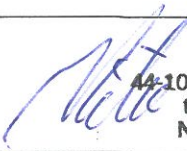
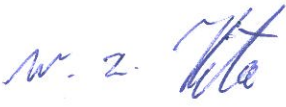


<p><b>TIM II Maciej Kita</b> 44-100 Gliwice, ul. Czapli 57 NIP 631-155-76-76 Tel. 601-44-31-79; e-mail: maciej.kita@tim2.pl</p>	
<p>Zamawiający:</p> <p><b>Miejska Spółka SKO-EKO</b> <b>Sp. z o.o. w Skoczowie</b></p>	
<p>Stadium dokumentacji:</p> <p><b>Koncepcja – cz. 1</b></p>	
<p>Temat opracowania:</p> <p><b>Koncepcja modernizacji części ściekowej oczyszczalni ścieków w Skoczowie – ocena aktualnego obciążenia substratowego oraz hydraulicznego</b></p>	
<p>Wykonał zespół pod kierunkiem:</p> <p><b>mgr inż. Maciej Kita</b></p> <p> <b>TIM II</b> <b>Maciej Kita</b> 44-100 Gliwice, ul. Czapli 57 tel. 601 443 179 NIP 631-155-76-76</p>	
<p><b>dr inż. Lesław Płonka</b></p>	<p></p>
<p>Data opracowania: <b>Grudzień 2019</b></p>	

## Spis treści

1 Podstawa opracowania i uwagi ogólne.....	4
2 Ilość ścieków.....	4
2.1 Informacje ogólne.....	4
2.2 Wyznaczenie charakterystycznych przepływów dobowych.....	5
2.2.1 Obliczenia dla całego okresu pomiarowego.....	5
2.2.2 Obliczenia dla pogody bezdeszczowej.....	5
2.2.3 Obliczenia dla okresu o maksymalnym przepływie.....	6
2.2.4 Wnioski.....	7
2.3 Analiza przepływów godzinowych.....	7
2.3.1 Informacje ogólne.....	7
2.3.2 Wyznaczenie wartości maksymalnej przepływu godzinowego dla pogody suchej ( $Q_{h\ max}$ ).....	8
2.3.3 Przepływ maksymalny godzinowy.....	9
2.3.4 Wnioski.....	9
3 Ładunki zanieczyszczeń.....	10
3.1 Uwagi ogólne.....	10
3.2 Ładunki zanieczyszczeń wyznaczone dla pogody suchej.....	10
3.3 Sprawdzenie konieczności wyznaczenia ładunków dla okresów deszczowych.....	10
3.4 Obliczenie ładunków dla okresu 28 dni o maksymalnym przepływie.....	11
3.5 Sprawdzenie występowania okresów o niekorzystnych proporcjach między wartościami wskaźników zanieczyszczeń.....	11
3.6 Ładunki zanieczyszczeń wyznaczone dla całego okresu pomiarowego.....	11
3.7 Pomiary a dni tygodnia.....	12
3.8 Wnioski.....	12
4 Obliczenia technologiczne.....	12
4.1 Sprawność działania osadnika wstępnego.....	12
4.2 Obliczenia reaktorów.....	13
4.2.1 Tabele obliczeń.....	13
4.2.2 Porównanie ilości osadów z obliczeń i z pomiarów.....	15
4.2.3 Uwagi i wnioski do obliczeń technologicznych.....	16
5 Załączniki.....	17
5.1 Wykresy przepływów godzinowych.....	17
5.2 Dane pomiarowe - stężenia, przepływy, ładunki (cały okres pomiarowy).....	18
5.3 Dane pomiarowe - stężenia zanieczyszczeń dla okresu 28 dni o maksymalnym przepływie ścieków.....	20
5.4 Wykresy ładunków zanieczyszczeń.....	21
5.4.1 Wartości średnie miesięczne.....	21
5.4.2 Przebiegi czasowe ładunków wraz ze sprawdzeniem zależności ładunku od przepływu.....	23
5.5 Wykresy proporcji między poszczególnymi wskaźnikami zanieczyszczeń a wartością ChZT (ścieki surowe).....	25
5.6 Obliczenia technologiczne reaktorów.....	26

## Spis wykresów

Wykres 1: Przepływy dobowe $Q_d$ .....	4
Wykres 2: Przepływy godzinowe $Q_h$ .....	4
Wykres 3: Percentyl przepływu dla całego okresu pomiarowego (2018-11-01 - 2019-10-31).....	5
Wykres 4: Okresy uznane za pogodę bezdeszczową przy założeniu, że że pogoda sucha występuje w dni, w których od co najmniej 14 dób nie notowano opadów.....	6
Wykres 5: Przepływ dobowy $Q_d$ z zaznaczeniem okresu 28 dni o maksymalnym przepływie (2019-05-15 - 2019-06-11).....	7
Wykres 6: Przepływ godzinowy ścieków dopływających do oczyszczalni. Widoczna stała różnica maks-min ilości godzinowej niezależna od przepływu dobowego.....	8
Wykres 7: Przepływy godzinowe zmierzone oraz wartości maksymalne dopuszczalne i maksymalne dla pogody suchej.....	8
Wykres 8: Przepływy godzinowe z przełomu maja i czerwca 2019 z zaznaczonymi wartościami przepływu maks. dopuszczalnego oraz $Q_{h\ max}$ jako 85 percentyl wszystkich wartości $Q_h$ .....	9
Wykres 9: Średnie miesięczne wartości ładunku BZT <sub>5</sub> z zaznaczeniem wartości 85 percentyla ładunku BZT <sub>5</sub> .....	11
Wykres 10: Przepływy godzinowe, cały okres pomiarowy.....	17
Wykres 11: Przepływy godzinowe od 2018-11-01 do 2019-01-31.....	17
Wykres 12: Przepływy godzinowe od 2019-02-01 do 2019-04-30.....	17
Wykres 13: Przepływy godzinowe od 2019-05-01 do 2019-07-31.....	17
Wykres 14: Przepływy godzinowe od 2019-08-01 do 2019-10-31.....	17
Wykres 15: Średnie miesięczne wartości ładunku BZT <sub>5</sub> .....	21
Wykres 16: Średnie miesięczne wartości ładunku ChZT.....	22
Wykres 17: Średnie miesięczne wartości ładunku N-NH <sub>4</sub> .....	22

Wykres 18: Średnie miesięczne wartości ładunku azotu ogólnego.....	22
Wykres 19: Średnie miesięczne wartości ładunku fosforu ogólnego.....	23
Wykres 20: Średnie miesięczne wartości ładunku zawiesiny ogólnej.....	23
Wykres 21: Ładunek BZT <sub>5</sub> w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31.....	23
Wykres 22: Zależność ładunku BZT <sub>5</sub> od przepływu ścieków.....	23
Wykres 23: Ładunek ChZT w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31.....	24
Wykres 24: Zależność ładunku ChZT od przepływu ścieków.....	24
Wykres 25: Ładunek azotu amonowego w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31.....	24
Wykres 26: Zależność ładunku azotu amonowego od przepływu ścieków.....	24

Wykres 27: Ładunek azotu ogólnego w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31.....	24
Wykres 28: Zależność ładunku azotu ogólnego od przepływu ścieków.....	24
Wykres 29: Ładunek fosforu ogólnego w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31.....	25
Wykres 30: Zależność ładunku fosforu ogólnego od przepływu ścieków.....	25
Wykres 31: Ładunek zawiesiny ogólnej w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31.....	25
Wykres 32: Zależność ładunku zawiesiny ogólnej od przepływu ścieków.....	25
Wykres 33: Proporcja BZT <sub>5</sub> /ChZT.....	25
Wykres 34: Proporcja N-NH <sub>4</sub> /ChZT.....	25
Wykres 35: Proporcja N <sub>og</sub> /ChZT.....	26
Wykres 36: Proporcja P <sub>og</sub> /ChZT.....	26
Wykres 37: Proporcja Z <sub>og</sub> /ChZT.....	26

## Indeks tabel

Tabela 1: Podstawowe dane statystyczne dla przepływów dobowych.....	5
Tabela 2: Porównanie danych dla okresu rocznego oraz dni uznanych za pogodę suchą.....	6
Tabela 3: Wyznaczone okresy 7, 14, 21 i 28 dni o największej wartości średniej przepływu ścieków.....	6
Tabela 4: Podstawowe statystyki dla przepływów godzinowych w okresie od 2018-11-01 do 2019-10-31.....	7
Tabela 5: Wykaz godzin z ilością ścieków dopływających do oczyszczalni ponad 1430 m <sup>3</sup> /h.....	9
Tabela 6: Ładunki zanieczyszczeń wyznaczone dla pogody suchej.....	10
Tabela 7: Ładunki dla okresu 28 dni o maksymalnym przepływie.....	11
Tabela 8: Ładunki zanieczyszczeń wyznaczone dla całości okresu pomiarowego.....	12
Tabela 9: Zestawienie dni tygodnia, w jakie były wykonywane analizy stężeń zanieczyszczeń w ściekach surowych.....	12

Tabela 10: Ładunki miarodajne do wymiarowania urządzeń oczyszczalni.....	12
Tabela 11: Sprawność usuwania BZT <sub>5</sub> i ChZT w osadniku wstępnym.....	13
Tabela 12: Sprawność usuwania azotu amonowego i azotu ogólnego w osadniku wstępnym.....	13
Tabela 13: Sprawność usuwania fosforu ogólnego i zawiesiny ogólnej w osadniku wstępnym.....	13
Tabela 14: Obliczenia technologiczne reaktorów - zestawienie obciążeń.....	13
Tabela 15: Wyciąg najważniejszych danych z obliczeń technologicznych reaktorów dla obciążenia średniego oraz dla 85 percentyla ładunków.....	15
Tabela 16: Zestawienie ilości osadów do fermentacji wg obliczeń technologicznych i pomiarów wykonanych dla obciążeń średnich.....	16
Tabela 17: Dane pomiarowe - stężenia, przepływy, ładunki.....	18
Tabela 18: Stężenia zanieczyszczeń dla okresu 28 dni o maksymalnym przepływie ścieków.....	20
Tabela 19: Obliczenia technologiczne reaktorów.....	26

# 1 Podstawa opracowania i uwagi ogólne

Niniejszy dokument zawiera kolejno obliczenia ilości ścieków, ładunki zanieczyszczeń i obliczenia technologiczne. Materiały dodatkowe umieszczono w załącznikach, ponieważ ich objętość utrudniałaby czytanie tekstu głównego.

Do obliczeń ilości ścieków dopływających wykorzystano dane pobrane z AKPIA: informacja o przepływach godzinowych w okresie od 2018-11-01 do 2019-10-31. W efekcie konsultacji z Zamawiającym uznano, że te dane są dokładniejsze niż przepływy podawane w plikach XLS zawierających wyniki analiz ścieków.

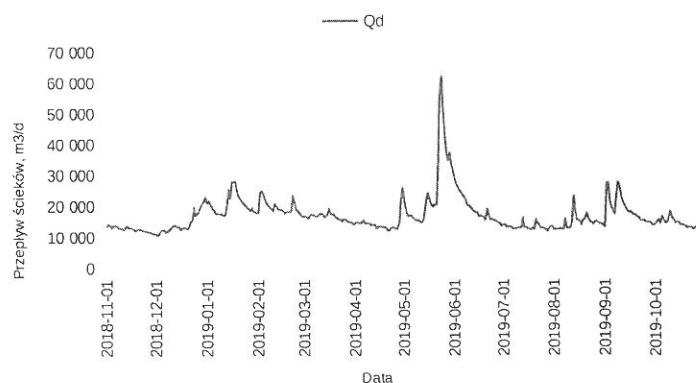
Do obliczeń stężeń oraz ładunków zanieczyszczeń wykorzystano dane otrzymane w formie plików XLS za okres od 2018-11-01 do 2019-10-31 ("18.11 Listopad 2018.xls" itd.)

Ilość zanieczyszczeń dopływających do oczyszczalni mierzona jest wspólnie dla wszystkich źródeł: kanalizacja i ścieki dowożone i na tej podstawie wyliczane są ładunki. Informacje o ilościach ścieków przemysłowych, ilościach ścieków dowożonych itp. stanowią materiał dodatkowy do wykorzystania na kolejnym etapie pracy.

## 2 Ilość ścieków

### 2.1 Informacje ogólne

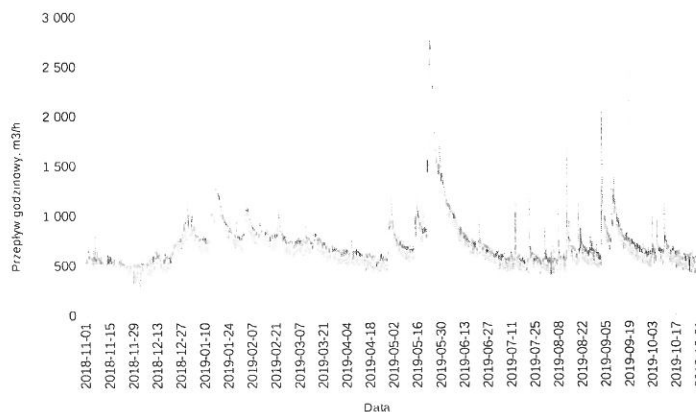
Przepływ dobowy w rozpatrywanym okresie (od 2018-11-01 do 2019-10-31) przedstawiono na wykresie 1.



Wykres 1: Przepływy dobowe  $Q_d$

Na wykresie widać zwiększony przepływ w okresie od 15 maja do 15 czerwca. Wg danych klimatycznych dla miasta Skoczów - czerwiec jest miesiącem o statystycznie najwyższych opadach deszczu w trakcie roku. Dane z roku 2019 potwierdzają tę regułę.

Dane pomiarowe godzinowe w rozpatrywanym okresie (od 2018-11-01 do 2019-10-31) przedstawiono na wykresie 2.



Wykres 2: Przepływy godzinowe  $Q_h$



## 2.2 Wyznaczenie charakterystycznych przepływów dobowych

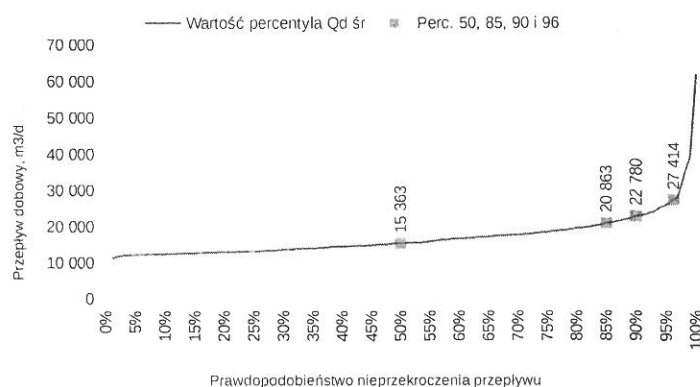
### 2.2.1 Obliczenia dla całego okresu pomiarowego

Podstawowe dane statystyczne dla przepływów dobowych (obliczonych na podstawie pomiarów godzinowych) przedstawia tabela 1.

