅ w osadzie w odpływie
Zog	75	g/m ³	Przekroczenie
Nog	25,5	g/m ³	Przekroczenie
Pog			Z obliczeń to wyniknąć nie może ale przy takiej ilości zawiesiny w odpływie z osadników wt. na pewno będzie >1
Osadniki wtórne	błąd		Za małą powierzchnią i objętością, pomimo optymistycznego założenia, że indeks osadu będzie = 100 cm ³ /g. Osadniki wtórne obliczono dla podziału przepływu: 41+42=38%, 43+44=38%, 45=24%

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Wykonano także obliczenia dla temperatury 20°C. Wyniki znajdują się w tabelach obliczeń razem z wynikami dla 12°C.

Nie wykonano obliczeń dla stanu docelowego, ponieważ wymagałoby to zastosowania nierealistycznych założeń.

I-A.3. Tabele obliczeń

Tabela 2. Przepływy obliczeniowe.

Parametr	Wartość	Jednostka
Przepływ dobowy średni	20 000,0	m ³ /d
Przepływ średni godzinowy	833,3	m ³ /h
Przepływ średni godzinowy bez wód przypadkowych	633,3	m ³ /h
Współczynnik nierównomierności godzinowej	2,0	-
Przepływ maksymalny godzinowy w porze suchej	1 466,7	m ³ /h
Współczynnik przepływu z 12 godzin dziennych w porze suchej	1,3	-
Przepływ godzinowy z 12 godzin dziennych w porze suchej	1 108,3	m ³ /h
Współczynnik przepływu dobowego w porze suchej w dobie o wysokim przepływie	1,2	-
Przepływ miarodajny do wymiarowania osadnika wstępnego	1 330,0	m ³ /h

Tabela 3. Obliczenia osadników wstępnych.

Parametr	Wartość	Jednostka
Obliczeniowy przepływ ścieków	1 330,0	m ³ /h
Liczba osadników	4	szt.
Czas przepływu ścieków przez część przepływową	2,5	h
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,0	m ³ / (m ² *h)
Sumaryczna objętość osadników (części przepływowe)	3 348,0	m ³
Sumaryczna powierzchnia osadników w planie	1 288,2	m ²
Usunięcie BZT ₅	36,83%	%
Usunięcie Zog	58,89%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym		
BZT ₅	2 346,0	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5 216,2	kg/d
Azot ogólny	230,2	kg/d
Azot amonowy	230,2	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	230,2	kg/d
Fosfor ogólny	35,0	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego		
BZT ₅	4 023,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	3 640,6	kg/d
Azot ogólny	1 722,7	kg/d
Azot amonowy	1 545,1	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1 722,7	kg/d
Fosfor ogólny	261,9	kg/d

Tabela 4. Obliczenia procesowe reaktora.

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Dane bilansowe			
Ilość ścieków, RLM, temperatura			
Dobowa ilość ścieków surowych	20000,0	20000,0	m ³ /d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)	1466,7	1466,7	m ³ /h
RLM	106160	106160	-
Temperatura prowadzenia procesu	12,0	20,0	°C
Temperatura do obliczeń napowietrzania	12,0	20,0	°C
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)			
BZT ₅	60,0	60,0	gO ₂ /(M*d)
Zawiesina ogólna	75,8	75,8	g/(M*d)
Azot ogólny	16,7	16,7	g/(M*d)
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	16,7	16,7	g/(M*d)
Fosfor ogólny	2,7	2,7	g/(M*d)
Ładunki w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	6369,6	6369,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	8051,7	8051,7	kg/d
Azot ogólny	1775,3	1775,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1775,3	1775,3	kg/d
Fosfor ogólny	282,8	282,8	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	318,5	318,5	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	402,6	402,6	g/m ³
Azot ogólny	88,8	88,8	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	88,8	88,8	g/m ³
Fosfor ogólny	14,1	14,1	g/m ³
Ładunek w odciekach jako procent ładunku w ściekach doptywających			
BZT ₅	0,0%	0,0%	%
Zawiesina ogólna	10,0%	10,0%	%
Azot ogólny	10,0%	10,0%	%
Azot amonowy	0,0%	0,0%	%
Azot azotanowy	0,0%	0,0%	%
Azot ogólny Kjeldahla	10,0%	10,0%	%
Fosfor ogólny	5,0%	5,0%	%
Usunięcie w osadniku wstępnym			
BZT ₅	36,8%	36,8%	%
Zawiesina ogólna	58,9%	58,9%	%
Azot ogólny	11,8%	11,8%	%
Fosfor ogólny	11,8%	11,8%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym			
BZT ₅	2346,0	2346,0	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5216,2	5216,2	kg/d
Azot ogólny	230,2	230,2	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	230,2	230,2	kg/d
Fosfor ogólny	35,0	35,0	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego			
BZT ₅	4023,6	4023,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	3640,6	3640,6	kg/d
Azot ogólny	1722,7	1722,7	kg/d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1722,7	1722,7	kg/d
Fosfor ogólny	261,9	261,9	kg/d
Ładunki całkowite w dopływie do reaktorów			
BZT ₅	4023,6	4023,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	3640,6	3640,6	kg/d
Azot ogólny	1722,7	1722,7	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1722,7	1722,7	kg/d
Fosfor ogólny	261,9	261,9	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów			
BZT ₅	201,2	201,2	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	182,0	182,0	g/m ³
Azot ogólny	86,1	86,1	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	86,1	86,1	g/m ³
Fosfor ogólny	13,1	13,1	g/m ³
Reaktory biologiczne			
Wymiary reaktorów			
Defosfatacja			
Defosfatacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	1600,00	1600,00	m ³
Nitryfikacja			
Nitryfikacja, głębokość	8,00	8,00	m
Nitryfikacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość nitryfikacji	14585,00	14585,00	m ³
Procent nitryfikacji przeznaczony na denitryfikację (fazowanie napowietrzania)	50,0%	60,0%	%
Nitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	7292,50	5834,00	m ³
Całkowita objętość reaktora			
Całkowita objętość reaktora	16185,00	16185,00	m ³
Stężenie osadu i recyrkulacja			
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	5,00	3,23	g/m ³
Maks. stopień recyrkulacji zewnętrznej	80,0%	45,0%	%
Ładunki zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
Ładunek BZT ₅ (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	6223,57	6783,57	kgO ₂ /d
Ładunek zawiesiny ogólnej	3640,62	3640,62	kg/d
Ładunek azotu Kjeldahla	1722,67	1722,67	kg/d
Ładunek fosforu ogólnego	261,94	261,94	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
BZT ₅ całkowite (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	311,18	339,18	gO ₂ /m ³
W tym zewnętrzne źródło węgla organicznego	110,00	138,00	BZT ₅ , gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	182,03	182,03	g/m ³
Azot ogólny	86,13	86,13	g/m ³
Fosfor ogólny	13,10	13,10	g/m ³
Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych			
BZT ₅	50,02	16,91	gO ₂ /m ³

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Zawiesina ogólna	75,04	19,86	g/m ³
Azot ogólny	25,46	10,00	g/m ³
Fosfor ogólny	1,00	1,00	g/m ³
Azot organiczny	2,00	2,00	g/m ³
Azot amonowy	0,00	0,00	g/m ³
Azot azotanowy	23,46	8,00	g/m ³
Usuwanie azotu i tlenowy wiek osadu			
Stężenie azotu ogólnego doptywającego do reaktora	86,13	86,13	g/m ³
Azot organiczny związany w biomase	14,00	15,26	g/m ³
Azot do nitrifikacji	70,13	68,87	g/m ³
Azot do denitryfikacji w głównym ciągu	46,67	60,87	g/m ³
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa SF dla procesu nitrifikacji	1,45	1,45	-
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitrifikacji	6,62	3,02	d
Założony obliczeniowy ogólny wiek osadu WO	15,29	9,77	d
Wymagany udział obj. denitryfikacji w nitr.+denitr.	0,50	0,60	-
Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa dla procesu nitrifikacji	1,84	2,15	-
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu zw. węgla			
Współczynnik oddychania endogenego, zależny od temperatury	0,81	1,42	-
Przyrost osadu z rozkładu związków węgla	4318,62	4416,39	kg sm/d
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu związków węgla	0,69	0,65	kg sm/kg BZT ₅
Obciążenie substratowe osadu czynnego			
Obciążenie substratowe osadu czynnego	0,08	0,13	kg BZT ₅ /kg sm d
Wymagana pojemność reaktorów biologicznych			
Wymagana objętość reaktorów, całkowita	16185,00	16185,00	m ³
Przyjęta objętość reaktorów, całkowita	16185,00	16185,00	m ³
Wymagana objętość komory denitryfikacji	7291,65	8724,94	m ³
Przyjęta objętość komory denitryfikacji	7292,50	8751,00	m ³
Usuwanie fosforu			
Zalecany czas zatrzymania w defosfatacji	0,75	0,75	h
Zalecana objętość komory defosfatacji	2200,00	2200,00	m ³
Przyjęta objętość komory defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Ilość fosforu wbudowywana w biomasę	3,11	3,39	g/m ³
Ilość fosforu usuwana biologicznie	4,43	4,35	g/m ³
Ilość fosforu do strącania chemicznego	6,60	4,90	g/m ³
Dobowa ilość osadu chemicznego	897,60	666,40	kg/d
Przyrost osadu i uzyskany wiek osadu			
Całkowity przyrost osadu związany z usuwaniem fosforu	1163,49	927,37	kg sm/d
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	5482,10	5343,75	kg sm / d
Obliczony tlenowy wiek osadu	6,65	3,52	d
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitrifikacji	6,62	3,02	d
Obliczony całkowity wiek osadu	14,76	9,77	d
Zapotrzebowanie na tlen			
Zapotrzebowanie na tlen w procesach biodegradacji zw. węgla	7168,45	7998,02	kg O ₂ / d
Zużycie tlenu w procesie nitrifikacji	6031,21	5922,85	kg O ₂ / d
Odzysk tlenu w procesie denitryfikacji	2706,94	3530,48	kg O ₂ / d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu (OVh) z uwzgl. fazowania reaktora	1118,57	1590,13	kg O ₂ / h
Wymagana maks. wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	1118,57	1590,13	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	°C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 °C, p=1013 hPa	1292,41	1890,28	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,66	0,70	-
Maksymalna wydajność dmuchaw dla maks. godzinowego zużycia tlenu z uwzgl. fazowania reaktora	13935,05	19282,73	Nm ³ /h
Średnia wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	437,20	432,93	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	°C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 °C, p=1013 hPa	505,14	514,65	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,66	0,70	-
Średnia wydajność dmuchaw z uwzgl. fazowania reaktora	5446,55	5249,98	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw			
α*OC min - minimalna ilość tlenu przy założeniu, że wielkość zużycia może się wahać w stosunku 1/7	184,63	270,04	kg/h
Minimalna wydajność dmuchaw	1990,72	2754,68	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw	33,18	45,91	Nm ³ / min

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Tabela 5. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 41, 42.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	7600,00	7600,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	557,33	557,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	1114,67	1114,67	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	5,00	3,23	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	100,00	dm ³ /kg
Czas zagęszczania	2,00	2,00	h
Liczba osadników	2	2	szt
Średnica osadnika	20,00	20,00	m
Głębokość obliczeniowa rzeczywista/przyjęta (w środku drogi przepływu)	3,26	3,26	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2 szt.)	628,32	628,32	m ²
Suma objętości osadników (2 szt.)	2048,32	2048,32	m
Wymagana powierzchnia osadników	1114,67	718,96	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,77	1,77	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,90	0,85	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	12,60	12,60	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recykulowanym	11,30	10,71	kg/m ³
Stopień recykulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	79,38%	43,06%	%
Wymagany minimalny stopień recykulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	3,55	2,62	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	1,60	1,03	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	2,82	1,82	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	8,46	5,96	m

Tabela 6. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 43, 44.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	7600,00	7600,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	557,33	557,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	1114,67	1114,67	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	5,00	3,23	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	100,00	,
Czas zagęszczania	2,00	2,00	h
Liczba osadników	2	2	szt
Średnica osadnika	21,00	21,00	m
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)	2,69	2,69	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2) szt	692,72	692,72	m ²

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Suma objętości osadników (2 szt.)	1863,42	1863,42	m
Wymagana powierzchnia osadników	1114,67	718,96	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,61	1,61	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,90	0,88	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	12,60	12,60	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	11,34	11,12	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Q _m	78,87%	40,83%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Q _m	100,00%	100,00%	%
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	2,88	1,67	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	1,30	0,66	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	2,28	1,16	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	6,96	3,99	m

Tabela 7. Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego 45.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	4800,00	4800,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	0,00	0,00	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Q _m (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Q _m - miarodajny przepływ obliczeniowy	704,00	704,00	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	5,00	3,23	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	100,00	,
Czas zagęszczania	2,00	2,00	h
Liczba osadników	1	1	szt
Średnica osadnika	20,00	20,00	m
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)	3,64	3,64	0
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (1) szt	314,16	314,16	m ²
Suma objętości osadników (1 szt.)	1143,54	1143,54	m
Wymagana powierzchnia osadników	704,00	454,08	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	2,24	2,24	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,90	0,90	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	12,60	12,60	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	11,34	11,34	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Q _m	78,87%	39,74%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Q _m	100,00%	100,00%	%
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	4,01	2,31	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	1,80	0,91	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	3,18	1,60	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	9,49	5,32	m

