

Envirotech – sp. z o.o., ul. Jana Kochanowskiego 7, 60-845 Poznań

Tel. 61 657 02 70, fax. 61 657 02 71

e-mail: office@envirotech.com.pl, www.envirotech.com.pl

ZLECENIODAWCA

„Zakład Wodociągów i Kanalizacji – Sochaczew” Sp. z o.o.

ul. Rozłazłowska 7

96-500 Sochaczew

OBIEKT:

Miejska Oczyszczalnia Ścieków w miejscowości Sochaczew

działka o nr ew. 2/1 , 2/2, 3/1obręb ew. Sochaczew Centrum w jednostce ew. miasto Sochaczew

TEMAT:

„Modernizacja Miejskiej Oczyszczalni Ścieków w miejscowości Sochaczew”

STADIUM:

**ANALIZA TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNA PRACY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W SOCHACZEWIE –
KONCEPCJA MODERNIZACJI OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW**

BRANŻA:

-

ZESPÓŁ AUTORSKI:

IMIĘ I NAZWISKO

PODPIS:

dr Eugeniusz Klaczyński

mgr inż. Martyna Topoła

Grudzień 2025 r.

PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	5
I. WSTĘP	6
II. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW	26
2.1 KOMORA ZASUW OB. NR 1	28
2.2 BUDYNEK KRAT OB. NR 2.....	28
2.3 PIASKOWNIK OB. NR 3	34
2.4 POMPOWIA OB. NR 4.....	39
2.5 REAKTOR BIOLOGICZNY OB. NR 5A I 5B	39
2.6 OSADNIKI WTÓRNE OB. NR 6A I 6B	45
2.7 BUDYNEK DMUCHAW OB. NR 7.....	46
2.8 POMPOWIA OSADU OB. NR 8.....	48
2.9 POMPOWIA CZĘŚCI PŁYWAJĄCYCH OB. NR 12.....	49
2.10 POMPOWIA WODY PRZEMYSŁOWEJ OB. NR 13	49
2.11 ZBIORNIK PIX OB. NR 15	50
2.12 KANAŁ ODPLYWOWY I ZWĘŻKA POMIAROWA OB. NR 19	50
2.13 BUDYNEK ODWADNIANIA OSADU OB. NR 11 I 11A	51
2.14 ZBIORNIK WAPNA OB. NR 10	55
2.15 WIATA Z PLACEM SKŁADOWANIA OSADU OB. NR 20.....	55
2.16 PUNKT ZLEWNY OB. NR 16	55
2.17 DANE O PRODUKOWANYCH W OCZYSZCZALNI ODPADACH	55
III. BILANS ILOŚCI I JAKOŚCI ŚCIEKÓW.....	58
IV. ANALIZA PROGNOZ DEMOGRAFICZNYCH GMINY SOCHACZEW, ILOŚCI ORAZ JAKOŚCI ŚCIEKÓW DOPŁYWAJĄCYCH DO KOMUNALNEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W SOCHACZEWIE, ZMIAN ZWIĄZANYCH Z WDROŻENIEM NOWEJ DYREKTYWY ŚCIEKOWEJ I ZAGOSPODAROWANIA OSADÓW W UNII EUROPEJSKIEJ	79
4.1 ANALIZA PROGNOZ DEMOGRAFICZNYCH	79
4.2 PROGNOZOWANA ILOŚĆ I JAKOŚĆ ŚCIEKÓW DOPROWADZANYCH DO OCZYSZCZALNI	89
4.3 WDROŻENIE NOWEJ DYREKTYWY ŚCIEKOWEJ	95
4.4 UREGULOWANIA GOSPODARKI OSADOWEJ W UNII EUROPEJSKIEJ	99
V. OPTYMALIZACJA TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNEJ PRACY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W SOCHACZEWIE	101
5.1 WSTĘP	101
5.2 ILOŚĆ I JAKOŚĆ ŚCIEKÓW DOPŁYWAJĄCYCH I ODPLYWAJĄCYCH Z OCZYSZCZALNI	101
5.2.1 Ilość ścieków dopływających i odpływających z oczyszczalni	102
5.2.2 Jakość ścieków dopływających do oczyszczalni.....	104
5.2.3 Podsumowanie w zakresie ilości i jakości ścieków dopływających do oczyszczalni. Zakładane parametry wynikające z prognozy demograficznej do 2043 roku.....	107
5.3 CZĘŚĆ MECHANICZNA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW	110
5.4 CZĘŚĆ BIOLOGICZNA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW	123
5.4.1 Nadzórny system sterowania procesami biologicznymi.....	141
5.4.2 Podsumowanie pracy części biologicznej.....	163
5.5 CZĘŚĆ OSADOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW	168
5.6 OPTYMALIZACJA PRACY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW - PODSUMOWANIE	175
VI. GOSPODARKA OSADOWA KOMUNALNEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W SOCHACZEWIE	180

6.1	WSTĘP	180
6.2	ZAŁOŻENIA ILOŚCI OSADÓW ŚCIEKOWYCH PRZEWIDYWANYCH DO STABILIZACJI	188
6.3	WAPNOWANIE OSADU I PRZETWARZANIE W PRODUKT	191
6.4	KOMPOSTOWANIE OSADU	201
6.4.1	<i>Klasyczna kompostownia.....</i>	<i>201</i>
6.4.2	<i>Technologia kompostowania z wykorzystaniem półprzepuszczalnych membran</i>	<i>205</i>
6.4.3	<i>Technologia kompostowania z wykorzystaniem bębnow kompostujących.....</i>	<i>210</i>
6.5	AUTOTERMICZNA STABILIZACJA TLENOWA – PASTERYZACJA OSADU (ATSO)	215
6.6	FERMENTACJA BEZTLENOWA Z PRODUKCJĄ BIOGAZU	222
6.7	KOMORA TLENOWEJ STABILIZACJI OSADU - KTSO	244
6.8	SUSZARNIA SŁONECZNA OSADU	246
VII. BILANS ENERGETYCZNY WRAZ Z UWZGLĘDNIENIEM NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH ORAZ EKSPLOATACYJNYCH DLA ZAPROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ.....		256
7.1	BILANS ENERGETYCZNY	256
7.2	PORÓWNANIE KOSZTÓW EKSPLOATACYJNYCH ORAZ INWESTYCYJNYCH	262
VIII. WNIOSKI OGÓLNE		266
8.1.	WNIOSEK 1	266
8.2.	WNIOSEK 2	266
8.3.	WNIOSEK 3	267
8.4.	WNIOSEK 4	268
8.5.	WNIOSEK 5	268
8.6.	WNIOSEK 6	270
8.7.	WNIOSEK 7	271
8.8.	WNIOSEK 8	274
8.9.	WNIOSEK 9	277
8.10.	WNIOSEK 10	278
8.11.	WNIOSEK 11	279
8.12.	WNIOSEK 12	283
8.13.	WNIOSEK 13	284
ZAŁĄCZNIKI		286
SPIS RYSUNKÓW		288

Przedmiot opracowania

Przedmiotem jest opracowanie dokumentu o charakterze studyjnym „Analiza techniczno-technologiczna pracy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – koncepcja modernizacji oczyszczalni ścieków” w zakresie poprawy skuteczności działania, z maksymalnym wykorzystaniem istniejącej infrastruktury technicznej, z uwzględnieniem perspektywy wzrostu ilości ścieków w zlewni w ciągu następnych dziesięciu lat (na podstawie dostępnych informacji) oraz wskazanie kierunków działań, które w przyszłości muszą być podjęte w związku zatwierdzeniem przez Radę Unii Europejskiej w dniu 5 listopada 2024 roku zmienionej dyrektywy oczyszczania ścieków komunalnych, będzie podstawą dla dalszego rozwoju instalacji. Dokumentacja zostanie opracowana na podstawie i w zakresie opisanym w umowie z dnia 30 września 2025r. pomiędzy **ZWiK - Sochaczew Sp. z o. o. ul. Rozłazłowska 7, 96-500 Sochaczew**, a firmą **Envirotech sp. z o.o. z siedzibą w Poznaniu**, przy ulicy Jana Kochanowskiego 7, 60-845 Poznań.

I. Wstęp

Sochaczew jest miastem leżącym w centralnej Polsce, w województwie mazowieckim, w powiecie sochaczewskim. Miasto usytuowane w zachodniej części województwa, położone jest w pobliżu trzech większych aglomeracji: Warszawy, Płocka i Łodzi. Siedzibą gminy miejskiej i powiatu sochaczewskiego jest miasto Sochaczew. Miasto graniczy z gminami: Sochaczew (gmina wiejska), Nowa Sucha, Brochów.

Powierzchnia **gminy miejskiej** to 26,2 km², co stanowi 3,56 % powierzchni powiatu (735 km²). Gęstość zaludnienia gminy wynosi 1 271,9 osoby/km² i jest znacznie wyższa od średniej dla obszaru województwa (151 osób/km²). Gminę zamieszkuje 33 310 mieszkańców, co stanowi 40,1 % ludności powiatu, która wynosi 83 057 mieszkańców. W latach 1995 -2024 liczba mieszkańców gminy miejskiej zmalała o około 16,1 %.

Powierzchnia **gminy wiejskiej** to 91,4 km², co stanowi 12,44 % powierzchni powiatu (735 km²). Gęstość zaludnienia gminy wynosi 130 osoby/km² i jest niższa od średniej dla obszaru województwa (151 osób/km²). Gminę zamieszkuje 12 009 mieszkańców, co stanowi 14,5 % ludności powiatu, która wynosi 83 057 mieszkańców. W latach 1995 - 2024 liczba mieszkańców gminy wiejskiej wzrosła o około 32,9 %.

Według danych GUS za rok 2024 średni wiek mieszkańców miasta Sochaczew (gmina miejska) wynosił 43,7 lat i jest nieznacznie większy od średniego wieku mieszkańców województwa mazowieckiego (41,9 lat) oraz porównywalny do średniego wieku mieszkańców Polski (42,7 lat). Natomiast średni wiek mieszkańców gminy wiejskiej wynosił 38,9 lat i jest niższy od przywołanych wyżej wartości. Gmina miejska ma ujemny przyrost naturalny wynoszący -131 w 2024 roku. Odpowiada to przyrostowi naturalnemu -3,90 na 1000 mieszkańców Sochaczewa. Gmina wiejska ma ujemny przyrost naturalny wynoszący -6. Odpowiada to przyrostowi naturalnemu -0,50 na 1000 mieszkańców gminy Sochaczew.

Gmina wiejska Sochaczew jest jedną z ośmiu gmin powiatu sochaczewskiego. Gmina graniczy z miastem Sochaczew i gminami wiejskimi: Teresin, Nowa Sucha, Rybno, Młodzieszyn, Brochów i Kampinos. Obszar miasta Sochaczew dzieli terytorium gminy wiejskiej Sochaczew na dwie części: zachodnią o powierzchni około 3 tys. ha oraz wschodnią o powierzchni około 6 tys. ha.

W skład gminy wiejskiej Sochaczew wchodzić wsie: Altanka, Andrzejów Duranowski, Antoniew, Bielice, Bogdaniec, Bronisławy, Chodakówek, Chrzczany, Czerwonka-Parcel, Czyste, Dachowa, Dzieglewo, Feliksów, Gawłów, Halinów Żdżarowski, Janaszówek, Janówek Duranowski, Jeżówka, Karwowo, Kaźmierów, Kożuszki-Kolonia, Kożuszki-Parcel, Kuznocin, Kąty, Lubiejew, Mokas, Nowe Mostki, Orły-Cesin, Pilawice, Rozlazłów, Sielice, Sielice-Kolonia, Sochaczew-Wieś, Stare Kąty, Wojtówka, Wyczółki, Wymysłów, Władysławów, Zosin, Żdżarów, Żelazowa Wola, Żuków.

Sochaczew położony jest nad rzekami Bzurą, Utratą i Pisią. Miasto pełni funkcję ważnego węzła komunikacyjnego. Głównymi trasami zlokalizowanymi w pobliżu miasta, zapewniającymi dogodnie połączenia drogowe z pobliskimi aglomeracjami, są drogi krajowe nr 50 i 92 oraz drogi wojewódzkie nr 580 i 705. Miasto Sochaczew w ramach sieci transportowej kraju i województwa mazowieckiego położone jest w okolicy krajowego transportowego Korytarza W: Warszawa – Poznań – Berlin, oraz na połączeniu obwodowym wokół Warszawy, które tworzą istniejące drogi krajowe nr 50 i 62, postulowana autostradowa obwodnica Warszawy z powiązaniem z CPK oraz obwodnica kolejowa Warszawy przebiegająca liniami kolejowymi nr 10, 12 i 13.

Usytuowanie gminy wiejskiej w bliskości autostrady A2, Warszawy oraz szlaku kolejowego E 20 wchodzącego w skład transeuropejskiego korytarza transportowego relacji Wschód - Zachód, jest niewątpliwie mocną stroną gminy Sochaczew, co przekłada się na wzrost ożywienia gospodarczego oraz poziomu zatrudnienia.

Ponadto miasto Sochaczew ujęto w koncepcji budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego (CPK) jako element towarzyszący infrastruktury transportowej, przez obszar miasta projektowana jest jedna z linii kolejowych łączących CPK z Warszawą.

POŁOŻENIE I UKSZTAŁTOWANIE TERENU:

Powiat sochaczewski leży w środkowej Polsce w zachodniej części województwa mazowieckiego na Równinie Łowicko-Błońskiej. Swoistą oś symetrii stanowi rzeka Bzura przecinająca powiat z południa na północ. Północną granicę tworzy Wisła, a od wschodu powiat opiera się o Puszcę Kampinoską. Krajobraz powiatu sochaczewskiego ukształtował się podczas środkowopolskiego i bałtyckiego zlodowacenia. Ich pozostałością są doliny

rzeczne i pradoliny z wydrami śródlądowymi (w pasie od Młodzieszyna do Warszawy) oraz płaskie równiny denudacyjne.

Teren gminy w dominującej mierze wykorzystywany jest rolniczo, brak jest większych kompleksów leśnych, a elementem urozmaicającym równinny krajobraz są doliny rzeczne Bzury i jej dopływów - w części północno-wschodniej Utraty, a w części wschodnio-południowej Pisi.

Gmina Sochaczew zgodnie z podziałem fizyczno - geograficznym Polski położona jest w prowincji Niż Środkowoeuropejski, podprowincji Niziny Środkowopolskie, makroregionie Nizina Środkowomazowiecka, mezoregionie Równina Łowicko - Błońska, której zajmuje północny kraniec. Teren bezpośrednio graniczy z makroregionem Kotlina Warszawska, obejmującym rozszerzenie doliny Wisły, gdzie na wydmach i bagnach zachowała się Puszcza Kampinoska. Nizina Środkowomazowiecka, w której położona jest gmina Sochaczew, stanowi kotlinowate obniżenie charakteryzujące się zbiegiem dolin Wisły, Narwi, Bugu, Pilicy oraz Bzury. Charakterystyczna dla tego makroregionu jest mało urozmaicona rzeźba terenu. Rzeźba terenu gminy Sochaczew została ukształtowana w okresie czwartorzędowym. Cztery lądolody pozostawiły pokrywy gliniaste i wirowe. Równina Łowicko-Błońska, w której północnej części położona jest w gmina Sochaczew, jest najmłodsza i najgłębiej wciętą pradoliną Wisły. Równina ta jest jednym z najbardziej płaskich terenów w Polsce, pochyla się w kierunku Bzury.

WODY POWIERZCHNIOWE:

Główną rzeką przepływającą przez teren gminy Sochaczew jest Bzura, będąca lewym dopływem Wisły. Bzura jest regionalną bazą drenażu – od jej stanów uzależniony jest poziom wód powierzchniowych i podziemnych. Charakterystyczna dla Bzury szeroka dolina w okolicach Sochaczewa znacznie zwęża się, jest tu dość głęboka i ma stromo zarysowany prawy brzeg. Rzeką posiada kręty bieg z licznymi meandrami i starorzeczami.

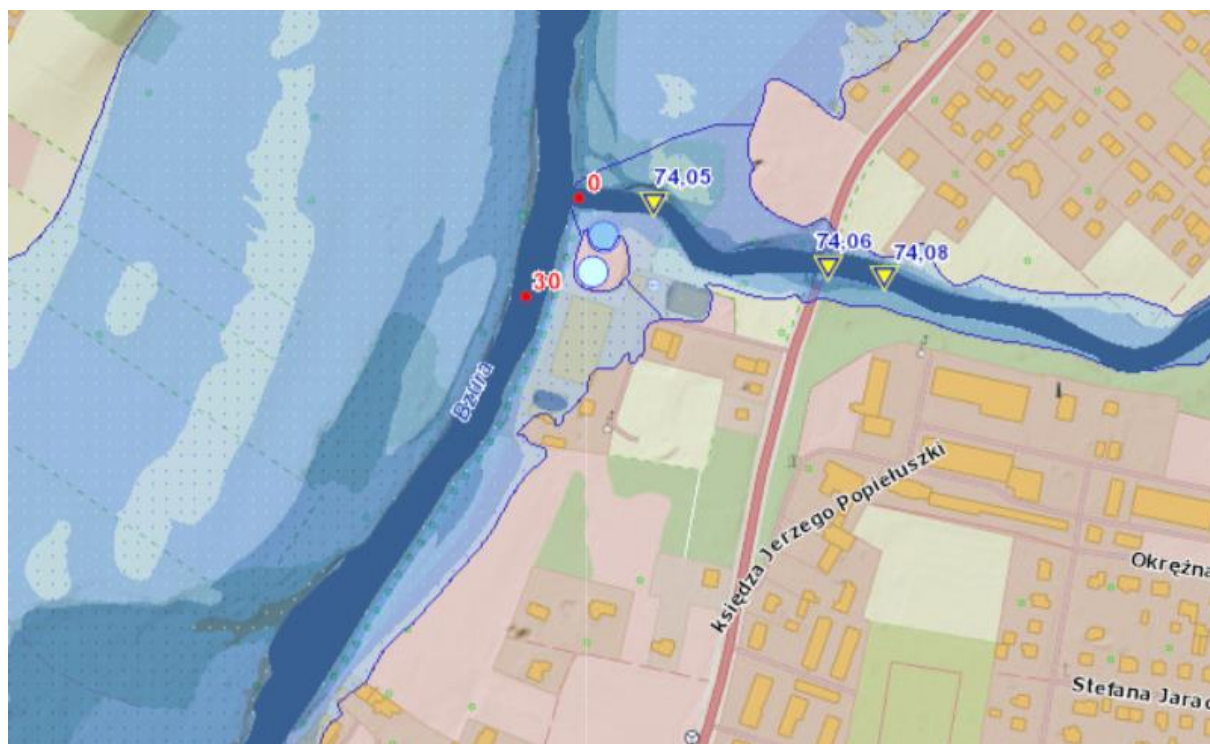
Największymi dopływami Bzury, znajdującymi się na terenie gminy są rzeki: Utrata i Pisia-Gągolina. Ponadto do Bzury spływa szereg mniejszych strumieni powiązanych gęstą siecią rowów melioracyjnych. Pisia-Gągolina jest prawobrzeżnym dopływem Bzury. Posiada ona charakter meandrowy, lokalnie uregulowany podczas prac melioracyjnych. Rzeką Utrata jest również prawobrzeżnym dopływem Bzury, jej źródła znajdują się w okolicach miejscowości

Żelichów, przepływa przez większe miejscowości, takie jak Pruszków i Józefów. Na odcinku od Żelazowej Woli do ujścia płynie korytem głęboko wciętym w teren (10-15m), powyżej jej dolina jest szeroka z licznymi towarzyszącymi jej podmokłymi łąkami. Wody Utraty są złej jakości, głównie z tego powodu że zlewnia jest silnie uprzemysłowiona i nie ma uregulowanej gospodarki wodno – ściekowej. Ponadto wody rzeki Utraty zbierają zanieczyszczenia pochodzące z aglomeracji warszawskiej.

W gminie Sochaczew występują również małe zbiorniki wodne oraz podmokłości występujące w dolinach Bzury, Pisi i Utraty.

Odbiornikiem ścieków (pochodzących z sieci kanalizacyjnej i zlewni miasta Sochaczew) odprowadzanych z komunalnej oczyszczalni zlokalizowanej w miejscowości Sochaczew jest rzeka Utrata, której długość wynosi 76,5 km a powierzchnia zlewni 792 km².

Oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie zlokalizowano na działce, która od zachodu bezpośrednio graniczy z rzeką Bzura, natomiast od północnej strony z rzeką Utrata. Część działki, na której wybudowano oczyszczalnię ścieków jest objęta terenem zagrożenia powodziowego.



Mapa 1. Mapa zagrożenia powodziowego 1% (1 na 100 lat)

WODY PODZIEMNE:

Na terenie gminy Sochaczew główny użytkowy poziom wodonośny znajduje się w utworach czwartorzędu. Cechy hydrogeologiczne systemu czwartorzędowego są następujące:

- wodnoprzewodność - $<100 \text{ m}^3/\text{d}$,
- głębokość występowania warstwy wodonośnej - ok. 15 m,
- wydajność potencjalnej studni - ok. $30 \text{ m}^3/\text{h}$,
- jakość wody średnia.

Występują również lokalne zanieczyszczenia wód podziemnych o jakości gorszej niż III klasa w okolicach miejscowości Kuznecin, Halinów – Antoniew, Kaźmierów – Sielice. Prawie cała zachodnia część gminy stanowi strefę alimentacyjną (zasobową) ujęć komunalnych i powinna być chroniona przed zanieczyszczeniem. Natomiast większość obszaru wschodniej części gminy stanowią izolowane poziomy z wodami dobrej i trwałej jakości, ale o ograniczonych zasobach. Poziomy wodonośne w północnej i południowej części gminy znajdują się w strefach możliwej ingresji wód solankowych i zanieczyszczonych.

Teren gminy znajduje się w granicach Głównego Zbiornika Wód Podziemnych: zbiornik znajduje się w utworach trzeciorzędu Nr 215A – Subniecka Warszawska (część centralna), o bardzo dużej waloryzacji wód podziemnych. Cechy hydrogeologiczne systemu trzeciorzędowego są następujące:

- wodnoprzewodność - $00\text{-}500 \text{ m}^3/\text{d}$,
- głębokość występowania warstwy wodonośnej - $>150 \text{ m}$,
- wydajność potencjalnej studni - do $120 \text{ m}^3/\text{h}$,
- jakość wody wysoka.

KLIMAT:

Klimat występujący na terenie gminy Sochaczew należy do obejmującej znaczną część kraju dzielnicy klimatycznej, nazwanej przez Romera dzielnicą klimatu Wielkich Dolin. Typ klimatyczny Wielkich Dolin występuje na terenach nizinnych, między innymi Mazowsza i Wielkopolski. Charakteryzuje się niewielkimi, najniższymi w Polsce, opadami ($450\text{-}500 \text{ mm}$). Jest to klimat łagodny, przyjazny dla rolnictwa pod względem długości okresu wegetacyjnego jednak w związku z małymi opadami zdarzają się często niedobory wody. W ramach tego typu klimatu występuje niewielkie, terytorialne zróżnicowanie temperatur -

część zachodnia Krainy Wielkich Dolin jest znacznie cieplejsza od części wschodniej. Według rolniczo-klimatycznej rejonizacji Polski obszar gminy leży w zasięgu dzielnicy środkowej.

GOSPODARKA WODNO-ŚCIEKOWA:

Na terenie miasta Sochaczew znajduje się jedna aglomeracja, która funkcjonuje z wykorzystaniem oczyszczalni ścieków komunalnych:

- Aglomeracja Miasto Sochaczew o równoważnej liczbie mieszkańców (RLM) wynoszącej **32 255** z oczyszczalnią ścieków w Sochaczewie.

W 2024 roku przeprowadzono weryfikację granic i obszaru aglomeracji pod kątem spełnienia:

- warunku I Dyrektywy „ściekowej” tj. osiągnięcia współczynnika skanalizowania,
- warunku III Dyrektywy „ściekowej” tj. osiągnięcia przez przydomowe oczyszczalnie ścieków, zlokalizowane na obszarze aglomeracji poziomego oczyszczania ścieków, wymaganego przepisami prawa dla aglomeracji.

W zmienionej aglomeracji – **Uchwała nr XVII/140/25 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 12 września 2025 r. zmieniająca uchwałę nr XX/212/21 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 10 lutego 2021 r. w sprawie wyznaczenia obszaru i granic aglomeracji Sochaczew** - zakłada się, że z kanalizacji sanitarnej korzysta 30 921 równoważnych mieszkańców i 209 osób czasowo przebywających na terenie aglomeracji, a 383 osoby równoważne wynikają z dobowego ładunku ścieków odprowadzanych przez zakłady pracy korzystające z istniejącej sieci kanalizacyjnej. Liczba mieszkańców korzystających ze zbiorników bezodpływowych wynosi 742 osoby równoważne. W związku ze zmianą uchwały poziom skanalizowania aglomeracji Sochaczew zwiększył się do 97,7 %. Po wybudowaniu około 1,5 km kanalizacji sanitarnej zwiększy się liczba osób korzystających z sieci o 180 osób, a poziom skanalizowania aglomeracji podwyższy się do 98,3 %.

W tabeli poniżej **na podstawie danych GUS** zaprezentowano charakterystyczne wartości w zakresie zaopatrzenia w wodę i ilości produkowanych ścieków dla:

- gminy miejskiej Sochaczew:

l.p.	j.m.	2020	2021	2022	2023	2024
Pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności w ciągu roku (ogółem)	dam ³	2 069,0	2 081,2	1 952,9	1 919,8	1 790,3
Zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności w ciągu roku (ogółem)	dam ³	1 633,0	1 754,2	1 505,9	1 426,1	1 448,0
Zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności w ciągu roku – eksploatacja sieci wodociągowej (ogółem)	dam ³	1 393,0	1 395,2	1 320,9	1 325,1	1 360,0
Zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności w ciągu roku – eksploatacja sieci wodociągowej – gospodarstwa domowe	dam ³	1 121,0	1 100,0	1 044,7	1 056,5	1 100,5
Zużycie wody w gospodarstwach domowych na 1 mieszkańca	m ³	46,9	51,0	44,4	42,5	43,5
Ścieki oczyszczane w ciągu roku (ogółem)	dam ³	1 116,0	1 138,0	1 130,0	1 129,0	1 160,0
Ścieki oczyszczone z wodami infiltracyjnymi i ściekami dowożonymi	dam ³	1 547,0	1 735,0	1 654,0	1 570,0	1 537,0
Ludność korzystająca z oczyszczalni ścieków	%	91,1	91,1	93,7	93,0	94,0

- gminy wiejskiej Sochaczew:

l.p.	j.m.	2020	2021	2022	2023	2024
Pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności w ciągu roku (ogółem)	dam ³	1 315,6	1 433,1	1 387,4	1 262,7	1 771,4
Zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności w ciągu roku – eksploatacja sieci wodociągowej (ogółem)	dam ³	1 033,9	1 059,0	1 127,6	1 071,4	1 170,0
Zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności w ciągu roku – eksploatacja sieci wodociągowej – gospodarstwa domowe	dam ³	539,2	527,1	525,6	603,2	604,0
Zużycie wody w gospodarstwach domowych na 1 mieszkańca	m ³	90,1	90,8	95,3	89,9	97,4
Ścieki przemysłowe i komunalne oczyszczane (ogółem)*	dam ³	0	0	0	26,0	31,0

*od 2023 roku w wykazie BDL widnieje oczyszczalnia ścieków o przepustowości 600 m³/d.

Woda surowa dla potrzeb miasta Sochaczew ujmowana jest z dwóch niezależnych ujęć wód podziemnych oddalonych od siebie o ok. 10 km. Dzięki dywersyfikacji ujęć i dwóm Stacjom Uzdatniania Wody Spółka zapewni ciągłość dostaw nawet w przypadku skażenia lub awarii jednego z nich.

Podstawowym ujęciem jest ujęcie wód podziemnych Wólka Smolana - Konary

(gm. Brochów). W skład ujęcia wchodzi 6 studni IV-rzędowych, oraz jedna studnia awaryjna. Aktualne Pozwolenie Wodnoprawne WA.ZUZ.5.421.3.317.2019 z dnia 9 października 2019 (obowiązuje do 19 listopada 2049 r.), upoważnia do eksploatacji ujęcia i poboru wody dla zaspokojenia potrzeb mieszkańców miasta Sochaczew w następujących ilościach:

$$Q_{\max/h} = 293,0 \text{ [m}^3/\text{h]},$$

$$Q_{\text{śr/d}} = 5\,750,0 \text{ [m}^3/\text{d]},$$

$$Q_{\max/r} = 2\,000\,000,0 \text{ [m}^3/\text{r]}.$$

Drugim ujęciem jest ujęcie wód podziemnych „Kuznocin”. W skład ujęcia wchodzi 3 studnie III-rzędowe zlokalizowane w miejscowości Kuznocin i Sochaczew. Aktualne Pozwolenie Wodnoprawne RŚ.A.6341.14.2013 z dnia 31 grudnia 2013 (obowiązuje do 31 grudnia 2033 r.) upoważnia do eksploatacji ujęcia i poboru wody dla zaspokojenia potrzeb mieszkańców miasta Sochaczew w następujących ilościach:

$$Q_{\max/h} = 260,0 \text{ [m}^3/\text{h]},$$

$$Q_{\text{śr/d}} = 2\,000,0 \text{ [m}^3/\text{d]},$$

$$Q_{\max/r} = 750\,000,0 \text{ [m}^3/\text{r]}.$$

Poniżej przedstawiono informacje o ilości sprzedanej wody i ścieków gospodarstwom domowym i innym odbiorcom w zlewni oczyszczalni w Sochaczewie (*dane ZWiK Sochaczew*):

lp.	j.m.	2020	2021	2022	2023	2024
Sprzedaż wody						
Gospodarstwa domowe	dam ³	1 066,1	1 067,9	1 044,6	1 056,5	1 100,4
Pozostali odbiorcy, bez sprzedaży hurtowej	dam ³	228,9	250,6	276,3	268,6	259,5
Razem	dam ³	1 295,0	1 318,5	1 320,9	1 325,1	1 359,9
Sprzedaż ścieków						
Gospodarstwa domowe	dam ³	911,4	924,6	905,0	914,9	945,2
Pozostali odbiorcy	dam ³	204,3	213,2	224,6	213,7	214,9
Razem	dam ³	1 115,7	1 137,8	1 129,6	1 128,6	1 160,1
Ścieki oczyszczone						
Ścieki oczyszczone - odpływ	dam ³	1 547,0	1 735,0	1 654,4	1 569,6	1 537,4

Szczegółowy komentarz dotyczący powyższej tabeli umieszczono w rozdziale V, podpunkt 5.2.3. Podsumowanie w zakresie ilości i jakości ścieków dopływających do oczyszczalni.

Dane GUS, które pokazują roczną produkcję osadów ściekowych w oczyszczalni ścieków w gminie miejskiej Sochaczew są następujące: 2020 r. – 543,0 Mg_{s.m.}, 2021 r. – 670,0 Mg_{s.m.}, 2022 r. – 621,0 Mg_{s.m.}, 2023 r. – 563,0 Mg_{s.m.}, 2024 r. – 596,0 Mg_{s.m.}.

Według **danych ZWiK Sochaczew** roczna produkcja osadów ściekowych w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie wynosi: 2020 r. – 543,0 Mg_{s.m.}, 2021 r. – 670,0 Mg_{s.m.}, 2022 r. – 620,7 Mg_{s.m.}, 2023 r. – 563,3 Mg_{s.m.}, 2024 r. – 596,8 Mg_{s.m.}.

W obowiązującej **Uchwale nr XVII/140/25** z dnia 12 września 2025 r. zmieniająca uchwałę nr XX/212/21 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 10 lutego 2021 r. w sprawie wyznaczenia obszaru i granic **aglomeracji Sochaczew**, stwierdzono że długość sieci kanalizacji sanitarnej na terenie aglomeracji Sochaczew wynosi 179,4 km. Wieloletni plan rozwoju i modernizacji urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych obowiązujący do 2028 r. (przyjęty uchwałą nr XLII/427/23 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 29 września 2023 r.) zakłada rozbudowę sieci kanalizacji sanitarnej na terenach dotychczas nieskanalizowanych. W zakres inwestycji przewidzianych do realizacji wchodzi budowa sieci kanalizacji sanitarnej o długości ok. 1,5 km w rejonie ul. Mazowieckiej i obrębie ewid. Wypalenisko. W wyniku realizacji inwestycji planuje się podłączenie do wybudowanej kanalizacji sanitarnej 180 osób, które dotychczas korzystały z indywidualnych systemów gromadzenia i oczyszczania ścieków komunalnych. Wskaźnik koncentracji dotyczący zrealizowanej inwestycji wynosi 120 osób na 1 km długości kanalizacji sanitarnej.

Do kanalizacji sanitarnej podłączone są podmioty gospodarcze odprowadzające ścieki przemysłowe w ilościach:

- OPTILOG Sp. z o.o. Sp. k. – $Q = 1\,906,10 \text{ m}^3/\text{rok}$,
- PPH MON GAS Monika Markuszewska – $Q = 5\,241,83 \text{ m}^3/\text{rok}$,
- „Koleje Mazowieckie” – KM Sp. z o.o. – $Q = 3\,865,62 \text{ m}^3/\text{rok}$,
- Anwim S.A. – $Q = 965,93 \text{ m}^3/\text{rok}$,
- Mar-Bud Marcin Jażdżyk – $Q = 2\,909,30 \text{ m}^3/\text{rok}$,
- SEB-CAR Auto Serwis Sebastian Stapiński – $Q = 170,94 \text{ m}^3/\text{rok}$,
- Żaneta i Dariusz Sola – $Q = 1\,753,62 \text{ m}^3/\text{rok}$,
- PPH „Mar-Dor” – Marcin Witkowski – $Q = 2\,597,00 \text{ m}^3/\text{rok}$,

- „AST” Grzegorowski Spółka Jawna – $Q = 1\,085,06 \text{ m}^3/\text{rok}$,
- ORLEN S.A. – $Q = 1\,753,62 \text{ m}^3/\text{rok}$,
- UNO Maciej Pikula – $Q = 734,26 \text{ m}^3/\text{rok}$.

Poniżej przedstawiono tabelę z Uchwały nr XVII/140/25 – Uzasadnienie określonej dla aglomeracji równoważnej liczby mieszkańców:

Wyszczególnienie	RLM
Liczba mieszkańców korzystających z istniejącej sieci kanalizacyjnej	30 921
Liczba mieszkańców planowanych do przyłączenia do sieci kanalizacyjnej	180
Liczba osób czasowo przebywających korzystających z istniejącej sieci kanalizacyjnej	209
Liczba mieszkańców mających możliwość techniczną podłączenia do sieci kanalizacji sanitarnej po rozbudowie	180
Równoważna Liczba Mieszkańców wynikająca z dobowego ładunku ścieków odprowadzanych przez zakłady pracy korzystające z istniejącej sieci kanalizacyjnej.	383
Równoważna Liczba Mieszkańców wynikająca z dobowego ładunku ścieków odprowadzanych przez zakłady pracy planowane do podłączenia do sieci kanalizacyjnej.	0
Liczba mieszkańców oraz osób czasowo przebywających na terenie aglomeracji, korzystających z indywidualnych systemów gromadzenia i oczyszczania ścieków komunalnych (zbiorniki bezodpływowe), określona na podstawie sprawozdań prowadzonych przez gminę, przed rozbudową kanalizacji sanitarnej.	742
% skanalizowania w aglomeracji	97,7
Równoważna Liczba Mieszkańców RLM (suma)	32 255

Zgodnie z danymi przedstawionymi w *Aktualizacji Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych (AKPOŚK)* zatwierdzonej 5 maja 2022 r. (która została wypełniona zgodnie z **Uchwałą nr XX/212/21**, którą zmieniono we wrześniu 2025 roku na **Uchwałę nr XVII/140/25**), dla aglomeracji Sochaczew wynoszącej **34 486 RLM** przyjęto charakterystyczne dane:

- **34 277** mieszkańców aglomeracji zameldowana na pobyt stały i czasowy na terenie aglomeracji:
 - 32 556 mieszkańców korzystających z sieci kanalizacyjnej;
 - 1 593 mieszkańców korzystających ze zbiorników bezodpływowych;
 - 128 mieszkańców korzystających z systemów indywidualnych (przydomowe oczyszczalnie ścieków);

- 209 mieszkańców czasowo przebywających w aglomeracji;
- 32 przydomowych oczyszczalni ścieków;
- 178,5 km istniejącej sieci kanalizacyjnej ogółem (sanitarnej i ogólnospławnej w aglomeracji);
- 68,5 km istniejącej kanalizacji deszczowej w aglomeracji;
- 95,01 % aktualny procent skanalizowania wg RLM aglomeracji;
- 1 721 RLM aglomeracji nieskanalizowana – aktualnie;
- 1 721 możliwość podłączeń w ramach istniejącej aglomeracji do wykazania w całkowitym przyroście liczby rzeczywistych mieszkańców, którzy skorzystają z usług kanalizacyjnych w wyniku wybudowania sieci (mieszkańcy + zarejestrowane miejsca noclegowe);
- 7,5 km długość sieci kanalizacyjnej planowanej do rozbudowy.

Zgodnie z danymi opublikowanymi w obowiązującej „**VI Aktualizacji Krajowego Programu Oczyszczalnia Ścieków Komunalnych – AKPOŚK 2022**”, rzeczywista liczba mieszkańców aglomeracji Sochaczew korzystających z sieci kanalizacyjnej wynosi **32 556 RLM**, natomiast korzystających ze zbiorników bezodpływowych **1 593 RLM**. Liczba mieszkańców korzystających z systemów indywidualnych (przydomowe oczyszczalnie ścieków) wynosi **128 RLM**. Liczba osób czasowo przebywających w aglomeracji wynosi **209 RLM**. Równoważna liczba mieszkańców korzystających z sieci kanalizacyjnej wynikająca z przemysłu wynosi **0 RLM**. Łączna wartość rzeczywista z wyżej wymienionych wskaźników pozwala obliczyć wartość **RLM w wysokości 34 486** - wartość zgodna z nieobowiązującą od września 2025 roku Uchwałą nr XX/212/21 z dnia 10 lutego 2021 r. w sprawie wyznaczenia obszaru i granic aglomeracji Sochaczew. Obowiązująca Uchwała nr XVII/140/25 z dnia 12 września 2025 r. zmieniająca uchwałę nr XX/212/21 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 10 lutego 2021 r. w sprawie wyznaczenia obszaru i granic aglomeracji Sochaczew wyznacza równoważną liczbą mieszkańców na **32 255**.

Projektowaną średnią przepustowość oczyszczalni ścieków w Sochaczewie określono w AKPOŚK 2022 na 6 000,0 m³/d, a jej maksymalną przepustowość na 7 800,0 m³/d, dla projektowanego maksymalnego obciążenia 40 000 RLM.

W rubryce tabeli AKPOŚK 2022 - kategoria „informacja o działaniach inwestycyjnych na oczyszczalniach planowanych” przewidziano realizację projektu pn. „Poprawa gospodarki wodno-ściekowej miasta Sochaczew”.

LICZBA MIESZKAŃCÓW MIASTA I GMINY:

Autorzy koncepcji bazują na danych udostępnionych przez Główny Urząd Statystyczny (GUS). Dane dotyczące liczby mieszkańców udostępnione na stronie *Banku Danych Lokalnych* różnią się od informacji przedstawionych na stronie *Polska w liczbach*, chociaż obie strony bazują na danych udostępnionych przez GUS. W związku z tym na rys.1.1 i rys.1.2 przedstawiono oba warianty. Różnice widoczne są w roku 2010, 2020, 2021, 2023 oraz 2024. Procent zmian ilości mieszkańców obliczono na podstawie danych ze strony *Polska w liczbach*. Pomimo różnic w danych, średni przyrost liczby mieszkańców w latach 1995 – 2024 jest identyczny (miasto Sochaczew), bądź zbliżony (różnica 2,4 %) w przypadku gminy wiejskiej.

Charakterystykę zmian liczby mieszkańców gminy wiejskiej Sochaczew w latach 1995 – 2024 na podstawie danych opublikowanych przez Główny Urząd Statystyczny przedstawiono w formie graficznej na rys.1.1. Według pokazanych danych statystycznych **liczba mieszkańców gminy wiejskiej Sochaczew zmieniła się z 8 061 na 12 009, a więc wzrosła o około 49,0 %.**

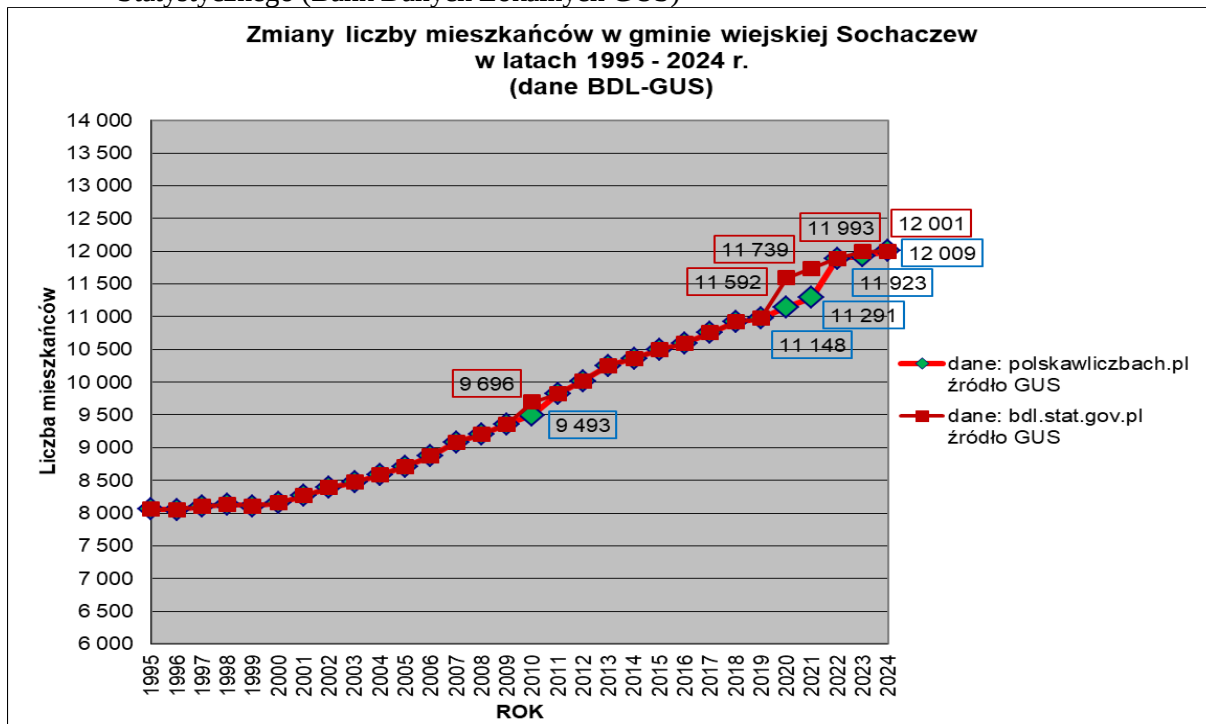
Największy przyrost liczby mieszkańców nastąpił w 2022 roku: 602 mk (według *polskawliczbach.pl*) lub w 2020 roku: 616 mk (według *bdl.stat.gov.pl*). Średni przyrost liczby mieszkańców wynosi 136 mk/rok. Największy spadek liczby mieszkańców zanotowano w 1999 roku: -28 mk (tożsame dane z obu platform).

Charakterystykę zmian liczby mieszkańców miasta Sochaczew (gmina miejska) w latach 1995 – 2024 na podstawie danych opublikowanych przez Główny Urząd Statystyczny przedstawiono w formie graficznej na rys.1.2. Według powyższych danych, **liczba mieszkańców miasta Sochaczew zmieniła się z 39 703 na 33 310, a więc zmalała o około 16,1 %.**

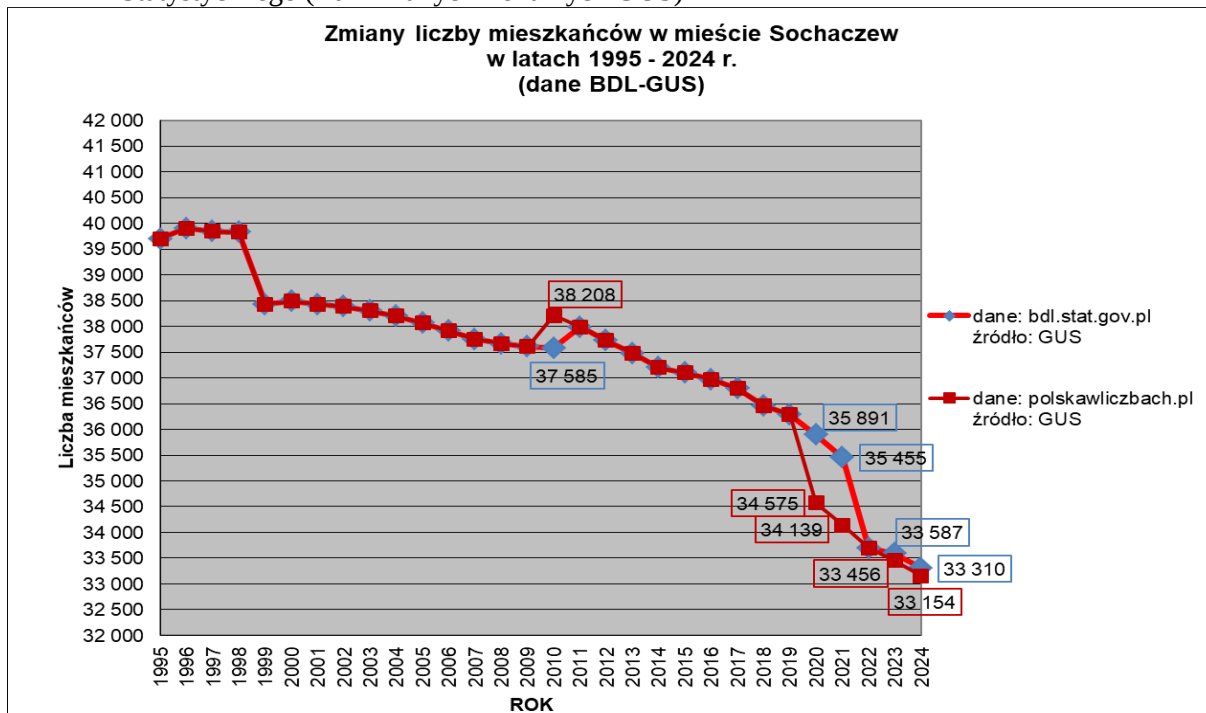
Największy przyrost liczby mieszkańców nastąpił w 2011 roku: 400 mk (według *polskawliczbach.pl*) lub w 2010 roku: 597 mk (według *bdl.stat.gov.pl*). Średni spadek liczby mieszkańców wynosi -220 mk/rok (według *polskawliczbach.pl*) lub -226 mk/rok (według

bdl.stat.gov.pl). Największy spadek liczby mieszkańców zanotowano w 2022 roku: -1 757 mk (według polskawliczbach.pl) lub w 2020 roku: - 1 707 mk (według bdl.stat.gov.pl).

Rys.1.1. Zmiany liczby mieszkańców gminy wiejskiej Sochaczew według danych Głównego Urzędu Statystycznego (Bank Danych Lokalnych GUS)



Rys.1.2. Zmiany liczby mieszkańców miasta Sochaczew według danych Głównego Urzędu Statystycznego (Bank Danych Lokalnych GUS)



Zestawienie danych projektowych oraz aktualnych wymagań z pozwolenia wodnoprawnego dla analizowanej oczyszczalni ścieków:

Podstawowe elementy technologiczne obecnie eksploatowanej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie wykonano według założeń projektu „Rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ściegów dla miasta Sochaczew” przygotowanego przez Biuro Projektowania Budownictwa Budimex Projekt sp. z o. o., ul. Marszałkowska 82 z Warszawy w czerwcu 1996 roku. Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie została przygotowana zgodnie z założeniami projektu Budimex Projekt sp. z o. o. dla I etapu inwestycji (który tylko został wykonany) na charakterystyczne parametry przepływowe zestawione poniżej:

Przepływ	Jednostka	Wartość
$Q_{d\text{sr}}$	m^3/d	6 000,0
$Q_{d\text{ max}}$	m^3/d	7 800,0
$Q_{h\text{ max}}$	m^3/h	500,0
$Q_{h\text{ minimum}}$	m^3/h	120,0
$Q_{hd} (Q_m)$ średni dzienny w maksymalnej dobie	m^3/h	420,0

W projekcie przyjęto ładunki dopływające na oczyszczalnię, wynikające z prognozy opartej na wynikach sporządzonych przez użytkownika oczyszczalni (na etapie wcześniejszej koncepcji), które wynosiły:

Wskaźnik zanieczyszczeń	Ścieki surowe	
	Ładunek [kg/d]	Stężenia [g/m^3]
BZT ₅	2 040,0	330,0
Zawiesina ogólna	1 410,0	235,0
Azot ogólny	384,0	64,0
Fosfor ogólny	54,0	9,0

Wyniki założone w projekcie nie odbiegały od dwóch wyników badań przeprowadzonych w 1998 roku przez Laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Skierniewicach, które wykorzystało Biuro Projektowo-Konsultingowe Stolica sp. z o.o. ul. Kredytowa 3 w Warszawie do przygotowania operatu wodno-prawnego w celu wydania pozwolenia wodnoprawego na eksploatację oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

Na podstawie ładunków z powyższych tabeli założone obciążenie oczyszczalni po wykonaniu I etapu rozbudowy miało wynosić 34 000 RLM.

Oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie zaprojektowano i wykonano w sposób, umożliwiający usuwanie związków biogenych na drodze biologicznej. Parametry ścieków oczyszczonych, które oczyszczalnia może osiągnąć zgodnie z założeniami projektowymi z 1998 roku zostały przedstawione poniżej w tabeli 1.1.

Tabela 1.1. Projektowe wartości stężeń zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych z oczyszczalni

	Jednostka	Wartość
BZT ₅	gO ₂ /m ³	15,0
ChZT	gO ₂ /m ³	100,0
Zawiesina ogólna	g/m ³	30,0
Azot ogólny	gN/m ³	30
Fosfor ogólny	gP/m ³	1,5

Zmiany w oczyszczalni ścieków związane z wymian urządzeń i uzupełnień technologicznych były podstawą do sporządzenia kolejnego projektu technicznego „Rozbudowy i modernizacji Miejskiej Oczyszczalni Ściegów przy Al. 600-lecia w Sochaczewie” z sierpnia 2005 roku, przez biuro projektowe ECON Marek Michalczewski, ul. Klimeckiego 10 z Kielc. W projekcie założono również rozbudowę oczyszczalni o trzeci ciąg technologiczny (II etap założony w poprzednim projekcie budowy). Do obliczeń wykorzystano badania jakości ścieków wykonane przez eksploatatora oczyszczalni w latach 2003 i 2004. Zestawienie założeń, które posłużyły do przeliczenia kubatur reaktorów biologicznych (dwóch istniejących oraz zakładanego nowego ciągu) przedstawiono poniżej.

Przepływ	Jednostka	Wartość
Q _{dśr}	m ³ /d	8 951,0
Q _{d max}	m ³ /d	11 636,0
Q _{h max}	m ³ /h	750,0
Q _{h średnie}	m ³ /h	373,0
Q _{hd} (Q _m) średni z godzin dziennych	m ³ /h	526,0

Wskaźnik zanieczyszczeń	Ścieki surowe	
	Ładunek [kg/d]	Stężenia [g/m ³]
Odczyn	-	7,2
BZT ₅	3355,5	460,0
ChZT	6437,0	1019,0
Zawiesina ogólna	2986,6	638,0
Azot ogólny	386,9	64,0
Fosfor ogólny	131,1	20,0
Chlorki	1534,7	245,0
Siarczany	529,0	88,0

Zgodnie z założeniami w projekcie przygotowanym przez biuro ECON Marek Michalczewski docelowe obciążenie oczyszczalni ścieków równoważną liczbą mieszkańców osiągnie wartość 55 925 RLM. Rozbudowa instalacji o trzeci reaktor biologiczny miała pozwolić na osiągnięcie docelowej przepustowości hydraulicznej oczyszczalni w Sochaczewie $Q_{d\dot{s}r} = 8\,951 \text{ m}^3/\text{d}$, w tym ścieki dowożone w wysokości $400 \text{ m}^3/\text{d}$. Rozbudowa i modernizacja oczyszczalni była ograniczona, nie zwiększono jej hydraulicznej przepustowości z $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ do $Q_{d\dot{s}r} = 8\,951 \text{ m}^3/\text{d}$ (przez budowę trzeciego ciągu technologicznego). Zakres inwestycji obejmował wymianę urządzeń i doposażenia części biologicznej oczyszczalni.

Ostateczne założenia jakościowo-ilościowe zrealizowanej inwestycji (na podstawie projektu przygotowanego przez biuro ECON Marek Michalczewski) zawiera operat wodno-prawny na wprowadzanie oczyszczonych ścieków komunalnych z miejskiej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie, sporządzany w styczniu 2016 r. przez biuro Hanna Szustecka „Usługi Projektowe”, ul. Porzeczkowa 20 w Sochaczewie, w którym ostateczne założenia technologiczne o wydanie pozwolenia wodno-prawnego zostały pokazane poniżej.

Przepływ	Jednostka	Wartość
$Q_{d\dot{s}r}$	m^3/d	6 000,0
$Q_{h \text{ max}}$	m^3/h	500,0
$Q_{h \text{ średnie}}$	m^3/h	120,0
$Q_{hd} (Q_m)$ średni dzienny w maksymalnej dobie	m^3/h	250,0
$Q_{\text{max rocznie}}$	m^3/rok	2 190 000,0

w tym ścieki dowożone:

Przepływ	Jednostka	Wartość
$Q_{dśr}$	m ³ /d	400,0
$Q_{h\ max}$	m ³ /h	50,0
$Q_{max\ rocznie}$	m ³ /rok	146 000,0

Wskaźnik zanieczyszczeń	Ścieki surowe	
	Ładunek [kg/d]	Stężenia [g/m ³]
Odczyn	-	7,2
BZT ₅	2 400,0*	420,0
ChZT	6 300,0	1050,0
Zawiesina ogólna	3 390,0	565,0
Azot ogólny	540,0	90,0
Fosfor ogólny	72,0	12,0

*wartość z operatu wodnoprawnego, wartość obliczeniowa 2 520 kg/d.

Na podstawie założeń z operatu wodno-prawnego założona łączna liczba mieszkańców równoważnych wynosi 40 00 RLM.

Odbiornikiem oczyszczonych ścieków z oczyszczalni w Sochaczewie jest rzeka Utrata, w km 0+060. Współrzędne wylotu ścieków są następujące: N:52°14'42,29", E: 20°15'02,73". Wylot wykonano z rury stalowej ϕ 700 mm umocnionej podstawą betonową zlokalizowano na działce o numerze ewidencyjnym 1961 obręb ewidencyjny Chodaków, jednostka ewidencyjna Sochaczew. Rzędna dna wyloty wynosi 69,94 m n.p.m. W miejscu wylotu oczyszczonych ścieków, 60 metrów w kierunku zachodnim rzeka Utrata dopływa do rzeki Bzury w km 30+100, działka nr ewidencyjny 191, obręb Karwowo jednostka ewidencyjna miasto Sochaczew.



Fot.1.2. Widok na oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie (źródło: <https://www.google.com/maps>)

Odprowadzenie oczyszczonych ścieków z oczyszczalni w Sochaczewie jest prowadzone na podstawie ważnej decyzji - **pozwolenia wodno-prawnego** wydanego przez Starostę Sochaczewskiego nr RŚB.6341.1.1.2016 z dnia 23 maja 2016 r. z **terminem ważności do 23 maja 2026 r.** (załącznik nr 1 na końcu tego opracowania). Obowiązujące pozwolenie wodnoprawne określa ilość ścieków odprowadzanych do odbiornika następująco:

$$\begin{aligned} Q_{dśr} &= 6\,000 \text{ m}^3/\text{d}, \\ Q_{\text{max} \cdot \text{h}} &= 500 \text{ m}^3/\text{h}, \\ Q_{\text{max} \cdot \text{rok}} &= 2\,190\,000 \text{ m}^3/\text{rok}. \end{aligned}$$

Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych dla oczyszczalni ścieków zgodnie z warunkami pozwolenia nie mogą przekroczyć dla charakterystycznych podstawowych wskaźników wartości przedstawionych poniżej:

BZT ₅	≤ 15 mg O ₂ /dm ³ ,
ChZT	≤ 125 mg O ₂ /dm ³ ,
Zawiesina ogólna	≤ 35 mg/dm ³ ,
Azot ogólny	≤ 15 mgN/dm ³ ,
Fosfor ogólny	≤ 2 mgP/dm ³ .

W pozwoleniu wodnoprawnym określono również, że w przypadku rozbudowy, przebudowy, awarii oczyszczalni najwyższe dopuszczalne wskaźniki mogą być podwyższone maksymalnie o 50%, a wymagana redukcja substancji zanieczyszczających w ściekach obniżona nie więcej niż do 50% do zapisów z załącznika nr 2 (Dz.U z 2019, poz.1311). Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Dyrektor Zarządu Zlewni w Łowiczu ustalił w wydanej decyzji nr WL.ZU.4210.527.2024.AS z dnia 5 sierpnia 2024 r. kolejny okres obowiązywania wyżej wymienionej decyzji Starosty Sochaczewskiego RŚB.6341.1.1.2016 (która była wiążąca do dnia 29 czerwca 2025). Zgodnie z orzeczeniem – decyzja – pozwolenie wodnoprawne jest wydane na okres nie dłuższy niż 10 lat, liczony od dnia kiedy stanie się ona ostateczna. Decyzja stała się ostateczna i prawomocna od dnia 05.09.2024r., w związku z tym **pozwolenie wodnoprawne na odprowadzanie ścieków komunalnych z miejskiej oczyszczalni w Sochaczewie jest ważne do 5 września 2034 roku.**

Dodatkowo Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Dyrektor Zarządu Zlewni w Łowiczu, w dniu 26 sierpnia 2024 r., wydał postanowienie nr WL.ZU.4210.527.2024.AS, które sprostowało omyłkę w powyższej decyzji WL.ZU.4210.527.2024.AS, ponieważ decyzja Starosty Sochaczewskiego RŚB.6341.1.1.2016 była obowiązująca do 23 maja 2026 roku, a nie jak wpisano do 29 czerwca 2026 roku.

Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie jest mechaniczno-biologiczną oczyszczalnią, zlokalizowaną na działkach o numerach ewidencyjnych 2/1, 2/2, 3/1 w obrębie Sochaczew – Centrum w jednostce ewidencyjnej miasto Sochaczew w powiecie sochaczewskim, województwo mazowiecki. Powierzchnia działek: 2/1 - 2,2068 ha, 2/2 – 0,0075 ha, 3/1– 0,0804 ha.

Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego nie obejmuje działek, na których zlokalizowano oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie. Natomiast działki te uwzględniono w „Zmiana: Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Sochaczew” – załącznik nr 1 do **Uchwały nr XXV/278/21 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 22 listopada 2021 r.** Poprzednia Uchwała nr IV/25/02 Rady miejskiej w Sochaczewie z dnia 30 grudnia 2002 r. została zastąpiona przez Uchwałę nr XXV/278/21 z dnia 22 listopada 2021 r. z powodu wprowadzenia zmiany części terenów wielofunkcyjnych zabudowy usługowej na tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej.

W przywołanym dokumencie jako tereny i obiekty infrastruktury technicznej wskazano m.in.:
oczyszczania ścieków - adaptacja istniejącej oczyszczalni ścieków przy ul. 600-Lecia (jako tymczasowej) oraz nowe lokalizacje: przy ul. Wodociągowej oraz w Żukowie na terenie gminy Sochaczew jako tzw. „Grupowa Oczyszczalnia Ścieków” dla miasta i gminy Sochaczew.



Fot.1.2. Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie stan obecny (źródło: geoportal.gov.pl)

Przyjęte projektowe obciążenia dla obecnie eksploatowanej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie dla wartości natężenia przepływu obliczeniowego dopływającego do oczyszczalni $Q_{dśr} = 6\,000,0\text{ m}^3/\text{d}$ i wielkości obciążenia wskaźnikiem projektowym zawartości związków organicznych $BZT_5 = 2\,420,0\text{ kg O}_2/\text{d}$ ($S_{BZT5} = 420,0\text{ g O}_2/\text{m}^3$), (z operatu wodno-prawnego z 2016 r. opracowanego przez biuro Hanna Szustecka) pozwalają obliczyć równoważną liczbę mieszkańców w wysokości 42 000 RLM.

II. Opis stanu istniejącego oczyszczalni ścieków

Właścicielem gruntów, na których zlokalizowano oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie jest Gmina Miasto Sochaczew, a użytkownikiem wieczystym „Zakład Wodociągów i Kanalizacji – Sochaczew” Sp. z o.o. w Sochaczewie ul. Rozłazłowska 7, 96-500 Sochaczewie. Obiekt zlokalizowano pod adresem ul. 600-lecia 69, 96-500 Sochaczew, na działkach o nr ewidencyjnym 2/1, 2/2, 3/1 w obrębie Sochaczew – Centrum w jednostce ewidencyjnej miasto Sochaczew w powiecie sochaczewskim, województwo mazowieckie. Terenu oczyszczalni ścieków nie uwzględniono w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego. Działki uwzględniono w „Zmiana: Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Sochaczew” – załącznik nr 1 do Uchwały nr XXV/278/21 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 22 listopada 2021 r. jako tereny i obiekty infrastruktury technicznej.

Oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie wybudowano w latach 60-tych XX wieku, jako oczyszczalnię mechaniczno-biologiczną o przepustowości 1 500,0 m³/d. Mechaniczna oczyszczalnię wyposażono w kratę łukową, piaskownik napowietrzany i osadnik Imhoffa, który pozwalał przyjmować część ścieków dopływających do oczyszczalni. Pozostała ilość ścieków była odprowadzana bez oczyszczenia przelewem do rzeki Bzury. Część ścieków odpływających z osadnika Imhoffa kierowano do biologicznego oczyszczania w komorze osadu czynnego pracującej łącznie z osadnikiem wtórnym. Napowietrzanie komory reaktora prowadzono powierzchniowymi szczotkami napowietrzającymi. Ścieki oczyszczone biologicznie po zmieszaniu ze ściekami oczyszczonymi mechanicznie odprowadzano wylotem do rzeki Utraty. Natomiast przefermentowany osad z osadnika Imhoffa (łącznie z osadem nadmiernym) odprowadzano do odwadniania na grawitacyjnych poletkach osadowych. W 1989 roku przeprowadzono częściową modernizację, która miała zwiększyć efektywność urządzeń mechanicznego oczyszczania ścieków. W 1996 roku stan technologiczny większości obiektów inżynierskich był oceniany jako zły lub bardzo zły. W związku z tym na podstawie projektu, przygotowanego przez Biuro Projektowania Budownictwa Budimex Projekt sp. z o. o., ul. Marszałkowska 82 z Warszawy w czerwcu 1996 roku, przystąpiono do rozbudowy i modernizacji oczyszczalni. Wykonano zakładany pierwszy etap inwestycji, który pozwalał na oczyszczenie $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000,0\text{ m}^3/\text{d}$ ścieków

(charakterystyczne parametry przepływowe pokazano już w rozdziale pierwszym). Dzisiejszy kształt technologiczny oczyszczalni ścieków w Sochaczewie jest wynikiem przeprowadzonej w latach 1996-1998 inwestycji. Kolejną modernizację przeprowadzono na podstawie dokumentacji sporządzonej przez biuro projektowe ECON Marek Michalczewski, ul. Klimeckiego 10 z Kielc (z sierpnia 2005 roku). W zasadzie dokumentacja odwoływała się do wykonania docelowej rozbudowy oczyszczalni do około 9 000,0 m³/d, przeliczając ponownie obciążenia części biologicznej oczyszczalni. Jednak zakres wykonanej modernizacji ograniczono do wymiany głównych urządzeń technologicznych. W zakresie reaktora biologicznego zbiornik przykryto szklarnią a zastosowane rozwiązanie - system - opisano jako „Organica – Ogrody odnowy”, który łączy metodę wykorzystującą w technologii osad czynny z makrofitami. Całość pokryto roślinnością, umieszczoną na podtrzymującej siatce poniżej poziomu lustra mieszanki ścieków i osadu czynnego.

Podstawowymi elementami komunalnej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie są następujące obiekty z zainstalowanymi w nich urządzeniami:

- Komora zasuw **Ob. nr 1,**
- Budynek krat **Ob. nr 2,**
- Piaskownik **Ob. nr 3,**
- Pompownia ścieków **Ob. nr 4,**
- Reaktor biologiczny **Ob. nr 5a i 5b,**
- Osadniki wtórne **Ob. nr 6a i 6b,**
- Budynek dmuchaw **Ob. nr 7,**
- Pompownia osadu **Ob. nr 8,**
- Komora rozdziału **Ob. nr 9,**
- Zbiornik wapna **Ob. nr 10,**
- Budynek odwadniania osadu **Ob. nr 11 i 11a,**
- Pompownia części pływających **Ob. nr 12,**
- Pompownia wody przemysłowej **Ob. nr 13,**
- Budynek energetyczny **Ob. nr 14,**
- Zbiornik PIX **Ob. nr 15,**
- Punkt zlewny **Ob. nr 16,**

- Budynek laboratorium **Ob. nr 17**,
- Budynek warsztatowy **Ob. nr 18**,
- Kanał odpływowy i zwężka pomiarowa **Ob. nr 19**,
- Wiata z placem składowania osadu **Ob. nr 20**.

Plan zagospodarowania terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie przedstawiono na rysunku nr PZT-1, schemat technologiczny na rys. S-01. Rysunki załączono na końcu opracowania.

2.1 Komora zasuw Ob. nr 1

Ścieki dopływają do komunalnej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie kolektorem ściekowym DN700 ułożonym ze spadkiem 3,7 ‰. Przepustowość kanału według założeń projektowych z 1996 rok wynosi przy całkowitym napełnieniu 230 dm³/s, co jest wystarczające dla docelowego obciążenia oczyszczalni, planowanego po wykonaniu drugiego etapu jej rozbudowy. Na kanale wybudowano **komorę zasuw Ob. nr 1**, z której ścieki kanałem DN 700 przepływają **do budynku krat Ob. nr 2**.

Zasuwa kanałowa zamontowana na kanale odpływowym do **budynku krat Ob. nr 2** pozwala awaryjnie odciąć do niego dopływ. Zamknięcie zasuw kanałowej powoduje wówczas spiętrzenie ścieków w **komorze zasuw Ob. nr 1** oraz ich awaryjne odprowadzenie do rzeki Bzury przez przegrodę o rzędnej korony równej rzędnej stropu kanału. Na odpływie do rzeki zainstalowano również zasuwę kanałową, umożliwiającą pracę oczyszczalni przy wysokich stanach wody w rzece.

Zgodnie z założeniami opisanymi w operacie wodno-prawnym z 2016 roku każdorazowe zamknięcie zasuw zamontowanej na kanale odpływowym do **budynku krat Ob. nr 2** - zrzut awaryjny ścieków do rzeki Bzury, musi być uzgodnione z władzami sanitarnymi.

2.2 Budynek krat Ob. nr 2

Ścieki z **komory zasuw Ob. nr 1** przepływają następnie do **budynku krat Ob. nr 2**, który jest obiektem dwukondygnacyjnym, o wymiarach 10,0 x 7,0 m w rzucie i wysokości 5,30 m w kalenicy ze stropodachem o konstrukcji stalowej, opartej na murach. Druga część budynku, dobudowana później, ma wymiary w rzucie: 7,00 x 8,36 m i przylega do pierwszej części budynku od strony ściany szczytowej (jest wykorzystywana jako miejsce na kontenery).

Na pierwszej kondygnacji budynku zlokalizowano kanał ścieków dopływających z **komory zasuw Ob. nr 1**, rozdzielający się następnie na dwa kanały, każdy z nich wyposażono w kratę mechaniczną do separacji skratek ze ścieków (fot.2.1).

Z kratami współpracuje wspólna dla nich instalacja do płukania i odwadniania skratek. W pomieszczeniu obok instalacji krat zainstalowano dwie dmuchawy o wydajności $Q = 1,91 \text{ m}^3/\text{min}$. wykorzystywane do napowietrzania **piaskownika Ob. nr 3** zlokalizowanego obok **budynku krat Ob. nr 2**.

W górnej części budynku znajdują się dwa pomieszczenia, w pierwszym zainstalowano separator piasku, w kolejnym (wykonanym później) przygotowano dwa stanowiska z kontenerami do gromadzenia piasku i skratek. Zanieczyszczenia są transportowane do kontenerów za pomocą przenośników z instalacji płukania i odwadniania skratek oraz przenośnika piasku z instalacji płuczki piasku.

Ścieki w pierwszej kolejności w **budynku krat Ob. nr 2** przepływają dwoma kanałami zwężającymi się do szerokości DN500 do mechanicznych krat schodkowych (fot.2.1). Ze względu na głębokość kanału (około 1 300 mm) dobrano kraty firmy MEVA-POL z Gdańska typu MEVA DUOSCREEN DS 17-40-3, których podnoszenie od dna kanału wynosi maksymalne 1 710 mm, wykonanych ze stali nierdzewnej o grubości blach prętów 3 mm i prześwicie 3 mm. Parametry techniczne kraty:

- szerokość użyteczna - 343 mm,
- szerokość całkowita - 487 mm,
- wysokość całkowita - 2 201 mm,
- wysokość zrzutu skratek - 1 710 mm,
- prześwit - 3 mm,
- moc silnika - 1,1 kW,
- przepustowość kraty: nie mniej niż 400 m³/h ścieków, przy poziomie ścieków: przed kratą $h_1 = 700 \text{ mm}$, za kratą $h_2 = 400 \text{ mm}$.

Projekt przygotowany przez biuro projektowe ECON Marek Michalczewski (z sierpnia 2005 roku) zakładał następujące rzędne ścieków i napełnienia kanału przed kratami:

Dla $Q_{h\max} = 750 \text{ m}^3/\text{h}$ - rzędna 71,58 m n.p.m. - napełnienie 60 cm.

Dla $Q_{hd\acute{s}r} = 526 \text{ m}^3/\text{h}$ - rzędna 71,55 m n.p.m. – napełnienie 57 cm,

Dla $Q_{h\acute{s}r} = 373 \text{ m}^3/\text{h}$ - rzędna 71,51 m n.p.m. – napełnienie 53 cm,

Przewidywane maksymalne napełnienie kanału przed kratą 100 cm.

Kanał odpływowy z krat szerokość 100 cm , spadek $i = 0,3 \%$,

Dla $Q_{hmax} = 750 \text{ m}^3/\text{h}$ napełnienie wynosi 0,19 m,

Dla $Q_{hdśr} = 526 \text{ m}^3/\text{h}$ napełnienie wynosi 0,15m,

Dla $Q_{hśr} = 373 \text{ m}^3/\text{h}$ napełnienie wynosi 0,12 m.

Dopuszczalne straty ciśnienie na kratkach:

Dla $Q_{hmax} = 750 \text{ m}^3/\text{h}$ napełnienie wynosi 0,41 m,

Dla $Q_{hdśr} = 526 \text{ m}^3/\text{h}$ napełnienie wynosi 0,32 m,

Dla $Q_{hśr} = 373 \text{ m}^3/\text{h}$ napełnienie wynosi 0,31 m.

Projekt zakładał wydajność pojedynczej kraty – $375,0 \text{ m}^3/\text{h}$ i produkcję skratek w ilości $V = 55\,925 \text{ RLM} \times 0,008 = 1,2 \text{ m}^3/\text{d}$. W projekcie wykonawczym stacji krat i piaskownika (biura projektowego ECON Marek Michalczewski) przewidywano produkcję skratek - numer odpadu 19 08 03 - 120 t/rok, a piasku z piaskowników - numer odpadu 19 08 02 - 188 t/rok.

Skratki zatrzymane na kratkach są następnie zrzucane do instalacji płukania i odwadniania skratek (fot.2.1). Zespół tworzą dwa współpracujące urządzenia firmy MEVA-POL z Gdańska są to: prasopłuczka firmy MEVA-POL typu MEVA SCREW WASH PRESS SWP 20-150 NW 250/650 oraz przenośnik odwadniająco-rozdrabniający MEVA COUNTER PRESSURE SCREW CPS 20-500. Kosz zasypowy prasopłuczki SWP 20-150 dobrano w sposób umożliwiający odbieranie skratek z dwóch krat jednocześnie. Wykonanie urządzeń i orurowania ze stali nierdzewnej AISI 304 (PN 0H18N9). Parametry techniczne zainstalowanych urządzeń są następujące:

- prasa z płukaniem skratek SWP 20-150 NW:
 - długość całkowita - 2770 mm,
 - wysokość - 330 mm,
 - średnica spirali - 200 mm,
 - kosz zasypowy - 230 x 1500 mm,
 - wydajność - $2 \text{ m}^3/\text{h}$,
 - moc silnika - 4.0 kW,
 - pobór wody płuczającej (w trakcie cyklu płukania) maks. 40 l/min,

- wykonanie spirali prasopłuczki – stal specjalna;
- przenośnik odwadniająco-rozdrabniający CPS 20-500:
 - długość całkowita - 5812 mm,
 - nachylenie - około 80°,
 - średnica spirali - 200 mm,
 - wydajność - 2 m³/h,
 - moc silnika - 2,2 kW,
 - wykonanie przenośnika – stal specjalna.

Skratki po odseparowaniu na kratkach mechanicznych wpadają przez kosz zasypowy do prasy, gdzie są płukane i odwadniane. Przenośnik CPS 20-500 odbiera skratki z prasopłuczki SWP 20-150 NW poprzez krótkie połączenie kolanowe, urządzenia pracują naprzemiennie. W trakcie kolejnych cykli pracy SWP wypłukane i odwodnione skratki gromadzą się w kolanie łączącym urządzenia. Śruba transportowa przenośnika CPS 20-500 w okresie postoju stanowi opór dla dociskanych przez SWP 20-150 NW skratek, co znacznie zwiększa stopień ich wypłukania i odwodnienia. Sygnałem uruchamiającym przenośnik CPS 20-500 jest przekroczenie zadanej wartości obciążenia silnika prasy (przez pomiar prądu roboczego silnika); śruba przenośnika wykonuje obroty odbierając skratki z kolana łączącego obydwie urządzenia i transportując je do wylotu. W następnym cyklu pracy SWP 20-150 NW znowu dociska skratki w kolanie, aż do ponownego przekroczenia zadanej wartości obciążenia silnika, co ponownie uruchamia CPS 20-500. Następnie skratki dwoma kolejnymi przenośnikami:

- przenośnik ślimakowy poziomy bez wałowy U 260 (12,5 m), wykonanie – stal specjalna,
 - przenośnik ślimakowy poziomy bez wałowy U 260 (3,8 m), wykonanie – stal specjalna,
- zainstalowanymi na górnej kondygnacji **budynku krat Ob. nr 2** są transportowane i zrzucane ostatecznie do kontenera na skratki (fot.2.1).

Popłuczyny z odwadniania skratek kierowane są z powrotem do kanału ściekowego. Kanały ściekowe w **budynku krat Ob. nr 2** przykryto pokrywami z tworzywa sztucznego - chemoodpornego TWS, odporne na ścieki, warunki atmosferyczne i promieniowanie UV (fot.2.1), elementy złączne wykonano ze stali kwasoodpornej AISI 304. Pomieszczenie jest wentylowane grawitacyjnie i mechanicznie z wykorzystaniem dodatkowo filtracji

z węglem aktywowanym katalitycznie. Zainstalowano dwa filtry firmy MEVA-POL z Gdańska typu MEVA Odour Control System OCS:

- filtry typu OCS 300 o wydajności 100,0 m³/h,
- filtr typu OCS 500 o wydajności 220,0 m³/h.