Tabela 1: Podstawowe dane statystyczne dla przepływów dobowych

Parametr dla przepływu dobowego	Wartość	Jednostka
Wartość średnia	16 931,6	m <sup>3</sup> /d
Mediana (50 percentyl)	15 363,0	m <sup>3</sup> /d
Wartość najwyższa	62 114,3	m <sup>3</sup> /d
Wartość najniższa	10 596,7	m <sup>3</sup> /d
85 percentyl	20 863,4	m <sup>3</sup> /d
90 percentyl	22 779,9	m <sup>3</sup> /d
95 percentyl	25 977,5	m <sup>3</sup> /d
Przepływ maks. projektowy (≈ 96 percentyl pomiarów z okresu 2018-11-01 - 2019-10-31)	27 480,0	m <sup>3</sup> /d

Wartości najważniejszych percentyli przepływów zaznaczono na wykresie 3.



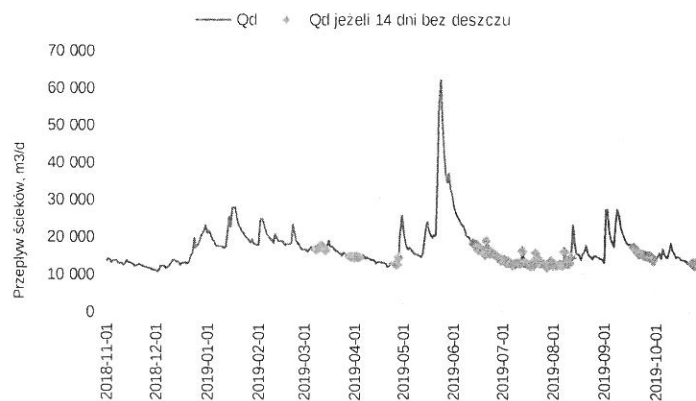
Wykres 3: Percentyl przepływu dla całego okresu pomiarowego (2018-11-01 - 2019-10-31)

Wartość 96 percentyla zaznaczona na wykresie (27 414 m<sup>3</sup>/d) jest praktycznie równa obecnej wartości maksymalnej przepustowości hydraulicznej oczyszczalni (27 480 m<sup>3</sup>/d).

### 2.2.2 Obliczenia dla pogody bezdeszczowej

Obliczenia technologiczne reaktorów należy wykonać dla przepływów średnich z pogody suchej, z zastosowaniem odpowiednich współczynników nierównomierności oraz dla 85 percentyla ładunków zmierzonych w tym okresie.

Celem wyznaczenia przepływu charakterystycznego dla pogody suchej posłużono się danymi uzyskanymi od Zamawiającego - informacja opisowa - stan pogody. W wyniku analizy danych stwierdzono, że najpewniejszą metodą jest uznanie, że pogoda sucha występuje w dni, w których od co najmniej 14 dób nie notowano opadów. Okresy uznane za pogodę bezdeszczową pokazano na wykresie 4.



Wykres 4: Okresy uznane za pogodę bezdeszczową przy założeniu, że pogoda sucha występuje w dni, w których od co najmniej 14 dob nie notowano opadów

Porównanie danych dla okresu rocznego oraz dni uznanych za pogodę suchą przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2: Porównanie danych dla okresu rocznego oraz dni uznanych za pogodę suchą

Parametr dla przepływu dobowego	Wartość dla okresu rocznego	Wartość dla pogody suchej	Jednostka
Wartość średnia	16 931,6	14 307,5	m <sup>3</sup> /d
Wartość maksymalna	62 114,3	18 951,1	m <sup>3</sup> /d
Wartość najniższa	10 596,7	11 741,6	m <sup>3</sup> /d
Mediana	15 363,0	13 898,8	m <sup>3</sup> /d
85 percentyl	20 863,4	16 535,5	m <sup>3</sup> /d
90 percentyl	22 779,9	16 772,2	m <sup>3</sup> /d
95 percentyl	25 977,5	17 520,6	m <sup>3</sup> /d
Maks. projektowy	27 480,0		m <sup>3</sup> /d

## 2.2.3 Obliczenia dla okresu o maksymalnym przepływie

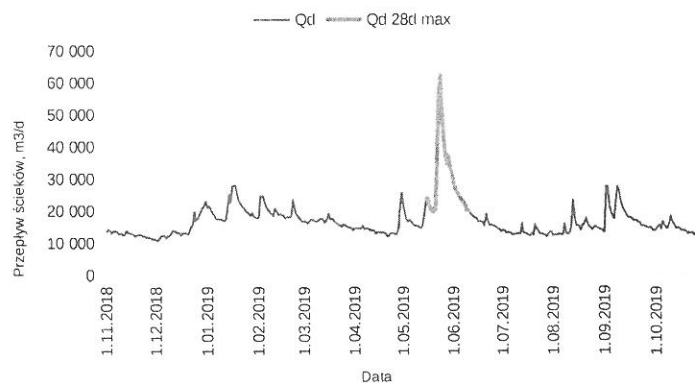
Klimat miasta Skoczów charakteryzuje się opadami rocznymi ok. 780 mm, najwięcej w czerwcu (średnio 113 mm), lipcu (104 mm), sierpniu (95 mm) i maju (89 mm) [<https://pl.climate-data.org/europa/polska/silesian-voivodeship/skoczow-34743/>]. W okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31 największe opady zarejestrowano 24 maja 2019r. Analiza najwyższych przepływów przedstawiona jest w poniższej tabeli. W roku 2019 zdarzyło się tak, że wszystkie wartości maksymalnych średnich - dla 7, 14, 21 i 28 dni odnoszą się do tego samego okresu deszczowego. Może to być ale nie musi - cecha charakterystyczna zlewni.

Tabela 3: Wyznaczone okresy 7, 14, 21 i 28 dni o największej wartości średniej przepływu ścieków

Parametr	Qd	Qd średnia z 7 dni	Qd średnia z 14 dni	Qd średnia z 21 dni	Qd średnia z 28 dni	Jednostka
Wartość średnia	16931,6	46 017,5	37 760,7	32 458,3	29 624,5	m <sup>3</sup> /d
Wartość maksymalna	62 114,3	62 114,3	62 114,3	62 114,3	62 114,3	m <sup>3</sup> /d
Wartość najniższa	10 596,7	34 504,8	24 922,5	20 153,2	19 338,3	m <sup>3</sup> /d
Mediana	15 363,0	42 814,5	34 866,3	29 011,3	24 493,3	m <sup>3</sup> /d
85 percentyl	20 863,4	56 538,0	53 041,9	42 814,5	37 110,3	m <sup>3</sup> /d
90 percentyl	22 779,9	58 396,8	55 010,0	52 890,5	45 837,3	m <sup>3</sup> /d
95 percentyl	25 977,5	60 255,5	58 087,0	55 918,4	54 858,6	m <sup>3</sup> /d
Maks. projektowy	27 480,0					m <sup>3</sup> /d
Okres	2018-11-01 - 2019-10-31	2019-05-23 - 2019-05-29	2019-05-22 - 2019-06-04	2019-05-20 - 2019-06-09	2019-05-15 - 2019-06-11	

Oczywiście im krótszy okres tym wyższa wartość przepływów, ponieważ krótszy okres obejmuje wartości bliższe szczytowi z dnia 24 maja.

Na wykresie 5 zaznaczono okres i przepływ dla 28 dni o maksymalnym przepływie.



Wykres 5: Przepływ dobowy  $Q_d$  z zaznaczeniem okresu 28 dni o maksymalnym przepływie (2019-05-15 - 2019-06-11)

Z powyższej tabeli i wykresu widać, że cały okres 28 dni począwszy od 15 maja aż do 11 czerwca charakteryzował się wysokim przepływem. Wartość średnia przepływu w tym okresie wyniosła  $29\,624,5\text{ m}^3/\text{d}$  co jest wartością większą niż przepływ projektowy maksymalny wynoszący  $27\,480\text{ m}^3/\text{d}$ .

Liczba przekroczeń maksymalnego przepływu w okresie pomiarowym wyniosła 14 dni. Były to dwa okresy: 16, 17 i 18 stycznia oraz od 22 maja do 1 czerwca włącznie. Zanotowano także 114 przypadków godzin z przepływem godzinowym przekraczającym pozwolenie wodnoprawne. Dane o przekroczeniach przepływów godzinowy zebrano w tabeli 5 na stronie 9.

## 2.2.4 Wnioski

W związku z zaobserwowanymi długimi okresami zwiększonych przepływów proponuje się podnieść wartość obliczeniową przepływu dobowego. Jednak wyznaczanie tej wartości na podstawie pojedynczego okresu o zwiększonym przepływie uznaje się jako mało miarodajne. Tak więc przykładowo **nie** zaleca się przyjęcia mediany przepływów z okresu 18 dni deszczowych ( $24\,493,3\text{ m}^3/\text{d}$ ) jako podstawy do dalszych obliczeń. **Proponuje się przyjąć wartość 85 percentyla przepływów z całego okresu pomiarowego** (listopad 2018 - październik 2019) jako wartość przepływu "miarodajnego" do celów obliczania wydajności pomp recyrkulacji oraz objętości komory defosfatacji. **Wartość ta wynosi  $20\,863,4\text{ m}^3/\text{d}$ .** Porównując tę wartość z wyliczeniami z tabeli 3 można powiedzieć, że jest to wartość bliska najniższemu przepływowi z okresu 21 dni deszczowych ( $20\,153,2\text{ m}^3/\text{d}$ ) zarejestrowanych od 2019-05-20 do 2019-06-09.

Alternatywnie proponuje się analizę przepływów dla dłuższego okresu czasu niż rok.

Należy podkreślić, że wyliczenia w niniejszym rozdziale dotyczą przepływów dobowych. Przepustowość hydrauliczna wielu urządzeń oczyszczalni powinna być wymiarowana na podstawie przepływów godzinowych, które opisano w rozdziale 2.3 (strona 7 i dalej).

## 2.3 Analiza przepływów godzinowych

### 2.3.1 Informacje ogólne

Dane pomiarowe godzinowe w całym rozpatrywanym okresie (od 2018-11-01 do 2019-10-31) przedstawiono na wykresie 2 na stronie 4 oraz w załączniku 5.1 strona 17. Dla lepszego zobrazowania przepływów godzinowych z całego okresu pomiarowego sporządzono także wykresy dla okresów 3-miesięcznych, wykresy te znajdują się w załączniku 5.1 strona 17.

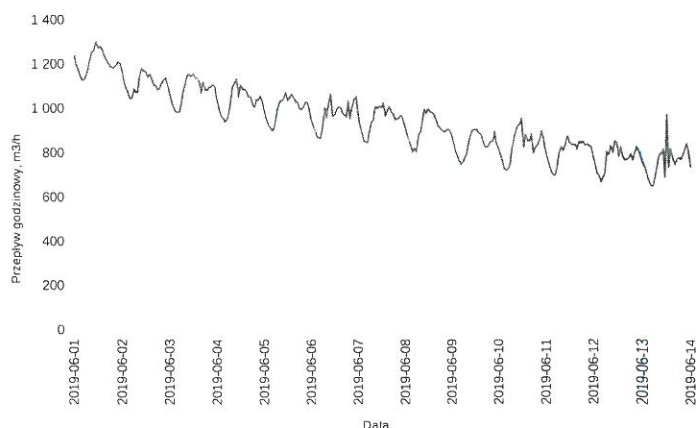
W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe statystyki dla przepływów godzinowych.

Tabela 4: Podstawowe statystyki dla przepływów godzinowych w okresie od 2018-11-01 do 2019-10-31

Parametr	Wartość	Jednostka
Wartość średnia	705,3	$\text{m}^3/\text{h}$
Mediana	645,9	$\text{m}^3/\text{h}$
85 percentyl (w nawiasie wartość po zaokrągleniu)	879,2 (880)	$\text{m}^3/\text{h}$
90 percentyl	957,9	$\text{m}^3/\text{h}$
95 percentyl	1 126,1	$\text{m}^3/\text{h}$
Wartość maks. zmierzona	2 766,1	$\text{m}^3/\text{h}$
Wartość maks. dopuszczalna wg pozwolenia	1 600,0	$\text{m}^3/\text{h}$

### 2.3.2 Wyznaczenie wartości maksymalnej przepływu godzinowego dla pogody suchej ( $Q_{h \max}$ )

Na wykresie 6 pokazano charakterystyczną sytuację: dobowe wahania ilości ścieków mają w przybliżeniu stałą różnicę między ilością ścieków w godzinie o przepływie maksymalnym i w godzinie o przepływie najniższym. Różnica ta najczęściej nie zależy od przepływu dobowego za wyjątkiem tych dni, gdy przepływ dobowy jest bardzo wysoki. Sytuacja taka występuje także na innych oczyszczalniach ale nie tak wyraźnie i nie w takim szerokim zakresie różnych wartości przepływu dobowego.



Wykres 6: Przepływ godzinowy ścieków dopływających do oczyszczalni. Widoczna stała różnica maks-min ilości godzinowej niezależna od przepływu dobowego.

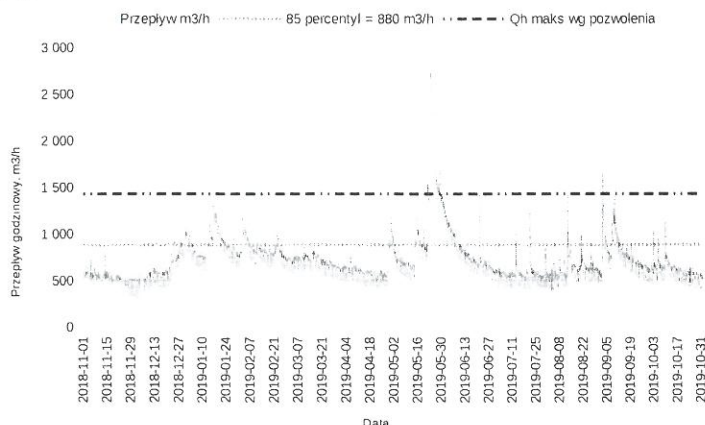
W sytuacji opisanej powyżej wyznaczanie przepływu godzinowego maksymalnego do celów wymiarowania osadnika wtórnego oraz reaktora defosfatacji za pomocą literaturowych współczynników nierównomierności godzinowej dla pogody suchej traci sens. Zamiast tego proponuje się uznanie 85 percentyla przepływów godzinowych - wartość po zaokrągleniu  $880 \text{ m}^3/\text{h}$  - jako przepływ maksymalny godzinowy.