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

II. Wariant II

II-A. Wariant A

II-A.1. Opis wariantu

Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 2 dodatkowych bioreaktorów

II-A.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami

Tabela 8. Wyciąg z obliczeń dla wariantu II-A

Parametr	Wartość	Jednostka	Uwagi
Założenia			
Obciążenie	średnie, obecne	-	Obliczenia dla stanu docelowego wymagają nie-realistycznych założeń, np. co do indeksu osadu czynnego
Przepływ	20 000	m ³ /d	
Stężenie osadu	3,6250	kg/m ³	
Uzyskane parametry			
Wymagana ilość zewn. węgla BZT ₅	190	gO ₂ /m ³	
Zastosowana ilość zewn. węgla BZT ₅	190	gO ₂ /m ³	
Wymagany tlenowy wiek osadu WOt dla procesu nityfikacji	6,6157	d	
Uzyskany tlenowy wiek osadu WOt	6,9720	d	
Jakość odpływu			
BZT ₅	21,4	gO ₂ /m ³	przekroczenie
Zog	27,3	g/m ³	
Nog	10	g/m ³	
Osadniki wtórne	błąd		Za małą powierzchnią i objętość, pomimo optymistycznego założenia, że indeks osadu będzie = 100 cm ³ /g. W tabelach obliczeń osadniki wtórne obliczono dla podziału przepływu: 41+42=38%, 43+44=38%, 45=24%
Osadniki wtórne, przepływy dopuszczalne			
Osadniki wtórne 41,42 D=20m 2 szt., max Q _m ze względu na powierzchnię – przepływ dopuszczalny Q _m łącznie dla obu	866,4792	m ³ /h	za płytki, podano przepływ dopuszczalny ze wzgl. na powierzchnię
Osadniki wtórne 43,44 D=21m 2 szt., max Q _m ze względu na powierzchnię - przepływ dopuszczalny Q _m łącznie dla obu	955,4775	m ³ /h	za płytki, podano przepływ dopuszczalny ze wzgl. na powierzchnię
Osadnik wtórny 45 D=20m 1 szt., max dopuszczalny Q _m ze względu na powierzchnię	433,3231	m ³ /h	za płytki, podano przepływ dopuszczalny ze wzgl. na powierzchnię
Suma Q _m godzinowo	2255,28	m ³ /h	wymagania nie spełnione
Teoretyczna suma Q _m dobowo	54126,72	m ³ /d	

Wykonano także obliczenia dla temperatury 20°C. Wyniki znajdują się w tabelach obliczeń razem z wynikami dla 12°C.

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Obciążenia docelowego nie sprawdzano, ponieważ wariant nie spełnia wymagań już dla obciążenia obecnego.

II-A.3. Tabele obliczeń

Tabela 9. Przepływy obliczeniowe (analogicznie jak Wariant I).

Parametr	Wartość	Jednostka
Przepływ dobowy średni	20 000,0	m ³ /d
Przepływ średni godzinowy	833,3	m ³ /h
Przepływ średni godzinowy bez wód przypadkowych	633,3	m ³ /h
Współczynnik nierównomierności godzinowej	2,0	-
Przepływ maksymalny godzinowy w porze suchej	1 466,7	m ³ /h
Współczynnik przepływu z 12 godzin dziennych w porze suchej	1,3	-
Przepływ godzinowy z 12 godzin dziennych w porze suchej	1 108,3	m ³ /h
Współczynnik przepływu dobowego w porze suchej w dobie o wysokim przepływie	1,2	-
Przepływ miarodajny do wymiarowania osadnika wstępnego	1 330,0	m ³ /h

Tabela 10. Obliczenia osadników wstępnych (analogicznie jak Wariant I).

Parametr	Wartość	Jednostka
Obliczeniowy przepływ ścieków	1 330,0	m ³ /h
Liczba osadników	4	szt.
Czas przepływu ścieków przez część przepływową	2,5	h
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,0	m ³ / (m ² *h)
Sumaryczna objętość osadników (części przepływowe)	3 348,0	m ³
Sumaryczna powierzchnia osadników w planie	1 288,2	m ²
Usunięcie BZT ₅	36,83%	%
Usunięcie Zog	58,89%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym		
BZT ₅	2 346,0	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5 216,2	kg/d
Azot ogólny	230,2	kg/d
Azot amonowy	230,2	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	230,2	kg/d
Fosfor ogólny	35,0	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego		
BZT ₅	4 023,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	3 640,6	kg/d
Azot ogólny	1 722,7	kg/d
Azot amonowy	1 545,1	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1 722,7	kg/d
Fosfor ogólny	261,9	kg/d

Tabela 11. Obliczenia procesowe reaktora.

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Dane bilansowe			
Ilość ścieków, RLM, temperatura			
Dobowa ilość ścieków surowych	20000,0	20000,0	m ³ /d
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)	1466,7	1466,7	m ³ /h
RLM	106160	106160	-

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Temperatura prowadzenia procesu	12,0	20,0	°C
Temperatura do obliczeń napowietrzania	12,0	20,0	°C
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)			
BZT ₅	60,0	60,0	gO ₂ /(M*d)
Zawiesina ogólna	75,8	75,8	g/(M*d)
Azot ogólny	16,7	16,7	g/(M*d)
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	16,7	16,7	g/(M*d)
Fosfor ogólny	2,7	2,7	g/(M*d)
Ładunki w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	6369,6	6369,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	8051,7	8051,7	kg/d
Azot ogólny	1775,3	1775,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1775,3	1775,3	kg/d
Fosfor ogólny	282,8	282,8	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	318,5	318,5	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	402,6	402,6	g/m ³
Azot ogólny	88,8	88,8	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	88,8	88,8	g/m ³
Fosfor ogólny	14,1	14,1	g/m ³
Ładunek w odciekach jako procent ładunku w ściekach doptywających			
BZT ₅	0,0%	0,0%	%
Zawiesina ogólna	10,0%	10,0%	%
Azot ogólny	10,0%	10,0%	%
Azot amonowy	0,0%	0,0%	%
Azot azotanowy	0,0%	0,0%	%
Azot ogólny Kjeldahla	10,0%	10,0%	%
Fosfor ogólny	5,0%	5,0%	%
Usunięcie w osadniku wstępnym			
BZT ₅	36,8%	36,8%	%
Zawiesina ogólna	58,9%	58,9%	%
Azot ogólny	11,8%	11,8%	%
Fosfor ogólny	11,8%	11,8%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym			
BZT ₅	2346,0	2346,0	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5216,2	5216,2	kg/d
Azot ogólny	230,2	230,2	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	230,2	230,2	kg/d
Fosfor ogólny	35,0	35,0	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego			
BZT ₅	4023,6	4023,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	3640,6	3640,6	kg/d
Azot ogólny	1722,7	1722,7	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1722,7	1722,7	kg/d
Fosfor ogólny	261,9	261,9	kg/d
Ładunki całkowite w doptywie do reaktorów			
BZT ₅	4023,6	4023,6	kgO ₂ /d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Zawiesina ogólna	3640,6	3640,6	kg/d
Azot ogólny	1722,7	1722,7	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1722,7	1722,7	kg/d
Fosfor ogólny	261,9	261,9	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów			
BZT ₅	201,2	201,2	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	182,0	182,0	g/m ³
Azot ogólny	86,1	86,1	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	86,1	86,1	g/m ³
Fosfor ogólny	13,1	13,1	g/m ³
Reaktory biologiczne			
Wymiary reaktorów			
Defosfatacja			
Defosfatacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	1600,00	1600,00	m ³
Nitryfikacja			
Nitryfikacja, głębokość	8,00	8,00	m
Nitryfikacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość nitryfikacji	21877,00	21877,00	m ³
Procent nitryfikacji przeznaczony na denitryfikację (fazowanie napowietrzania)	50,0%	60,0%	%
Nitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	10938,50	8750,80	m ³
Całkowita objętość reaktora			
Całkowita objętość reaktora	23477,00	23477,00	m ³
Stężenie osadu i recyrkulacja			
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	3,63	2,00	g/m ³
Maks. stopień recyrkulacji zewnętrznej	50,0%	30,0%	%
Ładunki zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
Ładunek BZT ₅ (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	7823,57	6783,57	kgO ₂ /d
Ładunek zawiesiny ogólnej	3640,62	3640,62	kg/d
Ładunek azotu Kjeldahla	1722,67	1722,67	kg/d
Ładunek fosforu ogólnego	261,94	261,94	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
BZT ₅ całkowite (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	391,18	339,18	gO ₂ /m ³
W tym zewnętrzne źródło węgla organicznego	190,00	138,00	BZT ₅ , gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	182,03	182,03	g/m ³
Azot ogólny	86,13	86,13	g/m ³
Fosfor ogólny	13,10	13,10	g/m ³
Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych			
BZT ₅	21,42	6,80	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	27,36	3,00	g/m ³
Azot ogólny	10,00	10,00	g/m ³
Fosfor ogólny	1,00	1,00	g/m ³
Azot organiczny	2,00	2,00	g/m ³
Azot amonowy	0,00	0,00	g/m ³
Azot azotanowy	8,00	8,00	g/m ³
Usuwanie azotu i tlenowy wiek osadu			

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Stężenie azotu ogólnego dopływającego do reaktora	86,13	86,13	g/m ³
Azot organiczny związany w biomase	17,60	15,26	g/m ³
Azot do nitrifikacji	66,53	68,87	g/m ³
Azot do denitryfikacji w głównym ciągu	58,53	60,87	g/m ³
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa SF dla procesu nitrifikacji	1,45	1,45	-
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitrifikacji	6,62	3,02	d
Założony obliczeniowy ogólny wiek osadu WO	14,75	8,77	d
Wymagany udział obj. denitryfikacji w nitr.+denitr.	0,50	0,60	-
Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa dla procesu nitrifikacji	1,73	1,86	-
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu zw. węgla			
Współczynnik oddychania endogennego, zależny od temperatury	0,81	1,42	-
Przyrost osadu z rozkładu związków węgla	4904,36	4510,35	kg sm/d
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu związków węgla	0,63	0,66	kg sm/kg BZT ₅
Obciążenie substratowe osadu czynnego			
Obciążenie substratowe osadu czynnego	0,09	0,14	kg BZT ₅ /kg sm d
Wymagana pojemność reaktorów biologicznych			
Wymagana objętość reaktorów, całkowita	23477,00	23477,00	m ³
Przyjęta objętość reaktorów, całkowita	23477,00	23477,00	m ³
Wymagana objętość komory denitryfikacji dla NO ₃ w odpływie = 8 g/m ³	10911,20	13087,11	m ³
Przyjęta objętość komory denitryfikacji	10938,50	13126,20	m ³
Usuwanie fosforu			
Zalecany czas zatrzymania w defosfatacji	0,75	0,75	h
Zalecana objętość komory defosfatacji	2200,00	2200,00	m ³
Przyjęta objętość komory defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Ilość fosforu wbudowywana w biomasę	3,91	3,39	g/m ³
Ilość fosforu usuwana biologicznie	4,70	4,50	g/m ³
Ilość fosforu do strącania chemicznego	4,30	4,30	g/m ³
Dobowa ilość osadu chemicznego	584,80	584,80	kg/d
Przyrost osadu i uzyskany wiek osadu			
Całkowity przyrost osadu związany z usuwaniem fosforu	867,02	854,19	kg sm/d
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	5771,38	5355,49	kg sm / d
Obliczony tlenowy wiek osadu	6,87	3,27	d
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitrifikacji	6,62	3,02	d
Obliczony całkowity wiek osadu	14,75	8,77	d
Zapotrzebowanie na tlen			
Zapotrzebowanie na tlen w procesach biodegradacji zw. węgla	9009,73	7859,74	kg O ₂ / d
Zużycie tlenu w procesie nitrifikacji	5721,61	5922,85	kg O ₂ / d
Odzysk tlenu w procesie denitryfikacji	3394,76	3530,48	kg O ₂ / d
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu (OVh) z uwzgl. fazowania reaktora	1188,09	1632,58	kg O ₂ / h
Wymagana maks. wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	1188,09	1632,58	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	°C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 °C, p=1013 hPa	1372,73	1940,74	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,70	0,70	-
Maksymalna wydajność dmuchaw dla maks. godzinowego zużycia tlenu z uwzgl. fazowania reaktora	14003,23	19797,51	Nm ³ /h
Średnia wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	472,36	427,17	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	°C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 °C, p=1013 hPa	545,77	507,80	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,70	0,70	-
Średnia wydajność dmuchaw z uwzgl. fazowania reaktora	5567,37	5180,11	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw			
α*OC min - minimalna ilość tlenu przy założeniu, że wielkość zużycia może się wahać w stosunku 1/7	196,10	277,25	kg/h
Minimalna wydajność dmuchaw	2000,46	2828,22	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw	33,34	47,14	Nm ³ / min