Wentylator, który wymusza przepływ powietrza zamontowano na wylocie filtra. Zanieczyszczone powietrze jest zasysane poprzez wlot od dołu i przepływa poprzez złożę węglowe do wylotu. Katalizatory i impregnaty węgla w warstwach złoża zostały dobrane odpowiednio do zanieczyszczeń, które mają być usuwane z powietrza w procesie dezodoryzacji drogą chemisorpcji. Obroty wentylatora mogą być płynnie regulowane, co umożliwia zmianę jego wydajności, a zatem wielkość przepływu powietrza przez złożę filtra.

W górnej kondygnacji **budynku krat Ob. nr 2** zainstalowano separator piasku z płukaniem firmy MEVA-POL z Gdańska typu MEVA SANDWASHER SWA 12 (fot.2.1), do którego piasek jest kierowany z **piaskownika Ob. nr 3** (fot.2.2). Separator piasku posiada następujące parametry techniczne:

Parametry techniczne SWA12

- | | | |
|---|---|--|
| – długość całkowita | - | 4 212 mm, |
| – szerokość całkowita | - | 1 900 mm, |
| – wysokość całkowita | - | 3 198 - 3 448 mm, |
| – moc silników: | - | mieszadło 0,37 kW, przenośnik 0,55 kW, |
| – średnica spirali | - | 180 mm, |
| – wydajność | - | 44 m ³ /h, |
| – zawartość organiki na wyjściu | - | 3 %, |
| – materiał stal nierdzewna AISI 304, spirala: stal konstrukcyjna. | | |

Separator pracuje sekwencyjnie w trybie automatycznym; sygnał uruchamiający pompę podającą pulpę piaskową z piaskownika rozpoczyna cykl pracy separatora. Jeden cykl pracy obejmuje kolejno: podawanie pulpy, płukanie piasku, sedymentacja piasku, spust zanieczyszczeń organicznych, odwadnianie i wyładunek piasku. Ukształtowanie części wlotowej separatora (cyklon) powoduje strumieniowy przepływ wirowy pulpy wewnątrz górnego, stożkowego zbiornika separatora; w efekcie następuje separacja piasku i materiału organicznego z pulpy. Woda z pulpy odpływa do spustu poprzez krawędź przelewową

na obwodzie górnej części zbiornika separatora. Materiał organiczny usuwany jest z pulpy przy pomocy zintegrowanego systemu płukania piasku, na który składa się działanie mieszadła wolnoobrotowego oraz pulsacyjny przepływ wody doprowadzanej do dysz w dolnej części zbiornika separatora.



Fot.2.1. Budynek krat Ob. nr 2: Instalacja krat, płukania i odwadniania skratek, separator piasku, przenośniki i filtr z węglem aktywnym

Odseparowane zanieczyszczenia organiczne są odprowadzane poprzez wylot wyposażony w zasuwę, znajdujący się poniżej spustu wody z nadkrawędzi przelewowej w górnej części zbiornika. Gdy sedymentujący piasek osiąga odpowiedni poziom w dolnym, cylindrycznym zbiorniku separatora, sygnał z ciśnieniowego czujnika poziomu piasku uruchamia przenośnik ślimakowy. Czysty piasek odwadniany jest w trakcie transportu zablokowanym z separatorem przenośnikiem mechanicznym piasku, następnie kolejnym przenośnikiem piasek ostatecznie trafia do kontenera na piasek (fot.2.1).

2.3 Piaskownik Ob. nr 3

Ścieki z **budynku krat Ob. nr 2** przepływają do znajdującego się bezpośrednio za nim **piaskownika Ob. nr 3** (fot.2.2). W oczyszczalni ścieków w Sochaczewie zainstalowano dwukomorowy piaskownik przedmuchiwany sprężonym powietrzem, o przepływie spiralnym wyposażony w komory odtłuszczania. Ścieki dopływają z **budynku krat Ob. nr 2** korytem o szerokości 1,0 m i rozdzielają się następnie na dwie strugi. Odpowiednia prędkość przepływu zapewnia wytrącanie się ze ścieków cięższych zanieczyszczeń mineralnych (piasku, popiołu), a zamontowane napowietrzanie wywołuje ruch spiralny uniezależniając warunki sedymentacji od natężenia przepływu, zapobiegając osiadaniu lekkich zanieczyszczeń organicznych a wydobywany z urządzenia piasek nie jest uciążliwy dla otoczenia. Napowietrzanie powoduje również flotację tłuszczów, zbierający się kożuch tłuszczu i części pływających na powierzchni piaskownika jest następnie zgarniany do końca komory odtłuszczania i okresowo odprowadzany do przyległego separatora tłuszczu przez ręczne otwarcie opuszczanej zastawki. Po oddzieleniu nadmiaru wody kumulujący się tłuszcz jest okresowo usuwany z wykorzystaniem pojazdów - wozów asenizacyjnych.

Według założeń z projektu Biura Projektowania Budownictwa Budimex Projekt sp. z o. o. z Warszawy piaskownik zwymiarowano dla potrzeb docelowego przepływu ścieków przez oczyszczalnię w Sochaczewie $Q_{obl} = 1,5$ $Q_{max} = 750$ m³/h, zakładając dla jednej komory:

- $Q_{obh} = 750/2 = 375$ m³/h = 0,104 m³/s,
- czas zatrzymania przyjęto $T = 5$ min,
- pojemność czynna $V = 5 \cdot 60 \cdot 0,104 = 31,2$ m³,
- założona prędkość przepływu (składowa pozioma) $u = 0,07$ m/s,
- powierzchnia przekroju poprzecznego $f = Q_{obl}/u = 1,45$ m².
- szerokość części przepływowej $B = 1,0$ m,

- długość części roboczej $L = V/f = 31,2 / 1,45 = 21,6$ m,
- obciążenie hydrauliczne komory odłuszczenia $O_h = 25$ m / m h,
- długość komory odłuszczenia $L_o = 20,9$ m,
- szerokość komory odłuszczenia $B_o = Q_{obl1}/L_o/O_h = 0,7$ m.

Projekt zakładał, napowietrzanie piaskownika dwoma dmuchawami rotacyjne DR-91 -2-4-T-D-Np-04 o wydajności $Q_{max} = 25,0$ m³/h, a odpompowywanie pulpy piaskowej, miało być prowadzone z każdej komory piaskownika pompą o wydajności $Q = 15,0$ m³/h i wysokości podnoszenia 11,5 m oraz mocy $P = 1,6$ kW.

Ścieki po przepłynięciu przez piaskownik odpływają przelewem do komory odpływowej i dalej dwoma bezciśnieniowymi rurociągami DN500 do komory czerpnej **pompowni ścieków Ob. nr 4**.

W każdej komorze **piaskownika Ob. nr 3**, zainstalowano dwa zgarniacze:

- zgarniacz denny piasku typu Va Teknik,
- zgarniacz powierzchniowy w tłuszczowniku typu Va Teknik,

firmy VA TEKNIK I BORÅS AB ze Szwecji, którego przedstawicielem na rynku krajowym jest firma MEVA-POL z Gdańska. Piaskownik jest napowietrzany dmuchawami zainstalowanymi w pomieszczeniu w **budynku krat Ob. nr 2** (obok instalacji krat). Zainstalowano dwie dmuchawy rotacyjne o podobnej wydajności około $Q_{max} = 1,91$ m³/min każda:

- DR-91 -2-4-T-D-Np-04,
- DR-100.

Zgarniacz powierzchniowo-denny piasku typu VA TEKNIK zbudowano ze zgrzebeł połączonych łańcuchem, napędzanych motoreduktorem instalowanym na koronie zbiornika w osłonach aluminiowych. Długość zgarniacza około 19 m, szerokość zbiornika 1 m / 0,3 m, głębokość 2,5 m. Napęd z przekładni motoreduktora jest przenoszony na koło łańcuchowe na wale napędowym zgarniacza przez łańcuch z tworzywa sztucznego, taki sam, jak łańcuch prowadzący zgrzebła. Łańcuch typ NCS720 S smarowany wodą ze zbiornika, wykonano z tworzywa sztucznego – Acetalu, wzmocnionego włóknem szklanym z obciążeniem roboczym do 1 100 kg (obciążenie niszczące łańcucha – 3 100 kg). Łańcuch ma konstrukcję ogniwową, z podziałką 150 mm. Trzpień ogniwa ma końcówki w kształcie litery T, które są zatrzaśnięte w wyżłobieniach na ramionach bocznych ogniwa, co zapobiega rotacji

trzipienia i uniemożliwia jego wypadnięcie. Wał napędowy zamontowano do bocznych ścian zbiornika od strony leja osadowego, poniżej poziomu ścieków. Wał osadzono w łożyskach ślizgowych, samonastawnych, smarowanych wodą. Na wale napędowym znajdują się dwa koła łańcuchowe napędzające dwa łańcuchy boczne zgarniacza. Po przeciwnej stronie zbiornika zamontowane są dwa górne koła bierne, przy dnie zbiornika znajdują się kolejne dwie pary kół biernych. Łożyska kół (samonastawne, smarowane wodą) osadzono na krótkich stalowych wałkach mocowanych do ścian zbiornika. Wszystkie koła zgarniacza: napędowe oraz bierne, są kołami zębatymi o głębokich wrębach. Łańcuchy zgarniacza tworzą pętlę pomiędzy kołami napędowymi na wale a kołami biernymi. Zgrzebła zgarniacza zamocowano do łańcuchów w równych odstępach. Część zgrzebeł wyposażono w listwę z gumy. Zgrzebła w ruchu po dnie zbiornika zgarniają piasek do leja osadowego. W ruchu w kierunku leja osadowego, zgrzebła ślizgają się po dwóch listwach z tworzywa sztucznego, zamocowanych do dna zbiornika.

Podstawowe parametry techniczne zgarniacza powierzchniowo-dennego piasku typu VA TEKNIK:

- powierzchnia zgarniana 0,6 m x 18,7 m,
- prędkość przesuwu zgrzebeł ok 0,7 cm/min,
- średnica wału napędowego Ø200,
- liczba zgrzebeł 10 szt.,
- moc napędu zgarniacza 0,12 kW.

Zgarniacz powierzchniowy w tłuszczowniku typu VA TEKNIK jest również zgarniaczem złożonym ze zgrzebeł połączonych łańcuchem, napędzanych motoreduktorem zamontowanym na koronie zbiornika w lekkiej osłonie aluminiowej. Wymiary zgarniacza: długość zgarniana około 19 m, szerokość zbiornika 0,7 m. Łańcuch typu NCS720 S, wykonano z tworzywa sztucznego – Acetalu, wzmocnionego włóknem szklanym z obciążeniem roboczym do 1 100 kg (obciążenie niszczące łańcucha – 3 100 kg). Zgrzebła wykonano z materiału kompozytowego wzmocnionego włóknem szklanym. Profil zgrzebła typu „Sigma” zapewnia odpowiednią sztywność i wytrzymałość zgrzebeł o długości 0,53 m. Wszystkie zgrzebła wyposażono w listwę z gumy oraz ślizgacze ułatwiające poruszanie się po prowadnicach. Ślizgacze są przekładalne, co dwukrotnie zwiększa czas ich użytkowania. Ślizgacze wykonano z polietylenu; który jest odporny na ścieranie i charakteryzuje się małym

tarciem. Napęd z przekładni motoreduktora przenoszony jest na koło łańcuchowe stalowe na wale napędowym zgarniacza przez łańcuch stalowy rolkowy. Zespół wału napędowego zamontowano do bocznych ścian zbiornika od strony leja osadowego, powyżej poziomu ścieków. W jego skład wchodzi wał, osadzony w polyetenowych łożyskach ślizgowych, samonastawnych. Na wale napędowym znajdują się dwa koła łańcuchowe napędzające dwa łańcuchy boczne zgarniacza. Po przeciwnej stronie zbiornika jest zamontowany zespół wału biernego, zbudowany z wałka biernego, na którym znajdują się dwa koła łańcuchowe bierne. Wałek bierny jest osadzony w polyetenowych łożyskach ślizgowych, samonastawnych. Wszystkie koła zgarniacza: napędowe oraz bierne są kołami zębatymi o głębokich wrębach. Łańcuchy zgarniacza tworzą pętlę pomiędzy kołami napędowymi na wale a kołami biernymi. Zgrzebła zgarniacza są zamocowane do łańcuchów w równych odstępach. Wszystkie zgrzebła wyposażono w listwę z gumy. Końce zgrzebel przesuwają się po prowadnicach wykonanych ze stalowego kątownika (AISI 304) zamocowanych do ścian zbiornika. Zgrzebła zaopatrzone w ślizgacze ułatwiające poruszanie się po prowadnicach. W ruchu roboczym na powierzchni ścieków, zgrzebła zgarniają ciała pływające tłuszcz w kierunku komory zbiorczej tłuszczu. Szyny nośne dla zgrzebel wykonane z kątownika ze stali nierdzewnej SS 2333 (PN 0H18N9), przyspawane do płyt stalowych, które zakotwiono w ścianach zbiornika. Odpływ tłuszczu z komory zbiorczej odbywa się grawitacyjnie.

Podstawowe parametry techniczne zgarniacza powierzchniowego w tłuszczowniku typu VA TEKNIK:

- powierzchnia zgarniana 19,5 m x 0,7 m,
- prędkość przesuwu zgrzebel 0,7 m/min,
- średnica wału napędowego Ø 150,
- liczba zgrzebel 12 szt., wszystkie wyposażone w listwę gumową,
- profil zgrzebel Sigma,
- moc napędu zgarniacza 0,12 kW.

Piaskownik zabezpieczono przykryciem zapobiegającym wydzielaniu się odorów o wymiarach (z projektu wykonawczego) 22,8 m x 4,45 m w postaci demontowanych łupin, nad komorą tłuszczową po zdemontowaniu układane na sąsiednich łupinach (fot.2.2). Nad komorą piaskową łupiny są płaskie z powierzchnią przeciwslizgową. Zainstalowano dodatkowe uszczelnienia przy rurach napowietrzających. Przekrycie wykonano

z chemoodpornego TWS, odpornego na ścieki, warunki atmosferyczne i promieniowanie UV. Układ dezodoryzacji jest podłączony do filtra z węglem aktywowanym katalitycznie MEVA OCS 500, który jest zainstalowany w **Budynku krat Ob. nr 2** (fot.2.1).



Fot.2.2. Piaskownik Ob. nr 3 oraz pompownia Ob. nr 4

Zbierający się na dnie piaskowników piasek jest zgarniany za pośrednictwem zgarniaczy łańcuchowych do leja osadowego zlokalizowanego na początku piaskownika. Następnie pompowo z każdej komory piaskownika (naprzemiennie z każdego ciągu) pompą firmy WILO FA0862W o mocy 3,5kW z wirnikiem o swobodnym przepływie, wydajności około $Q = 15-20 \text{ m}^3/\text{h}$ i wysokości podnoszenia 11,5 m, jest transportowany do separatora (płuczki) piasku, który zainstalowano w **budynku krat Ob. nr 2**.

2.4 Pompownia Ob. nr 4

Z **piaskownika Ob. nr 3** ścieki odpływają grawitacyjnie do komory odpływowej i dalej dwoma grawitacyjnymi rurociągami DN 500 trafiają do komory czerpnej **pompowni Ob. nr 4**, o wymiarach zewnętrznych w planie 10 x 10 m. Wykonanej jako budynek dwukondygnacyjny w którego górnej części znajduje się rozdzielnia elektryczna i pomieszczenia techniczne (fot.2.2). Dolną kondygnację budynku podzielono na dwie części, połowę stanowi zbiornik mokry ścieków dopływających z **piaskownika Ob. nr 3**, w drugiej suchej części wykonano instalację pompową, transportującą ścieki rurociągiem DN400 do komory rozdzielczej **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b**. Zainstalowano trzy pompy firmy ABS: typu XFP150G-CB1,5-PE110/4-G-50 EX o mocy $P_1 = 12,0$ kW i $P_2 = 11,0$ kW, maksymalnej wydajności $360,0$ m³/h i wysokości podnoszenia $H_{\max} = 23,6$ m (które zostały uruchomione 13.04.2011 roku). Instalacja pomp pokrywa potrzeby hydrauliczne dla docelowej rozbudowy oczyszczalni do przepustowości średniodobowej $9\,000,0$ m³/d. Oczyszczalnia ma jeszcze magazynowo przygotowaną awaryjną pompę, która może zastąpić jedną z wyżej wymienionych pompy podstawowych, jest to pompa firmy ABS typu AFP(K)1543.B-ME140/4 o mocy $P_1 = 16,1$ kW i $P_2 = 14,0$ kW o maksymalnej wydajności $395,0$ m³/h, wysokości podnoszenia $H_{\max} = 26,7$ m (wyprodukowana w maju 2009 roku). W pompowni zainstalowano również pompę do odwadniania pomieszczenia firmy ABS typu ROBUSTA 100 o mocy $0,21$ kW.

2.5 Reaktor biologiczny Ob. nr 5a i 5b

Z **pompowni Ob. nr 4** ścieki surowe mechaniczne podczyszczone rurociągiem DN400 są transportowane do komory rozdzielczej **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b**. Obecnie do komory dopływa mieszanina ścieków i osadu czynnego, ponieważ przed komorą do rurociągu ścieków DN400, podłączono rurociąg DN350 osadu z recyrkulacji zewnętrznej transportowany za pomocą instalacji pompowej z **pompowni osadu Ob. nr 8** (recyrkulacja prowadzona z **osadników wtórnych Ob. nr 6a i 6b**). Rozwiązanie podstawowe zakładało zrzut osadu recyrkulowanego bezpośrednio do komory rozdzielczej, ale ze względu na problemy z wymieszaniem osadu ze ściekami i homogenizacją mieszaniny doprowadzonej do obydwu ciągów reaktora, układ został przebudowany w stosunku do projektu. Komorę rozdzielczą wyposażono w zastawki umożliwiające awaryjne odcięcie dopływu ścieków do poszczególnych (dwóch istniejących i pracujących) ciągów technologicznych **reaktora**

biologicznego Ob. nr 5a i 5b. Komorę wykonano jako rozwiązanie docelowe do obsługi przewidywanego projektowo do zrealizowania w przyszłości trzeciego ciągu biologicznego oczyszczania ścieków (reaktor biologiczny Ob. nr 5c). Obiekt wyposażono w zastawki umożliwiające awaryjne odcięcie dopływu ścieków do poszczególnych ciągów technologicznych reaktora.

Reaktor biologiczny Ob. nr 5a i 5b wybudowano jako żelbetowy zbiornik, podzielony na dwa niezależne ciągi technologicznych w kształcie litery U (fot.2.3). Wymiary całkowite według projektu z czerwca 1996 roku to 57,95 x 29,95 x 6,30 m w tym głębokość zbiornika 5,65 m. Ściany zewnętrzne i przegroda główna (przejmujące parcie) ma zmienną grubość i kształt trapezu (od 65 cm do 30 cm na górze), ściany działowe podłużne o grubości 30 cm, ściany działowe poprzeczne o grubości 29 cm. Każdy ciąg reaktora biologicznego posiada użytkowe wymiary 56,4 x 14 x 5,25 m i został zwymiarowany przez Biuro Projektowania Budownictwa Budimex Projekt sp. z o. o. z Warszawy dla przepustowości $Q_{dśr} = 3\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$, koncentracji osadu $4,8 \text{ kg}/\text{m}^3$ i wieku osadu 25 dni. Zapotrzebowanie na powietrze dwóch ciągów biologicznych projektowo określone na $3\,570 \text{ Nm}^3/\text{h}$ i $59,50 \text{ Nm}^3/\text{min}$. Oczyszczanie biologiczne prowadzone jest metodą jednofazowego niskoobciążonego osadu czynnego, dla obciążenia osadu czynnego w reaktorach biologicznych na założonym poziomie $0,05 \text{ kg BZT}_5/\text{kg}_{s.m.}\cdot\text{d}$. Każdy ciąg biologicznego oczyszczania ścieków tworzy komora defosfatacji, następnie kaskada dwóch komór denitryfikacyjnych i komora nitryfikacji podzielona na dwie komory ze zmiany kierunku przepływu mieszaniny osadu czynnego ze ściekami oczyszczanymi. Pojemność czynna poszczególnych komór jednego ciągu biologicznego jest następująca:

Jeden ciąg technologiczny reaktora biologicznego – parametry techniczne			
—	Wymiary dł. x szer. x głębokość czynna		Objętość komory
komora defosfatacji	3,40 x 14,53 x 5,25		259,36 m ³
komora denitryfikacji 1	19,0 x 7,0 x 5,25		698,25m ³
komora denitryfikacji 2	19,0 x 7,0 x 5,25		698,25m ³
komory nitryfikacji 1	15,0 x 7,0 x 5,25		551,25 m ³
komory nitryfikacji 2	53,0 x 7,0 x 5,25		1947,75 m ³
Łączna objętość czynna jednego ciągu reaktora			4 154,75 m³

Oczyszczanie biologiczne prowadzone jest metodą jednofazowego niskoobciążonego osadu czynnego. Początkiem każdego ciągu biologicznego oczyszczania ścieków jest **komora**

defosfatacji, w której do utrzymania mieszaniny ścieków oczyszczanych i osadu czynnego w zawieszeniu wykorzystuje się dwa mieszadła pionowe o długości 4 m, firmy STAMO, typu Propeler Agitator HFL05 – 2GN200 o mocy silnika (typu Steinlen) 1,1 kW przy obrotach 1440 obr./min dla IE3-84.20% oraz 1,1 kW przy obrotach 1 750 obr./min dla IE3-86.50%.

Z **komory defosfatacji** mieszanina ścieków i osadu przepływa następnie do kaskady dwóch komór denitryfikacji, w których panują warunki niedotlenione, są to: **komora denitryfikacji 1** a następnie **komora denitryfikacji 2**. W każdej z komór, do utrzymania mieszaniny ścieków i osadu w zawieszeniu, zainstalowano po jednym mieszadłe pionowym o długości 4 m, firmy STAMO typu Propeller Agitator HFL06-2GN250 o mocy silnika (typu Simens FZAF888-LA100LB4W) 3,0 kW przy obrotach 1 440 obr./min. Do **komory denitryfikacji 1** recykulowana jest również mieszanina ścieków i osadu czynnego z dużą zawartością azotanów z końca **komory nitryfikacji 2** (z wydzielonej komory bez zainstalowanych dyfuzorów napowietrzających) za pomocą zainstalowanego mieszadła pompującego.

Z **komory denitryfikacji 2** cała mieszanina ścieków i osadów przepływa do kaskady **komór nitryfikacji 1 i 2** (ze zmianą kierunku przepływu w zbiorniku), w których do napowietrzania wykorzystuje się ruszty z dyfuzorami napowietrzającymi. Instalacja napowietrzająca to cztery niezależne ruszty napowietrzające łącznie z 450 dyfuzorami talerzowymi o średnicy 12” (dwa ruszty po 120 dyfuzorów i dwa po 105 dyfuzorów). Każdy z ciągów **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** posiada zainstalowane inne typy dyfuzorów napowietrzających:

- w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5a** zainstalowano 450 sztuk dyfuzorów systemu NOPOL® dyfuzory typu PIK 300 o zakresie pracy 0 – 8 m³/h, przeciążeniowo do 10 m³/h, dystrybuowanych przez firmę ABS Polska sp. z o.o.,
- w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5b** zainstalowano 450 sztuk dyfuzorów systemu FlexAir typu Micro Pore™ z membraną napowietrzającą typu EPDM o wydajności pojedynczego dyfuzora 0-16 m³_N/h, dystrybuowanych przez firmę Zakład Usługowo Produkcyjny Piotr Operskański.

Sprężone powietrze dostarczane jest do komór nitryfikacji z **budynku dmuchaw Ob. Nr 7** za pomocą dwóch rurociągów DN300 ułożonych pod powierzchnią terenu i dalej

po zewnętrznej stronie ściany **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** (fot.2.3), w górnej części przykrycia szklarni wchodzi nad jego poszczególne ciągi biologiczne.

W końcowej części **komory nityfikacji 2** zainstalowano przegrodę żelbetową z regulowaną krawędzią przelewową, przez którą mieszanina ścieków i osadu przelewa się do wydzielonej dodatkowej komory odgazowania o wymiarach około 2,80 x 7,0 m i głębokości czynnej 5,25 m (pojemność czynna 102,9 m³), w której nie ma już zainstalowanych dyfuzorów napowietrzających - tylko mieszadło pompujące, wykorzystywane w recyrkulacji wewnętrznej do **komory denityfikacji 1**. Zgodnie z założeniami projektowymi przewidywano zainstalowanie mieszadła, zapewniającego recyrkulację wewnętrzną w wysokości 400 %, co miało pozwolić na 80 % biologiczną denityfikację. W projekcie firmy BUDIMEX Projekt sp. z o.o. z czerwca 1996 roku, opisano wydajność urządzenia w granicach $q = 0,210 \div 0,280 \text{ m}^3/\text{s}$ (czyli $756,0 \div 1\,008,0 \text{ m}^3/\text{h}$), parametry dobranego mieszadła pompującego RCP 500S/30-6 opisano, że posiadają wydajność $Q = 500,0 \div 1000,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Fizycznie zainstalowano jednak pojedyncze mieszadło firmy ABS typu RCP 500 (zgodnie z DTR urządzenia: nr śmigła 1 i typ pompy 5031 o mocy elektrycznej silnika P1 7,1 kW i mocy na wale 5,0 kW), które przy 50 Hz pozwala osiągnąć wydajność maksymalną 390 l/s czyli $Q = 1404,0 \text{ m}^3/\text{h}$). Mieszadło zgodnie z założeniami miało być sterowane od ilości ścieków dopływających do poszczególnych komór reaktora (wykorzystując dane z przepływomierza ścieków odprowadzanych do odbiornika z **kanalu odpływowego i zwężki pomiarowej Ob. nr 19**). Obecnie recyrkulacja jest ustawiona na falowniku na minimum i prowadzona przez całą dobę ze stałą wydajnością. Mieszadło od strony wylotu strugi do komory denityfikacji wyposażono w zawór zwrotny, który zapobiega przedostawaniu się mieszaniny ścieków i osadu z denityfikacji w trakcie wyłączenia mieszadła (z uwagi na inny poziom w końcowej komorze nityfikacji).

W trakcie prowadzonej ostatniej modernizacji oczyszczalni ścieków, na podstawie założeń z projektu technicznego „Rozbudowy i modernizacji Miejskiej Oczyszczalni Ściegów przy Al. 600-lecia w Sochaczewie” z sierpnia 2005 roku przygotowanego przez biuro projektowe ECON z Kielc, zmodyfikowano działanie reaktora biologicznego pracującego w technologii osadu czynnego, wprowadzając dodatkowy system „ORGANICA - OGRODY ODNOWY”. Rozwiązanie jest połączeniem stosowanej już w Sochaczewie metody oczyszczania ścieków osadem czynnym z makrofitami. Cały **reaktor biologiczny Ob. nr 5a i 5b** zabudowano szklarnią (fot.2.3), która zapewnia stałą temperaturę otoczenia, dzięki której utrzymuje się

stały, wysoki efekt oczyszczania bez względu na porę roku i temperaturę zewnętrzną. Komory biologicznego oczyszczania pokrywa całkowicie roślinność, która zapewnia wyższą efektywność oczyszczania komór osadu czynnego, redukując uciążliwość odorową. Zwiększenie zdolności oczyszczania ścieków jest według założeń projektowych efektem odpowiedniego doboru roślin pod względem ich ukorzenienia.

Powierzchnię **komór nityfikacji 1 i 2, reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** pokryto odpowiednio dobranymi gatunkami roślin umieszczonych na podtrzymującej siatce poniżej poziomu wody (fot.2.3). Korzenie roślin zapewniają właściwe środowisko dla rozwoju biomasy tworzącej na ich powierzchni błonę biologiczną podobną do występującej na złożach stałych. Duża ilość występujących na korzeniach mikroorganizmów dodatkowo zwiększa skuteczność oczyszczania ścieków. Projekt przewidywał zainstalowanie w każdym ciągu:

- w **komorze nityfikacji 1** – trzech koszy na rośliny o wymiarach 2900 x 6000 x 700 mm oraz jednego kosza o wymiarach 1790 x 6000 x 700 mm - wykonanych ze stali nierdzennej o nośności 25 kg/m²,
- w **komorze nityfikacji 2** - dwóch koszy na rośliny o wymiarach 2900 x 6000 x 700 mm, jednego kosza o wymiarach 2500 x 6000 x 700 mm i jednego kosza o wymiarach 1790 x 6000 x 700 mm - wykonanych ze stali nierdzennej o nośności 25 kg/m².

Kosze zamocowane są do pomostów śrubami i obsadzone roślinnością (których proponowanym dostawcą jest ORGANICA Polska) na przykład:

Acanthus longifolius, *Aconitum aerendesii*, *Anemone hupehensis*, *Aruncus dioicus*, *Asphodeline lutea*, *Belamcanda chinensis*, *Campanula latifolia*, *Centaurea dealbata*, *Filipendula rubra*, *Helinium hybridum*, *Hemerocallis x hybrida*, *Iris ochroleuca* „Gigantea”, *Iris sibirica*, *Iris pallida* „Variegata”, *Iris x barbata*, *Kniphophia x hybrida*, *Ligularia dentata*, *Monarda Didyma*, *Physostegia Virginiana*, *Yucca filamentosa*, *Chasmanthium latifolium*, *Miscanthus floridus* „Giganteus”, *Miscanthus sinensis* „Strictus”, *Miscanthus sinensis* „Gracilissimus”, *Panicum virgatum* „Warrior”, *Pennisetum compressum*, *Phalaris arundinacea* „Pieta”, *Phyllostachys viridiglaucescens*, *Spartina pectinata* „Aureomarginata”, *Bambusa nigra*, *Cortaderia seloana*.

Rośliny pnące: *Campsis tagliabuana* x „Mme Gaiety”, *Hedera helix* „Woerner”, *Lonicera brownii* „Dropmore scarlet”, *Lonicera hecatii*, *Lonicera japonica* „Aureoreticulata”, *Polygonum baldschuanicum*, *Parthenocissus tricuspidata* „Weitsii”, *Wistaria sinensis*.



Fot.2.3. Reaktor biologiczny Ob. nr 5a i 5b oraz osadniki wtórne Ob. nr 6a i 6b

Ścieki z osadem czynnym, z końcowej części **komory nitryfikacji 2** (w której zainstalowano mieszadło pompujące) przelewem niezatopionym regulowanym, przepływają do koryta odpływowego i dalej do żelbetowego koryta zbiorczego zlokalizowanego pomiędzy dwoma ciągami **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b**. Koryto zbiorcze odprowadza mieszaninę ścieków i osadu z dwóch ciągów technologicznych **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** do rurociągu pionowego DN500, a następnie rurociągiem DN600 i dalej DN700 do **komory**

rozdziału Ob. nr 9, skąd są kierowane poprzez przelewy w celu równomiernego rozdziału ścieków na pracujące osadniki do **osadników wtórnych Ob. nr 6a i 6b**. Do **komory rozdziału Ob. nr 9** w przypadku konieczności wspomagania procesu biologicznego usuwania fosforu za pomocą chemicznego strącania jest dawkowany koagulat PIX.

2.6 Osadniki wtórne Ob. nr 6a i 6b

Ścieki z **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** dopływają najpierw do **komory rozdziału Ob. nr 9** a następnie przewodami DN400 do **osadników wtórnych Ob. nr 6a i 6b**. Rurociągi poprowadzono pod dnem zbiorników, którymi mieszanina ścieków i osadu jest transportowana do kolumny centralnej wyposażonej w deflektor kierujący strugę w stronę dna. **Osadniki wtórne Ob. nr 6a i 6b** są radialnymi żelbetowymi zbiornikami o średnicy 21,0 m, wyposażonymi w zgarniacze mechaniczne o prędkości obwodowej 2:3 obr./h (moc zgarniacza $P = 1,0 \text{ kW}$). W osadnikach następuje proces oddzielenia osadu czynnego od ścieków oczyszczanych w procesie sedymentacji. Dolne zgrzebło zgarniacza kieruje osady do leja osadowego zbiornika i następnie rurociągiem DN250 pod ciśnieniem hydrostatycznym do **pompowni osadu Ob. nr 8**. Flotująca na powierzchnię zbiornika zawieszina jest kierowana zgrzebłem górnym zgarniacza do zbiornika części pływających usytuowanego przy ekranie z blachy stalowej, zatrzymującej części pływające i dalej rurociągiem DN150 przepływa do **pompowni części pływających Ob. nr 12**, skąd trafia na początek procesu oczyszczania ścieków.

Wymiary i projektowe parametry technologiczne pracy pojedynczego osadnika wtórnego:

– średnica osadnika	$D = 21,0 \text{ m}$,
– pojemność czynna	$V_{cz} = 1\,142,0 \text{ m}^3$,
– dopływ ścieków ogółem do dwóch osadników	$Q_m = 420,0 \text{ m}^3/\text{h}$, dla stężenia
osadu w komorze osadu czynnego $4,8 \text{ kg/m}^3$,	
– dopływ ścieków do jednego osadnika	$Q_{ml} = 210,0 \text{ m}^3/\text{h}$,
– powierzchnia osadnika	$F = 339,0 \text{ m}^2$,
– wysokość ściany bocznej (od dna do lustra ścieków)	$H = 3,3 \text{ m}$,
– wysokość ściany bocznej (od dna do bieżni zgarniacza)	$H = 3,97 \text{ m}$,
– średnica leja osadowego	$d = 3,0 \text{ m}$,
– wysokość komory osadowej	$h = 2,1 \text{ m}$,
– pojemność leja osadowego	$V_o = 6,1 \text{ m}^3$,

– obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika	$q_{Ah} = 0,62 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$,
– obciążenie zawiesiną powierzchni osadnika	$q_{Az} = 2,98 \text{ kg s.m.}/\text{m}^2\text{h}$,
– czas zatrzymania ścieków	$t = 3,2 \text{ h}$,
– długość przelewów	$l = 62,8 \text{ m}$,
– obciążenie 1 m krawędzi przelewu	$q = 3,3 \text{ m}^3/\text{h m}$,
– wysokość warstwy przelewowej	$h^l = 0,034 \text{ m}$,
– koryto przelewowe	$b = 0,40 \text{ m}; H = 0,50 \text{ m}$,
– napełnienie koryta	$h = 0,15 \div 0,30 \text{ m}$.

Oczyszczone ścieki odprowadzane są przelewami pilastymi do koryta zbiorczego biegnącego po wewnętrznej stronie obwodu osadnika i dalej przewodem z rur stalowych DN300 mm do **kanal odpływowego i zwężki pomiarowej Ob.nr 19** do odbiornika ścieków oczyszczonych rzeki Utrata w km 0+060.

2.7 Budynek dmuchaw Ob. nr 7

Budynek dmuchaw Ob. nr 7 to obiekt murowany o wymiarach 12,24 x 11,35 m, w którym wydzielono dwa pomieszczenia: na dmuchawy o wymiarach 6,21 x 10,55 m oraz pomieszczenie pomocnicze o wymiarach 3,00 x 11,35 m (fot.2.4). Dla napowietrzania komór nityfikacji pierwotny projekt przewidywał zainstalowanie dwóch dmuchaw rotacyjnych - każda przeznaczona do pracy z jednym ciągiem technologicznym. Docelowo, po wybudowaniu trzeciego ciągu, miała być zainstalowana trzecia dmuchawa. Układ przygotowano w sposób, umożliwiający awaryjnie załączyć jedną dmuchawę do napowietrzania obu ciągów technologicznych **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b**. Dmuchawa miała być zgodnie z założeniami projektowymi (z 1996 roku sporządzonych przez Budimex Projekt sp. z o.o. z Warszawy) zasilana za pośrednictwem przetwornicy częstotliwości sterowanej poziomem stężenia tlenu rozpuszczonego w komorze napowietrzania dmuchawami o parametrach. $Q = 33,5 \text{ Nm}^3/\text{min}$, $A_p = 600 \text{ mbar}$, z silnikiem o mocy $P = 55 \text{ kW}$. Dla zmniejszenia uciążliwości związanej z hałasem przewidziano dla każdej dmuchawy osłonę dźwiękochłonną. Poziom hałasu dmuchawy z osłoną wynosi $L_A = 75 \text{ dB(A)}$.



Fot.2.4. Pompownia osadu Ob. nr 8, budynek dmuchaw Ob. nr 7, zbiornik PIX Ob. nr 15, kanał odpływowy i zwężka pomiarowa Ob. nr 19, pompownia części pływających Ob. nr 12

Fizycznie w oczyszczalni są zainstalowane cztery dmuchawy:

- 2 szt. dmuchaw ROBOX ES85/3P o wydajności $(8,9 - 35,5) \pm 5 \%$, ciśnienie 640 mbar i mocy 55 kW (wyprodukowane w 2006 roku),
- turbodmuchawa z łożyskami powietrznymi NAMWON TurboOne TB50-07 wydajność 35,5 m³/min, ciśnienie 6 400 mmAq i mocy 37,5 kW (wyprodukowana w 2017 roku),
- turbodmuchawa z łożyskami powietrznymi typu TurboMAX RX50-C060 wydajność 35,0 m³/min, ciśnienie 600 mbar o mocy 40,9 kW (wyprodukowana w 2018 roku).

Wszystkie dmuchawy podłączono przez kolektor do dwóch rurociągów powietrza DN300, które zgodnie z założeniami projektowymi zapewniają prędkość przepływu $v = 7,9$ m/s.

Obecnie do zasilania **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** wykorzystuje się jako

podstawowe dmuchawy TurboOne TB50-07 i TurboMAX RX50-C060, starsze konstrukcje ROBOX ES85/3P pełnią rolę urządzeń rezerwowych lub uzupełniających.

2.8 Pompownia osadu Ob. nr 8

Osad z leja zainstalowanego w każdym z **osadników wtórnych Ob. nr 6a i 6b** przepływa grawitacyjnie rurociągiem DN250 do **pompowni osadu Ob. nr 8**, skąd pompowo jest recyrkulowany wybudowanym jednym rurociągiem DN350 osadu do **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** lub jako osad nadmierny jest usuwany z układu biologicznego oczyszczania ścieków (do mechanicznego odwodnienia w **budynku odwadniania osadu Ob. nr 11 i 11a**). **Pompownię osadu Ob. nr 8** (fot.2.4) wykonano jako rozwiązanie docelowe (po wybudowaniu trzeciego ciągu, zgodnie z założeniami projektowymi Budimex Projekt sp. z o.o. z Warszawy z 1996 roku), w postaci zbiornika żelbetowego, składającego się z trzech elementów:

- komory zasuw na dopływie osadu,
- komory czerpnej osadu z pompami zanurzeniowymi,
- komory zasuw na przewodach tłocznych.

Projektowo założono zainstalowanie pomp o charakterystyce:

- wymagana wydajność pomp dla I etapu (2 pompy + 1 rezerwowa) - $0,126 \text{ m}^3/\text{s}$,
- wymagana wysokość podnoszenia pomp:
 - straty na przewodzie doprowadzającym osad z osadnika $H_{\text{str. max IT}} = 0,57 \text{ m}$,
 - min. poziom lustra osadów w pompowni $75,60 - 0,57 = 75,03 \text{ m}$,
 - lustro ścieków w komorze rozdzielczej przed reaktorami $78,10 \text{ m}$,
 - wysokość geometryczna podnoszenia pompy $H_g = 78,10 - 75,03 = 3,07 \text{ m}$
 - straty na przewodzie tłocznym DN350; $L = 125,0 \text{ m}$, dla I etap $H_{\text{str}} = 1,76 \text{ m}$,
 - wymagana wysokość podnoszenia pompy I etap $H_m = 3,07 + 1,76 = 4,83 \text{ m}$.

Dla pierwszego, zrealizowanego etapu założono zainstalowanie dwóch pomp podstawowych oraz jednej rezerwowej.

Obecnie w **pompowni osadu Ob. nr 8** zainstalowano następujące urządzenia:

- pompa Wilo Emu FA 10.84D T17.2-6/24K moc 6 kW wydajność 927 l/min.,
- pompa Wilo Emu FA 10.82E T17.2-4/24K moc 10 kW wydajność 1 416 l/min,
- ZENIT DRP 1000/4/100AOHT moc 8,9 kW wydajność 5-70 l/s.

Praca pompowni jest powiązana z ilością ścieków rejestrowaną w **kanale odpływowym i zwężce pomiarowej Ob.nr 19**. Pompy pracują obecnie w kaskadzie, pierwsza pracuje do przepływu 250,0 m³/h, następnie dołącza się druga, trzecia pompa powyżej 350,0 m³/h.

2.9 Pompownia części pływających Ob. nr 12

Zadaniem **pompowni części pływających Ob. nr 12** jest odbiór ze zbiornika części pływających (zainstalowanego w **osadnikach wtórnych Ob. nr 6a i 6b**) flotujących na powierzchnię osadników wtórnych zawieszin (fot.2.4). Dopływają one grawitacyjnie rurociągiem DN150, dodatkowo do **pompowni części pływających Ob. nr 12** odprowadzane są odcieki z wpustu podłogowego w pomieszczeniu pompy dozującej w budynku dmuchaw oraz z wpustu w wannie **zbiornika PIX Ob. nr 15**. Tłoczenie wykonywane jest pompą Sarlin SV 014BL z silnikiem $F = 1,65 \text{ kW}$, $n = 1\,413 \text{ min}^{-1}$, przewodem tłocznym $D=90 \text{ mm PVC}$ o długości $L= 62,5 \text{ m}$, odprowadzającym części pływające do kanalizacji i dalej na początek oczyszczalni ścieków. Geometryczna wysokość podnoszenia $H_g = 0,69 \text{ m}$. Sterowanie pompy jest automatyczne od poziomu w komorze czerpnej.

2.10 Pompownia wody przemysłowej Ob. nr 13

Do **pompowni wody przemysłowej Ob. nr 13** ścieki oczyszczone dopływają grawitacyjnie rurociągiem DN160 z **kanalu odpływowego i zwężki pomiarowej Ob.nr 19**. Podstawowym zadaniem **pompowni wody przemysłowej Ob. nr 13** jest uzupełnianie poziomu wody płuczającej urządzenia odwadniającego. W trakcie normalnej pracy zagęszczacza ilość odcieku spływająca do wanny pokrywa zapotrzebowanie na wodę do płukania zarówno zagęszczacza, jak i prasy taśmowej. Uzupełnienie wody jest wymagane w trakcie uruchomienia prasy taśmowej dla opróżnienia zbiornika pośredniego osadu, przy wyłączonym zagęszczaczem oraz podczas rozruchu zagęszczacza. Woda przemysłowa (ścieki oczyszczone) są tłoczone przewodem DN90 z PVC o długości $L = 85,0 \text{ m}$. Geometryczna wysokość podnoszenia $H_g = 2,80 \text{ m}$. Zainstalowano pompę typu Wilo Rexa PROV08DA-426/EAD1X4T0015-540-0 moc 1,5 kW i wydajności 43,7 - 70 m³/h.

Sterowanie pompy jest sygnałem włącz-wyłącz z szafy sterującej (urządzeniami zagęszczania i odwadniania osadu) zainstalowanej w **budynku odwadniania osadu Ob. nr 11 i 11a**.

2.11 Zbiornik PIX Ob. nr 15

W celu wspomagania biologicznego usuwania fosforu ze ścieków zainstalowano również instalację do chemicznego wspomagania procesu. Oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie wyposażono w **zbiornik PIX Ob. nr 15**, w którym magazynowany jest koagulant - roztwór siarczynu żelazowego pod handlową nazwą PIX (fot.2.4). Zbiornik jest wykonany z tworzywa poliestrowego o pojemności około 32,0 m³ który ustawiono w szczelnej wannie na zewnątrz budynku dmuchaw. Zbiornik pozwala na zgromadzenie zawartości cysterny samochodowej przystosowanej do jednorazowego przewozu 20-25 ton produktu. Pompę membranową dozującą koagulant ze **zbiornik PIX Ob. nr 15** zainstalowano w **budynku dmuchaw Ob. nr 7**. Dawkuje ona koagulant PIX ze **zbiornika PIX Ob. nr 15** do **komory rozdziału Ob. nr 9**, jeśli proces biologicznego usuwania fosforu wymaga wspomagania z wykorzystaniem procesu chemicznego strącania.

2.12 Kanał odpływowy i zwężka pomiarowa Ob. nr 19

Ścieki oczyszczone z **osadników wtórnych Ob. nr 6a i 6b** przewodem z rur stalowych DN300 mm są odprowadzone grawitacyjnie do **kanału odpływowego i zwężki pomiarowej Ob. nr 19** (fot.2.4), pomiar ilości ścieków kierowanych do rzeki rejestrowany jest za pomocą przepływomierza. Następnie ścieki rurociągiem DN700 odpływają do rzeki Utraty.

Pomiar ilości ścieków odprowadzanych do odbiornika jest prowadzony modułowym przepływomierzem serii 2100 firmy Teledyne Isco, który do pomiaru i rejestracji przepływów w warunkach bezciśnieniowych wykorzystuje czujnik zainstalowany w kanale otwartym przed wylotem do odbiornika (fot.2.4) połączony kablowo z modułem w szafie elektrycznej. Przepływ ścieków jest obliczany z bezpośredniego pomiaru średniej prędkości cieczy (efekt Dopplera) oraz pomiar napełnienia (pomiar ciśnienia hydrostatycznego). W kierunku przepływających ścieków jest emitowana fala ultradźwiękowa o częstotliwości 500 Hz, która odbija się od cząstek oraz pęcherzyków powietrza zawartych w oczyszczonych ściekach. Zgodnie z efektem Doppler-a, częstotliwość powracającej fali jest wyższa lub niższa (w zależności od kierunku przepływu) od częstotliwości wyjściowej. Zmiany częstotliwości są proporcjonalne do zmian prędkości co stanowi podstawę do obliczenia prędkości średniej. Znając prędkość średnią oraz obwód zwilżony, urządzenie oblicza natężenie przepływu

z iloczynu pola przekroju pomiarowego i średniej prędkości przepływu w przekroju pomiarowym. Wyniki pomiarów są rejestrowane w czytniku oraz raz na dobę zapisywane w książce eksploatacji oczyszczalni. Odczyt z przepływomierza jest przekazywany przez sterownik do komputera na stanowisku operatorskim oczyszczalni ścieków.

2.13 Budynek odwadniania osadu Ob. nr 11 i 11a

Osad sedymentujący w każdym z **osadników wtórnych Ob. nr 6a i 6b** przepływa grawitacyjnie do **pompowni osadu Ob. nr 8**, skąd pompowo jest recyrkulowany do **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** lub jako osad nadmierny jest usuwany z układu biologicznego oczyszczania ścieków do mechanicznego odwodnienia w **budynku odwadniania osadu Ob. nr 11 i 11a**. Pomp firmy ALLWEILER AG typu 46244CE pobiera osad z rurociągu odprowadzającego osad nadmierny (wyposażonego w przepływomierz i pomiar stężenia suchej masy) podłączonego do rurociągu recyrkulującego osad do **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b, Budynek odwadniania osadu Ob. nr 11 i 11a** (fot.2.5) wykonano jako obiekt murowany o wymiarach 13,48 m x 13,00 m, w którym wydzielono część socjalno-administracyjną, pomieszczenie instalacji odwadniania oraz część garażową z bramą wjazdową i wyjazdową, gdzie przenośnikami na pojazdy transportowe dostarczany jest odwadniany osad.

Według założeń z projektu Budimex Projekt sp. z o.o. z Warszawy z 1996 założono bilans ilości osadów przedstawiony poniżej.

L.p.	Wyszczególnienie	Jednostka	Etap I	Docelowo
1.	OSAD NADMIERNY UWODNIONY			
1.1	Średniodobowa produkcja osadu	kg _{s.m.} /d	1 490	2 240
1.2	Ilość dni odprowadzania osadu w tygodniu	dni/tydzień	6	
1.3	Czas pracy stacji odwadniania osadu	h/d	7,5	11,3
1.4	Ilość osadu poddawana odwadnianiu	kg _{s.} /h	230	
1.5	Uwodnienie osadu nadmiernego	%	99,1	
1.6	Objętość osadu nadmiernego	m ³ /h	25,8	
2.	OSAD ZAGĘSZCZONY			
2.1	Uwodnienie osadu zagęszczonego	%	94	
2.2	Objętość osadu zagęszczonego	m ³ /h	4,0	

3.	OSAD ODWODNIONY			
3.1	Sucha masa osadu odwodnionego	%	23-25	
3.2	Zawartość związków organicznych	%	45-50	
3.3	Objętość osadu odwodnionego	m ³ /d	6,9 - 7,5	10,4-11,3
4.	OSAD Z WAPNEM			
4.1	Dawka wapna	kg/t _{s.m}	375 - 425	
4.2	Sucha masa w mieszaninie	%	32 - 35	
4.3	Roczna ilość osadu ($y = 1,1 \text{ Mg/m}^3$)	m ³ /rok	2 160	3 240

Do mechanicznego zagęszczania i odwadniania osadu zainstalowano w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie linię technologiczną z prasą taśmową firmy VANEX typ VX-20/14, wyposażoną w taśmę filtracyjną o szerokości 2,0 metrów i zgodnie z danymi technicznymi urządzenia powinna zapewnić odwadnianie od 500 – 1 120 kg_{s.m}/h. Przy wstępnym zagęszczeniu do 4,0 % jej wydajność objętościowa powinna być w zakresie od 12,5 do 28,0 m³/h. Głównymi elementami linii odwadniania są:

- prasa taśmowa VX,
- panel sterujący prasy VX-OP,
- panel sterujący pneumatyką prasy VX-VOP,
- stacja przygotowania polielektrolitu VX-CHH-DA,
- pompa osadu,
- pompa spryskiwaczy,
- sprężarka,
- główna rozdzielnia linii VX-R,
- linia higienizacji i transportu osadu.

Odwadniany osad doprowadzany jest (do prasy) pompą firmy ALLWEILER AG typu 46244 poprzez flokulator dynamiczny VX-FZ na górną taśmę filtracyjną, na której jest równomiernie rozprowadzany za pomocą listwy rozprowadzającej, gdzie w tzw. górnej strefie grawitacyjnej przebiega odwodnienie grawitacyjne. Na końcu tej strefy, której szerokość wylotowa może być regulowana poprzez zmiany szerokości górnego koryta nadawcy za pomocą śruby ściągającej, odwadniany osad spada na dolną taśmę filtracyjną,

a następnie jest transportowany przez dolną strefę grawitacyjną do strefy ciśnieniowej, którą tworzy 8 walców różnej wielkości.



Fot.2.5. Budynek odwadniania osadu Ob. nr 11 i 11a, zbiornik wapna Ob. nr 10 i wiata z placem składowania osadu Ob. nr 20

Odwodniony placek osadowy jest na końcu strefy ciśnieniowej oddzielany od taśmy filtracyjnej za pomocą ścieraków i kierowany na taśmociąg. Pozostające na taśmie zanieczyszczenia usuwane są strumieniami wody pod ciśnieniem ze spryskiwaczy.

Intensywność mycia jest regulowana za pomocą zaworów kulowych zamontowanych oddzielnie na każdym spryskiwaczu.

Naciąg taśm filtracyjnych, a tym samym stopień odwodnienia uzyskuje się za pomocą walców napinających dociskanych do taśmy za pomocą siłowników pneumatycznych. Czujniki pneumatyczne kontrolują położenie taśm filtracyjnych a walce dociskane siłownikami pneumatycznymi zapobiegają wybaczaniu się taśm. W sytuacji, gdyby zawiodły czujniki pneumatyczne i nastąpiłoby wyboczenie którejś taśmy, elektryczny czujnik blokujący wyłączy całą linię odwadniania osadów. Podobnie funkcjonuje linka bezpieczeństwa „STOP”, która biegnie wokół całej prasy i umożliwia w razie potrzeby zatrzymanie pracy linii.

Stacja przygotowania polielektrolitu VX-CH-DA jest samodzielnym urządzeniem do automatycznego przygotowania różnych roztworów o żądanym stężeniu z możliwością płynnej regulacji ilości i stężenia roztworu oraz uruchamiania pompy flokulanta. Zbiorniki wykonano z zespawanych ze sobą płyt polipropylenowych. Zbiorniki połączone w jedną kompaktową całość, do której przymocowano pozostałe elementy stacji dozowania polielektrolitu. Do pompowania roztworu flokulanta zastosowano pompę jednośrubową, skonstruowaną z myślą o użyciu niewielkiej ilości części.

Pompa dostarczająca wodę pod ciśnieniem do spryskiwaczy prasy taśmowej, została w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie zainstalowana jako instalacja hydroforowa firmy WILO. Zbudowana z czerech sterowanych falownikiem pomp wysokociśnieniowcy typu Helix VE 1605-1/16/E/KS o przepływie do 23,54 m³/h. Instalacja hydroforowa utrzymuje w sieci ciśnienie ok. 4,0 barów, pobiera ścieki oczyszczone z **pompowni wody przemysłowej Ob. nr 13** i oprócz spryskiwaczy prasy, dodatkowo zasila w wodę technologiczną instalację płukania skratek oraz piasku zainstalowanych w **budynku krat Ob. nr 2**.

Odwodniony mechanicznie osad na prasie VANEX typ VX-20/14 jest higienizowany wapnem palonym, podawanym ze **zbiornika wapna Ob. nr 10**, a następnie samochodem do transportu osadu, jest przewożony do miejsca gromadzenia osadu w oczyszczalni pod **wiatą z placem składowania osadu Ob. nr 20**.

2.14 Zbiornik wapna Ob. nr 10

Zbiornik wapna Ob. nr 10 jest elementem technologicznym niezbędnym do higienizacji osadu czynnego dostawy instalacji higienizacji osadu został on zainstalowany na fundamencie obok **budynku odwadniania osadu Ob. nr 11 i 11a** (fot.2.5). Zbiornik ma pojemności eksploatacyjną około 12 – 13 t (objętość około 16 m³). Napełnianie zbiornika jest pneumatyczne z autocysterny.

2.15 Wiata z placem składowania osadu Ob. nr 20

Wiata z placem składowania osadu Ob. nr 20 (fot.2.5) jest miejscem do gromadzenia odwodnionego na prasie taśmowej firmy VANEX (typ VX-20/14) osadu po jego zhigienizowaniu wapnem palonym. Wybudowana w formie stalowej konstrukcji zabezpieczonej murami oporowymi z utwardzoną posadzką (pokryta blachą trapezową) o wymiarach w rzucie 24 m x 18 m (powierzchnia magazynowa około 432 m²) i wysokości ponad terenem 8,42 m do kalenicy. Spod wiaty odwodnione i zhigienizowane osady są okresowo wywożone są do dalszego zagospodarowania rolniczego w procesie R10 – (odzysk odpadów poprzez ich obróbkę na powierzchni ziemi, która przynosi korzyści dla rolnictwa lub poprawia stan środowiska) lub wywożony do kompostowni osadu.

2.16 Punkt zlewny Ob. nr 16

Ścieki dowożone wozami asenizacyjnymi do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie, trafiają do **punktu zlewnego Ob. nr 16** - stacji zlewczej STZ-201 M1S firmy ENKO, wyposażonej w sito bębnowe kanałowe do oddzielania skratki, po wypłukaniu na prasopłuczce skratki trafiają do zbiornika przechyłnego zamkniętego. Wstępnie oczyszczone ścieki z zawiesiny przepływają do sieci kanalizacji ogólnospławnej, która doprowadza ścieki do **budynku krat Ob. nr 2**.

2.17 Dane o produkowanych w oczyszczalni odpadach

Poniżej zestawiono dane o produkowanych odpadach otrzymane od eksploatatora oczyszczalni przedsiębiorstwa: „**Zakład Wodociągów i Kanalizacji – Sochaczew**” Sp. z o.o. w Sochaczewie.

Analiza techniczno-technologiczna pracy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie
– koncepcja modernizacji oczyszczalni ścieków

ROK	2020	2021	2022	2023	2024
Ilość skratek ^[Z]	41,58 Mg	60,50 Mg	56,72 Mg	45,12 Mg	48,59 Mg
Ilość piasku ^[Z]	65,9 Mg	58,00 Mg	66,38 Mg	61,44 Mg	70,28 Mg
Ilość osadów wytworzonych rocznie [Mg/rok]	3 105,48 Mg	3 296,79 Mg	3 085,23 Mg	3 001,52 Mg	2 972,10 Mg
Ilość osadów wytworzonych rocznie [Mg s.m./rok]	543,25 Mg	670,39 Mg	620,68 Mg	563,29 Mg	596,78 Mg

^[Z] – informacje pozyskane z ZWiK Sp. z o.o. Sochaczew

Bazując na danych otrzymanych od operatorów oczyszczalni ścieków w Sochaczewie w tabeli poniżej przedstawiono obliczenia średniej zawartości suchej masy w osadzie odwodnionym.

ROK	2020	2021	2022	2023	2024
Pomiar zawartości suchej masy po odwodnieniu osadu [% s.m.]*	17,49	20,33	20,12	18,77	20,08

* - z wapnem

Użytkownik obiektu przekazał również informacje dotyczące % s.m. osadu kierowanego na prasę i po prasie z poszczególnych miesięcy w 2023 i 2024 roku, wartości bez wapna.

DATA	Osad na prasę [% s.m.]	Osad po prasie [% s.m.]
2023		
Styczeń	1,21	17,41
Luty	1,28	16,78
Marzec	1,50	16,02
Kwiecień	1,68	15,62
Maj	1,31	16,72
Czerwiec	1,27	18,5
Lipiec	1,12	17,87
Sierpień	0,94	16,8
Wrzesień	1,19	17,96
Październik	1,08	17,33
Średnia:	1,26	17,10
2024		
Styczeń	1,02	18,8
Luty	0,44	17,56
Marzec	1,25	15,00

Analiza techniczno-technologiczna pracy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie
– koncepcja modernizacji oczyszczalni ścieków

Wrzesień	0,62	15,76
Październik	1,27	16,32
Listopad	1,06	17,31
Średnia:	0,94	16,95

III. Bilans ilości i jakości ścieków

W celu przygotowania bilansu ilościowego i jakościowego ścieków wykorzystano informacje gromadzone do celów technologicznych przez **Zakład Wodociągów i Kanalizacji – Sochaczew Sp. z o.o. w Sochaczewie**, które eksploatuje oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie.

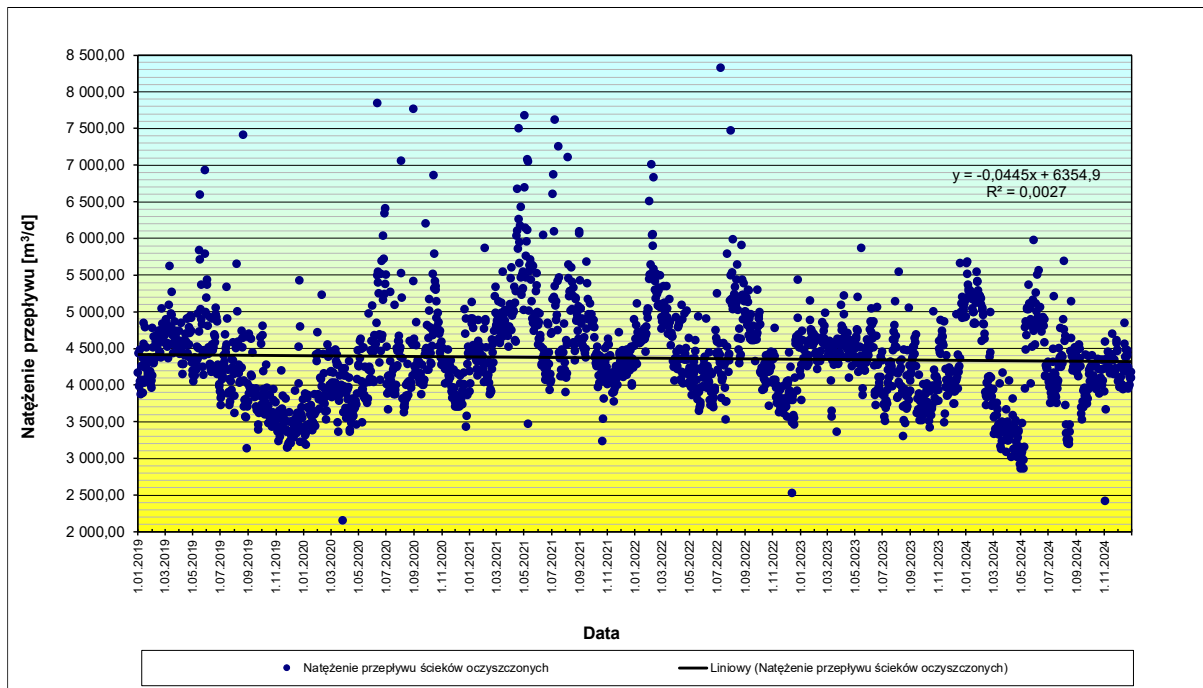
Kompletne wyniki przeprowadzonych badań laboratoryjnych wykonanych metodami referencyjnymi przez akredytowane laboratorium, obejmujące równocześnie jakość ścieków dopływających do części mechanicznej oczyszczalni (*próbka średniodobowa – proporcjonalnie mieszanych ścieków dopływających do oczyszczalni siecią kanalizacyjną i ścieków dowożonych*) oraz ścieków oczyszczonych odprowadzanych wylotem do rzeki Utraty, w km 0+060, z okresu pomiarowego od stycznia 2017 roku do września 2025 roku, wykorzystano w celu określenia bilansu jakościowego poszczególnych zanieczyszczeń w ściekach, efektywności usuwania zanieczyszczeń, oraz wskaźników charakteryzujących ścieki. Wszystkie dane technologiczne, będące przedmiotem analizy, przedstawiono w formie tabeli jako Załącznik nr 2 do koncepcji (dołączonej na końcu tego opracowania), oraz zamieszczono w formie graficznej poniżej w tym rozdziale.

Bilans ilości ścieków oczyszczonych odprowadzanych z oczyszczalni wylotem do odbiornika (rzeka Utrata, w km 0+060) sporządzano na podstawie pomiarów przepływu z przepływomierza zainstalowanego w kanale odpływowym ścieków oczyszczonych ze zwężką pomiarową w okresie pomiarowym od 1 stycznia 2019 roku do 30 września 2025 roku. Dane przedstawiono w formie tabeli - Załącznik nr 3 do koncepcji (dołączony na końcu tego opracowania). Charakterystykę zmian ilości ścieków w tym okresie pokazano w formie graficznej na wykresach zamieszczonych poniżej w tej części opracowania.

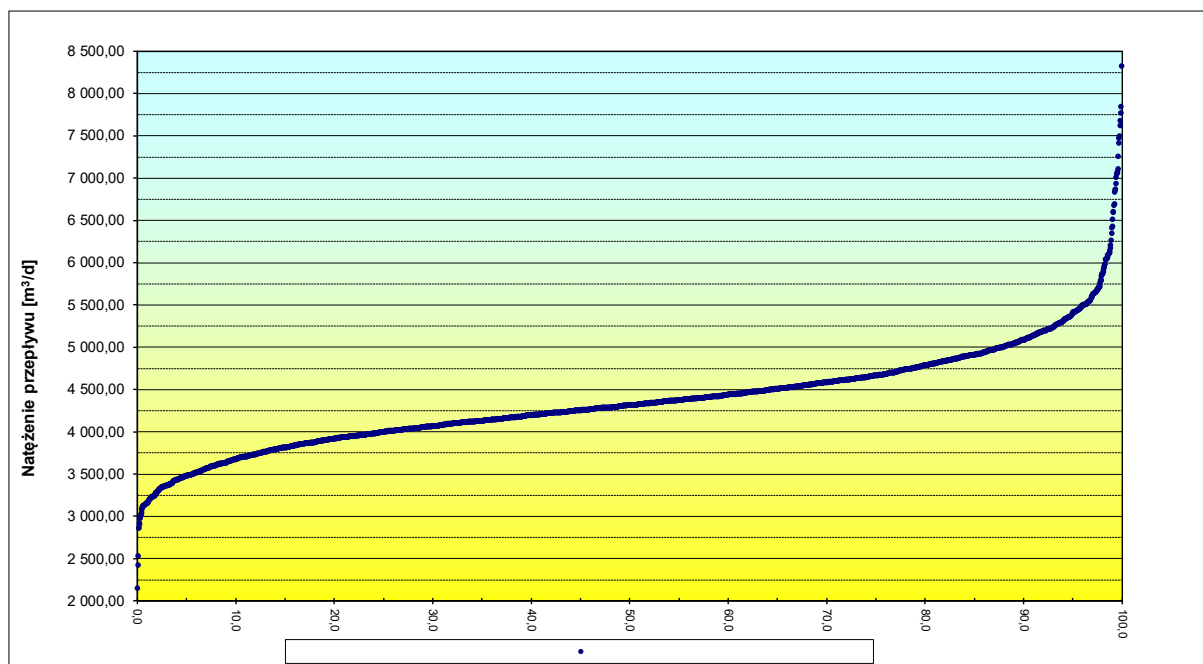
Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla wskaźników charakteryzujących jakość ścieków w dopływie do oczyszczalni i natężenia przepływów został również zaprezentowany formie graficznej w tym rozdziale.

Wartości charakterystyczne, jakości dopływających do oczyszczalni ścieków oraz ich ilość (wartości: średnie, maksymalne, jak również dla prawdopodobieństwa 50 % i 85 %) zebrano w tabelach zamieszczonych po części graficznej (od strony 70).

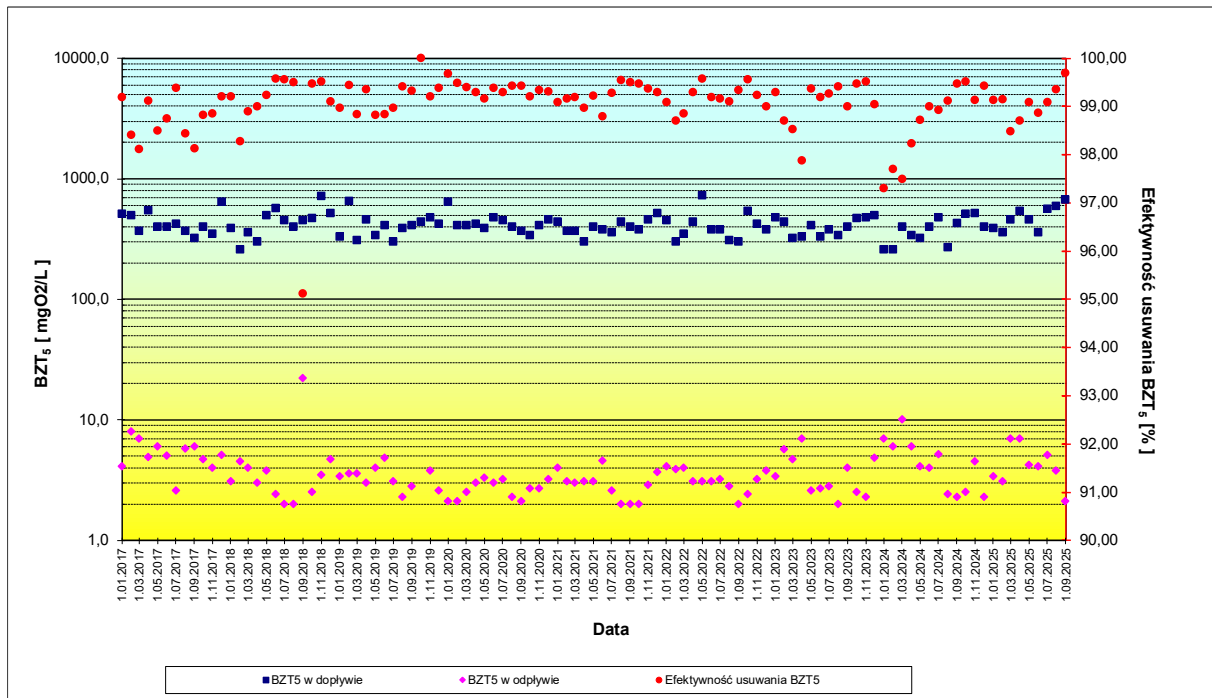
Natężenie przepływu ścieków oczyszczonych 01.01.2019 – 30.09.2024 r.



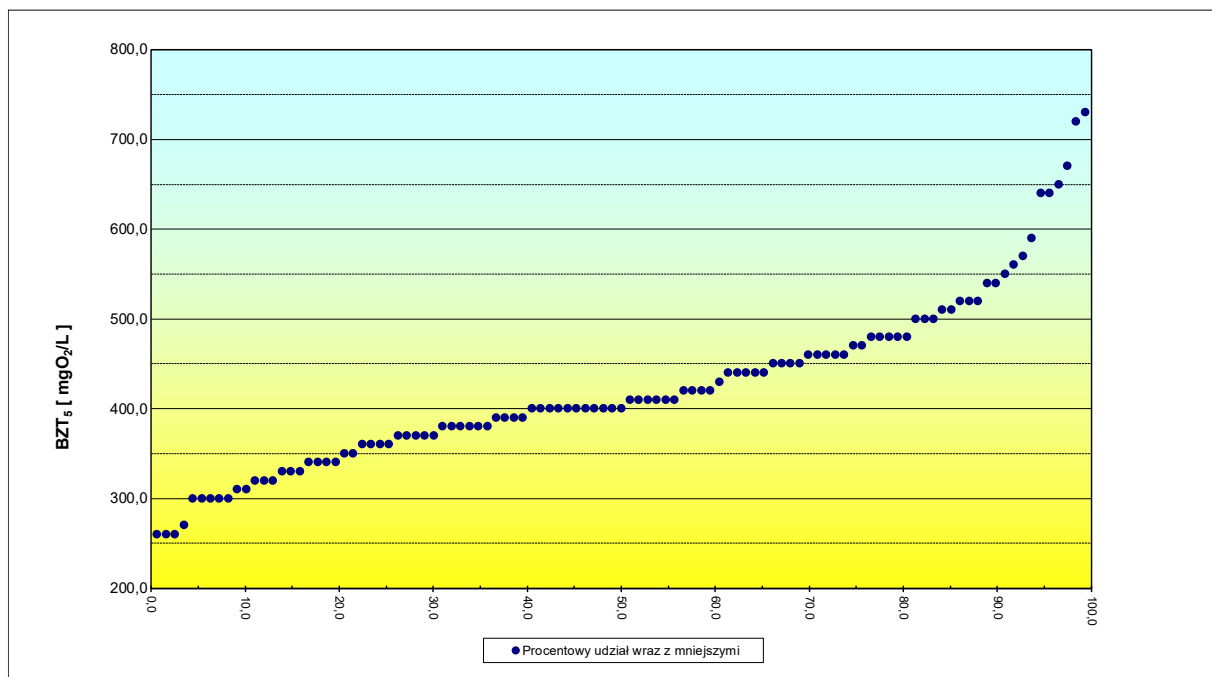
Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla natężenia przepływu ścieków oczyszczonych 01.01.2019 – 30.09.2024 r.