Dla porównania wyznaczono także wartość  $Q_{h \max}$  w następujący sposób:

- Wyznaczono dni bezdeszczowe (jak w pkt. 2.2.2).
- Dla dni bezdeszczowych wyznaczono wartość średnią przepływu godzinowego  $Q_{h \text{ sr}} = 596,12 \text{ m}^3/\text{h}$ , po zaokrągleniu  $600 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Wyznaczono dla każdego dnia pogody suchej osobno - proporcję między wartością przepływu maksymalną w danym dniu i średnią w tym dniu oraz obliczono 85 percentyl tej wartości  $N_{h \max} = 1,350$ . Literaturowa wartość tego współczynnika wynosi 2 dla zlewni o liczbie mieszkańców poniżej 100 tys.
- Z przemnożenia  $Q_{h \text{ sr}} * N_{h \max}$  uzyskano wartość  $Q_{h \max} = 809,8 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Proponuje się pozostawić większą wartość  $Q_{h \max}$  czyli  $880 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Przepływy godzinowe zmierzone oraz wartości maksymalne dopuszczalne i maksymalne dla pogody suchej zamieszczono na wykresie 7.



Wykres 7: Przepływy godzinowe zmierzone oraz wartości maksymalne dopuszczalne i maksymalne dla pogody suchej



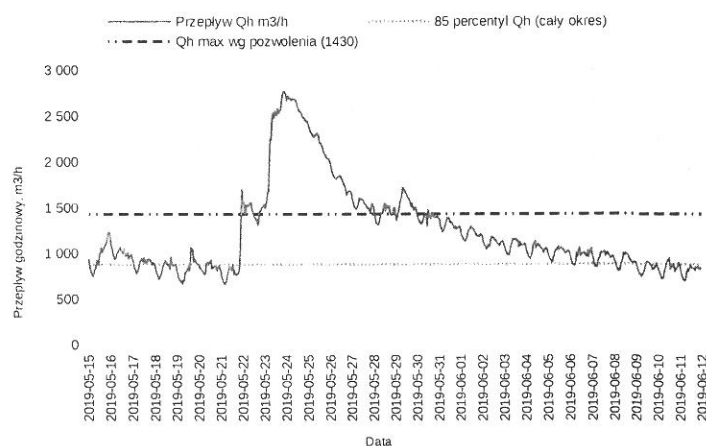
### 2.3.3 Przepływ maksymalny godzinowy

Zdarzają się przekroczenia przepływu maksymalnego wg pozwolenia wodnoprawnego wynoszącego 1430 m<sup>3</sup>/d. Zestawienie godzin z przekroczonym przepływem przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 5: Wykaz godzin z ilością ścieków dopływających do oczyszczalni ponad 1430 m<sup>3</sup>/h

Data	Ilość godzin z przepływem ponad 1430 m <sup>3</sup> /h
2019-05-21	1
2019-05-22	17
2019-05-23	24
2019-05-24	24
2019-05-25	24
2019-05-26	24
2019-05-27	24
2019-05-28	13
2019-05-29	22
2019-05-30	2
2019-06-21	2
2019-08-08	1
2019-08-13	4
2019-09-02	8
Suma	190

Na wykresie 8 przedstawiono sytuację z przełomu maja i czerwca 2019 czyli okresu o maksymalnym przepływie w roku pomiarowym.



Wykres 8: Przepływy godzinowe z przełomu maja i czerwca 2019 z zaznaczonymi wartościami przepływu maks. dopuszczalnego oraz  $Q_{h \max}$  jako 85 percentyl wszystkich wartości  $Q_h$ .

Z wykresu widać wyraźnie, że przyjęta wartość przepływu maksymalnego godzinowego równa 880 m<sup>3</sup>/h jest ciągle przekroczona przez wiele dni. Obserwując jednak dane z całego roku widać, że podniesienie tej wartości (880) dla pozostałych okresów jest bezzasadne. Proponuje się pozostawić wartość  $Q_{h \max} = 880 \text{ m}^3/\text{h}$  lub przeanalizować pomiary przepływów godzinowych dla okresu dłuższego niż jeden rok.

### 2.3.4 Wnioski

Proponuje się przyjąć wartość  $Q_{h \max} = 880 \text{ m}^3/\text{h}$  (jest to wartość dla pogody suchej).

Proponuje się rozważyć dokonanie korekty pozwolenia wodnoprawnego w zakresie przepływów maksymalnych godzinowych lub podjęcie prac nad doszczelnieniem kanalizacji.

### 3 Ładunki zanieczyszczeń

#### 3.1 Uwagi ogólne

1. Zgodnie z opisem w punkcie "1. Podstawa opracowania i uwagi ogólne" na stronie 4, do wyliczenia ładunków użyto danych pomiarowych z pomiarów całodobowych. Dane te zawierają informację o wszystkich strumieniach ścieków dopływających do oczyszczalni z wyłączeniem odcieków własnych.
2. Wartości przepływu ścieków do celu obliczenia ładunku obliczono na podstawie przepływów godzinowych dla godzin od 8 rano do 8 dnia następnego. Jest to wartość zbliżona do czasu poboru prób, czyli 8:30. Z opisanego powyżej powodu ilości ścieków brane do obliczeń nie zgadzają się z przepływami dobowymi podawanymi dla czasów od północy do północy.
3. Dane pomiarowe dla całego okresu pomiarowego zamieszczono w załączniku 5.2 na stronie 18 w tabeli 18.
4. Ładunki miarodajne do celów wymiarowania urządzeń należy wyznaczać na podstawie pomiarów wykonanych dla pogody bezdeszczowej z uwzględnieniem specyfiki zlewni oraz ewentualnych okresów o zwiększonym ładunku lub niekorzystnych proporcjach między wskaźnikami zanieczyszczeń (np. BZT<sub>5</sub>/N). W kolejnych punktach zamieszczono wyniki analizy stężeń i ładunków dla różnych sytuacji i okresów.

#### 3.2 Ładunki zanieczyszczeń wyznaczone dla pogody suchej

Co do zasady - ładunki zanieczyszczeń miarodajne do celu wymiarowania urządzeń oczyszczalni ścieków należy wyznaczać dla pogody suchej. Wyniki pomiarów dla takich warunków przedstawia tabela 6.

Tabela 6: Ładunki zanieczyszczeń wyznaczone dla pogody suchej

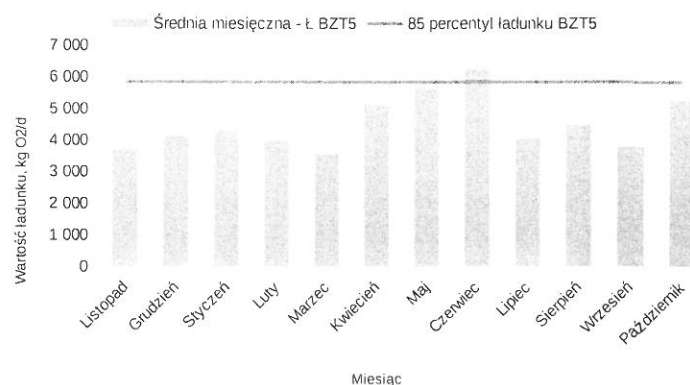
Parametr	Ładunek BZT <sub>5</sub>	Ładunek ChZT	Ładunek N-og	Ładunek P-og	Ładunek Z-og	Jednostka
Liczba pomiarów	22	24	7	7	23	kg/d
Wartość średnia	4 593,8	8 794,7	458,2	63,6	4 597,3	kg/d
Proporcja do ChZT	0,5223	1,0000	0,0521	0,0072	0,5227	kg/d
85 percentyl	6 022,4	11 529,5	600,7	83,4	6 027,0	kg/d
Ładunki jednostkowe	60	120	11	1,8	70	kg/d
RLM dla średniej	76 564,1	73 288,8	41 656,1	35 330,7	65 676,2	kg/d
RLM dla 85 percentyla	100 373,1	96 079,3	54 609,8	46 317,4	86 099,4	kg/d

W pierwszym wierszu tabeli wypisano liczbę pomiarów wykonanych w rocznym okresie pomiarowym. Do celów wyznaczania ładunków miarodajnych liczba pomiarów nie powinna być mniejsza niż 40. W efekcie analizy wyników pomiarów dla wszystkich dni (łącznie z deszczowymi) uznano, że nie ma istotnej zależności ładunku od intensywności przepływu co oznacza, że nie ma powodu do odrzucenia pomiarów z dni deszczowych i można do wyznaczania obciążenia oczyszczalni użyć wszystkich danych.

#### 3.3 Sprawdzenie konieczności wyznaczenia ładunków dla okresów deszczowych

Przeprowadzono analizę wyników pomiarów pod kątem ewentualnego występowania okresów o zwiększonym ładunku. Analiza nie wykazała konieczności stosowania różnych wariantów obciążeń dla różnych okresów. Na wykresach (punkt 5.4.1 str. 21) widać że wartości niektórych wskaźników są wyższe w miesiącach deszczowych (maj, czerwiec) ale spadają już w lipcu i utrzymują się niskie w sierpniu, czyli w miesiącach wakacyjnych. Z kolei azot nie wykazuje tendencji zwykłej ani w okresach deszczowych ani w pozostałych.

Na wykresie 9 pokazano dla przykładu średnie miesięczne wartości ładunku BZT<sub>5</sub> z zaznaczeniem wartości 85 percentyla ładunku BZT<sub>5</sub> jako wartości miarodajnej do wymiarowania urządzeń.



Wykres 9: Średnie miesięczne wartości ładunku BZT<sub>5</sub> z zaznaczeniem wartości 85 percentyla ładunku BZT<sub>5</sub>

### 3.4 Obliczenie ładunków dla okresu 28 dni o maksymalnym przepływie

Ładunki dla okresu 28 dni o maksymalnym przepływie przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7: Ładunki dla okresu 28 dni o maksymalnym przepływie

Data / parametr	Ładunek BZT <sub>5</sub>	Ładunek ChZT	Ładunek N <sub>og</sub>	Ładunek P <sub>og</sub>	Ładunek Z <sub>og</sub>	Jednostka
2019-05-16	4 990,3	3 062,2	288,1	88,5	3 561,3	kg/d
2019-05-28	6 385,3	11 529,0			8 159,0	kg/d
2019-05-30	5 561,8	12 039,6	340,3	75,2	7 328,5	kg/d
2019-06-04	5 661,3	16 245,4			7 384,3	kg/d
2019-06-06	7 176,8	12 686,7			8 519,5	kg/d
2019-06-11	5 554,0	9 384,3			7 028,7	kg/d
Wartość średnia	5 888,2	10 824,6	314,2	81,9	6 996,9	kg/d
Ładunki jednostkowe	60	120	11	1,8	70	kg/M*d
RLM dla średniej	98 137,3 *	90 204,6	28 560,3	45 475,6	99 955,2	RLM

Uznano, że wyciąganie 85 percentyla ładunków dla warunków maksymalnego przepływu nie ma uzasadnienia zwłaszcza że ilość danych jest niewielka (co jest naturalne skoro dane dotyczą krótkiego okresu czasu).

Warto zwrócić uwagę na to, że średnia wartość ładunku BZT<sub>5</sub> w okresie o maksymalnym przepływie jest zbliżona do 85 percentyla tego ładunku obliczonego dla całości okresu pomiarowego (tab. 8).

Z uwagi na niewielką liczbę pomiarów oraz z uwagi na fakt, że wyniki obliczeń ładunków dla 85 percentyla całości danych są mniej korzystne - powyższe obliczenia mają wartość wyłącznie informacyjną i nie powinny być podstawą do wymiarowania urządzeń oczyszczalni.

### 3.5 Sprawdzenie występowania okresów o niekorzystnych proporcjach między wartościami wskaźników zanieczyszczeń

Przeprowadzono analizę wyników pomiarów pod kątem ewentualnego występowania okresów o odmiennej niż dla pozostałych dni proporcji między poszczególnymi wartościami wskaźników zanieczyszczeń. Wykresy przedstawiające poszczególne proporcje zamieszczono w punkcie 5.5 na stronie 25. Analiza nie wykazała konieczności stosowania różnych wariantów obciążeń dla różnych okresów. Ze sporządzonych wykresów wynika również, że nie ma żadnej sensownej zależności pomiędzy ilością ścieków a proporcjami wskaźników.

### 3.6 Ładunki zanieczyszczeń wyznaczone dla całego okresu pomiarowego

Ładunki zanieczyszczeń wyliczone z wszystkich danych przedstawiono w tabeli 8. Dane do obliczenia poszczególnych wartości zamieszczono w tabeli 17 na stronie 18 (punkt 5.2).

Tabela 8: Ładunki zanieczyszczeń wyznaczone dla całości okresu pomiarowego

Parametr	Ładunek BZT <sub>s</sub>	Ładunek ChZT	Ładunek N <sub>og</sub>	Ładunek P <sub>og</sub>	Ładunek Z <sub>og</sub>	Jednostka
Liczba pomiarów	78	73	22	24	71	szt
Wartość średnia	4 411,3	9 018,9	426,1	56,8	4 685,1	kg/d
Mediana	4 233,5	8 301,4	426,2	58,4	4 353,1	kg/d
Proporcja do ChZT	0,4891	1,0000	0,0472	0,0063	0,5195	---
85 percentyl	5 834,5	11 928,5	563,5	75,1	6 196,6	kg/d
Ładunki jednostkowe	60	120	11	1,8	70	g/M*d
RLM dla średniej	73 522,3	75 157,7	38 734,8	31 526,3	66 930,5	RLM
RLM dla mediany	70 557,7	69 178,3	38 747,6	32 435,5	62 187,0	RLM
RLM dla 85 percentyla	97 241,1	99 404,1	51 230,9	41 696,9	88 522,7	RLM

Jako dane miarodajne do wymiarowania urządzeń proponuje się przyjąć wartość 85 percentyla ładunków zanieczyszczeń wg tabeli 8.

### 3.7 Pomiary a dni tygodnia

Tabela 9: Zestawienie dni tygodnia, w jakie były wykonywane analizy stężeń zanieczyszczeń w ściekach surowych

Dzień tygodnia	Liczba pomiarów						
	Qd śr	BZT <sub>s</sub>	ChZT	Azot amonowy	Azot og.	Fosfor og.	Zawiesina og.
Poniedziałek	52	13		35			
Wtorek	52	28	33	36		1	31
Środa	52			39			
Czwartek	53	35	38	39	20	21	38
Piątek	52	1	1	2	1	1	1
Sobota	52			1			
Niedziela	52						

### 3.8 Wnioski

Jako dane miarodajne do wymiarowania urządzeń proponuje się przyjąć wartość 85 percentyla ładunków zanieczyszczeń wg tabeli 10.