Tabela 12. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 41, 42.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	7600,00	7600,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	557,33	557,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	1114,67	1114,67	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	3,63	2,00	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	100,00	dm ³ /kg

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Czas zagęszczania	2,00	2,00	h
Liczba osadników	2	2	szt
Średnica osadnika	20,00	20,00	m
Głębokość obliczeniowa rzeczywista/przyjęta (w środku drogi przepływu)	3,26	3,26	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2 szt.)	628,32	628,32	m ²
Suma objętości osadników (2 szt.)	2048,32	2048,32	m
Wymagana powierzchnia osadników	808,13	445,87	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,77	1,77	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,87	0,72	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	12,60	12,60	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	10,96	9,08	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	49,41%	28,27%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	1114,67	1114,67	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	2229,33	2229,33	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	2,78	2,22	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	1,16	0,64	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	2,04	1,13	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	6,48	4,48	m

Tabela 13. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 43, 44.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	7600,00	7600,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	557,33	557,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	1114,67	1114,67	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	3,63	2,00	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	100,00	,
Czas zagęszczania	2,00	2,00	h
Liczba osadników	2	2	szt
Średnica osadnika	21,00	21,00	m
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)	2,69	2,69	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2) szt	692,72	692,72	m ²
Suma objętości osadników (2 szt.)	1863,42	1863,42	m
Wymagana powierzchnia osadników	808,13	445,87	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,61	1,61	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,90	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	12,60	12,60	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	11,34	8,82	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	46,99%	29,33%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	1114,67	1114,67	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	2229,33	2229,33	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawiesin)	1,86	1,30	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,77	0,37	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,36	0,66	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	4,49	2,84	m

Tabela 14. Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego 45.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	4800,00	4800,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	557,33	557,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	704,00	704,00	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	3,63	2,00	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	100,00	,
Czas zagęszczania	2,00	2,00	h
Liczba osadników	1	1	szt
Średnica osadnika	20,00	20,00	m
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)	3,64	3,64	0
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (1) szt	314,16	314,16	m ²
Suma objętości osadników (1 szt.)	1143,54	1143,54	m
Wymagana powierzchnia osadników	510,40	281,60	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	2,24	2,24	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,90	0,90	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	12,60	12,60	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	11,34	11,34	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	46,99%	21,41%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	704,00	704,00	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	1408,00	1408,00	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawiesin)	2,58	1,70	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	1,07	0,49	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,90	0,86	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	6,05	3,55	m

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

II-B. Wariant B

II-B.1. Opis wariantu

Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 4 dodatkowych bioreaktorów.

II-B.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami

Tabela 15. Wyciąg z obliczeń dla wariantu II-B.

Parametr	Wartość	Jednostka	Uwagi
Założenia			
Obciążenie	średnie, obecne	-	Obliczenia dla obciążenia docelowego wymagają przyjęcia nierealistycznych założeń
Przepływ	20 000	m ³ /d	
Stężenie osadu	3,1	kg/m ³	przyjęto możliwie najniższą wartość
Uzyskane parametry			
Wymagana ilość zewn. węgla BZT ₅	138	gO ₂ /m ³	
Zastosowana ilość zewn. węgla BZT ₅	138	gO ₂ /m ³	
Wymagany tlenowy wiek osadu WO _t dla procesu nitryfikacji	6,6157	d	
Uzyskany tlenowy wiek osadu WO _t	6,8357	d	
Jakość odpływu			
BZT ₅	15,7	gO ₂ /m ³	przekroczenie
Zog	18	g/m ³	
Nog	10	g/m ³	
Pog			
Osadniki wtórne	błąd obliczeń		Za małą powierzchnia i objętość, pomimo optymistycznego założenia, że indeks osadu będzie = 100 cm ³ /g. W tabelach obliczeń osadniki wtórne obliczono dla podziału przepływu: 41+42=38%, 43+44=38%, 45=24%
Osadniki wtórne, przepływy dopuszczalne			
Osadniki wtórne 41+42 D=20m 2 szt., max Q _m ze względu na powierzchnię - przepływ Q _m łącznie dla obu	1 013	m ³ /h	za płytki
Osadniki wtórne 43+44 D=21m 2 szt., max Q _m ze względu na powierzchnię - przepływ Q _m łącznie dla obu	1 117	m ³ /h	za płytki
Osadnik wtórny 45 D=20m 1 szt., max Q _m ze względu na powierzchnię	507	m ³ /h	za płytki
Suma Q _m godzinowo (wg obliczeń tylko ze względu na powierzchnię)	2 637	m ³ /h	nie spełnia wymagań
Teoretyczna suma Q _m dobowo (wg obliczeń tylko ze względu na powierzchnię)	63 288	m ³ /d	

Wykonano także obliczenia dla temperatury 20°C. Wyniki znajdują się w tabelach obliczeń razem z wynikami dla 12°C.

Obciążenia docelowego nie sprawdzano, ponieważ wariant nie spełnia wymagań już dla obciążenia obecnego.

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

II-B.3. Tabele obliczeń

Tabela 16. Przepływy obliczeniowe (analogicznie jak Wariant I).

Parametr	Wartość	Jednostka
Przepływ dobowy średni	20 000,0	m ³ /d
Przepływ średni godzinowy	833,3	m ³ /h
Przepływ średni godzinowy bez wód przypadkowych	633,3	m ³ /h
Współczynnik nierównomierności godzinowej	2,0	-
Przepływ maksymalny godzinowy w porze suchej	1 466,7	m ³ /h
Współczynnik przepływu z 12 godzin dziennych w porze suchej	1,3	-
Przepływ godzinowy z 12 godzin dziennych w porze suchej	1 108,3	m ³ /h
Współczynnik przepływu dobowego w porze suchej w dobie o wysokim przepływie	1,2	-
Przepływ miarodajny do wymiarowania osadnika wstępnego	1 330,0	m ³ /h

Tabela 17. Obliczenia osadników wstępnych (analogicznie jak Wariant I).

Parametr	Wartość	Jednostka
Obliczeniowy przepływ ścieków	1 330,0	m ³ /h
Liczba osadników	4	szt.
Czas przepływu ścieków przez część przepływową	2,5	h
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,0	m ³ / (m ² *h)
Sumaryczna objętość osadników (części przepływowe)	3 348,0	m ³
Sumaryczna powierzchnia osadników w planie	1 288,2	m ²
Usunięcie BZT ₅	36,83%	%
Usunięcie Zog	58,89%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym		
BZT ₅	2 346,0	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5 216,2	kg/d
Azot ogólny	230,2	kg/d
Azot amonowy	230,2	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	230,2	kg/d
Fosfor ogólny	35,0	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego		
BZT ₅	4 023,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	3 640,6	kg/d
Azot ogólny	1 722,7	kg/d
Azot amonowy	1 545,1	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1 722,7	kg/d
Fosfor ogólny	261,9	kg/d

Tabela 18. Obliczenia procesowe reaktora.

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Dane bilansowe			
Ilość ścieków, RLM, temperatura			
Dobowa ilość ścieków surowych	20000,0	20000,0	m ³ /d
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)	1466,7	1466,7	m ³ /h
RLM	106160	106160	-
Temperatura prowadzenia procesu	12,0	20,0	st C

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Temperatura do obliczeń napowietrzania	12,0	20,0	st C
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)			
BZT ₅	60,0	60,0	gO ₂ /(M*d)
Zawiesina ogólna	75,8	75,8	g/(M*d)
Azot ogólny	16,7	16,7	g/(M*d)
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	16,7	16,7	g/(M*d)
Fosfor ogólny	2,7	2,7	g/(M*d)
Ładunki w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	6369,6	6369,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	8051,7	8051,7	kg/d
Azot ogólny	1775,3	1775,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1775,3	1775,3	kg/d
Fosfor ogólny	282,8	282,8	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	318,5	318,5	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	402,6	402,6	g/m ³
Azot ogólny	88,8	88,8	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	88,8	88,8	g/m ³
Fosfor ogólny	14,1	14,1	g/m ³
Ładunek w odciekach jako procent ładunku w ściekach doptywających			
BZT ₅	0,0%	0,0%	%
Zawiesina ogólna	10,0%	10,0%	%
Azot ogólny	10,0%	10,0%	%
Azot amonowy	0,0%	0,0%	%
Azot azotanowy	0,0%	0,0%	%
Azot ogólny Kjeldahla	10,0%	10,0%	%
Fosfor ogólny	5,0%	5,0%	%
Usunięcie w osadniku wstępnym			
BZT ₅	36,8%	36,8%	%
Zawiesina ogólna	58,9%	58,9%	%
Azot ogólny	11,8%	11,8%	%
Fosfor ogólny	11,8%	11,8%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym			
BZT ₅	2346,0	2346,0	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5216,2	5216,2	kg/d
Azot ogólny	230,2	230,2	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	230,2	230,2	kg/d
Fosfor ogólny	35,0	35,0	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego			
BZT ₅	4023,6	4023,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	3640,6	3640,6	kg/d
Azot ogólny	1722,7	1722,7	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1722,7	1722,7	kg/d
Fosfor ogólny	261,9	261,9	kg/d
Ładunki całkowite w doptywie do reaktorów			
BZT ₅	4023,6	4023,6	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	3640,6	3640,6	kg/d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Azot ogólny	1722,7	1722,7	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	1722,7	1722,7	kg/d
Fosfor ogólny	261,9	261,9	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów			
BZT ₅	201,2	201,2	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	182,0	182,0	g/m ³
Azot ogólny	86,1	86,1	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	86,1	86,1	g/m ³
Fosfor ogólny	13,1	13,1	g/m ³
Reaktory biologiczne			
Wymiary reaktorów			
Defosfatacja			
Defosfatacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	1600,00	1600,00	m ³
Nitryfikacja			
Nitryfikacja, głębokość	8,00	8,00	m
Nitryfikacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość nitryfikacji	29170,06	29170,06	m ³
Procent nitryfikacji przeznaczony na denitryfikację (fazowa- nie napowietrzania)	60,0%	60,0%	%
Nitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	11668,03	11668,03	m ³
Całkowita objętość reaktora			
Całkowita objętość reaktora	30770,06	30770,06	m ³
Stężenie osadu i recyrkulacja			
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	3,10	2,00	g/m ³
Maks. stopień recyrkulacji zewnętrznej	40,0%	30,0%	%
Ładunki zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
Ładunek BZT5 (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla or- gan. dla denitryfikacji)	6783,57	6783,57	kgO ₂ /d
Ładunek zawiesiny ogólnej	3640,62	3640,62	kg/d
Ładunek azotu Kjeldahla	1722,67	1722,67	kg/d
Ładunek fosforu ogólnego	261,94	261,94	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
BZT5 całkowite (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	339,18	339,18	gO ₂ /m ³
W tym zewnętrzne źródło węgla organicznego	138,00	138,00	BZT ₅ , gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	182,03	182,03	g/m ³
Azot ogólny	86,13	86,13	g/m ³
Fosfor ogólny	13,10	13,10	g/m ³
Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych			
BZT ₅	15,73	8,68	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	17,89	6,14	g/m ³
Azot ogólny	10,00	10,00	g/m ³
Fosfor ogólny	1,00	1,00	g/m ³
Azot organiczny	2,00	2,00	g/m ³
Azot amonowy	0,00	0,00	g/m ³
Azot azotanowy	8,00	8,00	g/m ³
Usuwanie azotu i tlenowy wiek osadu			
Stężenie azotu ogólnego dopływającego do reaktora	86,13	86,13	g/m ³