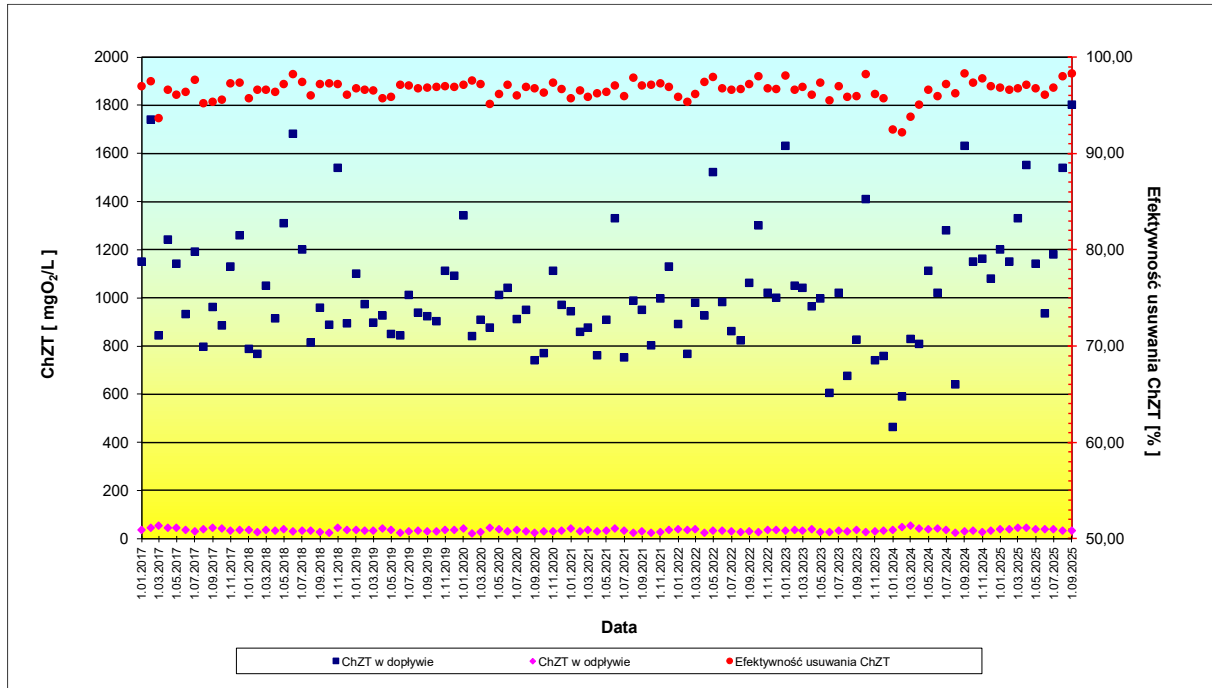
Biochemiczne Zapotrzebowanie Tlenu w dopływie do oczyszczalni



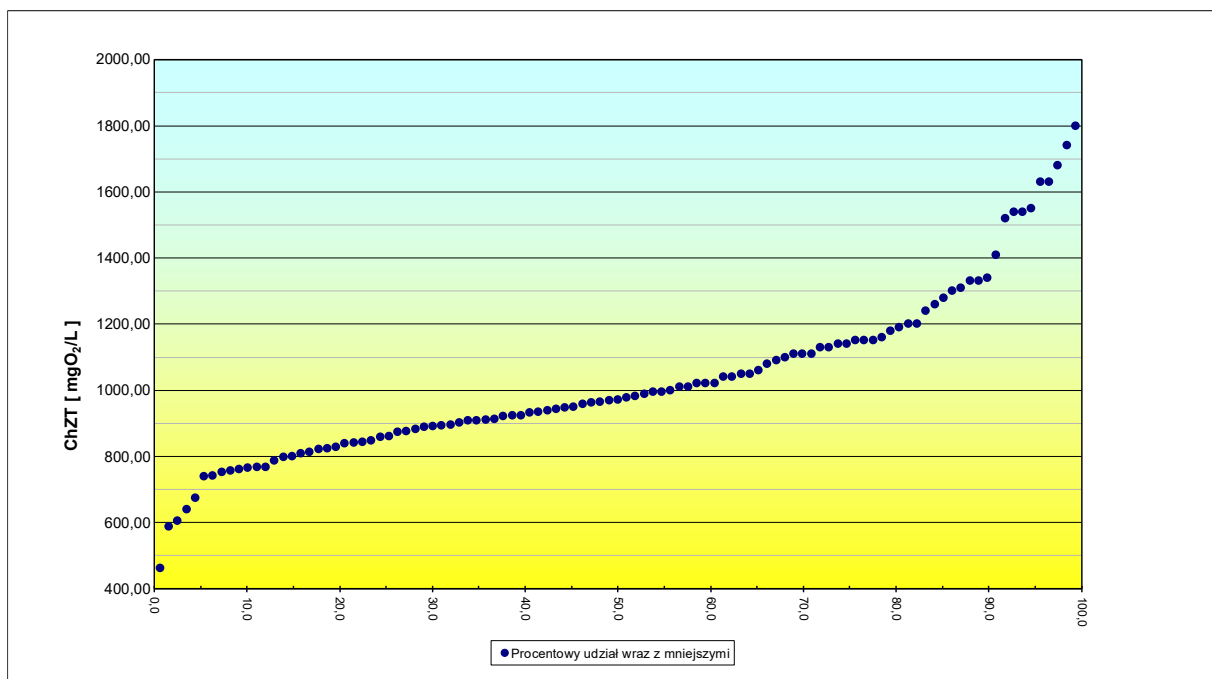
Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla wartości BZT₅ w dopływie do oczyszczalni



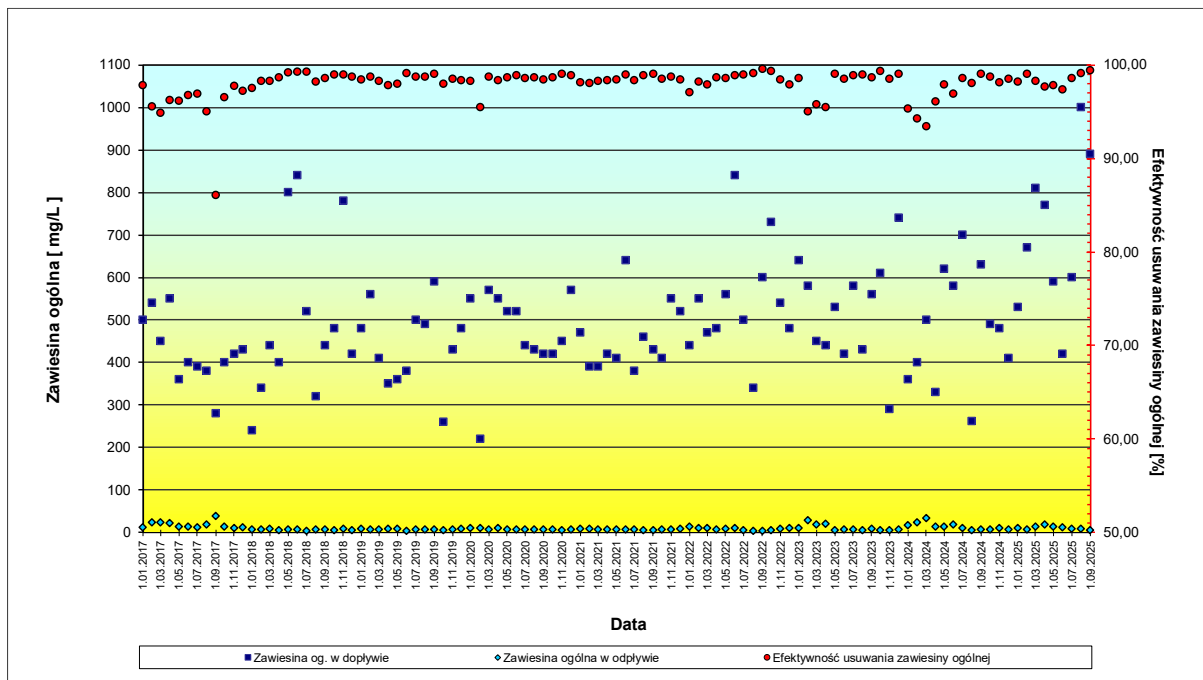
Chemiczne Zapotrzebowanie Tlenu w dopływie do oczyszczalni



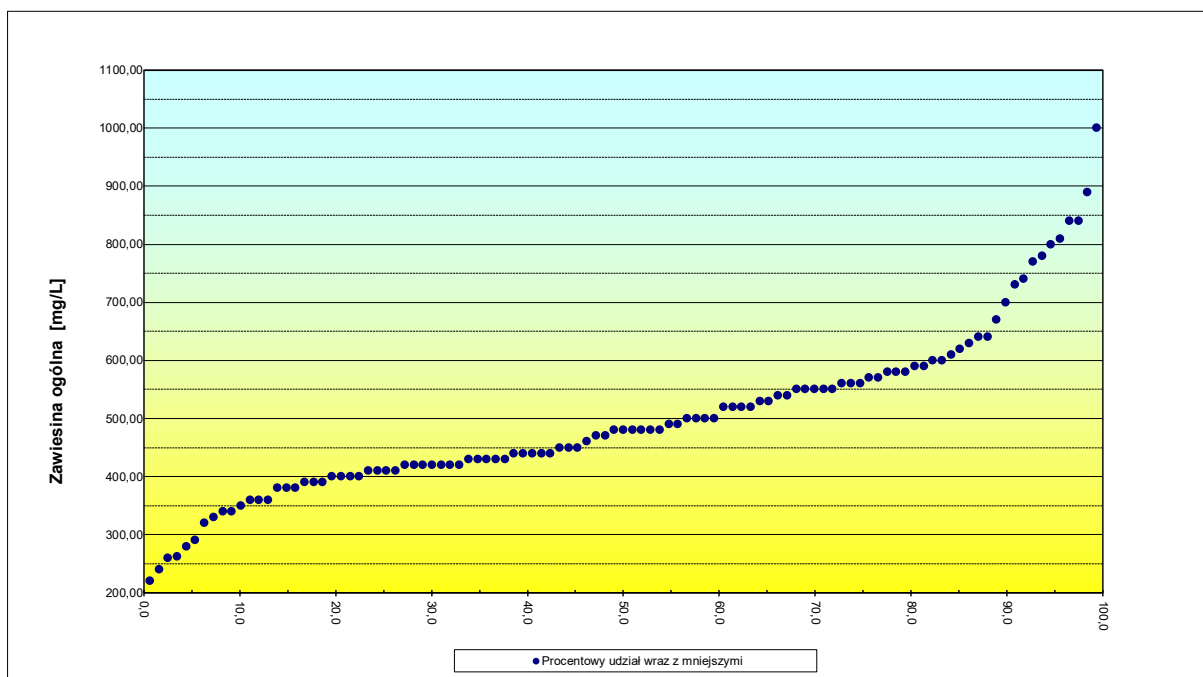
Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla wartości ChZT w dopływie do oczyszczalni



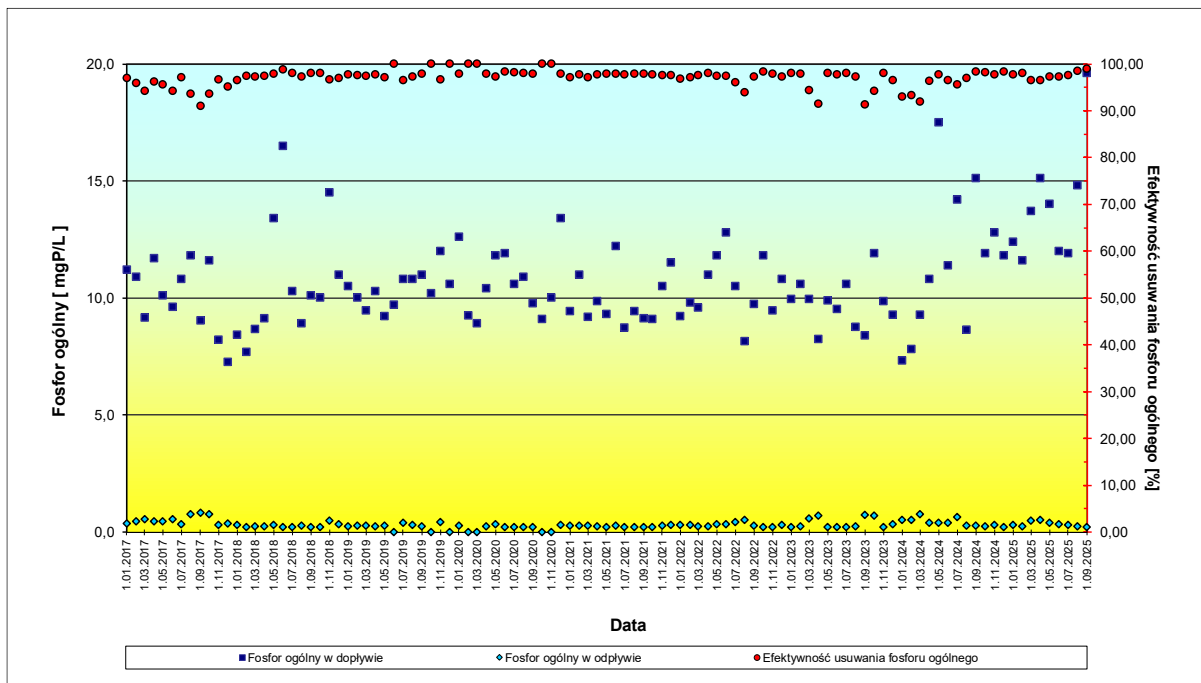
Zawiesina ogólna w dopływie do oczyszczalni



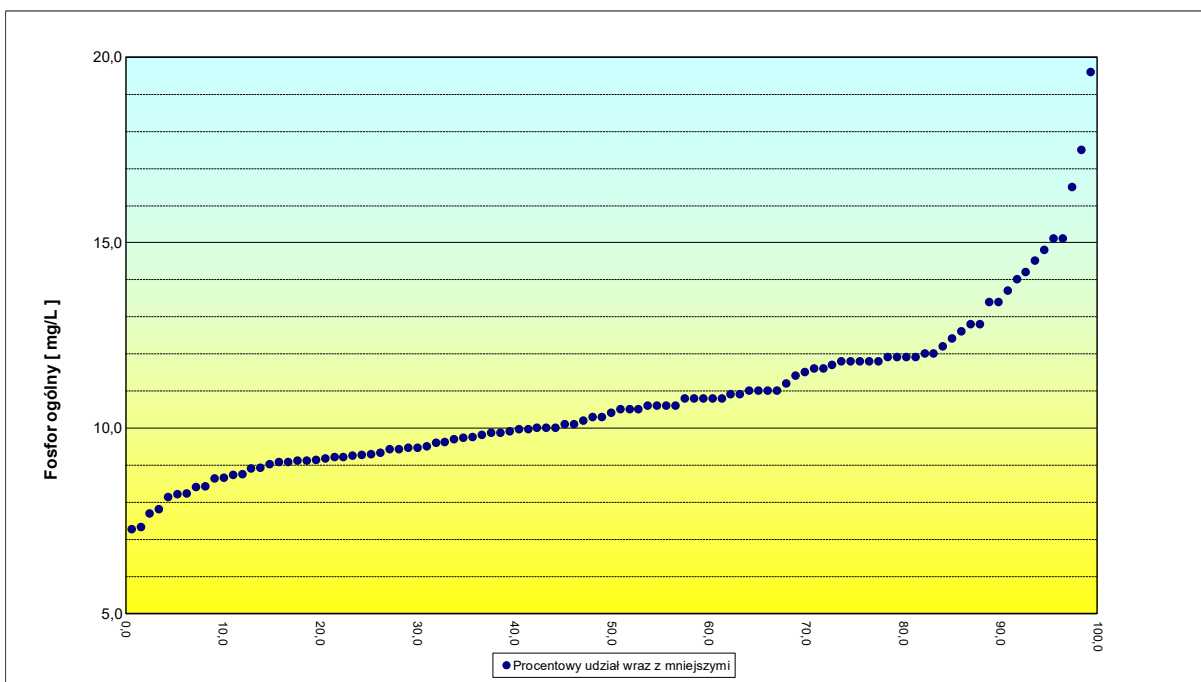
Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla stężenia zawiesiny ogólnej w dopływie do oczyszczalni



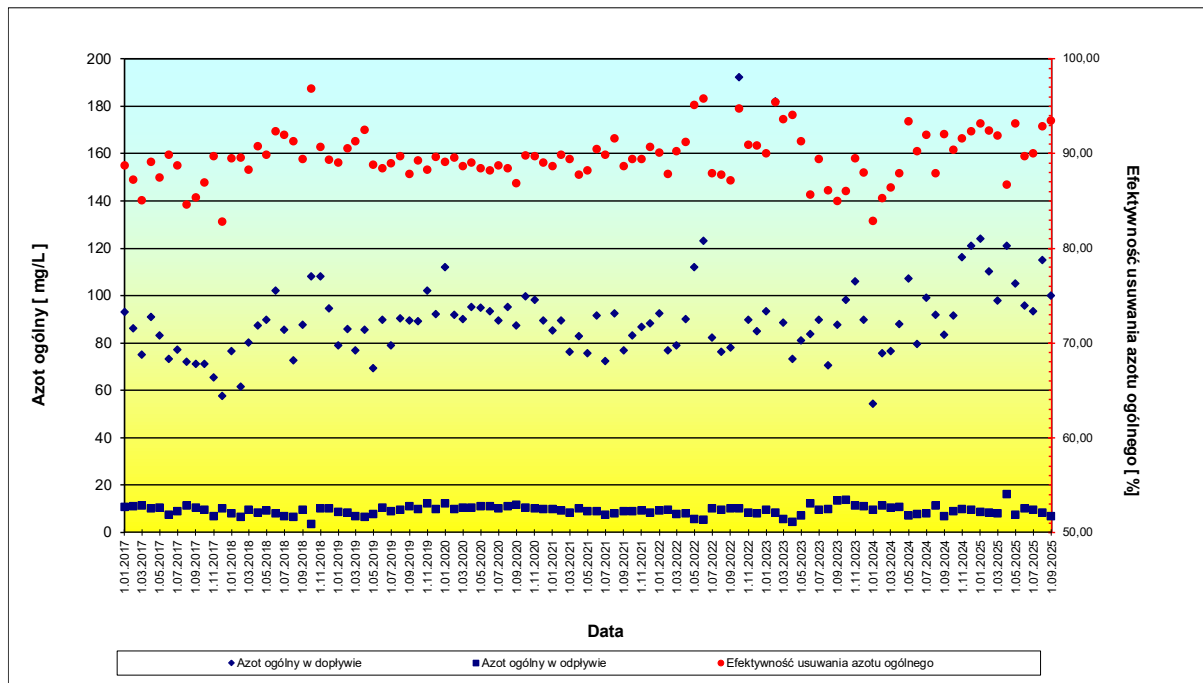
Stężenie fosforu ogólnego w dopływie do oczyszczalni



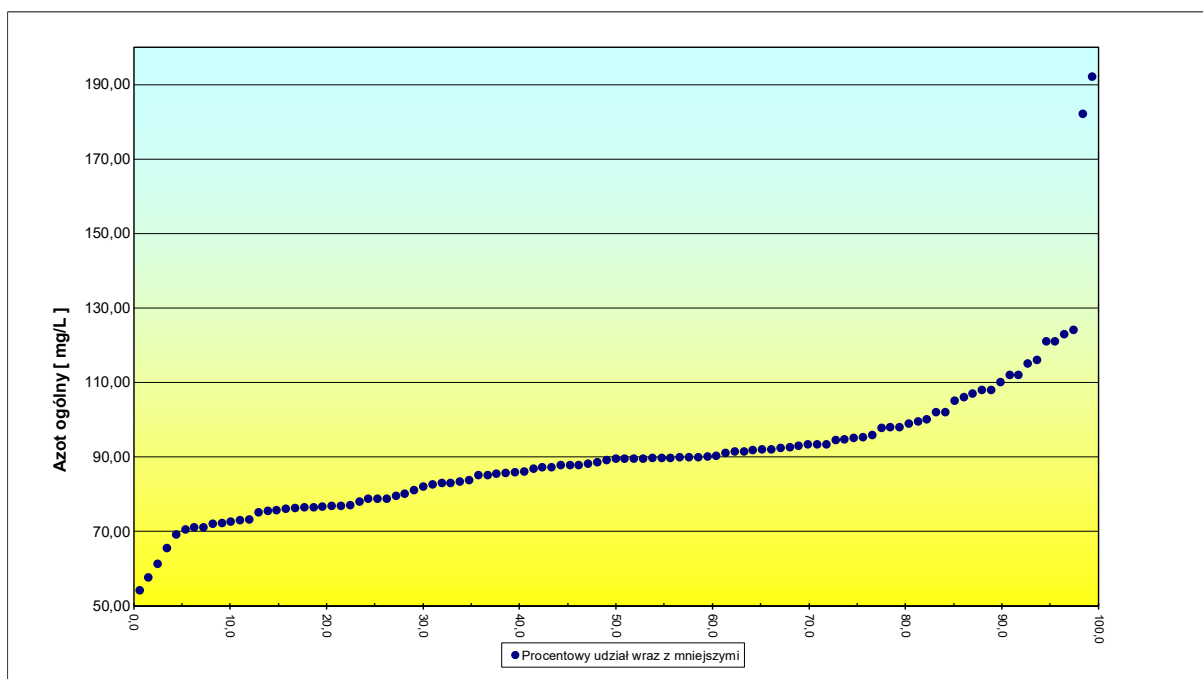
Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla stężenia fosforu ogólnego w dopływie do oczyszczalni



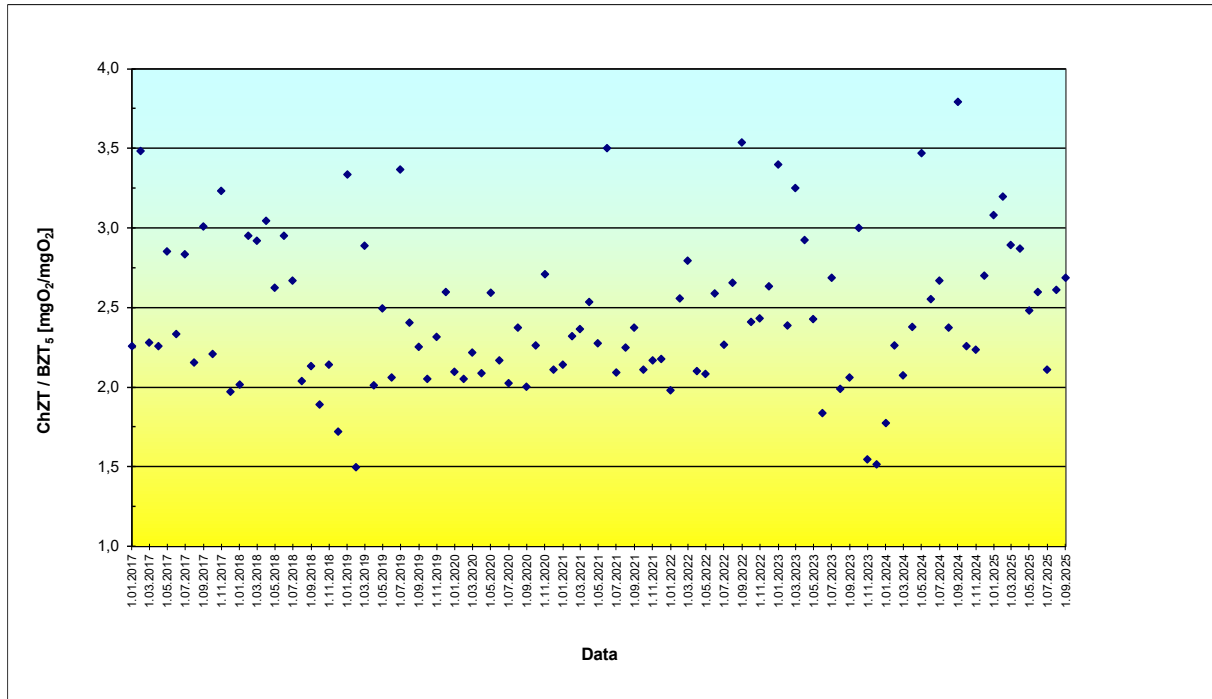
Stężenie azotu ogólnego w dopływie do oczyszczalni



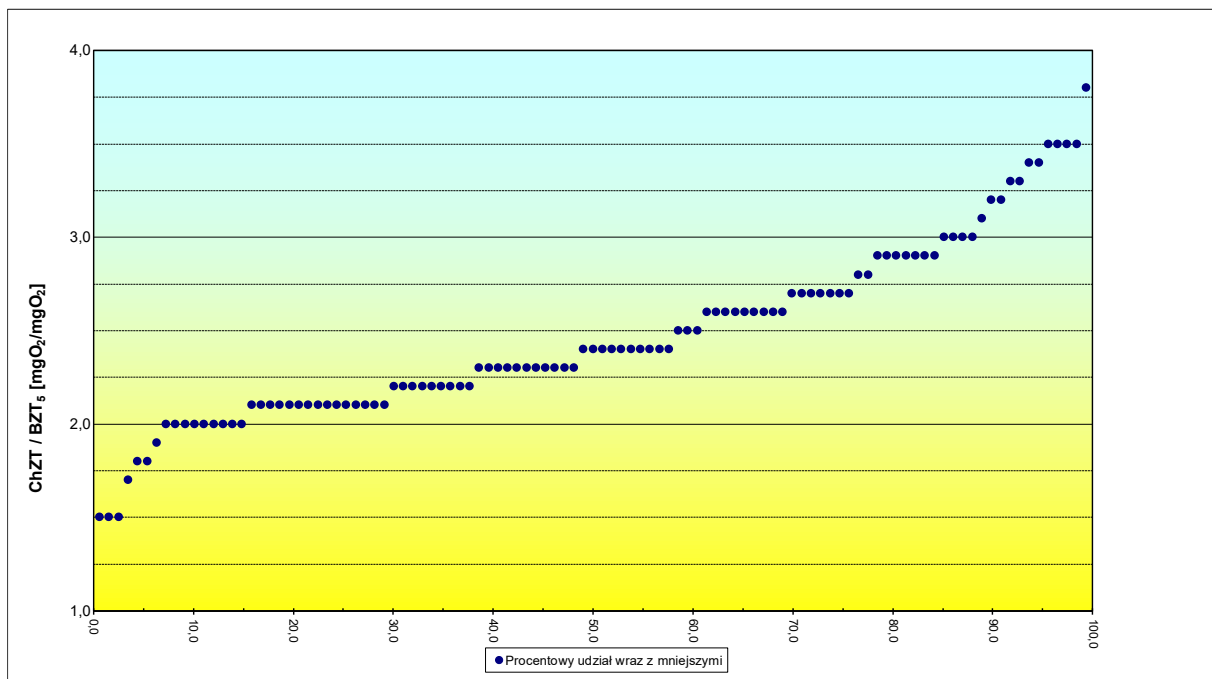
Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla stężenia azotu ogólnego w dopływie do oczyszczalni



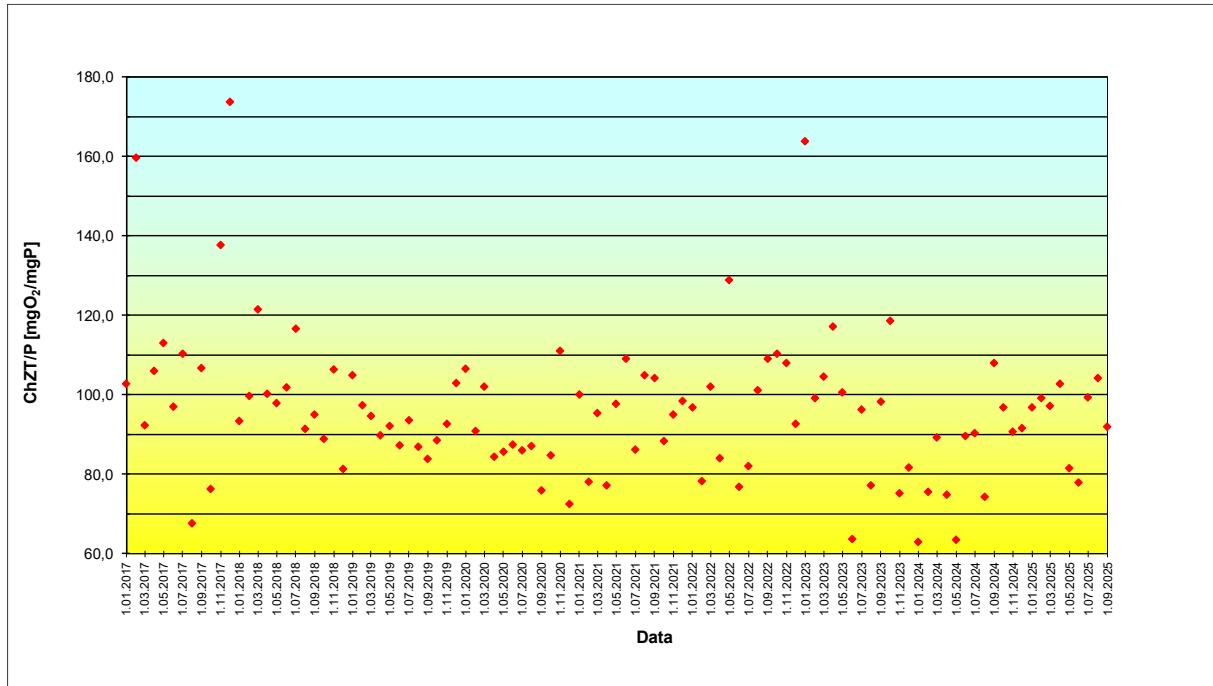
Parametr ChZT/BZT₅ w ściekach w dopływie do oczyszczalni



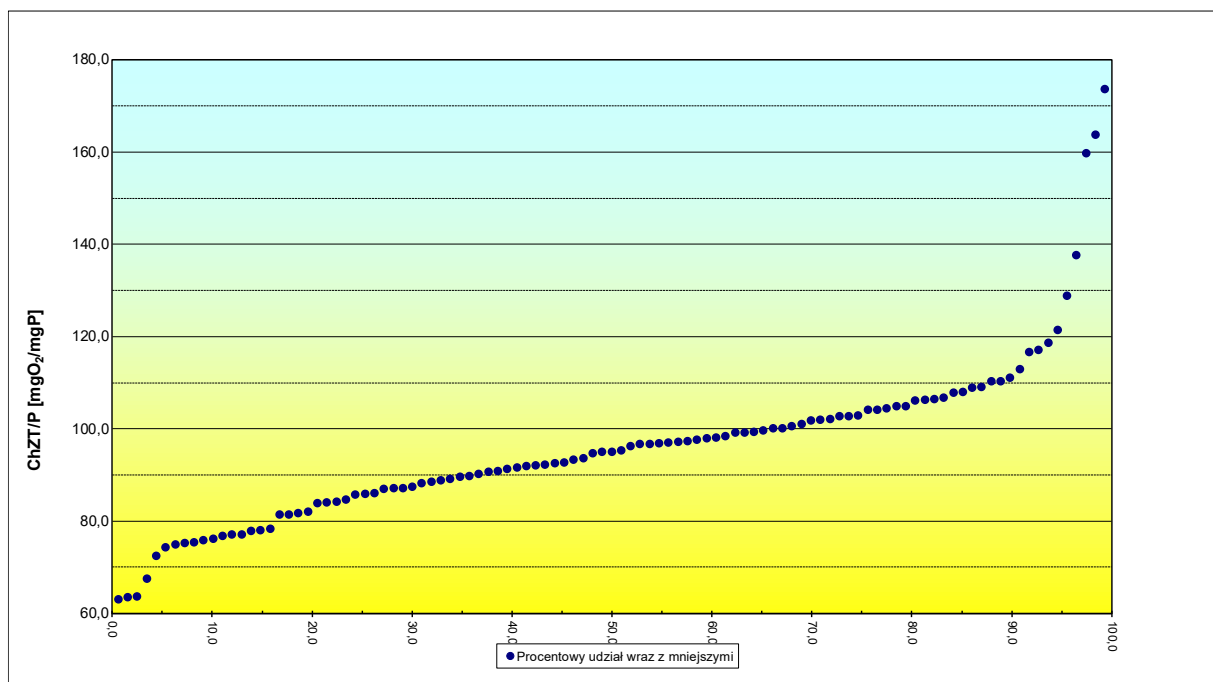
Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla wartości wskaźnika ChZT/BZT₅ w dopływie do oczyszczalni



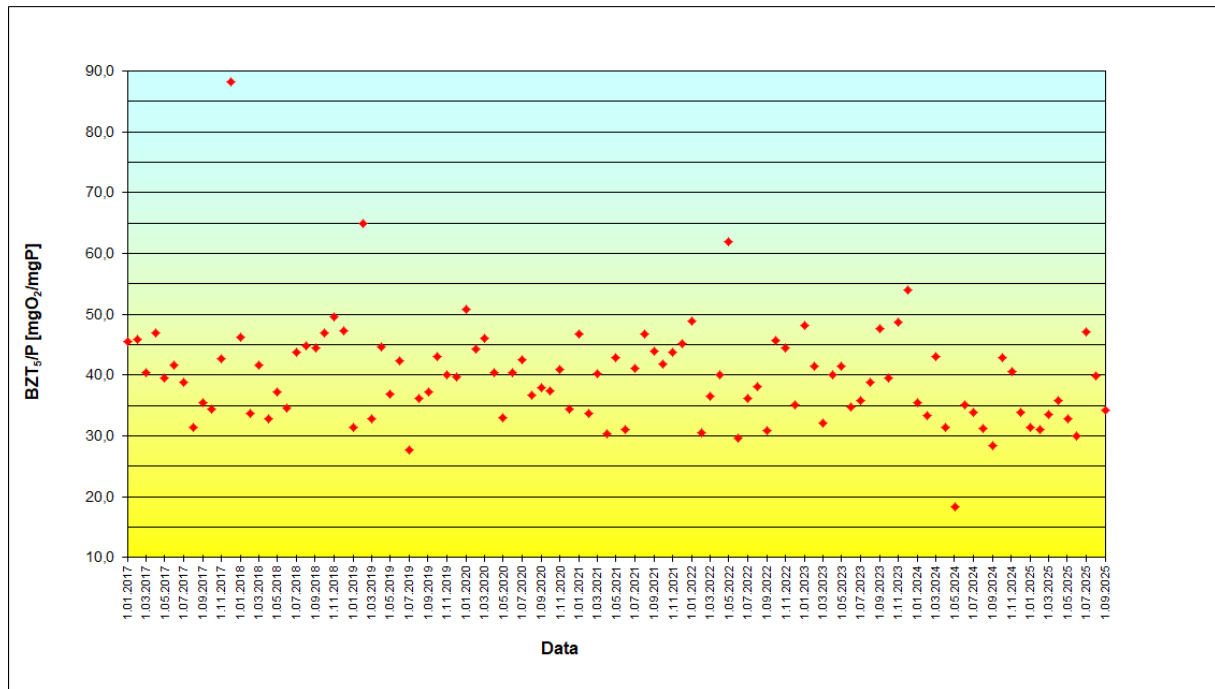
Parametr ChZT/P_{og} w ściekach w dopływie do oczyszczalni



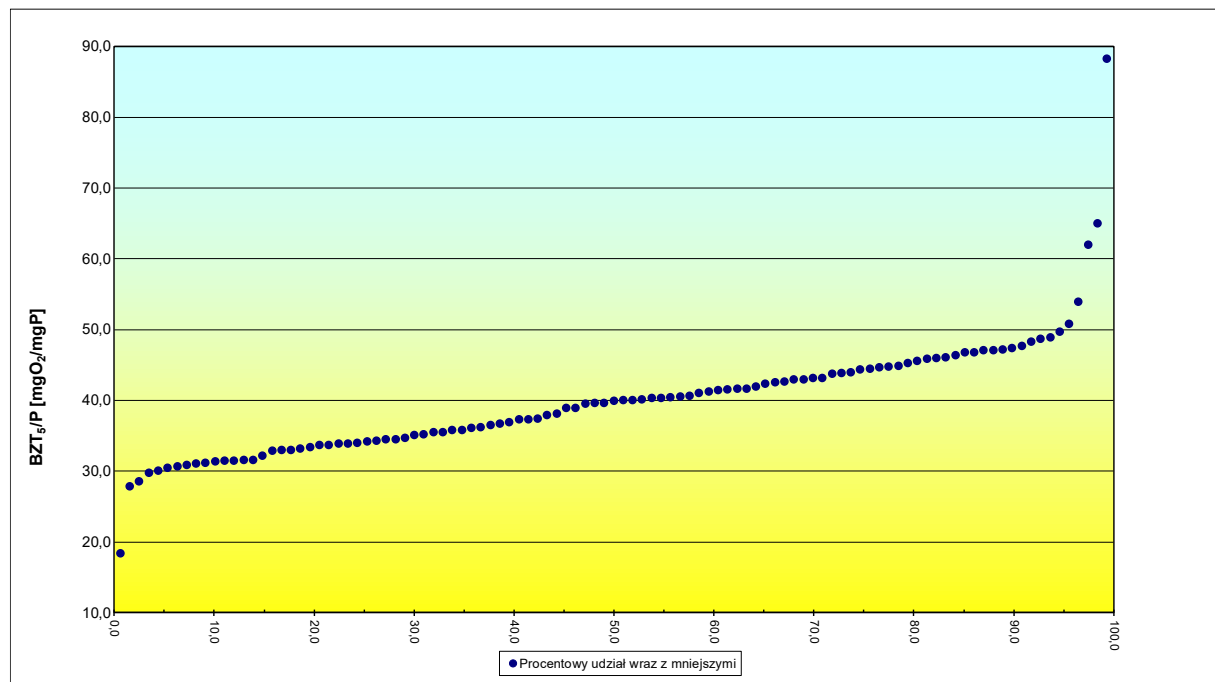
**Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi
dla wartości wskaźnika ChZT/P_{og} w dopływie do oczyszczalni**



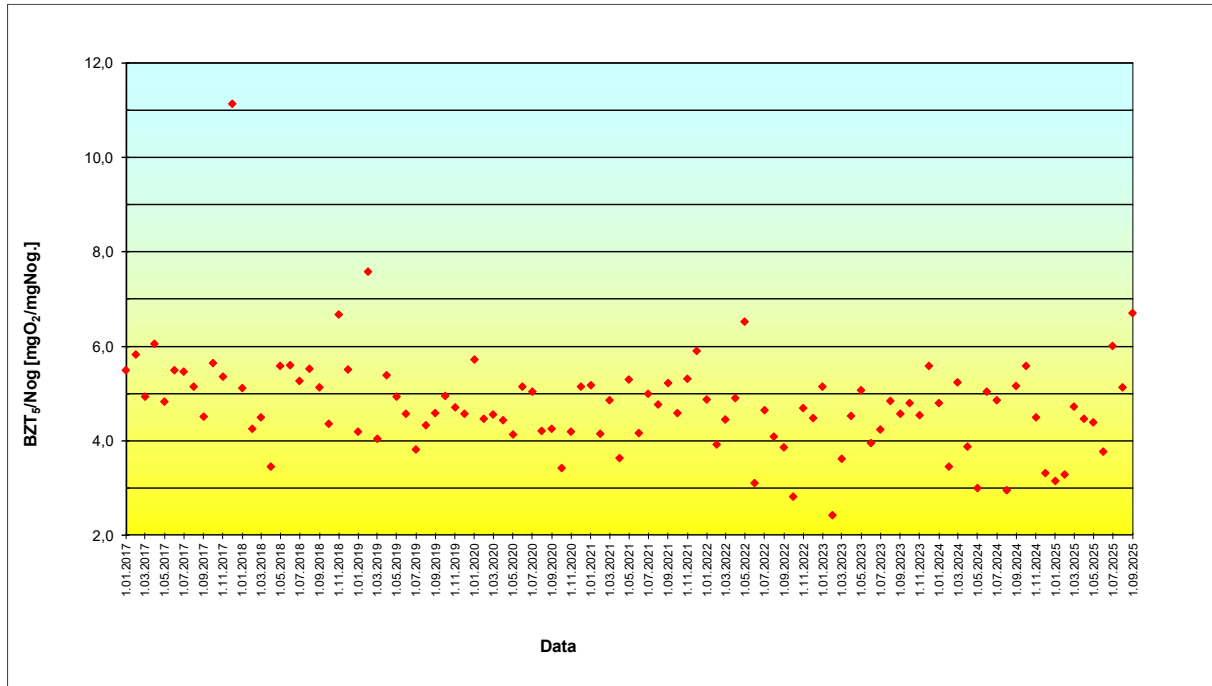
Parametr BZT_5/P w ściekach w dopływie do oczyszczalni



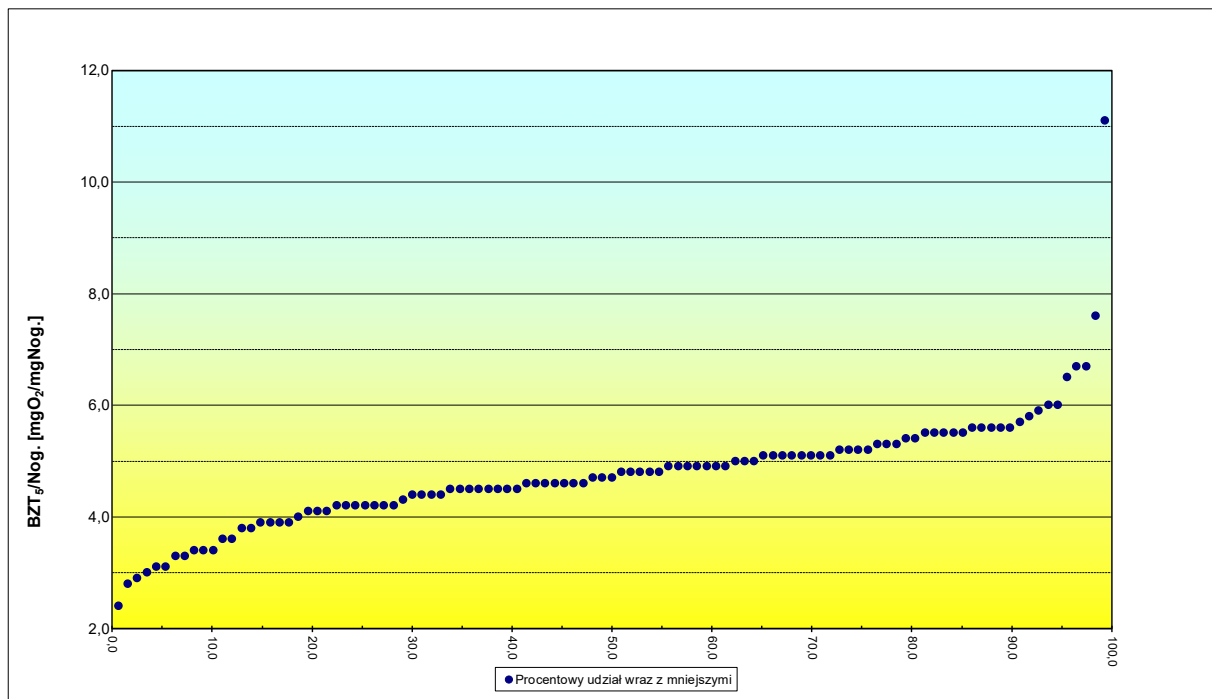
Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla wartości wskaźnika BZT_5/P w dopływie do oczyszczalni



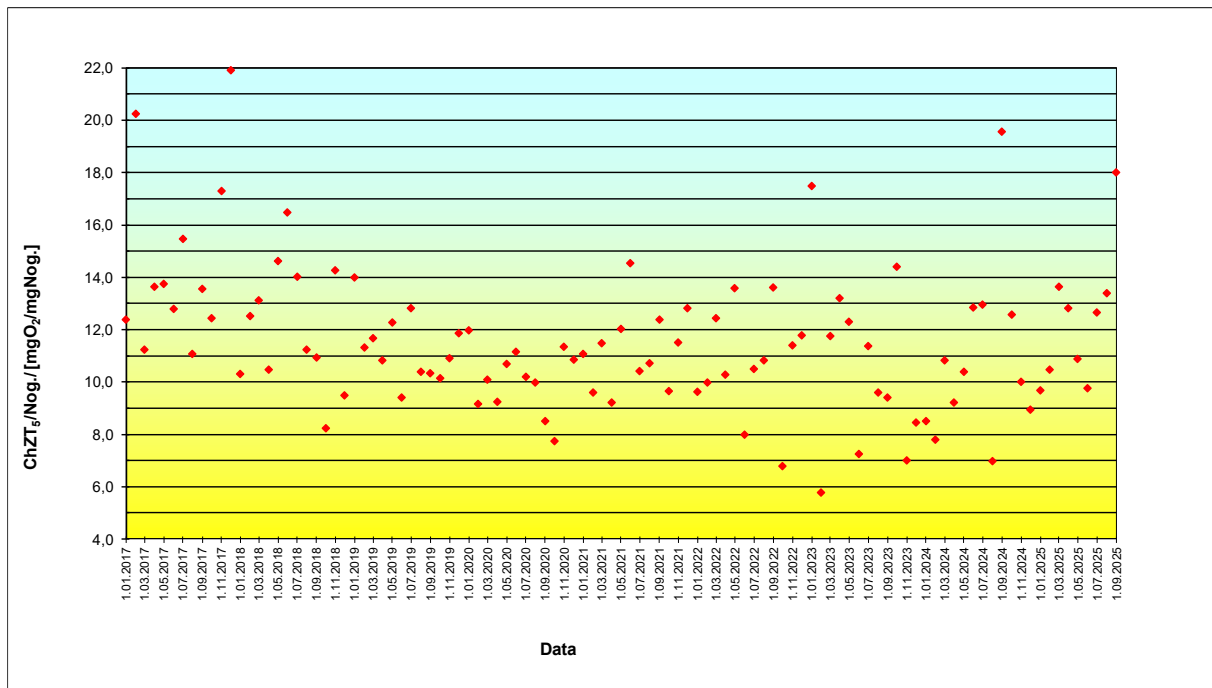
Parametr $BZT_5/Nog.$ w ściekach w dopływie do oczyszczalni



Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla wartości wskaźnika $BZT_5/Nog.$ w dopływie do oczyszczalni



Parametr ChZT₅/Nog. w ściekach w dopływie do oczyszczalni



Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla wartości wskaźnika ChZT₅/Nog. w dopływie do oczyszczalni

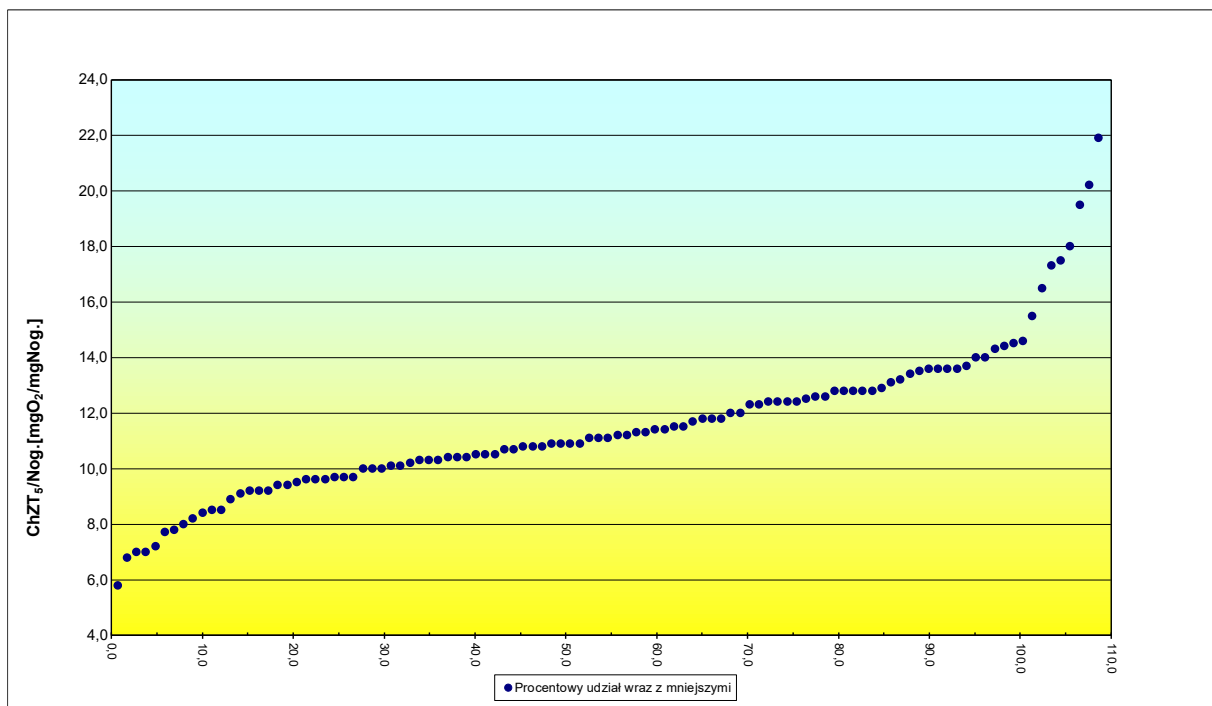


Tabela 3.1 Wartości wskaźników jakości charakteryzujących ścieki w dopływie do części mechanicznej i ścieków oczyszczonych odprowadzanych z oczyszczalni w Sochaczewie wylotem do rzeki Utraty, w km 0+060, w okresie od stycznia 2017 roku do września 2026 roku (na podstawie badań wykonanych metodami referencyjnymi przez akredytowane laboratorium)

Ścieki surowe w dopływie do oczyszczalni ścieków					
Parametr	BZT ₅	ChZT	Zawiesina ogólna	N og.	P og
	[mgO ₂ /L]	[mgO ₂ /L]	[mg/L]	[mgN/L]	[mg P/L]
średnia	422,86	1026,50	498,88	90,42	10,74
max	730,00	1800,00	1000,00	192,00	19,60
odchylenie stand	95,40	254,60	143,01	19,18	2,09
min.	260,00	461,00	220,00	54,20	7,26
Liczba danych	105,00	105,00	105,00	105,00	105,00
prawdopodobieństwo 50%	400,00	972,00	480,00	89,40	10,40
prawdopodobieństwo 85%	510,00	1268,00	614,00	103,20	12,28
Ścieki oczyszczone					
Parametr	BZT ₅	ChZT	Zawiesina ogólna	N og.	P og
	[mgO ₂ /L]	[mgO ₂ /L]	[mg/L]	[mgN/L]	[mg P/L]
średnia	3,86	33,51	9,50	9,13	0,31
max	22,00	53,40	39,00	16,10	0,81
odchylenie stand	2,35	6,27	6,19	1,90	0,17
min.	0,00	20,60	2,70	3,43	0,00

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników jakości ścieków dopływających do części mechanicznej oczyszczonych zebranych w Załączniku nr 2 (znajdującego się na końcu opracowania) przedstawionych w tabeli 3.1 stwierdzono, że wartości w zakresie wskaźnika BZT₅, pokazane również graficznie powyżej w tym rozdziale na wykresie, osiągają wartość średnią 422,86 mgO₂/l, a dla 85% prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości 510,00 mgO₂/l. W zakresie wartości ChZT średnia wartość wynosi 1026,50 mgO₂/l, natomiast dla 85% prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości ChZT uzyskujemy stężenie 1268,00 mgO₂/l. Wartość średnia zawartości azotu ogólnego w ściekach dopływających wynosi 90,42 mgN/l, a dla 85% prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości 103,20 mgN/l. Stężenie średnie fosforu ogólnego osiąga wartość 10,74 gP/l,

a zawiesiny ogólnej 498,88 mg/l. Natomiast 85% prawdopodobieństwo w zakresie stężenia fosforu ogólnego i zawiesiny ogólnej, osiąga wartość odpowiednio 12,28 mgP/l i 614,00 mg/l. Wartości minimalne w zakresie jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do rzeki Utraty przedstawione w tabeli 3.1 dla stężenia BZT₅ i fosforu ogólnego równego – zero są wynikiem dokładności metody pomiarowej (wyniki są poniżej zakresu pomiarowego).

Na podstawie Tabeli 3.1 stwierdzono, że uzyskiwane średnie wartości w zakresie jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych z oczyszczalni w Sochaczewie wylotem do rzeki Utraty w km 00+060 w badanym okresie (styczeń 2017 – wrzesień 2025) spełniają warunki (są niższe niż wymagania) określone w obowiązującym pozwoleniu wodnoprawnym.

Stwierdzono w badanym okresie (styczeń 2017 – wrzesień 2025) na ponad 105 wyników badań, tylko trzy pojedyncze przekroczenia wartości określonych w obowiązującym pozwoleniu wodnoprawnym w zakresie jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika. Po jednym przekroczeniu wyników w zakresie stężenia: BZT₅ (w dniu 09.2018r.), zawiesiny ogólnej (w dniu 09.2017r.) i azotu ogólnego (w dniu 04.2025r.).

Zgodnie z warunkami określonymi w rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Żeglugi Śródlądowej w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz.U z 2019r poz. 1311), liczba pobranych w okresie roku średnich dobowych próbek ścieków, które nie spełniły warunków dotyczących najwyższych dopuszczalnych wartości substancji zanieczyszczających albo minimalnego procentu redukcji substancji zanieczyszczających, określonych wskaźnikami BZT₅, ChZT, i zawiesiny ogólnej, nie jest większa od liczby średnich dobowych próbek ścieków bytowych oraz ścieków komunalnych, które mogą nie spełniać wymaganych warunków, określono w załączniku nr 7 w przypadku oczyszczalni ścieków w Sochaczewie nie spełniać mogą dwie analizy w roku (na 12 próbek wymaganych do pobrania w ściekach odprowadzanych do odbiornika rzeki Utrata w km 0+060). Przekroczenia pojedyncze dotyczą ponad ośmiu lat badań. Wyniki jakości ścieków świadczą o bardzo dobrej pracy instalacji oczyszczania ścieków w Sochaczewie.

Charakterystykę zmian ilości oczyszczonych ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w Sochaczewie (instalacja pomiarowa zainstalowana w odpływie z oczyszczalni po osadnikach wtórnych w kanale odpływowym ścieków oczyszczonych ze zwężką pomiarową) oraz rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi w okresie od 1 stycznia 2019 roku do 31 września 2025 r. przedstawiono na stronie 59 oraz w Załączniku nr 3 (znajdującym się na końcu opracowania) i w Tabeli 3.2 poniżej.

Tabela 3.2. Wartości charakterystyczne ilości ścieków oczyszczonych odpływających z oczyszczalni ścieków w Sochaczewie w badanym okresie w poszczególnych latach, oraz łącznie w okresie od stycznia 2019 roku do września 2025 roku.

Ilość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w 2019 roku	
Parametr	Przepływ ścieków [Q] m ³ /d
średnia	4 227,80
max	7 413,00
odchylenie stand.	591,40
min.	3 133,00
prawdopodobieństwo 50%	4 222,00
prawdopodobieństwo 85%	4 735,40

Ilość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w 2020 roku	
Parametr	Przepływ ścieków [Q] m ³ /d
średnia	4 226,70
max	7 843,00
odchylenie stand.	639,30
min.	2 148,00
prawdopodobieństwo 50%	4 108,00
prawdopodobieństwo 85%	4 677,00

Ilość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w 2021 roku	
Parametr	Przepływ ścieków [Q] m ³ /d
średnia	4 753,40
max	7 675,00
odchylenie stand.	677,30
min.	3 229,00
prawdopodobieństwo 50%	4 603,00
prawdopodobieństwo 85%	5 335,80

Ilość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w 2022 roku	
Parametr	Przepływ ścieków [Q] m ³ /d
średnia	4 532,80
max	8 325,00
odchylenie stand.	634,00
min	2 525,00
prawdopodobieństwo 50%	4 448,00
prawdopodobieństwo 85%	5 122,40

Ilość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w 2023 roku	
Parametr	Przepływ ścieków [Q] m ³ /d
średnia	4 300,30
max	5 863,00
odchylenie stand.	417,80
min.	3 298,00
prawdopodobieństwo 50%	4 333,00
prawdopodobieństwo 85%	4 666,40

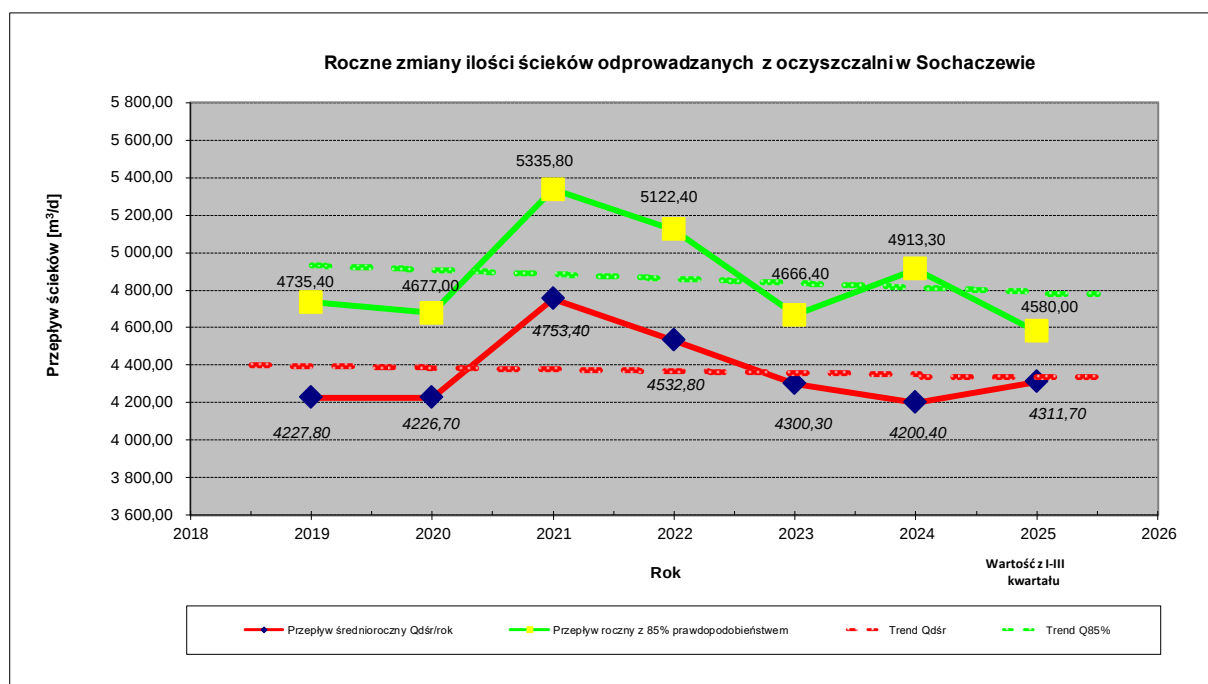
Ilość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w 2024 roku	
Parametr	Przepływ ścieków [Q] m ³ /d
średnia	4 200,40
max	5 978,00
odchylenie stand.	642,70
min.	2 418,00
prawdopodobieństwo 50%	4 196,00
prawdopodobieństwo 85%	4 913,30

Ilość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w 2025 roku (I-III kwartał)	
Parametr	Przepływ ścieków [Q] m ³ /d
średnia	4 311,70
max	6 106,00
odchylenie stand.	321,60
min.	3 431,00
prawdopodobieństwo 50%	4 271,00
prawdopodobieństwo 85%	4 580,00

Ilość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w okresie 01.01.2019 - 30.09.2025r.	
Parametr	
średnia	4 366,59
max	8 325,00
odchylenie stand.	612,26
min	2 148,00
prawdopodobieństwo 50%	4 314,00
prawdopodobieństwo 85%	4 907,40

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników natężenia przepływu ścieków oczyszczonych w oczyszczalni w Sochaczewie, stwierdzono, że średnia ilość ścieków w badanym okresie wynosiła 4 366,59 m³/d. Natomiast 85% prawdopodobieństwo wystąpienia danej wartości przepływu 4 907 m³/d. Na podstawie analizy tych przepływów uzyskujemy wartości przepływów ścieków przez część biologiczną oczyszczalni, według której można również określać obciążenie reaktora biologicznego oczyszczalni ładunkami zanieczyszczeń.

Wykres 3.1 Zmiany ilości ścieków dopływających do oczyszczalni w Sochaczewie w poszczególnych latach od 2019 r. do 2024r. oraz za III kwartały 2025 r.



Średnia wartość ścieków odpływających z oczyszczalni w Sochaczewie (przedstawiona powyżej na wykresie 3.1) ulega niewielkim zmianom w badanych latach – najniższa średnia wartość wynosi $4\,200,40\text{ m}^3/\text{d}$ (2024 rok), natomiast najwyższa $4\,753,40\text{ m}^3/\text{d}$ (2024 rok), różnica pomiędzy poszczególnymi latami wynosi maksymalnie $429,3\text{ m}^3/\text{d}$, różnica wynosi około 11,6%.

Analiza danych, zmian ilości ścieków oczyszczonych odprowadzanych z oczyszczalni (Załącznika nr 3 na końcu opracowania) **zgodnie z wymaganiami określonymi w pozwoleniu wodno-prawnym** przedstawiona w formie graficznej na wykresie rozkładu prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi w okresie od 1 stycznia 2019 roku do 31 grudnia 2024 r. na stronie 60, wskazuje, że **41 z 2 465** wyników przepływów dobowych ścieków odprowadzanych do odbiornika przekracza średniodobową ilość oczyszczonych ścieków komunalnych odprowadzanych do rzeki Utrata, określoną w pozwoleniu wodno-prawnym, a więc $6\,000,00\text{ m}^3/\text{d}$.

Wartość maksymalna przepływu dobowego zanotowana w odpływie z oczyszczalni ścieków Sochaczewie w badanym okresie osiągnęła wynik $8\,325,00\text{ m}^3/\text{d}$ (odpływ zmierzony w dniu 09.07.2022 r.), tym samym przekraczając średniodobowy założony w projekcie przepływ ścieków ($Q_{\text{dśr}}=6\,000,00\text{ m}^3/\text{d}$) przez oczyszczalnię o 38,75 %.

W związku z poziomym - niewielkim trendem zmian (wykres 3.1) ilości ścieków jako reprezentatywny przepływ ścieków przez oczyszczalnię w Sochaczewie przyjęto do dalszej analizy jako (zaokrągloną) średnią z wyników pomiaru ilości ścieków oczyszczonych za okres od stycznia 2019 do września 2025 roku (część Tabeli 3.2 zaznaczona kolorem żółtym). Na tej podstawie obliczono średnią ilość ścieków przepływających przez oczyszczalnię w badanym okresie na wartość $4\,400,00\text{ m}^3/\text{d}$. Natomiast 85 % prawdopodobieństwo wystąpienia danej wartości przepływu w wysokości $4\,900\text{ m}^3/\text{d}$.

Procentowa redukcja zanieczyszczeń w komunalnej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie dla aglomeracji Sochaczew pokazana w tabeli 3.4 (na podstawie analizy wyników z Załącznika nr 2 na końcu tego opracowania), jest wysoka i przedstawia się następująco: BZT₅ 99,47 %, ChZT 96,57 %, zawiesina ogólna 97,93 %. Redukcja fosforu ogólnego osiąga wartość średnią 97,06 %, a azotu ogólnego 89,59 %. Wartość 100 % redukcji, którą

w badanym okresie stwierdzono w : jednym przypadku dla stężenia BZT₅ i siedmiu wynikach dla fosforu ogólnego jest związana z dokładności metody pomiarowej (wyniki są poniżej zakresu pomiarowego – wartość pomiarowa - zero).

Tabela 3.4 Wartości procentowej redukcji wskaźników charakteryzujących ścieki pomiędzy dopływem a odpływem z oczyszczalni ścieków w Sochaczewie

Procentowe redukcja zanieczyszczeń na oczyszczalni ścieków (ścieki na dopływie/ścieki na odpływie)					
Parametr	BZT ₅	ChZT	Zawiesina ogólna	Nog.	Pog.
	%	%	%	%	%
średnia	99,04	96,57	97,93	89,59	97,06
max	100,00	98,29	99,55	96,82	100,00
odchylenie stand	0,60	1,02	1,69	2,59	1,80
min.	95,11	92,18	86,07	82,82	91,02

Wartość wskaźnika ChZT/Pog. w ściekach dopływających do oczyszczalni przedstawiona w tabeli 3.5 oraz graficznie (na stronie 66) dla analizowanego okresu badawczego wskazuje na możliwość osiągnięcia wysokiego poziomu redukcji fosforu w układzie biologicznym oczyszczalni ścieków. Wysoką efektywność uzyskuje się dla wartości wskaźnika powyżej 36, natomiast średnia wartość w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie wynosi 95,94.

Tabela 3.5 Wartości wskaźników charakteryzujących ścieki w dopływie do części mechanicznej oczyszczalni w Sochaczewie

Parametr	W ściekach na dopływie do oczyszczalni				
	ChZT/BZT ₅	ChZT/Pog.	BZT ₅ /Pog.	BZT ₅ /Nog.	ChZT/Nog.
średnia	2,46	95,94	39,89	4,76	11,54
max	3,79	173,55	88,15	11,13	21,91
odchylenie stand	0,47	18,06	8,46	1,07	2,75
Min	1,50	61,89	18,29	2,42	5,77
prawdopodobieństwo 50%	2,37	94,86	39,86	4,71	11,15
prawdopodobieństwo 85%	2,95	107,87	46,47	5,51	13,62

Wartość średnia wskaźnika biodegradowalności ChZT/BZT₅ w ściekach dopływających do oczyszczalni wynosi 2,46 (tabela 3.5 oraz wykres strona 65). Według danych literaturowych dużą biodegradowalnością charakteryzują się ścieki dla wskaźnika ChZT/BZT₅, nieprzekraczającego wartość 2,0. W ściekach komunalnych wartość tego

wskaźnika mieści się zazwyczaj w granicach od 1,5 do 2,5, a wyższe wartości osiąga się dla ścieków przemysłowych od 3,33 do 6,58. Na podstawie analizy wyników z oczyszczalni w Sochaczewie wartości 2,0 przekraczają 89 z 105 wyników, które zostały przedstawione na wykresie prawdopodobieństwa (strona 65). Natomiast wartości 2,5 przekracza 41 z 105 wyników (39 %). Jednak ocena za pomocą tego wskaźnika, którego sprawdzalność jest dyskusyjna, powinna być traktowana jedynie jako orientacyjna.

Jak sugerują inne badania, uzyskanie wartości stosunku rozkładalnego ChZT/Pog. powyżej 40 i równocześnie wartości BZT₅/Pog. niższych od 20, świadczy o niedostatecznej ilości łatworozkładalnych związków organicznych w ściekach i konieczności zwiększenia strefy beztlenowej. Na podstawie uzyskanych wyników jakości ścieków dopływających do oczyszczalni w Sochaczewie (tabela 3.5 oraz wykres strona 66 i 67), stwierdzono, że wartość średnia wskaźników jest następująca dla ChZT/Pog. 95,94 oraz dla BZT₅/Pog. 39,89. Wskazując tym samym na podatność ścieków na biologiczne usuwanie fosforu i niezbędną dla biologicznego oczyszczania ścieków dostępność związków organicznych.

Wpływ na procesy biologiczne mają również zależności pomiędzy wartościami BZT₅, ChZT a stężeniem azotu ogólnego w dopływie do oczyszczalni biologicznej. Proces denitryfikacji, a więc redukcji azotanów lub azotynów do azotu gazowego, powoduje równocześnie utlenianie związków organicznych, które są źródłem węgla i energii dla bakterii uczestniczących w procesie. Ilość bakterii nitryfikacyjnych w osadzie czynnym zależy od wysokości wskaźnika BZT₅ do azotu ogólnego w ściekach surowych dopływających do reaktora biologicznego. Optymalna wartość BZT₅/Nog. powinna wynosić w ściekach dopływających do reaktora od 3 do 5. Natomiast wskaźnik ChZT/Nog. powinien zawierać się w przedziale od 5 do 10. Inne badania literaturowe wskazują wpływ tego wskaźnika na wzrost efektu usuwania fosforu z 61,6 % do 93,5 % przy wzroście wskaźnika ChZT/Nog od 9,3 do 16,1 mgO₂/mgNog. Kolejne badania wykazują, że przy wartościach niższych od 9 mgO₂/mgNog. będzie konieczne zastosowanie zewnętrznego źródła węgla. Wartości uzyskane na podstawie analizy wyników z oczyszczalni w Sochaczewie (tabela 3.5 oraz wykresy strona 68 i 69) wskazują na korzystne wartości BZT₅/Nog. dla denitryfikacji azotanów w razie ich pojawienia się w strefie beztlenowej - średnia wartość wynosi 4,76. Również średnia wartość ChZT/Nog. jest stosunkowo korzystna (tylko nieznacznie przekracza wartość 10) dla biologicznego usuwania azotu i wynosi 11,54.

Biorąc pod uwagę dane z przeprowadzonego w tym rozdziale bilansu ilościowo–jakościowego ścieków odprowadzanych do odbiornika rzeki Utrata w km 00+060 z oczyszczalni w Sochaczewie, a więc dla **reprezentatywnej** średniodobowej ilości ścieków dopływających do oczyszczalni w wysokości 4 400,00 m³/d oraz dla 85 % prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości (z tabeli 3.1) stężenia BZT₅ w dopływie do oczyszczalni w wysokości 510,00 mgO₂/l, uzyskujemy obliczeniowe obciążenie oczyszczalni ścieków w Sochaczewie na poziomie **37 400 RLM**.

Na podstawie **reprezentatywnej** średniej ilości ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w wysokości 4 400,00 m³/d oraz dla średniego (z tabeli 3.1) stężenia BZT₅ w dopływie do oczyszczalni w wysokości 422,86 mgO₂/l, uzyskujemy obciążenie oczyszczalni w Sochaczewie w wysokości **31 010 RLM**.

Dla 85 % prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości **reprezentatywnej** ilości odpływających z oczyszczalni ścieków w wysokości 4 900,00 m³/d oraz dla 85 % prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości (z tabeli 3.1) stężenia BZT₅ w dopływie do oczyszczalni w wysokości 510,00 mgO₂/l, uzyskujemy obciążenie oczyszczalni w Sochaczewie w wysokości **41 650 RLM**.

Przyjęta na etapie projektu średnia ilość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w wysokości 6 000,00 m³/d oraz stężenie BZT₅ w dopływie do oczyszczalni w wysokości 340,00 mgO₂/m³, pozwalają obliczyć obciążenie oczyszczalni w Sochaczewie równoważną liczbę mieszkańców w wysokości **34 000 RLM**.

IV. Analiza prognoz demograficznych Gminy Sochaczew, ilości oraz jakości ścieków dopływających do komunalnej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie, zmian związanych z wdrożeniem nowej dyrektywy ściekowej i zagospodarowania osadów w Unii Europejskiej

4.1 Analiza prognoz demograficznych

Powszechnym zjawiskiem jest dzisiaj spadek liczby mieszkańców dużych miast, z jednoczesnym wysokim przyrostem liczby ludności w odpowiadających im powiatach ziemskich. Przyczyną takiej tendencji są przede wszystkim nasilające się ruchy migracyjne związane z suburbanizacją, polegającą na wyludnianiu się centrów miast i rozwojem stref podmiejskich.

Z uwagi na różnice w udostępnionych danych na stronie *bdl.stat.gov.pl* oraz *polskawliczbach.pl* pomiędzy poszczególnymi latami (źródłem danych obu platform jest GUS), autorzy do dalszej analizy przyjmują dane udostępnione na platformie *Polska w liczbach*. Ogólny trend zmiany danych jest spójny w obu bazach danych, ale jest przesunięty w czasie.

Na podstawie danych udostępnionych przez Główny Urząd Statystyczny liczba mieszkańców gminy wiejskiej Sochaczew rośnie, co zaprezentowano graficznie w rozdziale I na rys.1.1. Według danych statystycznych w okresie ostatnich 30 lat (1995 – 2024) pokazanych na rys.1.1, **liczba mieszkańców gminy wiejskiej Sochaczew zmieniła się z 8 061 na 12 009, a więc wzrosła o około 49,0 %.** Natomiast liczba mieszkańców miasta Sochaczew spada, co zaprezentowano graficznie w rozdziale I na rys.1.2. Według danych statystycznych w okresie ostatnich lat pokazanych na rys.1.2. **liczba mieszkańców miasta Sochaczew zmieniła się z 39 703 na 33 310, a więc zmalała o 16,1 %.**

GMINA WIEJSKA SOCHACZEW

Średni wiek mieszkańców analizowanej gminy wiejskiej Sochaczew to **38,9 lata** na rok 2024, natomiast w kraju i województwie mazowieckim kształtuje się to na poziomie odpowiednio

42,7 i 41,9 lat. W gminie wiejskiej Sochaczew obserwuje się wysoki procent ludności w wieku produkcyjnym:

- 22,5 % - wiek przedprodukcyjny (<18 lat),
- 60,5 % - wiek produkcyjny (18-59 lat kobiety, 18-64 lat mężczyźni),
- 17,1 % - wiek poprodukcyjny (>59 lat kobiety, >64 lat mężczyźni).

Na zmianę liczby ludności w ostatnich latach największy wpływ ma przede wszystkim przyrost naturalny oraz migracje. Dla gminy Sochaczew współczynnik przyrostu naturalnego (na 1000 ludności) wyniósł -0,5 (dane GUS, 31.12.2024 r.). Natomiast przyrost naturalny w województwie mazowieckim (-2,35) oraz w kraju (-3,62) jest niższy.

Saldo migracji na 1000 mieszkańców dla analizowanej gminy w 2024 roku wyniosło 98, co świadczy o napływie ludności w porównaniu z migracją poza teren gminy. Według danych GUS saldo migracji dla omawianej gminy wykazuje się trendem zmiennym (podlega falowaniom), ale od 1996 do 2023 jest wciąż dodatnie. W ciągu ostatnich 27 lat (1996 – 2023) saldo migracji osiągnęło maksymalną wartość 215 (2013 rok), natomiast najniższą w 1996 r. i wynosiło 1. W 2023 roku zarejestrowano 212 zameldowań w ruchu wewnętrznym oraz 114 wymeldowań, w wyniku czego saldo migracji wewnętrznych wynosi dla gminy Sochaczew 98. W tym samym roku 2 osób zameldowało się z zagranicy oraz zarejestrowano 0 wymeldowań za granicę - daje to saldo migracji zagranicznych wynoszące 2. Na 1000 ludności gminy Sochaczew przypada 7,55 zgonów. Jest to znacznie mniej od wartości średniej dla województwa mazowieckiego (10,5) oraz dla kraju (10,85). W latach 2013-2023 liczba małżeństw zawartych w gminie wiejskiej Sochaczew wynosi średnio 48, co w połączeniu z wysokim procentem ludności w wieku produkcyjnym (60,5 %) rokuje odpowiednio wysoką liczbą nowych urodzeń.

W 2023 roku w gminie wiejskiej Sochaczew oddano do użytku 74 mieszkania. Na każdych 1000 mieszkańców oddano do użytku 6,21 nowych lokali. Jest to wartość znacznie mniejsza od wartości dla województwa mazowieckiego (7,89) oraz nieznacznie większa od średniej dla całej Polski (5,88). Całkowite zasoby mieszkaniowe w gminie Sochaczew to 3 716 nieruchomości. Na każdych 1000 mieszkańców przypada zatem 310 mieszkań. Przeciętna powierzchnia użytkowa nieruchomości oddanej do użytkowania w 2023 roku w gminie Sochaczew to 130,90 m² i jest znacznie większa od przeciętnej powierzchni użytkowej

dla województwa mazowieckiego (86,60 m²) oraz znacznie większa od przeciętnej powierzchni nieruchomości w całej Polsce (90,00 m²).

MIASTO SOCHACZEW

Średni wiek mieszkańców miasta Sochaczew to **43,7 lata** na rok 2024, natomiast w kraju i województwie mazowieckim kształtuje się to na poziomie odpowiednio 42,7 i 41,9 lat. W mieście Sochaczew obserwuje się wysoki procent ludności w wieku produkcyjnym:

- 17,3 % - wiek przedprodukcyjny (<18 lat),
- 56,2 % - wiek produkcyjny (18-59 lat kobiety, 18-64 lat mężczyźni),
- 26,5 % - wiek poprodukcyjny (>59 lat kobiety, >64 lat mężczyźni).

Na zmianę liczby ludności w ostatnich latach największy wpływ ma przede wszystkim przyrost naturalny oraz migracje. Dla miasta Sochaczew współczynnik przyrostu naturalnego (na 1000 ludności) wyniósł -3,9 (dane GUS, 31.12.2024 r.). Natomiast przyrost naturalny w województwie mazowieckim (-2,35) oraz w kraju (-3,62) jest porównywalny.

Saldo migracji na 1000 mieszkańców dla analizowanej gminy w 2024 roku wyniosło -126, co świadczy o odpływie ludności z terenu miasta. Według danych GUS saldo migracji dla omawianej gminy miejskiej wykazuje się trendem horyzontalnym, przyjmując głównie wartości ujemne. W ciągu ostatnich 28 lat (1995 – 2023) saldo migracji osiągnęło dodatnią wartość w dwóch latach równą: 9 (1995 rok) i 168 (1996 rok). Najniższa wartość salda migracji w analizowanym okresie równa -262 wystąpiła w 2022 r. W 2023 roku zarejestrowano 287 zameldowań w ruchu wewnętrznym oraz 413 wymeldowań, w wyniku czego saldo migracji wewnętrznych wynosi dla Sochaczewa -126. W tym samym roku 3 osoby zameldowały się z zagranicy oraz zarejestrowano 4 wymeldowania za granicę - daje to saldo migracji zagranicznych wynoszące -1.

Na 1000 ludności Sochaczewa przypada 12 zgonów. Jest to znacznie więcej od wartości średniej dla województwa mazowieckiego (10,5) oraz dla kraju (10,85). W latach 2013-2023 liczba małżeństw zawartych w mieście Sochaczew wynosi średnio 174, co w połączeniu z wysokim procentem ludności w wieku produkcyjnym (56,2 %) rokuje odpowiednio wysoką liczbą nowych urodzeń.

W 2023 roku w Sochaczewie oddano do użytku 206 mieszkań, a więc na każdych 1000 mieszkańców oddano do użytku 6,13 nowych lokali. Jest to wartość znacznie mniejsza

od wartości dla województwa mazowieckiego (7,89) oraz nieznacznie większa od średniej dla całej Polski (5,88). Całkowite zasoby mieszkaniowe w Sochaczewie to 15 052 nieruchomości, na każdych 1000 mieszkańców przypada zatem 450 mieszkań. Jest to wartość porównywalna do wartości dla województwa mazowieckiego oraz większa od średniej dla całej Polski. Przeciętna powierzchnia użytkowa nieruchomości oddanej do użytkowania w 2023 roku w Sochaczewie to 71,60 m² i jest znacznie mniejsza od przeciętnej powierzchni użytkowej dla województwa mazowieckiego (86,60 m²) oraz znacznie mniejsza od przeciętnej powierzchni nieruchomości w całej Polsce (90,00 m²).

RYNEK MIESZKANIOWY A LICZBA MIESZKAŃCÓW

Rynek mieszkaniowy w mieście i gminie wiejskiej Sochaczew rozwija się.

W gminie wiejskiej głównie budowane są mieszkania przez osoby indywidualne. Natomiast od roku 2018 zauważono pierwsze obiekty, które zostały przeznaczone na sprzedaż lub wynajem: 2018 r. – 1, 2019 r. – 4, 2020 r. – 15, 2021 r. – 8, 2022 r. – 2, 2023 r. – 6. W latach 2013 – 2023 średnia liczba mieszkań oddanych do użytku przez osoby indywidualne wynosi 62. W mieście Sochaczew oddawane do użytku są mieszkania indywidualne oraz przeznaczone na sprzedaż lub wynajem, z przewagą tych drugich. W 2012 roku mieszkań przeznaczonych na sprzedaż lub wynajem oddano do użytku 184, a jedynie 49 mieszkań było oddanych osobom indywidualnym. W latach 2013 – 2017 zaobserwowano średnio 39 mieszkań oddawanych indywidualnie. Natomiast od 2018 roku na rynku mieszkaniowym ponownie zaczęły pojawiać się mieszkania przeznaczone na sprzedaż lub wynajem:

- 2018 rok: 37 mieszkań – indywidualne, 16 mieszkań – na sprzedaż/wynajem,
- 2019 rok: 32 mieszkań – indywidualne, 45 mieszkań – na sprzedaż/wynajem,
- 2020 rok: 48 mieszkań – indywidualne, **128 mieszkań** – na sprzedaż/wynajem,
- 2021 rok: 43 mieszkań – indywidualne, 41 mieszkań – na sprzedaż/wynajem,
- 2022 rok: 33 mieszkań – indywidualne, **161 mieszkań** – na sprzedaż/wynajem,
- 2023 rok: 48 mieszkań – indywidualne, **158 mieszkań** – na sprzedaż/wynajem.