Tabela 10: Ładunki miarodajne do wymiarowania urządzeń oczyszczalni

Parametr	Ładunek BZT <sub>s</sub>	Ładunek ChZT	Ładunek N <sub>og</sub>	Ładunek P <sub>og</sub>	Ładunek Z <sub>og</sub>	Jednostka
85 percentyl ładunku	5 834,5	11 928,5	563,5	75,1	6 196,6	kg/d
RLM dla 85 percentyla	97 241,1	99 404,1	51 230,9	41 696,9	88 522,7	RLM

Proponowany ładunek jest wyraźnie większy od prognoz rzędu 77 300 RLM.

Powiększenie ładunku z tabeli 10 o dodatkowe ładunki skutkowało by koniecznością zaostreżenia wymagań co do jakości ścieków oczyszczonych.

## 4 Obliczenia technologiczne

### 4.1 Sprawność działania osadnika wstępnego

Celem wyznaczenia obciążenia reaktora ładunkiem zanieczyszczeń obliczono dotychczasową sprawność osadnika wstępnego. Wyniki obliczeń przedstawiono w poniższych tabelach.



Tabela 11: Sprawność usuwania BZT<sub>5</sub> i ChZT w osadniku wstępnym

Parametr	BZT <sub>5</sub> w dopływie g/m <sup>3</sup>	BZT <sub>5</sub> po os. wst. g/m <sup>3</sup>	BZT <sub>5</sub> usunięcie g/m <sup>3</sup>	BZT <sub>5</sub> , % usunięcia	ChZT w dopływie g/m <sup>3</sup>	ChZT po os. wst. g/m <sup>3</sup>	ChZT usunięcie g/m <sup>3</sup>	ChZT, % usunięcia
Wartość średnia	281,3	143,2	138,1	50,87%	586,4	246,2	340,2	58,53%
Liczba pomiarów	77	75	62	62	72	83	69	69

Tabela 12: Sprawność usuwania azotu amonowego i azotu ogólnego w osadniku wstępnym

Parametr	N-NH <sub>4</sub> w dopływie	N-NH <sub>4</sub> po os. wst.	N-NH <sub>4</sub> usunięcie	N-NH <sub>4</sub> , % usunięcia	N <sub>og</sub> w dopływie	N <sub>og</sub> po os. wst.	N <sub>og</sub> usunięcie	N <sub>og</sub> , % usunięcia
Wartość średnia	21,6	24	-2,4	-12,82%	29,3	28,3	0,9	-1,13%
Liczba pomiarów	152	86	72	72	21	20	20	20

Tabela 13: Sprawność usuwania fosforu ogólnego i zawiesiny ogólnej w osadniku wstępnym

Parametr	Fosforany rozp. w dopływie	Fosforany rozp. po os. wst.	P <sub>og</sub> w dopływie	P <sub>og</sub> po os. wst.	Z <sub>og</sub> w dopływie	Z <sub>og</sub> po os. wst.	Z <sub>og</sub> usunięcie	Z <sub>og</sub> , % usunięcia
Wartość średnia	2,8	4,4	3,8	5,1	292,6	103,6	196	64,15%
Liczba pomiarów	148	84	23	23	70	83	68	68

Z uwagi na to, że przed osadnik wstępny doprowadzany jest odciek z prasy osadu przefermentowanego, obliczanie usunięcia azotu i fosforu obarczone jest błędem i w powyższych tabelach podane jest poglądowo.

Usunięcie zawiesiny ogólnej jest wyższe niż podano w tabeli (również z powodu dozowania odcieków) ale z uwagi na fakt, że obliczona wartość 64% jest i tak bardzo wysoka - proponuje się przyjęcie tej wartości jako podstawę do dalszych obliczeń.

Do obliczeń technologicznych reaktorów przyjęto następujące wartości usunięcia zanieczyszczeń w osadniku wstępnym:

BZT<sub>5</sub>, ChZT: 50%

Z<sub>og</sub>: 64%

N<sub>og</sub>, P<sub>og</sub>: wartości typowe - 8%

## 4.2 Obliczenia reaktorów

### 4.2.1 Tabele obliczeń

W tabeli 14 wyszczególniono obciążenia zastosowane do celów obliczeń procesowych reaktorów. Wyciąg najważniejszych danych z obliczeń technologicznych reaktorów dla obciążenia średniego oraz dla 85 percentyla ładunków zamieszczono w tabeli 15 na stronie 15.

Całość obliczeń technologicznych zamieszczono w załącznikach w tabeli 19 na stronie 26.

Tabela 14: Obliczenia technologiczne reaktorów - zestawienie obciążeń

Parametr	Wartość dla 10	Wartość dla 20	Wartość dla 10	Wartość dla 20	Jednostka
	st C	st C	st C	st C	
	Obciążenie średnie		85 percentyl ładunków		
Dobowa ilość ścieków surowych			20863,4		m³/d
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)			880,0		m³/h
RLM	73517	73517	97233	97233	-
Temperatura prowadzenia procesu	10,0	20,0	10,0	20,0	st C
Temperatura do obliczeń napowietrzania	10,0	20,0	10,0	20,0	st C
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)					
BZT <sub>5</sub>	60,0	60,0	60,0	60,0	g/(M*d)
Zawiesina ogólna	63,7	63,7	63,7	63,7	g/(M*d)
Azot ogólny	5,8	5,8	5,8	5,8	g/(M*d)
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	5,8	5,8	5,8	5,8	g/(M*d)
Fosfor ogólny	0,8	0,8	0,8	0,8	g/(M*d)

Strona 1 z 2

Parametr	Wartość dla 10	Wartość dla 20	Wartość dla 10	Wartość dla 20	Jednostka
	st C	st C	st C	st C	
	Obciążenie średnie		85 percentyl ładunków		
Ładunki w dopływie do oczyszczalni					
BZT <sub>5</sub>	4411,0	4411,0	5834,0	5834,0	kg/d
Zawiesina ogólna	4685,1	4685,1	6196,6	6196,6	kg/d
Azot ogólny	426,1	426,1	563,5	563,5	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	426,1	426,1	563,5	563,5	kg/d
Fosfor ogólny	56,7	56,7	75,1	75,1	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do oczyszczalni					
BZT <sub>5</sub>	211,4	211,4	279,6	279,6	g/m <sup>3</sup>
Zawiesina ogólna	224,6	224,6	297,0	297,0	g/m <sup>3</sup>
Azot ogólny	20,4	20,4	27,0	27,0	g/m <sup>3</sup>
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	g/m <sup>3</sup>
Azot ogólny Kjeldahla	20,4	20,4	27,0	27,0	g/m <sup>3</sup>
Fosfor ogólny	2,7	2,7	3,6	3,6	g/m <sup>3</sup>
Ładunek w odciekach jako procent ładunku w ściekach dopływających					
BZT <sub>5</sub>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	%
Zawiesina ogólna	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	%
Azot ogólny	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	%
Azot amonowy	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	%
Azot azotanowy	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	%
Azot ogólny Kjeldahla	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	%
Fosfor ogólny	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	%
Usunięcie w osadniku wstępnym					
BZT <sub>5</sub>	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	%
Zawiesina ogólna	64,0%	64,0%	64,0%	64,0%	%
Azot ogólny	16,0%	16,0%	8,0%	8,0%	%
Fosfor ogólny	16,0%	16,0%	8,0%	8,0%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym					
BZT <sub>5</sub>	2205,5	2205,5	2917,0	2917,0	kg/d
Zawiesina ogólna	3298,3	3298,3	4362,4	4362,4	kg/d
Azot ogólny	78,4	78,4	51,8	51,8	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	78,4	78,4	51,8	51,8	kg/d
Fosfor ogólny	10,0	10,0	6,6	6,6	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego					
BZT <sub>5</sub>	2205,5	2205,5	2917,0	2917,0	kg/d
Zawiesina ogólna	1855,3	1855,3	2453,9	2453,9	kg/d
Azot ogólny	411,6	411,6	596,2	596,2	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	411,6	411,6	596,2	596,2	kg/d
Fosfor ogólny	52,4	52,4	76,0	76,0	kg/d
Ładunki całkowite w dopływie do reaktorów					
BZT <sub>5</sub>	2205,5	2205,5	2917,0	2917,0	kg/d
Zawiesina ogólna	1855,3	1855,3	2453,9	2453,9	kg/d
Azot ogólny	411,6	411,6	596,2	596,2	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	411,6	411,6	596,2	596,2	kg/d
Fosfor ogólny	52,4	52,4	76,0	76,0	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów					
BZT <sub>5</sub>	105,7	105,7	139,8	139,8	g/m <sup>3</sup>
Zawiesina ogólna	88,9	88,9	117,6	117,6	g/m <sup>3</sup>
Azot ogólny	19,7	19,7	28,6	28,6	g/m <sup>3</sup>
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	g/m <sup>3</sup>
Azot ogólny Kjeldahla	19,7	19,7	28,6	28,6	g/m <sup>3</sup>

Parametr	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	Jednostka
	Obciążenie średnie		85 percentyl ładunków		
Fosfor ogólny	2,5	2,5	3,6	3,6	g/m <sup>3</sup>

Tabela 15: Wyciąg najważniejszych danych z obliczeń technologicznych reaktorów dla obciążenia średniego oraz dla 85 percentyla ładunków

Parametr	Obciążenie średnie		85 percentyl ładunków		Jednostka
	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	
Temperatura prowadzenia procesu	10,0	20,0	10,0	20,0	st C
Temperatura do obliczeń napowietrzania	10,0	20,0	10,0	20,0	st C
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	4,40	3,50	4,40	3,50	g/m <sup>3</sup>
Obliczony całkowity wiek osadu	20,12	17,23	14,10	12,29	d
Predenitryfikacja osadu recyrk., objętość całkowita (0) szt		0,00			m <sup>3</sup>
Fizyczna objętość defosfatacji		1 200,00			m <sup>3</sup>
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita (4 szt)	1 163,64	1 200,00	1 163,64	1 200,00	m <sup>3</sup>
Fizyczna objętość denitryfikacji		2 548,00			m <sup>3</sup>
Denitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (4 szt)	2 584,36	2 548,00	1 310,36	2 548,00	m <sup>3</sup>
Nitryfikacja, głębokość		3,90			m
Fizyczna objętość nitryfikacji		4 626,00			m <sup>3</sup>
Nitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (4 szt)	4 626,00	4 626,00	5 900,00	4 626,00	m <sup>3</sup>
Całkowita objętość reaktora		8 374,00			m <sup>3</sup>
Zewnętrzne źródło węgla organicznego		0,00			g BZT <sub>5</sub> /m <sup>3</sup>
Rodzaj denitryfikacji		Denitryfikacja wstępna			
Ilość fosforu do strącania chemicznego	0,00	0,00	0,00	0,00	g/m <sup>3</sup>
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	1 831,3839	1 701,1183	2 612,5709	2 384,6079	kg sm / d
Maksymalna wydajność dmuchaw dla maks. godzinowego zużycia tlenu	4 418,85	4 920,14	5 999,58	6 763,28	Nm <sup>3</sup> /h
Średnia wydajność dmuchaw	4 032,55	4 395,38	4 946,36	5 469,42	Nm <sup>3</sup> /h
Osadniki wtórne					
Procent przepływu do osadnika		100,00%			
Powierzchnia rzeczywista sumaryczna (2 szt.)		1 413,72			m <sup>2</sup>
Wymagana powierzchnia osadników	1 408,00	1 120,00	1 408,00	1 120,00	m <sup>2</sup>
Głębokość obliczeniowa przyjęta (w środku drogi przepływu)		2,50			m
Wymagana głębokość (w środku drogi przepływu)	4,18	3,29	4,18	3,29	m
Czy osadnik spełnia wymagania pod względem powierzchni i głębokości?	Nie	Nie	Nie	Nie	

#### 4.2.2 Porównanie ilości osadów z obliczeń i z pomiarów

Tabela 16: Obliczenie ilości osadów podawanych do WKF (wartości pomiarowe)

Data	Osad w komorze czerpnej podawany do WKF - sucha pozostałość, kg/m <sup>3</sup>	Ilość osadu do WKF, m <sup>3</sup>	Ilość osadu do WKF, kg/d
2019-01-15	36	84	3024,0
2019-01-28	37,6	84	3158,4
2019-02-05	47,7	84	4006,8
2019-02-20	45,5	78,1	3553,6
2019-03-14	57,9	85,7	4962,0
2019-03-27	48	90	4320,0
2019-04-09	39	92,8	3619,2
2019-04-30	36,3	76	2758,8
2019-05-14	41,2	102	4202,4
2019-05-28		84	
2019-06-13	65,5	79,2	5187,6
2019-06-24	51,2	91,1	4664,3

2019-07-03	50,7	90	4563,0
2019-07-17	64,8	90,8	5883,8
2019-08-06	48	100,5	4824,0
2019-08-21	47,7	77,7	3706,3
2019-09-02	37,8	87,6	3311,3
2019-09-18	51,4	78	4009,2
2019-10-07	51,1	79,2	4047,1
2019-10-22	43,3	84,4	3654,5
Wartość średnia			4076,7

Tabela 16: Zestawienie ilości osadów do fermentacji wg obliczeń technologicznych i pomiarów wykonanych dla obciążeń średnich

Parametr	Wartość	Jednostka
Ilość osadu wstępnego	3298	kg/d
Ilość osadu nadmiernego	1831	kg/d
Razem osad	5129	kg/d
Ilość osadu podawanego do WKF - wartość średnia z pomiarów	4077	kg/d