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Azot organiczny związany w biomase	15,26	15,26	g/m ³
Azot do nitryfikacji	68,87	68,87	g/m ³
Azot do denitryfikacji w głównym ciągu	60,87	60,87	g/m ³
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa SF dla procesu nitryfikacji	1,45	1,45	-
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitryfikacji	6,62	3,02	d
Założony obliczeniowy ogólny wiek osadu WO	18,02	12,63	d
Wymagany udział obj. denitryfikacji w nitr.+denitr.	0,60	0,60	-
Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa dla procesu nitryfikacji	1,70	2,62	-
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu zw. węgla			
Współczynnik oddychania endogennego, zależny od temperatury	0,81	1,42	-
Przyrost osadu z rozkładu związków węgla	4369,25	4209,45	kg sm/d
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu związków węgla	0,64	0,62	kg sm/kg BZT ₅
Obciążenie substratowe osadu czynnego			
Obciążenie substratowe osadu czynnego	0,07	0,11	kg BZT ₅ /kg sm d
Wymagana pojemność reaktorów biologicznych			
Wymagana objętość reaktorów, całkowita	30770,06	30770,06	m ³
Przyjęta objętość reaktorów, całkowita	30770,06	30770,06	m ³
Wymagana objętość komory denitryfikacji dla NO ₃ w odpływie = 8 g/m ³	17449,92	17449,92	m ³
Przyjęta objętość komory denitryfikacji	17502,04	17502,04	m ³
Usuwanie fosforu			
Zalecany czas zatrzymania w defosfatacji	0,75	0,75	h
Zalecana objętość komory defosfatacji	2200,00	2200,00	m ³
Przyjęta objętość komory defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Ilość fosforu wbudowywana w biomasę	3,39	3,39	g/m ³
Ilość fosforu usuwana biologicznie	4,27	4,01	g/m ³
Ilość fosforu do strącania chemicznego	5,00	4,90	g/m ³
Dobowa ilość osadu chemicznego	680,00	666,40	kg/d
Przyrost osadu i uzyskany wiek osadu			
Całkowity przyrost osadu związany z usuwaniem fosforu	936,29	906,84	kg sm/d
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	5305,54	5116,29	kg sm / d
Obliczony tlenowy wiek osadu	6,82	4,56	d
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitryfikacji	6,62	3,02	d
Obliczony całkowity wiek osadu	17,98	12,03	d
Zapotrzebowanie na tlen			
Zapotrzebowanie na tlen w procesach biodegradacji zw. węgla	8064,82	8247,53	kg O ₂ / d
Zużycie tlenu w procesie nitryfikacji	5922,85	5922,85	kg O ₂ / d
Odzysk tlenu w procesie denitryfikacji	3530,48	3530,48	kg O ₂ / d
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu (OVh) z uwzgl. fazowania reaktora 60%	1322,77	1491,67	kg O ₂ / h
Wymagana maks. wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	1322,77	1491,67	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	1528,35	1773,24	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,70	0,70	-
Maksymalna wydajność dmuchaw dla maks. godzinowego zużycia tlenu z uwzgl. fazowania reaktora 60%	15590,65	18088,80	Nm ³ /h
Średnia wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	435,72	443,33	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	503,43	527,01	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,70	0,70	-
Średnia wydajność dmuchaw z uwzgl. fazowania reaktora 60%	5135,50	5376,05	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw			
α*OC min - minimalna ilość tlenu przy założeniu, że wielkość zużycia może się wahać w stosunku 1/7	218,34	253,32	kg/h
Minimalna wydajność dmuchaw	2227,24	2584,11	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw	37,12	43,07	Nm ³ / min

Tabela 19. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 41, 42.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	7600,00	7600,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	557,33	557,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	1114,67	1114,67	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	3,10	2,00	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	100,00	dm ³ /kg

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Czas zagęszczania	2,00	2,00	h
Liczba osadników	2	2	szt
Średnica osadnika	20,00	20,00	m
Głębokość obliczeniowa rzeczywista/przyjęta (w środku drogi przepływu)	3,26	3,26	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2 szt.)	628,32	628,32	m ²
Suma objętości osadników (2 szt.)	2048,32	2048,32	m
Wymagana powierzchnia osadników	691,09	445,87	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,77	1,77	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,84	0,72	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	12,60	12,60	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	10,61	9,08	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	41,25%	28,27%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	1114,67	1114,67	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	2229,33	2229,33	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	2,57	2,22	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,99	0,64	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,75	1,13	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	5,81	4,48	m

Tabela 20. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 43, 44.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	7600,00	7600,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	557,33	557,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	1114,67	1114,67	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	3,10	2,00	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	100,00	,
Czas zagęszczania	2,00	2,00	h
Liczba osadników	2	2	szt
Średnica osadnika	21,00	21,00	m
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)	2,69	2,69	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2) szt	692,72	692,72	m ²
Suma objętości osadników (2 szt.)	1863,42	1863,42	m
Wymagana powierzchnia osadników	691,09	445,87	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,61	1,61	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,87	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	12,60	12,60	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	10,97	8,82	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	39,37%	29,33%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	1114,67	1114,67	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	2229,33	2229,33	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawiesin)	1,63	1,30	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,63	0,37	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,10	0,66	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	3,85	2,84	m

Tabela 21. Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego 45.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	4800,00	4800,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	557,33	557,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	704,00	704,00	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	3,10	2,00	kg/m ³
Indeks osadu	100,00	100,00	,
Czas zagęszczania	2,00	2,00	h
Liczba osadników	1	1	szt
Średnica osadnika	20,00	20,00	m
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)	3,64	3,64	0
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (1) szt	314,16	314,16	m ²
Suma objętości osadników (1 szt.)	1143,54	1143,54	m
Wymagana powierzchnia osadników	436,48	281,60	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	2,24	2,24	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,90	0,90	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	12,60	12,60	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	11,34	11,34	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	37,62%	21,41%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	704,00	704,00	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	1408,00	1408,00	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawiesin)	2,23	1,70	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,86	0,49	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,52	0,86	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	5,11	3,55	m

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

III. Wariant III

III-A. Wariant A

III-A.1. Opis wariantu

Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 2 dodatkowych bioreaktorów + przebudowa osadników wtórnych (podniesienie zwierciadła o 1m) + 1 dodatkowy nowy

III-A.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami

Tabela 22. Wyciąg z obliczeń dla wariantu III-A.

Parametr	Wartość	Jednostka	Uwagi
Założenia			
Obciążenie	docelowe, 85 perc.	-	
Przepływ	22 000	m ³ /d	
Stężenie osadu	5,1	kg/m ³	Najniższe możliwe
Uzyskane parametry			
Wymagana ilość zewn. węgla BZT ₅	267	gO ₂ /m ³	Wysoka wartość
Zastosowana ilość zewn. węgla BZT ₅	267	gO ₂ /m ³	Wysoka wartość
Wymagany tlenowy wiek osadu WO _t dla procesu nityfikacji	6,6157	d	
Uzyskany tlenowy wiek osadu WO _t	6,7462	d	
Jakość odpływu			
BZT ₅	OK	gO ₂ /m ³	
Zog	OK	g/m ³	
Nog	8 = OK	g/m ³	
Pog	OK		
Osadniki wtórne	OK		
Osadniki wtórne, przepływy dopuszczalne			
Indeks osadu	120	cm ³ /g	
Osadniki wtórne 41+42 D=20m 2 szt., max Q _m - przepływ Q _m łącznie dla obu	381,04	m ³ /h	
Osadniki wtórne 43+44 D=21m 2 szt., max Q _m - przepływ Q _m łącznie dla obu	365,29	m ³ /h	
Osadnik wtórny 45 D=20m 1 szt., max Q _m	214,65	m ³ /h	
Suma Q _m godzinowo - obecne osadniki	960,98	m ³ /h	
Wymagany przepływ	3 226,67	m ³ /h	
Osadnik wtórny nowy - wymagany przepływ	2271,12	m ³ /h	
Osadnik wtórny nowy - wymagana średnica	59,5	m	Niezalecana średnica, mogą wystąpić kłopoty np. z wiatrem
Osadnik wtórny nowy - wymagana głębokość	5,40	m	

Jest możliwe uzyskanie obciążenia docelowego ale trzeba zastosować wysokie stężenie osadu = 5,1 oraz zastosować prawdopodobnie bardzo duże dawki węgla zewnętrznego.

Nowy osadnik wtórny ma bardzo dużą średnicę.

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

III-A.3. Tabele obliczeń

Tabela 23. Przepływy obliczeniowe

Parametr	Wartość	Jednostka
Przepływ dobowy średni	22 000,0	m ³ /d
Przepływ średni godzinowy	916,7	m ³ /h
Przepływ średni godzinowy bez wód przypadkowych	696,7	m ³ /h
Współczynnik nierównomierności godzinowej	2,0	-
Przepływ maksymalny godzinowy w porze suchej	1 613,3	m ³ /h
Współczynnik przepływu z 12 godzin dziennych w porze suchej	1,3	-
Przepływ godzinowy z 12 godzin dziennych w porze suchej	1 219,2	m ³ /h
Współczynnik przepływu dobowego w porze suchej w dobie o wysokim przepływie	1,2	-
Przepływ miarodajny do wymiarowania osadnika wstępnego	1 463,0	m ³ /h

Tabela 24. Obliczenia osadników wstępnych.

Parametr	Wartość	Jednostka
Obliczeniowy przepływ ścieków	1 463,0	m ³ /h
Liczba osadników	1,0	szt
Czas przepływu ścieków przez część przepływową	2,5	h
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,0	m ³ / (m ² *h)
Sumaryczna objętość osadników (części przepływowe)	3 682,8	m ³
Sumaryczna powierzchnia osadników w planie	1 417,0	m ²
Usunięcie BZT ₅	36,83%	%
Usunięcie Zog	58,89%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym		
BZT ₅	3 295,8	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	7 327,9	kg/d
Azot ogólny	323,3	kg/d
Azot amonowy	323,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	323,3	kg/d
Fosfor ogólny	49,2	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego		
BZT ₅	5 652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5 114,4	kg/d
Azot ogólny	2 420,0	kg/d
Azot amonowy	2 170,6	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2 420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	kg/d

Tabela 25. Obliczenia procesowe reaktora.

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Dane bilansowe			
Ilość ścieków, RLM, temperatura			
Dobowa ilość ścieków surowych	22000,0	22000,0	m ³ /d
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)	1613,3	1613,3	m ³ /h
RLM	149136	149136	-
Temperatura prowadzenia procesu	12,0	20,0	st C

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Temperatura do obliczeń napowietrzania	12,0	20,0	st C
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)			
BZT ₅	60,0	60,0	gO ₂ /(M*d)
Zawiesina ogólna	75,8	75,8	g/(M*d)
Azot ogólny	16,7	16,7	g/(M*d)
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	16,7	16,7	g/(M*d)
Fosfor ogólny	2,7	2,7	g/(M*d)
Ładunki w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	8948,2	8948,2	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	11311,2	11311,2	kg/d
Azot ogólny	2493,9	2493,9	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2493,9	2493,9	kg/d
Fosfor ogólny	397,2	397,2	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	406,7	406,7	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	514,1	514,1	g/m ³
Azot ogólny	113,4	113,4	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	113,4	113,4	g/m ³
Fosfor ogólny	18,1	18,1	g/m ³
Ładunek w odciekach jako procent ładunku w ściekach doptywających			
BZT ₅	0,0%	0,0%	%
Zawiesina ogólna	10,0%	10,0%	%
Azot ogólny	10,0%	10,0%	%
Azot amonowy	0,0%	0,0%	%
Azot azotanowy	0,0%	0,0%	%
Azot ogólny Kjeldahla	10,0%	10,0%	%
Fosfor ogólny	5,0%	5,0%	%
Usunięcie w osadniku wstępnym			
BZT ₅	36,8%	36,8%	%
Zawiesina ogólna	58,9%	58,9%	%
Azot ogólny	11,8%	11,8%	%
Fosfor ogólny	11,8%	11,8%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym			
BZT ₅	3295,8	3295,8	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	7327,9	7327,9	kg/d
Azot ogólny	323,3	323,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	323,3	323,3	kg/d
Fosfor ogólny	49,2	49,2	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego			
BZT ₅	5652,4	5652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5114,4	5114,4	kg/d
Azot ogólny	2420,0	2420,0	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2420,0	2420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	367,9	kg/d
Ładunki całkowite w doptywie do reaktorów			
BZT ₅	5652,4	5652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5114,4	5114,4	kg/d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Azot ogólny	2420,0	2420,0	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2420,0	2420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	367,9	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów			
BZT ₅	256,9	256,9	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	232,5	232,5	g/m ³
Azot ogólny	110,0	110,0	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	110,0	110,0	g/m ³
Fosfor ogólny	16,7	16,7	g/m ³
Reaktory biologiczne			
Wymiary reaktorów			
Defosfatacja			
Defosfatacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	1600,00	1600,00	m ³
Nitryfikacja			
Nitryfikacja, głębokość	8,00	8,00	m
Nitryfikacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość nitryfikacji	21877,56	21877,56	m ³
Procent nitryfikacji przeznaczony na denitryfikację (fazowanie napowietrzania)	50,0%	60,0%	%
Nitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	10938,78	8751,02	m ³
Całkowita objętość reaktora			
Całkowita objętość reaktora	23477,56	23477,56	m ³
Stężenie osadu i recyrkulacja			
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	5,10	2,80	g/m ³
Maks. stopień recyrkulacji zewnętrznej	105,0%	95,0%	%
Ładunki zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
Ładunek BZT5 (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	11526,41	9986,41	kgO ₂ /d
Ładunek zawiesiny ogólnej	5114,42	5114,42	kg/d
Ładunek azotu Kjeldahla	2419,98	2419,98	kg/d
Ładunek fosforu ogólnego	367,91	367,91	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
BZT5 całkowite (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	523,93	453,93	gO ₂ /m ³
W tym zewnętrzne źródło węgla organicznego	267,00	197,00	BZT ₅ , gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	232,47	232,47	g/m ³
Azot ogólny	110,00	110,00	g/m ³
Fosfor ogólny	16,72	16,72	g/m ³
Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych			
BZT ₅	11,45	6,79	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	10,75	2,98	g/m ³
Azot ogólny	8,00	8,00	g/m ³
Fosfor ogólny	1,00	1,00	g/m ³
Azot organiczny	2,00	2,00	g/m ³
Azot amonowy	0,00	0,00	g/m ³
Azot azotanowy	6,00	6,00	g/m ³
Usuwanie azotu i tlenowy wiek osadu			
Stężenie azotu ogólnego dopływającego do reaktora	110,00	110,00	g/m ³