Ilość nowych mieszkań indywidualnych przez wszystkie analizowane lata charakteryzuje się stałym trendem. Sytuacja z mieszkaniami na sprzedaż lub wynajem stała się rozwojowa, a ilość oddanych lokali z roku na rok rośnie. Deweloperzy, którzy opanowują rynek

mieszkaniowy miasta Sochaczew reklamują swoje inwestycje jako położone w dynamicznie rozwijającym się mieście, wyróżniające się przystępnymi cenami mieszkań i dostępem do rozbudowanej infrastruktury. Infrastruktura miasta jest stale modernizowana, dostęp do Warszawy (54 km) i innych ważnych ośrodków w Polsce (Łódź – 80 km, Płock – 60 km) jest szybki i wygodny. To atrakcyjne miejsce dla osób poszukujących mieszkania z dala od zgiełku dużych metropolii, a jednocześnie z dobrym dostępem do stolicy.

Ilość nowobudowanych mieszkań w gminie i mieście Sochaczew stale rośnie, natomiast ilość mieszkańców niekoniecznie współgra z obserwowanym trendem.

Rok	Liczba mieszkańców - miasto [mk]	Ilość mieszkań oddanych do użytku – ogółem [szt.]	Liczba mieszkańców - gmina wiejska [mk]	Ilość mieszkań oddanych do użytku – ogółem [szt.]
2020	-391	+176	+172	+78
2021	-436	+84	+143	+80
2022	-1 757	+194	+602	+70
2023	-111	+206	+30	+74
2024	-277	brak danych	+86	brak danych

*dane udostępnione na stronie www.polskawliczbach.pl, źródło GUS

Burmistrz Sochaczewa w jednej z wypowiedzi wskazuje na szansę odwrócenia procesu wyludniania się miasta: „(...) *Sochaczew mimo wszystko jest w dobrej sytuacji, ponieważ na podstawie raportów z Centralnego Portu Komunikacyjnego, jakie dostajemy, do momentu otwarcia inwestycji, czyli do 2032 roku, Sochaczew jest planowany jako jedno z miast, do którego osoby będą przyjeżdżały, będą chciały tu zamieszkać i to będzie dla nich dobre miejsce do pracy. Szczególnie mieszkańcy ściany wschodniej dzisiejszej Polski będą zainteresowani takim miejscem do życia, jakim jest Sochaczew. Szacuje się **40-to procentowy przyrost ludności w naszym mieście, jak i w całym powiecie**. Dlatego robimy wszystko, aby Sochaczew stawał się coraz atrakcyjniejszy jako miejsce do mieszkania i życia.*” (wypowiedź z czerwca 2025 r.)

W gminie wiejskiej Sochaczew w 2023 roku na 1 000 mieszkańców przypadło 6,21 nowych lokali. W latach 1995 – 2023 liczba mieszkań wzrosła z 2 078 do 3 716, czyli w ciągu 28 lat w gminie przybyło 1 638 mieszkań (średnio 59 mieszkań na rok).

W samym mieście Sochaczew rynek mieszkaniowy w ostatnich latach szybko się powiększa, w 2023 roku na 1 000 mieszkańców przypadło 449,9 mieszkań. W latach 1995 – 2023 liczba mieszkań wzrosła z 12 661 do 15 052, czyli w ciągu 28 lat w mieście Sochaczew przybyło 2 391 mieszkań (średnio 85 mieszkań na rok).

Jak wspomniano wcześniej, w Polsce gwałtowny wzrost liczby mieszkańców wywoływany jest głównie przez suburbanizację (wyludnianie się centrów miast i rozwój stref podmiejskich) oraz powstawanie nowych miejsc pracy. W województwie mazowieckim proces ten widoczny jest w aglomeracji warszawskiej, ale obejmuje również ośrodki wokół Płocka i Radomia.

Aktualna gęstość zaludnienia gminy wiejskiej wynosi **130 osób/km²** zgodnie z danymi GUS za 2024 r. Natomiast gęstość zaludnienia miasta Sochaczew wynosi **1 271,9 osób/km²**, a województwa mazowieckiego **151 osób/km²**. Analizując dane, przedstawione w formie graficznej na Rys.1.1. w rozdziale I, pokazujące zmiany liczby mieszkańców **gminy wiejskiej Sochaczew** możemy sformułować wniosek, że ogólny trend zmiany liczebności gminy jest wyraźnie rosnący. Średni przyrost w latach 2020 – 2024 wynosi **+207 mk.** Natomiast analizując dane, które przedstawiono w formie graficznej na rys.1.2. w rozdziale 1, pokazujące zmiany liczby mieszkańców **miasta Sochaczew**, można sformułować wniosek, że liczba mieszkańców maleje z każdym rokiem w szybkim tempie. W latach 2020 – 2024 populacja miasta zmniejsza się średnio o **-594 mk.** **W 2022 roku liczba mieszkańców zmniejszyła się aż o 1 757 mk.** Z czego wynika aż tak duża liczba? Część to na pewno wymeldowania w ruchu wewnętrznym (wyprowadzka z miasta do gmin ościennych – suburbanizacja) oraz ilość urodzeń i zgonów (saldo migracji wewnętrznych -267, nadwyżka zgonów (491) nad urodzeniami (305)).

PROGNOZA LUDNOŚCI - ANALIZA GUS A STRATEGIA ROZWOJU OBSZARU OTOCZENIA CPK

Po przeprowadzonej analizie zmian liczby mieszkańców w **gminie wiejskiej Sochaczew**, z wyraźnym trendem rosnącym można postawić wniosek, że taki kierunek rozwoju będzie się utrzymywał. Zgodnie z przeprowadzoną analizą demograficzną dla gminy Sochaczew autorzy koncepcji zakładają, że **liczba mieszkańców gminy w najbliższych latach ulegnie**

dalszym zmianom, które mogą mieć wpływ na pracę oczyszczalni ścieków w wyniku wzrostu ilości ładunku zanieczyszczeń.

Według prognozy GUS „Prognoza ludności na lata 2023 – 2060” liczba mieszkańców gminy wzrośnie do 13 221 w 2040 roku. Oznacza to przyrost liczby mieszkańców o 1 212 mk. Zakładając jednostkowe zużycie wody na poziomie 0,254 m³ (wartość średnia z ostatnich 5-ciu lat – dane BDL-GUS) na mieszkańca, **wzrost ilości dopływających ścieków do 2040 roku szacuje się na poziomie 308 m³/d.** W roku 2043 liczba mieszkańców zwiększy się zaledwie o kolejne 77 osoby, a więc wzrost ilości ścieków o 19,6 m³/d, będzie praktycznie pomijalny zgodnie z powyższymi założeniami.

Natomiast przeprowadzona analiza zmian liczby mieszkańców w **mieście Sochaczew**, wskazuje na wyraźny trend malejący. Jednak z uwagi na prężny rozwój branży deweloperskiej oraz przede wszystkim budowę Centralnego Portu Komunikacyjnego i uznanie Sochaczewa za położone w otoczeniu CPK na obecnej osi rozwojowej Warszawa-Sochaczew, tzw. „osi zachodniej” i wynikającym przez to „intensywnym przeobrażeniom przestrzennym wynikającym z jednej strony z ulokowania w nim międzynarodowego węzła transportowego, lotniska oraz licznych elementów infrastruktury liniowej, z drugiej zaś w związku z presją inwestycyjną, która będzie towarzyszyć skokowemu wzrostowi dostępności transportowej obszaru. (...) Obszar otoczenia CPK będzie stanowił obszar rezerw rozwojowych regionu dla funkcji związanych z aktywnością gospodarczą, przepływem ludzi i towarów. Lokalne pasma rozwojowe wzmacniające powiązania północ-południe oraz pomiędzy ośrodkami lokalnymi będą związane z przebiegami nowych łącznic regionalnych z przystankami osobowymi dla kolei aglomeracyjnej.”(fragment projektu „Strategia rozwoju obszaru otoczenia Centralnego Portu Komunikacyjnego do roku 2044”)

W związku z tym priorytetem jest wspieranie funkcji osadniczych i funkcji miejskich w tych obszarach, a co za tym idzie również wymagana jest rozbudowa/modernizacja oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – **czego dokument nie uwzględnia.**

Według prognozy GUS „Prognoza ludności na lata 2023 – 2060” liczba mieszkańców gminy zmaleje do 30 132 w 2040 roku. Oznacza to zmniejszenie liczby mieszkańców o 3 178 mk. Zakładając jednostkowe zużycie wody na poziomie 0,125 m³ (wartość średnia z ostatnich 5-ciu lat – dane BDL-GUS) na mieszkańca, **szacuje się spadek ilości dopływających ścieków do 2040 roku na poziomie 397 m³/d.** W roku 2043 liczba mieszkańców zmniejszy się

o kolejne 810 osoby, więc dopływ ścieków spadnie o kolejne 101 m³/d. Jak widać, prognoza GUS nie jest zbieżna z tym, co planowane jest w strategii rozwoju obszaru otoczenia CPK.

Według projektu „Strategia rozwoju obszaru otoczenia Centralnego Portu Komunikacyjnego do roku 2044” skutkami przestrzennymi i społeczno-ekonomicznymi będą:

1. **wzrost zaludnienia obszaru otoczenia CPK o ok. 30 tys. osób** (przy założeniu, że część osób zatrudnionych przy budowie CPK, a po powstaniu portu lotniczego – przy jego obsłudze, dojeżdżałaby spoza obszaru otoczenia CPK), w szczególności:
 - a) w miastach Grodzisk Mazowiecki, Żyrardów, Błonie i **Sochaczew**, a w mniejszym stopniu w strefach podmiejskich tych miast,
 - b) w gminach Jaktorów, Teresin i Wiskitki, w mniejszym stopniu w obecnych ośrodkach ponadlokalnych i ich strefach podmiejskich;
2. wzrost liczby miejsc pracy o ok. 40-45 tys. osób, w tym w szczególności na terenie Airport City (gmina Baranów), a w mniejszym stopniu w ośrodkach zaplecza mieszkaniowo-usługowego dla CPK;
3. rozbudowę infrastruktury komunikacyjnej powstającej w ramach Programu CPK;
4. zwiększenie potencjału endogenicznego obszaru otoczenia CPK;
5. znaczące zwiększenie dojazdów do pracy w obrębie obszaru otoczenia CPK oraz zwiększenie siły powiązań funkcjonalnych z otoczeniem zewnętrznym (w szczególności Warszawą i Łodzią);
6. wykształcenie się struktury węzłowej, której centrum stanowiłby CPK.

W związku z powyższymi analizami trendu zmiany liczby ludności oraz prognoz liczby mieszkańców przygotowanymi przez GUS, trudno ocenić jak budowa CPK przełoży się na faktyczne zaludnienie obszarów otaczających CPK. Należy zwrócić uwagę również na to, że aktualnie liczba istniejących oraz nowobudowanych mieszkań jest duża w stosunku do ciągle malejącej liczby mieszkańców (miasto Sochaczew). Jednocześnie autorzy koncepcji zwracają uwagę, że aktualna gęstość zaludnienia miasta jest bardzo wysoka. Należałoby wziąć pod uwagę to, że część aktualnych mieszkańców miasta i gminy Sochaczew może podjąć pracę przy CPK, więc nie zwiększy to wielkości zaludnienia.

PROGNOZA LICZBY LUDNOŚCI - PLAN OGÓLNY MIASTA A STUDIUM ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO MIASTA SOCHACZEW

W „Planie ogólnym miasta Sochaczew. Analiza uwarunkowań rozwoju przestrzennego” z 27 czerwca 2025 r. założono, że rozległe strefy działalności gospodarczej wokół lotniska wygenerują miejsca pracy dla kilkudziesięciu tysięcy pracowników. Na podstawie tego założono zwiększenie wskaźnika ZAP (zapotrzebowania na nową zabudowę mieszkaniową) dla Sochaczewa o 10 % w stosunku do wyliczonego na podstawie wzoru z Rozporządzenia, stosowanego dla gmin położonych poza obszarem otoczenia CPK, otrzymując wartość **7 382 mk**. Ostatecznie oznacza to, że w planie ogólnym miasta Sochaczew należy wskazać strefy planistyczne SW, SJ i SZ, dla których chłonność terenów niezabudowanych, w tym również luk w istniejącej zabudowie, nie może być mniejsza niż 5 167 osób (70% wartości zapotrzebowania) i nie większa niż 9 597 osób (130% wartości zapotrzebowania).

Przy założeniu, że nastąpi **wzrost zaludnienia obszaru otoczenia CPK o około 30 tys. osób na całym obszarze** (głównie w miastach Grodzisk Mazowiecki, Żyrardów, Błonie i **Sochaczew**) – dane z projektu „Strategia rozwoju obszaru otoczenia Centralnego Portu Komunikacyjnego do roku 2044”, to wartość 7 382 mk w opinii autorów może być wartością maksymalną (a rzeczywista docelowa liczba mieszkańców będzie niższa).

Wskaźnik ZAP wyliczono dla liczby mieszkańców równej 30 788 (prognozowana w 2043 roku), oraz dodatkowo powiększono go o 10 % ze względu na budowę CPK, co daje $30\,788 + 7\,382 = 38\,170$ mk. Przy powierzchni miasta równej $26,2\text{ km}^2$, gęstość zaludnienia wyniesie $1\,457\text{ osób/km}^2$. Biorąc pod uwagę, że w latach 90-tych miasto Sochaczew liczyło blisko 40 000 mk, a ilość nowobudowanych mieszkań stale rośnie, to chłonność miasta jest w stanie zagwarantować odpowiednią ilość mieszkań dla nowych mieszkańców miasta.

Dodatkowo w „Zmiana: Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Sochaczew” – załącznik nr 1 do Uchwały nr XXV/278/21 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 22 listopada 2021 r. wyliczono maksymalną chłonność terenów gminy – obszarów o w pełni wykształconej zwartej strukturze funkcjonalno-przestrzennej w granicach jednostki osadniczej oraz obszarów przeznaczonych w planach miejscowych pod zabudowę.

Chłonność obszarów o w pełni wykształconej zwartej strukturze funkcjonalno-przestrzennej:

- chłonność mieszkaniowa jednorodzinna: 892 043,07 m²,
- chłonność mieszkaniowa wielorodzinna: 222 401,40 m².

Chłonność obszarów położonych na terenie gminy przeznaczonych w planach miejscowych pod zabudowę, ale z wyłączeniem obszarów o w pełni wykształconej zwartej strukturze funkcjonalno-przestrzennej:

- chłonność mieszkaniowa jednorodzinna: 87 465,22 m²,
- chłonność mieszkaniowa wielorodzinna: 0,00 m².

W Tabeli 25 (źródło: załącznik nr 1 do Uchwały nr XXV/278/21, strona 94) przedstawiono porównanie maksymalnego w skali gminy zapotrzebowania na nową zabudowę oraz sumy powierzchni użytkowej zabudowy, w podziale na funkcje zabudowy. Tabelę zredukowano do wartości zabudowy mieszkaniowej.

Tabela 25. Porównanie maksymalnego w skali gminy zapotrzebowania na nową zabudowę z chłonnością obszarów o w pełni wykształconej zwartej strukturze funkcjonalno-przestrzennej w granicach jednostki osadniczej i chłonnością obszarów przeznaczonych w planach miejscowych pod zabudowę.

Funkcja	maksymalne w skali miasta zapotrzebowanie na nową zabudowę w 2050 r.	chłonność obszarów			możliwość zlokalizowania nowej zabudowy
		z ust. 5 pkt. 2 u.o.p.z.p	z ust. 5 pkt. 3 u.o.p.z.p	z ust. 5 pkt. 2 i 3 u.o.p.z.p	
	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]
Zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna	209 708,4	892 043,07	87 465,22	979 508,29	0 (-769 799,89)
Zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna	139 805,6	222 401,40	0,00	222 401,40	0 (-82 595,80)

W celu zwiększenia terenów pod zabudowę mieszkaniową wielorodzinną nastąpiła zmiana „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Sochaczew” (Uchwała nr XXV/278/21 z 2021 roku zmieniła Uchwałę nr IV/25/02 z 2002 roku) z powodu wprowadzenia zmiany części terenów wielofunkcyjnych zabudowy usługowej na tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej.

4.2 Prognozowana ilość i jakość ścieków doprowadzanych do oczyszczalni

Zgodnie z danymi opublikowanymi w obowiązującej „**VI Aktualizacji Krajowego Programu Oczyszczalni Ścieków Komunalnych – AKPOŚK 2022**”, która weszła w życie 5 maja 2022 roku w kategorii „informacja o działaniach inwestycyjnych na oczyszczalniach planowanych” przewidziano wykonanie projektu dla Aglomeracji Sochaczew pn. „Poprawa gospodarki wodno-ściekowej miasta Sochaczew” z terminem rozpoczęcia prac przygotowawczych w czerwcu 2020 r. dla M (dotyczy oczyszczalni ścieków – poprawienie jakości odprowadzanych ścieków) oraz w czerwcu 2022 r. dla MO (dotyczy gospodarki osadowej), rozpoczęcia inwestycji zaplanowano odpowiednio w marcu 2022 r. i styczniu 2024 r. Termin zakończenia obu inwestycji wpisano na grudzień 2026 r. Nie przewidziano zmiany przepustowości oczyszczalni po realizacji inwestycji.

Tabela 4.1 Charakterystyczne dane aglomeracji, dotyczące oczyszczalni ścieków Sochaczew (zapisane w AKPOŚK 2022)

Aglomeracja	Wielkość aglomeracji w RLM	Przepustowość oczyszczalni - średnia [m ³ /d]	Przepustowość oczyszczalni - maksymalna [m ³ /d]	RLM w aglomeracji obsługiwana przez oczyszczalnię	projektowa maksymalna wydajność oczyszczalni [RLM]
Sochaczew	34 486	6 000	7 800	34 303	40 000

Dane zamieszczone w tabeli 4.1 dotyczą aktualnej przepustowości oczyszczalni ścieków w Sochaczewie. Modernizacje przewidziane dla aglomeracji Sochaczew w AKPOŚK 2022 nie spowodują wzrostu przepustowości ani obciążenia ładunkiem RLM w porównaniu do założeń projektowych **Etapu I** z 1996 roku sporządzonych przez Budimex Projekt sp. z o.o. z Warszawy. Zaprojektowana w 1996 przepustowość hydrauliczna wynosi $Q_{dśr} = 6\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$ i $Q_{dmax} = 7\,800,0 \text{ m}^3/\text{d}$, obciążenie równe **34 000 RLM**.

W 2005 roku firma ECON Marek Michalczyk z Kielc wykonała dokumentację projektową na rozbudowę i modernizację istniejącej oczyszczalni ścieków, zmieniając parametry oczyszczalni: $Q_{dśr} = 8\,951,0 \text{ m}^3/\text{d}$ i $Q_{dmax} = 11\,636,0 \text{ m}^3/\text{d}$, obciążenie równe **55 925 RLM**. Projekt nie został wykonany w całości. Przepustowość oczyszczalni pozostała bez zmian (według projektu z 1996 r.), natomiast reaktory biologiczne doposażono w system ORGANICA - „OGRODY ODNOWY”, czyli system oczyszczania ścieków, w którym

połączono metodę oczyszczania ścieków osadem czynnym oraz makrofitami. Obciążenie zwiększono do **40 000 RLM**.

W Uchwale nr XVII/140/25 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 12 września 2025 r. zmieniająca uchwałę nr XX/212/21 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 10 lutego 2021 r. w sprawie wyznaczenia obszaru i granic aglomeracji Sochaczew określono RLM aglomeracji na **32 255**.

Obciążenie na podstawie założeń projektowych z 1996 r. obliczone przez autorów koncepcji na końcu rozdziału III wynosi **34 000 RLM** (dla wartości natężenia przepływu obliczeniowego $Q_{dśr} = 6\,000,0\text{ m}^3/\text{d}$ i wielkości obciążenia wskaźnikiem projektowym zawartości związków organicznych $BZT_5 = 2\,040,0\text{ kgO}_2/\text{d}$ - $S_{BZT5} = 340,0\text{ gO}_2/\text{m}^3$).

Rzeczywista skrajna wartość obciążenia oczyszczalni ścieków w Sochaczewie osiąga obecnie wartość nawet **41 650 RLM** (obliczone przez autorów koncepcji na końcu rozdziału III).

Według udostępnionej dokumentacji (dane operat wodnoprawny z 2016 r.) oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie zaprojektowano na charakterystyczne wartości przepływu zestawione poniżej:

Przepływ	Jednostka	Wartość
$Q_{dśr}$	m^3/d	6 000
$Q_{d\text{ max}}$	m^3/d	7 800
$Q_{h\text{ śr}}$	m^3/h	250

Natomiast średnie ładunki i stężenia zanieczyszczeń w dopływie do oczyszczalni założone w operacie wodnoprawnym osiągają wartości przedstawione poniżej:

Wskaźnik zanieczyszczeń	Ścieki surowe	
	Ładunek średni [kg/d]	Stężenia maksymalne [g/m ³]
BZT ₅	2 400*	420
ChZT	6 300	1 050
Zawiesina ogólna	3 390	565
Azot ogólny	540	90
Fosfor ogólny	72	12

*wartość z operatu wodnoprawnego, wartość obliczeniowa 2 520 kg/d.

Biorąc pod uwagę projektowane oraz rzeczywiste wartości przepływu ścieków z tabeli 4.1, które zostaną skierowane do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie, a także mając na uwadze zmiany demograficzne, **nie ma potrzeby zwiększyć obecnej przepustowości (średniej) oczyszczalni.**

Z udostępnionych informacji przez ZWiK Sochaczew średnioroczna ilość ścieków dowożonych oscyluje w granicach 12 000 m³/rok, co daje średnio 46 m³/d (licząc 261 dni roboczych). Wartość ta spada co roku. Ilość ścieków dowożonych z miasta Sochaczew w 2024 roku wynosi ok. 4 500 m³, natomiast z gminy wiejskiej Sochaczew 6 506 m³. W kolejnym roku (styczeń-październik 2025) z terenów miasta Sochaczew odebrano około 4 000 m³, a z gminy wiejskiej jedynie 1 300 m³. Z otrzymanych informacji Miejska Oczyszczalnia Ścieków w Sochaczewie zgodnie z decyzją na prowadzenie działalności w zakresie zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków ma funkcjonować przede wszystkim na potrzeby miasta Sochaczew.

Po przeprowadzonej analizie danych z poprzednich rozdziałów, autorzy koncepcji nie zakładają zwiększenia przepustowości hydraulicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

PODSUMOWANIE – PRZYJĘTE WARTOŚCI DO DALSZEJ ANALIZY

Prognozowana liczba mieszkańców i zmiana ilości ścieków do 2043 roku (dane w odniesieniu do 2024 r.):

Źródło	Gmina wiejska Sochaczew	Gmina miejska Sochaczew	Obszar CPK
BDL-GUS	13 298 mk Wzrost ilości ścieków o 327,6 m ³ /d (wartość średnia z ostatnich 5 lat wg GUS: <u>0,254 m³/d*mk</u>)	29 322 mk Spadek ilości ścieków o 498,0 m ³ /d (z wartość średnia z ostatnich 5 lat wg GUS: <u>0,125 m³/d*mk</u>)	-
„Strategia rozwoju obszaru otoczenia Centralnego Portu Komunikacyjnego do roku 2044”		-	Wzrost o 30 000,0 mk a) w miastach Grodzisk Mazowiecki, Żyrardów, Błonie i Sochaczew, a w mniejszym stopniu w strefach podmiejskich

			tych miast, b) w gminach Jaktorów, Teresin i Wiskitki, w mniejszym stopniu w obecnym ośrodkach ponadlokalnych i ich strefach podmiejskich;
„Plan ogólny miasta Sochaczew. Analiza uwarunkowań rozwoju przestrzennego”	-	<u>30 788 + 7 382* = 38 170 mk</u> $ZAP = M_{20} - \frac{PUM_0}{P_{20}}$ ZAP – zapotrzebowanie na nową zabudowę mieszkaniową M₂₀ – prognozowana liczba mieszkańców PUM – powierzchnia użytkowa mieszkań w gminie P₂₀ – powierzchnia użytkowa mieszkań w gminie na jednego mieszkańca M₂₀ = 29 322 · 1,05 = 30 788 mk w 2043 roku ZAP = 30 788 mk – (1 011 219 m²/42 m²/os) = 6 711 mk· ZAP_{CPK} = 6 711 osoby · 1,1 = 7 382 mk Określono chłonność terenów niezabudowanych gminy miejskiej Sochaczew: nie mniejsza niż 5 167 osób (70% wartości zapotrzebowania) i nie większa niż 9 597 osób (130% wartości zapotrzebowania).	-

Autorzy koncepcji do dalszych rozważań przyjmują zmianę liczby mieszkańców dla gminy miejskiej Sochaczew z 2043 r. wynikającą ze **wzrostu zaludnienia obszaru otoczenia CPK** – na podstawie projektu opracowania „Strategia rozwoju obszaru otoczenia Centralnego Portu Komunikacyjnego do roku 2044”, ponieważ opracowanie wskazuje mniejszy wpływ na strefy podmiejskie miast obszaru otoczenia CPK, natomiast dla gminy wiejskiej uwzględniono dane BDL-GUS dla 2043 roku, zakładając na potrzeby koncepcji zużycie wody na jednego mieszkańca na poziomie 0,125 l/d otrzymujemy:

- dla miasta Sochaczew: – **38 170 mk** w 2043 roku (według „Planu ogólnego miasta Sochaczew”) – wzrost o 4 860 mk w porównaniu do 2024 r. – **wzrost ilości ścieków o 607,5 m³/d;**
- dla gminy wiejskiej Sochaczew: –**13 298 mk** w 2043 roku (według prognozy GUS) – wzrost o 1 289 mk w porównaniu do 2024 r. – **wzrost ilości ścieków o 161,0 m³/d.**

Z uwagi na założenie, że Miejska Oczyszczalnia Ścieków w Sochaczewie zgodnie z decyzją na prowadzenie działalności w zakresie zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków ma funkcjonować przede wszystkim na potrzeby miasta Sochaczew, autorzy koncepcji do wyznaczenia prognozowanej ilości i jakości ścieków doprowadzanych do oczyszczalni nie biorą pod uwagę wzrostu liczby mieszkańców w gminie wiejskiej Sochaczew. Z uwagi na brak porozumienia w zakresie zbiorowego odprowadzania ścieków pomiędzy gminami, sumowanie tych wartości jest niezasadne. Jednak ze względu na brak gminnej oczyszczalni ścieków oraz sieci kanalizacyjnej, które mają zostać wykonane w przyszłości według „Programu Ochrony Środowiska dla Gminy Sochaczew na lata 2024-2028”, korzystnym byłoby wykorzystanie bliskości istniejącego systemu kanalizacji sanitarnej Gminy Miasta Sochaczew w celu przyłączenia do sieci mieszkańców miejscowości znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie Miasta Sochaczew – m.in. Władysławów, Rozłazłów, Kąty i Kuznocin, zawierając stosowną umowę pomiędzy samorządami.

Założono, że średniodobowa ilość ścieków dopływająca do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie w najbliższych latach wzrośnie z 4 400,0 m³/d do około 5 010,0 m³/d, uwzględniając 5 % rezerwę przepustowości otrzymujemy przepływ $Q_{d\dot{s}r} = 5\,261,0\,m^3/d$. Wartość ta jest niższa niż aktualna przepustowość oczyszczalni ścieków $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000\,m^3/d$.

W tabeli 4.2 poniżej pokazano prognozowaną jakość ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie na podstawie rzeczywistych wartości średnich oraz 85 % prawdopodobieństwa występowania danej wartości stężenia zanieczyszczeń z tabeli 3.1 Na tej podstawie oraz prognozowanych przepływach ścieków obliczono zakładane w dalszej części koncepcji ładunki zanieczyszczeń dopływających do oczyszczalni.

Tabela 4.2 Prognoza jakości ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie

Parametr	Wartość średnia - rzeczywiste	Wartość średnia - prognoza	Prawdopodobieństwo wystąpienia 85 % - rzeczywiste	Prawdopodobieństwo wystąpienia 85 % - prognoza
BZT ₅ [mgO ₂ /l]	422,86	473,6	510,0	571,2
ChZT [mgO ₂ /l]	1 026,5	1077,8	1 268,0	1 331,4
Zawiesina ogólna [mg/l]	498,88	464,0	614,0	571,0
Azot ogólny [mgN/l]	90,42	99,5	103,2	113,5
Fosfor ogólny [mgP/l]	10,74	10,2	12,28	11,7

W trakcie szczegółowej analizy wyników z rozdziału III stwierdzono, że wyniki jakości ścieków analizowane za poszczególne lata 2017 – 09.2025 nie różnią się znacząco (tab.4.3), w celu przeprowadzenia dalszej analizy przyjęto wszystkie wyniki jako miarodajne.

Tabela 4.3 Ścieki surowe w dopływie do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – wartości rzeczywiste w poszczególnych latach

Ścieki surowe w dopływie do części mechanicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie					
Parametr	BZT ₅	ChZT	Zawiesina ogólna	N og.	P og.
	[mgO ₂ /L]	[mgO ₂ /L]	[mg/L]	[mgN/L]	[mg P/L]
Rok 2017					
średnia	435,8	1 106,0	425,0	76,0	10,1
prawdopodobieństwo 85%	524,0	1 247,0	514,0	87,75	11,64
Rok 2018					
średnia	449,2	1 067,0	502,0	88,0	10,7
prawdopodobieństwo 85%	537,5	1 390,5	787,0	104,1	13,8
Rok 2019					
średnia	411,7	962,9	440,8	85,6	10,4
prawdopodobieństwo 85%	467,0	1 093,5	521,0	90,9	10,9
Rok 2020					
średnia	431,7	955,0	471,7	94,6	10,7
prawdopodobieństwo 85%	467,0	1 064,5	557,0	98,5	12,2
Rok 2021					
średnia	401,7	940,8	455,8	83,3	9,95
prawdopodobieństwo 85%	447,0	1 042,9	530,5	90,1	11,2
Rok 2022					
średnia	415,0	1 010,2	544,2	97,96	10,4
prawdopodobieństwo 85%	481,5	1 144,0	645,5	115,9	11,8

Rok 2023					
średnia	406,7	975,9	522,5	95,3	9,8
prawdopodobieństwo 85%	480,0	1 176,0	620,5	100,8	10,6
Rok 2024					
średnia	382,5	979,6	480,2	90,3	11,6
prawdopodobieństwo 85%	490,5	1 202,0	623,5	110,2	14,5
I-III kwartał 2025					
średnia	487,8	1313,8	697,8	106,9	13,9
prawdopodobieństwo 85%	584,0	1 548,0	874,0	119,8	15,0

W rozdziale III został już przedstawiono w formie graficznej na stronie 60 wykres rozkładu prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości wraz z mniejszymi dla natężenia przepływu ścieków oczyszczonych w okresie od 1 stycznia 2019 roku do 30 września 2025 r., z którego wynika, że 41 z 2 465 analizowanych w koncepcji wyników przepływów dobowych ścieków odprowadzanych do odbiornika rzeki Utrata przekracza średniodobową ilość oczyszczonych ścieków komunalnych, która została określona w pozwoleniu wodnoprawnym na 6 000,00 m³/d. Jest to około 1,7 % wszystkich wyników.

4.3 Wdrożenie nowej dyrektywy ściekowej

Rada Unii Europejskiej 5 listopada 2024 roku przyjęła nową dyrektywę ściekową. Zatwierdzenie miało być formalnością, ponieważ Parlament Europejski poprzedniej kadencji porozumiał się z Radą i w planie było tylko potwierdzenie tego faktu przez nowy PE oraz obecną Radę. Pojawiły się jednak silne działania przeciwko dyrektywie ze strony producentów farmaceutyków i środków higienicznych ze względu na wpisane w nią zasadę **rozszerzonej odpowiedzialności producenta (ROP)**, zmuszającą producentów do ponoszenia przez nich kosztów zanieczyszczania wody. Większość państw członkowskich zagłosowała za przyjęciem dyrektywy przeciwna była Polska i Węgry.

W swoim przeciwnym stanowisku Polska podtrzymała obawy dotyczące wykonalności przepisów umożliwiających skuteczne stosowanie rozszerzonej odpowiedzialności producenta, biorąc pod uwagę fakt, iż proponowana dyrektywa nie obejmuje wszystkich sektorów emitujących mikrozanieczyszczenia (lecz tylko dwa: kosmetyczny i farmaceutyczny), zapewniając realną realizację zasady „prawdziwie zanieczyszczający płaci”. A przecież podczas dyskusji nad dyrektywą prezentowano wiele prac naukowych

dotyczących emisji farmaceutyków i kosmetyków do środowiska oraz podkreślano, że istnieje możliwość rozszerzenia spektrum zaangażowanych przemysłów. Również w sektorze odpadowym nie wszyscy producenci na raz wdrażają ROP.

W stanowisku Polski zasygnalizowano również brak funduszy na inwestycje oraz trudną sytuację wywołaną powodzią. W swoich stanowiskach większość państw członkowskich podkreśla, że wdrażanie dyrektywy będzie trudne, między innymi ze względu na napięte terminy i obciążenia administracyjne. Ponadto wdrożenie będzie wymagało znacznych inwestycji, stąd konieczne przyznanie konkretnych funduszy europejskich na wsparcie zadań w państwach członkowskich.

Dążenie do neutralności energetycznej zostało zaakcentowane przez kilka państw członkowskich jako jeden z najtrudniejszych aspektów. Jednak najczęściej wymienianym i podkreślanym wyzwaniem jest rozszerzona odpowiedzialność producenta, co nie jest zaskoczeniem. Większość państw podziela obawy dotyczące wpływu ROP-u na przystępność cenową i dostępność leków, zwłaszcza dla osób najbiedniejszych. Nie zostało to właściwie uwzględnione przez Komisję Europejską w ocenie skutków regulacji. Niektóre państwa członkowskie, oprócz wspomnianej kwestii, wyrażają również obawy dotyczące wpływu ROP-u na konkurencyjność UE i uzależnienie od zewnętrznych dostaw leków poprzez oddziaływanie na sektor farmaceutyczny (ze szczególnym uwzględnieniem wpływu leków generycznych). Ponadto niektóre państwa wzywają do wczesnego włączenia ROP-u u innych producentów.

Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie” stoi na stanowisku i podkreśla, że na podstawie doświadczeń tysięcy europejskich operatorów oczyszczalni ścieków sektor uważa że tekst dyrektywy, uzgodniony w porozumieniu trój-stronnym (Komisja Europejska, Rada UE, Parlament Europejski), przyjęty przez Parlament Europejski 10 kwietnia 2024 r., jest ambitny, ale wyważony. Jest on wynikiem kompromisu ustawodawców i odzwierciedla również kompromis interesariuszy zaangażowanych we wdrażanie dyrektywy. Pomimo wyzwań, jakie tekst niesie dla wszystkich, korzyści w nim zawarte przewyższają te wyzwania, gdyż dyrektywa pozwoli na skuteczniejszą redukcję zanieczyszczeń w ściekach przed ich odprowadzeniem, a tym samym na efektywną ochronę środowiska i zdrowia ludzi.

Dyrektywa staje się kamieniem milowym w zakresie wdrożenia zasady że zanieczyszczający płaci w sektorze wodnym UE, poprzez włączenie przepisów dotyczących rozszerzonej

odpowiedzialności producenta. Biorąc pod uwagę rosnące ograniczenia finansowe i rosnące potrzeby inwestycyjne w sektorze wodociągów i kanalizacji, ROP jest warunkiem wdrożenia oczyszczania czwartego stopnia. Bez rozszerzonej odpowiedzialności producenta usuwanie mikrozanieczyszczeń nie będzie miało miejsca w wielu państwach członkowskich, a cele ramowej dyrektywy wodnej staną się jeszcze trudniejsze do osiągnięcia.

Tekst dyrektywy ściekowej uzgodniony przez unijne instytucje i kraje członkowskie obejmuje okresy przejściowe, elastyczność w zakresie poziomu finansowania w ramach ROP-u oraz możliwość uwzględnienia dodatkowych sektorów.

Najistotniejsze zmiany wymagań określone w nowej dyrektywie ściekowej

Systemy zbierania

- nowe aglomeracje 1000 – 2000 RLM – rozwój kanalizacji w małych jednostkach,
- obowiązek przyłączenia do istniejącej sieci,
- zharmonizowane wymogi dla systemów indywidualnych,

Trzeci stopień oczyszczania – usuwanie azotu i fosforu

Zrzuty z oczyszczalni ścieków komunalnych oczyszczających ścieki komunalne z aglomeracji o RLM wynoszącej co najmniej 10 000 spełniały, przed zrzutem na obszarach zamieszczonych w wykazie(obszarów na ich terytoriach, które są wrażliwe na eutrofizację, odpowiednie wymogi dotyczące oczyszczania trzeciego stopnia określone, do dnia: 31 grudnia 2033 r. w odniesieniu do 20 % tych aglomeracji; 31 grudnia 2036 r. w odniesieniu do 40 % tych aglomeracji; 31 grudnia 2039 r. w odniesieniu do 60 % tych aglomeracji; 31 grudnia 2045 r. w odniesieniu do wszystkich aglomeracji. Parametry zgodnie z dyrektywą:

- ostrzejsze wymogi: >150 000 RLM – azot<8mg/l, fosfor<0,5 mg/l (**azot<10 mg/l i fosfor<0,7 mg/l dla RLM 10 000-150 000 lub minimalny stopień redukcji wyrażony w procentach: 87,5% dla fosforu i 80,0% dla azotu**),
- zwiększona częstotliwość analiz – ponad 4-krotnie. (**dla oczyszczalni o RLM 10 000-49 000 dwie próbki w miesiącu w przypadku mikrozanieczyszczeń jedna próbka w miesiącu, dla oczyszczalni o RLM 50 000-149 000 jedna próbka w tygodniu w przypadku mikrozanieczyszczeń dwie próbki w miesiącu**).

Czwarty stopień oczyszczania – usuwanie mikrozanieczyszczeń

- dodatkowy stopień oczyszczania: >150 000 RLM – obligatoryjnie,

- 10 000 – 150 000 RLM – analiza ryzyka, zgodnie z zapisem z preambuły dyrektywy ściekowej „...*W odniesieniu do wszystkich innych rodzajów jednolitych części wód w aglomeracjach o RLM wynoszącej co najmniej 10 000 państwa członkowskie powinny ocenić ryzyko, jakie zrzut mikrozanieczyszczeń do ścieków komunalnych stwarza dla środowiska lub dla zdrowia publicznego na podstawie znormalizowanej oceny ryzyka i stosować oczyszczanie czwartego stopnia wyłącznie, jeżeli okaże się to konieczne w świetle wyników tej oceny ryzyka*”.
- finansowanie w 80% przez rozszerzoną odpowiedzialność producentów.

Przelewy burzowe – zintegrowane plany zarządzania, cel <2 % ładunku odprowadzane bez oczyszczania:

- >150 000 RLM – obligatoryjnie,
- 10 000 – 150 000 RLM – analiza ryzyka.

Samowystarczalność energetyczna oczyszczalni

- bilansie krajowym energia z oczyszczalni >10 000 RLM pokryje 100 % ich zapotrzebowania,
- dopuszczenie części energii odnawialnej spoza oczyszczalni.

Szacunkowe nakłady inwestycyjne wdrożenia dyrektywy ściekowej w Polsce, zostały wstępnie oszacowane na 50-150 mld zł, w tym:

- nakłady związane z budowę kanalizacji i modernizację oczyszczalni są trudne do wyliczenia, powstanie tysiące mały aglomeracji w których nakłady inwestycyjne będą wynosiły od kilku do kilkudziesięciu mld zł,
- trzeci stopień oczyszczania – usuwanie azotu i fosforu będzie powiązany z modernizacją oczyszczalni, rozbudową i optymalizacją ponad 600 oczyszczalni – koszt od kilkunastu do kilkudziesięciu mld zł,
- czwarty stopień oczyszczania – usuwanie mikrozanieczyszczeń, według analizy dotyczy na dzisiaj obligatoryjnie 68 oczyszczalni, a po szczegółowej analizie ryzyka – może nawet kilkuset, oczyszczalni – koszt kilkadziesiąt mld zł (w tym finansowanie z rozszerzonej odpowiedzialności producentów),
- przelewy burzowe – zintegrowane plany zarządzania, dotyczy (wg KPOŚK) 740 przelewów burzowych) – działania są do podjęcia jednak na znacznej większości w tym – systemy retencyjne, zielono-niebieska infrastruktura, koszt kilkanaście mld zł,

- samowystarczalność energetyczna oczyszczalni to inwestycje w systemy fermentacji osadów, przeróbki i wykorzystania biogazu, pompy ciepła na kilkuset oczyszczalniach – kilkanaście mld zł.

Terminy

Częstkowe elementem kluczowy sposób implementacji, różny zależnie od wielkości oczyszczalni/aglomeracji pierwsze już w 2033, ostatnie w 2045 r.

Do 31 grudnia 2039 roku oczyszczalnie obsługujące aglomeracje powyżej 150 000 RLM będą musiały posiadać trzeci stopień oczyszczania (redukcja fosforu i azotu), zapewniający fosfor całkowity: maksymalne stężenie w ściekach oczyszczonych 0,5 mg/l oraz minimalną redukcję na poziomie 90%, azot ogólny: maksymalne stężenie w ściekach oczyszczonych 8 mg/l oraz minimalną redukcję 80%. Aglomeracje powyżej 100 000 RLM będą zobowiązane do opracowania i wdrożenia zintegrowanych planów gospodarowania, ograniczających zanieczyszczenia pochodzące z przelewów burzowych do poziomu nieprzekraczającego 2% rocznego ładunku ścieków komunalnych.

Do 31 grudnia 2045 roku oczyszczalnie obsługujące aglomeracje powyżej 150 000 RLM będą musiały wdrożyć czwarty stopień oczyszczania, umożliwiający usuwanie mikrozanieczyszczeń, takich jak farmaceutyki i mikroplastiki.

Do 2045 roku wszystkie oczyszczalnie obsługujące aglomeracje powyżej 10 000 RLM będą zobowiązane do osiągnięcia neutralności energetycznej.

4.4 Uregulowania gospodarki osadowej w Unii Europejskiej

Dyrektywa w sprawie ochrony środowiska, w szczególności gleby, w przypadku wykorzystywania osadów ściekowych w rolnictwie ma już prawie 40 lat, więc konieczne są jej rewizja i zmiana. Świat poszedł do przodu i metale ciężkie nie są jedynym ani największym zagrożeniem dla europejskich gleb. Komisja Europejska poprzedniej kadencji nie podjęła decyzji o otwarciu tego tematu, jednak aktualnie wydaje się to nieuniknione. Zmieniły się warunki stosowania osadów, ale także zagrożenia i korzyści, jakie można mieć z przekazywania tej biomasy do środowiska. Konieczna jest więc analiza zakresu nowej dyrektywy. Istotne jest skupienie się na tych zagadnieniach, które są bardziej

problematyczne. Jednocześnie, ze względu na różne przepisy krajowe i kierunki zastosowania osadów w państwach członkowskich, elastyczność jest niezbędna. Dyrektywa będzie więc zapewne mieć szerszy zakres. Nie może się ograniczać do wykorzystania rolniczego czy odzyskiwania fosforu. Istotne wydaje się zwrócenie uwagi na potrzebę otwarcia rynku dla odzyskanych składników odżywczych i zasobów, gdyż obecnie zdarza się np., że odzyskany fosfor zalega w oczyszczalniach z powodu braku odbiorcy. Przecież osad może być wykorzystywany na wiele sposobów i nie jest wskazane ograniczanie tych zastosowań. Wykorzystanie przyrodnicze i rolnicze jest bardzo istotne, ale musi być bezpieczne. W najbliższych miesiącach spodziewana jest ponowna dyskusja o uregulowaniu gospodarki osadowej w UE.

V. Optymalizacja techniczno-technologicznej pracy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie

5.1 Wstęp

Zakład Wodociągów i Kanalizacji – Sochaczew Sp. z o. o. jest eksploatatorem miejskiej oczyszczalni ścieków w miejscowości Sochaczew. Rozmieszczenie podstawowych elementów technologicznych mechaniczno – biologicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie wraz z gospodarką osadową zostało przedstawione na rysunku PZT-1, a schemat technologiczny na rysunku S-01 zamieszczonych na końcu tego opracowania. Zastosowane rozwiązania technologiczne umożliwiają spełnianie wymagań jakościowych ścieków oczyszczonych odprowadzanych do rzeki Utrata, określonych w decyzji – pozwoleniu wodno-prawnym wydanym przez Starostę Sochaczewskiego nr RŚB.6341.1.1.2016 z dnia 23 maja 2016 r. oraz decyzją nr WL.ZU.4210.527.2024.AS z dnia 5 sierpnia 2024 r., która wydłuża obowiązującą decyzję na okres nie dłuższy niż 10 lat, liczony od dnia kiedy stanie się ona ostateczna. Decyzja stała się ostateczna i prawomocna od dnia 05.09.2024 r., w związku z tym **pozwolenie wodnoprawne na odprowadzanie ścieków komunalnych z miejskiej oczyszczalni w Sochaczewie jest ważne do 5 września 2034 roku.**

5.2 Ilość i jakość ścieków dopływających i odpływających z oczyszczalni

W porównaniu do założeń projektowych w zakresie jakości i ilości ścieków oczyszczonych **odprowadzanych** z oczyszczalni w Sochaczewie, które opisano w rozdziale I stwierdzono, że obecne hydrauliczne obciążenie średniodobową ilością dopływających do oczyszczalni ścieków jest niższe. Aktualny średniodobowy przepływ wynosi 4 400,0 m³/d, względem przepustowości założonej projektowo 6 000,0 m³/d, różnica wynosi 1 600,0 m³/d, co stanowi około 27 % zapas hydrauliczny. Natomiast charakterystyczne wartości podstawowych wskaźników jakości ścieków dopływających są zbliżone do założeń projektowych.

5.2.1 Ilość ścieków dopływających i odpływających z oczyszczalni

Oczyszczalnię ścieków zgodnie z warunkami projektowymi przygotowano na przepływ hydrauliczny $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$. W aktualnym pozwoleniu wodno-prawnym określono wartość dopływu średniodobowego na $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$, a dla przepływu rocznego $Q_{rok} = 2\,190\,000,0 \text{ m}^3/\text{rok}$. Na podstawie analizy wyników w zakresie ilości ścieków odpływających z oczyszczalni (*na podstawie danych uzyskanych od operatorów oczyszczalni*) przedstawionych w rozdziale III (tabela 3.2 – charakterystyczne ilości ścieków odpływających z oczyszczalni ścieków w Sochaczewie) w badanym okresie (*przyjęte jako reprezentatywne*), stwierdzono, że średnia ilość ścieków wynosi $4\,400,0 \text{ m}^3/\text{d}$ (dla *reprezentatywnego przepływu* – opisanego w Rozdziale III) w porównaniu z założeniami projektowymi w wysokości $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$) i jest mniejsza o około 27 %.

Wartość 85 % prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości przepływu ścieków przez oczyszczalnię wraz z mniejszymi (którą stwierdzono na podstawie analizy danych z tabeli 3.2 w rozdziale III) wynosi $4\,900,00 \text{ m}^3/\text{d}$ i jest mniejsza o 18,3 % od wartości określonych projektowo (obliczeniowego docelowego przepływu ścieków w wysokości $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$).

Maksymalny przepływ dobowy zanotowany w odpływie z oczyszczalni w badanym okresie 01.01.19 – 30.09.2025 r. wyniósł $8\,325,0 \text{ m}^3/\text{d}$, a więc przekroczył o 6,7 % zakładany projektowo dobowy maksymalny dopływ określony w wysokości $7\,800,0 \text{ m}^3/\text{d}$.

Oczyszczalnie ścieków w Polsce w związku ze zmianami spowodowanymi między innymi wzrostem świadomości społecznej i wyposażenia gospodarstw domowych w nowoczesne urządzenia zużywające mniej wody (między innymi w toalety ze stopniowaniem przepływu wody, zmywarki, pralki), mniejszą energochłonnością zakładów przemysłowych, przyjmują mniejsze ilości ścieków. Na podstawie analizy danych z Rocznika Statystycznego GUS określono, że średniomiesięczne zużycie wody w miastach w przeliczeniu na mieszkańca zmniejszyło się z $5,7 \text{ m}^3$ na miesiąc w 1990 roku do $3,04 \text{ m}^3$ miesięcznie w 2021 roku. Na wsi zużycie wody w przeliczeniu na jednego mieszkańca w 2020 roku było jeszcze mniejsze i wynosiło $2,57 \text{ m}^3$ miesięcznie. Zużycie wody odbiega od stosowanych powszechnie przez

projektantów norm, tj. 120-160 L/d w odniesieniu na jednego mieszkańca dla terenów miejskich i 80-100 L/d dla terenów wiejskich. Według wytycznych Niemieckiej Organizacji Energii i Przemysłu Wodnego BDEW, średnie zużycie wody w Polsce wynosi 100 litrów na mieszkańca na dobę. W rzeczywistości te różnice w zależności od regionu i struktury, mogą być jeszcze bardziej niekorzystne, co wpływa niestety na parametry pracy układu wodociągowo – kanalizacyjnego, jak również na jakość pracy oczyszczalni ścieków komunalnych takich jak ta w Sochaczewie.

Ilość ścieków dopływających i odpływających z oczyszczalni w Sochaczewie w następnych latach prawdopodobnie ulegnie zmianom, co potwierdza również przedstawiona w rozdziale IV analiza prognozowanych zmian demograficznych.

W trakcie analizy ilości ścieków odprowadzanych do odbiornika z oczyszczalni ścieków w Sochaczewie (*przyjętych jako reprezentatywne*) stwierdzono, że oczyszczalnia posiada rezerwę przepustowości:

- **73,3 %** - stosunek przepływu rzeczywistego $Q_{dśr} = 4\,400,00 \text{ m}^3/\text{d}$ do projektowanego $Q_{dśr} = 6\,000,00 \text{ m}^3/\text{d}$,
- **62,8 %** - stosunek przepływu rzeczywistego $Q_{d85\%} = 4\,900,00 \text{ m}^3/\text{d}$ do projektowanego $Q_{dmax} = 7\,800,00 \text{ m}^3/\text{d}$,
- **134,1 %** - stosunek przepływu rzeczywistego maksymalnego zmierzonego $Q_{dmax} = 8\,325,00 \text{ m}^3/\text{d}$ do projektowanego $Q_{dmax} = 7\,800,00 \text{ m}^3/\text{d}$.

Autorzy koncepcji nie mają żadnych potwierdzonych informacji o możliwości pojawienia się potencjalnych nowych firm na terenie gminy, które mogą być zainteresowane zwiększeniem poboru uzdatnionej wody i zrzutem ścieków do oczyszczalni.

Obserwując trend zmian ilości mieszkańców obsługiwanych przez oczyszczalnię ścieków – nie ma potrzeby zwiększenia przepustowości oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

Analiza prognoz demograficznych Gminy Sochaczew w Rozdziale IV pozwala na sformułowanie wniosku, że oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie w najbliższych latach odnotowywać będzie zbliżoną wartość ścieków dopływających. Prognozowana zmiana ilości ścieków dopływających (wynikająca z wyludniania się gminy (prognoza GUS) oraz

z przyrostu liczby mieszkańców, którzy zasiedlą gminę po wybudowaniu CPK) nastąpi w okolicach 2043 roku i osiągnie wartość 5 261,00 m³/d (wartość ta nie uwzględnia pomijanego w analizie wzrostu liczby mieszkańców w gminie wiejskiej Sochaczew). Jednak wartość 5 261,00 m³/d będzie nadal niższa od średniodobowego przepływu (6 000,00 m³/d), na który zaprojektowano rozwiązania technologiczne obecnie eksploatowanej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

W związku z tym nie ma potrzeby rozbudowy oczyszczalni ścieków w zakresie przepustowości układu.

5.2.2 Jakość ścieków dopływających do oczyszczalni

Zmiany wartości charakterystycznych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni, w porównaniu z założeniami jakościowymi z 2016 roku (operat wodno-prawny wykonany przez biuro Hanna Szustecka „Usługi Projektowe” tabela w rozdziale I) oraz wnioskami, które autorzy koncepcji uzyskali na podstawie przeprowadzonej analizy rzeczywistych danych technologicznych pracy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie zebranych w tabeli 3.1 w rozdziale III, dla wartości średniej, wyglądają one następująco:

- | | |
|--------------------|--|
| – BZT ₅ | z 420,0 mgO ₂ /dm ³ do 422,86 mgO ₂ /dm ³ – zwiększenie o 0,7 % , |
| – ChZT | z 1 050,0 mgO ₂ /dm ³ do 1 026,5 mgO ₂ /dm ³ – zmniejszenie o 2,2 % , |
| – Zawiesina ogólna | z 565,0 mg/dm ³ do 498,88 mg/dm ³ – zmniejszenie o 11,7 % , |
| – Azot ogólny | z 90,0 mgN _{og.} /dm ³ do 90,42 mgN _{og.} /dm ³ – zwiększenie o 0,5 % , |
| – Fosfor ogólny | z 12,0 mg P _{og.} /dm ³ do 10,74 mg P _{og.} /dm ³ – zmniejszenie o 10,5 % . |

W stosunku do założeń projektowych **dzisiejsze średnie stężenie zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni** jest nieznacznie zwiększone tylko dla stężenia BZT₅ oraz zawiesiny ogólnej. Procentowa redukcja zanieczyszczeń w oczyszczalni w Sochaczewie jest wysoka i przedstawia się następująco: BZT₅ 99,04 %, ChZT 96,57 %, zawiesina ogólna 97,93 %. Redukcja fosforu ogólnego osiąga wartość średnią 97,06 %, a azotu ogólnego 89,59 %.

Wszystkie stężenia wskaźników zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni w Sochaczewie na podstawie 85 % prawdopodobieństwa ich wystąpienia wraz z mniejszymi (Tabela 3.1), w stosunku do założeń projektowych są wyższe: BZT₅ wyższe o 21,4 %, ChZT

wyższe o 20,8 %, zawiesiny ogólnej wyższe o 8,7 %, azotu ogólnego wyższe o 14,4 %, a dla fosforu ogólnego wyższe o 2,3 %.

- BZT₅ z 420,0 mgO₂/dm³ do 510,0 mgO₂/dm³ – **zwiększenie o 21,4 %**,
- ChZT z 1 050,0 mgO₂/dm³ do 1 268,0 mgO₂/dm³ – **zwiększenie o 20,8 %**,
- Zawiesina ogólna z 565,0 mg/dm³ do 614,0 mg/dm³ – **zwiększenie o 8,7 %**,
- Azot ogólny z 90,0 mgN_{og.}/dm³ do 103,0 mgN_{og.}/dm³ – **zwiększenie 14,4 %**,
- Fosfor ogólny z 12,0 mg P_{og.}/dm³ do 12,28 mg P_{og.}/dm³ – **zwiększenie o 2,3 %**.

W związku z tym w tabeli poniżej porównano ładunki przyjęte na etapie projektu dla przepływu **Q_{dśr.} = 6 000,0 m³/d**, z ładunkami określonymi na bazie średniego stężenia (tabela 3.1) oraz ilości ścieków dopływających z rozdziału III (**Q_{dśr.} = 4 400,0 m³/d *przyjętych jako reprezentatywne***) przedstawionych w tabeli 3.2 (ilość odprowadzanych ścieków z oczyszczalni ścieków w okresie od 01.01.2019 do 30.09.2025 r.)*.

Tabela 5.1a. Porównanie ładunków zakładanych w projekcie – dla aktualnego obciążenia z wartościami, które dopływają do oczyszczalni obecnie

Wskaźnik	Jednostka	Ładunki	Jednostka	Ładunki
	Wartości projektowe		Wartości rzeczywiste z analizowanego okresu*	
BZT ₅	kgO ₂ /d	2 520,0	kgO ₂ /d	1 860,6
ChZT	kgO ₂ /d	6 300,0	kgO ₂ /d	4 516,6
Zawiesina ogólna	kg/d	3 390,0	kg/d	2 195,1
Azot ogólny	kgN/d	540,0	kgN/d	397,8
Fosfor ogólny	kgP/d	72,0	kgP/d	47,3

Na podstawie powyższej tabeli stwierdzono, że w stosunku do założeń projektowych dzisiejszy ładunek zanieczyszczeń dopływający do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie jest niższy od założeń projektowych.

Ładunki zanieczyszczeń są niższe dla parametrów: BZT₅ o 26,2 %, ChZT o 28,3 %, zawiesina ogólna o 35,2 %, azotu ogólnego o 26,3 %, a dla fosforu ogólnego 34,3 %.

W tabeli 5.2a oraz 5.2b przedstawiono średnie wartości wskaźników w ścieków dopływających do gminnych oczyszczalni ścieków komunalnych o różnych przepustowościach odpowiednio dla oczyszczalni, w których przepływ jest większy od 4 000,0 m³/d i mniejszy od 3 000,0 m³/d.

Tabela 5.2a. Rzeczywiste średnie wartości wskaźników w ściekach dopływających do gminnych oczyszczalni komunalnych – badania 2009 – 2025

Miejscowość	$Q_{dśr}$ [m ³ /d]	BZT ₅ [g O ₂ /m ³]	ChZT [g O ₂ /m ³]	N _{og.} [g N _{og.} /m ³]	P _{og.} [g P _{og.} /m ³]	Zawiesina ogólna [g/m ³]
Wałcz	5 244	473	1 076	90	11	318
Śrem	5 103	863	1 590	139	14	772
Gostyń	4 959	627	1 332	94	16	550
Aleksandrów Łódzki	4 823	530	1 194	113	23	541
Kościan	4 359	628	1 376	158	15	487

Tabela 5.2b. Rzeczywiste średnie wartości wskaźników w ściekach dopływających do gminnych oczyszczalni komunalnych – badania 2017 – 2021

Miejscowość	$Q_{dśr}$ [m ³ /d]	BZT ₅ [gO ₂ /m ³]	ChZT [g O ₂ /m ³]	N _{og.} [g N _{og.} /m ³]	P _{og.} [g P _{og.} /m ³]	Zawiesina ogólna [g/m ³]
Nowy Tomyśl	2 638	249	801	63,7	6,4	377
Bytkowo	2 275	563	1 433	115	11	834

Średnioroczne wartości jednostkowych wskaźników zanieczyszczeń na podstawie badań własnych prowadzonych w latach 2009 - 2025 w pięciu gminnych oczyszczalniach komunalnych o przepływie około 4 000 ÷ 5 500 m³/d (i równoważnej liczbie mieszkańców poniżej 100 000), do których dopływają ścieki kanalizacją rozdzielczą, zostały przedstawione powyżej w tabeli 5.2a. Natomiast w tabeli 5.2b. przedstawiono dwie gminne oczyszczalnie komunalne o przepływie 2 200 ÷ 2 700 m³/d (analiza własna w latach 2017 – 2021).

Na podstawie analizy wyników można stwierdzić, że średnie wartości stężeń w ściekach kierowanych do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie są porównywalne z oczyszczalniami o podobnej wielkości. Wskaźniki zanieczyszczeń są porównywalne do stężeń dla oczyszczalni w Wałczu (woj. zachodniopomorskie) o przepływie około 5 200 m³/d.

Aktualne obciążenie oczyszczalni ścieków w Sochaczewie na podstawie analizy danych z Rozdziału III można przyjąć na poziomie 37 400 RLM (dla reprezentatywnej średniodobowej ilości ścieków odprowadzanych z oczyszczalni (tabela 3.2) w wysokości 4 400,00 m³/d, oraz dla 85 % prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości (z Tabeli 3.1) stężenia BZT₅ w dopływie do oczyszczalni w wysokości 510,00 mgO₂/l.).

Modernizacja oczyszczalni ścieków w Sochaczewie jest potrzebna w perspektywie najbliższych lat ze względu na zużycie części elementów technologicznych oraz podniesienia

efektywności energetycznej obiektu. Oczyszczalnia pracuje na obciążeniu zbliżonym do założeń projektowych.

5.2.3 Podsumowanie w zakresie ilości i jakości ścieków dopływających do oczyszczalni. Zakładane parametry wynikające z prognozy demograficznej do 2043 roku

Jak zaznaczono już wcześniej w opracowaniu, brakuje obecnie informacji o możliwości pojawienia się potencjalnych nowych firm na terenie gminy, które mogą być zainteresowane zwiększeniem poboru uzdatnionej wody i zrzutem ścieków do oczyszczalni w Sochaczewie.

Według informacji zamieszczonych już w rozdziale I przekazanych autorom koncepcji przez ZWiK – Sochaczew Sp. z o.o., zestawiono w tabeli 5.3 dane dotyczące sprzedaży wody i ścieków oraz ilości ścieków oczyszczonych mierzonych w **kanale odpływowym i zwężce pomiarowej Ob. nr 19.**

Tabela 5.3. Dane sprzedaży wody i ścieków oraz ilości ścieków ZWiK – Sochaczew Sp. z o.o.

Lp.	j.m.	2020	2021	2022	2023	2024	Średnia
Sprzedaż wody							
Gospodarstwa domowe	dam ³	1 066,1	1 067,9	1 044,6	1 056,5	1 100,4	-
Pozostali odbiorcy, bez sprzedaży hurtowej	dam ³	228,9	250,6	276,3	268,6	259,5	-
Razem	dam ³	1 295,0	1 318,5	1 320,9	1 325,1	1 359,9	1 323,9
Sprzedaż ścieków							
Gospodarstwa domowe	dam ³	911,4	924,6	905,0	914,9	945,2	-
Pozostali odbiorcy	dam ³	204,3	213,2	224,6	213,7	214,9	-
Razem	dam ³	1 115,7	1 137,8	1 129,6	1 128,6	1 160,1	1 134,4
Ścieki oczyszczone							
Ścieki oczyszczone - odpływ	dam ³	1 547,0	1 735,0	1 654,5	1 569,6	1 537,4	1 608,7

Według powyższych danych różnica pomiędzy ilością sprzedanej wody i ścieków jest wynikiem zużycia wody bezpowrotnie zużytej wykorzystywanej do celów technologicznych lub na przykład do podlewania. Istotna dla dalszej analizy jest z pewnością różnica pomiędzy ilością ścieków zafakturowanych a wartością ścieków zmierzoną na **kanale odpływowym i zwężce pomiarowej Ob. nr 19.** Przyczyny rozbieżności mogą być różne, nie tylko niedokładność pomiaru, ale przede wszystkim wody opadowe, infiltracja z nieszczelnej lub ogólnospławnej sieci kanalizacyjnej.

Średnia ilość niezafakturowanych ścieków w analizowanych w tabeli powyżej latach (2020 - 2024) wynosi 474 300 dam³ (1 299,5 m³/d) a więc 29,3 %. Autorzy koncepcji zakładają, że przyczyną dodatkowych metrów sześciennych ścieków mogą być wyniki przepływu w kanale odpływowym ścieków oczyszczonych i dokładność samego urządzenia pomiarowego.

Według operatu wodno-prawnego na odpływie ścieków oczyszczonych zamontowany jest przepływomierz serii 2100 firmy Teledyne Isco - AV 2150, który mierzy bezpośredni pomiar średniej prędkości cieczy (efekt Dopplera) oraz pomiar napełnienia (pomiar ciśnienia hydrostatycznego). Autorzy koncepcji zwracają uwagę, że cechą przepływomierza Dopplerowskiego jest to, że skalibrowany przepływomierz będzie dostarczał najdokładniejsze wyniki tylko w zakresie przepływów występujących w czasie kalibracji. Przy znacznym zwiększeniu lub zmniejszeniu przepływu odchyłka pomiarowa (błąd pomiaru) wzrośnie. Praca czujnika prędkości opiera się na tzw. ciągłym efekcie Dopplera, w kierunku napływającego medium stale wysyłany jest sygnał ultradźwiękowy (sygnał wysyłany pod kątem). Błąd względny pomiaru zwężki pomiarowej Parshall'a czy zwężki typu Venturi'ego w różnych warunkach na podstawie przeglądu literatury ocenił w szczególności W. Dąbrowski w książce „Oddziaływanie sieci kanalizacyjnych na środowisko”. Na podstawie danych literaturowych i własnych doświadczeń błąd ten według niego może wynosić **od 10 do 30 %**. Również własne doświadczenia autorów opracowania potwierdzają te wyniki szczególnie przy zbyt niskich przepływach - ze względu na mniejszą ilość ścieków odpływającą do odbiornika niż projektowana, na przykład w okresie nocnym. Zwraca się uwagę na konieczność kalibracji urządzenia pomiarowego ścieków w **kanale odpływowym i zwężce pomiarowej Ob. nr 19**, który zlicza ścieki oczyszczone odprowadzane z oczyszczalni do rzeki Utraty.

Autorzy koncepcji dodatkowo analizowali wyniki jakości ścieków surowych, nie stwierdzono jakości ścieków, które mogą być wynikiem błędów pomiarowcy.

Analiza wyników jakości ścieków potwierdziła, że średnie wartości stężeń w ściekach kierowanych do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie są porównywalne do stężeń dla oczyszczalni o podobnym przepływie i równocześnie wyższe od mniejszych oczyszczalni.

Z doświadczeń autorów koncepcji wynika, że stosunek ChZT/BZT₅ najczęściej wynosi około 2, a w analizowanym przypadku średnia wynosi **2,46** (wartość maksymalna 3,79), co stanowi odchylenie od normy bez określenia właściwej przyczyny takich wartości, będzie to świadczyło w pierwszej kolejności o potencjalnych trudnościach związanych z biodegradowalnością ścieków.

Zaburzony stosunek BZT₅/ChZT, może być spowodowany zwiększoną ilością substancji mineralnej lub trudno rozkładalnej w ściekach. Zawartość zawiesiny ogólnej w ściekach nie potwierdza, że przyczyną może być ilość piasku w ściekach, zaburzenie może być związane z wpływem ścieków przemysłowych lub rozcieńczeniem wodami przypadkowymi i opadowymi zaburzając proporcje zawartości związków węgla w ściekach.

Na podstawie z informacji z rozdziału IV, punkt 4.2, założono następujące parametry ilościowo-jakościowe ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie, które układ będzie musiał odebrać i oczyścić do 2043 roku. Wyznaczono prognozowaną ilość ścieków dopływających na poziomie **Q_{dśr.} = 5 261,0 m³/d**, ze względu na prognozy demograficzne wykonane przez GUS oraz możliwy rozwój obszarów otaczających CPK.

Parametr	Wartość średnia - prognoza	Prawdopodobieństwo wystąpienia 85 % - prognoza
BZT ₅ [mgO ₂ /l]	473,6	571,2
ChZT [mgO ₂ /l]	1077,8	1 331,4
Zawiesina ogólna [mg/l]	464,0	571,0
Azot ogólny [mgN/l]	99,5	113,5
Fosfor ogólny [mgP/l]	10,2	11,7

W Załączniku C-1 (dołączony na końcu opracowania) przedstawiono obliczenia zgodne z ATV-131 dla wielkości przepływu Q = 5 261,0 m³/d, a także prognozowanych średnich stężeń zanieczyszczeń.

W Załączniku C-3 (dołączony na końcu opracowania) przedstawiono obliczenia zgodne z ATV-131 dla wielkości przepływu Q = 5 261,0 m³/d, a także występujących z 85 % prawdopodobieństwem prognozowanych stężeń zanieczyszczeń.

Z uwagi na zbliżone wartości parametrów projektowych i koncepcyjnych (różnica około 14 %) i przyjętych założeń, że wszystkie inne urządzenia i instalacje są zaprojektowane i wykonane na docelowy przepływ 6 000,0 m³/d, autorzy koncepcji przyjmują, że proponowane urządzenia i instalacje powinny zostać dobrane w taki sposób, aby ich parametry pozwalały na stabilną, bezpieczną pracę w warunkach projektowych, koncepcyjnych oraz rzeczywistych.

5.3 Część mechaniczna oczyszczalni ścieków

Średnia ilość ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie jest mniejsza o około 27 % od projektowanego dopływu średniodobowego ($Q_{dśr} = 6\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$) i wynosi 4 400,0 m³/d. Wydłuża to na pewno okres bezawaryjnej pracy urządzeń, w szczególności pracujących w części mechanicznej oczyszczalni. Dzięki temu możliwe jest okresowe włączanie/wyłączanie krat i komór piaskownika poziomego, lub prowadzenie ich naprzemiennej pracy. Istniejąca rezerwa przepustowości jest wystarczająca również dla przewidywanej zmiany wielkości dopływu wynikającego z prognoz demograficznych przedstawionych w punkcie IV ($Q_{dśr} = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$).

Ścieki z miasta Sochaczew dopływają do oczyszczalni ścieków kolektorem DN700 do **komory zasuw Ob. nr 1**, z której zostają skierowane do **budynku krat Ob. nr 2**, następnie rozdzielają się na dwa kanały o szerokości 500 mm z zainstalowanymi 2 kratami schodkowymi. Ze względu na głębokość kanału (około 1300 mm) dobrano kraty typu MEVA DUOSCREEN DS 17-40-3, których podnoszenie z dna kanału wynosi maksymalne 1 710 mm, wykonanych ze stali nierdzewnej o grubości blach prętów 3 mm i prześwicie 3 mm. Z kratami współpracuje wspólna dla nich instalacji płukania i odwadniania skratek. Zespół tworzą dwa współpracujące ze sobą urządzenia firmy MEVA-POL z Gdańska, są to: prasopłuczka firmy typu MEVA SCREW WASH PRESS SWP 20-150 NW 250/650 oraz przenośnik odwadniająco-rozdrabniający MEVA COUNTER PRESSURE SCREW CPS 20-500. Kosz zasypowy prasopłuczki SWP 20-150 został dobrany w sposób umożliwiający odbieranie skratek z dwóch krat jednocześnie. Jest to rozwiązanie funkcjonalne i optymalne dla pracy zainstalowanych krat, elementem newralgicznym tego rozwiązania jest z pewnością przenośnik odwadniająco-rozdrabniający i jego ewentualna awaria (brak podajnika awaryjnego). Autorzy koncepcji nie zakładają zmiany rozwiązania. Pomieszczenie jest właściwie wentylowane grawitacyjnie i mechanicznie z usuwaniem związków odorowych

(w miejscach ich największej emisji), przed odprowadzeniem powietrza na zewnątrz pomieszczenia z miejsc najbardziej odorotwórczych wykorzystano dodatkowo filtrację węglem aktywowanym katalitycznie. Zainstalowano dwa filtry typu MEVA Odour Control System OCS o wydajnościach 100 i 220 m³/h, które wymagają wyłącznie regularnej konserwacji i wymiany złoża zgodnie z DTR-urządzenia.

Przepustowość każdej z krat mechanicznych wynosi niemniej niż $Q = 400,0 \text{ m}^3/\text{h}$, dlatego wydajność urządzeń zapewnia odpowiednią rezerwę przepływu, nawet po zmianie wielkości dopływu wynikającego z prognoz demograficznych przedstawionych w rozdziale IV ($Q_{\text{dśr}} = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$).

Stan krat, instalacji płukania i odwadniania skratek ocenia się jako dostateczny/dobry, zainstalowane kraty schodkowe nie wymagają pilnej wymiany, same urządzenia stwarzają okresowe problemy (rozchodzenie się prętów i przepływ skratek na dalsze obiekty technologiczne). Instalacja płukania i odwadniania skratek działa poprawnie jej stan ocenia się jako dobry.

Zainstalowane kraty mechaniczne nadal gwarantują odpowiedni stopień separacji i mogą być jeszcze przez pewien czas eksploatowane gwarantując właściwe parametry techniczne. Autorzy koncepcji zakładają, że perspektywa przeprowadzenia modernizacji oczyszczalni ścieków będzie realizowana z pewnym przesunięciem czasowym. Na dzień dzisiejszy właściwym rozwiązaniem jest prowadzenie okresowych przeglądów urządzeń i remontów, które wydłużą pracę instalacji o co najmniej o 5-8 lat. Biorąc pod uwagę okres pracy zainstalowanych urządzeń oraz stopień zużycie technicznego zaleca się uwzględnienie wymiany urządzeń podczas kolejnej kompleksowej modernizacji oczyszczalni. Nie zaleca się zmiany prześwitu krat poniżej 3 mm, które z pewnością ograniczy wielkość skratek przepływających dla dalszej części oczyszczalni, ale z uwagi na charakter zlewni i możliwe deszcze nawalne może powodować ich okresowe ich blokowanie.

Dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie krat nowego typu na przykład producenta obecnie pracujących urządzeń typu Meva RS, które ma zainstalowany inny ruszt który charakteryzuje się zupełnie inną specyfiką pracy w dolnej części kraty, dzięki temu posiadają większą przepustowość istotną podczas deszczów nawalnych i zwiększonego wówczas przepływu zanieczyszczeń (oferta załączona w dodatkowych opracowaniu – Załączniki).

Przedstawiony kierunek działań pozwoli efektywnie wykorzystać zainstalowane obecnie urządzenia oraz zabezpieczy właściwą pracę urządzeń mechanicznej separacji skrętek w części mechanicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie. Zestawienie cenowe proponowanych urządzeń i rozwiązań technicznych (w tym remontów w budynku) zamieszczono na końcu rozdziału 5.3.

Kolejnym obiektem części mechanicznej oczyszczalni ścieków jest **piaskownik Ob. nr 3**, jest to dwukomorowy piaskownik przedmuchiwany sprężonym powietrzem, o przepływie spiralnym, wyposażony w komory odłuszczenia. Według założeń z projektu Biura Projektowania Budownictwa Budimex Projekt sp. z o.o. z Warszawy piaskownik zwymiarowano dla potrzeb docelowego przepływu ścieków przez oczyszczalnię w Sochaczewie $Q_{obl} = 1,5 Q_{max} = 750 \text{ m}^3/\text{h}$ (wartość dla dwóch komór). W każdej komorze **piaskownika Ob. nr 3** zainstalowano dwa zgarniacze firmy VA TEKNIK I BORÅS AB:

- zgarniacz denny piasku typu Va Teknik,
- zgarniacz powierzchniowy w tłuszczowniku typu Va Teknik,

Piaskownik napowietrzany jest dmuchawami, zainstalowanymi w pomieszczeniu **budynku krat Ob. nr 2** (obok pomieszczenia instalacji krat). Zastosowano dwie dmuchawy rotacyjne o podobnej wydajności około $Q_{max} = 1,91 \text{ m}^3/\text{minutę}$. Piaskownik zabezpieczono przykryciem z chemoodpornego TWS, które zapobiegają emisji odorów. Układ dezodoryzacji podłączono do filtra typu MEVA Odour Control System OCS z węglem aktywowanym katalitycznie w **budynku krat Ob. nr 2**. W górnej kondygnacji **budynku krat Ob. nr 2** zainstalowano separator piasku z płukaniem firmy MEVA-POL MEVA SANDWASHER SWA 12, do którego jest kierowany piasek z **piaskownika Ob. nr 3**. Czysty piasek odwadniany jest w trakcie transportu zblokowanym z separatorem przenośnikiem mechanicznym piasku, następnie kolejnym przenośnikiem piasek ostatecznie trafia do kontenera na piasek.

Piaskownik Ob. nr 3 w obecnej konfiguracji technicznej z zainstalowanymi urządzeniami pracuje od 2012 roku. Autorzy koncepcji po przeprowadzonej wizji lokalnej stwierdzają, że jakość piasku separowanego w piaskowniku jest dostateczna. Prasopłuczka piasku pozwala uzyskać trwały efekt płukania piasku oraz jest odpowiednio eksploatowana. Płuczka piasku powinna osiągnąć stopień separacji nie mniejszy niż 95 % dla ziaren $\geq 0,2 \text{ mm}$, a stopień odwadniania piasku nie mniejszy niż 85 %.