#### 4.2.3 Uwagi i wnioski do obliczeń technologicznych

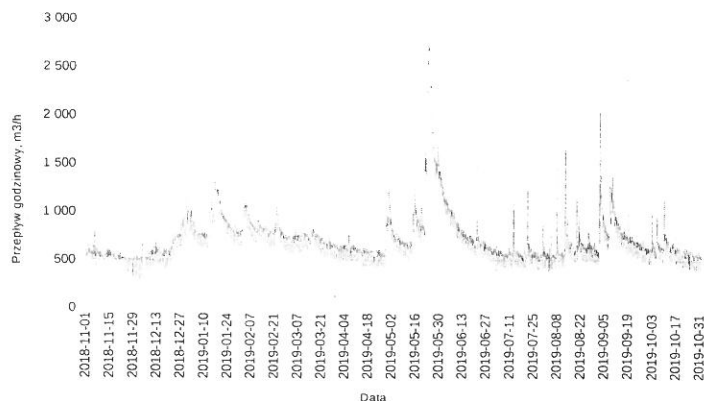
1. Z uwagi na bardzo niską zawartość azotu w ściekach surowych - uzyskiwanie pożądanych wartości wskaźników w ściekach oczyszczonych nie powinno stanowić problemu. Strefa denitryfikacji jest przewymiarowana.
2. W przypadku wysokiego obciążenia (85 percentyl) i warunków zimowych - algorytm obliczeniowy wykazuje potrzebę zwiększenia strefy nityfikacji poprzez zainstalowanie napowietrzania w części (ok. 50%) strefy denitryfikacji. Z uwagi na stosowanie w obliczeniach współczynników bezpieczeństwa - wykazywana konieczność może w rzeczywistości występować bardzo rzadko lub nawet wcale. Dodatkowo należy pamiętać, że wysokie ładunki występują raczej latem niż zimą, czyli w okresie kiedy wymagany tlenowy wiek osadu nie jest wysoki i w efekcie trudniej jest o przeciążenie substratowe reaktora.
3. Osadniki wtórne mają głębokość 2,5m. W literaturze odnośnie obliczeń wg wytycznych ATV A131 jest wyraźnie zaznaczone, że nie zaleca się budowy osadników wtórnych płytszych niż 3m, nawet przy małych średnicach. Z obliczeń prowadzonych dla indeksu osadu = 100 cm<sup>3</sup>/g wynika, że wymagana minimalna średnia głębokość osadników wtórnych wyraźnie przekracza 4m. W przypadku gorszego niż przyjęty w obliczeniach indeksu osadu (100 cm<sup>3</sup>/g) osadniki przestają spełniać wymagania co do powierzchni. Są za małe.
4. Osadniki wtórne obliczono przyjmując za przepływ maksymalny obecną wartość pozwolenia wodnoprawnego i jednocześnie wydajność koryt przelewowych - 1600 m<sup>3</sup>/h. Jak wykazano w punkcie 2.3.3 na stronie 9, wartość ta była wielokrotnie w ciągu ostatniego roku przekraczana.
5. Wyniki oznaczeń opadalności osadu czynnego sugerują, że osad prawie wcale nie sedymentuje, uzyskuje się wyniki rzędu 900cm<sup>3</sup> osadu po pół godzinny procesie sedymentacji. Klóci się to uzyskiwanymi efektami pracy osadników wtórnych w połączeniu ze stosowanymi wartościami stopnia recyrkulacji, często niższymi niż 60% i osiągającymi wartości rzędu 40%.
6. Maksymalna wydajność dmuchaw wyniosła 6763 Nm<sup>3</sup>/h w warunkach wysokich obciążeń latem. Wartość tę można obniżyć stosując dłuższy wiek osadu. Wartości współczynników uderzeniowych zwiększających wymaganą wielkość dmuchawy rosną wraz ze skracaniem się wieku osadu.
7. Z porównania w tabeli 16 wynika, że istnieje rozbieżność pomiędzy wartością zmierzoną ilości osadów podawanych do WKF a wartościami obliczonymi wg obliczeń technologicznych. Warto zwrócić uwagę na fakt, że ilość osadów wstępnych wyliczonych w tabeli 16 jest obliczona na podstawie średniej wartości wydajności pracy osadnika wstępnego i nie pochodzi z obliczeń wg ATV. Wartość ta wynosi 3298 kg/d czyli tylko 800 kg mniej niż raportowana ilość osadów podawanych do WKF. Jest mało prawdopodobne aby ilość osadu nadmiernego wyniosła tylko brakujące 800 kg/d podczas gdy do oczyszczalni dopływa ładunek BZT<sub>5</sub> średnio 4411 kg/d nawet przyjmując 50% usunięcie BZT<sub>5</sub> w osadniku wstępnym.
8. Ładunki zanieczyszczeń zmierzone w dopływie do oczyszczalni są nadspodziewanie wysokie i nie korelują za dobrze z ilościami osadów raportowanych jako wsad do WKF. Jednocześnie z uwagi na dużą liczbę pomiarów wykonanych w ściekach surowych trudno jest znaleźć uzasadnienie do zaprzeczenia tym danym. W grę może wchodzić ewentualnie błąd systematyczny pobierania prób, co warto wykluczyć.
9. Ilość azotu w dopływie do oczyszczalni jest bardzo mała. Niestety ilość danych pomiarowych akurat w zakresie azotu ogólnego jest wyraźnie poniżej 40. Azot ogólny jest wyraźnie rzadziej mierzony od pozostałych wskaźników, na dodatek tylko w czwartki i piątki (patrz tab. 9 na stronie 12).



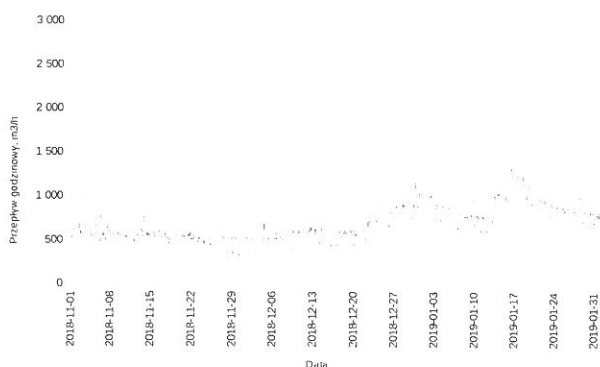
## 5 Załączniki

### 5.1 Wykresy przepływów godzinowych

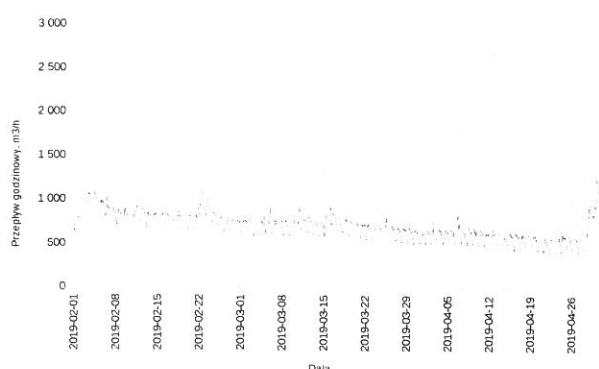
Na poniższych wykresach umieszczono przebiegi czasowe przepływów godzinowych. Najpierw dla całego okresu pomiarowego a następnie dla kolejnych 3-miesięcznych odcinków.



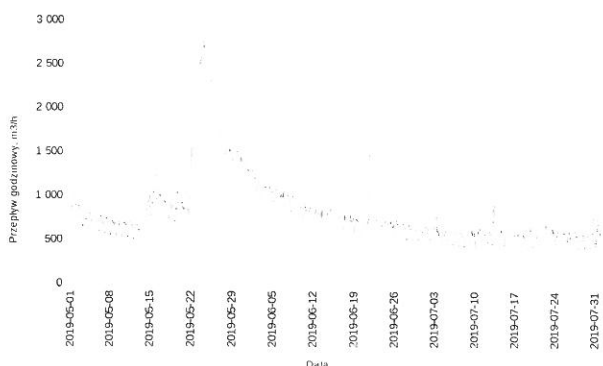
Wykres 10: Przepływy godzinowe, cały okres pomiarowy



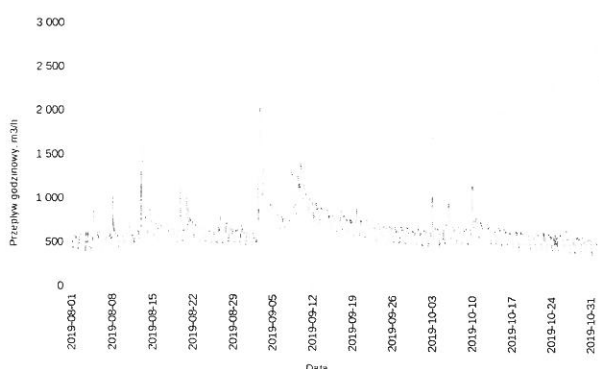
Wykres 11: Przepływy godzinowe od 2018-11-01 do 2019-01-31



Wykres 12: Przepływy godzinowe od 2019-02-01 do 2019-04-30



Wykres 13: Przepływy godzinowe od 2019-05-01 do 2019-07-31



Wykres 14: Przepływy godzinowe od 2019-08-01 do 2019-10-31

## 5.2 Dane pomiarowe - stężenia, przepływy, ładunki (cały okres pomiarowy)

Tabela 17: Dane pomiarowe - stężenia, przepływy, ładunki

Data	Q <sub>dsr</sub> (od 8 do 8)	BZT <sub>5</sub>	ChZT	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>og</sub>	P <sub>og</sub>	Z <sub>og</sub>	Ład. BZT <sub>5</sub>	Ład. ChZT	Ład. N-NH <sub>4</sub>	Ład. N <sub>og</sub>	Ład. P <sub>og</sub>	Ład. Z <sub>og</sub>
		gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	kg O <sub>2</sub> /d	kg O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d
2018-11-05	13542,4	230		18,9				3114,8		256,0			
2018-11-06	13739,5	230	440	23,2			221	3160,1	6045,4	318,8			3036,4
2018-11-07	13817,9			24						331,6			
2018-11-08	12796,6	290	455	17,6	33,2	4	174	3711,0	5822,5	225,2	424,8	51,2	2226,6
2018-11-09	12998,0			18,2						236,6			
2018-11-13	13838,8			37						512,0			
2018-11-14	13043,1			26,1						340,4			
2018-11-15	13069,0	290	515	25,2			311	3790,0	6730,5	329,3			4064,5
2018-11-19	12409,0	290		21,5				3598,6		266,8			
2018-11-20	12456,6	340	834	21,8				4235,2	10388,8	271,6			
2018-11-21	12692,6			26,4						335,1			
2018-11-22	12240,9	320	650	22,1	32,4	2,8		3917,1	7956,6	270,5	396,6	34,3	
2018-11-26	11645,4			27,5						320,2			
2018-11-27	11554,2	360	810	28,9		3,6	402	4159,5	9358,9	333,9		41,6	4644,8
2018-11-28	11136,8			49						545,7			
2018-12-06	11566,0	200	670	28,7	32	4,3	310	2313,2	7749,2	331,9	370,1	49,7	3585,5
2018-12-12	13770,3			32,7						450,3			
2018-12-13	13505,8	280	590	23			243	3781,6	7968,4	310,6			3281,9
2018-12-17	13135,9	320		12				4203,5		157,6			
2018-12-18	12900,7	380	800	35,5			358	4902,3	10320,6	458,0			4618,5
2018-12-19	13047,7			16,9						220,5			
2018-12-28	20595,3	270	650	18,2	29,8	3,3	282	5560,7	13386,9	374,8	613,7	68,0	5807,9
2018-12-31	22485,3	180		15,6				4047,4		350,8			
2019-01-02	21338,1			14,2						303,0			
2019-01-03	19945,7	190	380	18,3			124	3789,7	7579,4	365,0			2473,3
2019-01-07	17632,9	200		15,3				3526,6		269,8			
2019-01-09	17634,3			17,2						303,3			
2019-01-10	17035,9	270	370	17,3	25,1	3,84	174	4599,7	6303,3	294,7	427,6	65,4	2964,2
2019-01-14	24357,6	230		22,6				5602,2		550,5			
2019-01-15	23073,8	180	400	15,9			181	4153,3	9229,5	366,9			4176,4
2019-01-16	28801,1			10						288,0			
2019-01-17	28354,1	150		11,7			167,7	4253,1		331,7			4755,0
2019-01-21	21883,6			12						262,6			
2019-01-22	21271,4			22,4						476,5			
2019-01-23	20611,1			17,9						368,9			
2019-01-28	19551,7			23						449,7			
2019-01-29	18173,1		520	20,1			304		9450,0	365,3			5524,6
2019-01-30	17955,7			25,2						452,5			
2019-01-31	17592,1		560	19			280		9851,6	334,2			4925,8
2019-02-02	25734,3			18,3						470,9			
2019-02-04	23467,6	160		18,3				3754,8		429,5			
2019-02-07	19862,4	210	360	15,7		2,9	191	4171,1	7150,5	311,8		57,6	3793,7
2019-02-11	20538,4	160		21,1				3286,1		433,4			
2019-02-12	19500,6	210	385	20,3			180	4095,1	7507,7	395,9			3510,1
2019-02-13	18879,7			31						585,3			
2019-02-14	18851,6	190	385	18			159	3581,8	7257,9	339,3			2997,4
2019-02-18	18194,4	190		19,9				3456,9		362,1			
2019-02-19	18112,7	270	440	21,8			321	4890,4	7969,6	394,9			5814,2
2019-02-20	17963,4			15						269,5			
2019-02-21	20153,2		410	18,9	26,5	3,1	216		8262,8	380,9	534,1	62,5	4353,1
2019-02-25	17946,8			18,9						339,2			
2019-02-26	17269,6	240	450	11			236	4144,7	7771,3	190,0			4075,6
2019-02-27	16755,6			25						418,9			