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Azot organiczny związany w biomase	23,58	20,43	g/m ³
Azot do nitrifikacji	84,42	87,57	g/m ³
Azot do denitryfikacji w głównym ciągu	78,42	81,57	g/m ³
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa SF dla procesu nitrifikacji	1,45	1,45	-
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitrifikacji	6,62	3,02	d
Założony obliczeniowy ogólny wiek osadu WO	14,48	8,44	d
Wymagany udział obj. denitryfikacji w nitr.+denitr.	0,50	0,60	-
Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa dla procesu nitrifikacji	1,69	1,79	-
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu zw. węgla			
Współczynnik oddychania endogennego, zależny od temperatury	0,81	1,42	-
Przyrost osadu z rozkładu związków węgla	7104,30	6543,30	kg sm/d
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu związków węgla	0,62	0,66	kg sm/kg BZT ₅
Obciążenie substratowe osadu czynnego			
Obciążenie substratowe osadu czynnego	0,10	0,15	kg BZT ₅ /kg sm d
Wymagana pojemność reaktorów biologicznych			
Wymagana objętość reaktorów, całkowita	23477,56	23477,56	m ³
Przyjęta objętość reaktorów, całkowita	23477,56	23477,56	m ³
Wymagana objętość komory denitryfikacji dla NO ₃ w odpływie = 6 g/m ³	10915,57	13104,92	m ³
Przyjęta objętość komory denitryfikacji	10938,78	13126,54	m ³
Usuwanie fosforu			
Zalecany czas zatrzymania w defosfatacji	0,75	0,75	h
Zalecana objętość komory defosfatacji	2420,00	2420,00	m ³
Przyjęta objętość komory defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Ilość fosforu wbudowywana w biomasę	5,24	4,54	g/m ³
Ilość fosforu usuwana biologicznie	5,41	5,21	g/m ³
Ilość fosforu do strącania chemicznego	5,40	6,10	g/m ³
Dobowa ilość osadu chemicznego	807,84	912,56	kg/d
Przyrost osadu i uzyskany wiek osadu			
Całkowity przyrost osadu związany z usuwaniem fosforu	1165,20	1256,24	kg sm/d
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	8269,49	7799,54	kg sm / d
Obliczony tlenowy wiek osadu	6,75	3,14	d
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitrifikacji	6,62	3,02	d
Obliczony całkowity wiek osadu	14,48	8,43	d
Zapotrzebowanie na tlen			
Zapotrzebowanie na tlen w procesach biodegradacji zw. węgla	13232,84	11494,34	kg O ₂ / d
Zużycie tlenu w procesie nitrifikacji	7986,36	8284,35	kg O ₂ / d
Odzysk tlenu w procesie denitryfikacji	5003,35	5204,32	kg O ₂ / d
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu (OVh) z uwzgl. fazowania reaktora	1699,54	2337,15	kg O ₂ / h
Wymagana maks. wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	1699,54	2337,15	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	1963,68	2778,31	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,66	0,70	-
Maksymalna wydajność dmuchaw dla maks. godzinowego zużycia tlenu z uwzgl. fazowania reaktora	21347,80	28341,52	Nm ³ /h
Średnia wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	675,66	607,27	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	780,67	721,89	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,66	0,70	-
Średnia wydajność dmuchaw z uwzgl. fazowania reaktora	8486,90	7364,03	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw			
α*OC min - minimalna ilość tlenu przy założeniu, że wielkość zużycia może się wahać w stosunku 1/7	280,53	396,90	kg/h
Minimalna wydajność dmuchaw	3049,69	4048,79	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw	50,83	67,48	Nm ³ / min

Tabela 26. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 41, 42.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	381,04	381,04	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	5,10	2,80	kg/m ³
Indeks osadu	120,00	120,00	dm ³ /kg
Czas zagęszczania	2,50	1,00	h
Liczba osadników	2	2	szt
Średnica osadnika	20,00	20,00	m
Głębokość obliczeniowa rzeczywista/przyjęta (w środku drogi przepływu)	4,26	4,26	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2 szt.)	628,32	628,32	m ²
Suma objętości osadników (2 szt.)	2676,64	2676,64	m

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Wymagana powierzchnia osadników	466,39	256,06	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	0,61	0,61	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,87	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	11,31	8,33	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	9,80	5,83	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	108,57%	92,31%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	108,57%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	413,68	351,73	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	794,72	732,76	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	1,63	0,91	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,70	0,37	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,43	0,41	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	4,25	2,19	m

Tabela 27. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 43, 44.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	365,29	365,29	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	5,10	2,80	kg/m ³
Indeks osadu	120,00	120,00	,
Czas zagęszczania	2,90	1,00	h
Liczba osadników	2	2	szt
Średnica osadnika	21,00	21,00	m
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)	3,76	3,76	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2) szt	692,72	692,72	m ²
Suma objętości osadników (2 szt.)	2604,63	2604,63	m
Wymagana powierzchnia osadników	447,12	245,48	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	0,53	0,53	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,86	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	11,88	8,33	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	10,21	5,83	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	99,88%	92,31%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	364,87	337,19	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	730,16	702,48	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	1,36	0,79	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,58	0,32	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,31	0,35	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	3,75	1,97	m

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Tabela 28. Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego 45.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	214,65	214,65	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	5,10	2,80	kg/m ³
Indeks osadu	120,00	120,00	,
Czas zagęszczania	2,70	1,00	h
Liczba osadników	1	1	szt
Średnica osadnika	20,00	20,00	m
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)	4,64	4,64	0
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (1 szt)	314,16	314,16	m ²
Suma objętości osadników (1 szt.)	1457,70	1457,70	m
Wymagana powierzchnia osadników	262,73	144,24	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	0,68	0,68	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,88	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	11,60	8,33	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	10,20	5,83	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	99,93%	92,31%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	214,49	198,14	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	429,14	412,79	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawiesin)	1,76	1,03	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,75	0,41	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,62	0,46	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	4,64	2,40	m

Tabela 29. Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego nowego.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	2271,12	2271,12	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	5,10	2,80	kg/m ³
Indeks osadu	120,00	120,00	dm ³ /kg
Czas zagęszczania	2,60	1,00	h
Liczba osadników	1	1	szt
Średnica osadnika	59,50	59,50	m
Głębokość obliczeniowa rzeczywista/przyjęta (w środku drogi przepływu)	5,45	5,45	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (1 szt.)	2780,51	2780,51	m ²
Suma objętości osadników (1 szt.)	15153,76	15153,76	m
Wymagana powierzchnia osadników	2779,85	1526,19	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	0,82	0,82	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,89	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	11,46	8,33	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	10,18	5,83	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	100,31%	92,31%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,31%	100,00%	%

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jed-nostka
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Q_m	2278,08	2096,42	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Q_m+Q_{rec})	4549,20	4367,54	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	2,11	1,23	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,90	0,49	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,89	0,55	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	5,40	2,77	m

III-B. Wariant B

III-B.1. Opis wariantu

Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 4 dodatkowych bioreaktorów + przebudowa osadników wtórnych (podniesienie zwierciadła o 1m) + 1 dodatkowy nowy.

III-B.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami

Da się uzyskać obciążenie docelowe ale trzeba zastosować stężenie osadu = 3,8 oraz zastosować prawdopodobnie wysokie dawki węgla zewnętrznego.

Tabela 30. Wyciąg z obliczeń dla wariantu III-B.

Parametr	Wartość	Jed-nostka	Uwagi
Założenia			
Obciążenie	docelowe, 85 perc	-	
Przepływ	22 000	m ³ /d	
Stężenie osadu	3,8	kg/m ³	
Uzyskane parametry			
Wymagana ilość zewn. węgla BZT ₅	267	gO ₂ /m ³	Wysoka wartość
Zastosowana ilość zewn. węgla BZT ₅	267	gO ₂ /m ³	
Wymagany tlenowy wiek osadu WOt dla procesu nityfikacji	6,6157	d	
Uzyskany tlenowy wiek osadu WOt	6,6709	d	
Jakość odpływu			
BZT ₅	OK	gO ₂ /m ³	
Zog	OK	g/m ³	
Nog	8 = OK	g/m ³	
Pog	OK		
Osadniki wtórne	OK		
Osadniki wtórne, przepływy dopuszczalne			
Indeks osadu	120	cm ³ /g	
Osadniki wtórne 41+42 D=20m 2 szt., max Q_m - przepływ Q_m łącznie dla obu	537,04	m ³ /h	
Osadniki wtórne 43+44 D=21m 2 szt., max Q_m - przepływ Q_m łącznie dla obu	584,90	m ³ /h	
Osadnik wtórny 45 D=20m 1 szt., max Q_m	342,07	m ³ /h	

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość	Jednostka	Uwagi
Suma Q_m godzinowo - obecne osadniki	1 464,01	m ³ /h	
Wymagany przepływ	3 226,6667	m ³ /h	
Osadnik wtórny nowy - wymagany przepływ	1 762,66	m ³ /h	
Osadnik wtórny nowy - wymagana średnica	45,5	m	
Osadnik wtórny nowy - wymagana głębokość	4,65	m	

III-B.3. Tabele obliczeń

Tabela 31. Przepływy obliczeniowe (analogicznie jak wariant III-A).

Parametr	Wartość	Jednostka
Przepływ dobowy średni	22 000,0	m ³ /d
Przepływ średni godzinowy	916,7	m ³ /h
Przepływ średni godzinowy bez wód przypadkowych	696,7	m ³ /h
Współczynnik nierównomierności godzinowej	2,0	-
Przepływ maksymalny godzinowy w porze suchej	1 613,3	m ³ /h
Współczynnik przepływu z 12 godzin dziennych w porze suchej	1,3	-
Przepływ godzinowy z 12 godzin dziennych w porze suchej	1 219,2	m ³ /h
Współczynnik przepływu dobowego w porze suchej w dobie o wysokim przepływie	1,2	-
Przepływ miarodajny do wymiarowania osadnika wstępnego	1 463,0	m ³ /h

Tabela 32. Obliczenia osadników wstępnych (analogicznie jak wariant III-A).

Parametr	Wartość	Jednostka
Obliczeniowy przepływ ścieków	1 463,0	m ³ /h
Liczba osadników	1,0	szt
Czas przepływu ścieków przez część przepływową	2,5	h
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,0	m ³ / (m ² *h)
Sumaryczna objętość osadników (części przepływowe)	3 682,8	m ³
Sumaryczna powierzchnia osadników w planie	1 417,0	m ²
Usunięcie BZT ₅	36,83%	%
Usunięcie Zog	58,89%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym		
BZT ₅	3 295,8	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	7 327,9	kg/d
Azot ogólny	323,3	kg/d
Azot amonowy	323,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	323,3	kg/d
Fosfor ogólny	49,2	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego		
BZT ₅	5 652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5 114,4	kg/d
Azot ogólny	2 420,0	kg/d
Azot amonowy	2 170,6	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2 420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	kg/d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Tabela 33. Obliczenia procesowe reaktora.

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Dane bilansowe			
Ilość ścieków, RLM, temperatura			
Dobowa ilość ścieków surowych	22000,0	22000,0	m ³ /d
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)	1613,3	1613,3	m ³ /h
RLM	149136	149136	-
Temperatura prowadzenia procesu	12,0	20,0	st C
Temperatura do obliczeń napowietrzania	12,0	20,0	st C
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)			
BZT ₅	60,0	60,0	gO ₂ /(M*d)
Zawiesina ogólna	75,8	75,8	g/(M*d)
Azot ogólny	16,7	16,7	g/(M*d)
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	16,7	16,7	g/(M*d)
Fosfor ogólny	2,7	2,7	g/(M*d)
Ładunki w dopływie do oczyszczalni			
BZT ₅	8948,2	8948,2	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	11311,2	11311,2	kg/d
Azot ogólny	2493,9	2493,9	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2493,9	2493,9	kg/d
Fosfor ogólny	397,2	397,2	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do oczyszczalni			
BZT ₅	406,7	406,7	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	514,1	514,1	g/m ³
Azot ogólny	113,4	113,4	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	113,4	113,4	g/m ³
Fosfor ogólny	18,1	18,1	g/m ³
Ładunek w odciekach jako procent ładunku w ściekach dopływających			
BZT ₅	0,0%	0,0%	%
Zawiesina ogólna	10,0%	10,0%	%
Azot ogólny	10,0%	10,0%	%
Azot amonowy	0,0%	0,0%	%
Azot azotanowy	0,0%	0,0%	%
Azot ogólny Kjeldahla	10,0%	10,0%	%
Fosfor ogólny	5,0%	5,0%	%
Usunięcie w osadniku wstępnym			
BZT ₅	36,8%	36,8%	%
Zawiesina ogólna	58,9%	58,9%	%
Azot ogólny	11,8%	11,8%	%
Fosfor ogólny	11,8%	11,8%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym			
BZT ₅	3295,8	3295,8	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	7327,9	7327,9	kg/d
Azot ogólny	323,3	323,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	323,3	323,3	kg/d
Fosfor ogólny	49,2	49,2	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego			
BZT ₅	5652,4	5652,4	kgO ₂ /d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Zawiesina ogólna	5114,4	5114,4	kg/d
Azot ogólny	2420,0	2420,0	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2420,0	2420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	367,9	kg/d
Ładunki całkowite w doptywie do reaktorów			
BZT ₅	5652,4	5652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5114,4	5114,4	kg/d
Azot ogólny	2420,0	2420,0	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2420,0	2420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	367,9	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w doptywie do reaktorów			
BZT ₅	256,9	256,9	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	232,5	232,5	g/m ³
Azot ogólny	110,0	110,0	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	110,0	110,0	g/m ³
Fosfor ogólny	16,7	16,7	g/m ³
Reaktory biologiczne			
Wymiary reaktorów			
Defosfatacja			
Defosfatacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	1600,00	1600,00	m ³
Nitryfikacja			
Nitryfikacja, głębokość	8,00	8,00	m
Nitryfikacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość nitryfikacji	29170,08	29170,08	m ³
Procent nitryfikacji przeznaczony na denitryfikację (fazowa- nie napowietrzania)	50,0%	60,0%	%
Nitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	14585,04	11668,03	m ³
Całkowita objętość reaktora			
Całkowita objętość reaktora	30770,08	30770,08	m ³
Stężenie osadu i recyrkulacja			
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	3,80	2,10	g/m ³
Maks. stopień recyrkulacji zewnętrznej	105,0%	60,0%	%
Ładunki zanieczyszczeń w doptywie do reaktorów biologicznych			
Ładunek BZT ₅ (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	11526,41	9986,41	kgO ₂ /d
Ładunek zawiesiny ogólnej	5114,42	5114,42	kg/d
Ładunek azotu Kjeldahla	2419,98	2419,98	kg/d
Ładunek fosforu ogólnego	367,91	367,91	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w doptywie do reaktorów biologicznych			
BZT ₅ całkowite (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	523,93	453,93	gO ₂ /m ³
W tym zewnętrzne źródło węgla organicznego	267,00	197,00	BZT ₅ , gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	232,47	232,47	g/m ³
Azot ogólny	110,00	110,00	g/m ³
Fosfor ogólny	16,72	16,72	g/m ³
Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych			
BZT ₅	13,76	6,59	gO ₂ /m ³