Trwałe efekty można osiągnąć wyłącznie stosując wysokiej klasy urządzenia, takie jak zainstalowano w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie z prawidłową separacją i płukaniem skratek. Obecnie autorzy koncepcji zalecają prowadzenie głównie okresowych serwisów i niezbędnych remontów, które wydłużą pracę instalacji co najmniej o 8-10 lat. Czas pracy zainstalowanych urządzeń i stopień ich zużycia technicznego powoduje, że zaleca się wymianę urządzeń dopiero podczas kolejnej kompleksowej modernizacji oczyszczalni.

Budynek krat Ob. nr 2 kwalifikuje się z pewnością do przeprowadzenia remontu budowlanego. Urządzenia w nim zainstalowane w roku 2012 (kraty, przenośniki i płuczki skratek i piasku) są wysokiej jakości i skuteczności, jednak ze względu na okres ich pracy i stopień zużycia, zaleca się wykonywanie bieżących przeglądów i niezbędnych remontów. Wymianę należy uwzględnić w ramach kolejnej kompleksowej modernizacji oczyszczalni. Przed przystąpieniem do wykonania prac projektowych należy ocenić stan struktury betonowej kanałów dopływowych do krat w **budynku krat Ob. nr 2** oraz kanałów samego **piaskownika Ob. nr 3a**. Istotne jest przeprowadzenie w trakcie modernizacji oczyszczalni niezbędnych napraw substancji budowlanej i zabezpieczenie trwałe całych powłok kanałów pracujących w agresywnym środowisku ścieków surowych, na co wskazują ślady korozji w **budynku krat Ob. nr 2**. W ramach modernizacji części mechanicznej oczyszczalni ścieków w **budynku krat Ob. nr 2** wskazane jest:

- wymienić instalację krat mechanicznych – 2 szt.,
- wymienić instalację płukania i odwadniania skratek (prasopłuczka oraz przenośnik odwadniająco-rozdrabniający) – 1 kmpl.,
- wykonanie wypraw uszkodzonej elewacji budynku,
- wyczyszczenie oraz odmalowanie ścian (ponad linią płytek),
- konserwacja belki do serwisu krat,
- zabezpieczenie powierzchni betonowej kanałów, w których zainstalowano kraty.

W ramach modernizacji części mechanicznej oczyszczalni ścieków w **piaskowniku Ob. nr 3** należy wymiana urządzeń:

- wymiana zgarniacza powierzchniowo-dennego piasku – 2 szt.,
- wymiana zgarniacza powierzchniowego w tłuszczowniku – 2 szt.,
- wymiana dmuchaw rotacyjnych – 2 szt.,
- wymiana separatora piasku – 1 szt.,

- zabezpieczenie powierzchni betonowej kanałów piaskownika.

Zestawienie cenowe proponowanych urządzeń i rozwiązań technicznych (w tym remontów) zamieszczono na końcu rozdziału 5.3.

Należy jednak rozważyć jakie są dzisiaj możliwości postępowania z piaskiem, który jest przede wszystkim odpadem. Istnieje kilka możliwości jego dalszego wykorzystania:

- jeżeli jest to odpad kiepskiej jakości – zawiera wciąż dużo zanieczyszczeń dodatkowych, a w szczególności substancji organicznej organiki – musi zostać dalej przetworzony, zapewne przez firmę zewnętrzną lub składowany na wysypiskach odpadów niebezpiecznych,
- jeżeli mamy odpad dobrze przygotowany – wypłukany, który spełnia odpowiednie wymagania (*Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach Dz.U. poz.1277 z 2015r.*) może być dopuszczony do składowania na wysypiskach innych niż niebezpieczne i obojętne – może być przekazany na składowisko,
- możemy podjąć działanie, aby utracił on status odpadu, zgodnie z wymaganiami określonymi w ustawie z 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. nr 213 poz. 21) w art. 14, który wyznacza procedurę utraty statusu odpadu.

Prawidłowe wypłukanie pulpy ściekowo – piaskowej umożliwia spełnienie dzisiejszych wymagań w zakresie ilości części organicznych w wypłukanym piasku (strata masy po prażeniu powinna być poniżej 3 %). Przykładowo w oczyszczalni ścieków w Rąbczynie, eksploatowanej przez WODKAN Ostrów Wlkp., już w 2014 r. płuczka piasku wykorzystująca efekt Coanda pozwalała na osiągnięcie straty po prażeniu na poziomie 2 – 3 %. Podobnie instalacja w oczyszczalni ścieków Zielona Łąka eksploatowanej przez Przedsiębiorstwo Komunalne w Pleszewie.

Uzyskany efekt pozwala na jego dopuszczenia do dalszego wykorzystania po utracie statusu odpadu co ważne, umożliwia również zawracanie zawiesiny organicznej do ścieków podobnie, jak w przypadku prawidłowo wypłukanych skratek.

Obecnie w oczyszczalniach ścieków na płukanie piasku należy jednak spojrzeć szerzej, uwzględniając również piasek powstający w trakcie działalności Przedsiębiorstwa, przede

wszystkim w trakcie czyszczenia sieci kanalizacyjnej sanitarnej lub również deszczowej.

W związku z tym alternatywnym rozwiązaniem przyszłościowym może być zastosowanie układu płukania piasku, nie tylko do podczyszczania piasku z piaskownika pracującego obecnie w oczyszczalni ścieków, ale mechanicznego separowania zanieczyszczeń (piasku i skratek) pochodzących z czyszczenia zarówno kanalizacji sanitarnej eksploatowanej przez ZWiK Sochaczew Sp. z o.o., jak również wykonywanego na zlecenie czyszczenia kanalizacji deszczowej czy sanitarnej w innych przedsiębiorstwach.

W tej chwili w Polsce powstało już kilkanaście instalacji do płukania piasku między innymi w Brzegu, Łodzi, Warszawie, Śremie czy Nowym Tomyślu. Polecaną instalacją tego typu posiadającą wiele referencji jest rozwiązanie firmy Huber Technology (Fot. 5.1).



Fot. 5.1 Instalacja płukania piasku

Koszt wykonania takiej instalacji, również przez konkurencyjne firmy przedstawiono w tabeli na końcu rozdziału 5.3 (karty katalogowe proponowanego rozwiązania zostały dołączone do oddzielnego opracowania pod nazwą – ZAŁĄCZNIKI).

Ze względu na koszt wykonania instalacji i małą ilość separowanego (produkowanego) piasku w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie oraz istniejące/modernizowane punkty separacji i płukania piasku, na ten moment nie zaleca się wykonywania takiej inwestycji. Przed decyzją o jego zainstalowaniu należy zapewnić dodatkowe źródła zanieczyszczonego piasku. Kluczem doboru właściwej przepustowości urządzeń jest ilość zrzucanych zanieczyszczeń w ciągu jednego dnia z dodatkowych źródeł (czyszczenie sieci, przepompowni itp.).

Obiekty towarzyszące głównej części mechanicznego oczyszczania ścieków to również **pompownia Ob. 4. Z piaskownika Ob. nr 3** ścieki odpływają grawitacyjnie do komory odpływowej i dalej dwoma grawitacyjnymi rurociągami DN 500 trafiają do komory czerpnej **pompowni Ob. nr 4.** W górnej części budynku znajduje się rozdzielnia elektryczna i pomieszczenia techniczne. W dolnej kondygnacji, połowę stanowi zbiornik mokry ścieków dopływających z **piaskownika Ob. nr 3**, w drugiej suchej części pracuje instalacja pompowa transportująca ścieki rurociągiem DN400 do komory rozdzielczej **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b.** Zainstalowano trzy pompy firmy ABS:

- typu XFP150G-CB1,5-PE110/4-G-50 EX o mocy $P_1 = 12,0$ kW i $P_2 = 11,0$ kW, o maksymalnej wydajności $360,0$ m³/h oraz wysokości podnoszenia $H_{\max} = 23,6$ m (uruchomione 13.04.2011 roku).

Oczyszczalnia w stanie magazynowym ma jeszcze pompę awaryjną, która może zastąpić jedną z wyżej wymienionych pompy podstawowych, to pompa firmy ABS:

- typu AFP(K)1543.B-ME140/4 o mocy $P_1 = 16,1$ kW i $P_2 = 14,0$ kW o maksymalnej wydajności $395,0$ m³/h, wysokości podnoszenia $H_{\max} = 26,7$ m (wyprodukowana w maju 2009 roku).

Układ pompowy pracuje od 2011 roku, w najbliższych latach należy uwzględnić wymianę urządzeń. Obecnie instalacja jest zabezpieczona nie tylko pompą w stanie magazynowym gotową do zastąpienia jedną z pracujących, ale co należy podkreślić **pompownia Ob. 4.** jest przygotowana technicznie na zakładany projektowo przepływ docelowy ścieków (po wybudowaniu planowanego trzeciego ciągu biologicznego) do oczyszczalni, a więc

do przepustowości $Q_{d\dot{s}r} = 9\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$ i $Q_{h \text{ max}} = 750 \text{ m}^3/\text{h}$. W związku z tym cały czas urządzenia posiadają rezerwę technologiczną.

W ramach modernizacji pompowni wskazana jest:

- wymiana pomp,
- wymiana rusztu w korycie betonowym,
- wyczyszczenie płytek ściennych, ścian oraz sufitów, wykonanie wypraw uszkodzonych elementów ścian oraz sufitów i ich odmalowanie,
- wyczyszczenie i odmalowanie barierki schodowej,
- wyczyszczenie i konserwacja schodów betonowych.

Zestawienie cenowe proponowanych urządzeń i rozwiązań zamieszczono na końcu podpunktu 5.3.

Podsumowując informacje dotyczące części mechanicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie stwierdza się, że część mechaniczna umożliwia pracę nie tylko dla I etapu inwestycji (który tylko został wykonany), a więc dla $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$ i $Q_{h \text{ max}} = 500 \text{ m}^3/\text{h}$, ale umożliwia pracę oczyszczalni po zakładanym w projekcie wykonaniu II etapu inwestycji $Q_{d\dot{s}r} = 9\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$ i $Q_{h \text{ max}} = 750 \text{ m}^3/\text{h}$. W związku z wykonanym bilansem oraz prognozą demograficzną nie ma potrzeby zwiększenia przepustowości części mechanicznej – nie zachodzi konieczność zmiany obecnej technologii, w tym przede wszystkim wymiany istniejącego piaskownika.

Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie nie posiada możliwości retencjonowania ścieków.

Firma BIOPRO Sp. z o.o. z Gdańska wykonała w 2022 roku projekt, który swoim zakresem obejmuje budowę zespołu dwóch zbiorników retencyjnych oraz budynku krat. Projektowane zbiorniki o łącznej objętości $2\,000 \text{ m}^3$ ($2 \times 1\,000 \text{ m}^3$), miały być wybudowane w południowej części działki 2/1, inwestycja nie została zrealizowana. Z pewnością wyposażenie oczyszczalni ścieków w Sochaczewie w zbiornik retencyjny pozwoli wypłaszczyć falę spływu ścieków dopływających, na przykład podczas deszczu nawalnego. Przepływ średniodobowy $6\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$ w odpływie z oczyszczalni ścieków w badanym okresie (rozdział III) w latach 2019-09.2025 przekroczone 41 razy z 2 465 dni.

Wartość maksymalna odprowadzanych ścieków zanotowana w badanym okresie osiągnęła wynik $8\,325,00 \text{ m}^3/\text{d}$ (odpływ zmierzony w dniu 09.07.2025 r.), przekroczone tym samym

maksymalną projektową wartość przepływu ścieków $Q_{h\max} = 7\,800,00\text{ m}^3/\text{d}$ tylko o 6,7 %, na 2 465 dni badanych przekroczenie dotyczy tylko 2 dni. W związku z możliwościami technologicznymi awaryjnej pracy reaktorem biologicznym wykonanie przygotowanych rozwiązań technicznych z projektu budowy zespołu dwóch zbiorników retencyjnych nie jest konieczne w odniesieniu do zanotowanych przekroczeń (2 z 2 465 dni).

Natomiast budowa zbiornika retencyjnego jest wskazana ze względu na:

- brak możliwości przetrzymania ponadnormatywnych ścieków dopływających i wprowadzenie ich do układu w czasie zmniejszonego przepływu,
- lokalizację oczyszczalni ścieków na obszarze szczególnego zagrożenia powodzią (0,1%) i brak możliwości przetrzymania pierwszej fali spływu ścieków, które powiększone będą o wody przypadkowe i infiltracyjne.

Poniżej przedstawiono możliwe warianty rozwiązań:

- realizacja projektu z 2022 roku w całości – budynek krat oraz zbiorniki ($2 \times 1\,000\text{ m}^3$),
- etapowanie projektu z 2022 roku – budynek krat oraz zbiornik ($1 \times 1\,000\text{ m}^3$),
- budowa zbiornika $1\,000\text{ m}^3$ z wykorzystaniem jako zbiornika retencyjnego ścieków ponadnormatywnych oraz ścieków dowożonych (w przypadku wzrostu ilości ścieków dowożonych w przyszłości). Pozwoli to na uśrednienie jakościowe ścieków przed ich wprowadzeniem do głównego ciągu oczyszczania ścieków,
- wykorzystanie **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** (wydzielenie części zbiornika po remoncie/przebudowie) na zbiornik retencyjny i budowa nowego reaktora biologicznego – *wariant opisany w punkcie 5.4.*

Jak już wcześniej opisano zainstalowane w części mechanicznej urządzenia zostały dobrane technicznie zgodnie z projektem, gwarantując poprawną pracę przy obecnym przepływie średniodobowym. Oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie wyposażono w dwa podstawowe ciągi oczyszczania mechanicznego (2x krata schodkowa, dwukomorowy piaskownik). Wymagają one prac modernizacyjnych, w tym: wymiana urządzeń technologicznych i remontów substancji budowlanej obiektów – zgodnie z opisem powyżej oraz tabelą cenową zamieszczoną na końcu podpunktu 5.3.

Budowa w części mechanicznej oczyszczalni ścieków **osadnika wstępnego** do generowania osadu surowego powinna być rozważana tylko w przypadku, gdy zastosowanie fermentacji metanowej do stabilizacji osadów ściekowych będzie dla oczyszczalni ścieków

w Sochaczewie opłacalne pod względem kosztów (zagadnienie opisane w rozdziale VI punkt 6.6).

Przy wymianie urządzeń dobór należy wykonać identycznie, jak zostało to zrobione obecnie, czyli na docelowy przepływ ścieków $Q_{dśr} = 9\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$ i $Q_{h \text{ max}} = 750 \text{ m}^3/\text{h}$ i wykonać:

- **budynek krat (obiekt nr 2):** wymiana krat mechanicznych wraz z instalacją płukania i odwadniania skratek. Remont budynku jako obiektu budowlanego – wykonanie wypraw uszkodzonej elewacji budynku, wyczyszczenie oraz odmalowanie ścian (ponad linią płytek), konserwacja belki do serwisu krat, zabezpieczenie powierzchni betonowej kanałów, w których zainstalowano kraty. Należy dostosować istniejący obiekt do zaproponowanych rozwiązań technologicznych przez producentów urządzeń;
- **piaskownik (obiekt nr 3):** wymiana urządzeń: zgarniacz powierzchniowo-denny piasku oraz zgarniacz powierzchniowy w tłuszczowniku, dmuchawy rotacyjne oraz separator piasku. Remont budowlany – zabezpieczenie powierzchni betonowej kanałów piaskownika;
- **pompownia (obiekt nr 4):** wymiana rusztu w korycie betonowym, wyczyszczenie płytek ściennych, ścian, sufitów, wykonanie wypraw uszkodzonych elementów ścian i sufitów oraz ich odmalowanie, wyczyszczenie i odmalowanie barierki schodowej, wyczyszczenie i konserwacja schodów betonowych. Z uwagi na długi okres pracy należy przewidzieć wcześniej ewentualną wymianę pomp na urządzenia o większej sprawności i lepszych parametrach energetycznych;
- **punkt zlewny (obiekt nr 16):** należy rozważyć możliwość rozbudowy automatyki w zakresie pełnej identyfikacji przewoźników (unikalne identyfikatory, integracja z bazą danych) oraz kontroli jakości zrzucanych ścieków, rozbudowę automatyki wraz z wpięciem danych do systemu SCADA;
- budowa instalacji płukania pulpy piaskowej, ale tylko w przypadku zwiększenia ilości piasku z czyszczenia sieci kanalizacyjnej – obecnie ze względu na koszt wykonania instalacji jest to nieuzasadnione;
- realizacja projektu budynku krat i zbiorników retencyjnych – wskazane z uwagi na możliwość wypłasczenia fali spływu ścieków dopływających;

- budowę osadnika wstępnego lub alternatywnej technologii – jeśli wykonanie fermentacji beztlenowej w oczyszczalni ścieków do stabilizacji osadu będzie opłacalne finansowo (szczegółowo opisanych w rozdziale VI punkt 6.6).

Prowadzenie prac modernizacyjnych będzie miało wpływ na pracę pozostałych obiektów będzie konieczne opracowanie tymczasowych wytycznych eksploatacyjnych na czas prowadzonych prac.

Poniżej przedstawiono zestawienie proponowanych urządzeń wraz z kosztami zakupu (karty katalogowe proponowanego rozwiązania zostały dołączone do oddzielnego opracowaniu pod nazwą – ZAŁĄCZNIKI).

Dostawca	Typ urządzenia	Cena zakupu netto
Budynek krat ob. nr 2		
MEVA-POL	Oferta obejmuje: • Krata Monoscreen Meva DS. 17-40-3 – 2 kmpl. • Prasopłuczka MEVA SWP 20-150 – 1 szt. • Kompaktor MEVA CPX 20-500 – 1 szt. • Rozdzielnica sterownicza – 1 szt. • Transport • Montaż Prześwit kraty 3 mm Przepustowość 600 m³/h	250 000,00 123 000,00 128 000,00 45 000,00 w cenie w cenie 546 000,00 zł
MEVA-POL	Oferta obejmuje: • Krata Monoscreen Meva RSM 15-40-3 PROGRESYWNA – 2 kmpl. • Prasopłuczka MEVA SWP 20-150 – 1 szt. • Kompaktor MEVA CPX 20-500 – 1 szt. • Rozdzielnica sterownicza – 1 szt. • Transport • Montaż Prześwit kraty 3 mm Przepustowość 600 m³/h	250 000,00 123 000,00 128 000,00 45 000,00 w cenie w cenie 546 000,00 zł
Aquator	Oferta obejmuje: • Krata zgrzeblowa Passavant KUR-S 500x2400x3 – 2 kmpl. • Prasopłuczka skratek Noggerath NWP-FF 200-2000 – 1 szt. • Przenośnik spiralny Noggerath S.C.-V 400/5500 – 1 szt. • Szafa sterowania – 1 szt. • Dostawa maszyn • Montaż i rozruch Prześwit kraty 3 mm Przepustowość 500 m³/h	164 930,00 w cenie w cenie 19 360,00 202 400,00 13 980,00 202 640,00 € ≈ 871 500,00 zł
H ₂ O Rozwiązania Proekologiczne	Oferta obejmuje: • Krata schodkowa Andersson Water – progresywna krata schodkowa PPS 1900-300-3 – 2 kmpl. • Prasa płuczka WPC 200-1600 – 1 szt. • Kompaktor skratek BPD 250-6000 – 1 szt.	980 000,00 zł

Analiza techniczno-technologiczna pracy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie
– koncepcja modernizacji oczyszczalni ścieków

	Prześwit kraty 3 mm Przepustowość 550 m³/h	
-	Remont budowlany	100 000,00 zł
ŁĄCZNIE		646 000,00 – 1 080 000,00 zł
Piaskownik ob. nr 3		
MEVA-POL	Oferta obejmuje: • Zgarniacz piasku – denne i powierzchniowe – 2 kmpl. • Szafka sterowania – 1szt. • Transport, montaż, rozruch technologiczny, szkolenie	934 000,00 zł
-	Remont budowlany	65 000,00 zł
ŁĄCZNIE		999 000,00 zł
Pompownia ob. nr 4		
PSSC Sp. z o.o.	Pompa ścieków surowych XFP 150G CB1.5 PE/140/4 z płaszczem chłodzącym, 10 m – 1 szt. Przetwornik czujnika wilgoci i temperatury – 1szt.	3 · 6 442,70 € = 19 328,1 € ≈ 83 000,00 zł
Xylem	Pompa FLYGT NT 3153.830 MT/433 (Q = 250 m ³ /h, H = 9 m) – 3 szt. Podstawa T dla pomp – 3 szt. Kolano ssawne DN200 z wylotem kołnierзовym – 3 szt. Przełącznik MiniCAS II 230VAC – 3 szt.	248 238,00 zł
-	Remont budowlany	90 000,00 zł
ŁĄCZNIE		173 000,00 – 338 238,00 zł
Budynek krat i zbiornik retencyjny*		
-	Budowa budynku krat wraz z wyposażeniem technologicznym	820 564,63 zł
-	Budowa zbiornika retencyjnego Z1 z wyposażeniem technologicznym	3 205 512,43 zł
-	Pozostałe do Z1: prace przygotowawcze, demontaże i przebudowa istniejącej infrastruktury wraz z wycinką zieleni, kanalizacja sanitarna, neutralizator, sieć wodociągowa technologiczna, instalacja elektryczna zewnętrzna	1 302 873,01 zł
	Budowa zbiornika retencyjnego Z2 z wyposażeniem technologicznym	3 045 289,67 zł
-	Pozostałe do Z2: prace przygotowawcze, demontaże i przebudowa istniejącej infrastruktury wraz z wycinką zieleni, kanalizacja sanitarna, neutralizator, sieć wodociągowa technologiczna, instalacja elektryczna zewnętrzna	646 711,20 zł
ŁĄCZNIE		5 328 950,07 zł – 9 020 950,94 zł
Instalacji do płukania piasku		
Huber	Instalacja separacji i płukania piasku z sieci kanalizacyjnej	382 680,00 € ≈ 1 650 000,00 zł
-	Wyposażenie technologiczne (armatura, rurociągi, przejścia szczelne, napędy itp.)	90 000,00 zł
-	Roboty budowlane (wiata, komora żelbetowa itp.)	75 000,00 zł
ŁĄCZNIE		1 815 000,00 zł
ŁĄCZNIE		1 818 000,00 zł
<i>(bez budynku krat i zbiornika retencji oraz instalacji do płukania piasku)</i>		2 417 238,00 zł

* - wycena zgodna z kosztorysem inwestorskim wykonanym przez BIOPRO Sp. z o.o. z Gdańska.

Modernizacja części mechanicznej wiąże się z poniesieniem kosztów bezpośrednich na poziomie **1 818 000,00 – 2 417 238,00 zł netto**, w zależności od wybranego wariantu. Jako opcję proponuje się wybudowanie budynku krat ze zbiornikiem retencyjnym – dodatkowy koszt w granicach **5 328 950,07 – 9 020 950,94 zł netto**, oraz budowę instalację do płukania piasku z czyszczenia sieci kanalizacyjnej za łączną kwotę **1 815 000,00 zł** (niezalecane).

W przypadku realizacji zadania modernizacyjnego w całym zakresie przez generalnego wykonawcę, należy do wskazanych kwot doliczyć koszty związane z obsługą przedsięwzięcia na poziomie 10 – 30 % – w zależności od uwarunkowań rynkowych, czy szczegółowych zapisów umownych na bazie których będzie realizowany kontrakt.

5.4 Część biologiczna oczyszczalni ścieków

Ogólny stan urządzeń zainstalowanych w reaktorze biologicznym i w osadnikach wtórnych przyjmuje się jako poprawnie eksploatowane i niewymagające pilnej wymiany (dotyczy to pomp i mieszadeł). Układ biologicznego oczyszczania ścieków tworzą dwa ciągi technologiczne.

Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu Instytutu Techniki Budowlanej z Warszawy w lipcu 2021 roku wykonał ekspertyzę budowlaną reaktora biologicznego, na podstawie której został wykonany projekt wykonawczy przez firmę EKSPERTIS Sp. z o.o., Sp. k. z Poznania pn.: „Projekt wzmocnień, napraw i zabezpieczeń ścian żelbetowych zbiornika reaktora biologicznego w obszarze osi A-B/2-4 na terenie miejskiej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie”.

Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie nie posiada na przykład zbiornika retencyjnego, który pozwoliłby na tymczasowe przetrzymanie ścieków i zmniejszenie ich dopływu na czas remontu **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b**. W celu zachowania ciągłości pracy oczyszczalni ścieków należy rozważyć różne możliwości:

- budowę zbiornika retencyjnego (wykonanie całości inwestycji lub jego etapowanie – projekt zbiorników retencyjnych z budynkiem krat z sierpnia 2022 roku);
- budowę nowego reaktora biologicznego i przebudowę istniejącego reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b na zbiornik retencyjny – efekt: niezależne inwestycje, budowa nowego ciągu

biologicznego, rozruch technologiczny nowego układu, wyłączenie **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b**, przebudowa obiektu na zbiornik retencyjny;

- budowę nowego reaktora biologicznego i przebudowę istniejącego reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b na zbiornik retencyjny i wiatę magazynową osadu – efekt: niezależne inwestycje, budowa nowego ciągu biologicznego, rozruch technologiczny nowego układu, wyłączenie **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b**, przebudowa obiektu na zbiornik retencyjny i wiatę magazynową osadu (istniejąca wiata ma za małą powierzchnię).

Przybliżone koszty inwestycyjne przedstawiono w tabeli na końcu punktu 5.4.2. *Podsumowanie pracy części biologicznej.* Propozycję lokalizacji nowych obiektów przedstawiono w części rysunkowej koncepcji: **PZT-3, PZT-4, PZT-5, PZT-6.**

Przebudowa **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** przedstawiona na rysunku **PZT-3**, zakłada zmianę jego funkcji - podział reaktora na zbiornik retencyjny o kubaturze około $340 \text{ m}^2 \times 5,25 \text{ m} = 1\,785, \text{ m}^3$ oraz wiatę o powierzchni około **1 400,0 m²**. Ściany zbiornika retencyjnego pokrywałyby się ze ścianami komory defosfatacji i denitryfikacji I (22,4 x 14,0 m) jednego z ciągów biologicznych. Z uwagi na istniejącą komorę rozpliwową proponuje się wybór ciągu **5b** na przebudowę obiektu. Przebudowa reaktora biologicznego z uwagi na położenie na terenie zalewowym będzie wymagała uzyskania odstąpienia od warunków technicznych i uzgodnień z Wodami Polskimi, co finalnie może być niemożliwe do uzyskania.

Rysunek **PZT-4** załączony na końcu opracowania, przedstawia wariant przebudowy całego **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** na wiatę magazynową osadu o powierzchni ok. 1 740,0 m², budowę zbiornika retencyjnego (według projektu z 2022 roku) oraz budowę reaktora biologicznego na działce 5/1. Wariant nie jest zalecany ze względu na odległość nowoprojektowanej części biologicznej od budynków towarzyszących (budynek dmuchaw, osadniki wtórne).

Na **PZT-5** przedstawiono wariant z projektowanym zbiornikiem retencyjnym (według projektu z 2022 roku) oraz budowę wiaty magazynowej na działce nr 5/1. Propozycja jest możliwa do wykonania, pozwala wybudować wiatę magazynową o powierzchni **1 760,0 m²**. Z uwagi na istniejące tereny zalewowe oraz ograniczoną powierzchnię działki, lokalizację wiaty proponuje się na działce 5/1 – jednak jest to miejsce niefunkcjonalne z uwagi

na konieczny przejazd przez całą oczyszczalnię oraz odległość nowoprojektowanego obiektu od budynku odwadniania i higienizacji osadu.

Biorąc pod uwagę wyżej przedstawiony argument, na rysunku **PZT-6** przedstawiono możliwość zamiany lokalizacji wiaty o powierzchni **1 705,0 m²** w miejscu projektowanego zbiornika retencyjnego, w celu zmniejszenia odległości od istniejącej części osadowej.

Na rysunkach **PZT-3** i **PZT-4** nowoprojektowany reaktor biologiczny przedstawiono kubaturowo jak istniejący. Zgodnie z obliczeniami z Tabeli 5.5 (znajdującą się w tym punkcie poniżej), kubatura projektowanego reaktora powinna wynosić około 8 300,0 m³. Po wyborze docelowego wariantu lokalizacji, wymiary obiektu można zoptymalizować w zależności od wyboru wybranej technologii i możliwości lokalizacyjnych (wielkość działki, ograniczenia – tereny zalewowe, linia napowietrzna SN).

Obecnie jakość ścieków oczyszczonych odpływających do odbiornika jest prawidłowa i spełnia wymagania jakości ścieków, które określono w obowiązującym pozwoleniu wodnoprawnym. W okresie 01.2017– 09.2025 r. stwierdzono w przeprowadzonej analizie danych tylko pojedyncze przekroczenia wyników (*BZT₅ – 1 raz w 2018 roku, zawiesina ogólna – 1 raz w 2017 roku, azot ogólny – 1 raz w 2025 roku*).

Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie eksploatuje **reaktor biologiczny Ob. nr 5a i 5b**, podzielony na dwa niezależne ciągi w kształcie litery U – **5a** i **5b**. Przepustowość każdego ciągu biologicznego oczyszczania ścieków wynosi (na podstawie założeń do projektu „Biura Projektowania Budownictwa Budimex Projekt sp. z o. o Warszawa z czerwca 1996 roku – tabela rozdział I) 3 000,0 m³/d dla ładunku BZT₅ wynoszącego 1 020,0 kg/d oraz ładunku azotu ogólnego 192,0 kg/d. W skład jednego ciągu wchodzi: komora defosfatacji (259,4 m³), dwie komory denitryfikacji (łącznie 1 396,5 m³) oraz dwie komory nitryfikacji (łącznie 2 499 m³). Reaktor wykonano w konstrukcji żelbetowej w rzucie prostokąta – szczegółowy opis przedstawiono w rozdziale II. Zbiornik przykryto szklarnią a zastosowany system opisano jako „Organica – Ogrody odnowy”, łączący metodę wykorzystującą w technologii osad czynny z makrofitami. Komory aerobowe pokryto roślinnością, umieszczoną na siatce podtrzymującej poniżej poziomu lustra mieszanki ścieków i osadu czynnego. Kosze na rośliny o parametrach:

- 2x 10 koszy o wymiarach 2 900 x 6 000 x 700 mm,

- 2x 1 kosz o wymiarach 2 500 x 6 000 x 700 mm,
- 2x 1 kosz o wymiarach 1 790 x 6 000 x 700 mm.

Ścieki surowe z osadem recyrkulowanym trafiają do komory rozdzielczej **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** skąd kierowane są do poszczególnych ciągów biologicznego oczyszczania. W reaktorze prowadzone są procesy beztlenowe w komorze defosfatacji, niedotlenione w komorze denitryfikacji oraz proces tlenowy - nitryfikacji realizowany poprzez strefowe napowietrzanie komory. W celu strącania chemicznego wspomagającego proces biologicznego usuwania fosforu do **komory rozdziału Ob. nr 9** mogą być dawkowane sole żelaza (koagulant PIX).

Utrzymanie w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5a i 5b**, mieszaniny ścieków i osadu czynnego w zawieszeniu jest prowadzone z wykorzystaniem mieszadła wolnoobrotowego, zgodnie ze schematem technologicznym. Newralgicznym elementem prawidłowej pracy części biologicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie podobnie, jak każdej oczyszczalni jest napowietrzanie mieszaniny ścieków i osadu czynnego w komorach nitryfikacyjnych (tlenowych).

Stężenie tlenu w komorach tlenowych reaktora biologicznego w zależności od warunków eksploatacyjnych i wymaganej efektywności usuwania zanieczyszczeń jest utrzymywane na poziomie od 0,5 do 3,0 gO₂/m³. Prawidłowy dobór urządzeń napowietrzających umożliwia eksploatatorowi utrzymanie zakładanych parametrów ścieków w odpływie z oczyszczalni. Elastyczność sterowania układem pozwala obniżyć koszty energii elektrycznej zużywanej przez oczyszczalnię do napowietrzania komór nitryfikacji. Instalacja napowietrzająca musi płynnie reagować na zmieniające się ładunki zanieczyszczeń oraz ilość dopływających ścieków. Jeden ciąg instalacji napowietrzającej składa się z czterech niezależnych rusztów napowietrzających łącznie z 450 dyfuzorami talerzowymi o średnicy 12” (dwa ruszty po 120 dyfuzorów i dwa po 105 dyfuzorów). Każdy z ciągów **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** posiada zainstalowane inne typy dyfuzorów napowietrzających:

- w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5a** zainstalowano 450 sztuk dyfuzorów systemu NOPOL® dyfuzory typu PIK 300 o zakresie pracy 0 – 8 m³/h, przeciążeniowo do 10 m³/h, dystrybuowanych przez firmę ABS Polska sp. z o.o., - zainstalowane w 2015 roku.
- w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5b** zainstalowano 450 sztuk dyfuzorów systemu FlexAir typu Micro PoreTM z membraną napowietrzającą typu EPDM o wydajności

pojedynczego dyfuzora 0-16 m³N/h, dystrybuowanych przez firmę Zakład Usługowo Produkcyjny Piotr Operskański - **zainstalowane w 2016 roku.**

Zbyt długa eksploatacja membran dyfuzorów powoduje obniżenie ich elastyczności w wyniku przegrzania, co przekłada się na zmniejszenie efektywności napowietrzania i wzrost oporów na tłoczeniu powietrza. Membrany dyfuzorów należy wymienić w momencie dużej zmiany ciśnienia powietrza dostarczanego z instalacji dmuchaw zamontowanej w **budynku dmuchaw Ob. nr 7**. Należy podkreślić, że dostawcy membran nie dają gwarancji na pracę membran dyfuzorów powyżej 10 lat, zazwyczaj zakładają w tym okresie ich jedną wymianę. Z punktu widzenia doświadczeń autorów koncepcji w zależności od składu ścieków i twardości wody, w skrajnych wypadkach na ściekach komunalnych (szczególnie w mniejszych oczyszczalniach) wymiany są prowadzone po 5-7 latach ze względu na spadek ich efektywności. Na większych instalacjach z bardziej uśrednionym składem ścieków, takich jak oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie ten okres nie przekracza zazwyczaj 10-12 lat.

Dyfuzory w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5a i 5b** pracują jak przedstawiono wyżej odpowiednio **dziesięć lat w Ob. nr 5a i dziewięć lat w Ob. nr 5b**, w związku z tym należy przewidzieć ich wymianę, która wpłynie nie tylko na zmniejszenie oporów, ale przede wszystkim na zmniejszenie ilości zużywanego powietrza i energii elektrycznej przez dmuchawy napowietrzające. Instalacja z dyfuzorami napowietrzającymi, biorąc pod uwagę czynności eksploatacyjne i równomierne zużywanie, powinna być ujednolicona. Dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie membran o wyższym zakresie pracy niż zainstalowane w ciągu technologicznym **Ob. nr 5a** o wydajności 0 – 8 m³/h. Dalsza, dłuższa eksploatacja zainstalowanych obecnie dyfuzorów będzie wpływała na niską efektywność pracy instalacji (wzrost oporów i zwiększone zużycie energii przez dmuchawy).

Przykładowe oferty na dyfuzory załączono w osobnym opracowaniu – ZAŁĄCZNIKI.

Instalacja dmuchaw

Stabilność prowadzenia biologicznego oczyszczania ścieków to oprócz instalacji napowietrzającej zainstalowanej w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5a i 5b**, również wykorzystywanie nowoczesnych i efektywnych dmuchaw. Zapotrzebowanie na powietrze dwóch ciągów biologicznych projektowo określono na 3 570 Nm³/h i 59,50 Nm³/minutę. Dmuchawy w **budynku dmuchaw Ob. nr 7** zaopatrujące w powietrze instalację z dyfuzorami zainstalowaną w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5a i 5b** to:

- TURBOMAX RX50-C060, 35,0 m³/min, 40,9 kW – 1 szt.,
- NAMWON TURBOONE TB50-0.7, 35,5 m³/min, 37,5 kW – 1 szt.,
- ROBUSCHI ES85/3P, 35,5 m³/min, 55,0 kW – 2 szt. (dmuchawy awaryjne).

Rok produkcji dmuchaw podstawowych (dwóch pierwszych wymienionych powyżej) to odpowiednio 2018 i 2017 rok, urządzenia obecnie nie wymagają wymiany, są prawidłowo dobrane i optymalne pod względem technicznym i energetycznym.

Dmuchawy ROBUSCHI (rok produkcji 2006) stanowią wyłącznie rezerwę technologiczną, to dobre zabezpieczenie dla funkcjonowania części biologicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

Autorzy koncepcji sprawdzili wymaganą ilość niezbędnego powietrza dostarczanego z instalacji dmuchaw do rusztów napowietrzających z dyfuzorami talerzowymi w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5a i 5b**. Wyniki symulacji niezbędnej ilości powietrza sporządzono zgodnie z wymaganiami ATV-131 dla temperatury obliczeniowej 12°C oraz 20°C, zostały zebrane i przedstawione w tabeli 5.4 poniżej oraz w Załączniku nr 4 – do koncepcji zamieszczonym na końcu tego opracowania.

Tabela 5.4. Ilości powietrza do zasilania reaktorów biologicznych wartości projektowe oraz dla dzisiejszego obciążenia oczyszczalni i założeń koncepcyjnych

Nazwa		Minimalna ilość powietrza		Maksymalna ilość powietrza	
		[Nm ³ /h]	[Nm ³ /min]	[Nm ³ /h]	[Nm ³ /min]
1.	Dla założeń z 2016 roku (operat wodnoprawny), Q _{dśr} = 6 000 m ³ /d głębokość zanurzenia dyfuzora ok. 5,2 m, stopień wykorzystania tlenu SOTE 17.	3 937,48	65,62	4 385,24	73,09
2.	Dla wartości rzeczywistych – średnia z lat 2019 -09.2025, Q _{dśr} = 4 400 m ³ /d stężenia średnie z okresu 2017-09.2025, głębokość zanurzenia dyfuzora ok. 5,2 m, stopień wykorzystania tlenu SOTE 17.	2 908,06	48,47	3 239,05	53,98
3.	Dla wartości rzeczywistych – średnia z lat 2019 -09.2025, Q _{dśr} = 4 400 m ³ /d stężenia z 85% prawdopodobieństwem występowania z okresu 2017-09.2025, głębokość zanurzenia dyfuzora ok. 5,2 m, stopień wykorzystania tlenu SOTE 17.	3 480,13	58,00	3 889,82	64,83
4.	Dla założeń koncepcyjnych z 2025 roku, Q_{dśr} = 5 261 m³/d i średnie stężenia zanieczyszczeń,	3 865,77	64,43	4 308,94	71,82

Nazwa		Minimalna ilość powietrza		Maksymalna ilość powietrza	
		[Nm ³ /h]	[Nm ³ /min]	[Nm ³ /h]	[Nm ³ /min]
	głębokość zanurzenia dyfuzora ok. 5,2 m, stopień wykorzystania tlenu SOTE 17.				
5.	Dla założeń koncepcyjnych z 2025 roku, Q _{dśr} = 5 261 m ³ /d stężenia z 85% prawdopodobieństwem, głębokość zanurzenia dyfuzora ok. 5,2 m, stopień wykorzystania tlenu SOTE 17.	4 160,77	69,35	4 650,62	77,51
6.	Dla założeń koncepcyjnych z 2025 roku, Q _{dśr} = 5 261 m ³ /d stężenia z 85% prawdopodobieństwem, głębokość zanurzenia dyfuzora ok. 5,2 m, stopień wykorzystania tlenu SOTE 17, w układzie z osadnikiem wstępnym i fermentacją beztlenową.	2 942,35	49,04	3 266,39	54,44

W trakcie prowadzonej symulacji w pierwszej kolejności sprawdzono ilość niezbędnego powietrza dla wyżej wymienionych założeń projektowych (wartości z operatu wodnoprawnego) w zakresie obciążenia ilością i jakością ścieków. Następnie sprawdzono jego ilość dla aktualnego $Q = 4\,400,0 \text{ m}^3/\text{d}$ oraz wartości stężeń z tabeli 3.1 charakteryzujących ścieki (średnie stężenia oraz dla 85 % prawdopodobieństwa). Na żółto zaznaczono obliczenia dla założeń koncepcyjnych dla stężeń średnich oraz 85 % prawdopodobieństwa, zakładając dopływ docelowy ścieków zaprojektowany w wysokości $Q_{dśr} = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$.

Zgodnie z przedstawioną charakterystyką urządzeń (rozdział II), w **budynku dmuchaw Ob. nr 7** zainstalowano dwie dmuchawy podstawowe o wydajności 2 100,0 m³/h i dwie rezerwowe o wydajności 2 130,0 m³/h.

Dla aktualnego przepływu $Q = 4\,400,0 \text{ m}^3/\text{d}$ praca dwóch podstawowych dmuchaw zapewnia pokrycie zapotrzebowania na tlen w warunkach maksymalnych.

Wartości obliczone dla planowanego obciążenia hydraulicznego i ładunku zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni ścieków przedstawiono w tabeli 5.4 (wiersz 4 i 5 zaznaczony kolorem żółtym).

Na podstawie sporządzonych obliczeń można sformułować wniosek (zarówno dla średniego, jak i 85 % prawdopodobieństwa stężenia zanieczyszczeń i średniego dopływu ścieków do oczyszczalni), **ilość powietrza podawanego przez dwie dmuchawy w budynku**

dmuchaw może być niewystarczająca do prawidłowej pracy reaktora biologicznego w szczytowych momentach zapotrzebowania. W przypadku pracy równoległej trzech lub czterech dmuchaw (dwie dmuchawy podstawowe + dwie dmuchawy rezerwowe) ilość powietrza będzie wystarczająca.

Zgodnie z przyjmowanymi zasadami, gdy natężenie przepływu powietrza przypadające na powierzchnię mieszania komory - jest niższe od $1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ - należy zastosować oprócz napowietrzania również mechaniczne mieszanie. Powierzchnia wszystkich komór nitrifikacji reaktorów biologicznych wynosi około 952 m^2 (obydwa ciągi technologiczne 5a i 5b), w związku z tym obniżenie strumienia powietrza poniżej $950 \text{ m}^3/\text{h}$, nie zapewni właściwego mieszania komór nitrifikacji.

Z punktu widzenia eksploatacyjnego, jak przedstawiono powyżej w tabeli 5.4, obliczeniowe maksymalne zapotrzebowanie w powietrze (wiersz 3 tabeli) osiąga wartość $64,83 \text{ Nm}^3/\text{min}$. Zakładając minimalną 20 % rezerwę eksploatacyjną, zainstalowana wydajność dmuchaw powinna wynieść $77,80 \text{ Nm}^3/\text{min}$, wówczas obliczeniowe maksymalne obciążenie jednego dyfuzora powietrzem wyniesie $5,19 \text{ m}^3/\text{h}$. Membrany zainstalowane obecnie w oczyszczalni pozwalają na przepływ powietrza $0 - 8 \text{ m}^3/\text{h}$ (reaktor 5a) i $0 - 16 \text{ m}^3/\text{h}$ (reaktor 5b).

Prawidłowy dobór dyfuzorów instalacji napowietrzającej umożliwia eksploatatorowi utrzymanie zakładanych parametrów ścieków w odpływie z oczyszczalni. Elastyczność sterowania układem pozwala obniżyć koszty energii elektrycznej zużywanej przez oczyszczalnię do napowietrzania komór nitrifikacji.

Według danych amerykańskich średnie zużycie energii elektrycznej w oczyszczalniach ścieków wynosi $0,64 \text{ kWh}/\text{m}^3$, jest to wartość o połowę mniejsze niż wynika to z analizy danych Izby Gospodarczej Wodociągi Polskie. Równocześnie w badaniach amerykańskich podkreśla się, że głównym elementem energochłonnym są reaktory biologiczne, których udział w zużyciu energii całej oczyszczalni wynosi od 56 do 36 %. Jeśli oczyszczalnia wykorzystuje w zakresie gospodarki osadowej stabilizację tlenową, to jej udział w zużyciu całego prądu przez oczyszczalnię również zmienia się w podobnym przedziale, bo od 32 do ponad 50 %.

Układ napowietrzania musi płynnie reagować na zmieniające się ładunki zanieczyszczeń i ilość dopływających ścieków. Z uwagi na brak efektywnego opomiarowania reaktora

biologicznego (1 sonda tlenowa na końcu komory nityfikacji na każdym ciągu) należy wykonać modernizację układu sterowania i automatyki części biologicznej oczyszczalni.

Właściwe funkcjonowanie **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** to również utrzymanie mieszaniny osadu czynnego i ścieków oczyszczanych w zawieszeniu. W komorze nityfikacji właściwą homogenizację zapewnia łącznie z napowietrzaniem instalacja dyfuzorów. W **komorze defosfatacji** każdego ciągu technologicznego zainstalowano dwa mieszadła pionowe o długości 4 m, firmy STAMO, typu Propeler Agitator HFL05 – 2GN200 o mocy silnika (typu Steinlen) 1,1 kW. Natomiast w każdej z **komór denityfikacji 1** i **komór denityfikacji 2**, zainstalowano po jednym mieszadle pionowym o długości 4 m, firmy STAMO typu Propeller Agitator HFL06-2GN250 o mocy silnika (typu Simens FZAF888-LA100LB4W) 3,0 kW. Obecnie urządzenia poza wykonywaniem bieżących przeglądów i konserwacji zgodnie z DTR urządzenia nie wymagają wymiany.

Należy jednak przewidzieć wymianę mieszadeł zainstalowanych w komorach **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** w ramach kolejnej kompleksowej modernizacji oczyszczalni. Rozwiązaniem alternatywnym jest zmiana systemu mieszania z mieszadeł pionowych na poziome, które uzyskają identyczny stopień wymieszania poszczególnych komór zbiornika przy mniejszej mocy zainstalowanej.

Przykładem są oferty przedstawionej przez firmę **Xylem Water Solutions Polska sp. z o.o.** oraz **PSSC Sp. z o.o.** przedstawiciel firmy **SULZER-** (oferty w osobnym opracowaniu pod nazwą Załączniki) dobranej na podstawie szczegółowej symulacji rzeczywistej kubatury zbiornika **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** stwierdzono, że moc zainstalowana wszystkich mieszadeł zainstalowanych w: **komorze defosfatacji, komorze denityfikacji 1** i **komorze denityfikacji 2**, każdego z ciągów technologicznych **praktycznie nie ulegnie zmianie po zamontowaniu mieszadeł poziomy** (zastępując obecnie pracujące urządzenia. Świadczy to o bardzo efektywnym doborze obecnie pracujących mieszadeł.

Istotnym elementem pracy **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** jest również recyrkulacja wewnętrzna mieszaniny ścieków i osadu czynnego z dużą zawartością azotanów z końca **komory nityfikacji 2** na początek **komory denityfikacji 1**. W każdym ciągu technologicznym zainstalowano pojedyncze mieszadło pompujące firmy ABS typu RCP 500 o mocy elektrycznej silnika P1 7,1 kW i mocy na wale 5,0 kW. Mieszadło pompujące zgodnie

z założeniami miało być sterowane od ilości ścieków dopływających do poszczególnych komór reaktora (wykorzystując dane z przepływomierza ścieków odprowadzanych do odbiornika z kanału odpływowego i zwężki pomiarowej Ob. nr 19). Zgodnie z projektem mieszadło pompujące powinno zapewnić recyrkulację wewnętrzną w wysokości 400 %, co miało zapewnić 80 % biologiczną denitryfikację.

Obecnie recyrkulacja wewnętrzna jest ustawiona przez operatorów oczyszczalni ścieków w Sochaczewie na falowniku na minimum przez całą dobę ze stałą wydajnością. Rozwiązanie przy dzisiejszych wartościach ładunku zanieczyszczeń doprowadzonego do reaktora jest rozwiązaniem dobrym, powszechnie stosowanym w oczyszczalniach z ograniczoną możliwością sterowania, jak w przypadku Sochaczewa. Biorąc pod uwagę optymalizację pracy części biologicznej oczyszczalni opisaną poniżej w rozdziale 5.4.1, jak również konieczność dostosowania obiektu do zmian prawnych, które w przyszłości spowodują zaostrzenie parametrów jakości ścieków (wdrożenie nowej dyrektywy ściekowej opisanej w rozdziale 4.3) odprowadzanych do odbiornika, należy zmienić sposób pracy i sterowania urządzeniem.

Z uwagi na okres pracy dwóch zainstalowanych w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie mieszadeł pompujących do recyrkulacji wewnętrznej w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5a i 5b** w ramach kolejnej kompleksowej modernizacji oczyszczalni należy przewidzieć ich wymianę lub zastąpienie urządzeniami o lepszych parametrach energetycznych. Przykładem są oferty przedstawionej przez firmę **Xylem Water Solutions Polska sp. z o.o.** oraz PSSC Sp. z o.o. przedstawiciel firmy SULZER (oferty w osobnym opracowaniu pod nazwą Załączniki), które świadczą że obecnie pracujące mieszadła pompujące zostały dobrane efektywnie.

Obiektem towarzyszącym pracy części biologicznej oczyszczalni jest **zbiornik PIX-u Ob. nr 15** oraz **przepompownia osadu Ob. nr 8.**

Zbiornik PIX-u Ob. nr 15 to zbiornik magazynowy wykonany z tworzywa poliestrowego TWS typ 280AC-32A o pojemności 32,0 m³, D = 2 800,0 mm, L = 6 050 mm, posadowiony w wannie wychwytywającej. Pompa dozująca Fapo K PLUS 0218 FP o wydajności 0,6 cm³/h - 18 l/h transportuje w razie konieczności stosowania koagulant PIX do **komory rozdzielczej Ob. nr 9.**

Przepompownię osadu Ob. nr 8 wykonano jako obiekt podziemny, żelbetowy, w którym zainstalowano pompy do osadu recyrkulowanego oraz osadu nadmiernego:

- Wilo Emu FA 10.84D T17.2-6/24K moc 6 kW wydajność 927 l/min,
- Wilo Emu FA 10.82E T17.2-4/24K moc 10 kW wydajność 1417 l/min,
- ZENIT DRP 1000/4/100AOHT moc 8,9 kW wydajność 5-70 l/s.

Ze względu na długi czas eksploatacji, a co za tym idzie spadek efektywności i wzrost awaryjności urządzeń, w przyszłości w ramach kolejnej kompleksowej modernizacji oczyszczalni należy przewidzieć wymianę istniejących urządzeń oraz wyposażyć instalację w sondę pomiaru stężenia osadu odprowadzanego z osadników wtórnych. Należy również zautomatyzować proces odprowadzania osadu nadmiernego z układu, wprowadzając na przykład rozwiązania opisane w rozdziale 5.4.1.

Wymieniane urządzenia i instalacje należy dobrać na docelowe (wyłącznie dla I zrealizowanego etapu projektu) parametry eksploatowanej oczyszczalni ścieków – $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000,0\text{ m}^3/\text{d}$, $Q_{d\dot{m}ax} = 7\,800,0\text{ m}^3/\text{d}$. Dla potwierdzania założeń autorzy koncepcji wykonali szczegółowe obliczenia technologiczne – zgodne z ATV-131 (program „DENICOM – System wymiarowania oczyszczalni ścieków” wersja 1.70.41), które załączono na końcu opracowania jako Załącznik nr 4 - A – C, wykonano następujące symulacje:

A) Obliczenia w załączniku A wykonano na podstawie założeń projektowanych z 2016 roku wyszczególnione w operacie wodnoprawnym.

- **Załącznik A-1** – parametry na odpływie $S_{Nog.} = 15,0\text{ mgN/l}$, $S_{Pog.} = 2,0\text{ mgP/l}$,
- **Załącznik A-2** – parametry na odpływie $S_{Nog.} = 10,0\text{ mgN/l}$, $S_{Pog.} = 0,7\text{ mgP/l}$
(stężenie na odpływie zgodne z nową dyrektywą ściekową);
- **Załącznik A-3** – parametry na odpływie $S_{Nog.} = 15,0\text{ mgN/l}$, $S_{Pog.} = 2,0\text{ mgP/l}$, wariant z osadnikiem wstępnym i WKF,
- **Załącznik A-4** – parametry na odpływie $S_{Nog.} = 15,0\text{ mgN/l}$, $S_{Pog.} = 2,0\text{ mgP/l}$, wariant z KTSO.

B) Załącznik B przedstawia symulację na podstawie aktualnych parametrów pracy oczyszczalni jako średnia z ostatnich lat, zawiera wyniki obliczeń na podstawie danych z Rozdziału III.

- **Załącznik B-1** – $Q = 4\,400,0\text{ m}^3/\text{d}$, średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{Nog.} = 15,0\text{ mgN/l}$, $S_{Pog.} = 2,0\text{ mgP/l}$,

- **Załącznik B-2** – $Q = 4\,400,0 \text{ m}^3/\text{d}$, 85% prawdopodobieństwo występowania stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$,
 - **Załącznik B-3** – $Q = 4\,400,0 \text{ m}^3/\text{d}$, średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 10,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 0,7 \text{ mgP/l}$ (stężenie na odpływie zgodne z nową dyrektywą ściekową);
- C) Załącznik C zawiera wyniki obliczeń przy założeniu parametrów koncepcyjnych, zawiera wyniki obliczeń na podstawie danych z Rozdziału IV, dopływ docelowy $Q = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$.
- **Załącznik C-1** - $Q = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$, średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$,
 - **Załącznik C-2** - $Q = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$, średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 10,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 0,7 \text{ mgP/l}$ (stężenie na odpływie zgodne z nową dyrektywą ściekową),
 - **Załącznik C-3** - $Q = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$, 85% prawdopodobieństwo występowania stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$,
 - **Załącznik C-4** - $Q = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$, 85% prawdopodobieństwo występowania stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$, wariant z osadnikiem wstępnym i WKF.

Głównym czynnikiem wpływającym na efektywność procesu biologicznej denitryfikacji w oczyszczalniach komunalnych jest dostępność w ściekach w trakcie tego procesu związków węgla organicznego. Obniżona wartość wskaźnika stężenia azotu do stężenia łatworozkładalnych związków organicznych (N/BZT_5) w ściekach doprowadzanych do reaktora biologicznego (zależność opisana wcześniej w rozdziale III) ograniczy możliwość redukcji azotanów. Prowadząc w skrajnym wypadku do przekroczenia stężenia azotu ogólnego w ściekach odprowadzanych do odbiornika. W przypadku zaburzenia wartości tego wskaźnika rozwiązaniem wykorzystywanym do podniesienia efektywności procesu denitryfikacji jest dozowanie do części biologicznej oczyszczalni ścieków zewnętrznego źródła węgla organicznego (ZZW).

Zgodnie z przeprowadzonych symulacji i obliczeń w przypadku zaostrożonych parametrów azotu i fosforu na odpływie oraz/lub zmiany układu i zastosowaniu fermentacji **zachodzi** konieczność zastosowania w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie **zewnętrznego źródła węgla**. Poniżej zestawiono w tabeli 5.5 wyniki symulacji i obliczeń technologicznych dla symulacji A1 - A2, B1 - B3, C1 - C4.

Tabela 5.5. Porównanie obliczeń technologicznych w symulacjach:

Parametr	A-1	Uwaga	A-2	Uwaga	B-1	Uwaga	B-2	Uwaga	B-3	Uwaga	C-1	Uwaga	C-2	Uwaga	C-3	Uwaga	C-4	Uwaga	Istn. ob.
Przepływ średni dobowy $Q_{dśr}$ [m ³ /d]	6000		6000		4400		4400		4400		5261		5261		5261		5261		6000
Przepływ obliczeniowy (z godzin dziennych) Q_{obl} [m ³ /h]	250		250		184		184		184		219		219		219		219		250
Przepływ godzinowy maksymalny (okres pogody deszczowej) Q_{hmax}	500		500		367		367		367		438		438		438		438		500
Stężenie BZT ₅ w ściekach dopływających [mg/L]	420		420		422,86		422,86		510		473,6		473,6		510		510		420
Stężenie ChZT w ściekach dopływających [mg/L]	1050		1050		1026,5		1026,5		1268		1077,8		1077,8		1268		1268		1050

Analiza techniczno-technologiczna pracy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie
– koncepcja modernizacji oczyszczalni ścieków

Parametr	A-1	Uwaga	A-2	Uwaga	B-1	Uwaga	B-2	Uwaga	B-3	Uwaga	C-1	Uwaga	C-2	Uwaga	C-3	Uwaga	C-4	Uwaga	Istn. ob.
Stężenie zawiesiny ogólnej w ściekach dopływających [mg/L]	565		565		498,88		498,88		614		464		464		614		614		565
Stężenie azotu ogólnego w ściekach dopływających [mg/L]	90		90		90,42		90,42		103,2		99,5		99,5		103,2		103,2		90
Stężenie fosforu ogólnego w ściekach dopływających [mg/L]	12		12		10,74		10,74		12,28		10,2		10,2		12,28		12,28		12
<u>Reaktor biologiczny</u> [m ³]	8290	Stęż. osadu 5,5 kg/m ³	8337	Stęż. osadu 6,1 kg/m ³	8134,8	Stęż. osadu 3,7 kg/m ³	8227,2	Stęż. osadu 4,1 kg/m ³	8210,4	Stęż. osadu 4,1 kg/m ³	8273,6	Stęż. osadu 4,3 kg/m ³	8309,2	Stęż. osadu 4,8 kg/m ³	8264,2	Stęż. osadu 4,9 kg/m ³	8225,9	Stęż. osadu 3,9 kg/m ³	8315,5 przy 4,8 kg/m ³
<u>Maksymalne zapotrzebowanie na tlen</u> [kgO ₂ /h]	4385,2		4171,6		3239		3082		3889,8		4308,9		4117,4		4650,6		3266,4		3570
<u>Osadnik wtórny</u> <u>kubatura [m³]</u> – <u>sumaryczna objętość</u> <u>(2 szt.)</u>	2244		2336,7		1443		1488,3		1488		1803,3		1871		1884,6		1749,2		2284
<u>Osadnik wtórny</u> <u>średnica [m]</u> – <u>1 szt.</u>	23,32		24,56		16,39		17,25		17,25		19,30		20,39		20,61		18,38		21

Analiza techniczno-technologiczna pracy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie
– koncepcja modernizacji oczyszczalni ścieków

Parametr	A-1	Uwaga	A-2	Uwaga	B-1	Uwaga	B-2	Uwaga	B-3	Uwaga	C-1	Uwaga	C-2	Uwaga	C-3	Uwaga	C-4	Uwaga	Istn. ob.
<u>Osadnik wtórny</u> <u>powierzchnia [m²]</u> – 1 szt.	426,07		472,55		210,38		233,13		233,13		291,8		325,73		332,52		264,66		339
<u>Komora</u> <u>fermentacyjna [m³]</u>	-		-		-		-		-		-		-		-		1 827		-
<u>Osadnik wstępny</u> <u>kubatura [m³]</u>	-		-		-		-		-		-		-		-		438		-
<u>Osadnik wstępny</u> <u>średnica [m]</u>	-		-		-		-		-		-		-		-		16,91		-
<u>Osadnik wstępny</u> <u>powierzchnia [m²]</u>	-		-		-		-		-		-		-		-		223,94		-
<u>Zewnętrzne źródło</u> <u>węgla</u> <u>Stężenie azotanów</u> <u>do zredukowania</u> <u>[mgNO₃-N/l]</u>	-		3,15		-		3,0		-		-		2,7		-		24,2		-

Na podstawie obliczeń przeprowadzonych zgodnie z wymaganiami ATV-131 (wariant C-1/3 stwierdzono, że kubatura zbiorników części biologicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie jest odpowiednia dla prognozowanego dopływu ścieków – obliczeniowe stężenie osadu w reaktorze biologicznym wynosi 4,3 - 4,9 kg/m³. W związku z niewielkim prognozowanym wzrostem ładunku dopływającego nie ma potrzeby rozbudowy objętości zbiorników części biologicznej. **Dobrym rozwiązaniem jest budowa obiektów towarzyszących: zbiornika retencyjnego (spłaszczenie przepływów maksymalnych godzinowych) z instalacją separacji skratek budynkiem krat** – co opisano w podpunkcie 5.3 Część mechaniczna oczyszczalni ścieków.

W tabeli 5.5 porównano istniejące kubatury obiektów z obliczonymi na podstawie danych założonych w rozdziale III i IV. Dla każdego wariantu obliczeń kubatura jest wystarczająca, przy założeniu wyższych parametrów jakościowych pracy niż zakładano na etapie projektowym – co gwarantuje stabilne prowadzenie procesu i uzyskiwanie zgodnych z warunkami pozwolenia wodno-prawnego wyników.

Założenia w zakresie stężeń podstawowych wskaźników zanieczyszczeń w tabeli 5.5 oraz obliczone objętości zbiorników w tabeli powyżej, przygotowano w koncepcji zgodnie z wnioskami prognozowanej jakości ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie zamieszczonymi w tabel 4.2. (rozdział IV). Z punktu widzenia technologicznego uzyskane wartości autorzy koncepcji oceniają jak poprawne.

W związku z tym dla dalszego sprawdzenia, doborów urządzeń technologicznych, symulacji pracy i synchronizowania rozwiązań zgodnie z ATV przeprowadzono zgodnie z doświadczeniem autorów koncepcji **dla przepływu reprezentatywnego** ścieków przez oczyszczalnię w Sochaczewie (założonego na podstawie tabeli 3.2. z rozdziału III oraz stężeń i ładunków zanieczyszczeń), pozwalających na określenie rzeczywistej produkcji osadu ściekowego.

Jako kolejny wariant symulacji (**Załącznik C-4**) wykonano obliczenia dla układu technologicznego uzupełnionego o osadnik wstępny do generowania osadu wstępnego oraz fermentację beztlenową – WKF dla $Q_{d\acute{s}r} = 5\,261\text{ m}^3/\text{d}$ i szacowanej ilości osadu (wstępny + nadmierny) **3,302 Mg s.m./d**. Szczegółowy opis rozwiązania przedstawiono w rozdziale VI, punkt 6.6.

Dodatkowo w celu sprawdzenia możliwości pracy oczyszczalni przy parametrach ścieków odprowadzanych z układu po zmianach związanych z implementacją nowej dyrektywy ściekowej (opisanej w rozdziale 4.3), przeprowadzono symulację przedstawioną w załączniku A-2, B-2 oraz C-2. Stwierdzono, że zaostrożenie parametrów związków biogenych wpłynie na pracę układu biologicznego oczyszczalni ścieków - konieczne będzie wyłącznie doposażenie układu w instalację dozowania zewnętrznego źródła węgla.

Tabela 5.6 Kubatury obiektów w symulacji uwzględniającej budowę fermentacji beztlenowej

Obiekt/komora	Objętość czynna (projekt 1996 r.)	Objętość czynna Załącznik C-4
<u>Osadnik wstępny</u>	-	438 m ³
<u>Reaktor biologiczny</u>	8 310,0 m ³	8 225,9 m ³
<u>Wydzielona beztlenowa komora fermentacyjna</u>	-	6 259,3 m ³

Na podstawie powyższej tabeli 5.6 oraz przeprowadzonych symulacji założono, że obliczenia zawarte w załącznikach A1 - A2 oraz C1 - C4, odpowiednio dla przepływu projektowego (projekt z 1996 r.) $Q_{d\acute{s}r} = 6\,000\text{ m}^3/\text{d}$ oraz docelowego (według rozdziału IV) $Q_{d\acute{s}r} = 5\,261\text{ m}^3/\text{d}$, pozwalają na przeprowadzenie różnych ścieżek modernizacji:

1. Pozostawienie reaktora biologicznego (wzmocnienie i naprawienie ściany zbiornika zgodnie z projektem wykonawczym z 2022 roku) i osadników końcowych w niezmienionym kształcie. Budowa osadnika wstępnego i komory fermentacyjnej – rysunek **PZT-10** na końcu opracowania.
2. Pozostawienie reaktora biologicznego (wzmocnienie i naprawienie ściany zbiornika zgodnie z projektem wykonawczym z 2022 roku) i osadników wtórnych bez zmian. Budowa zbiornika retencyjnego, rezygnacja z fermentacji beztlenowej - rysunek **PZT-2** na końcu opracowania.
3. Budowa reaktora biologicznego, pozostawienie osadników wtórnych bez zmian. Przebudowa/remont reaktora biologicznego na zbiornik retencyjny. Budowa osadnika wstępnego i komory fermentacyjnej. Proponowaną lokalizację osadnika wstępnego i komory fermentacyjnej przedstawiono na rysunku **PZT-10** na końcu opracowania.
4. Budowa reaktora biologicznego, pozostawienie osadników wtórnych bez zmian. Przebudowa/remont reaktora biologicznego na zbiornik retencyjny, rezygnacja

- z fermentacji beztlenowej. Proponowaną lokalizację reaktora biologicznego przedstawiono na rysunkach **PZT-3** i **PZT-4**.
5. Budowa reaktora biologicznego, pozostawienie osadników wtórnych bez zmian. Przebudowa/remont reaktora biologicznego na zbiornik retencyjny i wiatę magazynową osadu. Budowa osadnika wstępnego i komory fermentacyjnej. Proponowaną lokalizację osadnika wstępnego i komory fermentacyjnej przedstawiono na rysunku **PZT-10** na końcu opracowania.
6. Budowa reaktora biologicznego, pozostawienie osadników wtórnych bez zmian. Przebudowa/remont reaktora biologicznego na zbiornik retencyjny i wiatę magazynową osadu. Budowa osadnika wstępnego i komory fermentacyjnej, rezygnacja z fermentacji beztlenowej - rysunek **PZT-3** na końcu opracowania.

Proponowane w tym punkcie przez autorów koncepcji możliwości rozbudowy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie przedstawiono na rysunkach załączonych na końcu opracowania.

5.4.1 Nadrzędny system sterowania procesami biologicznymi

Bardzo istotnym elementem technologicznym optymalizującym procesy prowadzone w reaktorach biologicznych oczyszczalni ścieków, który wpływa na zużycie energii elektrycznej, są nowoczesne układy napowietrzania wyposażone przede wszystkim we właściwe opomiarowanie i sterowanie układem biologicznym.

Układ sterujący napowietrzeniem w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie wykorzystuje wyłącznie sondę do pomiaru stężenia tlenu zainstalowaną w reaktorze biologicznym (jedna sztuka na dany ciąg technologiczny). Każdy z ciągów wyposażono w pomiar temperatury (jedna sztuka na dany ciąg technologiczny).

Na wielu zmodernizowanych oczyszczalniach do optymalizacji pracy reaktora biologicznego stosuje się nie tylko sterowanie układem napowietrzania z wykorzystaniem sond tlenowych, ale również pomiaru zawartości w ściekach azotanów i stężenia amoniaku. Sprzężenie pracy tych urządzeń umożliwia nie tylko bieżące monitorowanie zachodzących procesów, ale również optymalizację ilości wprowadzanego powietrza do napowietrzania i prowadzenia procesów nitrifikacyjnych.

Wykorzystanie dodatkowych sond (amoniaku i azotanów) w sterowaniu powietrzem oraz procesami recyrkulacji wewnętrznej, **ograniczy zużycie prądu generowanego przez**

instalację dmuchaw na poziomie 15 ÷ 20 %. Dodatkowe sondy sterujące procesem biologicznym mogą być włączone do systemu automatyki i po zastosowaniu dodatkowych algorytmów, będą regulowane i optymalizowane przez technologa oczyszczalni ścieków. Zwykle proces wypracowania takiego systemu wymaga przynajmniej pełnego okresu roku eksploatacji z uwagi na zmienne warunki prowadzenia procesu latem i zimą, kiedy procesy nitryfikacji z uwagi na temperaturę są znacznie ograniczone (w temperaturze 10 °C o około 50 %, w porównaniu z okresem letnim i temperaturą 20 °C). Innym rozwiązaniem jest zastosowanie w układzie automatyki zaawansowanego układu sterującego z przygotowanymi już algorytmami, uczącymi się zmienności działania obiektu. Takie rozwiązania oferuje czołowi producenci urządzeń kontrolno - pomiarowych (Hach Lange, Xylem Water Solutions Polska sp z o.o. - WTW, Endress Hauser Polska, Veolia, MCC, JML – Industry itp.). Nadrzędny nad SCAD-ą system sterowania, którego zadaniem będzie optymalizacja pracy części biologicznej oczyszczalni ścieków, wykorzystując algorytmy predykcyjne wypracowane na modelu matematycznym. Algorytmy na podstawie analizy napływu do bloków biologicznych z wyprzedzeniem dobierają nastawy urządzeń wykonawczych w celu stworzenia warunków optymalnych do usuwania zanieczyszczeń. Wszystkie niezbędne dane procesowe oraz eksploatacyjne takie jak:

- wartości parametrów mierzonych pomiarów online,
- zgłoszenia eksploatacyjne pomiarów online,
- zgłoszenia serwisowe pomiarów online;

będą wówczas przesyłane do nadrzędnego systemu sterowania SCADA/PLC, następnie walidowane a na ich podstawie system wykona obliczenia optymalnych nastaw pracy urządzeń. W systemie SCADA muszą być wykonane podstawowe pętle regulacyjne, w przypadku pracy z systemem w trybie wyłączonym oraz interfejs do obsługi systemu nadrzędnego. Przygotowanie optymalnych warunków do pracy dla osadu czynnego ma na celu uzyskanie efektu oczyszczania ścieków jak najmniejszym kosztem energetycznym. System dokonuje również ciągłej weryfikacji ilości podawanego powietrza, na zgodność z obliczonymi wytycznymi. Praca takim modulem jest w jednym ze stosowanych rozwiązań możliwa, jeśli układ technologiczny jest wyposażony w następujące urządzenia pomiarowe:

- przepływomierze ścieków surowych dopływających,

- stężenie azotu amonowego na dopływie do reaktorów biologicznych, pomiar w ściekach surowych przy pomocy analizatora kolorymetrycznego lub przy pomocy sondy jonoselektywnej,
- stężenie azotu amonowego (sonda jonoselektywna lub analizator zlokalizowany przy wylocie z komory do osadnika wtórnego),
- stężenie tlenu (ilość sond uzależniona od wielkości).

Innym dedykowanym sterowaniem jest moduł sterowania zależny od zawartości azotanów, który ma na celu określanie odpowiednich nastaw dla mieszadeł pompowych (recyrkulacji wewnętrznej) w oparciu o analizę pracy komory. Obliczone nastawy uwzględniają zdolność procesów denitryfikacji tak, aby skutecznie usuwać azot azotanowy jak najmniejszym kosztem. Wymaga to zastosowania następujących urządzeń pomiarowych:

- sondy azotu azotanowego (optyczna bądź jonoselektywna) umieszczona w komorze denitryfikacji,
- przepływomierza recyrkulacji wewnętrznej.

Można również (w przypadku oczyszczalni w Sochaczewie opcjonalnie, bo analiza wyników z rozdziału III nie wykazała obecnie takiej potrzeby – w badanym okresie od styczeń 2017 roku do września 2025 roku nie zaobserwowano przekroczenia stężenia fosforu ogólnego) zastosować moduł sterujący układem chemicznego strącania zawartych w ściekach ortofosforanów. Do jego sterowania wykorzystuje się pomiar ilości dopływającego do oczyszczalni fosforu - ortofosforanowego. Obliczone zapotrzebowanie jest realizowane poprzez odpowiednie nastawy pomp dozujących środków chemicznych. Algorytm dokonuje bieżącej korekty poprzez kontrolę stężenia fosforanów w ściekach oczyszczonych, wymagane urządzenia pomiarowe dla sterowania z wykorzystaniem tego modułu to:

- pomiar stężenia fosforu fosforanowego w ściekach surowych,
- przepływomierz ścieków surowych dopływających do każdego z ciągów technologicznych indywidualnie,
- pomiar stężenia fosforu fosforanowego w ściekach oczyszczonych,
- przepływomierz ścieków oczyszczonych.

Istotnym elementem dla poprawy efektywności pracy układu usuwania osadu z układu biologicznego oczyszczalni jest sterowanie ilością odprowadzanego z układu osadu nadmiernego, w zależności od temperatury ścieków, stężenia osadu w komorach oraz

od możliwości odbioru osadu nadmiernego, wypracowuje się kontrolowane jego usuwanie z układu. Wymagane urządzenia pomiarowe to sonda gęstości osadu w komorze reaktora biologicznego osadu czynnego, gęstości osadu nadmiernego na rurociągu spustowym i informacje z przepływomierza osadu nadmiernego.

Wszystkie rozwiązania sterowania układem biologicznym między innymi:

- sterowanie układem napowietrzania z wykorzystaniem sond tlenowych,
- pomiar zawartości w ściekach azotanów i stężenia amoniaku,

oraz sprzężenie pracy tych urządzeń, umożliwia nie tylko bieżące monitorowanie zachodzących procesów, ale również optymalizację objętości zużywanego powietrza do napowietrzania komory reaktora biologicznego oczyszczalni ścieków.

Wykorzystywanie dodatkowych sond do pomiaru stężenia amoniaku i azotanów w sterowaniu powietrzem oraz procesami recyrkulacji wewnętrznej, ograniczy zużycie prądu generowanego przez instalację napowietrzania o 15 – 20 %.

Jednym z bardziej znanych systemów sterowania reaktorem biologicznym oczyszczalni ścieków jest system RTC firmy Hach Lange. Rozwiązanie jest modułowym systemem sterowania on-line prowadzącym dynamiczną analizę i optymalizację działania wybranych procesów oczyszczania ścieków. Analizując wartości pomiarów wybranych parametrów technologicznych w istotnych dla optymalizacji prowadzenia procesu punktach oczyszczalni, określa się na tej podstawie wartości optymalne parametrów prowadzenia procesu, takich jak: napowietrzanie, recyrkulacja wewnętrzna, dozowanie zewnętrznego źródła węgla, polielektrolitu itp. Każdy mierzony parametr jest walidowany w celu odrzucenia błędnych odczytów z przetworników pomiarowych.

System RTC – grupa obejmuje system sterowania nadrzędnego. Przewidziano tutaj moduły sterowania napowietrzaniem N-RTC bazując na modelu matematycznym ASM1 dla dwóch stref napowietrzania oraz moduł IRC-RTC optymalizujący recyrkulację wewnętrzną na podstawie pomiarów azotu azotanowego. Opis modułów w kartach katalogowych producenta załączone na końcu opracowania.

Do optymalizacji napowietrzania w systemie RTC dla oczyszczalni w Sochaczewie proponuje się wykorzystać modułowy system optymalizacji działający na podstawie pomiarów on-line wyposażony w moduły optymalizacji procesów nityfikacji i denityfikacji oraz wieku osadu. Moduł optymalizacji procesów nityfikacji i denityfikacji w czasie rzeczywistym będzie

określał wymaganą dla bieżących warunków pracy **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** długość czasu napowietrzania oraz czasu mieszania komory napowietrzanej reaktora biologicznego. Optymalizacja i określanie czasów trwania obu tych faz będzie odbywała się na podstawie pomiarów stężenia azotu amonowego i azotanowego na końcu komory napowietrzanej, przy czym będą brane pod uwagę nie tylko wartości bezwzględne tego stężenia, ale również trend i szybkość zmian. Dodatkowo system będzie umożliwiał wprowadzenie nastaw czasowych ograniczających długość trwania poszczególnych faz. Moduł optymalizacji nitrifikacji i denitrifikacji będzie określał optymalną, wymaganą do zapewnienia w czasie trwania napowietrzania wartość stężenia tlenu rozpuszczonego dla ciągu technologicznego. Reaktor będzie wyposażony we własny, niezależny algorytm zarządzania fazami napowietrzania/bez napowietrzania oraz indywidualny układ pomiarowy. Umożliwi to dopasowanie warunków tlenowych do ładunków ścieków dopływających. Moduł wieku osadu będzie miał za zadanie zapewnienie adaptacyjnego sterowania wiekiem osadu w celu zabezpieczenia procesu nitrifikacji, przy jednoczesnej optymalizacji napowietrzania. Moduł ten na podstawie bilansu masowego osadu czynnego i nadmiernego, stężenia tlenu rozpuszczonego oraz temperatury lub nastaw ręcznych operatora, będzie określał niezbędną do usunięcia z układu ilość osadu nadmiernego. System będzie obliczał wartość rzeczywistego tlenowego wieku osadu w reaktorach z wykorzystaniem przesuwanego horyzontu czasowego oraz sugerował optymalną wartość wieku osadu na podstawie pomiaru temperatury. Przy zastosowaniu modułu wieku osadu praca reaktora biologicznego będzie prowadzona ze zmiennym stężeniem suchej masy osadu w ciągu roku, ale przy utrzymaniu założonego, optymalnego dla danych warunków środowiskowych wieku osadu.