Tabela 17: Dane pomiarowe - stężenia, przepływy, ładunki

Data	Q <sub>d śr</sub> (od 8 do 8)	BZT <sub>5</sub>	ChZT	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>og</sub>	P <sub>og</sub>	Z <sub>og</sub>	Ład. BZT <sub>5</sub>	Ład. ChZT	Ład. N-NH <sub>4</sub>	Ład. N <sub>og</sub>	Ład. P <sub>og</sub>	Ład. Z <sub>og</sub>
		gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	kg O <sub>2</sub> /d	kg O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d
2019-02-28	16602,8	270	500	21,6			247	4482,8	8301,4	358,6			4100,9
2019-03-04	16948,9			37,8						640,7			
2019-03-05	17367,6	220	474	17,8			233	3820,9	8232,2	309,1			4046,7
2019-03-06	17017,9			20,5						348,9			
2019-03-07	16840,9	190	680	18,2	16	2,9	193	3199,8	11451,8	306,5	269,5	48,8	3250,3
2019-03-11	17524,6	230		37,8				4030,7		662,4			
2019-03-12	17360,1	250	460	18,1			242	4340,0	7985,6	314,2			4201,1
2019-03-13	16595,5			26,2						434,8			
2019-03-14	16474,0	190	380	16,6			240	3130,1	6260,1	273,5			3953,8
2019-03-18	17290,9	260		19				4495,6		328,5			
2019-03-19	16811,4	290	575	24,7			382	4875,3	9666,6	415,2			6422,0
2019-03-20	16199,9			17,1						277,0			
2019-03-21	16059,2	250	460	22,3	32,8	3,3	227	4014,8	7387,2	358,1	526,7	53,0	3645,4
2019-03-25	15912,4	230		23,1				3659,9		367,6			
2019-03-31	13866,5							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2019-04-01	14516,8			17,9						259,9			
2019-04-02	14700,7		550	26,2			278		8085,4	385,2			4086,8
2019-04-03	14560,5			29						422,3			
2019-04-04	14485,0	290	570	21,5			323	4200,7	8256,5	311,4			4678,7
2019-04-08	14596,8			24,3						354,7			
2019-04-11	13821,3	350	720	18,4	34,3	4,5	315	4837,5	9951,3	254,3	474,1	62,2	4353,7
2019-04-25	12642,6	500	950	33,4	47,6	6	480	6321,3	12010,5	422,3	601,8	75,9	6068,4
2019-05-16	22683,2	220	135	12	12,7	3,9	157	4990,3	3062,2	272,2	288,1	88,5	3561,3
2019-05-20	19572,0			21,7						424,7			
2019-05-22	37494,3			24,8						929,9			
2019-05-28	35473,7	180	325	12,2			230	6385,3	11529,0	432,8			8159,0
2019-05-29	36041,5			12,9						464,9			
2019-05-30	32716,4	170	368	10,8	10,4	2,3	224	5561,8	12039,6	353,3	340,3	75,2	7328,5
2019-06-03	25727,4			14,9						383,3			
2019-06-04	24614,3	230	660	13,8			300	5661,3	16245,4	339,7			7384,3
2019-06-05	23803,2			14,6						347,5			
2019-06-06	23150,9	310	548	17,2			368	7176,8	12686,7	398,2			8519,5
2019-06-10	19895,3			17,6						350,2			
2019-06-11	19151,7	290	490	18,4			367	5554,0	9384,3	352,4			7028,7
2019-06-12	18345,7			28,1						515,5			
2019-06-13	18123,9	500	270	20,4	36,7	4,1	326	9062,0	4893,5	369,7	665,1	74,3	5908,4
2019-06-18	16543,2	380	720	30			352	6286,4	11911,1	496,3			5823,2
2019-06-19	16148,1			25,1						405,3			
2019-06-25	15297,8	390	1100	24,6			558	5966,1	16827,6	376,3			8536,2
2019-06-26	15196,7			36,9						560,8			
2019-06-27	14828,1	270	540	19	26,2	4,4	258	4003,6	8007,2	281,7	388,5	65,2	3825,6
2019-07-01	13882,7			28,2						391,5			
2019-07-02	13224,0	320	590	22,3			346	4231,7	7802,2	294,9			4575,5
2019-07-03	13609,5			33,3						453,2			
2019-07-04	13048,1	340	550	24,2			326	4436,4	7176,5	315,8			4253,7
2019-07-08	12651,8			25,9						327,7			
2019-07-09	12554,1	370	710	30,1				4645,0	8913,4	377,9			
2019-07-10	13089,1			29,5						386,1			
2019-07-11	12793,3	390	790	6,1	12	4,6	166	4989,4	10106,7	78,0	153,5	58,8	2123,7
2019-07-15	13025,6			42,2						549,7			
2019-07-16	12583,5	340	680	25,8			329	4278,4	8556,8	324,7			4140,0
2019-07-17	12387,4			27,5						340,7			
2019-07-18	12145,1	280	680	26			404	3400,6	8258,7	315,8			4906,6
2019-07-22	13999,8			24,8						347,2			
2019-07-23	13343,8	290	596	25,5			314	3869,7	7952,9	340,3			4190,0
2019-07-24	12755,6			24						306,1			
2019-07-25	12833,0	140	510	21,6	43,5	5,9	315	1796,6	6544,8	277,2	558,2	75,7	4042,4

Tabela 17: Dane pomiarowe - stężenia, przepływy, ładunki

Data	Q <sub>d śr</sub> (od 8 do 8)	BZT <sub>5</sub>	ChZT	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>og</sub>	P <sub>og</sub>	Z <sub>og</sub>	Ład. BZT <sub>5</sub>	Ład. ChZT	Ład. N-NH <sub>4</sub>	Ład. N <sub>og</sub>	Ład. P <sub>og</sub>	Ład. Z <sub>og</sub>
		gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	kg O <sub>2</sub> /d	kg O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d
2019-07-29	12425,4			29,7						369,0			
2019-07-30	13452,4	360	710	24			338	4842,9	9551,2	322,9			4546,9
2019-07-31	13264,5			31						411,2			
2019-08-01	12253,2	260	580	19,1			314	3185,8	7106,9	234,0			3847,5
2019-08-05	12785,7			22,3						285,1			
2019-08-06	12288,1	430	650	28,9			381	5283,9	7987,3	355,1			4681,8
2019-08-07	15291,7			17						260,0			
2019-08-08	13163,3	430	870	21,8	42,9	4,4	244	5660,2	11452,1	287,0	564,7	57,9	3211,8
2019-08-12	20839,6			29,2						608,5			
2019-08-13	18653,1		650	19,4			360		12124,5	361,9			6715,1
2019-08-20	17331,3		860	37,8			495		14904,9	655,1			8579,0
2019-08-21	16406,2			15,2						249,4			
2019-08-22	15183,3		485	18	26,2	3	198		7363,9	273,3	397,8	45,5	3006,3
2019-08-27	14899,0	290	580	24,4			323	4320,7	8641,4	363,5			4812,4
2019-08-28	14281,9			26,1						372,8			
2019-08-29	14181,0	280	650	19,4			261,7	3970,7	9217,7	275,1			3711,2
2019-09-03	25058,0		460	14,8			260		11526,7	370,9			6515,1
2019-09-04	20917,9			12						251,0			
2019-09-05	18969,1	140	308	13,2			171	2655,7	5842,5	250,4			3243,7
2019-09-10	24650,0	130		14,5			140	3204,5		357,4			3451,0
2019-09-16	18071,3	290						5240,7					
2019-09-23	15495,9			16,5						255,7			
2019-09-24	15261,6	270	540	19,8			320	4120,6	8241,3	302,2			4883,7
2019-09-25	14915,1			17,4						259,5			
2019-09-26	14643,9		374	15,7	31,2	3,5	260		5476,8	229,9	456,9	51,3	3807,4
2019-09-30	13886,7			19,3						268,0			
2019-10-01	14042,4		390	19,7			420		5476,5	276,6			5897,8
2019-10-02	16043,5			11						176,5			
2019-10-03	14840,5	310	615	19,6			360	4600,6	9126,9	290,9			5342,6
2019-10-07	14537,2			15,4						223,9			
2019-10-08	14490,2	320	850	17,5			400	4636,9	12316,7	253,6			5796,1
2019-10-09	18274,5			18,2						332,6			
2019-10-10	16988,2	340	643	13,8	29,5	2,2	360	5776,0	10923,4	234,4	501,2	37,4	6115,8
2019-10-14	14827,8			18,9						280,2			
2019-10-15	14486,0	370	800	17,4			380	5359,8	11588,8	252,1			5504,7
2019-10-16	13784,7			15,5						213,7			
2019-10-17	13951,2	400	860	20			540	5580,5	11998,0	279,0			7533,6
2019-10-21	13354,5			16,3						217,7			
2019-10-22	12993,8	490	1020	20,1				6367,0	13253,7	261,2			
2019-10-23	13104,7			23,5						308,0			
2019-10-24	12628,4	420	918	24	33,3	4,9	380	5303,9	11592,9	303,1	420,5	61,9	4798,8
2019-10-28	12619,0			20,5						258,7			
2019-10-30	12295,8			29,5						362,7			
2019-10-31	12078,5	370	755	30,1			240	4469,0	9119,3	363,6			2898,8

### 5.3 Dane pomiarowe - stężenia zanieczyszczeń dla okresu 28 dni o maksymalnym przepływie ścieków

Tabela 18: Stężenia zanieczyszczeń dla okresu 28 dni o maksymalnym przepływie ścieków

Data	Q <sub>d śr</sub> (od 8 do 8)	BZT <sub>5</sub>	ChZT	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>og</sub>	P <sub>og</sub>	Z <sub>og</sub>
		gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>
2019-05-15	24754,3						
2019-05-16	22683,2	220	135	12	12,7	3,9	157
2019-05-17	20784,0						



Tabela 18: Stężenia zanieczyszczeń dla okresu 28 dni o maksymalnym przepływie ścieków

Data	Q <sub>d śr</sub> (od 8 do 8)	BZT <sub>5</sub> gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	ChZT gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	N-NH <sub>4</sub> g/m <sup>3</sup>	N <sub>og</sub> g/m <sup>3</sup>	P <sub>og</sub> g/m <sup>3</sup>	Z <sub>og</sub> g/m <sup>3</sup>
2019-05-18	19824,3						
2019-05-19	20861,5						
2019-05-20	19572,0			21,7			
2019-05-21	26589,1						
2019-05-22	37494,3			24,8			
2019-05-23	63054,1						
2019-05-24	59148,4						
2019-05-25	49293,9						
2019-05-26	40126,2						
2019-05-27	35480,2						
2019-05-28	35473,7	180	325	12,2			230
2019-05-29	36041,5			12,9			
2019-05-30	32716,4	170	368	10,8	10,4	2,3	224
2019-05-31	30410,7						
2019-06-01	28386,1						
2019-06-02	26175,8						
2019-06-03	25727,4			14,9			
2019-06-04	24614,3	230	660	13,8			300
2019-06-05	23803,2			14,6			
2019-06-06	23150,9	310	548	17,2			368
2019-06-07	22487,3						
2019-06-08	21372,0						
2019-06-09	19907,9						
2019-06-10	19895,3			17,6			
2019-06-11	19151,7	290	490	18,4			367
Wartość średnia	29606,42	233,33	421,00	15,91	11,55	3,10	274,33
Mediana	25240,85	225,00	429,00	14,75	11,55	3,10	265,00

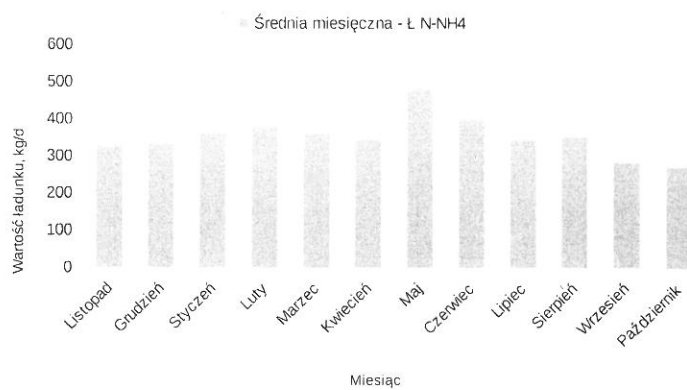
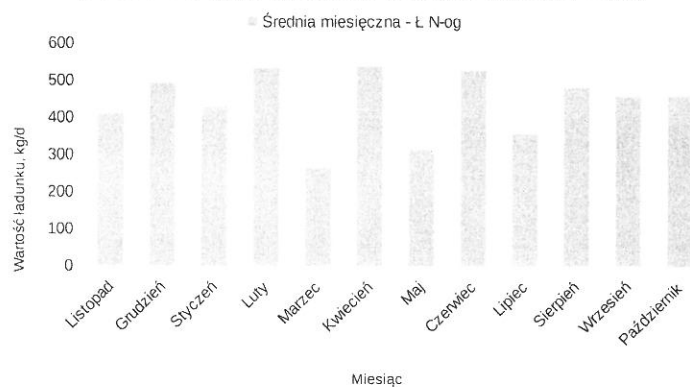
## 5.4 Wykresy ładunków zanieczyszczeń

### 5.4.1 Wartości średnie miesięczne

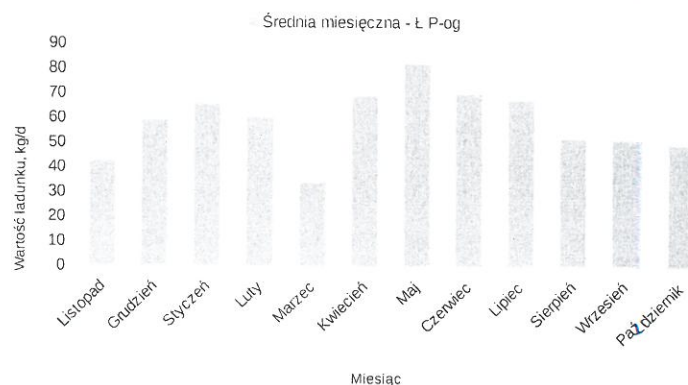
Wykres 15: Średnie miesięczne wartości ładunku BZT<sub>5</sub>



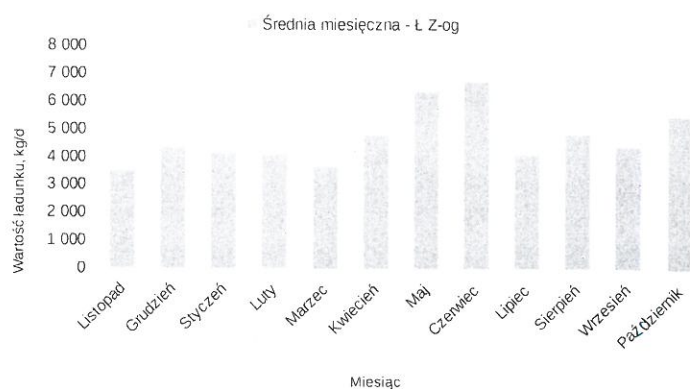
Wykres 16: Średnie miesięczne wartości ładunku ChZT

Wykres 17: Średnie miesięczne wartości ładunku N-NH<sub>4</sub>

Wykres 18: Średnie miesięczne wartości ładunku azotu ogólnego



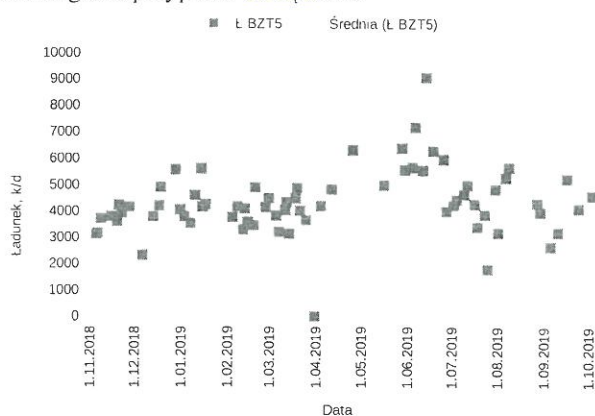
Wykres 19: Średnie miesięczne wartości ładunku fosforu ogólnego



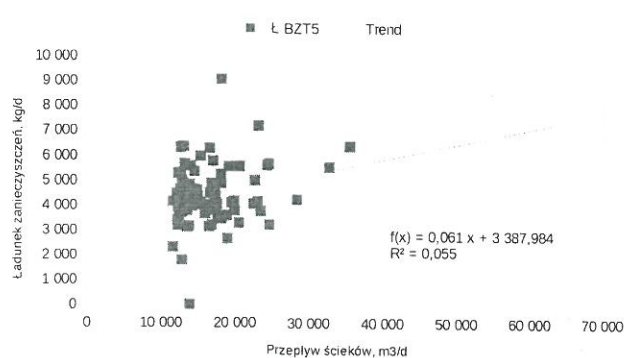
Wykres 20: Średnie miesięczne wartości ładunku zawiesiny ogólnej

## 5.4.2 Przebiegi czasowe ładunków wraz ze sprawdzeniem zależności ładunku od przepływu

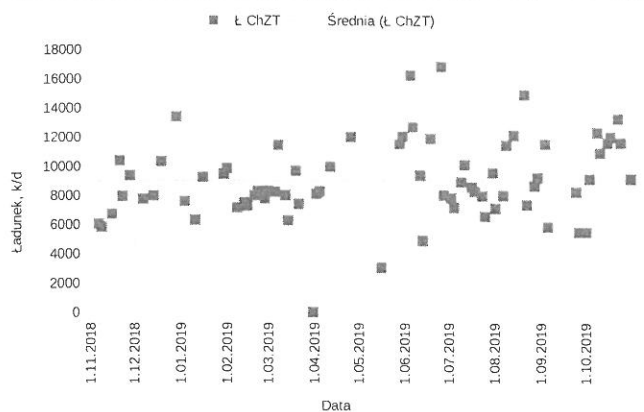
Na poniższych wykresach zaznaczono wyniki obliczeń ładunków jako funkcja czasu oraz jako funkcja intensywności przepływu ścieków. Niska wartość  $R^2$  (mniejsza od 0,7) sygnalizuje b. słabą zależność - tak jest we wszystkich przypadkach. W związku z brakiem konkretnej zależności ładunków od przepływu nie ma konieczności podzielenia pomiarów na poszczególne przypadki obciążenia.