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Zawiesina ogólna	14,60	2,65	g/m ³
Azot ogólny	8,00	8,00	g/m ³
Fosfor ogólny	1,00	1,00	g/m ³
Azot organiczny	2,00	2,00	g/m ³
Azot amonowy	0,00	0,00	g/m ³
Azot azotanowy	6,00	6,00	g/m ³
Usuwanie azotu i tlenowy wiek osadu			
Stężenie azotu ogólnego dopływającego do reaktora	110,00	110,00	g/m ³
Azot organiczny związany w biomase	23,58	20,43	g/m ³
Azot do nityfikacji	84,42	87,57	g/m ³
Azot do denityfikacji w głównym ciągu	78,42	81,57	g/m ³
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa SF dla procesu nityfikacji	1,45	1,45	-
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nityfikacji	6,62	3,02	d
Założony obliczeniowy ogólny wiek osadu WO	14,06	8,27	d
Wymagany udział obj. denityfikacji w nitr.+denitr.	0,50	0,60	-
Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa dla procesu nityfikacji	1,62	1,71	-
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu zw. węgla			
Współczynnik oddychania endogennego, zależny od temperatury	0,81	1,42	-
Przyrost osadu z rozkładu związków węgla	7149,77	6570,34	kg sm/d
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu związków węgla	0,62	0,66	kg sm/kg BZT ₅
Obciążenie substratowe osadu czynnego			
Obciążenie substratowe osadu czynnego	0,10	0,15	kg BZT ₅ /kg sm d
Wymagana pojemność reaktorów biologicznych			
Wymagana objętość reaktorów, całkowita	30770,08	30770,08	m ³
Przyjęta objętość reaktorów, całkowita	30770,08	30770,08	m ³
Wymagana objętość komory denityfikacji dla NO ₃ w odpływie = 6 g/m ³	14554,10	17473,22	m ³
Przyjęta objętość komory denityfikacji	14585,04	17502,05	m ³
Usuwanie fosforu			
Zalecany czas zatrzymania w defosfatacji	0,75	0,75	h
Zalecana objętość komory defosfatacji	2420,00	2420,00	m ³
Przyjęta objętość komory defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Ilość fosforu wbudowywana w biomasę	5,24	4,54	g/m ³
Ilość fosforu usuwana biologicznie	5,47	5,24	g/m ³
Ilość fosforu do strącania chemicznego	5,40	6,00	g/m ³
Dobowa ilość osadu chemicznego	807,84	897,60	kg/d
Przyrost osadu i uzyskany wiek osadu			
Całkowity przyrost osadu związany z usuwaniem fosforu	1169,19	1243,66	kg sm/d
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	8318,96	7814,00	kg sm / d
Obliczony tlenowy wiek osadu	6,66	3,14	d
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nityfikacji	6,62	3,02	d
Obliczony całkowity wiek osadu	14,06	8,27	d
Zapotrzebowanie na tlen			
Zapotrzebowanie na tlen w procesach biodegradacji zw. węgla	13165,35	11457,12	kg O ₂ / d
Zużycie tlenu w procesie nityfikacji	7986,36	8284,35	kg O ₂ / d
Odzysk tlenu w procesie denityfikacji	5003,35	5204,32	kg O ₂ / d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu (OVh) z uwzgl. fazowania reaktora	1707,64	2348,97	kg O ₂ / h
Wymagana maks. wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	1707,64	2348,97	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	1973,03	2792,37	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,70	0,70	-
Maksymalna wydajność dmuchaw dla maks. godzinowego zużycia tlenu z uwzgl. fazowania reaktora	20126,84	28484,91	Nm ³ /h
Średnia wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	672,85	605,71	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	777,42	720,05	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,70	0,70	-
Średnia wydajność dmuchaw z uwzgl. fazowania reaktora	7930,42	7345,22	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw			
α*OC min - minimalna ilość tlenu przy założeniu, że wielkość zużycia może się wahać w stosunku 1/7	281,86	398,91	kg/h
Minimalna wydajność dmuchaw	2875,26	4069,27	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw	47,92	67,82	Nm ³ / min

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Tabela 34. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 41, 42.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jed- nostka
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	537,04	537,08	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	3,80	2,10	kg/m ³
Indeks osadu	120,00	120,00	dm ³ /kg
Czas zagęszczania	1,00	1,00	h
Liczba osadników	2	2	szt
Średnica osadnika	20,00	20,00	m
Głębokość obliczeniowa rzeczywista/przyjęta (w środku drogi przepływu)	4,26	4,26	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2 szt.)	628,32	628,32	m ²
Suma objętości osadników (2 szt.)	2676,64	2676,64	m
Wymagana powierzchnia osadników	489,78	270,69	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	0,85	0,85	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,77	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	8,33	8,33	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recykulowanym	6,40	5,83	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	146,19%	56,25%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	146,19%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	785,09	537,08	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	1322,13	1074,16	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawiesin)	1,93	1,14	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,86	0,39	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	0,96	0,43	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	4,26	2,46	m

Tabela 35. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych 43, 44.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jed- nostka
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	584,90	584,83	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	3,80	2,10	kg/m ³
Indeks osadu	120,00	120,00	,
Czas zagęszczania	1,50	1,00	h
Liczba osadników	2	2	szt
Średnica osadnika	21,00	21,00	m
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)	3,76	3,76	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2) szt	692,72	692,72	m ²
Suma objętości osadników (2 szt.)	2604,63	2604,63	m
Wymagana powierzchnia osadników	533,43	294,76	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	0,84	0,84	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,80	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	9,54	8,33	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recykulowanym	7,59	5,83	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	100,21%	56,25%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,21%	100,00%	%

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	586,15	584,83	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	1171,05	1169,67	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawiesin)	1,55	1,13	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,69	0,38	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,01	0,43	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	3,76	2,44	m

Tabela 36. Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego 45.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	22000,00	22000,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	1613,33	1613,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	0,21	0,21	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	342,07	342,03	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego	3,80	2,10	kg/m ³
Indeks osadu	120,00	120,00	,
Czas zagęszczania	1,40	1,00	h
Liczba osadników	1	1	szt
Średnica osadnika	20,00	20,00	m
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)	4,64	4,64	0
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (1) szt	314,16	314,16	m ²
Suma objętości osadników (1 szt.)	1457,70	1457,70	m
Wymagana powierzchnia osadników	311,97	172,38	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,09	1,09	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,83	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	9,32	8,33	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	7,75	5,83	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	96,18%	56,25%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	329,00	342,03	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	671,07	684,05	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawiesin)	2,00	1,46	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,89	0,49	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,24	0,55	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	4,64	3,00	m

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Tabela 37. Obliczenia technologiczne osadnika wtórnego nowego.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	22000,00	22000,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	1613,33	1613,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	1,09	1,09	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	1762,66	1762,73	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	3,80	2,10	kg/m ³
Indeks osadu	120,00	120,00	dm ³ /kg
Czas zagęszczania	1,30	1,00	h
Liczba osadników	1	1	szt
Średnica osadnika	45,50	45,50	m
Głębokość obliczeniowa rzeczywista/przyjęta (w środku drogi przepływu)	4,65	4,65	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (1 szt.)	1625,97	1625,97	m ²
Suma objętości osadników (1 szt.)	7560,76	7560,76	m
Wymagana powierzchnia osadników	1607,55	888,41	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,08	1,08	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,83	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	9,09	8,33	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	7,51	5,83	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	102,53%	56,25%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	102,53%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	1807,22	1762,73	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	3569,88	3525,46	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawiesin)	2,02	1,45	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,90	0,49	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,19	0,55	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	4,61	2,99	m

IV. Wariant IV

IV-A. Wariant A

IV-A.1. Opis wariantu

Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 2 dodatkowych bioreaktorów + budowa nowych osadników wtórnych wg aktualnych wytycznych

IV-A.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami

Tabela 38. Wyciąg z obliczeń dla wariantu IV-A.

Parametr	Wartość	Jednostka	Uwagi
Założenia			

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość	Jednostka	Uwagi
Obciążenie	docelowe, 85 perc	-	
Przepływ	22 000	m ³ /d	
Stężenie osadu	5,1	kg/m ³	na styk
Uzyskane parametry			
Wymagana ilość zewn. węgla BZT ₅	267	gO ₂ /m ³	Wysoka wartość
Zastosowana ilość zewn. węgla BZT ₅	267	gO ₂ /m ³	Wysoka wartość
Wymagany tlenowy wiek osadu WO _t dla procesu nityfikacji	6,6157	d	
Uzyskany tlenowy wiek osadu WO _t	6,7303	d	
Jakość odpływu			
BZT ₅	OK	gO ₂ /m ³	
Zog	OK	g/m ³	
Nog	8 = OK	g/m ³	
Pog	OK		
Osadniki wtórne	OK		
Osadniki wtórne, wszystkie nowe			
Indeks osadu	120	cm ³ /g	
Liczba szt.	5	szt.	
D - średnica	32	m	
H _{śr} - głębokość średnia	5,35	m	
Liczba szt.	4	szt.	
D - średnica	35,5	m	
H _{śr} - głębokość średnia	5,4	m	
Liczba szt.	3	szt.	
D - średnica	41	m	
H _{śr} - głębokość średnia	5,4	m	
Liczba szt.	2	szt.	
D - średnica	50,5	m	
H _{śr} - głębokość średnia	5,35	m	

IV-A.3. Tabele obliczeń

Tabela 39. Przepływy obliczeniowe (analogicznie jak wariant III-A).

Parametr	Wartość	Jednostka
Przepływ dobowy średni	22 000,0	m ³ /d
Przepływ średni godzinowy	916,7	m ³ /h
Przepływ średni godzinowy bez wód przypadkowych	696,7	m ³ /h
Współczynnik nierównomierności godzinowej	2,0	-
Przepływ maksymalny godzinowy w porze suchej	1 613,3	m ³ /h
Współczynnik przepływu z 12 godzin dziennych w porze suchej	1,3	-
Przepływ godzinowy z 12 godzin dziennych w porze suchej	1 219,2	m ³ /h
Współczynnik przepływu dobowego w porze suchej w dobie o wysokim przepływie	1,2	-
Przepływ miarodajny do wymiarowania osadnika wstępnego	1 463,0	m ³ /h

Tabela 40. Obliczenia osadników wstępnych (analogicznie jak wariant III-A).

Parametr	Wartość	Jednostka
Obliczeniowy przepływ ścieków	1 463,0	m ³ /h
Liczba osadników	1,0	szt
Czas przepływu ścieków przez część przepływową	2,5	h

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość	Jednostka
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,0	m ³ / (m ² *h)
Sumaryczna objętość osadników (części przepływowe)	3 682,8	m ³
Sumaryczna powierzchnia osadników w planie	1 417,0	m ²
Usunięcie BZT ₅	36,83%	%
Usunięcie Zog	58,89%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym		
BZT ₅	3 295,8	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	7 327,9	kg/d
Azot ogólny	323,3	kg/d
Azot amonowy	323,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	323,3	kg/d
Fosfor ogólny	49,2	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego		
BZT ₅	5 652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5 114,4	kg/d
Azot ogólny	2 420,0	kg/d
Azot amonowy	2 170,6	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2 420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	kg/d

Tabela 41. Obliczenia procesowe reaktora.