Dodatkowo moduł wieku osadu będzie uwzględniał w swoich nastawach wartości ograniczające takie, jak: minimalne i maksymalne stężenie suchej masy osadu w reaktorze napowietrzanym, minimalny wiek osadu, minimalną i maksymalną wydajność pomp osadu nadmiernego.

Jeżeli z jakiegoś powodu niezbędne do działania modułu optymalizującego wartości pomiarowe nie będą dostępne, lub walidacja sygnałów pomiarowych niezbędnych do jego pracy będzie zbyt niska, moduł optymalizacji powinien automatycznie przełączyć się w tryb pracy rezerwowej na podstawie wyłącznie wartości stężenia azotu amonowego lub azotanowego, a w ostateczności od nastaw czasowych.

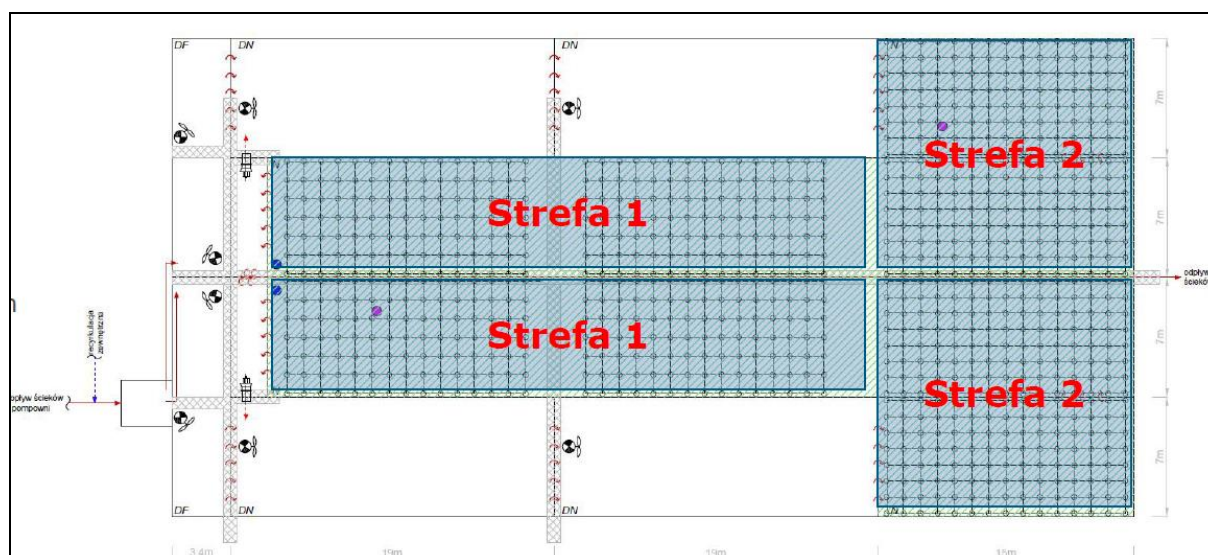
Komunikacja, funkcjonalność modułu optymalizacyjnego:

- moduł optymalizacji typu plug-and-play – sprawdzone, fabrycznie zaprogramowane gotowe algorytmy zainstalowane na dedykowanym komputerze,
- bezpośrednia współpraca z systemem pomiarowym (AKP) oraz z systemem walidacji pomiarów technologicznych, ocena wewnętrznych komunikatów instrumentów procesowych,
- przesyłanie wartości pomiarów technologicznych, walidacji sygnałów pomiarowych oraz dodatkowych sygnałów pomiarowych, np. przepływów, poprzez przetworniki pomiarowe lub sterowniki systemu PLC/SCADA do komputera przemysłowego systemu optymalizacyjnego,
- przesyłanie wartości optymalnych nastaw wybranych parametrów z komputera przemysłowego systemu optymalizacyjnego do SCADA,
- fabrycznie zaprogramowane algorytmy,
- parametryzacja z poziomu wizualizacji systemu optymalizacji (dostęp do wizualizacji z każdego komputera w sieci LAN oczyszczalni ścieków lub z panelu dotykowego systemu optymalizacyjnego zabudowanego w elewacji szafy automatyki),
- strategia bezpieczeństwa (w przypadku zaniku informacji o danym stężeniu lub przepływie, automatyczne uruchomienie alternatywnego wariantu rezerwowego do momentu przywrócenia sygnału),
- możliwość prostej rozbudowy systemu o dodatkowe moduły optymalizacyjne.

Wszystkie moduły kontroli procesu technologicznego RTC firmy Hach Lange działają wspólnie w celu zapewnienia optymalnej i pełnej kontroli procesu oczyszczania oraz automatycznego dostosowania parametrów pracy oczyszczalni do zmian ładunków zanieczyszczeń w ściekach surowych i zadanych wartości granicznych ścieków oczyszczonych w czasie rzeczywistym. W efekcie końcowym uzyskuje się stabilne warunki pracy części ściekowej i osadowej oczyszczalni ścieków przy zmniejszonym zapotrzebowaniu na energię elektryczną oraz środki chemiczne, jak na przykład polielektrolit, przy jednoczesnym spójnym sterowaniu i monitoringu przebiegu procesów oczyszczania ścieków na podstawie pomiarów on-line. Propozycja firmy Hach Lange umożliwia zakup modułowy proponowanych rozwiązań, umożliwiając etapowanie rozbudowy systemu o kolejne moduły, w zależności od potrzeb oraz technicznej możliwości wprowadzenia na obiekt pomiarów oraz wykorzystania uzyskiwanych z modułów nastaw.

Koncepcja sterowania dla oczyszczalni ścieków w Sochaczewie za pomocą Systemu RTC firmy Hach Lange oraz podstawowe elementy systemu opisano poniżej:

- Optymalizacja przy pomocy modułów napowietrzania oraz recyrkulacji.
- Sterowanie dwiema strefami napowietrzania na każdym z reaktorów.
- Stężenie tlenu strefy 1 oraz 2 powinno być sterowane przy pomocy przepustnicy z napędem elektrycznym.
- Konieczność wyposażenia reaktorów w niezbędne pomiary form azotu oraz pomiary tlenu.
- Mieszadła recyrkulacji wewnętrznej powinny posiadać falownik tak aby móc regulować przepływ recyrkulacji.

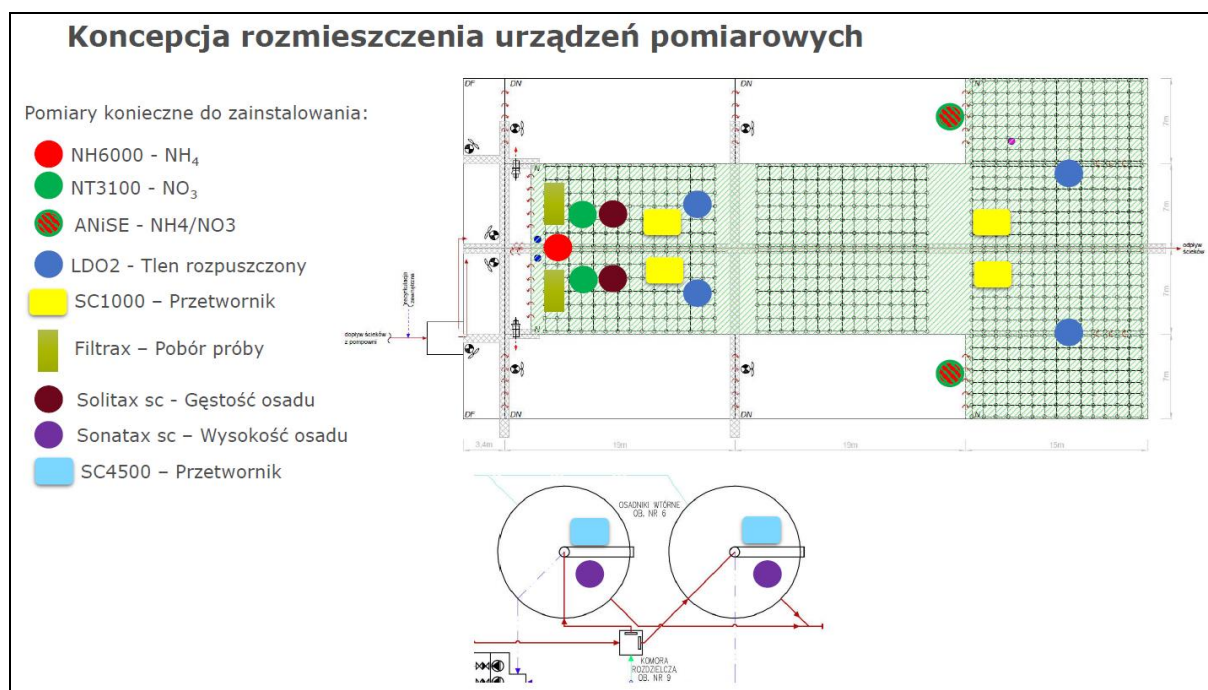


Proponowane pomiary jakości ścieków

Niezbędne pomiary:

- Analizator odczynnikowy Amtax sc dwukanałowy – 1 sztuka – pomiar NH_4 na wylocie z reaktora biologicznego Ob. nr 5a oraz Ob. 5b;
- Sonda optyczna NT3100sc – 2 sztuki – pomiar NO_3 na wylocie z reaktora biologicznego Ob. nr 5a oraz reaktora biologicznego Ob. 5b;
- Sonda jonoselektywna ANiSE – 2 sztuki – jednoczesny pomiar NO_3 oraz NH_4 na wylocie z drugiej komory nitrifikacji reaktora biologicznego Ob. nr 5a oraz Ob. 5b;
- Sonda optyczna LDO2 – 4 sztuki – pomiar O_2 – na każdej ze stref napowietrzania;

- Pobór oraz filtracja próby na potrzeby analizatora NH6000 – 2 sztuki – na wylot z każdego **reaktora biologicznego Ob. nr 5a oraz Ob. 5b**;
- Sonda optyczna Solitaxsc – 2 sztuki – pomiar gęstości osadu na każdy **reaktor biologiczny Ob. nr 5a oraz Ob. 5b**;
- Przetwornik pomiarowy SC1000 – 4 sztuki – po 2 sztuki na każdy **reaktor biologiczny Ob. nr 5a oraz Ob. 5b**;
- Sonda wysokości osadu Sonataxsc – 2 sztuki – po 1 sztuce na **osadniku wtórnym Ob. nr 6a oraz 6b**;
- Przetwornik pomiarowy SC4500 – 2 sztuki – po 1 sztuce na każdy z reaktorów biologicznych.



Koncepcja rozmieszczenia urządzeń pomiarowych – azot amonowy

Pomiary konieczne do zainstalowania:

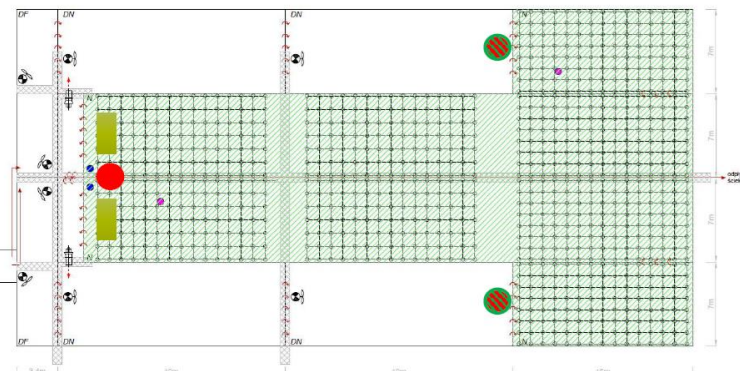
- NH6000 - NH_4
- ANiSE - NH_4/NO_3
- Filtrax – Pobór próby



Sonda wyposażona w elektrody jonoselektywne (ISE) jest przeznaczona do jednoczesnego pomiaru zawartości NH_4 i NO_3 . Co czyni ją unikalną? Interferencje jonów K i Cl są jednocześnie kompensowane przez zintegrowane elektrody ISE, co zapewnia dokładność wyników przez 24 godz/7 dni.



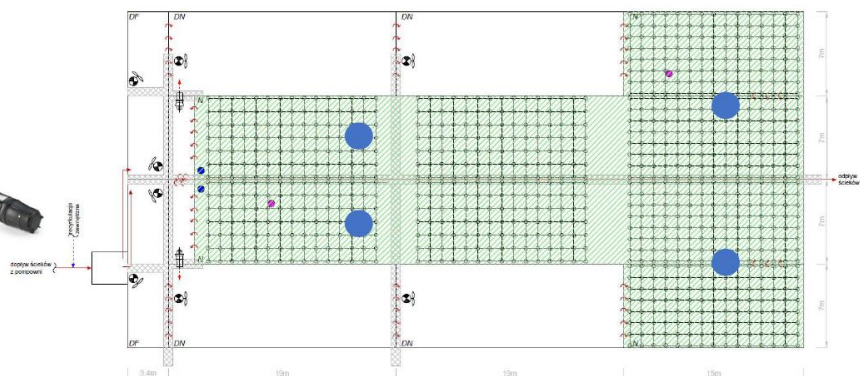
Analizator NH6000 sc w nowej, odświeżonej wersji. Urządzenie to wykorzystuje metodę pomiarową opartą na elektrodzie gazoczułej. Dzięki temu wyniki stężeń azotu amonowego są niezwykle dokładne.



Koncepcja rozmieszczenia urządzeń pomiarowych – pomiar tlenu

- LDO2 - Tlen rozpuszczony

Sonda LDO nowej generacji firmy Hach (luminescencyjna metoda pomiaru stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie) nie wymaga kalibracji przez cały okres żywotności nasadki czujnika, który wynosi 2 lata.

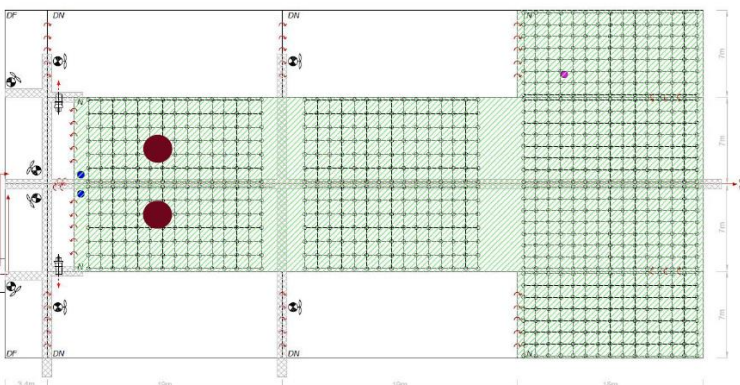


Koncepcja rozmieszczeniem pomiarów – gęstość osadu

- Solitax sc - Gęstość osadu



Wysoko precyzyjna sonda procesowa do pomiaru mętności z PVC. Pomiar mętności 90° zgodnie z normą DIN EN ISO 7027. Czasochłonna, wielopunktowa kalibracja, wymagająca serii rozcieńczeń, zastąpiono pojedynczym współczynnikiem korekcji. Okienka pomiarowe są czyszczone przez wycieraczkę.



Proponowane moduły RTC na część biologicznego oczyszczania ścieków w Sochaczewie

- Moduł N-RTC – 2 sztuki – RTC jest modulem, którego działanie oparto na modelu matematycznym IWA ASM1, który oblicza wymagane stężenie tlenu rozpuszczonego w komorze napowietrzanej, zapewniające osiągnięcie wymaganej wartości stężenia azotu amonowego w ściekach oczyszczonych. Moduł ten łączy w sobie zalety sterowania w pętli otwartej oraz ze sprzężeniem zwrotnym.
- Moduł IRC-RTC – 2 sztuki – optymalizuje przepływ recyrkulacji wewnętrznej. W ten sposób poprawia usuwanie azotu ogólnego i ogranicza ryzyko zakłócenia procesu sedymentacji w osadnikach wtórnych w wyniku procesu denitryfikacji. Ponadto zużycie energii na napowietrzanie jest zminimalizowane i następuje odzysk zasadowości, co jest istotne z uwagi na zużywanie zasadowości w procesie nitryfikacji.

Koszt zakupu (na bazie oferty załączonej w dodatkowym opracowaniu - Załącznik) proponowanego systemu optymalizacji RTC wraz z niezbędną armaturą, modułami, serwerem OPC, komputerem technologicznym oraz uruchomienie wynosi 1 109 853,00 zł netto dla istniejącego układu technologicznego oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

Innym przykładem rozwiązania systemu predykcyjnego sterowania częścią biologiczną oczyszczalni o podobnej strukturze jest przedstawiona przez autorów koncepcji, poniżej wersja sterowania z dostawcą rozwiązania firmą Xylem Water Solutions Polska sp. z o.o. - WTW.

Do optymalizacji napowietrzania z wykorzystaniem aparatury kontrolno-pomiarowej WTW dla oczyszczalni w Sochaczewie proponuje się wykorzystać **modułowy system optymalizacji typu NSS** działający na podstawie pomiarów on-line, wyposażony w moduły optymalizacji procesów nitryfikacji i denitryfikacji, sterowanie ilością powietrza, wieku osadu oraz recyrkulacją wewnętrzną i zewnętrzną. System sterowania również pracuje w czasie rzeczywistym, prowadząc dynamiczną analizę i optymalizację działania wybranych procesów oczyszczania ścieków, bazujący na zaawansowanych modelach matematycznych dostosowanych do konfiguracji i działania Oczyszczalni Ścieków w Sochaczewie.

Algorytmy sterowania z wykorzystaniem aparatury pomiarowej on-line będą analizowały w sposób ciągły aktualne ładunki zanieczyszczeń w ściekach napływający do części

biologicznej oczyszczalni i aktualne warunki przebiegu procesu technologicznego (temperatura, stężenie osadu itd.), a także jakość ścieków w komorach bioreaktorów. Na tej podstawie określone będą optymalne wartości parametrów technologicznych takich jak: stężenie tlenu, stopień recyrkulacji wewnętrznej, stopień recyrkulacji zewnętrznej, ilość odprowadzanego osadu nadmiernego dawka koagulantu do chemicznego strącania fosforu. Każdy jakościowy pomiar on-line wykorzystywany przez NSS powinien być walidowany w celu odrzucenia błędnych odczytów z przetworników pomiarowych.

NSS ma optymalizować pracę oczyszczalni przy zmiennych ładunkach ścieków dopływających do oczyszczalni, jest on otwarty na ewentualną rozbudowę i elastyczny. Musi mieć możliwość głębokiej optymalizacji i dostosowania do wymagań i warunków funkcjonowania oczyszczalni w Sochaczewie. Informacje z urządzeń pomiarowych będą odczytywane przez lokalne sterowniki PLC i przesyłane dalej do NSS poprzez sieć przemysłową oczyszczalni.

System jest wyposażony w następujące funkcjonalności i spełniać poniższe warunki:

- Lokalizacja wymaganego sprzętu, jego praca obliczeniowa i wszystkie funkcjonalności są realizowane lokalnie na obiekcie wyłączając rozwiązania chmurowe.
- nadrzędny do systemu sterowania SCADA/PLC.
- Działa niezależnie od podstawowych algorytmów sterowania realizowanych w lokalnych sterownikach PLC.
- Jest wyposażony w graficzny interfejs użytkownika na poziomie czytelnych grafik stanu zmiennych z obiektów związanych z procesami na obiektach, wyświetlanie komunikatów alarmowych i diagnostycznych.
- Umożliwia obserwację przebiegu procesu w oparciu o swobodnie konfigurowalne wykresy ze zmiennych procesowych – bieżących i w oparciu o dane archiwalne.
- Wykorzystuje istniejącą sieć komunikacji Ethernet systemu SCADA poprzez bezpośrednią wymianę informacji z lokalnymi sterownikami PLC i istniejącą wizualizacją. Informacje z urządzeń pomiarowych i wykonawczych są odczytywane przez lokalne sterowniki PLC i przesyłane dalej do NSS poprzez sieć przemysłową oczyszczalni. Nie wymaga się konieczności wykonania dodatkowego okablowania w celu bezpośredniego połączenia urządzeń wykonawczych i pomiarowych z NSS.
- Umożliwia zdalny nadzór, administrowanie i parametryzację przez Internet z komputerów i urządzeń mobilnych. Zdalny dostęp jest zabezpieczony dwustopniowym

uwierzytelnieniem i szyfrowaniem sprzętowym. Połączenie realizuje się w oparciu o połączenie VPN punkt do punktu i klucz, ale bez logowania do chmury i bez opłat abonamentowych.

- Wszystkie algorytmy optymalizacji są w NSS zainstalowanym na bezwentylatorowym komputerze przemysłowym w wydzielonej szafce serwerowej. W lokalnych sterownikach PLC znajdują się tylko podstawowe algorytmy sterowania na wypadek awarii.
- Wykonywanie nastaw z NSS odbywa się poprzez sterowniki lokalne PLC. System nadrzędny wykonuje obliczenia nastaw optymalizujących pracę oczyszczalni, podczas gdy podstawowy system sterowania urządzeniami wykonawczymi i zbierający dane z urządzeń pomiarowych pracuje na poziomie lokalnych sterowników PLC wraz z obsługą alarmów, nadzorem pracy urządzeń mechanicznych itp.
- NSS zawiera graficzny interfejs użytkownika w celu wizualizacji stanu pracy systemu oraz w celu dokonywania ustawień i regulacji systemu. Autoryzowani użytkownicy będą mieć zdalny dostęp do systemu w celu jego parametryzacji i nadzoru.
- Archiwizacja stanu procesu w oparciu o sygnały z obiektu doprowadzone ze sterowników- tworzenie archiwum danych z prowadzonego procesu: pomiarów, nastaw, załączeń urządzeń, stanów alarmowych, historii zmian parametrów wraz z informacją, który użytkownik tych zmian dokonał i kiedy. System przechowuje archiwizowane dane przez minimum 5 lat z częstotliwością minimum raz na minutę.
- Interfejs użytkownika NSS działa niezależnie od systemu wizualizacji, ale musi mieć również możliwość dwukierunkowej wymiany informacji z istniejącą wizualizacją tak, aby podstawowe parametry były dostępne na istniejącej wizualizacji dla operatora, bez konieczności każdorazowego logowania się bezpośrednio do NSS. Posiada możliwość współpracy z urządzeniami pomiarowymi różnych producentów i dostawców i w żaden sposób nie limituje i nie narzuca konkretnej marki aparatury kontrolno-pomiarowej.
- NSS prowadzi walidację jakości danych otrzymywanych z urządzeń pomiarowych. Algorytmy sprawdzania jakości danych muszą znajdować się na komputerze nadrzędnego systemu sterowania i czerpać dane z urządzeń pomiarowych poprzez sieć SCADA/PLC bez konieczności budowy w tym celu dedykowanej sieci na obiekcie i wyposażania urządzeń pomiarowych w dodatkowe elementy.

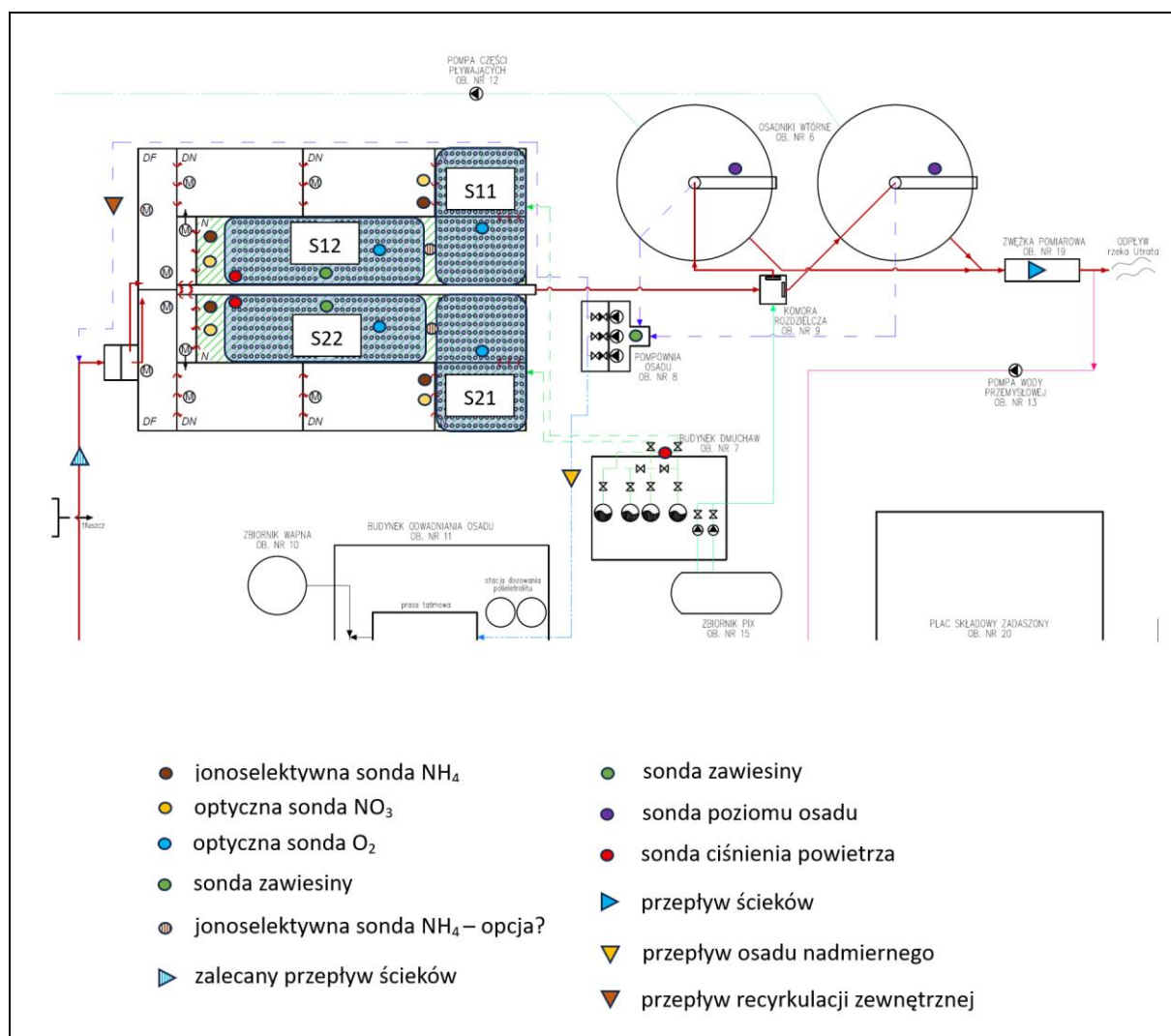
- Użytkownik ma możliwość ręcznego włączania lub wyłączania trybów sterowania w poszczególnych modułach, jak również pracy systemu w trybie całkowicie automatycznym.

Nadrzędny system sterowania NSS posiada jak większość dostępnych na rynku rozwiązań serwis technologiczny oraz informatyczny na terenie kraju. Wizualizacja jest wykonana w taki sposób, żeby obsługa systemu była łatwa i czytelna. System jest wyposażony w kontrolę dostępu (hasła) w celu uniemożliwienia ingerencji osobom nieupoważnionym. Podział uprawnień poszczególnych pracowników ustalany jest z eksploatatorami i technologami oczyszczalni ścieków. Rozwiązanie WTW zakłada, że oprogramowanie NSS będzie zainstalowane na komputerze przemysłowym w serwerowni. Komputer będzie podłączony do sieci przemysłowej Ethernet oczyszczalni, do której podłączone są również obiektowe sterowniki PLC i stacja operatorska z wizualizacją. NSS posiada własny interfejs graficzny do obserwacji, parametryzacji i kalibracji pracy algorytmów sterowania. Dostęp do interfejsu graficznego NSS realizowany jest poprzez zdalny pulpit z sieci oczyszczalni oraz poprzez Internet. Interfejs graficzny NSS zawiera pełną parametryzację systemu, wyświetlanie oraz archiwizację komunikatów i alarmów NSS, konfigurowalne wykresy graficzne, konta i logowanie użytkowników, rejestrację zmian parametrów (kto zmienił parametr, kiedy i na jaką wartość) oraz diagnostykę aparatury pomiarowej. NSS komunikuje się z istniejącą stacją operatorską i obiektowymi sterownikami PLC poprzez sieć obiektową oczyszczalni. Wartości pomiarowe i dane diagnostyczne z systemu pomiarowego oraz nastawy dla urządzeń wykonawczych są przesyłane z/do NSS za pośrednictwem istniejących sterowników PLC. Istniejąca wizualizacja oczyszczalni jest rozbudowywana o dodatkowe, dedykowane dla NSS ekrany, na których dostępne są dla operatora zmianowego podstawowe parametry pracy NSS. System alarmów i komunikatów stacji operatorskiej jest uzupełniony o podstawowe alarmy i komunikaty NSS. Komunikacja między komputerem NSS a stacją operatorską realizowana jest poprzez sieć obiektową oczyszczalni.

System nadrzędny dla oczyszczalni ścieków w Sochaczewie przewiduje zastosowanie następujących modułów sterowania NSS:

a) Moduł sterowania procesem napowietrzania

Dla każdego ciągu, przewiduje się wydzielenie dwóch stref napowietrzania. Każda strefa z indywidualnym pomiarem stężenia tlenu. Proponowane opomiarowanie przedstawiono na rysunku 5.1a poniżej.



Rysunek 5.1a. Pomiary niezbędne do kontroli procesu oczyszczania ścieków i działania NSS oraz podział reaktora na strefy napowietrzania.

Zastosowanie takiego rozwiązanie pozwala elastycznie i optymalnie sterować napowietrzaniem wzdłuż ciągów reaktora za pomocą poniższych trybów:

- Tryb predykcyjnego sterowania stężeniem tlenu za pomocą modelu matematycznego. Na podstawie pomiarów stężenia N-NH₄ przed strefą napowietrzania S11 i S21 (koniec komory denitryfikacji), zawiesiny ogólnej oraz pomiarów dopływu ścieków i strumieni

recyrkulacji, obliczane będzie za pomocą modelu matematycznego wymagane, zadane stężenie tlenu dla strefy S11 i S21.

- Tryb sterowania stężeniem tlenu w funkcji stężenia $N-NH_4$ – Zadane stężenie tlenu dobierane będzie na podstawie pomiaru stężenia $N-NH_4$ w odpływie ze stref napowietrzania (niezależnie dla każdej strefy).
- Tryb sterowania ze stałym stężeniem tlenu w strefach napowietrzania – niezależnie każda strefa. W strefach napowietrzania utrzymywane będzie stałe, zadane ręcznie przez operatora stężenie tlenu.

b) Moduł sterowania recyrkulacją wewnętrzną

Projektuje się zastosowanie modułu sterowania recyrkulacją wewnętrzną, który będzie pracował niezależnie dla każdego reaktora w następujących trybach:

- Tryb sterowania w funkcji stężenia $N-NO_3$ i $N-NH_4$.

Wymagane natężenie przepływu recyrkulacji wewnętrznej dla osiągnięcia zadanego stężenia $N-NO_3$ obliczane będzie na podstawie pomiarów stężenia $N-NO_3$ w odpływie ze strefy nitryfikacji (OB-4C), stężenia $N-NH_4$ w odpływie z komory denitryfikacji (OB-4B), oraz pomiarów dopływu ścieków i strumienia recyrkulacji zewnętrznej. Tryb sterowania w funkcji stężenia $N-NO_3$.

- Tryb sterowania w funkcji stężenia $N-NO_3$.

Wydajność mieszadeł pompujących recyrkulacji wewnętrznej regulowana będzie na podstawie pomiaru stężenia $N-NO_3$ w odpływie ze strefy nitryfikacji (OB-4C).

- Tryb sterowania w funkcji natężenia dopływu ścieków surowych.

Przepływ recyrkulacji wewnętrznej obliczany będzie na podstawie pomiarów natężenia dopływu ścieków do oczyszczalni oraz zadanej wartości przepływu recyrkulacji wewnętrznej wyrażonej jako % dopływu ścieków.

c) Moduł sterowania recyrkulacją zewnętrzną

Sterowanie recyrkulacją zewnętrzną będzie możliwe w następujących trybach:

- Tryb sterowania w funkcji poziomu osadu w osadnikach wtórnych z kontrolą stężenia osadu recykulowanego

Przepływu recyrkulacji zewnętrznej będzie tak regulowany, aby utrzymać stały, zadany poziom osadu w osadnikach wtórnych. Projektuje się, aby zadany poziom warstwy osadu w OWT mógł być również regulowany automatycznie przez NSS w funkcji zadanego stężenia suchej masy osadu recykulowanego.

- Tryb sterowania na podstawie bilansu masy bioreaktora

Przepływ osadu recykulowanego utrzymywany będzie na poziomie obliczonego przez system sterowania pożądanego stopnia recyrkulacji, , na podstawie pomiarów stężenia zawiesiny w bioreaktorach i osadzie recykulowanym.

- Stały przepływ recyrkulacji zewnętrznej

Przepływ osadu recykulowanego utrzymywany będzie na poziomie zadanego przez Operatora % dopływu ścieków do bioreaktorów.

d) Moduł sterowania wiekiem osadu z kontrolą stężenia osadu czynnego w bioreaktorach

Moduł będzie obliczał objętość osadu nadmiernego do odprowadzenia w kolejnej dobie dla utrzymania zadanej wartości wieku osadu oraz zadanego stężenia osadu czynnego w bioreaktorach. Objętość odprowadzonego osadu obliczana będzie na podstawie pomiaru poziomu osadu w komorze stabilizacji osadu.

e) Moduł sterowania systemem napowietrzania - dmuchawami i przepustnicami powietrza

Na podstawie obliczeń zapotrzebowania na tlen w reaktorach oraz modelu systemu napowietrzania, utrzymywane będzie optymalne ciśnienie w systemie dystrybucji powietrza celem uzyskania maksymalnego ograniczenia zużycia energii elektrycznej na napowietrzanie bioreaktora, przy zachowaniu wymaganych parametrów jakości oczyszczonych ścieków. Moduł ten będzie dodatkowo pełnił funkcję kontroli stopnia kolmatacji dyfuzorów oraz ich okresowego przedmuchiwania.

f) Moduł walidacji pomiarów

W przypadku kluczowych pomiarów dla działania modułów sterowania prowadzona będzie bieżąca analiza ich buforów diagnostycznych, komunikatów alarmowych, zmienności wartości pomiarów w czasie, danych o przeglądach serwisowych i czyszczeniach. Wynikiem tej analizy będzie wskaźnik jakości pomiaru dla poszczególnych urządzeń pomiarowych, na podstawie którego system sterowania będzie oceniał wiarygodność i przydatność pomiaru w algorytmach sterowania i generował odpowiednie komunikaty. oczyszczonych ścieków.

g) Moduł sterowania od wartości historycznych

W przypadku kluczowych pomiarów dla działania modułów sterowania prowadzona będzie W przypadku awarii lub spadku wskaźnika jakości pomiaru jednego lub kilku kluczowych dla systemu sterowania urządzeń pomiarowych, działanie systemu opierać się będzie na zarejestrowanych wartościach historycznych pomiarów do czasu usunięcia usterki urządzeń pomiarowych.

h) Moduł autokalibracji modelu matematycznego oczyszczalni

Na podstawie zbieranych danych historycznych moduł autokalibracji modelu matematycznego będzie systematycznie korygować parametry modelu, tak aby właściwie symulować proces nitrifikacji w reaktorze biologicznym bez konieczności ręcznej korekty współczynników kinetycznych i stechiometrycznych modelu.

Po zakończeniu wszystkich czynności związanych z wymianą i montażem nowych urządzeń, wdrożeniem NSS oraz ustaleniem i wyregulowaniem parametrów pracy NSS, niezbędne jest przeprowadzenie minimum 12 tygodniowego okresu Prób Końcowych.

W terminie do 4 tygodni od zakończenia Prób Końcowych, Wykonawca sporządzi i dostarczy Zamawiającemu Raport Końcowy z przeprowadzonych Prób Końcowych i rozruchu z potwierdzeniem parametrów technologicznych.

Po okresie prób końcowych wymaga się minimum 12-miesięcznego okresu nadzoru technologicznego i technicznego Wykonawcy nad działaniem systemu nadrzędnego.

UWAGI

1. Mieszadła pompujące recyrkulacji wewnętrznej **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** muszą pracować na falownikach (nie jak obecnie na poziomie minimum);
2. Pompy recyrkulacji zewnętrznej **pompowni osadu Ob. nr 8** tak jak dotychczas będą pracowały z wykorzystaniem falowników;
3. Założono, że każda sekcja napowietrzania musi być wyposażona w przepustnice z napędem regulacyjnym;
4. Na końcach rurociągów powietrza przewiduje się pomiary ciśnienia, chyba że będzie jeden rurociąg dla obu ciągów, to wtedy oczywiście wystarczy jeden pomiar ciśnienia na końcu tego rurociągu;
5. Zdecydowanie zaleca się montaż pomiaru przepływu ścieków przed reaktorami – jeden, przy założeniu równego rozkładu ścieków na oba ciągi.

Przewiduje się zastosowanie następujących urządzeń kontrolno-pomiarowych:

- **Przetwornik uniwersalny (Reaktor biologiczny istniejący/ nowo projektowany)**

System kontrolno-pomiarowy będzie bazował na przetworniku wielokanałowym, który pomieści do 20 sond pomiarowych z przenośnym wyświetlaczem. Panele operatorskie będą pełniły równocześnie funkcję kontrolera głównego i kontrolerów awaryjnych. Każdy przetwornik będzie posiadał tzw. „back up”, tak aby w razie awarii systemu kontrolę mógł przejąć kolejny element. W przypadku uszkodzenia przetwornika pozwoli to na ciągłe działanie układu pomiarowego. Wszystkie sondy pomiarowe będą podłączone do przetwornika za pomocą kabla ekranowanego 2-żyłowego. System ten będzie posiadał jedno źródło zasilania. System będzie miał możliwość rozbudowy przy zastosowaniu odpowiednich modułów łączonych w sieć w dowolnej kombinacji (nie tylko szeregowo).

Parametry techniczne przetwornika uniwersalnego:

- Wielomodułowy system przetwornika do wpięcia do 20 sond pomiarowych z funkcją podtrzymania pracy systemu w momencie awarii głównego przetwornika (kontrolera),
- Możliwość podłączenia sond mierzących różne parametry,
- Przenośny wyświetlacz LCD z funkcją kontrolera systemu,
- Interfejs USB do aktualizacji oprogramowania i zgrywania danych
- Przystosowany do wymiennej konfiguracji sond cyfrowych,

- Zasilanie: 230 V,
 - Wejście: maks. 20 czujników cyfrowych,
 - Wyjście: możliwość komunikacji Profibus, Modbus, analogowo 4-20 mA, EtherNet/IP,
 - Temperatura otoczenia: - 20OC do + 55OC,
 - Stopień ochrony: IP66,
 - Brak elementów zużywających się mechanicznie np. wentylator,
 - Menu w języku polskim.
-
- **Lokalny przetwornik pomiarowy - (Przepompownia osadu Ob. nr 8 (osadu recyrkulowanego/nadmiernego) i pompowania części pływających części pływających Ob. nr 12)**
- Przetwornik pomiarowy (kontroler) 1-kanałowy,
 - Obsługa do 1 sond pomiarowych,
 - Obsługa do 20 parametrów pomiarowych (np. z sond wieloparametrowych),
 - Podświetlany kolorowy wyświetlacz LCD,
 - Fizyczna klawiatura,
 - Pamięć danych pomiarowych,
 - Interfejs USB,
 - 3 bezpotencjałowe wyjścia przekaźnikowe (maks. 240 VAC / 24 VDC, 2 A),
 - Zasilanie: 100 ... 240 VAC $\pm$ 10%; 50/60 Hz Podłączenie sond pomiarowych do przetwornika 2-żyłowym kablem zasilająco-sygnałowym,
 - Radiowy moduł przetwornika zapewniający połączenie (bezprzewodowe) sond na osadnikach wtórnych z przetwornikiem o zasięgu do 100 m,
 - Komunikacja radiowa i protokołem EtherNetIP,
 - Klasa ochrony: II,
 - Ochrona antyprzepięciowa klasy II,
 - Klasa szczelności: IP 67.
-
- **Pomiar jonów amonowych metodą jonoselektywną**

Opis układu pomiarowego:

Cyfrowy układ do pomiaru on-line stężenia azotu amonowego ($\text{NH}_4\text{-N}$) metodą jonoselektywną z dynamiczną i krosową kompensacją jonów potasowych (z opcją ręcznie ustawianej wartości kompensacyjnej w menu przetwornika). Układ ma pozwalać na dowolną konfigurację systemu kompensacyjnego (np. K^+ - ustawiane ręcznie lub kompensowane dynamicznie). Układ ma pozwalać na wykorzystanie kompensacji np. jonów K^+ , innej sondzie jonoselektywnej pracującej na obiekcie (kompensacja krosowa). Sonda pomiarowa powinna posiadać cyfrową technologię umożliwiającą kalibrację sondy poza punktem pomiarowym (z użyciem innego przetwornika) wraz z zapamiętywaniem danych kalibracyjnych. Sonda ma mieć możliwość odpięcia od kabla łączącego ją z przetwornikiem. Ze względu na niskie stężenia mierzonych parametrów, sonda ma mieć możliwość zastosowania korelacji matrycy opartej na dwóch punktach pomiarowych każdego parametru, tj jeden poniżej 1 mg/l mierzonego parametru, a drugi powyżej 1 mg/l mierzonego parametru. Sonda:

Dostarczone sondy powinny być wyposażone w następujące elektrody: pomiarową $\text{NH}_4\text{-N}$, kompensacyjną K^+ oraz odniesienia (jedną dla 2 mierzonych parametrów). Wszystkie elektrody pomiarowe mają być wkręcane bezpośrednio w sondę oraz ma być umożliwiony demontaż poszczególnych elektrod pomiarowych w celach obsługowych, lub w przypadku awarii jednej elektrody musi być możliwość wymiany tylko jednej elektrody poprzez wykręcenie jej z sondy. Sonda musi posiadać wbudowane dwie krzywe kalibracyjne (tzw. „dolną” i „górną”) dla zwiększonej dokładności pomiaru przy niskich stężeniach badanych parametrów. Sonda musi posiadać tryb wewnętrznej konwersji sygnału analogowego na cyfrowy, która zapewni jego stabilność podczas przekazywania (sygnał niewrażliwy na zakłócenia elektromagnetyczne).

Parametry techniczne pomiarów $\text{NH}_4\text{-N}$:

- Zakresy pomiarowe:
 - 0,1 - 2000 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$,
 - 1,0 - 1000 mg/l K^+ ,
- Dokładność: przynajmniej $\pm 5\%$ mierzonej wartości,
- Metoda pomiarowa: jonoselektywna,
- Czas odpowiedzi: $t_{90} < 180$ s,- przy 90% mierzonej wartości zadanej (np. $\text{NH}_4\text{-N} = 2$ mg/l) urządzenie wysyła sygnał do systemu nie później niż po 3 minutach
- Powtarzalność: $\pm 3\%$,

- Elektroda referencyjna z porowatą membraną PVDF
- Automatyczna kompensacja jonów potasowych (kompensacja krosowa),
- Możliwość kalibracji sondy z użyciem innego przetwornika z zapamiętywaniem danych kalibracyjnych,
- Żywotność elektrod: co najmniej 18 miesięcy.

- **Pomiar tlenu**

- Sonda pomiarowa niewymagająca kalibracji,
- Metoda pomiarowa: optyczna, bazująca na fotoluminescencji w świetle zielonym,
- Zakres pomiarowy: 0,00 ... 20,00 mg/l O₂ ,
- Zakres pomiarowy temperatury: -5 ... 50 °C,
- Zintegrowany czujnik temperatury NTC 30 kΩ,
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego,
- Odkręcany, wygodny w wymianie kabel, wodoszczelne złącze uniwersalne (IP 68, 10 bar),
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna 1.4571,
- Specjalne wymagania odnośnie pozycji pracy: brak,
- Inne: specjalna wymienna skośna, nachylona pod kątem 45° główka pomiarowa skalibrowana fabrycznie, z chipem zawierającym wszystkie dane kalibracyjne (przesyłane są do sondy automatycznie zaraz po założeniu główki),
- Średnia żywotność główki w ściekach komunalnych: 24-48 miesięcy.

- **Pomiar stężenia suchej masy osadu (zawiesiny)**

- Sonda niewymagająca kalibracji dla większości standardowych ścieków komunalnych. Umożliwia jednak korektę wyników przy pomocy zmiany współczynnika korekcji oraz przez przeprowadzenie własnej kalibracji wielopunktowej (od 1 do 8 punktów), definiującej niestandardową charakterystykę medium pomiarowego.,
- Metoda pomiarowa: optyczny pomiar światła rozproszonego,
- Pomiar pod kątem 60°,
- Zakres pomiarowy (przełączany automatycznie):
 - 0,0 ... 400,0 mg/l TSS;
 - 0 ... 4000 mg/l TSS;
 - 0,00 ... 40,00 g/l TSS;

- 0,0 ... 400,0 g/l TSS;
 - 0 ... 1000 g/l TSS.
 - Zakres temperatury: 0 ... 60 °C,
 - Metoda automatycznego czyszczenia: zintegrowana myjka ultradźwiękowa,
 - Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego,
 - Odkręcany, wygodny w wymianie kabel, wodoszczelne złącze uniwersalne (IP 68, 10 bar),
 - Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna 1.4571,
 - Materiał okien pomiarowych: szkło szafirowe,
 - Specjalne wymagania odnośnie pozycji pracy: brak,
 - Brak elementów eksploatacyjnych i konieczności przeprowadzania regularnych przeglądów.
-
- **Sonda do pomiaru azotu azotanowego – NO_x-N**
 - Metoda pomiarowa (optyczna); pomiar absorbancji z automatyczną kompensacją mętności,
 - Szerokość szczeliny pomiarowej: 1 mm,
 - Zakres pomiarowy:
 - 0,00 ... 100,00 mg/l NO₂+3-N,
 - Zakres temperatury: 0 ... 45 °C,
 - Metoda automatycznego czyszczenia: zintegrowana myjka ultradźwiękowa, opcjonalnie - sprężone powietrze,
 - Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego,
 - Odkręcany, wygodny w wymianie kabel, wodoszczelne złącze uniwersalne (IP 68, 10 bar),
 - Materiał obudowy sondy: tytan, PEEK,
 - Materiał okien pomiarowych: szkło szafirowe,
 - Specjalne wymagania odnośnie pozycji pracy: brak,
 - Dopuszczalne pH: 4 – 12,
 - Dopuszczalny przepływ: < 3 m/s,
 - Głębokość zanurzenia: do 10 m,
 - Inne: sonda nie wymaga kalibracji; umożliwia jednopunktową korektę w wodzie destylowanej, a także wprowadzanie 2 własnych punktów, definiujących nachylenie charakterystyki oraz jej przesunięcie,

- Brak elementów eksploatacyjnych i konieczności przeprowadzania regularnych przeglądów.

Wszystkie urządzenia pomiarowe firmy WTW, które stanowią elementy systemu nadrzędnego sterowania (sondy pomiarowe) charakteryzują się jedną, bardzo ważną zaletą – żadna sonda nie wymaga serwisu producenta. Dzięki temu jest możliwość dowolnej konfiguracji urządzeń pomiarowych, bez konieczności podpisywania umów serwisowych z producentem. Pozwala to na oszczędności wynoszące nawet kilkadziesiąt tysięcy złotych rocznie. **Koszt instalacji oraz wdrożenia systemu przez firmę DP System Sp. z o.o. wraz z analizatorami oferowanymi przez firmę Xylem Water Solutions Polska sp. z o.o. - WTW (na bazie oferty załączonej w dodatkowym opracowaniu - Załącznik) to około 1 090 000,0 zł netto.**

5.4.2 Podsumowanie pracy części biologicznej

Z uwagi na prognozowany dopływ ścieków (według danych demograficznych) do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie, który pozwoli na osiągnięcie zbliżonego dopływu ścieków do projektowanego w 1996 r., przeprowadzono symulację pracy części biologicznego oczyszczania, według przeprowadzonych obliczeń część biologiczna nie wymaga rozbudowy – wymaga remontu, aby zagwarantować bezpieczną stabilną pracę w następnych latach.

Autorzy koncepcji przedstawili możliwe rozwiązania, które zagwarantują ciągłą, bezpieczną i stabilną pracę na czas wymaganych prac związanych z remontem istniejącego reaktora biologicznego. Każdy z wariantów obarczony jest wysokimi kosztami inwestycyjnymi. Zostały zaproponowane dwa warianty:

- budowa zbiornika retencyjnego, remont reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b – efekt: zmniejszenie dopływu do części biologicznej pozwoli na obniżenie lustra ścieków w ciągu technologicznym, który będzie pracował;
- budowa reaktora biologicznego i przebudowa reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b na zbiornik retencyjny – efekt: niezależne inwestycje, budowa nowego ciągu biologicznego, rozruch technologiczny nowego układu, wyłączenie reaktorów biologicznych (ob. 5a, 5b), przebudowa obiektu na zbiornik retencyjny.

Urządzenia i instalacje należy dobrać na docelowe parametry eksploatowanej oczyszczalni ścieków – $Q_{dśr} = 6\,000\text{ m}^3/\text{d}$, $Q_{dmax} = 7\,800\text{ m}^3/\text{d}$.

Autorzy koncepcji wykonali obliczenia technologiczne – obliczenia zgodne z ATV-131 (program „DENICOM – System wymiarowania oczyszczalni ścieków” wersja 1.70.41), które załączono na końcu opracowania jako **Załącznik nr A-C, które weryfikują istniejące możliwości oczyszczania ścieków o obecnym i prognozowanym ładunku.**

Istotnym elementem prawidłowej pracy reaktora biologicznego jest utrzymanie mieszaniny ścieków oczyszczanych i osadu czynnego w zawieszeniu, stworzenie mieszaniny homogenicznej, zapobiegając powstawaniu stref martwych w reaktorze i tworzeniu w nich złogów osadu. W komorze nityfikacji napowietrzanie pełni również rolę urządzenia mieszającego, natomiast w **komorach beztlenowych i komorach denityfikacji taką rolę pełnią zamontowane w nich mieszadła.**

Zaleca się wymianę mieszadeł w ramach kolejnej kompleksowej modernizacji oczyszczalni.. Sprawa wymiany dotyczy również mieszadeł pompujących wykorzystywanych w recyrkulacji wewnętrznej.

Newralgicznym elementem w zakresie prawidłowego działania części biologicznej oczyszczalni ścieków jest napowietrzanie mieszaniny ścieków i osadu czynnego w komorach nityfikacyjnych. Prawidłowy dobór urządzeń napowietrzających umożliwia eksploatatorowi utrzymanie zakładanych parametrów ścieków w odpływie z oczyszczalni. Elastyczność sterowania układem pozwala obniżyć koszty energii elektrycznej zużywanej przez oczyszczalnię do napowietrzania komór nityfikacji. Układ napowietrzania musi płynnie reagować na zmieniające się ładunki zanieczyszczeń i ilość dopływających ścieków.

Poniżej przedstawiono zestawienie proponowanych instalacji oraz urządzeń wraz z kosztami zakupu dla docelowej przepustowości oczyszczalni ścieków (karty katalogowe proponowanego rozwiązania zostały dołączone do oddzielnego opracowaniu pod nazwą – ZAŁĄCZNIKI). W tabeli zestawiono również przybliżone koszty budowlane nowobudowanych obiektów.

Dostawca	Typ urządzenia	Cena zakupu netto
Reaktor biologiczny Ob. nr 5a, 5b		
Akwatech	System napowietrzania – profil stalowy z dyfuzorami dyskowymi AT600 (932 szt.). Zakres pracy dyfuzora: 2-14 Nm³/h . Cena zawiera wykonanie, dostawę, montaż i rozruch techniczny.	465 000,00 zł/2 ciągi
Zakład Usługowo Produkcyjny Piotr Operski	Dostawa 450 szt. dyfuzorów FlexAir ISM 12” – jeden ciąg Zakres pracy dyfuzora: 0-16 Nm³/h .	94 500,00 zł/ciąg (189 000,00 zł/2 ciągi)
Zakład Usługowo Produkcyjny Piotr Operski	Dostawa i wymiana 450 szt. membran EPDM do dyfuzorów FlexAir ISM 12” – jeden ciąg	92 250,00 zł/ciąg
PSSC Sp. z o.o.	<u>Wariant I</u> Pompa recyrkulacji wewnętrznej RCP 5031 A15/12 CR, P2 = 5,0 kW – 1szt. Przetwornik czujnika wilgoci i temperatury – 1 szt.	2 · 13 021,67 € = 26 043,34 € ≈ 111 990,00 zł/2 ciągi
	<u>Wariant II</u> Pompa recyrkulacji wewnętrznej RCP 5034 A75/12 CR, P2 = 7,5 kW – 1szt. Przetwornik czujnika wilgoci i temperatury – 1 szt.	2 · 13 768,33 € = 27 536,66 € ≈ 112 400,00 zł/2 ciągi
	<u>Wariant III</u> Pompa recyrkulacji wewnętrznej RCP 5036 A100/12 CR, P2 = 10,0 kW – 1szt. Przetwornik czujnika wilgoci i temperatury – 1 szt.	2 · 14 461,67 € = 28 923,34 € ≈ 124 000,00 zł/2 ciągi
PSSC Sp. z o.o.	<u>Komora defosfatacji – 1 mieszadło w komorze:</u> Mieszadło XRW 3021 PA15/6 EC BO – 1 szt. Komplet elementów mocujących do prowadnicy 60x60 (bez prowadnicy i żurawika), kotwy, linia i łańcuch o L = 6 m – 1 szt. Przetwornik czujnika wilgoci i temperatury – 1 szt.	4 · 3754,05 € = 15 016,20 € ≈ 64 600,00 zł / 2 ciągi
	<u>Komora denitryfikacji – 2 mieszadła w komorze:</u> Mieszadło RW 4021 A30/8 EC BO – 1 szt. Komplet elementów mocujących do prowadnicy 60x60 (bez prowadnicy i żurawika), kotwy, linia i łańcuch o L = 6 m – 1 szt. Przetwornik czujnika wilgoci i temperatury – 1 szt.	8 · 4 962,53 € = 39 700,24 € ≈ 171 000,00 zł / 2 ciągi
Xylem	<u>Komora defosfatacji – 2 mieszadła w komorze:</u> Mieszadło średnioobrotowe FLYGT SR 4220.011 – 2 szt. FPG 415 – moduł – 2 szt. T-80 7” – panel operacyjny (HMI) – 2 szt. Uchwyt kabla – 2 szt. Podpora mieszadła – 2 szt. Prowadnica PR 50/6 P AISI304 – 2 szt.	2 · 106 165,80 zł = 212 331,6 zł / 2 ciągi
	<u>Komora denitryfikacji – 4 mieszadła w komorze:</u> Mieszadło średnioobrotowe FLYGT SR 4220.011 – 4 szt. FPG 415 – moduł – 4 szt.	2 · 295 326,00 zł = 590 652,00 zł / 2 ciągi

	T-80 7" – panel operacyjny (HMI) – 4 szt. Uchwyt kabla – 4 szt. Podpora mieszadła – 4 szt. Prowadnica PR 50/6 P AISI304 – 4 szt.	
Xylem	Mieszadło pompujące (Q = 1008 m ³ /h) Zatapiałna pozioma pompa śmigłowa FLYGT PP 4640.412 ś – 1 szt. Przełącznik MiniCAS II 230VAC – 1 szt. Uchwyt kabla – szt. Górny uchwyt prowadnic 2" AISI316 – 1 szt. Zasłepka do prowadnicy 2" – 2 szt. Przylącze tłoczne DN400 AISI316 – 1 szt.	2 · 56 555,10 zł = 113 110,2 zł /2ciągi
H ₂ O Rozwiązania Proekologiczne	Alternatywne rozwiązanie – mieszadła śmigłowe z wałem pionowym <u>Komora defosfatacji – mieszadła śmigłowe z wałem pionowym HFL05-2GN200 – 4 szt.</u> Moc 1,1 kW Dolne śmigło D = 2000 <u>Komora denitryfikacji – mieszadła śmigłowe z wałem pionowym HFL05-2GN250 – 4 szt.</u> Moc 3 kW Dolne śmigło D = 2500	4 · 44 430,00 zł = 177 720,00 zł 4 · 57 880,00 zł = 231 520,00 zł
Hach	Dostawa układu nadrzędnego	1 109 853,00 zł
WTW/DPSystem	Dostawa układu nadrzędnego	1 090 000,00 zł
-	Dodatkowe źródło węgla	250 000,00 zł
ŁĄCZNIE:		1 876 590,00 – 2 740 946,60 zł
Pompownia osadu Ob. nr 8		
PSSC Sp. z o.o.	- Pompa recyrkulacji XFP 80C CB1.4 PE22/4D 10 m – 1 szt. Stopa sprzęgająca DN80 – 1 szt. Przetwornik czujnika wilgoci i temperatury – 1 szt. - Pompa recyrkulacji XFP 80C CB1.4 PE22/4D 10 m – 1 szt. Stopa sprzęgająca DN80 – 1 szt. Przetwornik czujnika wilgoci i temperatury – 1 szt. - Pompa recyrkulacji XFP 150E CB1.5 PE60/4D 10 m – 1 szt. Stopa sprzęgająca DN150 – 1 szt. Przetwornik czujnika wilgoci i temperatury – 1 szt.	2 236,62 € ≈ 9 600, 00 zł 2 236,62 € ≈ 9 600, 00 zł 3 511,77 € ≈ 15 100,00 zł Łącznie: 34 300,00 zł
Xylem	- Pompa typu FLYGT NP. 3127.060 MT/439 – 1 szt. Przełącznik MiniCAS II 230VAC – 1 szt. Stopa sprzęgająca DN100 – 1 szt. Górny uchwyt prowadnicy 2" AISI316 – 1 szt. Tuleja gumowa do prowadnic 2" – 2 szt. - Pompa typu FLYGT NP. 3127.060 MT/437 – 1 szt. Przełącznik MiniCAS II 230VAC – 1 szt.	38 389,50 zł 38 389,50 zł

Analiza techniczno-technologiczna pracy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie
– koncepcja modernizacji oczyszczalni ścieków

	Stopa sprzęgająca DN100 – 1 szt. Górny uchwyt prowadnicy 2" AISI316 – 1 szt. Tuleja gumowa do prowadnic 2" – 2 szt. • Pompa typu FLYGT NP. 3153.185 HT/454 – 1 szt. Przekątnik MiniCAS II 230VAC – 1 szt. Stopa sprzęgająca DN100 – 1 szt. Górny uchwyt prowadnicy 2" AISI316 – 1 szt. Tuleja gumowa do prowadnic 2" – 2 szt.	57 675,60 zł Łącznie: 134 454,60 zł
ŁĄCZNIE:		34 300,00 – 134 454,60 zł
Pompownia części pływających Ob. nr 12		
PSSC Sp. z o.o.	Pompa części pływających AS 0630.160 S13/4D 10 m – 1 szt. Stopa sprzęgająca DN65 – 1 szt.	1 135,68 € ≈ 4 900,00 zł
Xylem	Pompa typu FLYGT NP. 3085.060 MT/463 – 1 szt. Przekątnik MiniCAS II 230VAC – 1 szt. Stopa sprzęgająca DN80 – 1 szt. Górny uchwyt prowadnicy 2" AISI316 – 1 szt. Tuleja gumowa do prowadnic 2" – 2 szt.	20 043,90 zł
ŁĄCZNIE:		4 900,00 – 20 043,90 zł
Pompownia wody przemysłowej Ob. nr 13		
PSSC Sp. z o.o.	Pompa wody przemysłowej MF 404D 10 m – 1 szt.	513,24 € ≈ 2 200,00 zł
Xylem	Pompa typu FLYGT DX 3069.180 HT/252 – 1 szt. Przekątnik MiniCAS II 230VAC – 1 szt. Stopa sprzęgająca DN50 – 1 szt. Górny uchwyt prowadnicy 3/4" AISI316 – 1 szt. Adapter do inst. P, DN50 – 1 szt.	10 418,40 zł
ŁĄCZNIE:		2 200,00 – 10 418,40 zł
Wariant I		
budowa zbiornika retencyjnego, remont reaktora biologicznego Ob. nr 5a, 5b		
-	Realizacja projektu firmy BIOPRO – 2x zbiornik retencyjny 1 000 m ³ , budynek krat, sieci międzyobiektywne, urządzenia technologiczne	Cena z punktu 5.3. 9 020 950,94 zł
-	Etapowanie - realizacja projektu firmy BIOPRO – 1x zbiornik retencyjny 1 000 m ³ , budynek krat, sieci międzyobiektywne, urządzenia technologiczne	Cena z punktu 5.3. 5 328 950,07 zł
-	Realizacja projektu firmy EKSPERTIS na naprawę ścian żelbetowych reaktora – cena zgodna z kosztorysem	822 200,21 zł
ŁĄCZNIE:		6 151 150,28 – 9 843 151,15 zł
Wariant II		
budowa reaktora biologicznego, przebudowa Ob. nr 5a, 5b na zbiornik retencyjny i wiatę magazynową osadu		
-	Budowa reaktora biologicznego (wycena z wyposażeniem technologicznym). Wycena nie obejmuje nadrzędnego systemu sterowania procesami biologicznymi.	7 300 000,00 zł

-	Przebudowa istniejącego reaktora biologicznego na: • zbiornik retencyjny (wycena z wyposażeniem technologicznym) – ok. 340 m³, • wiatę magazynową osadu – ok. 1 400 m².	4 700 000,00 zł
ŁĄCZNIE:		12 000 000,00 zł

Niezbędnym do wykonania zakresem w części biologicznej jest wymiana dyfuzorów lub rusztów instalacji napowietrzania, koszt niezbędnych prac kształtuje się na poziomie od **189 000,00 zł do 465 000,00 zł** w zależności od wyboru dostawcy, wydajności membran oraz materiału z którego zostały wykonane profile. Należy ujednolicić rodzaj membran na obu ciągach reaktora biologicznego.

5.5 Część osadowa oczyszczalni ścieków

Istotnym elementem funkcjonowania komunalnej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie jest gospodarka osadowa, której głównym elementem jest **budynek odwadniania osadu Ob. nr 11**. W budynku należy przewidzieć wykonanie remontu ogólnobudowlany z uwagi na proponowaną wymianę urządzenia do odwadniania mechanicznego osadu nadmiernego oraz instalacji towarzyszących. Zastąpienie obecnie pracujących urządzeń spowoduje również konieczność wykonanie nowych fundamentów pod nowe urządzenia, rurociągów, przenośników itp.

Aktualnie osad nadmierny po **osadnikach wtórnych Ob. nr 6a, 6b** przepływa grawitacyjnie do **pompowni osadu Ob. nr 8**, następnie jest pobierany z rurociągu (transportującego osad recyrkulacji zewnętrznej do **reaktora biologiczny Ob. nr 5a i 5b**) do instalacji odwadniania mechanicznego na prasie taśmowej firmy Vanex VX 20/14 zainstalowanej w **budynku odwadniania Ob. nr 11**. Obiektem towarzyszącym instalacji odwadniania jest **zbiornik wapna Ob. nr 10**, o pojemności 16 m³ oraz **wiata z placem do składowania osadu Ob. nr 20** o powierzchni 432,0 m² (24,0 x 18,0 m).

Obecnie osad zhigienizowany jest zagospodarowywany rolniczo w procesie R10 – (odzysk odpadów poprzez ich obróbkę na powierzchni ziemi, która przynosi korzyści dla rolnictwa lub poprawia stan środowiska) lub wywożony do kompostowni osadu.

Uzyskiwany stopień odwodnienia w latach 2023-2024 kształtował się na poziomie 16,95 %_{s.m} (wartość suchej masy osadu bez wapna).

Stan **budynku odwadniania osadu Ob. nr 11** oraz zainstalowanych urządzeń określa się jako dobry i niewymagający przeprowadzenia pilnych remontów, jak również wymiany zainstalowanych w nim urządzeń, poza prowadzeniem jak dotychczas bieżącej konserwacji i przeglądów zgodnie z DTR urządzeń.

W przyszłości w części osadowej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie należy przewidzieć:

- wymianę instalacji do odwadniania i higienizacji osadu oraz remont i dostosowanie istniejącego obiektu do zaproponowanych rozwiązań technologicznych,
- budowę **zagęszczacza grawitacyjnego** (2 szt.) - dodatkowe zagęszczenie osadu nadmiernego, pozwoli zmniejszyć czas pracy instalacji do odwadniania osadów i polepszy parametry osadu,
- budowę **magazynu osadu**, który pozwoli na magazynowanie osadu odwodnionego przez min. 6 miesięcy.

Proponuje się budowę dwóch **zagęszczaczy grawitacyjnych**, które pozwolą dodatkowo zagęścić osad podawany na urządzenie do odwadniania powyżej 2,5-3 % suchej masy osadu. Osad nadmierny będzie zasilał najpierw jeden zagęszczacz i po uzyskaniu docelowej gęstości będzie pobierany przez instalację odwadniania. W momencie poboru osadu przez urządzenie odwadniające, osad nadmierny będzie doprowadzany do drugiego zagęszczacza. Takie rozwiązanie pozwoli zoptymalizować (zmniejszyć) czas pracy prasy mechanicznej lub innego zainstalowanego urządzenia do odwadniania mechanicznego osadu.

Zagęszczacze grawitacyjne pozwolą również na czasowe magazynowanie osadu nadmiernego, w związku z tym również czas pracy instalacji do odwadniania będzie można zoptymalizować.

Instalacja odwadniania powinna umożliwić uzyskanie stopnia suchej masy osadu odwodnionego na poziomie $18 \div 20$ %. Zainstalowana obok prasy dodatkowa instalacja wapnowania osadu umożliwi dodatkowo jego higienizację. Jest ona szczególnie istotna kiedy w badaniach jakości osadu wystąpią zagrożenia biologiczne, które mogą ograniczyć jego dalsze wykorzystanie na przykład w odzysku typu R10. Wykorzystującym obróbkę odpadów na powierzchni ziemi przynoszącej korzyści dla rolnictwa lub poprawę stanu środowiska, a więc polegającym na wykorzystaniu odpadów w rolnictwie.

Zamontowana prasa taśmowa produkcji VANEX nie zapewnia efektywnego odwodnienia osadów. Zgodnie z tabelą umieszczoną w Rozdziale II w latach 2023 – 2024 średnia zawartość suchej masy w osadach nadmiernych odwodnionych wynosiła $17,1 \div 16,8$ % s.m. - próbka bez wapna oraz w latach 2020 – 2024: $17,5 \div 20,3$ % s.m. - próbka z wapnem. W celu optymalizacji pracy gospodarki osadowej oczyszczalni, należy bezwzględnie podnieść średnioroczną wartość odwodnienia osadu przynajmniej do **18 - 20 % (wartość bez wapna!)**. Uzyskanie wyższej efektywności odwadniania na obecnie zainstalowanej prasie taśmowej będzie się odbywało kosztem zmniejszenia prędkości przesuwu taśmy i wydajności podawanego na nią osadu. Dłuższa praca urządzenia podniesie na pewno koszty energetyczne procesu i osobowe operatorów urządzenia, ale nie zagwarantuje wysokiego stopnia odwodnienia. Niska sucha masa odwodnionego na prasie taśmowej osadu jaką uzyskują operatorzy oczyszczalni na poziomie 16 - 17 % jest powodem wyższych kosztów transportu osadu wywożonego z oczyszczalni. Podwyższenie suchej masy osadu odwadnianego mechanicznie przez zastosowanie bardziej efektywnego urządzenia:

- podwyższającego do 19 % suchą masę osadu zredukuje ilość wywożonego osadu o około 11 % (w porównaniu z eksploatacyjnie maksymalnym uzyskiwanym obecnie odwodnieniem 17 %);
- podwyższenie do 20 % suchej masy osadu spowoduje obniżenie ilości wywożonego osadu o 15 % (w porównaniu eksploatacyjnie maksymalnym uzyskiwanym obecnie odwodnieniem 17 %).

Głównym czynnikiem technologicznym, którym powinno się charakteryzować nowe urządzenie, jest uzyskiwanie wysokiego stopnia odwodnienia (zawartość suchej masy powyżej 20 %). Wykorzystywane do wspomagania procesu odwadniania flokulanty powinny być dobrane doświadczalnie i odpowiedniej jakości.

Przy wyborze urządzenia należy wziąć pod uwagę przede wszystkim przeprowadzone badania w skali technicznej, które potwierdzą skuteczność deklarowanych przez producentów parametrów. Urządzenie powinno być dobrane po wybraniu technologii stabilizacji osadu, lub instalacji do przetwarzania osadu w produkt.

Obecnie w oczyszczalniach ścieków stosuje się do odwadniania różnego rodzaju prasy oraz wirówki pozwalające na uzyskanie zawartości s.m. w osadach w przedziale 19 – 37 % czasami nawet do 40 % (dane literaturowe). W krajowych oczyszczalniach ścieków najpopularniejszymi urządzeniami stosowanymi do odwadniania osadów są **taśmowe prasy**

filtracyjne, które mogą odwadniać osady do zawartości s.m. 30 – 35 % (osady wstępne), 24 – 30 % (mieszanina osadów wstępnych i nadmiernych), 15 – 22 % (osady ustabilizowane tlenowo), 20 – 28 % (osady przefermentowane). W chwili obecnej oprócz pras taśmowych są stosowane **wirówki**, które zapewniają wyższy stopień odwodnienia, jednak związane są z nieco większymi kosztami inwestycyjnymi. Wirówki pozwalają na uzyskanie zawartości s.m. w odwodnionych osadach wstępnych 32 – 40 %, w odwodnionej mieszaninie osadów wstępnych i nadmiernych 26 – 32 %, w odwodnionych ustabilizowanych tlenowo osadach 18 – 24 %, w odwodnionych osadach przefermentowanych 22 – 30 %. Wysoki stopień odwodnienia osadów zapewniają **prasy komorowe** (45 % s.m. przy odpowiednim kondycjonowaniu) i prasy membranowe (2 – 3 % wyższa zawartość s.m. w porównaniu do pras komorowych), są to jednak urządzenia bardzo kosztowne i dlatego rzadziej stosowane. Dobrym rozwiązaniem są również **prasy śrubowe, śrubowo-pierścieniowe**, które są często spotykane również w przemyśle spożywczym. Tak zwane prasy ślimakowe pozwalają na skuteczne odwodnienie trudno odwadnianych osadów, pozwalając na uzyskanie przy tym wysokiego stopnia ich odwodnienia. Zaletą są niskie koszty energii. Ogólna zasada działania pras wykorzystuje proces przemieszczania się zflokulowanego wcześniej osadu w komorze filtracyjnej złożonej z ruchomych i nieruchomych pierścieni. Ruch pierścieni jest wymuszany obracaniem się centralnie umieszczonej śruby i przesuwaniem dużych aglomeratów skłaczkanego osadu, bez niszczenia jego struktury z odprowadzaniem z pomiędzy jego struktur cieczy. Odwodniony osad jest transportowany śrubą do wylotu prasy. W porównaniu z wirówką – prasa śrubowa potrzebuje około 10-13 razy mniej energii do odwodnienia takiej samej ilości osadu. Natomiast zaletą pras śrubowych w stosunku do pras taśmowych jest niskie zapotrzebowanie na wodę płuczącą, brak instalacji sprężonego powietrza oraz wyższe wyniki odwadniania. Na krajowym rynku istnieje kilku znaczących dostawców pras śrubowych i śrubowo-pierścieniowych.

Autorzy koncepcji wzięli pod uwagę 3 warianty:

- $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000,0\text{ m}^3/\text{d}$, $S_{BZT5} = 420,0\text{ mg/l}$ – parametry projektowe;
- $Q_{d\dot{s}r} = 5\,261,0\text{ m}^3/\text{d}$, $S_{BZT5} = 473,6\text{ mg/l}$ – parametry koncepcyjne (na podstawie rozdziału IV);
- $Q_{d\dot{s}r} = 4\,400,0\text{ m}^3/\text{d}$, $S_{BZT5} = 422,86\text{ mg/l}$ – parametry rzeczywiste (średnie z lat 2017 – 2025).

Z uwagi na zbliżone wartości parametrów projektowych i koncepcyjnych (różnica ok. 14 %) i przyjętych założeń, że wszystkie inne urządzenia i instalacje są zaprojektowane na docelowy przepływ 6 000,0 m³/d, zakłada się, że instalacja odwadniania osadów również musi zostać dobrana na wartość, która pozwoli na odwodnienie osadu powstającego aktualnie, jak również w przyszłości.

Średnia ilość osadów wytworzonych (sucha masa) w latach 2020 – 2024 wynosi ok. 599,0 Mg s.m./rok – dla $Q_{d\acute{s}r} = 4\,400,0\text{ m}^3/\text{d}$ oraz $S_{BZT5} = 422,86\text{ mg/l}$. Na podstawie docelowych wartości przepływu oraz stężeń zanieczyszczeń, obliczono prognozowaną ilość osadów (sucha masa) jaka zostanie wytworzona po osiągnięciu przepływu $Q_{d\acute{s}r} = 6\,000,0\text{ m}^3/\text{d}$.

Zakłada się, że średnia ilość osadów wytworzonych (sucha masa) w kolejnych latach wzrośnie do około 750,0 Mg s.m. w ciągu roku:

- rodzaj osadów kierowanych do odwadniania: osady nadmierne bez stabilizacji, po zagęszczaczu grawitacyjnym,
- dla założeń: 750,0 Mg s.m./rok,
- zawartość części organicznych w s.m.o.: 70 – 75 %,
- stopień uwodnienia (eksploatacyjnie) osadu: 97,5 % po zagęszczeniu w zagęszczaczu grawitacyjnym,
- osady kierowane do odwadniania: 82,0 m³/d,
- zakładany czas pracy: 5 dni/tydzień, 8 h,
- osady kierowane do odwadniania według zaplanowanego harmonogramu: 114,8 m³/d,
- parametry do doboru urządzenia: 14,4 m³/h, 359,6 kg/h.

W przypadku zmiany ilości wytwarzanych osadów (zmniejszenie lub zwiększenie) czas pracy instalacji należy odpowiednio zwiększyć lub zmniejszyć.