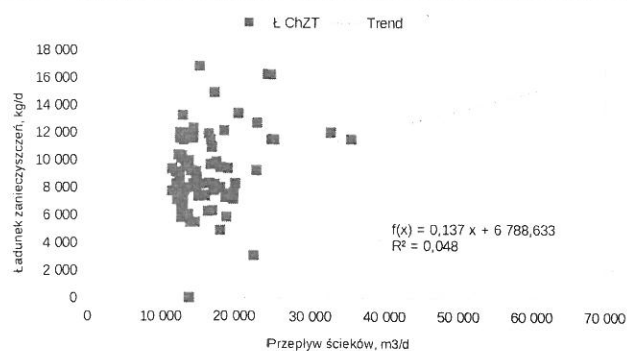
Wykres 21: Ładunek BZT<sub>5</sub> w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31



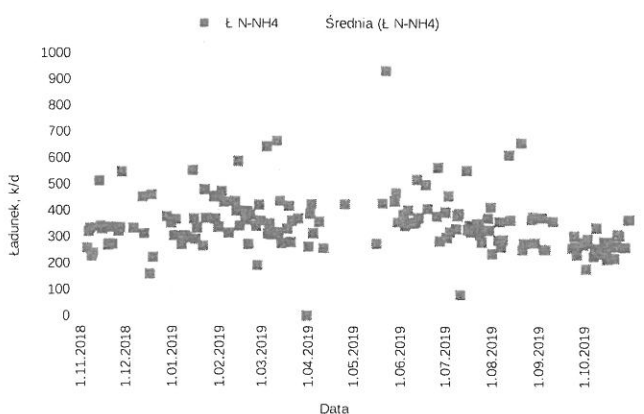
Wykres 22: Zależność ładunku BZT<sub>5</sub> od przepływu ścieków.



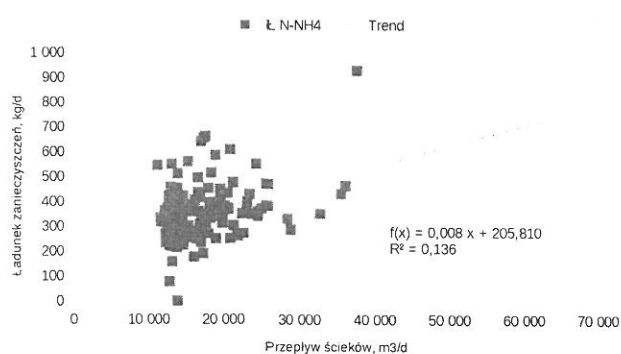
Wykres 23: Ładunek ChZT w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31



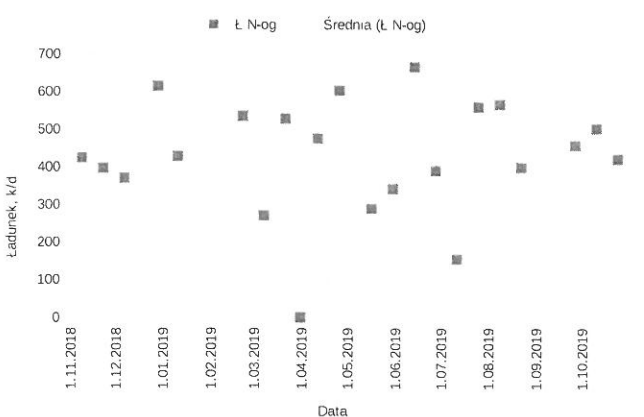
Wykres 24: Zależność ładunku ChZT od przepływu ścieków.



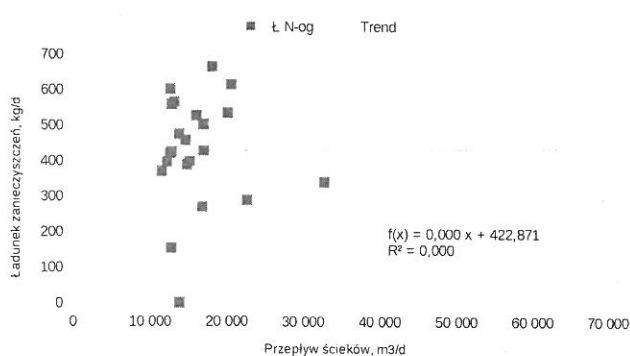
Wykres 25: Ładunek azotu amonowego w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31



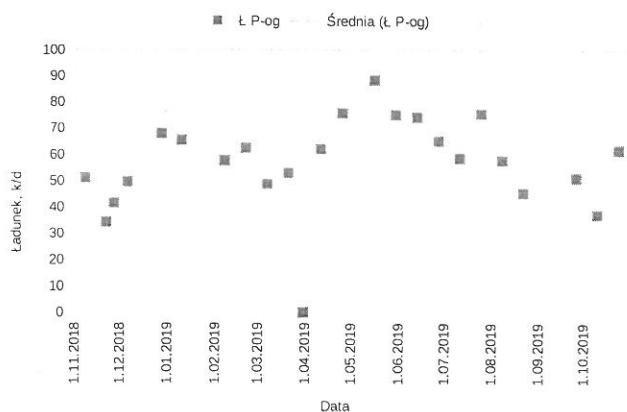
Wykres 26: Zależność ładunku azotu amonowego od przepływu ścieków.



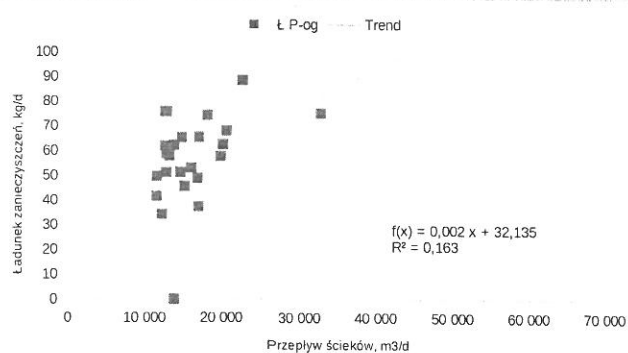
Wykres 27: Ładunek azotu ogólnego w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31



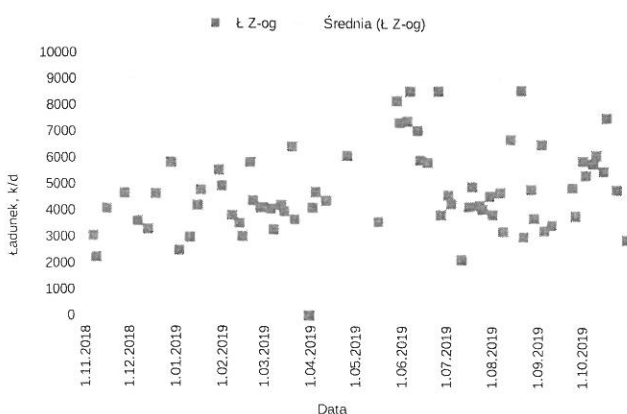
Wykres 28: Zależność ładunku azotu ogólnego od przepływu ścieków.



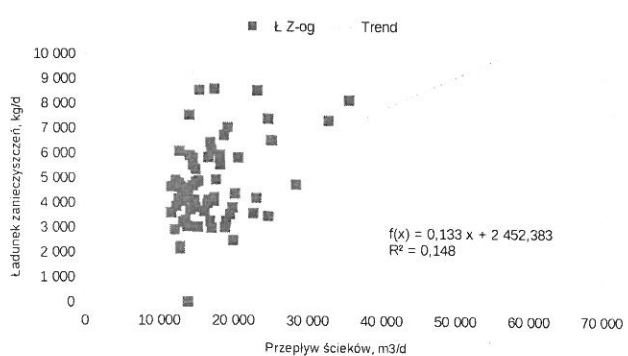
Wykres 29: Ładunek fosforu ogólnego w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31



Wykres 30: Zależność ładunku fosforu ogólnego od przepływu ścieków.

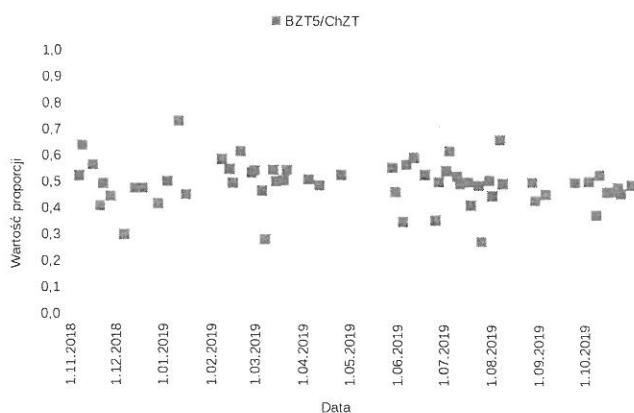


Wykres 31: Ładunek zawiesiny ogólnej w okresie pomiarowym od 2018-11-01 do 2019-10-31

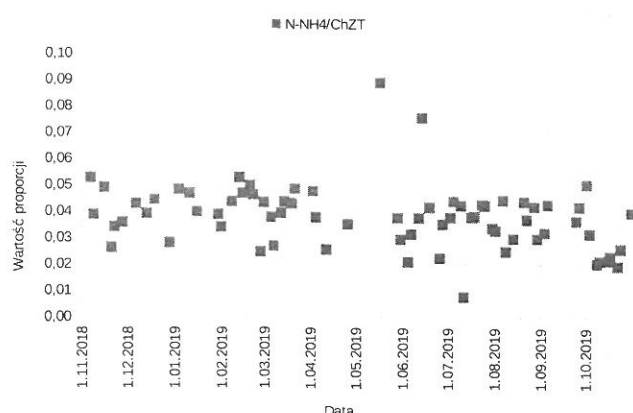


Wykres 32: Zależność ładunku zawiesiny ogólnej od przepływu ścieków.

## 5.5 Wykresy proporcji między poszczególnymi wskaźnikami zanieczyszczeń a wartością ChZT (ścieki surowe)

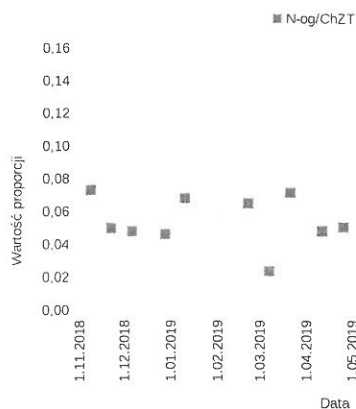
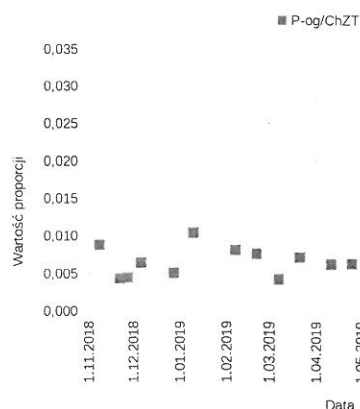
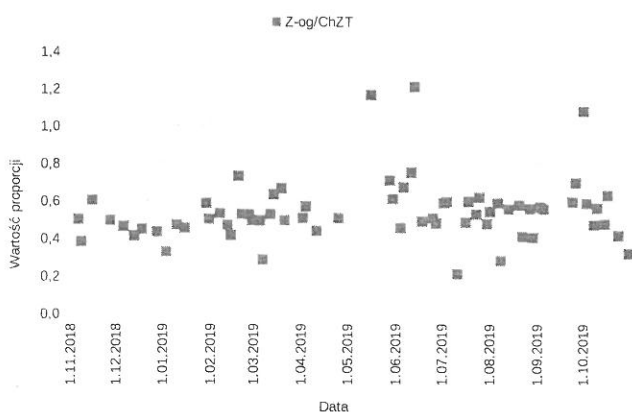


Wykres 33: Proporcja BZT5/ChZT



Wykres 34: Proporcja N-NH4/ChZT



Wykres 35: Proporcja  $N_{og}/ChZT$ Wykres 36: Proporcja  $P_{og}/ChZT$ Wykres 37: Proporcja  $Z_{og}/ChZT$ 

## 5.6 Obliczenia technologiczne reaktorów

Obliczenia zostały wykonane dla dwóch temperatur:

- 10 st C: temperatura do obliczeń warunków nityfikacji, w tej temperaturze jest największy przyrost osadu,
- 20 st C: temperatura do obliczeń warunków napowietrzania

W opracowaniu docelowo będą także obliczenia dla temperatury granicznej 12 st C, poniżej tej temperatury nie ma obowiązku usuwania azotu.