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Dane bilansowe			
Ilość ścieków, RLM, temperatura			
Dobowa ilość ścieków surowych	22000,0	22000,0	m ³ /d
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)	1613,3	1613,3	m ³ /h
RLM	149136	149136	-
Temperatura prowadzenia procesu	12,0	20,0	st C
Temperatura do obliczeń napowietrzania	12,0	20,0	st C
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)			
BZT ₅	60,0	60,0	gO ₂ /(M*d)
Zawiesina ogólna	75,8	75,8	g/(M*d)
Azot ogólny	16,7	16,7	g/(M*d)
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	16,7	16,7	g/(M*d)
Fosfor ogólny	2,7	2,7	g/(M*d)
Ładunki w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	8948,2	8948,2	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	11311,2	11311,2	kg/d
Azot ogólny	2493,9	2493,9	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2493,9	2493,9	kg/d
Fosfor ogólny	397,2	397,2	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	406,7	406,7	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	514,1	514,1	g/m ³
Azot ogólny	113,4	113,4	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Azot ogólny Kjeldahla	113,4	113,4	g/m ³
Fosfor ogólny	18,1	18,1	g/m ³
Ładunek w odciekach jako procent ładunku w ściekach doptywających			
BZT ₅	0,0%	0,0%	%
Zawiesina ogólna	10,0%	10,0%	%
Azot ogólny	10,0%	10,0%	%
Azot amonowy	0,0%	0,0%	%
Azot azotanowy	0,0%	0,0%	%
Azot ogólny Kjeldahla	10,0%	10,0%	%
Fosfor ogólny	5,0%	5,0%	%
Usunięcie w osadniku wstępnym			
BZT ₅	36,8%	36,8%	%
Zawiesina ogólna	58,9%	58,9%	%
Azot ogólny	11,8%	11,8%	%
Fosfor ogólny	11,8%	11,8%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym			
BZT ₅	3295,8	3295,8	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	7327,9	7327,9	kg/d
Azot ogólny	323,3	323,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	323,3	323,3	kg/d
Fosfor ogólny	49,2	49,2	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego			
BZT ₅	5652,4	5652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5114,4	5114,4	kg/d
Azot ogólny	2420,0	2420,0	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2420,0	2420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	367,9	kg/d
Ładunki całkowite w doptywie do reaktorów			
BZT ₅	5652,4	5652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5114,4	5114,4	kg/d
Azot ogólny	2420,0	2420,0	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2420,0	2420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	367,9	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w doptywie do reaktorów			
BZT ₅	256,9	256,9	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	232,5	232,5	g/m ³
Azot ogólny	110,0	110,0	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	110,0	110,0	g/m ³
Fosfor ogólny	16,7	16,7	g/m ³
Reaktory biologiczne			
Wymiary reaktorów			
Defosfatacja			
Defosfatacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	1600,00	1600,00	m ³
Nitryfikacja			
Nitryfikacja, głębokość	8,00	8,00	m
Nitryfikacja, ilość	2	2	szt

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Fizyczna objętość nitrifikacji	21877,56	21877,56	m ³
Procent nitrifikacji przeznaczony na denitrifikację (fazowanie napowietrzania)	50,0%	60,0%	%
Nitrifikacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	10938,78	8751,02	m ³
Całkowita objętość reaktora			
Całkowita objętość reaktora	23477,56	23477,56	m ³
Stężenie osadu i recyrkulacja			
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	5,10	2,90	g/m ³
Maks. stopień recyrkulacji zewnętrznej	105,0%	55,0%	%
Ładunki zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
Ładunek BZT ₅ (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitrifikacji)	11526,41	9986,41	kgO ₂ /d
Ładunek zawiesiny ogólnej	5114,42	5114,42	kg/d
Ładunek azotu Kjeldahla	2419,98	2419,98	kg/d
Ładunek fosforu ogólnego	367,91	367,91	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
BZT ₅ całkowite (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitrifikacji)	523,93	453,93	gO ₂ /m ³
W tym zewnętrzne źródło węgla organicznego	267,00	197,00	BZT ₅ , gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	232,47	232,47	g/m ³
Azot ogólny	110,00	110,00	g/m ³
Fosfor ogólny	16,72	16,72	g/m ³
Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych			
BZT ₅	11,40	6,16	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	10,67	1,94	g/m ³
Azot ogólny	8,00	8,00	g/m ³
Fosfor ogólny	1,00	1,00	g/m ³
Azot organiczny	2,00	2,00	g/m ³
Azot amonowy	0,00	0,00	g/m ³
Azot azotanowy	6,00	6,00	g/m ³
Usuwanie azotu i tlenowy wiek osadu			
Stężenie azotu ogólnego dopływającego do reaktora	110,00	110,00	g/m ³
Azot organiczny związany w biomase	23,58	20,43	g/m ³
Azot do nitrifikacji	84,42	87,57	g/m ³
Azot do denitrifikacji w głównym ciągu	78,42	81,57	g/m ³
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa SF dla procesu nitrifikacji	1,45	1,45	-
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitrifikacji	6,62	3,02	d
Założony obliczeniowy ogólny wiek osadu WO	14,48	8,80	d
Wymagany udział obj. denitrifikacji w nitr.+denitr.	0,50	0,60	-
Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa dla procesu nitrifikacji	1,69	1,86	-
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu zw. węgla			
Współczynnik oddychania endogennego, zależny od temperatury	0,81	1,42	-
Przyrost osadu z rozkładu związków węgla	7104,30	6488,37	kg sm/d
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu związków węgla	0,62	0,65	kg sm/kg BZT ₅
Obciążenie substratowe osadu czynnego			
Obciążenie substratowe osadu czynnego	0,10	0,15	kg BZT ₅ /kg sm d
Wymagana pojemność reaktorów biologicznych			
Wymagana objętość reaktorów, całkowita	23477,56	23477,56	m ³
Przyjęta objętość reaktorów, całkowita	23477,56	23477,56	m ³

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Wymagana objętość komory denitryfikacji dla NO ₃ w odpływie = 6 g/m ³	10915,57	13104,92	m ³
Przyjęta objętość komory denitryfikacji	10938,78	13126,54	m ³
Usuwanie fosforu			
Zalecany czas zatrzymania w defosfatacji	0,75	0,75	h
Zalecana objętość komory defosfatacji	2420,00	2420,00	m ³
Przyjęta objętość komory defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Ilość fosforu wbudowywana w biomasę	5,24	4,54	g/m ³
Ilość fosforu usuwana biologicznie	5,41	5,13	g/m ³
Ilość fosforu do strącania chemicznego	5,40	6,10	g/m ³
Dobowa ilość osadu chemicznego	807,84	912,56	kg/d
Przyrost osadu i uzyskany wiek osadu			
Całkowity przyrost osadu związany z usuwaniem fosforu	1165,20	1251,42	kg sm/d
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	8269,49	7739,79	kg sm / d
Obliczony tlenowy wiek osadu	6,75	3,28	d
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nityfikacji	6,62	3,02	d
Obliczony całkowity wiek osadu	14,48	8,80	d
Zapotrzebowanie na tlen			
Zapotrzebowanie na tlen w procesach biodegradacji zw. węglą	13232,84	11577,10	kg O ₂ / d
Zużycie tlenu w procesie nityfikacji	7986,36	8284,35	kg O ₂ / d
Odzysk tlenu w procesie denitryfikacji	5003,35	5204,32	kg O ₂ / d
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu (OVh) z uwzgl. fazowania reaktora	1699,54	2313,99	kg O ₂ / h
Wymagana maks. wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	1699,54	2313,99	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	1963,68	2750,78	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,66	0,70	-
Maksymalna wydajność dmuchaw dla maks. godzinowego zużycia tlenu z uwzgl. fazowania reaktora	21347,80	28060,68	Nm ³ /h
Średnia wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	675,66	610,71	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	780,67	725,99	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głębokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,66	0,70	-
Średnia wydajność dmuchaw z uwzgl. fazowania reaktora	8486,90	7405,84	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw			
α*OC min - minimalna ilość tlenu przy założeniu, że wielkość zużycia może się wahać w stosunku 1/7	280,53	392,97	kg/h
Minimalna wydajność dmuchaw	3049,69	4008,67	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw	50,83	66,81	Nm ³ / min

Tabela 42. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych. Temperatura obliczeniowa: 12°C.

Opis	Wartość dla 4 osadników	Wartość dla 3 osadników	Wartość dla 2 osadników	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	22000,00	22000,00	22000,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	1613,33	1613,33	1613,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	3226,67	3226,67	3226,67	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	5,10	5,10	5,10	kg/m ³
Indeks osadu	120,00	120,00	120,00	dm ³ /kg
Czas zagęszczania	2,60	2,60	2,60	h
Liczba osadników	4	3	2	szt
Średnica osadnika	35,50	41,00	50,50	m
Głębokość obliczeniowa rzeczywista/przyjęta (w środku drogi przepływu)	5,40	5,40	5,35	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (4 szt.)	3959,19	3960,76	4005,92	m ²
Suma objętości osadników (4 szt.)	21379,64	21388,12	21431,69	m
Wymagana powierzchnia osadników	3949,44	3949,44	3949,44	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	0,81	0,81	0,81	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,89	0,89	0,89	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	11,46	11,46	11,46	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	10,18	10,18	10,18	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	100,33%	100,33%	100,46%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,33%	100,33%	100,46%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	3237,31	3237,45	3241,41	m ³ /h

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Opis	Wartość dla 4 osadników	Wartość dla 3 osadników	Wartość dla 2 osadników	Jednostka
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej ($Q_m + Q_{rec}$)	6463,98	6464,12	6468,08	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	2,10	2,10	2,08	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,90	0,90	0,89	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,89	1,89	1,87	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	5,39	5,39	5,34	m
Podsumowanie				
Przepływ obliczeniowy	3226,67	3226,67	3226,67	m ³ /h
Liczba osadników	4	3	2	szt
Średnica osadnika	35,50	41,00	50,50	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (4 szt.)	3959,19	3960,76	4005,92	m ²
Głębokość obliczeniowa (w środku drogi przepływu, dla osadników radialnych w 2/3 promienia od osi)	5,40	5,40	5,35	m
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	10,18	10,18	10,18	kg/m ³
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Q_m	3237,31	3237,45	3241,41	m ³ /h

IV-B. Wariant B

IV-B.1. Opis wariantu

Dobudowa osadnika wstępnego (wg posiadanego projektu) i 4 dodatkowych bioreaktorów + budowa nowych osadników wtórnych wg aktualnych wytycznych

IV-B.2. Wyciąg z obliczeń wraz z uwagami

Tabela 43. Wyciąg z obliczeń dla wariantu IV-B

Parametr	Wartość	Jednostka	Uwagi
Założenia			
Obciążenie	docelowe, 85 perc	-	
Przepływ	22 000	m ³ /d	
Stężenie osadu	3,8	kg/m ³	
Uzyskane parametry			
Wymagana ilość zewn. węgla BZT ₅	267	gO ₂ /m ³	wysoka wartość
Zastosowana ilość zewn. węgla BZT ₅	267	gO ₂ /m ³	
Wymagany tlenowy wiek osadu WO _t dla procesu nitryfikacji	6,6157	d	
Uzyskany tlenowy wiek osadu WO _t	6,7303	d	
Jakość odpływu			
BZT ₅	OK	gO ₂ /m ³	
Zog	OK	g/m ³	
Nog	8 = OK	g/m ³	
Pog	OK		
Osadniki wtórne	OK		
Osadniki wtórne, wszystkie nowe			

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość	Jednostka	Uwagi
Indeks osadu	120	cm ³ /g	
Liczba szt.	5	szt.	
D - średnica	27,5	m	
Hśr - głębokość średnia	4,65	m	
Liczba szt.	4	szt.	
D - średnica	31	m	
Hśr - głębokość średnia	4,6	m	
Liczba szt.	3	szt.	
D - średnica	35,5	m	
Hśr - głębokość średnia	4,65	m	
Liczba szt.	2	szt.	
D - średnica	43,5	m	
Hśr - głębokość średnia	4,65	m	

IV-B.3. Tabele obliczeń

Tabela 44. Przepływy obliczeniowe (analogicznie jak wariant III-A).

Parametr	Wartość	Jednostka
Przepływ dobowy średni	22 000,0	m ³ /d
Przepływ średni godzinowy	916,7	m ³ /h
Przepływ średni godzinowy bez wód przypadkowych	696,7	m ³ /h
Współczynnik nierównomierności godzinowej	2,0	-
Przepływ maksymalny godzinowy w porze suchej	1 613,3	m ³ /h
Współczynnik przepływu z 12 godzin dziennych w porze suchej	1,3	-
Przepływ godzinowy z 12 godzin dziennych w porze suchej	1 219,2	m ³ /h
Współczynnik przepływu dobowego w porze suchej w dobie o wysokim przepływie	1,2	-
Przepływ miarodajny do wymiarowania osadnika wstępnego	1 463,0	m ³ /h

Tabela 45. Obliczenia osadników wstępnych (analogicznie jak wariant III-A).