Poniżej pokazano koszty proponowanej wymiany urządzeń (oferty zostały zebrane w ZAŁĄCZNIKI):

Dostawca	Typ urządzenia	Cena zakupu netto
Alfa Laval	Oferta obejmuje:	
	• Wirówka 2275 D360 Aldec 36 – 1 szt. • Szafa sterownicza – 1 szt. • Pompa nadawcy – 1 szt. • Stacja dozowania polimeru – 1 szt. • Pompa polimeru – 1 szt. • Przepływomierz – 2 szt. • Transport • Uruchomienie Wydajność 5 – 15 m³/h, do 500 kg s.m./h	66 000,00 20 800,00 4 824,00 15 625,00 2 009,00 2 970,00 3 300,00 3 850,00 łącznie 119 378,00 € ≈ 513 300,00 zł
Eurotech	Oferta obejmuje:	
	• Prasa ślimakowa IEA SP-HF 085XG – 1 szt. • Flokulator IEA MB 08/850 – 1 szt. • Przepływomierz – 2 szt. • Pompa nadawcy – 1 szt. • Stacja przygotowania polielektrolitów VTA EUROSOS 2KT-3000R – 1szt. • Pompa polimeru – 1 szt. • Szafa zasilająco-sterownicza Wydajność 10 – 12 m³/h, 280-320 kg s.m./h	399 000,00 € ≈ 1 716 000,00 zł
Flottweg	Oferta obejmuje:	
	• Flottweg Decanter C3E-4/454 HTS with SIMP-DRIVE – 1 kmpl. • Przyłącza elastyczne – 1 kmpl. • Pompa osadu – 1 szt. • Stacja polielektrolitu – 1 szt. • Czujnik przepływu polimeru i osadu – 1 szt. • Szafa sterownicza – 1 szt. • Dokumentacja • Uruchomienie • Transport Wydajność: 14,4 m³/h, 360 kg s.m./h	230 940,00 € ≈ 993 000,00 zł

Dostawca	Typ urządzenia	Cena zakupu netto
Gea	<u>Oferta obejmuje:</u> • GEA biosolids Decanter pro 3200 – 1 szt. • System smarowania: automatyczny - 1 szt. • Przyłącze doprowadzające – 1 szt. • Czujnik drgań – 1 szt. • Czujnik temperatury – 1 szt. • Zestaw części zamiennych do rozruchu – 1 szt. • Części ograniczające hałas – 1 szt. • Przyłącza płukania, szyb odcieku • Przepływomierz na linii osadu – 1 szt. • Przepływomierz na linii polimeru – 1 szt. • Pompa osadu – 1 szt. • Pompa polimeru – 1 szt. • Stacja przygotowania polimeru na emulsję i proszek – 1 szt. • Pompa emulsji polimeru – 1 szt. • System wtórnego rozcieńczenia – 1 szt. • Szafa sterownicza i lokalny panel sterowania – 1 szt. • Szkolenie i uruchomienie • Zestaw narzędzi Wydajność do 23 m³/h, do 450 kg s.m./h	125 000,00 € ≈ 537 500,00 zł
-	Dostosowanie istniejącego obiektu do zmiany urządzenia odwadniającego, niezbędne prace budowlane i technologiczne – rurociągi, fundament, remont itp.	120 000,00 zł
-	Budowa zagęszczacza osadu – 2 szt. (średnica 6,5 m i wysokość zbiornika 4,5 m) wycena zawiera koszt mieszadeł prętowych (198 700 zł/szt. – oferta firmy KM INSTAL w załączniku) i przelewów teleskopowych z napędem	800 000,00 zł
ŁĄCZNIE		1 433 300,00zł – 2 636 000,00 zł

Uwaga: Dostawcy urządzeń odwadniających osad podkreślali, że osady niestabilizowane są osadami trudnymi do odwadniania, a założona docelowa ilość osadów ściekowych (która nie wiadomo czy zostanie osiągnięta) powoduje wyższe koszty inwestycyjne (wielkość urządzenia) oraz niepewność w uzyskaniu oczekiwanego rezultatu – 20 % s.m. W związku z tym, część dostawców zamiast założenia 14,4 m³/h jako optymalny punkt pracy, zakładali go jako maksymalny. Rozwiązaniem jest wydłużenie pracy urządzenia z 8 h i 5 dni na np. 10 h i 5 dni.

Przy wyborze urządzenia należy wziąć pod uwagę przede wszystkim przeprowadzone badania w skali technicznej, które potwierdzą skuteczność deklarowanych przez producentów parametrów.

Niezależnie od wyboru przyjętej przez ZWiK Sochaczew, strategii dalszego przetwarzania i zagospodarowania osadów ściekowych należy wybudować nowy zadaszony magazyn osadu. Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie posiada **wiatę z placem do składowania osadu Ob. nr 20**, który ze względu na wymiary nie spełnia swoich funkcji (posiada za małą powierzchnię do gromadzenia osadu). Po określeniu docelowych wartości produkowanego osadu odwodnionego należy zaprojektować odpowiednio większą kubaturę magazynu, zapewniającą przetrzymanie wyprodukowanego odpadu przez okres minimum 6 miesięcy.

W zakresie części osadowej oczyszczalni należy:

- należy wybudować funkcjonalny zadaszony magazyn do gromadzenia osadu odwodnionego dostosowany powierzchnią do zastosowanej technologii stabilizacji osadu po wybraniu rozwiązania optymalnego do warunków funkcjonowania oczyszczalni (rozwiązania opisane w rozdziale VI),
- biorąc pod uwagę optymalizację pracy oczyszczalni w obecnym kształcie prowadzonej gospodarki osadowej, należy podnieść średnioroczną wartość stopnia odwodnienia osadu z obecnych $16 \div 17 \%$ do przynajmniej $18 \div 20 \%$, poprzez optymalizację pracy urządzenia filtrującego lub jego wymianę na bardziej efektywne,
- zaleca się budowę dwóch zagęszczaczy grawitacyjnych, dodatkowe zagęszczenie osadu nadmiernego, pozwoli zmniejszyć czas pracy urządzeń do odwadniania osadów i polepszy parametry osadu,
- wszystkie pozostałe działania powinny być uzależnione od przyjętej przez zakład eksploatujący oczyszczalnię ścieków strategii dalszego przetwarzania i zagospodarowania osadów ściekowych, na przykład stosując jedno z proponowanych rozwiązań przedstawionych w rozdziale VI.

5.6 Optymalizacja pracy oczyszczalni ścieków - podsumowanie

Wykonanie wszystkich przedstawionych w tym rozdziale prac pozwoli na poprawę efektywności pracy części mechanicznej, biologicznej i osadowej oczyszczalni

i jest związane z podstawowymi kosztami (netto) modernizacji, które można oszacować dla proponowanych zmian w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie następująco:

– **w części mechanicznej oczyszczalni należy wykonać następujące roboty:**

- **budynek krat (obiekt nr 2):** wymiana krat mechanicznych wraz z instalacją płukania i odwadniania skratek podczas kolejnej kompleksowej modernizacji oczyszczalni. Remont budynku jako obiektu budowlanego – wykonanie wypraw uszkodzonej elewacji budynku, wyczyszczenie oraz odmalowanie ścian (ponad linią płytek), konserwacja belki do serwisu krat, zabezpieczenie powierzchni betonowej kanałów, w których zainstalowano kraty. Dostosować istniejący obiekt do zaproponowanych rozwiązań technologicznych przez producentów urządzeń;
- **piaskownik (obiekt nr 3):** wymiana urządzeń: zgarniacz powierzchniowo-denny piasku oraz zgarniacz powierzchniowy w tłuszczowniku, dmuchawy rotacyjne oraz separator piasku podczas kolejnej kompleksowej modernizacji oczyszczalni. Remont budowlany – zabezpieczenie powierzchni betonowej kanałów piaskownika;
- **pompownia (obiekt nr 4):** wymiana rusztu w korycie betonowym, wyczyszczenie płytek ściennych, ścian, sufitów, wykonanie wypraw uszkodzonych elementów ścian i sufitów oraz ich odmalowanie, wyczyszczenie i odmalowanie barierki schodowej, wyczyszczenie i konserwacja schodów betonowych. Z uwagi na długi okres pracy należy przewidzieć wcześniej ewentualną wymianę pomp na urządzenia o podobnej sprawności i charakterystyce energetycznej;
- **punkt zlewny (obiekt nr 16):** w dobie zaostorzonych przepisów, wynikających m.in. z ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach, w celu niedopuszczenia do zrzutów "trudnych" ścieków dowożonych mogących łatwo zachwiać procesem biologicznym, należy rozważyć możliwość rozbudowy automatyki w zakresie pełnej identyfikacji przewoźników (unikalne identyfikatory, integracja z bazą danych) oraz kontroli jakości zrzucanych ścieków, rozbudowę automatyki wraz z wpięciem danych do systemu SCADA;
- budowa instalacji płukania pulpy piaskowej, ale tylko w przypadku zwiększenia ilości piasku z czyszczenia sieci kanalizacyjnej – obecnie ze względu na koszt wykonania instalacji jest to nieuzasadnione;

- realizacja projektu budynku krat i zbiorników retencyjnych – wskazane z uwagi na możliwość wypłaszczenia fali spływu ścieków dopływających;
- budowę osadnika wstępnego lub alternatywnej technologii – jeśli wykonanie fermentacji beztlenowej w oczyszczalni ścieków do stabilizacji osadu będzie opłacalne finansowo (szczegółowo opisanych w rozdziale VI punkt 6.6).

Łączyny koszt bezpośredni wykonania prac w zakresie części mechanicznej oczyszczalni ścieków to 1 818 000,00 – 2 417 238,00 zł netto, w zależności od wybranego wariantu. Jako opcję proponuje się wybudowanie budynku krat ze zbiornikiem retencyjnym – dodatkowy koszt w granicach 5 328 950,07 – 9 020 950,94 zł, oraz budowę instalację do płukania piasku za łączną kwotę **1 815 000,00 zł** (niezalecane).

Należy podkreślić, że nie ma potrzeby pilnej wymiany urządzeń w części mechanicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

– **w zakresie części biologicznej:**

- **blok biologiczny oczyszczania ścieków – należy rozważyć (w zależności od perspektywy czasowej modernizacji)** wymianę urządzeń technologicznych, ze względu na czas eksploatacji, który z biegiem lat skutkuje zmniejszoną efektywnością pracy. Należy uwzględnić wymianę układu sterowania, wymienić istniejące sondy tlenowe i doposażenie ich w dodatkowe sondy pomiaru związków azotu – zakres minimalny;
- wybór wariantu w zakresie pracy części biologicznej – remont zbiornika reaktora lub budowa nowego obiektu.

Łączyny koszt bezpośredni wykonania niezbędnych prac w zakresie części biologicznej oczyszczalni ścieków to wydatek od 189 000,00 do 465 000,00 zł netto na wymianę dyfuzorów lub rusztów napowietrzających. Niezbędnym minimum w zakresie sterowania układem będzie doposażenie układu w sondy pomiarowe tlenu i azotu amonowego, co zoptymalizuje koszty napowietrzania. Na odpływie ścieków z reaktora należy zamontować sondę azotu amonowego (1 szt./ciąg) oraz sondę tlenową w komorze nityfikacji (1 szt./ciąg). W celu sterowania układem należy wymienić przepustnice każdej z sekcji instalacji napowietrzania na przepustnice z napędem regulacyjnym. **Koszt zakupu sond to ok. 71 400,00 zł** (2x sonda tlenu, 2x sonda azotu amonowego), koszt przepustnic

z napędem elektrycznym regulacyjnym to ok. **20 000,00 zł/szt.** i koszt doposażenia istniejącego systemu sterowania to **35 000,00 zł.**

– **w części osadowej (przy obecnej technologii) oczyszczalni należy:**

- budowa zadaszzonego magazynu osadu odwodnionego dostosowany powierzchnią do zastosowanej technologii stabilizacji osadu po wybraniu rozwiązania optymalnego do warunków funkcjonowania oczyszczalni (rozdział VI),
- budowa zagęszczaczy grawitacyjnych,
- rozbudować układ zgodnie z przyjętym do realizacji jednym z rozwiązań opisanych w rozdziale VI.

Łączny koszt wykonania niezbędnych prac w zakresie części osadowej oczyszczalni ścieków to 800 000,00 zł – budowa zagęszczaczy grawitacyjnych. Koszt wykonania prac projektowych zwiększy tą kwotę do 840 000,00 zł. Powierznię nowej wiaty magazynowej osadu należy dostosować do zastosowanej technologii stabilizacji osadu. Pracę urządzenia odwadniającego osad należy zoptymalizować. Uzyskanie wyższej efektywności odwadniania na obecnie zainstalowanej prasie taśmowej będzie się odbywać kosztem zmniejszenia prędkości przesuwu taśmy i wydajności podawanego na nią osadu. Wymiana urządzenia zalecana jest po wyborze ostatecznej technologii stabilizacji osadu lub instalacji do przetwarzania osadu w produkt oraz badaniach w skali technicznej, które potwierdzą skuteczność deklarowanych przez producentów parametrów pracy urządzenia odwadniającego.

Minimalny koszt wykonania pracy modernizacji części mechanicznej oraz wymiana urządzeń w części biologicznej oraz projekt i wykonanie obiektów części osadowej (zagęszczacze grawitacyjne) razem z kosztami branży elektrycznej i AKPiA oraz kosztami realizacji zadania modernizacyjnego w całym zakresie przez generalnego wykonawcę, należy do wskazanych kwot doliczyć koszty związane z obsługą przedsięwzięcia na poziomie 10 – 30 % w zależności od uwarunkowań rynkowych, czy szczegółowych zapisów umownych na bazie których będzie realizowany kontrakt.

Maksymalna wartość zadania w **podstawowym zakresie wynosi: 4 050 000,00 zł netto.** (wymiana urządzeń w części mechanicznej, zmiany w instalacji napowietrzania i sterowania układem biologicznym w minimalnym zakresie, budowa zagęszczaczy grawitacyjnych).

Przeprowadzenie **pełnej modernizacji** z wymianą wszystkich urządzeń części mechanicznej oraz biologicznej, wdrożenie pełnej wersji systemu nadrzędnego sterowania według zaproponowanych wariantów DP System Sp. z o.o. wraz z analizatorami oferowanymi przez firmę Xylem Water Solutions Polska sp. z o.o. – WTW lub alternatywnie Systemu RTC firmy Hach Lange, budowę zagęszczaczy i nową częścią elektryczną i AKPiA, sieciami i system komunikacji wyniesie: **9 215 000,00 zł netto**.

W podanej kwocie nie uwzględnia się kosztów budowy budynku krat ze zbiornikami retencyjnymi oraz remontu reaktora biologicznego oraz wymiany urządzenia odwadniającego.

VI. Gospodarka osadowa komunalnej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie

6.1 Wstęp

Według danych z raportu o sytuacji społeczno-gospodarczej województwa mazowieckiego za rok 2024 stwierdzono, że w latach 2015–2023 zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności zmniejszyło się w województwie mazowieckim o 13,40 %. W porównaniu z 2022 rokiem w województwie mazowieckim spadło zużycie wody w przemyśle i rybactwie. Obserwuje się wzrost zużycia wody z sieci wodociągowej na potrzeby gospodarstw domowych. Zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności w przeliczeniu na 1 mieszkańca w 2023 r. wyniosło 438 m³ i było dwukrotnie wyższe niż średnio w kraju (wskaźnik dla kraju wyniósł 210 m³). W 2023 r. zużycie wody z sieci wodociągowej przez gospodarstwa domowe zwiększyło się o około 2,4 % w stosunku do roku poprzedniego i o 8,6 % w odniesieniu do 2015 r. Zużycie wody w przemyśle w porównaniu z 2022 r. spadło o 17,6 %, a do napełniania i uzupełniania stawów rybnych o 6,1 %, natomiast na potrzeby eksploatacji sieci wodociągowej wzrosło o 3,1 % (w tym na potrzeby gospodarstw domowych o 2,4 %). Głównym źródłem zaopatrzenia przemysłu w wodę są przede wszystkim wody powierzchniowe (wody o znacznie słabszej jakości niż wody podziemne). Pobór wód powierzchniowych na potrzeby przemysłu w województwie mazowieckim wyniósł 2 055,5 hm³ i spadł w porównaniu z 2022 r. o 446,3 hm³, a z 2015 r. o 365,4 hm³. Pobór wód podziemnych na cele produkcyjne wyniósł 29,1 hm³ i był niższy w porównaniu do 2022 r. o 0,4 hm³, ale wyższy od poboru w 2015 r. o 1,1 hm³.

W 2023 r. w województwie mazowieckim odprowadzono do wód lub do ziemi 2 276,5 hm³ ścieków przemysłowych i komunalnych, tj. 33,3 % ogółu tych ścieków w kraju. Bezpośrednio z zakładów odprowadzono 2 043,6 hm³ ścieków (blisko 98 % stanowiły wody chłodnicze niewymagające oczyszczania), a 232,9 hm³ siecią kanalizacyjną. Łącznie oczyszczenia wymagało 283,4 hm³ ścieków, tj. 13,3 % ścieków przemysłowych i komunalnych wymagających oczyszczenia w Polsce. Ścieków przemysłowych wymagających oczyszczenia w 2023 r. odprowadzono 50,5 hm³. Ich ilość zwiększyła się w stosunku do 2015 r. o 23,1 %, a do 2022 r. zmniejszyła o 2,4 %.

Zdecydowana większość ścieków wymagających oczyszczenia to ścieki komunalne, w 2023 r. było to 232,9 hm³. Suma tych ścieków wzrosła o 13,5 % w stosunku do 2015 r., a do 2022 r. o 1,5 %. Udział oczyszczonych ścieków komunalnych wzrósł z 98,6 % w 2015 r. do 99,0 % w 2023 r. Największa ilość ścieków bytowych była oczyszczana w oczyszczalniach ścieków z zastosowaniem wysoko efektywnych technologii, które, umożliwiając zwiększoną redukcję azotu i fosforu, tj. z podwyższonym usuwaniem biogenów (w 2015 r. 87,1 %, w 2023 r. 86,9 %). Pozostała część ścieków komunalnych oczyszczana była biologicznie, a udział tej metody oczyszczania nie zmienił się znacząco (11,5 % w 2015 r. wobec 12,1 % w 2023 r.).

Ścieki komunalne oczyszczano w 327 oczyszczalniach o łącznej przepustowości 1 109,5 dam³/d. Oczyszczalni biologicznych było 259, a z podwyższonym usuwaniem biogenów – 68. W 2023 r. w odniesieniu do 2015 r. więcej było oczyszczalni biologicznych (o 11), a mniej – z podwyższonym usuwaniem biogenów (o 3). Łącznie ich przepustowość zwiększyła się o 28,0 dam³/d. W województwie mazowieckim z oczyszczalni ścieków w 2023 r. korzystało 74,4 % ludności, w stosunku do 2022 r. nastąpił wzrost o 0,2 punktu procentowego, natomiast do 2015 r. wzrost o 3,1 punktu procentowego. W kraju wskaźnik ten ukształtował się na poziomie 75,9 % i był wyższy w porównaniu z 2022 r. o 0,2 punktu procentowego, a z 2015 r. o 3,2 punkt. procentowego.

Nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska w województwie mazowieckim w 2023 r. wyniosły 3 357,4 mln zł (wobec 2 587,0 mln zł w 2022 r. i 2 205,5 mln zł w 2015 r.). W większości przeznaczone zostały na gospodarkę ściekową i ochronę wód (w 2023 r. 1 524,3 mln zł) oraz na ochronę powietrza atmosferycznego i klimatu (w 2023 r. 742,9 mln zł). W latach 2015–2023 nakłady na ochronę powietrza atmosferycznego i klimatu stanowiły od 21 % do 51 % nakładów na środki trwałe służące ochronie środowiska ogółem, natomiast na gospodarkę ściekową i ochronę wód stanowiły od 37 % do 55 %. W 2023 r. głównym źródłem finansowania nakładów na środki trwałe służące ochronie środowiska były środki własne inwestorów (62 %). Nakłady finansowane były też między innymi ze środków z funduszy ekologicznych (17 %), budżetu (9 %), zagranicy (7 %) oraz kredytów i pożyczek krajowych (3 %).

W 2024 roku w Polsce wytworzono 556 587 Mg (suchej masy) osadów, województwie mazowieckim w procesie oczyszczania ścieków komunalnych wytworzono 84 797 Mg

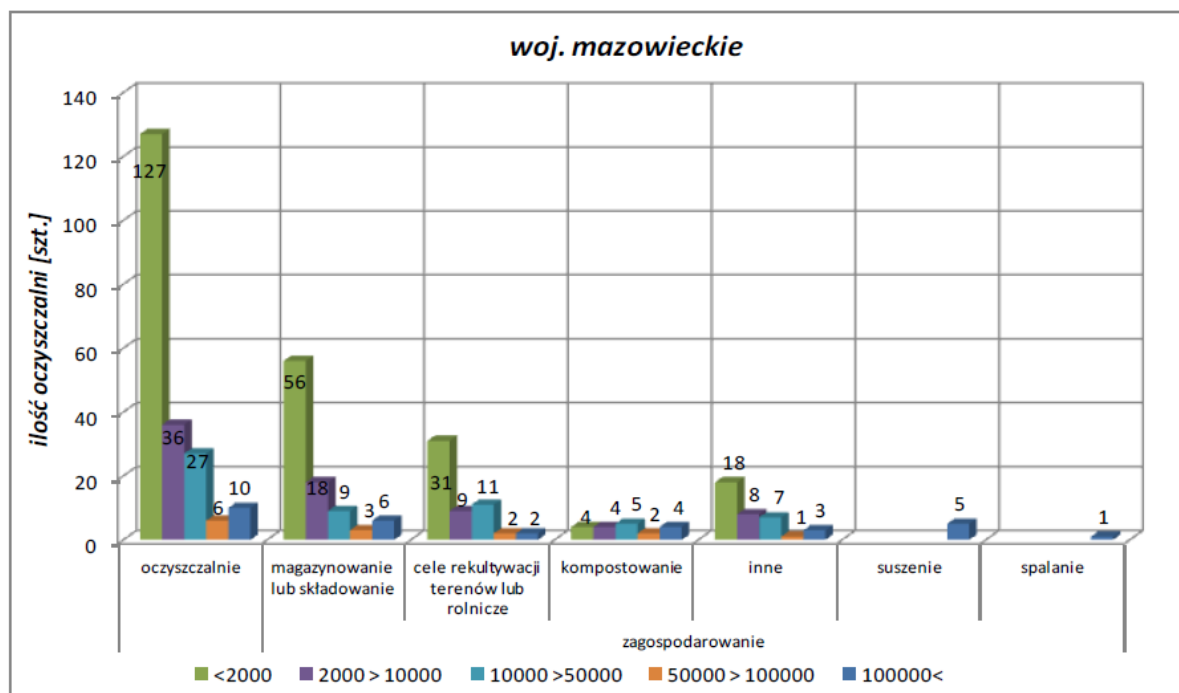
komunalnych osadów ścieków, czyli o 1,2 % więcej w porównaniu do 2015 roku (83 788 Mg). Dane dla powiatu sochaczewskiego w 2024 to **877 Mg** i przedstawiane już w rozdziale drugim **dane dla miasta Sochaczew 596,78 Mg.**

Podstawę do opracowania krajowych regulacji w zakresie osadów ściekowych stanowi nadal opracowanie pn.: „Ekspertyza, która będzie stanowić materiał bazowy do opracowania strategii postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi na lata 2014 - 2020” wykonana przez zespół z Politechniki Częstochowskiej w grudniu 2014 roku w części dotyczącej analizy wytwarzania i zagospodarowania osadów w Województwie Mazowieckim opracowanie stwierdza cyt.: „Rekomendowanymi metodami zagospodarowania osadów dla dużych oczyszczalni na terenie województwa będzie niewątpliwie termiczne przekształcanie (monospalarnia w Warszawie). Zmniejszenie uciążliwości transportowej można osiągnąć poprzez transport osadów wysuszonych. Średnie i małe oczyszczalnie to przeznaczenie osadów do rekultywacji, bezpośrednie stosowanie rolnicze oraz kompostowanie. Szczególnie w północnym, południowym i wschodnim regionie województwa gdzie powstające na tych terenach osady ściekowe są dobrej jakości.”

oraz

„W województwie mazowieckim działa Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych, zarządzana przez Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Warszawie S.A.. Zgodnie z posiadanym pozwoleniem zintegrowanym Stacja może termicznie przekształcać osady i odpady procesowe z Oczyszczalni Ścieków „Czajka” (osad odwodniony, skratki, piasek i tłuszcze) oraz wysuszone osady ściekowe pochodzące z Oczyszczalni Ścieków „Południe”. Zgodnie z danymi zawartymi w Sprawozdaniu KPOŚK i ankiecie MŚ w wyżej wymienionej instalacji unieszkodliwiono w 2013 roku ponad 25 tys. Mg s.m. osadów ściekowych (przy projektowanej przepustowości około 70 tys. Mg/rok), co stanowi najwyższą wartość w kraju. Suszarnie termiczne znajdują się w instalacjach w Warszawie (Oczyszczalnia Ścieków „Południe”), Radom, Kozienice, Grodzisk Mazowiecki, Piaseczno. Powstają kolejne w Żyrardowie, Ciechanowie, Puławach. Na terenie województwa osady można kompostować w instalacjach w Warszawie, Zielonce, Garwolinie i Brzeżnicy.”

Według ekspertyzy (rys.8.55) w przywołanym opracowaniu w województwie mazowieckim są zainstalowane następujące rozwiązania w zakresie gospodarki osadowej:



Rys. 8.55. Istniejące instalacje do końcowego zagospodarowania osadów ściekowych na terenie oczyszczalni i poza terenem oczyszczalni województwa mazowieckiego

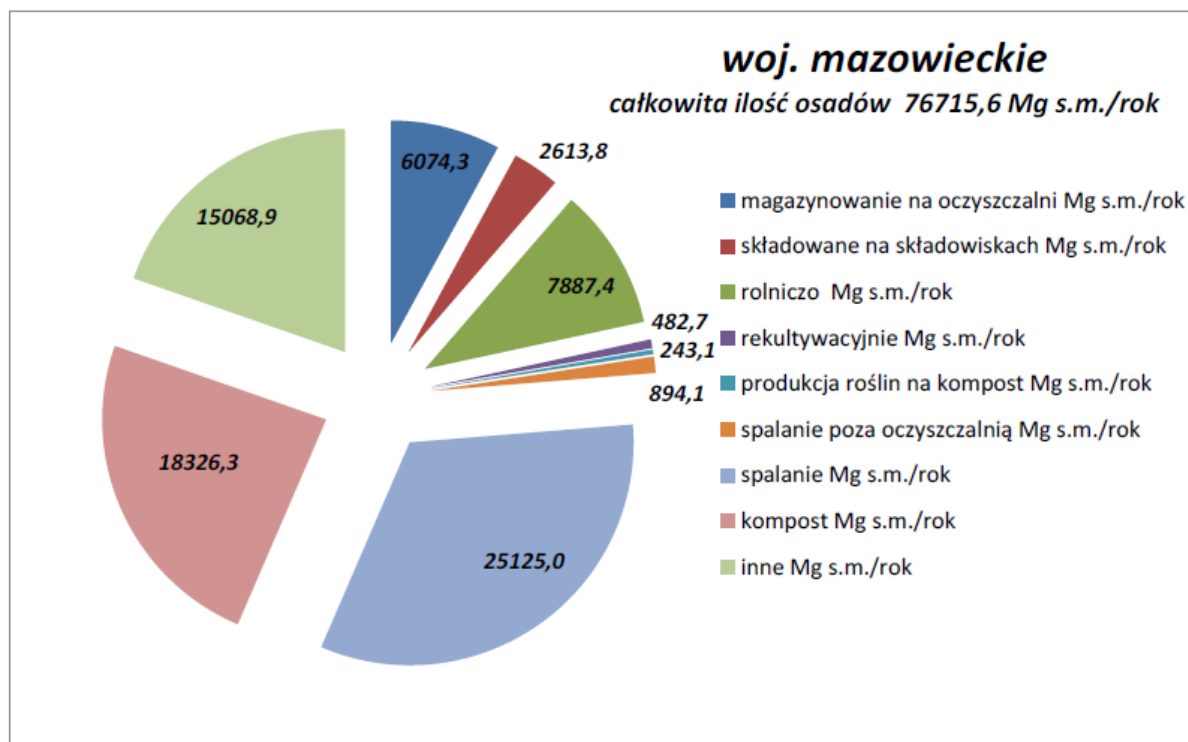
Źródło: Ekspertyza, która będzie stanowić materiał bazowy do opracowania strategii postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi na lata 2014-2020. prof. dr hab. inż. Januariusz Bień i inni. Częstochowa, grudzień 2014 r. (rys.8.55).

W ekspertyzie (rys.8.71) stwierdzono że w województwie mazowieckim podział całkowitej ilości osadów przedstawia dwa główne sposoby wykorzystania osadów odwodnionych – spalanie oraz kompost.

Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie z punktu widzenia aglomeracji jest instalacją położoną w aglomeracji o **równoważnej liczbie mieszkańców 32 255 RLM**. Na podstawie projektu „Rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ściegów dla miasta Sochaczew” przygotowanego przez Biuro Projektowania Budownictwa Budimex Projekt sp. z o. o., ul. Marszałkowska 82 z Warszawy w czerwcu 1996 roku. można obliczyć obciążenie oczyszczalni równoważną liczbę mieszkańców w wysokości **33 000 RLM**.

Z punktu widzenia założeń projektowych przedstawionych w operacie wodnoprawnym z 2016 roku (przez Hanna Szustecka „Usługi projektowe” z Sochaczewa), najpierw stwierdzono że „...zgodnie ze *Studium Wykonalności Poprawy Gospodarki Ściekowej Miasta Sochaczew* **Miejska Oczyszczalnia Ścieków w Sochaczewie winna obsługiwać 40 000 RLM**” ale na podstawie założeń: przepływu obliczeniowy $Q_{dśr} = 6\,000,0\text{ m}^3/\text{d}$ i wielkości obciążenia wskaźnikiem projektowym zawartości związków organicznych $BZT_5 = 2\,520,0\text{ kg O}_2/\text{d}$

($S_{BZT5} = 420,0 \text{ g O}_2/\text{m}^3$), można obliczyć równoważną liczbę mieszkańców w wysokości **42 000 RLM**.



Rys. 8.71. Ilość osadów ściekowych w końcowym zagospodarowaniu z oczyszczalni ścieków województwa mazowieckiego

Źródło: Ekspertyza, która będzie stanowić materiał bazowy do opracowani strategii postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi na lata 2014-2020. prof. dr hab. inż. January Bień i inni. Częstochowa, grudzień 2014 r. (rys.8.71).

Aktualne obciążenie oczyszczalni ścieków w Sochaczewie na podstawie analizy danych z Rozdziału III można przyjąć na poziomie 37 400 RLM (dla *reprezentatywnej* średniodobowej ilości ścieków odprowadzanych z oczyszczalni (Tabela 3.2) w wysokości $4\,400,00 \text{ m}^3/\text{d}$, oraz dla 85 % prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości (z Tabeli 3.1) stężenia BZT_5 w dopływie do oczyszczalni w wysokości $510,0 \text{ mgO}_2/\text{l}$).

Przewidywane docelowe obciążenie oczyszczalni ścieków, na podstawie prognozy demograficznej z Rozdziału IV wskazuje na ogólny rosnący trend zmiany liczby mieszkańców gminy. Według prognozy przedstawionej w „Planie ogólnym miasta Sochaczew. Analiza uwarunkowań rozwoju przestrzennego” liczba mieszkańców gminy

wzrośnie do **38 170 RLM w 2043 roku**. Oznacza to przyrost liczby mieszkańców o 4 860 mk w porównaniu do 2024 r.

Według przedstawionej w ekspertyzie definicji, oczyszczalnia o obciążeniu RLM w granicach 10 000 – 50 000 jest traktowana jako oczyszczalnia średnia, a dla obciążenia RLM w granicach 59 000 – 100 000 jako oczyszczalnia duża.

W dalszej części opracowania podkreśla się cyt.: „... *Dla dużych oczyszczalni preferowane są metody termiczne natomiast dla małych i średnich zasadne jest ich przyrodnicze wykorzystanie...*”

oraz

„Jako podstawowy proces stabilizacji osadów w średnich i dużych oczyszczalniach ścieków proponuje się fermentację beztlenową (metanową).”

Do dzisiaj jednak trudno powiedzieć, jak zapisy z ekspertyzy wpłyną na plany związane z gospodarką osadową i jaki może mieć ona wpływ na dalszą strategię osadową w naszym kraju, ponieważ obowiązująca strategia postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi na lata 2019 - 2022 przygotowana przez Ministerstwo Środowiska (przekształcone teraz w Ministerstwo Klimatu) wywołała dyskusje w branży, bo na samym wstępie tego opracowania stwierdzono, że „...Przedmiotem strategii jest stworzenie warunków i wykreowanie mechanizmów sprzyjających rozwiązaniu narastającego problemu zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych stanowiących odpady.”

W dalszej części opracowania podkreślono, że nie obejmuje ona działań w zakresie inwestycji w linie osadowe oczyszczalni ścieków, technologie ich przetwarzania, zapobieganie powstawaniu odpadów, dezintegracji osadów ściekowych, odzysku fosforu z osadów, zagęszczania, odwadniania czy kondycjonowania.

W związku z powyższym, rodzi się pytanie: jaki jest cel wykonania strategii, która nie wskazuje kierunków, oraz za którą nie idzie odpowiednie dofinansowanie?

Procesy prowadzone w części mechanicznej i biologicznej dają efekt w postaci czystych ścieków, spełniających warunki pozwolenia wodno-prawnego, co jest nadrzędnym celem również dla eksploatatora oczyszczalni komunalnej w Sochaczewie. Jednak optymalizacja i prowadzenie właściwej technologicznie gospodarki osadowej jest uzależnione od zaawansowania technologicznego oczyszczalni. Osady powstające w oczyszczalni powinny być ustabilizowane w celu wyeliminowania ich szkodliwego wpływu

na środowisko przez znaczne zmniejszenie: ilości substancji odorotwórczych, zawartości w osadach substancji organicznej oraz całkowitą eliminację organizmów patogennych.

Strategia postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi na lata 2019 - 2022 przyjmuje za główne cele:

- zapobieganie powstawaniu i zmniejszanie ilości powstających w oczyszczalniach ścieków komunalnych osadów ściekowych stanowiących odpady oraz wyeliminowanie wytwarzania komunalnych osadów ściekowych stanowiących odpady,
- zwiększenie ilości komunalnych osadów ściekowych przetwarzanych przed wprowadzeniem do środowiska oraz zwiększenie ilości komunalnych osadów ściekowych poddanych termicznemu przekształcaniu,
- dążenie do maksymalizacji stopnia wykorzystania substancji biogennych zawartych w osadach przy jednoczesnym spełnieniu wszystkich wymogów dotyczących bezpieczeństwa sanitarnego, chemicznego oraz środowiskowego.

Strategia wskazuje na konieczność kontroli w zakresie spełniania przez oczyszczalnie ścieków przepisów dotyczących gospodarki odpadami w odniesieniu do komunalnych osadów ściekowych, w tym doprecyzowania częstotliwości i metodyki prowadzenia badań. Przeprowadzanie szkoleń dla zarządzających oczyszczalniami ścieków w zakresie zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych.

W strategii przygotowanej przez Ministerstwo Środowiska brakuje jednak wizji na kompleksowe zagospodarowanie osadów ściekowych w następnych latach dla mniejszych i średnich oczyszczalni ścieków. Takie oczyszczalnie dofinansowywane są zgodnie z KPOŚK i Master Planem według potrzeb inwestycyjnych w poszczególnych aglomeracjach głównie pod względem jakości ścieków na odpływie, a osady są „przy okazji” załatwiane w sposób niewystarczający. Brakuje rozwiązań systemowych w zakresie osadów komunalnych.

Jednym z rozwiązań jest przekształcenie osadów z odpadu o kodzie 19 08 05 – „Ustabilizowane komunalne osady ściekowe” w produkt o właściwościach umożliwiających jego wykorzystanie po spełnieniu przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu, na przykład jako ulepszczone glebowy, nawóz organiczno-mineralny lub produkt używany do rekultywacji nieużytków rolnych.

Należy jednak rozpoznać różne alternatywne możliwości dalszego przetworzenia osadów, biorąc pod uwagę ładunek zanieczyszczeń niesionych w ściekach dopływających do oczyszczalni w Sochaczewie oraz ilość powstającego w procesie oczyszczania ścieków osadu nadmiernego odwodnionego mechanicznie.

Dyrektywa europejska w sprawie ochrony środowiska, w szczególności gleby, w przypadku wykorzystywania osadów ściekowych w rolnictwie ma już prawie 40 lat, więc konieczne są jej rewizja i zmiana co zostało już opisane w rozdziale 4.4. Dzisiaj metale ciężkie nie są jedynym i podstawowym zagrożeniem dla europejskich gleb. Zmieniły się warunki stosowania osadów, ale także zagrożenia i korzyści, jakie można mieć z przekazywania tej biomasy do środowiska. Konieczna jest więc analiza zakresu nowej dyrektywy. Nie może się ograniczać do wykorzystania rolniczego czy odzyskiwania fosforu. Federacja EurEau zwraca uwagę na potrzebę otwarcia rynku dla odzyskanych składników odżywczych i zasobów, gdyż obecnie zdarza się np., że odzyskany fosfor zalega w oczyszczalniach z powodu braku odbiorcy. W 2026 roku z pewnością wrócą kolejne konsultacje, w celu urealnienia zapisów dyrektywy europejskiej w sprawie ochrony środowiska do dzisiejszych zagrożeń i stanu wiedzy.

Ważną dyskusję w środowisku przedsiębiorstw eksploatujących komunalne oczyszczalnie ścieków w roku 2021 wywołała chęć zmiany warunków w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie komunalnych osadów ściekowych dotycząca wymaganych metod przygotowania osadów do ich dalszego wykorzystania.

Zmiany zostały jednak wdrożone **Rozporządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 31 grudnia 2021 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U 2022 poz. 89).** Na jego podstawie w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. 2015 poz. 257) wprowadzono istotne z punktu widzenia stabilizacji osadów ściekowych zmiany w§ 2 w ust. 1 dodając pkt 8, cytuje:

„...8) osady te zostały poddane obróbce z zastosowaniem co najmniej jednego z wymienionych procesów:

- a) beztlenowego, jeżeli w jego wyniku zawartość substancji organicznej w tych osadach zostanie zredukowana o co najmniej 38 % lub był prowadzony w temperaturze powyżej 34 °C przez co najmniej 12 dni,

- b) tlenowego, jeżeli był prowadzony przez co najmniej 25 dni, przy czym do tego okresu wlicza się czas, w jakim zachodziły procesy w części tlenowej reaktora biologicznego,
- c) tlenowego, jeżeli był prowadzony przez co najmniej 10 dni w temperaturze powyżej 40 °C,
- d) chemicznego, z wykorzystaniem wapna w dawce co najmniej 0,25 kg wapna na 1 kg s.m. osadów ściekowych,**
- e) humifikacji, przez leżakowanie osadu co najmniej 90 dni lub suszenie powodujące dezaktywację biologiczną przy wilgotności osadu poniżej 30%. ...”,

Dodatkowo w ustępie 5 rozporządzenia określono, że „...Warunkiem stosowania komunalnych osadów ściekowych jest wykonywanie przez ich wytwórcę badań, o których mowa w § 5 i § 6, w akredytowanym laboratorium w rozumieniu art. 5 pkt 4 ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz. U. z 2021 r. poz. 1344) lub w laboratorium posiadającym certyfikat systemu zarządzania jakością obejmujący procedurę badania komunalnych osadów ściekowych.”. Równocześnie doprecyzowując w § 4, że „...3. Warunkiem stosowania komunalnych osadów ściekowych w postaci mazistej i ziemistej jest ich równomierne rozprowadzenie na powierzchni gruntu i wymieszanie z glebą” zamiast zapisu „rozprowadzenia na powierzchni gruntu i wprowadzenie do gruntu”.

Rozporządzenie zmienia również częstotliwość wykonywanych badań osadów ściekowych (przeznaczonych do wykorzystania) metodami referencyjnymi, i tak w przypadku oczyszczalni ścieków w Sochaczewie w podstawowej wersji rozporządzenia badania osadów należało wykonywać raz na cztery miesiące (jak dla oczyszczalni przy równoważnej liczbie mieszkańców powyżej 10 000 do 100 000), natomiast zmienione zapisy rozporządzenia określają częstotliwość analiz dla tej grupy oczyszczalni co dwa miesiące.

Z zaznaczeniem, że zmiany w rozporządzeniu w sprawie stosowania komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. 2015 poz. 257) opisane powyżej **wchodzą w życie po upływie 48 miesięcy od dnia ogłoszenia, a więc od 14 stycznia 2026 roku.**

6.2 Założenia ilości osadów ściekowych przewidywanych do stabilizacji

Wielowariantowa koncepcja dalszej stabilizacji i zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych, powstających w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie, została przygotowana na podstawie analiz techniczno-technologicznej części mechaniczno-biologicznej oczyszczalni przedstawionych w Rozdziałach I-III oraz analizy prognoz demograficznych w Rozdziale IV. Po przeprowadzonych analizach i przedstawionej argumentacji w punkcie

5.2.1 oraz 5.2.3 z rozdziału V, oszacowano rzeczywistą prognozowaną ilość osadów ściekowych, które będą docelowo powstawać w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie. Ilość powstających osadów ulegnie zwiększeniu.

Analiza rocznej produkcji osadów z tabeli przedstawionej w rozdziale 2.17 na stronie 56 opracowania przygotowana na podstawie danych przekazanych przez operatorów oczyszczalni pokazuje, że produkcja suchej masy osadów wytworzonych rocznie w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie w latach 2020-2024 wynosiła:

ROK	2020	2021	2022	2023	2024
Ilość osadów wytworzonych rocznie	543,25	670,39	620,68	563,29	596,78

Obliczona na podstawie *reprezentatywnej* średniej ilości ścieków odprowadzanych z oczyszczalni (Tabela 3.2) w wysokości 4 400,00 m³/d oraz dla średniego (z Tabeli 3.1) stężenia BZT₅ w dopływie do oczyszczalni w wysokości 422,86 mgO₂/l, uzyskujemy obciążenie oczyszczalni w Sochaczewie w wysokości 31 010 RLM i na tej podstawie można obliczyć **teoretyczną ilość produkowanego osadu na poziomie 566 Mg/rok.**

Autorzy koncepcji zakładają na potrzeby dalszej analizy, że ilość wytworzonych osadów (sucha masa) w kolejnych latach osiągnie wartość 2 055 kg_{s.m..os}/ d, czyli 750 Mg_{s.m..os} /rok jako osadu nadmiernego po części biologicznej oczyszczalni. Wartość została obliczona i uśredniona na podstawie:

- założeń projektowych z 1996 r. ($Q_{\text{dśr}} = 6\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$, $S_{\text{BZT}_5} = 420,0 \text{ mg/l}$) – *ilość powstającego osadu około 766,5 Mg/rok;*
- założeń z rozdziału 4.2, a więc ilości dopływających ścieków 5 261 m³/d i dla stężenia BZT₅ 473,6 mgO₂/l (z tabeli 4.2) – *ilość powstającego osadu około 758,1 Mg/rok;*
- danych o ilości wytwarzanych osadów z lat 2020-2024 – *ilość powstającego osadu około 598,8 Mg/rok;*
- oraz bilansu ilości i jakości ścieków z rozdziału III – *ilość powstającego osadu około 566,1 Mg/rok.*

Oczyszczalnia spełnia warunki Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 31 grudnia 2021 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U 2022 poz. 89), dotyczącego stabilizacji osadów ściekowych (opisane na końcu rozdziału 6.1), **które wejdzie w życie 14 stycznia 2026 roku**, ponieważ oczyszczalnia posiada jedną z wymienionych w rozporządzeniu instalacji (§2 w ust. , pkt 8 podpunkt d) cytuje „ d) *chemicznego, z wykorzystaniem wapna w dawce co najmniej 0,25 kg wapna na 1 kg_{s.m.} osadów ściekowych*”.

Wyniki analiz sprawdzano również z wykorzystaniem oprogramowania DENICOM wersja 1.70.41– system wymiarowania oczyszczalni ścieków

Założenia dla gospodarki osadowej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie:

- suchą masę osadu na dobę po odwadnianiu mechanicznym – **2 055,0 kg_{s.m.} o./dobę.**
- typ osadów: **osady ściekowe niestabilizowane**,
- łączną ilość suchej masy osadu wytworzona w oczyszczalni przez rok – **750,0 Mg_{s.m.os./rok.}**
- stopień odwodnienia osadów po prasie mechanicznej: **20,0% s.m.**,
- ilość osadów wytworzona w ciągu roku o suchej masie 20,0% – **3 750,0 Mg_{os. dla 20% s.m..os/rok.}**

Ilość powstających osadów została urzeczywistniona w celu wyboru optymalnego rozwiązania przekształcania osadów ściekowych dla komunalnej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

Warianty stabilizacji osadów obejmują:

- a) stabilizację osadów wapnem wysoko reaktywnym, która umożliwi wytworzenie produktu nawozowego,
- b) kompostowanie osadu,
- c) autotermiczną stabilizację tlenową – pasteryzacja osadu,
- d) fermentację osadów ściekowych z ujmowaniem i spalaniem biogazu, produkcją energii elektrycznej oraz ciepłej,
- e) suszarnię słoneczną.

6.3 Wapnowanie osadu i przetwarzanie w produkt

Osady z oczyszczalni ścieków komunalnych mogą być wykorzystane rolniczo, jeśli pozbedziemy się zagrożenia biologicznego i zhygienizujemy osad wapnem palonym. Aktualnie osady zhygienizowane są gromadzone w pierwszej kolejności pod **wiatą z placem do składowania osadu Ob.20** – w formie wiaty, co nie prowadzi do wtórnego uwodnienia osadów. Osady wykorzystywane są rolniczo lub wywożone do kompostowni.

Zakładamy, że osad ściekowy nieustabilizowany będzie odwodniony mechanicznie do 20,0 % za pomocą urządzenia do odwadniania zainstalowanego w **budynku odwadniania osadu Ob. 11 i 11a**. Ważne jest oczywiście założenie, że przy rolniczym wykorzystaniu osadu jego „odbieranie” z oczyszczalni nie jest regularne w każdej porze roku. Niestety ze względu na ograniczone możliwości wprowadzania osadu rolniczego na pola uprawne (zazwyczaj dwa razy w roku), należy liczyć się z jego dłuższym gromadzeniem na **zadaszonym** placu osadowym przez okres przynajmniej sześciu miesięcy.

Zakładając, że ilość osadów odwodnionych po prasie bez stabilizacji:

dla założeń z Rozdziału 6.2 dla osadu bez zmiany sposobu przygotowania osadów, a więc sytuacja, kiedy osad nadmierny bez stabilizacji o masie (750,0 Mg_{s.m.os./rok}) jest odwadniany mechanicznie do 20 % suchej masy. Wówczas jego masa z wodą będzie wynosiła 3 750,0 Mg_{os. dla 20% s.m..os./rok} osadu (o uwodnieniu 80 %).

Sucha masa osadu produkowana dobowo osiągnie wartość:

$$750 \text{ ton}_{s.m.os.} / 365 \text{ dni} = \underline{2\,055,0 \text{ kg}_{\text{suchej masy osadu/dobę}}},$$

a sumaryczna ilość dobową osadu o zawartości suchej masy 20 % osiągnie wartość **około 10 275,0 kg_{os./d} = 10,27 Mg_{s.m.os./d}**.

Zakładając w koncepcji zużycie wapna na poziomie 0,25 kg na kilogram suchej masy osadu (2 055,0 kg_{s.m. o./dobę} suchej masy osadu x 0,25), będziemy zużywali 513,75 kg wapna na dobę, co daje rocznie 187,5 tony wapna.

Założona dawka jest identyczna jak w Rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 31 grudnia 2021 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U 2022 poz. 89), które zakłada przygotowanie osadu w obróbce chemicznej, z wykorzystaniem wapna w dawce co najmniej 0,25 kg wapna na 1 kg s.m. osadów ściekowych. Rozporządzenie wchodzi w życie 14 stycznia 2026 roku.

Ciężar wapna palonego wynosi $0,5 \text{ kg/dcm}^3$, a jego objętość $513,75 : 0,5 = 1,03 \text{ m}^3$.

Całkowita ilość osadu odwodnionego z wapnem wyniesie około: $10,27 + 1,03 = 11,3 \text{ m}^3$ na dobę. Zakładając, że wiatą do składowania osadu Ob.20 posiada powierzchnię do gromadzenia osadu około $432,0 \text{ m}^2$ przy założonej wysokości pryzmy $1,2 \text{ m}$ (a więc dla pojemności placu $518,0 \text{ m}^3$), możemy uzyskać maksymalny czas gromadzenia osadu ($518,0 \text{ m}^3 : 11,3 \text{ m}^3_{(\text{osadu z wapnem})}/\text{d}$) **46 dni**. Jest to wartość teoretyczna.

Z uwagi na wysokie ściany istniejącej wiaty, możemy założyć większą wysokość pryzmy równą $2,0 \text{ m}$, a więc uzyskamy **maksymalny czas gromadzenia osadu** ($864,0 \text{ m}^3 : 11,3 \text{ m}^3_{(\text{osadu z wapnem})}/\text{d}$) **76,5 dni**. Jest to wartość teoretyczna.

W obu wariantach powierzchnia wiaty jest za mała. Zakładając teoretyczne półroczne przetrzymanie osadu pod wiatą, obiekt powinien mieć około $1\,750,0 \text{ m}^2$ powierzchni (przy założeniu wysokości pryzmy $1,2 \text{ m} = 186 \text{ dni}$).

Możliwe rozwiązanie przedstawiono na rysunku PZT-3, w którym założono, że istniejący reaktor biologiczny zostanie przebudowany na zbiornik retencyjny i wiatę magazynową osadu (o powierzchni około $1\,400,0 \text{ m}^2$). Dzięki temu otrzymamy dwie wiaty o sumarycznej powierzchni $1\,400,0 + 432,0 = 1\,832 \text{ m}^2$, która pozwoli na przetrzymanie osadu 194,5 dnia.

Dawka eksploatacyjna wapna jest zawsze uzależniona od stopnia odwodnienia osadu i założonego celu eksploatacyjnego (na przykład: higienizacji, pełnej pasteryzacji osadu lub przekształcaniu osadu w produkt wapienny) jest dobierana doświadczalnie.

Rozwiązaniem alternatywnym dla wapnowania jest zastosowanie technologii FuelCal[®], przygotowana w ofercie firmy Evergreen Solutions (dołączonej do oddzielnego opracowania pod nazwą – ZAŁĄCZNIKI). W procesie wykorzystuje się wapno palone Bardzo Wysokiej Reaktywności (BWR).

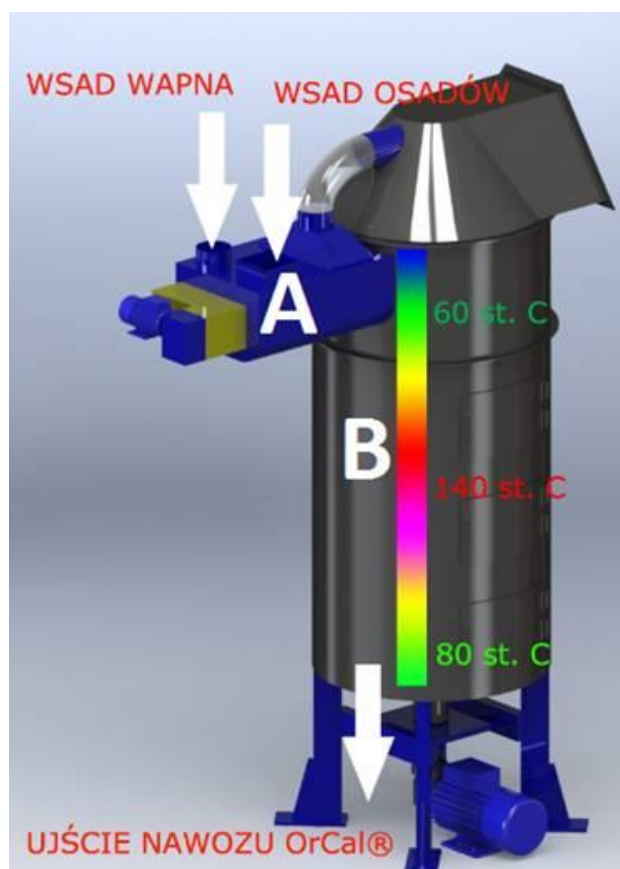
Minimalna sucha masa osadu kierowanego do instalacji według proponowanego rozwiązania, nie może być mniejsza od 17 % oraz większa niż 22 % (optymalna).

Rozwiązanie umożliwia uzyskanie polepszacza gleby (nawóz Orcal[®]) lub środka poprawiającego właściwości gleby Orcal[®]Phregulator[®]. Instalacja stabilizacji osadu wapnem

palonym z możliwością wytwarzania nawozów mineralno-organicznych, stanowi uzupełnienie istniejącego na oczyszczalni procesu oczyszczania ścieków.

Przedsięwzięcie to polega na zagospodarowaniu osadów ściekowych o kodzie 19 08 05 poprzez ich odzysk metodą R 10 – „obróbka na powierzchni ziemi lub poprawa środowiska” polegającą na wymieszaniu reagenta chemicznego – wapna wysoko reaktywnego BWR z powstałymi na oczyszczalni ścieków osadami ściekowymi, spełniając wymagania sanitarne, jak i Ustawy o odpadach.

Proponowane rozwiązanie technologiczne do przetwarzania osadów ściekowych wykorzystuje najpierw uśrednianie osadów ściekowych (buforowanie) oraz odpowiednio zmienny, regulowany i kontrolowany czas przebywania i prędkość mieszania osadów odwodnionych oraz precyzyjny i powtarzalny kontakt z wapnem palonym Bardzo Wysokiej Reaktywności (BWR).



Rys.6.1. Schemat reaktora Część A – stabilizacja i higienizacja, część B – nadawanie właściwości produktu nawozowego

Linia technologiczna do przetwarzania osadów ściekowych może stanowić alternatywę dla zwykłej higienizacji osadu jako sposobu przygotowania osadu do dalszego wykorzystania, ale nie jak dotychczas jako odpadu, ale jako polepszacza gleby lub nawozu, co daje zupełnie inne możliwości również w zakresie prawnym jego zagospodarowania. Rozwiązanie technologiczne FuelCal® firmy Evergreen Solutions stwarza również rozwiązanie dla wykonania osobnego zakładu do przerobu osadów (poza oczyszczalnią) w celu produkcji nawozów organiczno-mineralnych. Cały proces technologiczny przebiega w temperaturze przekraczającej 60 °C, w wyniku zachodzącej egzotermicznie reakcji chemicznej (bez udziału energii cieplnej z zewnętrznych źródeł) pomiędzy dawkowanym wapnem palonym CaO BWR a wodą zawartą w osadach ściekowych. Reakcja przebiega w reaktorze o przepływie pionowym (rysunek 6.1), w którym następuje związanie oraz odparowanie wody zawartej w osadzie, co wpływa na obniżenie kosztów oraz optymalizację przebiegu procesu.

W wyniku termicznego procesu przemiany fizyko-chemicznej osadów ściekowych powstaje produkt hydrofobowy o jednorodnym składzie ziarnowym, łatwy w przechowywaniu, transporcie i rozprowadzaniu na pole. Wytworzony produkt znacznie obniża materię organiczną, zapewniając pełną higienizację łącznie z likwidacją bakterii chorobotwórczych z rodzaju Salmonella oraz żywych jaj pasożytów jelitowych, zachowując znajdujące się w osadach związki azotu i fosforu oraz zapewniając pełną dezodoryzację. Dzięki wytwarzaniu z zagęszczonych osadów ściekowych polepszacza gleby, zgodnie z Dyrektywą 2008/98/WE zostaje zaprzestane wytwarzanie odpadu. W oczyszczalni nie będą powstawały odpady, a powstały polepszacz gleby o znacznej wartości rynkowej może być wykorzystany w rolnictwie.

Proces wytwarzania nawozu OrCal®, według rozwiązania firmy Evergreen Solutions, przebiega pod ścisłą kontrolą automatycznego układu sterowania umożliwiającego kontrolę ilości podawanego osadu i reagenta. Substratem dla technologii FuelCal®, w której powstają nawozy organiczno-mineralne OrCal® są:

- 70 – 85 % - częściowo odwodniony osad z komunalnej oczyszczalni ścieków,
- 30 – 15 % - wapno palone WapCal® zgodne z normą, CaO, w postaci sproszkowanej.

Produkt opuszczający reaktor w postaci gorącego, wysterylizowanego granulatu polepszacza gleby odbierany jest z wylotu obudowanymi przenośnikami taśmowymi i przechowywany

pod wiatą. Proces ten realizowany jest w sposób automatyczny, a niezhigienizowany osad ściekowy nie może opuścić węzła reakcyjnego.

W reaktorze zachodzi potrójna sterylizacja za pomocą:

- temperatury od 55 °C do 120 °C,
- przejściowego roztworu mleka wapiennego,
- wysokiego pH.

Polepszacz gleby po minimum 12 godzinach leżakowania nadaje się już do wywożenia poza oczyszczalnię i dalszego wykorzystania. Zgodnie z aktualnymi przepisami osady ściekowe przetwarzane w miejscu wytwarzania na wysterylizowany półgranulat stanowią polepszacz gleby.

Technologia FuelCal[®] jest metodą stabilizacji oraz zaawansowanej higienizacji w części A reaktora i nadawaniu ustabilizowanym i higienizowanym osadom ściekowym właściwości produktu nawozowego w postaci suchego proszku (mikrogranulat) lub granulatu w części B reaktora (rysunek 6.1). W wyniku egzotermicznych reakcji chemicznych zachodzących pomiędzy precyzyjnie dawkowanym wapnem palonym WapCal[®] BWR, a wodą z osadów ściekowych, zachodzi stabilizacja i higienizowanie osadu, odparowanie i częściowe związanie wody zawartej w osadzie, czego efektem jest hydrat wapnia wchodzący w skład gotowego produktu. W trakcie przebiegu procesu uzyskuje się produkt w postaci suchego proszku (mikrogranulat) lub granulatu o zawartości ok. **60 – 75 % s.m.**, zawierający makroskładniki pokarmowe dla roślin: azot, fosfor, potas, wapń i siarkę oraz mikroskładniki. Produkt zawiera wysoką zawartość substancji organicznej, więcej niż 45 – 50 % (analiza wykonana w temperaturze spalania 750 °C).

Technologia higienizacji osadów ściekowych/UPPZ wapnem palonym mielonym Bardzo Wysokiej Reaktywności (BWR) gwarantuje zachowanie następujących parametrów procesu:

- czas przebywania mieszaniny reagenta i osadów ściekowych w temperaturach przekraczających 55 °C powyżej 20 minut we wnętrzu reaktora (nie krócej niż 5 minut). Gwarancje te wynikają z wielkości reaktora, wydajności instalacji produkcyjnej, drogi transportu surowców przez reaktor oraz faktu, iż rozpoczęte w mieszalniku reakcje egzotermiczne kontynuowane są także w produkcie opuszczającym linię produkcyjną (proces tzw. „dojrzewania”). Produkt nie może opuścić węzła reakcyjnego bez pełnej sterylizacji, a tym samym osiągnięcia zadanej temperatury,

- odczyn chemiczny środowiska reakcyjnego: $\text{pH} > 11,0$,
- obecność w mieszaninie reakcyjnej stężonego gorącego roztworu mleka wapiennego zapewniającego dostęp do wnętrza wszystkich cząstek przetwarzanego osadu,
- brak możliwości przejścia osadów ściekowych, poddawanych przetwarzaniu przez linię przetwórczą, z pominięciem węzła reaktora przetwórczego,
- rejestracja i archiwizacja parametrów technologicznych procesu przetwórczego (wykres temperatur przetwarzania w czasie),
- wydajność przetwarzania zagęszczonych osadów ściekowych nie mniej niż 0,05 Mg/h, maksymalnie do 4,5 Mg/h, przy zagwarantowaniu, że w zagęszczonych osadach ściekowych znajduje się minimum 18 % suchej masy,
- średnie zużycie reagenta do 300 kg na 1 Mg przetworzonego zagęszczonego osadu ściekowego przy zagwarantowaniu przez operatora ciągłej dostawy surowca w ilości zapewniającej nieprzerwaną pracę instalacji przetwórczej z wydajnością nie mniejszą niż 0,05 Mg/h i maksymalnie 4,5 Mg/h zagęszczonego osadu na godzinę na węzeł reakcyjny i przy zawartości w surowcu suchej masy nie mniejszej niż 18 %. Spełnienie tego wymogu jest ściśle powiązane z reaktywnością reagenta (wskaźnik reaktywności $t_{60} < 2$ minut),
- im wyższy udział wody w dostarczonym substracie tym wymagana większa ilość stosowanego reagenta,
- linia produkcyjna gwarantuje pełną sterylność wytwarzanego produktu.

W Tabeli 6.1 przedstawiono zużycie reagenta WapCal[®] - CaO BWR zależne od ilości suchej masy, ale także reologii, temperatury i pH osadu oraz temperatury otoczenia:

Zużycie reagenta wynosi ok. 25 %/tonę odwodnionego osadu ściekowego przy 20 % s.m. osadu podawanego do instalacji FuelCal[®] (im większy udział s.m. tym mniejsza ilość reagenta). Wymagany przez producenta instalacji FuelCal[®] % s.m. osadu odwadnianego (w zakresie 17 – 22 % s.m.), przy jego parametrach jakościowych, ilościowych i składzie pozwala na uzyskanie środka poprawiającego właściwości gleby OrCal[®] pHregulator[®] albo nawozu OrCal[®] zgodnie z zapisami Ustawy z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu.

Tabela 6.1. Ilość wapna zużywanego w technologii FuelCal na tonę wprowadzonego osadu w zależności od zawartości w nim suchej masy osadu

% s.m. osadu	Współczynnik	Ilość wapna zużywanego w technologii FuelCal na tonę osadu
15 % s.m.	ok. 3,0 kg CaO/kg s.m.	ok. 450 kg CaO/t osadu
17 % s.m.	ok. 2,29 kg CaO/kg s.m.	ok. 389 kg CaO/t osadu
18 % s.m.	ok. 1,9 kg CaO/kg s.m.	ok. 342 kg CaO/t osadu
19 % s.m.	ok. 1,6 kg CaO/kg s.m.	ok. 304 kg CaO/t osadu
20 % s.m.	ok. 1,5 kg CaO/kg s.m.	ok. 300 kg CaO/t osadu
21 % s.m.	ok. 1,4 kg CaO/kg s.m.	ok. 290 kg CaO/t osadu
22 % s.m.	ok. 1,2 kg CaO/kg s.m.	ok. 260 kg CaO/t osadu
25 % s.m.	ok. 0,9 kg CaO/kg s.m.	ok. 250 kg CaO/t osadu
30 % s.m.	ok. 0,7 kg CaO/kg s.m.	ok. 210 kg CaO/t osadu

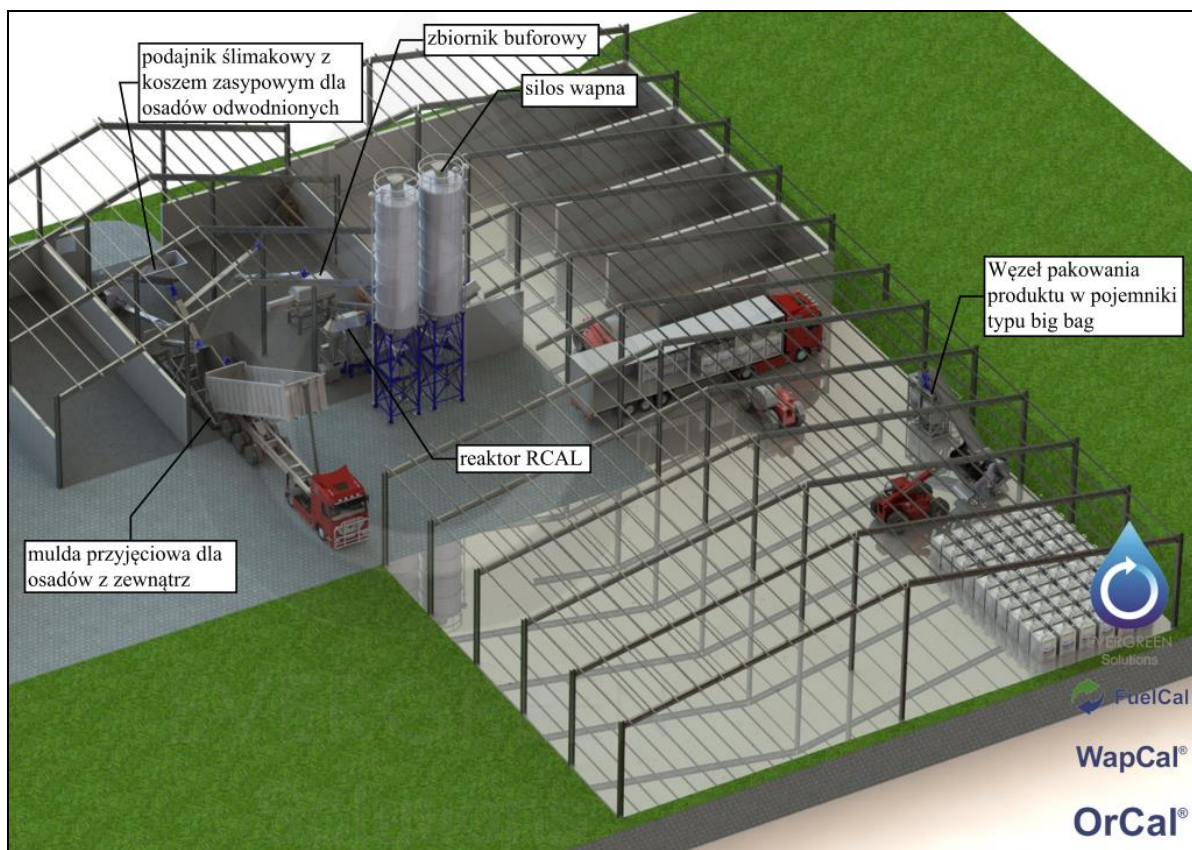
Dodatkowe informacje dotyczące instalacji FuelCal® firmy Evergreen Solutions:

Moc zainstalowana: do 93,2 kW (całość instalacji z układem pakowania, współczynnik jednoczesności 0,75),

Wymagane media: woda śr. Min. 15 mm i wydajności 0,6 m³/h
kanalizacja Ø100 mm (odciek wody), wydajność ok. 450 l/h
sprężone osuszone powietrze Ø10 mm, wydajność ok. 20 m³/h
stałe łącze internetowe
wentylacja budynku

Obsługa: 2 osoby na pełny etat do obsługi instalacji, dodatkowo obsługa magazynu nawozu

Instalacja nie powoduje uciążliwości odorowej (zamknięty reaktor), a emisja hałasu wytwarzanego przez układ zostanie zamknięta w budynku (jednocześnie nie przekracza dozwolonych poziomów). Należy jednak zauważyć, że powstający produkt pyli się przy załadunku i warto zainwestować w dodatkową instalację pakującą gotowy produkt w big-bagi.



Rys.6.1a. Przykładowe rozmieszczenie instalacji firmy Evergreen pod wiatami

Na rysunku 6.1a. pokazano przykładowe rozmieszczenie instalacji FuelCal® pod wiatą. Przedstawiony wariant obejmuje również muldę do przyjmowania osadów ściekowych z innych oczyszczalni (takiego rozwiązania nie uwzględnia oferta dla oczyszczalni ścieków w Sochaczewie). Gotowy produkt może być magazynowany w betonowych boksach (jak na rysunku 6.1a.), następnie jest on ładowarką transportowany do węzła pakowania produktu w big bag. W Sochaczewie proponuje się bezpośredni zrzut gotowego produktu do węzła pakowania w big bag, w celu ograniczenia pylenia. Kompletną instalację proponuje się wykonać w istniejącej **wiacie z placem składowania osadu Ob. nr 20**. Najlepszym rozwiązaniem byłoby zamknięcie **wiaty z placem składowania osadu Ob. nr 20** i przeniesienie tam również instalację odwadniania osadu, wówczas osad odwodniony spod urządzenia odwadniającego będzie transportowany bezpośrednio do zbiornika buforowego instalacji.

Koszty związane z zakupem instalacji, oferowanej przez firmę Evergreen Solutions do przetwarzania osadu w produkt, jak również niezbędne nakłady inwestycyjne w zakresie branży budowlanej, drogowej i technologicznej przedstawiono w tabeli poniżej.

Producent	Zakres	Cena netto
Evergreen Solutions	Dostawa technologii obejmuje: • przenośniki ślimakowe prasy – 2 szt., • zbiornik homogenizacyjny o pojemności 3,6 m³ – 1 szt., • przenośnik ślimakowy PS250 – 1 szt., • układ dozowania CaO z silosu 35 m³, • RCal 120 – reaktor przetwóczy – 1 szt., • Zintegrowany układ automatyki i sterowania węzłem reakcyjnym – 1 szt., • układ neutralizacji skroplin – 1 szt., • przenośnik taśmowy dla gotowego produktu – 1 szt., • odciągi punktowe – 1 kmpl., • układ dozowania i magazynowania reagenta V45 wraz z systemem ważenia – 1 szt., • kompresor śrubowy – Combo – 1 szt., • węzeł pakowania produktu w pojemniki typu big bag wraz z systemem autoamtyki i sterowania – 1 kmpl., • mulda zasypowa do układu pakowania wraz z rozdrabniaczem wstępnym – 1 szt., • przenośnik taśmowy do układu pakowania – 1 szt. Dostawa i dokumentacja w cenie.	2 985 000,00 zł
Evergreen Solutions	Przeprowadzenie procedury uzyskania decyzji MRiRW o prawie wprowadzenia produktu wynikowego technologii do obrotu	51 000,00 zł
	Budowa nowej wiaty o powierzchni ok. 1 700 m ²	2 800 000,00 zł
	Przebudowa istniejącej wiaty magazynowej (ob. nr 20) na obiekt odwadniania i higienizacji osadu	1 400 000,00 zł
ŁĄCZNIE		7 236 000,00 zł

Dodatkowym kosztem (poza zakresem dostawy podstawowej firmy Evergreen Solutions) jest zakup reagenta do przeprowadzenia rozruchu instalacji, pobranie prób do przeprowadzenia procedury certyfikacji MRiRW (ok. **35 000,0 zł netto**).

Należy jednak podkreślić, że w opinii autorów koncepcji rozwiązanie alternatywne do zwykłego wapnowania jest dobrze rozwiązane technicznie i posiada wiele obiektów reprezentatywnych. Do jego zainstalowania niezbędna będzie przebudowa wiaty magazynowej osadu Ob. 20 – wiatę należałoby zamknąć, ocieplić oraz przewidzieć wykonanie ogrzewania. Optymalnym rozwiązaniem byłoby przeniesienie całej instalacji odwadniania osadów do Ob. 20, aby odwadniane osady były podawane bezpośrednio

do zbiornika buforowego instalacji stabilizacji wapnem, a gotowy produkt pakowany bezpośrednio w big-bagi. Wariant przedstawiony na rysunku **PZT-5** załączonym na końcu opracowania.

Wydajność instalacji Evergreen wynosi do 4,5 ton na godzinę, ilości powstających osadów w oczyszczalni założona na poziomie **3 750,0 Mg_{os.} dla 20% s.m..os/rok**, czas pracy urządzenia rocznie przy maksymalnej wydajności to około 833 godziny. Biorąc pod uwagę stopień odwodnienia osadu oraz teoretyczną dawkę wapna, roczne zużycie reaktywnego wapna będzie wynosiło około 1 125 ton. Przy dzisiejszych cenach, koszt zakupu reaktywnego wapna wyniesie około **1 350 000 zł rocznie**.

Z uwagi na proponowane wykorzystanie istniejącej wiaty z placem składowania osadu Ob. nr 20 na obiekt odwadniania osadu i instalacji stabilizacji osadu, należałoby przewidzieć budowę nowej wiaty o powierzchni około 1 750,0 m² (obliczono na początku tego podpunktu). Możliwa lokalizacja nowej wiaty została przedstawiona na rysunku PZT-5 (z uwagi na tereny zalewowe oraz ograniczoną powierzchnię działki, lokalizację wiaty proponuje się na działce 5/1 – jednak jest to miejsce niefunkcjonalne z uwagi na przejazd przez całą oczyszczalnię).

Kolejnym rozwiązaniem alternatywnym jest oferta firmy EKOFINN (zgodnie z kartą katalogową załączoną na końcu opracowania w części oferty linii higienizacji osadu wapnem z wykorzystaniem reaktora typu WILK). Instalację można zainstalować w istniejącym budynku odwadniania Ob.11. W celu gromadzenia osadów zhigienizowanych należy wybudować dodatkową wiatę o powierzchni 1 300,0 m².

Poniżej pokazano koszty zakupu takiej instalacji (karta katalogowa urządzenia firmy EKOFINN znajduje się w oddzielnym opracowaniu pod nazwą – ZAŁĄCZNIKI).

Producent	Typ rozwiązania	Cena netto
Ekofinn	Linia higienizacji osadu wapnem reaktorem typu WILK Dostawa i montaż technologii	370 000,00 zł
-	Budowa dodatkowej wiaty ok. 1 300 m ² (przy założeniu wykorzystania istniejącej wiaty o powierzchni 432 m ²)	2 100 000,00 zł
ŁĄCZNIE		2 470 000,00 zł

Z uwagi na koszty inwestycyjne oraz późniejsze eksploatacyjne opisanych wyżej instalacji, oraz wymagane prace przygotowawcze (*przebudowa istniejącej wiaty w przypadku technologii Evergreen*), budowę nowej wiaty magazynowania osadu (*której proponowana lokalizacja jest niefunkcjonalna, ale z uwagi na ograniczenia działki (tereny zalewowe, linie napowietrzne SN, inne obiekty projektowane) trudno zaproponować inne miejsce*), jako bardziej opłacalne będzie wykonanie instalacji linii higienizacji osadu wapnem reaktorem typu WILK.

Możliwe rozwiązania (zmiana funkcji istniejącej wiaty, projektowane wiaty) przedstawiono na rysunkach załączonych na końcu opracowania: **PZT-5** (instalacja Evergreen i budynek odwadniania w miejscu istniejącej wiaty, budowa nowej wiaty) oraz **PZT-6** (pokazująca lepszą pod kątem logistycznym lokalizację nowej wiaty magazynowej – w miejscu projektowanego zbiornika retencyjnego).

6.4 Kompostownie osadu

6.4.1 Klasyczna kompostownia

Odwodniony i nieustabilizowany osad z założonym stopniem odwodnienia 20 % z oczyszczalni w Sochaczewie można (bez higienizacji wapnem) przygotować do dalszego wykorzystania przez jego kompostowanie. Przy założeniu, że osad przenośnikami trafi na zewnątrz budynku na przyczepę a następnie zostanie przetransportowany na plac składowy – miejsce przygotowania osadu, skąd nastąpi jego transport ładowarką dalej pod wiatę kompostowni. Przyjmując, że kompostowanie mieszanki osadu i materiału strukturalnego będzie prowadzone w pryzmach:

Proces kompostowania powinien być prowadzony w II etapach:

- kompostowanie intensywne w napowietrzanych przez przerzucanie pryzmach (przerzucarką mechaniczną),
- dojrzewanie osadu.

Dla założeń z podpunktu 6.2, dla osadu bez zmiany sposobu przygotowania osadów (osad nieustabilizowany:

W procesie kompostowania założono wykorzystanie następujących substratów:

- osad nadmierny z oczyszczalni ścieków, odwodniony mechanicznie do zawartości wody 80 % - zgodnie z założeniami z rozdziału 6.2 w ilości **3 750,0 Mg os. dla 20% s.m..os./rok**,
- słoma w postaci zagęszczonych sprasowanych prostopadłościanów z następujących roślin: jęczmień, pszenżyto, pszenica, żyto, owies lub rzepak (o uwodnieniu ok. 15 ÷ 30 % i gęstości ok. 80 ÷ 160 kg/m³),
- gałęzie podcinania drzew, dostarczone w postaci zmielonej na rębarnie, wielkość zrębków od 10 do 50 mm (gęstość 350 ÷ 400 kg/m³),
- inne odpady organiczne pozyskiwane z okolic Rudy Bugaj w tym na przykład: liście, słoma, trociny (o uwodnieniu 15% ÷ 40 % i gęstości ok. 400 kg/m³).

Zakładane proporcje składników dodawanych do pryzmy kompostowej przedstawiono w Tabeli 6.2a.