Tabela 19: Obliczenia technologiczne reaktorów

Parametr	Obciążenie średnie		85 percentyl ładunków		Jednostka
	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	
Dane bilansowe					
Ilość ścieków, RLM, temperatura					
Dobowa ilość ścieków surowych	20863,4	20863,4	20863,4	20863,4	m³/d
Maksymalny godzinowy przepływ ścieków (pogoda sucha)	880,0	880,0	880,0	880,0	m³/h
RLM	73517	73517	97233	97233	-
Temperatura prowadzenia procesu	10,0	20,0	10,0	20,0	st C
Temperatura do obliczeń napowietrzania	10,0	20,0	10,0	20,0	st C
Ładunki jednostkowe (w przeliczeniu na 1 M)					
BZT <sub>5</sub>	60,0	60,0	60,0	60,0	g/(M*d)
Zawiesina ogólna	63,7	63,7	63,7	63,7	g/(M*d)
Azot ogólny	5,8	5,8	5,8	5,8	g/(M*d)

Parametr	Obciążenie średnie		85 percentyl ładunków		Jednostka
	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	g/(M*d)
Azot ogólny Kjeldahla	5,8	5,8	5,8	5,8	g/(M*d)
Fosfor ogólny	0,8	0,8	0,8	0,8	g/(M*d)
Ładunki w dopływie do oczyszczalni					
BZT <sub>5</sub>	4411,0	4411,0	5834,0	5834,0	kg/d
Zawiesina ogólna	4685,1	4685,1	6196,6	6196,6	kg/d
Azot ogólny	426,1	426,1	563,5	563,5	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	426,1	426,1	563,5	563,5	kg/d
Fosfor ogólny	56,7	56,7	75,1	75,1	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do oczyszczalni					
BZT <sub>5</sub>	211,4	211,4	279,6	279,6	g/m <sup>3</sup>
Zawiesina ogólna	224,6	224,6	297,0	297,0	g/m <sup>3</sup>
Azot ogólny	20,4	20,4	27,0	27,0	g/m <sup>3</sup>
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	g/m <sup>3</sup>
Azot ogólny Kjeldahla	20,4	20,4	27,0	27,0	g/m <sup>3</sup>
Fosfor ogólny	2,7	2,7	3,6	3,6	g/m <sup>3</sup>
Ładunek w odciekach jako procent ładunku w ściekach dopływających					
BZT <sub>5</sub>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	%
Zawiesina ogólna	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	%
Azot ogólny	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	%
Azot amonowy	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	%
Azot azotanowy	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	%
Azot ogólny Kjeldahla	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	%
Fosfor ogólny	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	%
Usunięcie w osadniku wstępnym					
BZT <sub>5</sub>	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	%
Zawiesina ogólna	64,0%	64,0%	64,0%	64,0%	%
Azot ogólny	16,0%	16,0%	8,0%	8,0%	%
Fosfor ogólny	16,0%	16,0%	8,0%	8,0%	%
Ładunki usunięte w osadniku wstępnym					
BZT <sub>5</sub>	2205,5	2205,5	2917,0	2917,0	kg/d
Zawiesina ogólna	3298,3	3298,3	4362,4	4362,4	kg/d
Azot ogólny	78,4	78,4	51,8	51,8	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	78,4	78,4	51,8	51,8	kg/d
Fosfor ogólny	10,0	10,0	6,6	6,6	kg/d
Ładunki w ściekach z osadnika wstępnego					
BZT <sub>5</sub>	2205,5	2205,5	2917,0	2917,0	kg/d
Zawiesina ogólna	1855,3	1855,3	2453,9	2453,9	kg/d
Azot ogólny	411,6	411,6	596,2	596,2	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	411,6	411,6	596,2	596,2	kg/d
Fosfor ogólny	52,4	52,4	76,0	76,0	kg/d
Ładunki całkowite w dopływie do reaktorów					

Parametr	Obciążenie średnie		85 percentyl ładunków		Jednostka
	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	
BZT <sub>5</sub>	2205,5	2205,5	2917,0	2917,0	kg/d
Zawiesina ogólna	1855,3	1855,3	2453,9	2453,9	kg/d
Azot ogólny	411,6	411,6	596,2	596,2	kg/d
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	kg/d
Azot ogólny Kjeldahla	411,6	411,6	596,2	596,2	kg/d
Fosfor ogólny	52,4	52,4	76,0	76,0	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów					
BZT <sub>5</sub>	105,7	105,7	139,8	139,8	g/m <sup>3</sup>
Zawiesina ogólna	88,9	88,9	117,6	117,6	g/m <sup>3</sup>
Azot ogólny	19,7	19,7	28,6	28,6	g/m <sup>3</sup>
Azot azotanowy	0,0	0,0	0,0	0,0	g/m <sup>3</sup>
Azot ogólny Kjeldahla	19,7	19,7	28,6	28,6	g/m <sup>3</sup>
Fosfor ogólny	2,5	2,5	3,6	3,6	g/m <sup>3</sup>
Reaktory biologiczne					
Wymiary reaktorów					
Defosfatacja					
Defosfatacja, ilość	4	4	4	4	szt
Fizyczna objętość defosfatacji	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	m <sup>3</sup>
Defosfatacja, objętość obliczeniowa całkowita (4 szt)	1163,64	1200,00	1163,64	1200,00	m <sup>3</sup>
Denitryfikacja					
Denitryfikacja, ilość	4	4	4	4	szt
Fizyczna objętość denitryfikacji	2548,00	2548,00	2548,00	2548,00	m <sup>3</sup>
Procent denitryfikacji przeznaczony na nitryfikację	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%	%
Denitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (4 szt)	2584,36	2548,00	1310,36	2548,00	m <sup>3</sup>
Zewnętrzne źródło węgla organicznego	0,00	0,00	0,00	0,00	BZT, g/m <sup>3</sup>
Nitryfikacja					
Nitryfikacja, głębokość	3,90	3,90	3,90	3,90	m
Nitryfikacja, ilość	4	4	4	4	szt
Fizyczna objętość nitryfikacji	4626,00	4626,00	4626,00	4626,00	m <sup>3</sup>
Procent nitryfikacji przeznaczony na denitryfikację (fazowanie napowietrzania)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	%
Nitryfikacja, objętość obliczeniowa całkowita (4 szt)	4626,00	4626,00	5900,00	4626,00	m <sup>3</sup>
Całkowita objętość reaktora					
Całkowita objętość reaktora	8374,00	8374,00	8374,00	8374,00	m <sup>3</sup>
Stężenie osadu i recyrkulacja					
Stężenie osadu czynnego w reaktorach	4,40	3,50	4,40	3,50	g/m <sup>3</sup>
Maks. stopień recyrkulacji zewnętrznej	65,0%	45,0%	65,0%	45,0%	%
Ładunki zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych					
Ładunek BZT <sub>5</sub> (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	2205,50	2205,50	2917,00	2917,00	kg/d
Ładunek zawiesiny ogólnej	1855,30	1855,30	2453,85	2453,85	kg/d
Ładunek azotu Kjeldahla	411,61	411,61	596,18	596,18	kg/d
Ładunek fosforu ogólnego	52,39	52,39	76,00	76,00	kg/d
Średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie do reaktorów biologicznych					
BZT <sub>5</sub> całkowite (z uwzględnieniem ew. dodatkowego węgla organ. dla denitryfikacji)	105,71	105,71	139,81	139,81	g/m <sup>3</sup>
W tym zewnętrzne źródło węgla organicznego	0,00	0,00	0,00	0,00	BZT, g/m <sup>3</sup>
Zawiesina ogólna	88,93	88,93	117,62	117,62	g/m <sup>3</sup>

Parametr	Obciążenie średnie		85 percentyl ładunków		Jednostka
	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	
Azot ogólny	19,73	19,73	28,58	28,58	g/m <sup>3</sup>
Fosfor ogólny	2,51	2,51	3,64	3,64	g/m <sup>3</sup>
Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych BZT <sub>5</sub>	25,06	14,83	25,06	14,83	g/m <sup>3</sup>
Zawiesina ogólna	33,44	16,38	33,44	16,38	g/m <sup>3</sup>
Azot ogólny	15,00	15,00	15,00	15,00	g/m <sup>3</sup>
Fosfor ogólny	2,00	2,00	2,00	2,00	g/m <sup>3</sup>
Azot organiczny	2,00	2,00	2,00	2,00	g/m <sup>3</sup>
Azot amonowy	0,00	0,00	0,00	0,00	g/m <sup>3</sup>
Azot azotanowy	13,00	13,00	13,00	13,00	g/m <sup>3</sup>
Usuwanie azotu i tlenowy wiek osadu					
Stężenie azotu ogólnego dopływającego do reaktora	19,73	19,73	28,58	28,58	g/m <sup>3</sup>
Azot organiczny związany w biomase	4,76	4,76	6,29	6,29	g/m <sup>3</sup>
Azot do nityfikacji	12,97	12,97	20,28	20,28	g/m <sup>3</sup>
Azot do denitryfikacji w głównym ciągu	0,00	0,00	7,28	7,28	g/m <sup>3</sup>
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa SF dla procesu nityfikacji	1,57	1,57	1,46	1,46	-
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nityfikacji	8,69	3,26	8,12	3,04	d
Założony obliczeniowy ogólny wiek osadu WO	20,12	17,23	14,10	12,29	d
Wymagany udział obj. denitryfikacji w nitr.+denitr.	0,02	0,02	0,05	0,05	-
Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa dla procesu nityfikacji	2,51	5,76	2,14	4,11	-
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu zw. węgla					
Współczynnik oddychania endogennego, zależny od temperatury	0,71	1,42	0,71	1,42	-
Przyrost osadu z rozkładu związków węgla	1831,38	1701,12	2559,73	2352,07	kg sm/d
Jednostkowy przyrost osadu z rozkładu związków węgla	0,83	0,77	0,88	0,81	kg sm/kg BZT <sub>5</sub>
Obciążenie substratowe osadu czynnego					
Obciążenie substratowe osadu czynnego	0,06	0,08	0,08	0,10	kg BZT <sub>5</sub> /kg sm d
Wymagana pojemność reaktorów biologicznych					
Wymagana objętość reaktorów, całkowita	8374,00	8374,00	8374,00	8374,00	m <sup>3</sup>
Przyjęta objętość reaktorów, całkowita	8374,00	8374,00	8374,00	8374,00	m <sup>3</sup>
Wymagana objętość komory denitryfikacji dla NO <sub>3</sub> w odpływie = 13 g/m <sup>3</sup>	111,68	111,12	372,25	370,37	m <sup>3</sup>
Przyjęta objętość komory denitryfikacji	2584,36	2548,00	1310,36	2548,00	m <sup>3</sup>
Stopień recyrkulacji wewnętrznej					
Stężenie azotu NH <sub>4</sub> w ściekach podawanych do komory nityfikacji	12,97	12,97	20,28	20,28	g/m <sup>3</sup>
Wymagany stopień recyrkulacji całkowitej ze względu na usuwanie azotu	0,00	0,00	0,56	0,56	-
Przyjęty stopień recyrkulacji całkowitej	0,65	0,45	0,65	0,56	-
Maksymalna, możliwa do uzyskania sprawność denitryfikacji	39,4%	31,0%	39,4%	35,9%	%
Wymagany stopień recyrkulacji wewnętrznej	0,0%	0,0%	0,0%	11,0%	%
Wymagana wydajność pompy recyrkulacji wewnętrznej	0,00	0,00	0,00	95,88	m <sup>3</sup> /h

Parametr	Obciążenie średnie		85 percentyl ładunków		Jednostka
	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	Wartość dla 10 st C	Wartość dla 20 st C	
Usuwanie fosforu					
Zalecany czas zatrzymania w defosfatacji	0,50	0,50	0,50	0,50	h
Zalecana objętość komory defosfatacji	726,00	638,00	726,00	638,00	m <sup>3</sup>
Przyjęta objętość komory defosfatacji	1163,64	1200,00	1163,64	1200,00	m <sup>3</sup>
Ilość fosforu wbudowywana w biomasę	1,06	1,06	1,40	1,40	g/m <sup>3</sup>
Ilość fosforu usuwana biologicznie	0,00	0,00	0,84	0,52	g/m <sup>3</sup>
Ilość fosforu do strącania chemicznego	0,00	0,00	0,00	0,00	g/m <sup>3</sup>
Dobowa ilość osadu chemicznego	0,00	0,00	0,00	0,00	kg/d
Przyrost osadu i uzyskany wiek osadu					
Całkowity przyrost osadu związany z usuwaniem fosforu	0,00	0,00	52,84	32,53	kg sm/d
Przyrost osadu, całkowity, z uwzględnieniem usuwania fosforu	1831,38	1701,12	2612,57	2384,61	kg sm / d
Obliczony tlenowy wiek osadu	11,11	9,52	9,94	6,79	d
Wymagany tlenowy wiek osadu dla procesu nityfikacji	8,69	3,26	8,12	3,04	d
Obliczony całkowity wiek osadu	20,12	17,23	14,10	12,29	d
Zapotrzebowanie na tlen					
Zapotrzebowanie na tlen w procesach biodegradacji zw. węgla	2611,43	2803,00	3251,65	3557,03	kg O <sub>2</sub> / d
Zużycie tlenu w procesie nityfikacji	1163,74	1163,74	1819,72	1819,72	kg O <sub>2</sub> / d
Odzysk tlenu w procesie denityfikacji	0,00	0,00	440,70	440,70	kg O <sub>2</sub> / d
Maksymalne godzinowe zużycie tlenu (OVh)	172,37	185,01	234,03	254,32	kg O <sub>2</sub> / h
Wymagana maks. wydajność dmuchaw					
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	172,37	185,01	234,03	254,32	kg O <sub>2</sub> /h
Temperatura prowadzenia procesu	10,00	20,00	10,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	3,90	3,90	3,90	3,90	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	3,65	3,65	3,65	3,65	m
Wymagane stężenie tlenu w komorze	2,00	2,00	2,00	2,00	mg O <sub>2</sub> /L
Standardowe nasycenie tlenem	11,33	9,16	11,33	9,16	mg O <sub>2</sub> /L
Stężenie nasycenia tlenem obliczeniowe dla głębokości wprowadzenia tlenu = 3,65m	13,33	10,78	13,33	10,78	mg O <sub>2</sub> /L
α*OC - Wymagana ilość tlenu dla T=20 st C, p=1013 hPa	202,79	227,16	275,34	312,25	kg/h
Zawartość tlenu w powietrzu	278,00	278,00	278,00	278,00	g O <sub>2</sub> / m <sup>3</sup>
Sprawność napowietrzania dla ścieków z uwzględnieniem stopnia zużycia dyfuzorów	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	% / m
Sprawność napowietrzania	18,07	18,07	18,07	18,07	(gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> pow) / 1m głębokość i
Sprawność napowietrzania dla głębokości H = 3,65m	65,96	65,96	65,96	65,96	(gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> pow) / 3,65 m głębokość i
Współczynnik zmniejszający woda / ścieki	0,70	0,70	0,70	0,70	-
Maksymalna wydajność dmuchaw dla maks. godzinowego zużycia tlenu	4418,85	4920,14	5999,58	6763,28	Nm <sup>3</sup> /h
Średnia wydajność dmuchaw					
Godzinowe zapotrzebowanie tlenu	157,30	165,28	192,94	205,67	kg O <sub>2</sub> /h
Temperatura prowadzenia procesu	10,00	20,00	10,00	20,00	st C
Głębokość reaktora	3,90	3,90	3,90	3,90	m
Głębokość wprowadzenia tlenu	3,65	3,65	3,65	3,65	m