Parametr	Wartość	Jednostka
Obliczeniowy przepływ ścieków	1 463,0	m ³ /h
Liczba osadników	1,0	szt
Czas przepływu ścieków przez część przepływową	2,5	h
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,0	m ³ / (m ² *h)
Sumaryczna objętość osadników (części przepływowe)	3 682,8	m ³
Sumaryczna powierzchnia osadników w planie	1 417,0	m ²
Usunięcie BZT ₅	36,83%	%
Usunięcie Zog	58,89%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym		
BZT ₅	3 295,8	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	7 327,9	kg/d
Azot ogólny	323,3	kg/d
Azot amonowy	323,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	323,3	kg/d
Fosfor ogólny	49,2	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego		
BZT ₅	5 652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5 114,4	kg/d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość	Jednostka
Azot ogólny	2 420,0	kg/d
Azot amonowy	2 170,6	kg/d
Azot azotanowy	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2 420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	kg/d

Tabela 46. Obliczenia procesowe reaktora.

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Dane bilansowe			
Ilość ścieków, RLM, temperatura			
Dobowa ilość ścieków surowych	22000,0	22000,0	m ³ /d
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)	1613,3	1613,3	m ³ /h
RLM	149136	149136	-
Temperatura prowadzenia procesu	12,0	20,0	st C
Temperatura do obliczeń napowietrzania	12,0	20,0	st C
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)			
BZT ₅	60,0	60,0	gO ₂ /(M*d)
Zawiesina ogólna	75,8	75,8	g/(M*d)
Azot ogólny	16,7	16,7	g/(M*d)
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	16,7	16,7	g/(M*d)
Fosfor ogólny	2,7	2,7	g/(M*d)
Ładunki w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	8948,2	8948,2	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	11311,2	11311,2	kg/d
Azot ogólny	2493,9	2493,9	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2493,9	2493,9	kg/d
Fosfor ogólny	397,2	397,2	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w doptywie do oczyszczalni			
BZT ₅	406,7	406,7	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	514,1	514,1	g/m ³
Azot ogólny	113,4	113,4	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	113,4	113,4	g/m ³
Fosfor ogólny	18,1	18,1	g/m ³
Ładunek w odciekach jako procent ładunku w ściekach doptywających			
BZT ₅	0,0%	0,0%	%
Zawiesina ogólna	10,0%	10,0%	%
Azot ogólny	10,0%	10,0%	%
Azot amonowy	0,0%	0,0%	%
Azot azotanowy	0,0%	0,0%	%
Azot ogólny Kjeldahla	10,0%	10,0%	%
Fosfor ogólny	5,0%	5,0%	%
Usunięcie w osadniku wstępnym			
BZT ₅	36,8%	36,8%	%
Zawiesina ogólna	58,9%	58,9%	%
Azot ogólny	11,8%	11,8%	%
Fosfor ogólny	11,8%	11,8%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym			

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
BZT ₅	3295,8	3295,8	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	7327,9	7327,9	kg/d
Azot ogólny	323,3	323,3	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	323,3	323,3	kg/d
Fosfor ogólny	49,2	49,2	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego			
BZT ₅	5652,4	5652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5114,4	5114,4	kg/d
Azot ogólny	2420,0	2420,0	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2420,0	2420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	367,9	kg/d
Ładunki całkowite w dopływie do reaktorów			
BZT ₅	5652,4	5652,4	kgO ₂ /d
Zawiesina ogólna	5114,4	5114,4	kg/d
Azot ogólny	2420,0	2420,0	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	2420,0	2420,0	kg/d
Fosfor ogólny	367,9	367,9	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów			
BZT ₅	256,9	256,9	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	232,5	232,5	g/m ³
Azot ogólny	110,0	110,0	g/m ³
Azot azotanowy	0,0	0,0	g/m ³
Azot ogólny Kjeldahla	110,0	110,0	g/m ³
Fosfor ogólny	16,7	16,7	g/m ³
Reaktory biologiczne			
Wymiary reaktorów			
Defosfatacja			
Defosfatacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	1600,00	1600,00	m ³
Nitryfikacja			
Nitryfikacja, głębokość	8,00	8,00	m
Nitryfikacja, ilość	2	2	szt
Fizyczna objętość nitryfikacji	29170,08	29170,08	m ³
Procent nitryfikacji przeznaczony na denitryfikację (fazowanie napowietrzania)	50,0%	60,0%	%
Nitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (2 szt)	14585,04	11668,03	m ³
Całkowita objętość reaktora			
Całkowita objętość reaktora	30770,08	30770,08	m ³
Stężenie osadu i recyrkulacja			
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	3,80	2,30	g/m ³
Maks. stopień recyrkulacji zewnętrznej	100,0%	55,0%	%
Ładunki zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			
Ładunek BZT ₅ (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	11526,41	9986,41	kgO ₂ /d
Ładunek zawiesiny ogólnej	5114,42	5114,42	kg/d
Ładunek azotu Kjeldahla	2419,98	2419,98	kg/d
Ładunek fosforu ogólnego	367,91	367,91	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych			

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
BZT5 całkowite (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	523,93	453,93	gO ₂ /m ³
W tym zewnętrzne źródło węgla organicznego	267,00	197,00	BZT ₅ , gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	232,47	232,47	g/m ³
Azot ogólny	110,00	110,00	g/m ³
Fosfor ogólny	16,72	16,72	g/m ³
Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych			
BZT ₅	13,25	6,88	gO ₂ /m ³
Zawiesina ogólna	13,75	3,13	g/m ³
Azot ogólny	8,00	8,00	g/m ³
Fosfor ogólny	1,00	1,00	g/m ³
Azot organiczny	2,00	2,00	g/m ³
Azot amonowy	0,00	0,00	g/m ³
Azot azotanowy	6,00	6,00	g/m ³
Usuwanie azotu i tlenowy wiek osadu			
Stężenie azotu ogólnego dopływającego do reaktora	110,00	110,00	g/m ³
Azot organiczny związany w biomase	23,58	20,43	g/m ³
Azot do nitrifikacji	84,42	87,57	g/m ³
Azot do denitryfikacji w głównym ciągu	78,42	81,57	g/m ³
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa SF dla procesu nitrifikacji	1,45	1,45	-
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nitrifikacji	6,62	3,02	d
Założony obliczeniowy ogólny wiek osadu WO	14,06	9,18	d
Wymagany udział obj. denitryfikacji w nitr.+denitr.	0,50	0,60	-
Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa dla procesu nitrifikacji	1,62	1,90	-
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu zw. węgla			
Współczynnik oddychania endogennego, zależny od temperatury	0,81	1,42	-
Przyrost osadu z rozkładu związków węgla	7149,77	6433,61	kg sm/d
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu związków węgla	0,62	0,64	kg sm/kg BZT ₅
Obciążenie substratowe osadu czynnego			
Obciążenie substratowe osadu czynnego	0,10	0,14	kg BZT ₅ /kg sm d
Wymagana pojemność reaktorów biologicznych			
Wymagana objętość reaktorów, całkowita	30770,08	30770,08	m ³
Przyjęta objętość reaktorów, całkowita	30770,08	30770,08	m ³
Wymagana objętość komory denitryfikacji dla NO ₃ w odpływie = 6 g/m ³	14554,10	17473,22	m ³
Przyjęta objętość komory denitryfikacji	14585,04	17502,05	m ³
Usuwanie fosforu			
Zalecany czas zatrzymania w defosfatacji	0,75	0,75	h
Zalecana objętość komory defosfatacji	2420,00	2420,00	m ³
Przyjęta objętość komory defosfatacji	1600,00	1600,00	m ³
Ilość fosforu wbudowywana w biomasę	5,24	4,54	g/m ³
Ilość fosforu usuwana biologicznie	5,47	5,06	g/m ³
Ilość fosforu do strącania chemicznego	5,40	6,20	g/m ³
Dobowa ilość osadu chemicznego	807,84	927,52	kg/d
Przyrost osadu i uzyskany wiek osadu			
Całkowity przyrost osadu związany z usuwaniem fosforu	1169,19	1261,58	kg sm/d
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	8318,96	7695,18	kg sm / d
Obliczony tlenowy wiek osadu	6,66	3,49	d

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nityfikacji	6,62	3,02	d
Obliczony całkowity wiek osadu	14,06	9,20	d
Zapotrzebowanie na tlen			
Zapotrzebowanie na tlen w procesach biodegradacji zw. wę- gla	13165,35	11661,80	kg O ₂ / d
Zużycie tlenu w procesie nityfikacji	7986,36	8284,35	kg O ₂ / d
Odzysk tlenu w procesie denityfikacji	5003,35	5204,32	kg O ₂ / d
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu (OVh) z uwzgl. fazowa- nia reaktora	1707,64	2291,26	kg O ₂ / h
Wymagana maks. wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	1707,64	2291,26	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	1973,03	2723,76	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głą- bokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,70	0,70	-
Maksymalna wydajność dmuchaw dla maks. godzinowego zużycia tlenu z uwzgl. fazowania reaktora	20126,84	27785,05	Nm ³ /h
Średnia wydajność dmuchaw			
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	672,85	614,24	kg O ₂ /h
Temperatura prowadzenia procesu	12,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	8,00	8,00	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	7,75	7,75	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	mg O ₂ /L
Standardowe nasycenie tlenem	10,82	9,16	mg O ₂ /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 7,75m	14,87	12,60	mg O ₂ /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	777,42	730,19	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	g O ₂ / m ³
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	(gO ₂ /m ³ pow) / 1m głą- bokości
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 7,75m	140,04	140,04	(gO ₂ /m ³ pow) / 7,75 m głębokości
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,70	0,70	-
Średnia wydajność dmuchaw z uwzgl. fazowania reaktora	7930,42	7448,64	Nm ³ /h
Minimalna wydajność dmuchaw			
α*OC min - minimalna ilość tlenu przy założeniu, że wiel- kość zużycia może się wahać w stosunku 1/7	281,86	389,11	kg/h
Minimalna wydajność dmuchaw	2875,26	3969,29	Nm ³ /h

OBLICZENIA TECHNOLOGICZNE

Parametr	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Minimalna wydajność dmuchaw	47,92	66,15	Nm ³ / min

Tabela 47. Obliczenia technologiczne osadników wtórnych.

Opis	Wartość dla 12°C	Wartość dla 20°C	Jednostka
Przepływ ścieków średniodobowy	22000,00	22000,00	m ³ /d
Wsp. nierówn. dla obl. Q max. h (pogoda sucha)	2,00	2,00	-
Przepływ ścieków maksymalny godzinowy (pogoda sucha)	1613,33	1613,33	m ³ /h
Przelicznik z Q max h na Qm (max pogoda sucha -> max pogoda deszczowa; zwykle =2)	2,00	2,00	-
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (podczas deszczu) Qm - miarodajny przepływ obliczeniowy	3226,67	3226,67	m ³ /h
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	3,80	2,30	kg/m ³
Indeks osadu	120,00	120,00	dm ³ /kg
Czas zagęszczania	1,40	1,40	h
Liczba osadników	3	3	szt
Średnica osadnika	35,50	35,50	m
Głębokość obliczeniowa rzeczywista/przyjęta (w środku drogi przepływu)	4,65	4,65	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (3 szt.)	2969,39	2969,39	m ²
Suma objętości osadników (3 szt.)	13807,68	13807,68	m
Wymagana powierzchnia osadników	2942,72	1781,12	m ²
Obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	1,09	1,09	m ³ /(m ² *h)
Rozcieńczenie na zgarniaczu	0,83	0,70	-
Zawartość suchej masy przy dnie osadnika	9,32	9,32	kg/m ³
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	7,75	6,53	kg/m ³
Stopień recyrkulacji konieczny do utrzymania stężenia osadu w reaktorach podczas przepływu Qm	96,25%	54,43%	%
Wymagany minimalny stopień recyrkulacji przyjęty dla Qm	100,00%	100,00%	%
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	3105,57	1756,24	m ³ /h
Całkowity przepływ przez osadnik dla pogody deszczowej (Qm+Qrec)	6332,23	4982,91	m ³ /h
Strefa ścieków sklarowanych - strefa bezpieczeństwa	0,50	0,50	m
Strefa rozdziatu i przepływu wstecznego (wysokość słupa sklarowanej wody z 0,5h przepływu po 0,5h opadania zawieszin)	2,00	1,50	m
Strefa prądów gęstościowych i gromadzenia	0,89	0,54	m
Strefa zagęszczania i zgarniania osadu	1,24	0,75	m
Wymagana obliczona głębokość średnia (w środku drogi przepływu - UWAGA: nie zaleca się projektowania os. wt. płytszych niż 3m)	4,63	3,29	m
Podsumowanie			
Przepływ obliczeniowy	3226,67	3226,67	m ³ /h
Liczba osadników	3	3	szt
Średnica osadnika	35,50	35,50	m
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (3 szt.)	2969,39	2969,39	m ²
Głębokość obliczeniowa (w środku drogi przepływu, dla osadników radialnych w 2/3 promienia od osi)	4,65	4,65	m
Zawartość suchej masy osadu w osadzie recyrkulowanym	7,75	6,53	kg/m ³
Wymagana godzinowa wydajność systemu recyrkulacji zewn. dla Qm	3105,57	1756,24	m ³ /h