Przy założeniu, że ilość osadów po odwadnianiu na wirówce wyniesie **10,27 Mg_{os./d}** osadu na dobę o suchej masie 20 %, co daje **3 750,0 Mg_{os. dla 20% s.m..os./rok}** ton osadu na rok.

Tabela 6.2. Proporcje zmieszania substratów w pryzmie kompostowej

Proporcja zmieszania substratów w pryzmie kompostowej				
Substrat	Masa w tonach/rok	Udział procentowy składnika w mieszaniu	Objętość m³/d	Proporcje zmieszania w odniesieniu do objętości osadów
Osad	3 750	54%	3 759	1
Słoma	361	5%	3 007	0,8
Świeże wióry drewniane	423	6%	1 128	0,3
Inne odpady organiczne	2 406	35%	6 014	1,6
Mieszanka RAZEM	6 939,27	100%	13 907,66	3,7

Przyjęto kompostowanie mieszanki osadów i materiału strukturalnego w pryzmach przerzucanych.

Pryzmy mogą być budowane na kilka sposobów:

- osad z oczyszczalni oraz materiał strukturalny są rozładowywane w miejscu budowania pryzmy warstwami przemiennie, warstwa zrębków, warstwa słomy, warstwa osadów, warstwa zrębków itd., następnie surowce łączy się przy pomocy przerzucarki formując właściwą pryzmę,

- osady z oczyszczalni i materiał strukturalny są ładowane na przyczepę ciągnika, który następnie zrzuca ładunek wzdłuż miejsca formowania pryzmy, a przerzucarka lub ładowarka formuje właściwą pryzmę,
- osady z oczyszczalni i materiał strukturalny mogą zostać wymieszane przed uformowaniem pryzm w mieszarkach mechanicznych.

Wielkość i kształt pryzmy będzie zależny od zastosowanej przerzucarki, będzie to miało znaczenie bezpośrednie na powierzchnię wiaty kompostowej. Stosując na przykład przerzucarkę Bachus 17.50 pryzmy mają wówczas wysokość ok. 2,4 m i szerokość podstawy około 5 m (**powierzchnia przekroju bocznego wynosi 6,2 m²**). Typowe przerzucarki stosowane w kompostowniach pokazano na rysunku 6.2 poniżej.



Rys. 6.2. Maszyny do kompostowni: przerzucarki, rozdrabniarki i ładowarka.

Proces kompostowania trwa średnio przez okres 6 tygodni, pod wiatą (schemat kompostowni przedstawiono na rys.6.3). W czasie prowadzenia procesu przerzuca się pryzmy około 2 razy w tygodniu. Po zakończeniu kompostowania wilgotność pryzmy kompostowej powinna osiągnąć wartość od 40 do 45 %, wówczas są one rozbierane. Produkt powstały powinien być przesiewny w celu oddzielenia ewentualnego materiału strukturalnego, który można ponownie użyć do kompostowania. Proces kompostowania w napowietrzanych pryzmach może się jednak wydłużyć, jeżeli jego wilgotność jest zbyt wysoka.



Rys.6.3. Schemat kompostowni: magazyny surowców, teren aktywnego kompostowania, strefa dojrzewania, magazyn gotowego kompostu, tereny operacyjne (rozdrabnianie)

Wiatę kompostowni powinno się wykonać w formie zadaszego placu o nawierzchni betonowej, która będzie posiadała na dłuższych bokach ściany pełne murowane. Wymiary wiaty (biorąc pod uwagę dane z tabeli 6.2) :

- | | |
|------------------|---------|
| – długość | 57,0 m, |
| – szerokość | 40,0 m, |
| – wysokość ścian | 4,0 m, |
| – wysokość wiaty | 8,0 m. |

Wielkość wiaty kompostowej (2 280,0 m²) obliczono przy założeniu, że szerokość przyzmy wynosi 5,0 m, wysokość 2,4 m i powierzchnia przekroju bocznego 6,2 m². W przypadku przyjęcia innych wartości wielkości przyzmy wymiary wiaty ulegną zmianie. Wiatą powinna posiadać spadek rzędu 1 % i być przystosowana do pracy sprzętu transportowego (przerzucarka i ładowarka). Odcieki powstające w trakcie kompostowania powinny być zbierane do odwodnień liniowych i kanalizacją wewnętrzną trafiać na początek procesu oczyszczania ścieków.

Wiatą kompostowni nie przewiduje gromadzenia materiału strukturalnego, należy wywozić powstający kompost na bieżąco, w przeciwnym wypadku optymalna wielkość wiaty (przyjmując kompostowanie dwukrotnie dłużej i magazynowanie surowca oraz uwzględniając jednak sezonowość występowania surowca strukturalnego) powierzchnia wiaty powinna być **nawet 3 krotnie większa.**

Koszt wykonania klasycznej kompostowni został oszacowany na podstawie podobnych inwestycji prowadzonych w ostatnich latach i przedstawiony poniżej.

Dostawca	Typ urządzenia	Cena zakupu netto
Kompostownia	Koszt zakupu urządzeń	3 500 000,00 zł
-	Budowa wiaty o powierzchni 2 280 m ² lub uwzględniając 3 razy większą do magazynowania surowca i kompostu	3 650 000,00 zł - 10 900 000,00 zł
ŁĄCZNIE:		7 150 000,00 – 14 400 000,00 zł

Uwaga: Teren oczyszczalni nie jest przygotowany do wybudowania klasycznej kompostowni pod względem optymalnego przygotowania instalacji. Proponowaną do wykorzystania działkę nr 5/1:

- ograniczają dwie linie napowietrzne SN, które ograniczają możliwość budowy instalacji,
- w celu dojazdu do projektowanej instalacji przejazd odbywałby się przez cały teren oczyszczalni ścieków (dowóz materiału strukturalnego, wywóz kompostu) – możliwe zanieczyszczenia dróg, zwiększony ruch na drogach wewnętrznych oczyszczalni,
- stosunkowo duża odległość budynku odwadniania osadu od miejsca, gdzie ma zostać wykonana kompostownia (transport osadu).

Dodatkowo w celu budowy instalacji w pierwszej kolejności należałoby znaleźć dodatkowe źródło surowca strukturalnego oraz rynek zbytu gotowego produktu.

6.4.2 Technologia kompostowania z wykorzystaniem półprzepuszczalnych membran

Odwodniony na prasie osad z oczyszczalni w Sochaczewie można przygotować do dalszego zagospodarowania przez jego kompostowanie. Zakładając, że osad z **budynku odwadniania osadu Ob. nr 11 i 11a**, poprzez transport zewnętrzny (przyczepa) będzie transportowany na projektowany plac przygotowania wsadu, gdzie osad będzie mieszany z materiałem strukturalnym. Odwodniony po prasie osad zostanie wymieszany ze surowcem strukturalnym, a następnie przetransportowany na projektowany plac dojrzewania, gdzie zostanie przykryty półprzepuszczalnymi membranami i będzie prowadzona faza intensywna. Po zwinięciu

membran, przerzuceniu osadu i ponownym przykryciu membranami zachodzi I faza dojrzewania. W kolejnej II fazie dojrzewania mieszanina osadu i surowca strukturalnego zostanie przetransportowana na projektowany plac dojrzewania.

Do prowadzenia procesu kompostowania z wykorzystaniem półprzepuszczalnych membran należy zaprojektować obiekty:

- plac przygotowania – mieszanie wsadu,
- plac dojrzewania (faza intensywna i I faza),
- plac dojrzewania (II faza),
- plac przesiewania produktu,
- wiaty/place magazynowe dla:
 - osadu odwodnionego,
 - materiału strukturalnego,
 - produktu.

Dojrzały kompost będzie cechował się następującymi właściwościami organoleptycznymi:

- barwa brunatna,
- zapach świeżej ziemi ogrodowej,
- struktura gruzelkowata, sypka.

Opisane powyżej rozwiązanie kompostowni w technologii ProfiKomp[®] wykorzystującej membrany półprzepuszczalne Gore[®]Cover (stosowane w fazie intensywnej) jest oferowane na rynku polskim przez firmę **Green Code**. Materiałem strukturalnym wykorzystywanym do kompostowania w systemie GORE[®] są zrębki, słoma lub gałęzie (w proporcji do osadu odwodnionego ilość surowca zewnętrznego 1:1). Rozwiązanie różni się od „klasycznego kompostowania” tym, że zrębki, które są wykorzystywane w kompostowaniu mogą być oddzielone z uzyskanego produktu w około 40 % i ponownie wykorzystane.

Kompostowanie w systemie ProfiKomp[®] jest prowadzone przez okres **6 tygodni** i składa się z dwóch faz pod membranami: fazy intensywnej (3 tygodnie) i dojrzewania (3 tygodnie). Odpad przerzucany jest jeden raz, po pierwszych 3 tygodniach. **Calkowity czas procesu przetwarzania w kompost wynosi 6 tygodni (faza intensywna i dojrzewania) + 2 tygodnie „leżakowania” (II faza dojrzewania).**

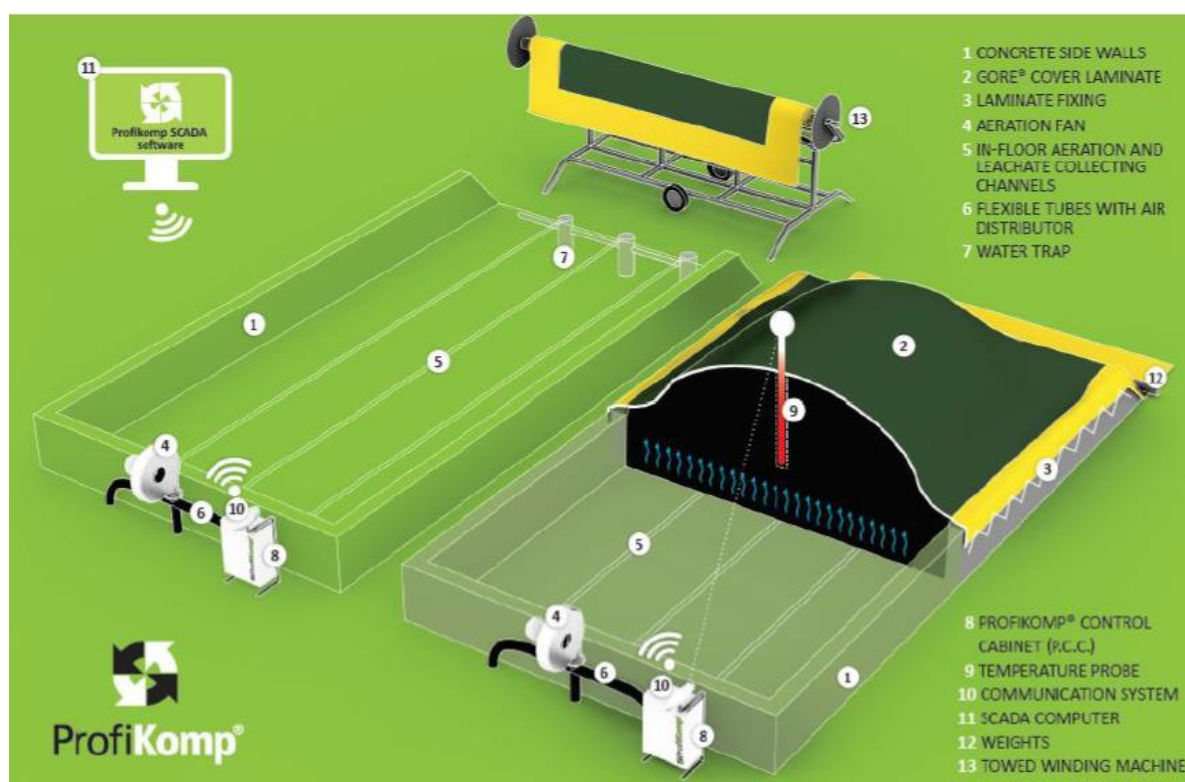


Rys.6.4. Nawijarka, zdjęcia z inwestycji, schemat biologicznego przetwarzania odpadów z podziałem na etapy.

Zastosowanie technologii zmniejsza masę produktu o około 25 % względem masy wsadu. Nie ma potrzeby zraszania złoża (*osadu z surowcem strukturalnym*), a powstające w procesie odcieki są przechwytywane przez kanały napowietrzające, które są zarazem kanałami odprowadzającymi odcieki na początek oczyszczalni. **Instalacja pozwala zredukować odory o ponad 90 %**. Instalacja nie powoduje uciążliwego emitowania hałasu do środowiska. Producent deklaruje, że eksploatacja instalacji zużywa energię na poziomie ok. 3 kWh/tonę, czyli w tym przypadku:

$$3 \text{ kWh/Mg} \cdot (3 \text{ 750,0 Mg}_{\text{os. dla 20\% s.m...os/rok}} + 3 \text{ 750,0 Mg}_{\text{materiału strukturalnego}}) = 22 \text{ 500,0 kWh/rok}$$

Liczba osób do obsługi instalacji to dwóch pracowników (plus obsługa magazynu nawozu). Na Rys. 6.4. przedstawiono zdjęcia z realizacji oraz schemat z ilością i długością poszczególnych etapów biologicznego przetwarzania odpadów. Schemat przyzmy w Technologii ProfiKomp® wraz z elementami systemu przedstawiono na Rys. 6.5. na kolejnych stronach.



Rys.6.5. Schemat przyzmy w technologii GORE® Cover

1.Betonowe ściany boczne; 2.Laminat GORE®Cover; 3.Mocowanie laminatu; 4.Wentylator napowietrzający; 5.Posadzkowe kanały napowietrzające i odprowadzające odcieki; 6.Rury elastyczne z dystrybutorem powietrza; 7.Pułapka wodna; 8. Szafa sterownicza ProfiKomp®; 9. Sonda temperatury; 10.System komunikacji; 11.Komputer SCADA; 12.Obciążniki; 13.Nawijarka.

Technologia ProfiKomp® składa się z trzech głównych elementów:

- *laminatu GORE®Cover* – trójwarstwowy laminat zapobiegający emisji do środowiska toksycznych i złośliwych gazów, chroniący kompost przed opadami atmosferycznymi, jednocześnie pozwalający na niezakłócone przechodzenie wilgoci i dwutlenku; wytrzymały i odporny na procesy dekompozycji oraz promieniowanie UV,
- *systemu napowietrzania* – składający się z elektrycznego wentylatora, betonowych kanałów napowietrzających i syfonów,

- sterowania – zapewnia ciągle i równomierne rozprowadzenie powietrza.

Zaletą technologii membranowej ProfiKomp[®] (uznanej jako system zamknięty) proponowanej przez firmę Green Code jest stworzenie idealnych warunków dla chemicznych i biologicznych procesów zachodzących w pryzmach (odory, pyły oraz lotne związki organiczne są usuwane – brak potrzeby stosowania biofiltrów).

Niezbędnymi urządzeniami do obsługi instalacji ProfiKomp[®] są:

- ładowarka kołowa,
- przerzucarka do mieszania osadu ze strukturą,
- przesiewacz do kompostu,
- rozdrabniacz,
- samojezdne urządzenie do nawijania/odwijania laminatu (w cenie dostawy technologii).

Ze względu na wymaganą wielkość instalacji zastosowanie technologii kompostowania osadów ściekowych w systemie membranowym w oczyszczalni ścieków Sochaczewie jest niezasadne. Biorąc pod uwagę ilość produkowanych przez oczyszczalnię osadów ściekowych oraz ilość materiału strukturalnego niezbędnego do produkcji kompostu i koszty związane z jego pozyskaniem logistyką i gromadzeniem powodują, że kompostowanie jest rozwiązaniem bardzo kosztownym i należy przeanalizować dodatkowo chłonność rynku lokalnego na produkt i cenę jego sprzedaży. Dodatkowo koszt wykonania wymienionych wcześniej placów (przygotowania, magazynowania itd.) jest wysoki, przy jednoczesnym **dużym zapotrzebowaniu na teren również o optymalnych proporcjach, którego oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie nie posiada lub istniejące tereny nie pozwalają na budowę instalacji w zwartej strukturze ze względu na wymagane odsunięcie od linii napowietrznych SN na działce nr 5/1. Brak miejsca na jednoczesną budowę instalacji kompostowania oraz wiat magazynowych materiału strukturalnego oraz gotowego produktu.** Na rysunku PZT-7 załączonego na końcu opracowania, przedstawiono wielkość niezbędnego miejsca pod instalację oraz zaznaczono uwagi dotyczące wielkości działki (brak zachowanej odległości od linii napowietrznej SN, brak miejsca na obiekty towarzyszące itp.)
Proponowana instalacja razem z niezbędnymi placami: przygotowania kompostu, magazynowania surowca strukturalnego oraz dojrzewania kompostu powinna

znajdować się w jednej części oczyszczalni – **funkcjonalność i logistyka**. Dodatkowo oczyszczalnia ścieków powinna mieć zapewnione miejsce do magazynowania gotowego produktu.

Równoważną do opisanej powyżej technologii kompostowania osadów ściekowych w systemie ProfiKomp® z użyciem membran GORE® Cover jest technologia membranowa oferowana przez firmę Equipo Europe. Obie instalacje wykorzystują zamkniętą membranę przyzmy napowietrzane, których funkcją jest kompostowanie i higienizacja osadów.

Koszt wykonania kompostowni w technologii z użyciem półprzepuszczalnej membrany dla **(10,27 Mg_{os.}/d** osadu na dobę o suchej masie 20%, co daje **3 750,0 Mg_{os. dla 20% s.m. os./rok}**. ton osadu na rok) oszacowany na podstawie podobnych inwestycji prowadzonych w ostatnich latach przedstawiono poniżej.

Dostawca	Typ urządzenia	Cena zakupu netto
Kompostownia Eggersmann	Kompletne rozwiązanie z miejscem kompostowania, placami przygotowania surowca, magazynowania i urządzeniami technologii membranowej oraz pozostałym, niezbędnym zamaszynowaniem.	6 540 000,0 zł

6.4.3 Technologia kompostowania z wykorzystaniem bębnow kompostujących

Kolejnym możliwym rozwiązaniem technologicznym, które pozwala na przekształcenie osadów produkowanych w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie jest kompostowania bębnowa. Kompostowanie osadów w technologii bębnowej jest w pełni kontrolowanym procesem (zwłaszcza pod kątem kontroli odorów) umożliwiającą przekwalifikowanie osadu na produkt dopuszczony do obrotu zewnętrznego, czyli niebędący już odpadem.

Proces kompostowania w bębnach kompostujących przebiega analogicznie do tradycyjnych rozwiązań, zaletą tego rozwiązania jest większa możliwości kontroli prowadzonych warunków kompostowania. W tym systemie proporcja „wsadu kompostującego” - osad/dodatek organiczny oscyluje na poziomie 1,00 : 0,20, (na każdą tonę odwodnionego osadu ściekowego dodaje się około 0,2 t dodatku organicznego).

W pracujących w kraju instalacjach, Choroszcz (pokazanej na rys.6.6), w Nowej Rudzie czy Śmiglu jako dodatek organicznych wykorzystuje się słomę dostarczaną do oczyszczalni w „balotach”. Wartość eksploatacyjna składników jest jak w każdej technologii kompostowania wyznaczana doświadczalnie i zależy od jakości osadu i stopnia jego odwodnienia. W technologii bębnow kompostujących osady ściekowe po wymieszaniu z surowcem strukturalnym podlegają wstępnej homogenizacji. Następnie są transportowane do bębnowego kompostera, w którym mieszanina podlega ciągłemu mieszaniu i napowietrzaniu w wyniku czego następuje intensywny rozwój mikroorganizmów odpowiedzialnych za rozkład biomasy, a więc proces intensywnego kompostowania. Świeży kompost powstaje szybciej niż w wymienionych wyżej rozwiązaniach technologicznych, bo w ciągu około 12 dni.



Rys .6.6. Zdjęcie z realizacji kompostowni bębnowej w oczyszczalni ścieków komunalnych w Nowej Rudzie

Do prowadzenia procesu kompostowania z wykorzystaniem bębnow kompostujących należy zaprojektować obiekty:

- obiekt, w którym zainstalowana zostanie instalacja,
- plac dojrzewania,
- wiata magazynowa materiału strukturalnego,
- wiata magazynowa osadu odwodnionego.

Niezbędnymi urządzeniami do obsługi instalacji są:

- ładowarka kołowa,
- rozdrabniacz,
- biofiltr.

Szczegółowy opis technologii układu kompostowania osadu z wykorzystaniem bębnowych kompostujących oferowanych w Polsce przez firmę Stalbudom.

Technologia umożliwia prowadzenie procesu kompostowania osadu wraz z dodatkami organicznymi w ciągu całego roku oraz kontrolę warunków kompostowania (między innymi: temperatura, warunki tlenowe).

Proces przebiega w dwóch fazach:

- faza intensywnego kompostowania,
- faza dojrzewania wytworzonego kompostu.

Proces rozpoczyna się od ustalenia optymalnego składu mieszanki kompostowej. Zazwyczaj na 1 porcję osadów dodawane są 2 porcje dodatków organicznych. Proporcja mieszanki jest weryfikowana doświadczalnie. Odwodnione osady ściekowe w sposób automatyczny podlegają mieszaniu z dodatkami organicznymi (słoma, liście, zrębki), gdzie podlegają wstępnej homogenizacji. Następnie mieszanina również automatycznie podawana jest do bębnowego kompostera w którym następuje proces intensywnego kompostowania. W komposterze mieszanina podlega ciągłemu mieszaniu i napowietrzaniu w wyniku czego następuje intensywny rozwój mikroorganizmów odpowiedzialnych za rozkład biomasy. Wewnątrz kompostera wytwarza się temperatura rzędu 70 °C powodująca higienizację mieszaniny i unicestwienie chorobotwórczych organizmów występujących w kompostowanych osadach.

W odróżnieniu od innych technologii, **proces intensywnego kompostowania** w komposterze trwa **około 10-14 dni**, powodując wytworzenie świeżego kompostu. Świeży kompost po opuszczeniu bębna automatycznie przekazywany jest przenośnikiem na **plac dojrzewania**, gdzie magazynowany jest tzw. monopryzmach do wysokości ok. 3,0 m. Czas dojrzewania kompostu wynosi **około 3 miesięcy**. W tej fazie kompost okresowo przesypywany jest za pomocą ładowarki. Ma to na celu eliminację ognisk silnego utleniania kompostu i jego spopielenia. Kontrolę prowadzi się również za pomocą badania temperatury w kompoście.

Dojrzały kompost charakteryzuje się stabilną proporcją węgla do azotu wynoszącą poniżej 10:1. Zawartość części organicznych stabilizuje się zazwyczaj na poziomie około 50 %.

Główne elementy instalacji:

a) Komposter (bęben kompostujący)

Komposter to wolnoobrotowy bęben, wyposażony w trzy rodzaje łopat: mieszających, podających oraz rozładowujących. Łopaty mieszające zapewniają optymalną aerację kompostowanej mieszaniny, ułatwiając dostęp mikroorganizmów odpowiedzialnych za kompostowanie do każdej cząstki osadów i dodatków organicznych. Odpowiednie napowietrzenie wraz z kontrolą wilgotności sprzyja rozwojowi mikroorganizmów i rozkładowi materii organicznej zawartej w komponentach. Łopaty podające przesuwają kompostowaną masę rozprawdzając ją stopniowo po całym wnętrzu bębna. Z kolei łopaty rozładowujące przesuwają masę do wylotu kompostera wprost do gardzieli przenośnika rozładowującego. Komposter jest zsynchronizowany z układem załadunku w taki sposób, że po zakończeniu tego procesu, przełącza się na automatyczne sekwencje obracania i aeracji. Temperatura w komposterze utrzymywana jest na stałym średnim poziomie ok. 55 °C, a gazy odlotowe odciągane są poprzez biofiltr. W komposterze kontrolowana jest również i utrzymywana na stałym poziomie wilgotność kompostowanej masy.

b) Aeracja

Niezbędna w procesie aeracja jest realizowana przy użyciu wentylatorów zlokalizowanych po obu stronach bębna, przy wlocie i wylocie. W oparciu o obliczenia procesowe należy ustalić, czy istnieje konieczność montażu dodatkowych wentylatorów wewnątrz bębna kompostującego. Oczyszczanie powietrza wychodzącego - powietrze wychodzące należy skierować na biofiltr.

Dane techniczne kompostownika:

- a) pojemność całkowita 130 m³,
- b) wydajność jednostki 3 000 m³ osadów/rok,
- c) średnica bębna kompostownika - 3,4 m,
- d) maksymalna średnica wieńca zębatego - 3,8 m,
- e) długość bębna - 14 m,
- f) masa całkowita - 16 ton,

- g) obudowa kompostownika wykonana z blachy stalowej o grubości 8 mm jakości S355J2+N i wzmocniona oddzielnymi obręczami wzmacniającymi,
- h) wewnątrz kompostownika zainstalowane 24 łopaty, których ustawienie można zmieniać spoza bębna,
- i) przy wlotach do napełniania i opróżniania bębna stałe łopaty,
- j) wewnątrz bębna zamontowany na stałe układ napowietrzania,
- k) wewnętrzna powierzchnia bębna i łopaty powleczone masą plastyczną (Inerta 250),
- l) bęben kompostownika musi być wyposażony w dwa włazy o średnicy 60 cm,
- m) w dostawie z kompostownikiem dmuchawa wysokiego ciśnienia do zasilania układu napowietrzania.

Hydraulika i mechanizm obrotowy

- n) układ hydrauliczny jest napędzany silnikiem elektrycznym o maksymalnej mocy 3 kW,
- o) zbiornik oleju hydraulicznego o pojemności min. 25 litrów,
- p) blokada obrotu wstecz.

Ocieplenie

- q) izolacja termiczna dwuskładnikowym uretanem o grubości min 50 mm,
- r) temperatura mierzona w rurze wylotowej powietrza,

Układ napowietrzania

- s) do odsysania powietrza wylotowego wykorzystywany jest wentylator osiowy (wydajność min. to 1800 m³/h).

Koszt wykonania kompostowni bębnowej dla osadu nieustabilizowanego **10 274,0 kg_{os.}/d** osadu którego zakładana sucha masa wynosi 20 %, co daje – **3 750,0 Mg_{os.} dla 23% s.m. os./rok.**) oszacowany na podstawie podobnej inwestycji zrealizowanej w maju 2019 r oku przez firmę Envirotech przedstawiono poniżej.

Według dostawcy wydajność jednostki (1 bęben) wynosi 3 000 m³ osadów/rok, w związku z tym oferta została przedstawiona na 2 bębny kompostujące wraz z niezbędnym wyposażeniem. Z uwagi na zapas technologiczny (wydajność bębna), należy zastanowić się nad dostarczaniem osadów z innych źródeł.

Dostawca	Typ urządzenia	Cena zakupu netto
Stalbudom	Dostawa bębnow kompostujących, rozdrabniacza słomy, biofiltra - kompletnej linii kompostowania.	ok. 6 000 000,00 zł
-	Dostawa ładowarki teleskopowej	450 000,00 zł
	Budowa budynku kompostowni ok.650 m ²	2 600 000,00 zł
	Budowa obiektów towarzyszących (plac dojrzwania-wiata) ok. 800 m ²	960 000,00 zł
	Branża drogowa oraz sieci międzyobiektove	600 000,00 zł
SUMA		10 610 000,00 zł

Uwaga:

Teren oczyszczalni jest przygotowany do wybudowania instalacji z wykorzystaniem bębna kompostującego. Instalacja wiaty do gromadzenia surowca strukturalnego według zapewnień dostawcy technologii nie jest wymagana, może on być gromadzony na placu magazynowym.
W celu budowy instalacji w pierwszej kolejności należałoby znaleźć dodatkowe źródła osadu odwodnionego, źródło surowca strukturalnego oraz rynek zbytu gotowego produktu.
Proponowaną lokalizację przedstawiono na rysunku **PZT-8**, załączonym na końcu opracowania.

6.5 Autotermiczna stabilizacja tlenowa – pasteryzacja osadu (ATSO)

Proces ATSO: Optymalna droga od osadów ściekowych do biomasy wykorzystywanej przyrodniczo. Dziś rozumiemy, że osady ściekowe jako płynny nawóz to wartościowa substancja. Z powodów zarówno ekonomicznych, jak też ekologicznych nakazem chwili jest powrót osadów ściekowych do środowiska naturalnego.

Autotermiczna tlenowa stabilizacja osadu (ATSO) jest technologią pozwalającą na pełną stabilizację osadów ściekowych i eliminację czynników chorobotwórczych (tab.6.3, rys.6.7). Po procesie ATSO osady ściekowe ulegają przekształceniu w biomasę wykorzystywaną przyrodniczo.



Rys.6.7. Przykładowa instalacja ATSO w Giżycku

Tabela.6.3. Technologia ATSO

Podstawy procesu ATSO	Zalety procesu ATSO	Wyposażenie firmy FUCHS - klucz do sukcesu w procesie ATSO
Biologiczna stabilizacja osadu jest oparta na redukowaniu substancji organicznych zawartych w osadach ściekowych. W technologii ATSO zmniejszenie tych substancji przeprowadzane jest przez aerobowe mikroorganizmy. Przemiana energii aerobowej odbywa się egzotermicznie. Dlatego biologiczne utlenianie substancji organicznych wyzwala energię, głównie w postaci ciepła. Produktem końcowym są substancje proste jak H_2O i CO_2. Wydajne zatrzymanie ciepła, które wyzwala się podczas rozkładu daje w rezultacie wysokie temperatury robocze ($>50^{\circ}C$), a to z kolei wysoki stopień rozkładu substancji organicznych jak też eliminację czynników chorobotwórczych.	• proces ATSO spełnia międzynarodowe wymagania dotyczące jakości otrzymywanych substancji biologicznych • sprawdzona technologia • ponad 25-letnie doświadczenie firmy FUCHS • jednoczesna stabilizacja i wysoki stopień eliminacji czynników chorobotwórczych • krótki czas przetrzymywania osadu (~6 dni) • wymaga mało miejsca, co zmniejsza koszty inwestycji • bardzo stabilny proces • elastyczność pracy urządzeń • możliwość rozbudowy • zastosowanie do osadów ze ścieków komunalnych i przemysłowych • redukcja części organicznych o 25- 50 procent	Obróbka osadów ściekowych wymaga intensywnego i niezawodnego napowietrzania oraz urządzenia do kontroli ilości piany. Aeratory spiralne i obiegowe firmy FUCHS zostały zaprojektowane specjalnie do procesu ATSO i są systematycznie udoskonalane. Wszystkie części wyposażenia zanurzone w osadzie są wykonane ze stali nierdzewnej. Napowietrzanie substratu daje w rezultacie szybki wzrost warstwy gęstej piany, która poprawia proces, ale musi być pod kontrolą. Z tego względu sterowanie ilością piany jest istotnym czynnikiem technologii ATSO. Firma FUCHS opracowała sterownik piany, który pozwala wykorzystać zalety stałej warstwy piany, tworzącej się na powierzchni.

ATSO - klucz do bezpiecznego produktu

ATSO (Autotermiczna Termofilna Stabilizacja Osadów), to proces który przebiega w dwóch etapach. W pierwszym etapie zachodzi hydroliza złożonych związków organicznych (białek, węglowodanów i tłuszczów), oraz liza (rozpad) komórek obumierających mikroorganizmów.

Proces przebiega dzięki udziałowi enzymów zewnątrz komórkowych wytwarzanych przez bakterie termofilne. W drugim etapie obserwujemy utlenianie przez mikroorganizmy termofilne produktów hydrolizy rozpuszczonych w wodzie do związków niskoenergetycznych. Reakcjom towarzyszy wydzielanie się ciepła, a końcowymi produktami przemian są: CO_2 , H_2O i NH_3 . Właściwe prowadzenie procesu wymaga stałego dostarczania powietrza, które zapewniają w tym rozwiązaniu aeratory, które muszą one umożliwić efektywne wymieszanie zawartości komór reakcji.

Osad wstępny, osad czynny, osad ze złóż biologicznych lub ich mieszanina oraz płynny nawóz i osad septyczny nadają się do autotermicznej tlenowej stabilizacji. Systemy ATSO są przeznaczone do pracy w trybie wsadowym. W celu maksymalnego zredukowania czynników chorobotwórczych i maksymalnego uniknięcia przeciążeń instalacje ATSO zwykle składają się z dwóch reaktorów w układzie szeregowym. W pierwszym stopniu temperatury są zwykle w dolnym zakresie termofilnym ($\sim 45^\circ\text{C}$). Maksymalna dezynfekcję uzyskuje się w drugim lub trzecim stopniu, gdzie temperatury mogą być równe $50 - 60^\circ\text{C}$. Zrzut dziennej porcji przetworzonego osadu odbywa się jedynie z ostatniego stopnia. Po zakończeniu zrzutu kolejna porcja osadu przenoszona jest do ostatniego, opróżnionego stopnia aż do ponownego napełnienia. Następnie osad nieprzetworzony podawany jest do pierwszego stopnia, a częściowo przetworzony osad przenosi się do drugiego reaktora. Reaktory pozostają odizolowane przez 23 godziny po załadowaniu, w czasie, których zachodzi termofilny rozkład. Aby zapewnić eliminację czynników chorobotwórczych można zmieniać tryb pracy jak też kombinację czasów przetrzymania i temperatur. Optymalizacja działania dezynfekcja nie jest wymagana, to jednostopniowa instalacja ATSO może pracować z ciągłym podawaniem osadu nieprzetworzonego.

Na podstawie udostępnionych autorom koncepcji wyników badań osadów po stabilizacji w ATSO oczyszczalni ścieków nie stwierdzono obecności jaj pasożytów oraz obecności bakterii *Salmonella* sp.

Zaawansowana technologia: Trójstopniowa instalacja ATSO

Niekiedy oczyszczalnie ścieków wytwarzają osady z niską zawartością substancji organicznych. W takich przypadkach uzyskanie faz termofilnych, niezbędnych do dezynfekcji osadów, nie zawsze jest możliwe. Sposobem na to jest wykorzystanie wtórnego obiegu ciepła wytworzonego w procesie ATSO, co umożliwia zastosowanie wewnętrznego wymiennika

ciepła. Wewnętrzny wymiennik ciepła, w trójstopniowej instalacji ATSO, jest przedmiotem patentu firmy FUCHS. Urządzenie to, charakteryzujące się prostotą działania, zostało opracowane przez firmę FUCHS w celu zwiększenia efektywności ekonomicznej systemu.

W przypadku modernizacji istniejących linii osadowych stosuje się instalacje ATSO jako wstępne systemy przed konwencjonalnymi komorami fermentacyjnymi, układ biofiltrów (rys.6.8.). Można je wykorzystać do:

- zmniejszenia obciążenia organicznego komór fermentacyjnych,
- zmniejszenia obciążenia i dezynfekcji osadu przed komorą fermentacyjną,
- dezynfekcji osadu przed komorą fermentacyjną.



Rys.6.8. Instalacja ATSO jako: wstępny system przed komorą fermentacyjną – układ biofiltrów

W przypadku przeciążenia komory fermentacyjnej wybiera się czas przetrzymywania zgodnie z wymaganiami dla rozkładu substancji organicznych. Zwykle uzyskiwane temperatury znajdują się w zakresie mezofilnym ($\sim 35^{\circ}\text{C}$), tak więc ciepło wspomagające komorę fermentacyjną jest zredukowane.

Jeśli dodatkowo do redukcji obciążenia organicznego - wymagana jest dezynfekcja, to czas przetrzymywania należy wydłużyć do uzyskania temperatur termofilnych. Alternatywnie można zamontować wymiennik ciepła osad/osad w połączeniu z ciepłem wspomagającym. Jeśli zadaniem wstępnego stopnia jest dezynfekcja, to czas

przetrzemywania jest zmniejszony do mniej niż dwóch dni. W tym samym czasie napowietrzanie jest ograniczone, aby zapobiec rozkładowi substancji organicznych. Nie wpływa to na wytwarzanie gazu w komorze fermentacyjnej. Te układy ze stopniami wstępnymi wymagają dodatkowego grzania i wymienników do powtórnej cyrkulacji ciepła ze zdezynfekowanego osadu. Ponieważ komora fermentacyjna może być zasilana w temperaturach mezofilnych, zwykle nie jest wymagane dodatkowe ciepło.

Istotnym elementem kosztów jest samo mieszanie układu ATSO, które w wielu podobnych inwestycjach zwiększa ilość zużywanej energii elektrycznej o około 60-80%. Według dostępnej wiedzy energochłonność procesu ATSO zainstalowanego w oczyszczalniach ścieków stanowi około 35% zużywanej energii (Izabela Bartkowska. *Autotermiczna termofilna stabilizacja osadów ściekowych*. Wydawnictwo Seidel-Przywecki 2017). Wartości te oscylują na podstawie badań w oczyszczalni ścieków w Giżycku na poziomie 0,18-0,24 kWh/kg_{s.m.os.}. Zużycie energii na podstawie informacji z powyższej publikacji w oczyszczalni Ruda Bugaj (obsługującej Aleksandrów Łódzki) wyniosło w 2015 roku 110,814 MWh. (w odniesieniu do 1 kg s.m. osadu – 0,44 kWh/kgs_{m.os.}).

Bezpośrednim skutkiem zachodzących reakcji jest w ATSO jest:

- zmniejszenie możliwości niekontrolowanego rozkładu pozostałych substancji organicznych,
- uniemożliwienia osadom zagniwania i wydzielania substancji odorowych,
- redukcja masy osadów,
- częściowa eliminacja organizmów patogennych.

Średnia wartość spadku suchej masy w osadzie w wyniku procesu ATSO według badań na pracujących instalacjach wynosi 38%, a średnia wartość spadku zawartości substancji organicznych w suchej masie osadu w wyniku procesu ATSO w badanej przez autorów koncepcji instalacji wyniosła 48,82%. Według badań własnych (autorki powyższej publikacji) spadek zawartości substancji organicznych w suchej masie osadów osiągał w tym pojedynczym zbiorniku średnio 30%, po dwustopniowej pracy instalacji ATSO wynosił średnio 39%.

Proponowana instalacja ATSO dla oczyszczalni ścieków w Sochaczewie powinna być przygotowana na następujące obciążenia:

Ilość osadu nadmiernego wynosi przeciętnie

– 2 055,0 kg suchej masy osadu/dobe

(dla temp. 12 °C)

Uwodnienie – **99,1 %**

Objętość osadu surowego – **228 m³/d**

Powinna być rozwiązaniem z trzema reaktorami ustawionymi w równoramienny trójkąt. Reaktory ATSO wykonane jako zbiorniki żelbetowe walcowe wyposażonych w urządzenia do napowietrzania osadu i rozbijania kożucha, izolowane termicznie ustawione na powierzchni terenu. Podstawowe wymiary reaktorów ATSO:

- średnica – 8,35 m,
- głębokość całkowita – 3,7 m,
- głębokość czynna – 2,5 m,
- pojemność czynna – $3 \times 137 \text{ m}^3 = 411 \text{ m}^3$.

Reaktory wyposażone w wymienniki ciepła do schładzania w przypadku wzrostu temperatury ponad dopuszczalną. Chłodzenie za pomocą wody technologicznej zbiornika wody chłodzącej. Wymiennik w postaci spirali na obwodzie reaktora. Dodatkowo w reaktorze III^o zainstalowany wymiennik ciepłej wody użytkowej, połączony z zasobnikiem ciepłej wody w węźle cieplnym. Każdy reaktor ATSO został wyposażony w dwa aeratory boczne spiralne o mocy nominalna 5,5kW,, jeden aerator centralny o mocy nominalnej 5,5kW; oraz cztery rozbijacze piany czterostrzowym nożem tnącym który pracuje w osłonie przeciwozbryzgowej) o moc nominalnej każdy 1,1 kW.

Reaktory połączone z systemem wyciągowym odprowadzającym zużyte powietrze do stacji dezodoryzacji. W celu przerzutu osadu pomiędzy reaktorami dobrano pompę transferu osadu. Napełnianie reaktorów raz na dobę.

Ilość reaktorów - trzy

Czas całkowity fazy napełniania 1 – 1,5h

Wymiary reaktorów:

- Średnica – 8,35 m
- Głębokość całkowita – 3,5 m
- Głębokość czynna – 2,5 m
- Pojemność czynna – $3 \times 137 \text{ m}^3 = 411 \text{ m}^3$

Nominalny łączny czas przebywania osadu w reaktorach 10 dni. Wówczas spełnione będą warunki określonych w Rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 31 grudnia

2021 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U 2022 poz. 89). Na jego podstawie w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. 2015 poz. 257) **określono jako jedną z alternatyw dla dalszego wykorzystania osadów pod warunkiem, że zostały poddane obróbce z zastosowaniem procesu tlenowego i był on prowadzony przez co najmniej 10 dni w temperaturze powyżej 40 °C.**

Zawartość części organicznych w osadzie nadmiernym – ok. 70 %.

Rozkład maksymalny w ATSO – 50 %

Rozkład minimalny w ATSO – 38 %

Ilość osadu po ATSO:

Minimum 2055 kg/d - $(2055 \text{ kg/d} \times 0,7 \times 0,5) = 1335,75 \text{ kg/d}$

Maksimum 2055 kg/d – $(2055 \text{ kg/d} \times 0,7 \times 0,38) = 1508,37 \text{ kg/d}$

Uwodnienie osadu po wirówce – 75%

Ilość osadu odwodnionego: ok. 5,3 – 6,03 m³/d

Ilość odcieku z odwadniania: ok. 38 m³/d

Reaktory będą napełnione surowym osadem zagęszczonym jeden raz dziennie (30-60 m³). Reaktory normalnie pracują w systemie szeregowym. W pierwszej kolejności następuje spust z reaktora III^o, w którym panuje temperatura rzędu 60-65°C; zostaje usunięta objętość odpowiadająca objętości dobowej osadu surowego, osad zostaje przepompowany do zbiornika osadu gorącego. Następnie do tego reaktora jest wprowadzona taka sama porcja osadu z reaktora II^o z pomocą pompy transferowej a następnie taka sama ilość jest przepompowana z reaktora I^o do reaktora II^o. Kolejno do reaktora I^o jest transportowany pompowo podgrzany surowy osad ze zbiornika osadu zagęszczonego. Przed rozpoczęciem operacji wymiany osadu są wyłączane aeratory i rozbijacze piany w reaktorach oraz stacja dezodoryzacji. Po zakończeniu operacji następuje ponowne włączenie napowietrzania, rozbijania piany i układu dezodoryzacji. Nieprzerwane napowietrzanie trwa do następnego spustu z reaktora III^o.

Układ technologiczny ATSO umożliwia dowolne konfigurowanie pracy reaktorów, każdy z nich może pracować jako I, II lub III stopień, przy czym wymiennik ciepłej wody użytkowej jest tylko w reaktorze III^o. Można utworzyć układ dwustopniowy, poprzez

wyłączenie jednego reaktora lub doprowadzanie surowego osadu do dwóch reaktorów i pracy trzeciego jako reaktora drugiego stopnia.

Osad ustabilizowany z reaktora III⁰ jest przepompowany do zbiornika osadu gorącego po ATSO z którego wypiera osad schłodzony za pomocą przelewów do zbiornika magazynowego po ATSO. W zbiorniku magazynowym następuje dalsze schłodzenie osadu za pomocą wymiennika rurowego, w którym czynnikiem chłodzącym jest woda technologiczna pompowana za pomocą pompy obiegowej ze zbiornika wody chłodzącej. Zbiornik magazynowy zapewnia ponadto trzy dniowy czas magazynowania osadu w przypadku okresowych zakłóceń w pracy węzła odwadniania osadu.

Zbiornik wody chłodzącej jest również źródłem czynnika chłodzącego dla obiegu do chłodzenia reaktorów ATSO zasilanego z odrębnej pompy obiegowej. Chłodzenie każdego reaktora jest automatycznie uruchomione po przekroczeniu temperatury 62°C i wyłączone po spadku do 60°C. W zbiorniku wody chłodzącej powinien być zainstalowany wymiennik rurowy pompy ciepła służącej do ogrzewania na przykład obiektów oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

Koszt wykonania instalacji ATSO został przedstawiony poniżej na podstawie inwestycji zrealizowanych w ostatnich latach i na podstawie ofert składanych przez polskiego przedstawiciela technologii BIOGEST firmę PROEKO Białystok.

Proponowane rozwiązanie załączono jako **Rysunek nr PZT-9** na końcu tego opracowania.

Dostawca	Typ rozwiązania	Cena zakupu
PROEKO Białystok (technologia BIOGEST)	Technologia stabilizacji osadu ATSO (ok. 430 000,0 euro), plus zbiorniki osadu, fundamenty, pompy, elementy sieciowe drogi, oraz urządzenie do zagęszczania mechanicznego osadu.	11 000 000,0 zł

6.6 Fermentacja beztlenowa z produkcją biogazu

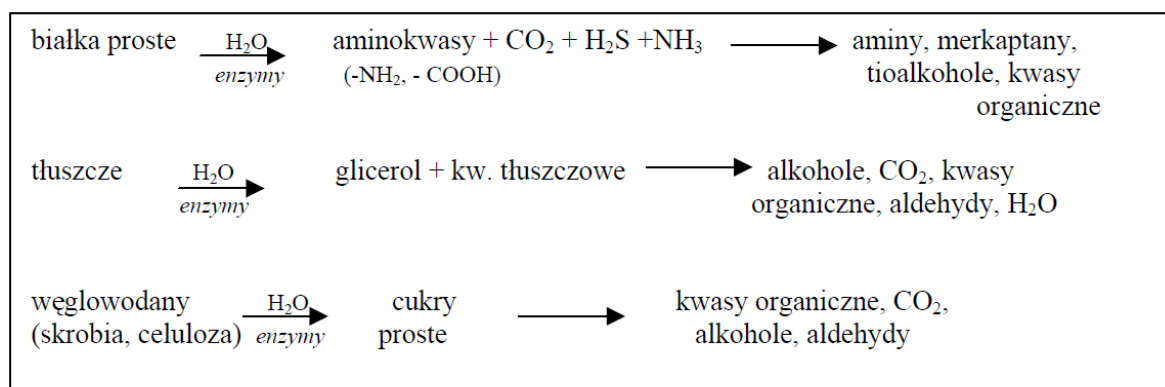
Podstawowym procesem stabilizacji osadów ściekowych w średnich i dużych oczyszczalniach ścieków jest fermentacja beztlenowa, nazywana również fermentacją metanową. Fermentację beztlenową w Polsce stosują oczyszczalnie ścieków o przepustowości większej od $Q = 5\,000\text{ m}^3/\text{d}$. Choć stanowisko Izby Gospodarczej Wodociągi Polskie prezentowane od kilku lat wskazuje na możliwość stosowania fermentacji

beztlenowej nawet na oczyszczalniach powyżej 170 000 RLM. Najczęściej wykorzystują proces jednostopniowy, prowadzony w otwartych lub zamkniętych komorach fermentacyjnych. W latach 70. i 80. XX w. podkreślano, że budowa zamkniętych komór fermentacyjnych jest opłacalna dla oczyszczalni o przepustowości powyżej $Q = 10\,000\text{ m}^3/\text{d}$. Większość instalacji wybudowana w tamtym okresie funkcjonuje do dziś, jednak zmieniające się uwarunkowania społeczno-ekonomiczne powodują, że realnie zmniejsza się przepustowość hydrauliczna tych oczyszczalni do około $5\,000 \div 6\,000\text{ m}^3/\text{d}$.

Beztlenowa stabilizacja osadu jest procesem rozkładu przez bakterie złożonych substancji organicznych zawartych w ściekach na związki proste, ustabilizowane chemicznie. Głównymi produktami są metan i dwutlenek węgla. Mechanizm fermentacji metanowej dzieli się na cztery fazy cząsteczkowego rozkładu, takie jak: hydroliza, kwasogeneza (*acidogeneza*), octanogeneza (*acetogeneza*) i metanogeneza.

Fazy rozkładu

W tej początkowej fazie, nazywanej hydrolizą, obserwujemy proces rozkładu nierozpuszczalnych w wodzie związków organicznych osadów (celuloza, ligniny, białka, tłuszcze) do związków rozpuszczalnych w wodzie (kwasy tłuszczowe, alkohole, amoniak itd.). Rozkład zachodzi z wykorzystaniem enzymów zewnątrzkomórkowych, takich jak celulazy, amylazy, proteinazy i lipazy, wydzielane przez bakterie hydrolityczne (rys. 6.9).



Rys.6.9. Schemat reakcji rozkładu związków organicznych

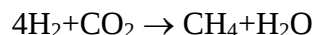
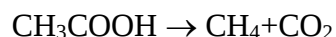
W fazie nazywanej kwasogenezą zachodzą procesy upłynniania stałych substancji organicznych o mniejszej masie cząsteczkowej, które powstały w trakcie fazy hydrolizy

(cukry, aminokwasy i kwasy tłuszczowe) na związki prostsze (faza kwaśna) wywołane przez bakterie beztlenowe (rys. 6.8). W wyniku reakcji powstają nowe produkty, zarówno ciekłe, jak i gazowe, np. kwasy organiczne, alkohole, aldehydy, ketony, CO₂, H₂, jak również produkty hydrolizy: glicerol i aminokwasy. W tej fazie nie zachodzi proces stabilizacji substancji organicznej. Obniżenie zapotrzebowania ścieków na tlen jest niewielkie i wynika głównie z utleniania CO₂, H₂, H₂S, NH₃. Pewna część z tych produktów zostaje źródłem węgla i energii dla bakterii octanogenezy.

Octanogeneza jest etapem powstawania kwasu octowego, wodoru i dwutlenku węgla w efekcie zachodzących reakcji kwasów organicznych i alkoholi. Mikroflora procesu octanogenezy nie została jeszcze zbyt dobrze poznana.

W procesie metanogenezy z wodoru i dwutlenku węgla powstaje metan. Rozkładowi ulegają wytworzone w pierwszej fazie fermentacji kwasy organiczne i inne związki. W wyniku reakcji bakterii metanowych autotroficznych powstają łatwopalny gaz pofermentacyjny (biogaz), składający się z dwutlenku węgla i metanu, a także woda.

Produkcja metanu zachodzi na drodze jednego z dwóch procesów:



W większości przypadków bakterie metanowe „limitują szybkość procesu fermentacji” osadów. Oznacza to, że są wolniejsze od procesów działania bakterii fazy kwaśnej. Proces fermentacji musi być tak prowadzony, żeby kwasowe bakterie nie zdominowały komory fermentacji. Osiąga się to na przykład przez ograniczenie doprowadzenia świeżego osadu do komory fermentacyjnej. Bakterie metanowe są wrażliwe na: temperaturę, odczyn oraz zawartość substancji toksycznych, łatwo ulegają „przytruciu” lub nawet zabiciu, lecz bardzo trudno się namnażają. Zaletą procesu fermentacji metanowej, oprócz stabilizacji osadów, jest produkcja palnego gazu. Gaz fermentacyjny zawiera ok. 70 % metanu i 30 % dwutlenku węgla, szczególnie, gdy w osadach znajduje się duża ilość białek, aminokwasów lub tłuszczów. Zawarte w fermentującym osadzie węglowodany powodują istotne niekorzystne zmiany w składzie biogazu w efekcie, których stosunek objętościowy metanu do dwutlenku węgla wynosi 1:1. Fermentację w oczyszczalniach ścieków prowadzi się w wydzielonych komorach fermentacyjnych otwartych (nazywanych często OKF-ami, oWKF-ami,

WKFo-ami) bez odzysku gazu, w warunkach fermentacji psychrofilowej (zachodzącej w temperaturze od 10 do 20 °C (najczęściej ≤ 20 °C) lub zamkniętych komorach fermentacyjnych (nazywanych WKF-ami lub ZKF-ami) w warunkach fermentacji mezofilowej w temperaturze od 25 do 45 °C (najczęściej eksploatacyjnie w zakresie 30 – 38 °C, optymalnie 35 – 37 °C) z odzyskiem gazu. Bilanse energetyczne i doświadczenia eksploatacyjne wykazują, że ilość gazu fermentacyjnego wytwarzanego w procesie fermentacji beztlenowej pozwala na pokrycie od 20 do 70 % zapotrzebowania energetycznego oczyszczalni ścieków, często wspomagając działanie komór fermentacyjnych dodatkowym źródłem węgla. Innym rozwiązaniem podnoszącym efektywność procesu fermentacji jest zastosowanie dezintegracji osadu, powodującej zniszczenie jego błon komórkowych. Dzięki temu materiał wewnątrzkomórkowy wylewa się na zewnątrz, podnosząc podatność osadu na fermentację. Wartość opałowa biogazu zależy od zawartości metanu w biogazie. Z 1 kg węglowodanów powstaje średnio 0,42 m³ CH₄, z 1 kg białek 0,47 m³ CH₄, a z tłuszczów 0,75 m³ CH₄. Z usuniętego ze ścieków 1 kg ChZT uzyskuje się średnio 0,38 m³ CH₄. Wartość opałowa metanu wynosi 35 MJ/m³, a średnia wartość opałowa biogazu produkowanego w trakcie procesu fermentacji to ok. 21,54 MJ/m³. Energia zawarta w 1 m³ biogazu odpowiada energii 0,93 m³ gazu ziemnego, 1 dm³ oleju napędowego lub 1,25 kg węgla oraz odpowiada 9,4 kW*h energii elektrycznej. Najważniejszą zaletą produkcji biogazu jest uzyskanie czystej, odnawialnej energii. Technologia wykorzystania biogazu charakteryzuje się niską emisją gazów cieplarnianych oraz ograniczeniem konieczności budowy linii transmisyjnych i strat związanych z przesyłem (agregat podłącza się synchronicznie w układ oczyszczalni ścieków pod licznik dwukierunkowy). Wadą fermentacji z odzyskiem biogazu są jednak wysokie nakłady inwestycyjne na budowę zbiorników, fermentatorów, agregatów kogeneracyjnych (produkujących energię elektryczną skojarzoną z energią ciepłą, niezbędną do podgrzewania komór fermentacyjnych) i aparatury kontrolno-pomiarowej.

Przebieg procesu fermentacji

Proces fermentacji wymaga przestrzegania właściwych reżimów technologicznych, np. mieszania, temperatury, pH, zasadowości, ilości dostarczanych ładunków oraz hermetyczności procesu.

Mieszanie w komorze fermentacyjnej korzystnie wpływa na przebieg fermentacji. Niedostateczne lub złe mieszanie zawartości komory nie zapewnia tych samych warunków technologicznych w całej jej objętości. Występują strefy przegrzane i niedogrzone (różnice mogą dochodzić do kilku stopni), powstają miejsca przeciążone osadem świeżo doprowadzonym do komory lub źle szczepionym, nie ma dobrych warunków dla rozwoju bakterii beztlenowych. Właściwe wymieszanie sprzyja optymalizacji wszystkich parametrów pracy komory, przyspieszając procesy biologicznego rozkładu osadu. Ponadto obniża ilość powstającego kożucha i umożliwia swobodne wydostawanie się gazu. Zapobiega tworzeniu się w komorze stref o różnej gęstości i stężeniu produktów rozkładu.

Intensywność mieszania zależy od temperatury fermentacji – w wyższych temperaturach intensywność mieszania powinna być większa. W przypadku otwartych komór fermentacyjnych z zamontowanymi mieszadłami proces mieszania powinien być ciągły. Zastosowanie mieszadeł wolnoobrotowych jest powszechnie uważane za najmniej energochłonne, ponieważ zapotrzebowanie na moc wynosi około 1 – 1,5 W/m³. Z praktyki eksploatacyjnej wynika jednak, że w okresie letnim, gdy temperatury zewnętrzne są wysokie, nie ma obawy o powstanie stref o dużej różnicy temperatur i mieszadła są włączane przez eksploatatorów na ok. 10 godzin dziennie. W trakcie mieszania w otwartych komorach fermentacyjnych należy również zwracać uwagę na to, żeby nadmiernie nie rozbijać kożucha zewnętrznego, stanowiącego dodatkową ochronę termiczną fermentującego osadu. Pozwala on utrzymać stałą temperaturę osadu (± 5 °C), ograniczając równocześnie uciążliwość zapachową (wydzielanie odorów). Innym sposobem mieszania jest wykorzystanie zewnętrznych pompowni. W pompowych układach mieszania zakłada się 1 - 3-krotne wymieszanie komory w ciągu doby. Optymalne przerwy pomiędzy załączaniem się mieszających zestawów pompowych urządzeń nie powinny być jednak dłuższe niż 8 godzin. Podobnie jak w doświadczeniach eksploatacyjnych z mieszadłami, intensywność mieszania można ograniczyć latem. Mieszanie pompowe w OKF-ach jest dzisiaj uważane za nieefektywne, ponieważ nie pozwala na osiągnięcie mieszaniny jednorodnej. Nieprawidłowe mieszanie wpływa na odkładanie się w komorze osadu i powstawanie złożeń obniżających pojemność czynną komory. Prawidłowo eksploatowana komora może pracować bez usunięcia zawartości i całkowitego wyczyszczenia nawet ponad

pięć lat. W zamkniętych komorach fermentacyjnych mieszanie pompowe jest dzisiaj rzadko stosowane. Najczęściej wykorzystywane są mieszadła mechaniczne śmigłowe lub śrubowe.

Odczyn pH i zasadowość

Odczyn pH ma wpływ na rozwój mikroorganizmów uczestniczących w procesie fermentacji metanowej. Nawet nieznaczne wahania pH powodują zaburzenia w rozmnażaniu bakterii. Optymalne warunki rozwoju bakterii fermentacyjnych zawierają się w przedziale 6,1 - 8, a niekiedy w zawężonym zakresie 7 - 7,5. Wartość optymalna pH zależy od zdolności osadu do buforowania oraz aktywności biochemicznej organizmów biorących udział w procesie. Ekstremalne warunki brzegowe fermentacji zostały określone w zakresie pH 5,2 - 9,2. Odpowiednie warunki są zachowane wtedy, gdy obok optymalnego odczynu pH ilość zawartych w osadzie lotnych kwasów tłuszczowych, przeliczanych umownie na CH_3COOH (w g/m^3), jest nie większa niż 100 - 500 g/m^3 CH_3COOH przy zasadowości (ilość znajdujących się w osadzie fermentujących węglanów i kwaśnych węglanów) nie mniejszej niż 500 g/m^3 CaCO_3 . Zawartość lotnych kwasów tłuszczowych nie powinna przekraczać wartości 2000 g/m^3 CH_3COOH , bo zaczyna się wówczas obniżać pH, a lotne kwasy stają się toksyczne w stosunku do bakterii metanowych. Dobrym wskaźnikiem oceny prawidłowego przebiegu procesu fermentacji jest wartość stosunku kwasów lotnych tłuszczowych do zasadowości, który musi być stabilny. Alarmujący poziom KL/Z wynosi 0,3. Powyżej tej wartości należy podjąć działania korekcyjne (neutralizacja osadu w komorze za pomocą zasad lub soli: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Na_2CO_3 , NaOH lub NH_4OH). Czynniki te trzeba wprowadzać sukcesywnie z powodu wiązania rozpuszczonego CO_2 .

Temperatura procesu i wiek osadu

Istotnym parametrem decydującym o równowadze dynamicznej procesu fermentacji jest temperatura osadu. Gwałtowne zmiany temperatury mogą powodować reakcję szokową wśród bakterii metanowych, z równoczesnym małym wpływem na pozostałe bakterie (hydrolityczne i kwasowe). Powoduje to typowy problem eksploatacyjny, czyli wzrost stężenia lotnych kwasów w komorze i związany z tym gwałtowny spadek zasadowości oraz odczynu pH. Temperatura ma również wpływ na czas niezbędny do uzyskania 90 % rozkładu związków organicznych (tabela 6.4). Fermentacja prowadzona w otwartych komorach fermentacyjnych w warunkach psychrofilnych w temperaturze $\leq 20^\circ\text{C}$ powoduje

znaczne podwyższenie niezbędnego czasu fermentacji nawet do 100 dni w niekorzystnych warunkach temperaturowych. Eksploatacyjnie wiek osadu nie powinien przekraczać 90 dni, a temperatura nie powinna być niższa od 7 °C.

Tabela. 6.4. Wymagany czas fermentacji w zależności od temperatury zmian temperatury na czasu niezbędny do uzyskania 90% rozkładu związków organicznych

Temperatura, [°C]	8	10	20	30	32	42	50	55	60
Czas, [d]	120	75	44	26	24	20	16	15	14

Ważna jest również zawartość patogenów w osadach ściekowych. Amerykańskie wymogi mówią o dopuszczeniu 1 jaja robaków na 4 g s.m. osadu. W warunkach polskich jaja *Ascaris* (glista ludzka) giną dopiero po 3 - 4 latach magazynowania w otwartych komorach fermentacyjnych, stąd konieczność prowadzenia procesu higienizacji osadu w celu pozbycia się zagrożenia biologicznego, które występuje, choć w mniejszej ilości w osadzie przefermentowanym. Ilość i częstotliwość doprowadzania osadu zależy od temperatury fermentacji i wielkości oczyszczalni. W fermentacji *psychrofilowej* dopuszcza się jedno lub kilkakrotne zasilanie komory osadem w ciągu doby. Ogólna zasada zasilania osadem komór fermentacyjnych mówi, że czym wyższa temperatura procesu, tym ilość doprowadzanego porcjowo osadu powinna być większa.

Zawartość substancji toksycznych

W każdej komorze fermentacyjnej występują w osadzie substancje toksyczne takie jak: węglowodory, amoniak, metale, lotne kwasy i siarczki, które w zwiększonej ilości stają się toksyczne dla procesu powodując wręcz jego inhibicję (spowolnienie fermentacji lub nawet jej zatrzymanie). Toksyczność metali występuje tylko wtedy, gdy występują w formie niezwiązanej, co zdarza się jednak dość rzadko. Najczęściej występują one w postaci nietoksycznych dla procesu siarczków. Wydzielający się w procesie fermentacji siarkowodor świadczy o braku toksyczności metali, ponieważ występowanie wolnego siarkowodoru oznacza, że wszystkie metale są związane z siarczkami i nie są wówczas groźne dla bakterii metanogennych. Pierwszym istotnym sygnałem zakłócenia procesu fermentacji obniżenie w ciągu jednej doby ilości produkowanego biogazu.

Wpływ wód nadosadowych na pracę oczyszczalni ścieków

W procesie beztlenowej stabilizacji osadów ściekowych powstają znaczne ilości wód nadosadowych, szczególnie w trakcie stabilizacji i odwadniania (odprowadzenie wód nadosadowych z WKF-ów i odcieki z prasy odwadniania osadów). Oddzielona od osadu ciecz ze względu na duże stężenie zanieczyszczeń jest kierowana do układu oczyszczania ścieków przed osadniki wstępne. Recyrkulowane na początek procesu oczyszczania ścieków wody nadosadowe powodują wzrost wskaźników zanieczyszczeń, głównie azotu i fosforu w związku z tym muszą być uwzględnione w bilansie ścieków. W wodach nadosadowych znajdują się duże ilości azotu amonowego (amoniaku) powstającego w trakcie rozkładu w procesach beztlenowych. Badania pokazują, że nawet 30 do 70 % azotu doprowadzonego do komory fermentacyjnej jest zawracane z powrotem do układu oczyszczalni lub wręcz $30 \div 40\%$ w stosunku do ładunku azotu doprowadzonego ze ściekami na oczyszczalnię. Amoniak do wód nadosadowej dostaje się przede wszystkim z rozkładu białek. Ilość amoniaku w wodzie nadosadowej według prowadzonych własnych badań eksploatacyjnych w oczyszczalni ścieków w Śremie osiągał wartości stężenia od 300 do 1500 gN/m³. W oczyszczalni ścieków w Zabrze stężenie amoniaku osiągało wartość 698,3g N/m³ i stanowi 30 % udziału w sumarycznym ładunku dopływającym do oczyszczalni. Proces recyrkulacji z wodami nadosadowymi (z beztlenowej fermentacji) fosforu do strumienia ścieków dopływających do oczyszczalni jest inny niż azotu ze względu na mechanizmy usuwania fosforu. Niemniej jednak ma on znaczny udział w cieczy pofermentacyjnej, jego ilość często na podstawie analiz prowadzonych na oczyszczalniach ścieków podaje się w zakresie od 50 do 170 gP/m³. W badaniach własnych stężenia fosforu osiągały stężenia nawet powyżej 200 gP/m³. Porównując zawartości fosforu w ściekach dopływających do oczyszczalni ścieków i ilość zawracaną z wodami nadosadowymi pochodzącymi z fermentacji beztlenowej, zawraca się około $15 \div 20\%$ doprowadzonego fosforu do oczyszczalni. Na przykład w oczyszczalni w Zabrze stanowią 15 % udziału w sumarycznym ładunku dopływającym do oczyszczalni. Większość fosforu z wód nadosadowych z prowadzonych własnych doświadczeń autora stanowi nawet 40 % i jest już usuwane w osadnikach wstępnych z osadem i zawiesiną. Recyrkulowane wody nadosadowe niosą ze sobą dużą ilość zawiesin powstającą z powodu niewłaściwego rozdziału osadu od cieczy nadosadowej. Zawiesina pochodząca z wód nadosadowych jest trudno opadająca, ma charakter koloidalny, i składa się z osadu przefermentowanego, mikroorganizmów beztlenowych (uczestniczących

w procesie fermentacji), związków wapnia (CaCO_3 dodawanego na przykład w celu zalkalizowania środowiska) oraz niewielkich fragmentów rozbitego kożucha osadowego. Zawartość zawiesiny ogólnej w cieczy nadosadowej w zależności od obciążenia komory fermentacyjnej zmienia się w zakresie od 800 do 1100 g/m³. Wody nadosadowe charakteryzują się wysoką zasadowością wynikającą z procesów beztlenowej stabilizacji osadów. Na podwyższenie alkaliczności mają wpływ między innymi produkty rozkładu białek podlegające fermentacji metanowej np. alanina i glicyna powodujące powstanie znacznych ilości węglanów i kwaśnych węglanów. W celu zmniejszenia zasadowości, zawartości soli rozpuszczonych (przez wypłukiwanie koloidów i gazów), zawartości substancji stałych (a tym samym ładunku BZT₅) i zawiesin w wodach nadosadowych, eksploataotorzy czasami stosują proces ich przemywania oczyszczonymi ściekami.

Ograniczenie wpływu wód nadosadowych na pracę oczyszczalni

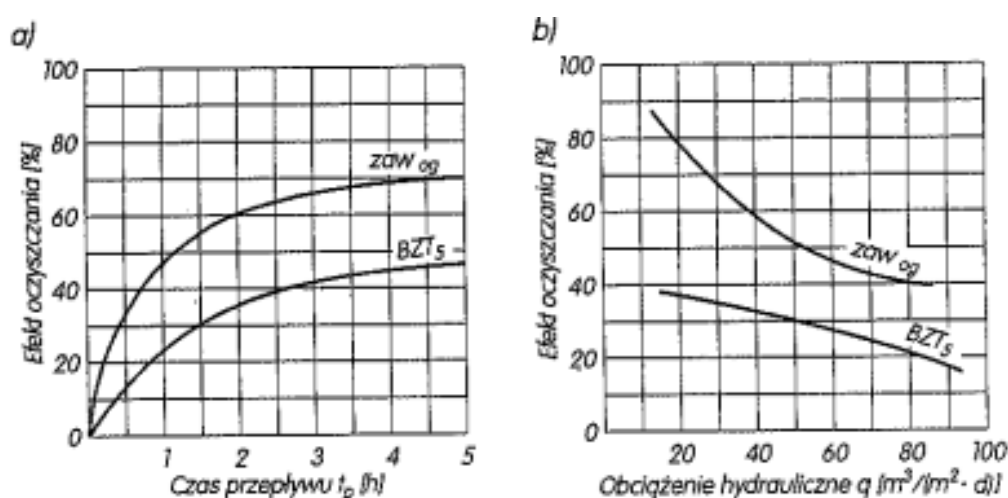
Zawracanie na początek oczyszczalni ścieków wód nadosadowych, może powodować obniżenie efektywności usuwania zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych odprowadzanych z oczyszczalni do środowiska naturalnego. Zwiększona ilość ładunku odprowadzanego z wodami nadosadowymi generuje dodatkowe koszty oczyszczania ścieków. Najbardziej efektywne byłoby oddzielenie cieczy nadosadowej i nie kierowanie jej do strumienia ścieków dopływających do oczyszczalni, tylko do dodatkowego zbiornika uśredniającego, który umożliwiłby gromadzenie odcieków w celu wyrównania oraz uśrednienia jego stężeń przed połączeniem ze ściekami surowymi. Rozwiązaniem sprawdzonym w trakcie prowadzonej przez autora eksploatacji oczyszczalni było wykorzystanie jako zbiornika, wyłączonego z eksploatacji komory osadnika wstępnego, do którego oprócz wód nadosadowych z komory fermentacyjnej i odcieków z pod prasy kierowano wody nadosadowe pochodzące z zagęszczaczy grawitacyjnych osadu nadmiernego, co pozwalało w dużym stopniu usunąć zawiesinę i zmniejszyć stężenia jednostkowe opisanych wyżej czynników. Innym rozwiązaniem jest zawracanie wód nadosadowych w porze nocnej w czasie dopływu do oczyszczalni obniżonych ładunków zanieczyszczeń, stosowanie metod chemicznego strącania fosforu. Ostatnio wprowadzono nowatorską metodę krystalizacji fosforoamoni magnezu, nazywanego popularnie struwitem, bez strącania chemicznego poprzez oziębianie osadu stabilizowanego beztlenowo usuwając w ten sposób związki azotu i fosforu.

Główną przyczyną powierzchniowego traktowania wód nadosadowych i odcieków, które towarzyszą procesom gospodarki osadowej oczyszczalni ścieków jest znikoma znajomość zagadnienia. W literaturze temat ten jest przedstawiany ogólnikowo, większość badań prowadzona jest w celu pogłębienia procesu biologicznego usuwania zanieczyszczeń ze ścieków lub poprawienia procesu fermentacji metanowej w celu wytworzenia większej ilości biogazu z osadów i otrzymania zielonego ekologicznego źródła energii odnawialnej wykorzystując zamknięte komory fermentacyjne. Natomiast stabilizowanie osadów w otwartych komorach fermentacyjnych bardzo popularne do lat 70-tych XX wieku wydaje się coraz mniej efektywne. W procesie powstają gazy cieplarniane, które przedostają się do atmosfery. W trakcie modernizacji oczyszczalni ścieków wykonuje się na OKF-ach przykrycia z laminatów ograniczające uciążliwość zapachową, unowocześniając sposoby mieszania nowymi wysokosprawnymi mieszadłami i przekształceniem w komory z odzyskiem biogazu.

Ilość produkowanych osadów ściekowych z każdym rokiem w naszym kraju rośnie. W Krajowym Programie Gospodarki Odpadami 2010 (MP z 29 grudnia 2006 r.) podkreśla się, że przede wszystkim należy zapobiegać i minimalizować ilość wytwarzanych osadów ściekowych, podobnie we wspomnianej w rozdziale 6.1 Ekspertyzie przygotowanej pod kierunkiem prof. J. Bienia. W roku 1997 na jednego mieszkańca przypadało 9,39 kg s.m. osadu, w roku 2006 było to już 13,14 kg s.m. osadu na rok. W związku z tym będą się zmieniały metody postępowania z osadami wymuszające zastosowanie oprócz stabilizacji beztlenowej (w WKF-ach, OKF-ach), tlenowej czy chemicznej sanitacji wapnem po przeprowadzonym mechanicznym odwodnieniu osadów, również innych technologii na przykład kompostowania osadów z mieszkanką odpadów organicznych, termicznego suszenia lub nawet spalania osadów.

Rozwiązanie z instalacją zamkniętych komór fermentacyjnych dla oczyszczalni Sochaczew zostało przedstawione graficznie na **rysunku PZT-10** zamieszczonym na końcu tego opracowania. Wykonanie takiej instalacji wymaga wykonania w oczyszczalni dodatkowo **osadnika wstępnego**, który będzie kolejnym elementem części mechanicznej oczyszczalni po **kratach i piaskowniku**. Osadnik wstępny przed skierowaniem ścieków do **reaktorów biologicznych**, będzie generował niezbędny dla prawidłowego działania fermentacji beztlenowej osad wstępny „surowy”. Zastosowanie osadnika wstępnego przy zachowaniu

zalecanego czasu przepływu i obciążenia hydraulicznego spowoduje redukcję BZT₅ w ściekach dopływających do części biologicznej oczyszczalni w Sochaczewie o 25 ÷ 40 % oraz obniżenie stężenia zawiesin ogólnych o 60 ÷ 70 %. Efektywność usuwania zanieczyszczeń w osadniku zależy od rodzaju transportowanych w ściekach zanieczyszczeń i dostosowania do ich jakości: czasów przetrzymania, głębokości i odpowiednich obciążeń hydraulicznych. Najczęściej w oczyszczalniach komunalnych stosuje się osadniki wstępne prostokątne lub radialne o przepływie poziomym.



Rys.6.10. Efekty oczyszczania ścieków w osadnikach wstępnych w zależności od: a) czasu przepływu, b) obciążenia hydraulicznego powierzchni osadnika, odniesione do BZT₅ i zawiesin ogólnych (Źródło: Z.Heidrich „Urządzenia do oczyszczania ścieków”)

Optymalny czas przepływu ścieków przez osadniki wstępne zależy od czasu osadzania zawiesin. W zależności od kształtu i przeznaczenia ścieki powinny przebywać w osadniku od 0,5 do 2,5 godziny. Zalecany, obliczeniowy czas osadzania wynosi od 1,5 do 2,5 godziny. Efekty oczyszczania ścieków w osadnikach wstępnych w zależności od czasu przepływu i obciążenia hydraulicznego jego powierzchni przedstawiono na wykresach rys.6.10. W osadnikach wstępnych prędkość przepływu ścieków jest mała, co sprzyja sedymentacji zawiesin, których gęstość jest większa od wody. Opadając, tworzą one na dnie zbiornika osad nazywany przez eksploatorów osadem surowym lub osadem wstępnym (osad surowy). Ilość gromadzącego się osadu w osadniku (w przeliczeniu na metr kwadratowy jego dna) zmniejsza się wraz ze wzrostem długości drogi przepływu ścieków w osadniku. Najwięcej osadu jest na początku (w dopływie) osadnika, a grubość warstwy osadu w odpływie jest najmniejsza. W związku z tym urządzenia zgarniające mechanicznie osady przegarniają

je w kierunku przeciwnym do przepływu ścieków przez zbiornik. Gromadzone na powierzchni osadnika tłuszcze o gęstości mniejszej niż woda zatrzymywane są przed odpływem z osadnika za pomocą ścianek przegrodowych, nazywanych często deskami deflektorowymi (lub ściankami nurkowymi), zanurzonymi na głębokość od 0,2 do 0,5 m pod powierzchnią ścieków.

Uwzględniając w technologii oczyszczalni ścieków osadniki wstępne, należy bardzo dokładnie rozważyć sposób ich wykorzystania, możliwości zwiększania lub zmniejszania czasu przepływu, budując na przykład zbiorniki wielokomorowe.

Osadniki można również wykorzystywać do retencjonowania ścieków, produkcji lotnych kwasów tłuszczowych, poprawiając proporcje łatwo rozkładalnego węgla do zawartego w ściekach azotu i fosforu.

Dla efektywnego działania układu fermentacyjnego w koncepcji zakłada się wykonanie do generowania osadu surowego osadnik wstępny kołowy o minimalnej objętości czynnej 500 m³ (średnica 23 m) założenia zostały sprawdzone w symulacji zgodnie z wymaganiami określonymi w ATV – **Załącznik A-3 oraz C-4** – do koncepcji na końcu tego opracowania (Załącznik A-3 – dla Q = 6 000,0 m³/d, C-4 dla Q = 5 261,0 m³/d).

Alternatywą dla budowy w oczyszczalni ścieków osadnika wstępnego mogą być urządzenia firmy: Veolia Water Technologies sp. z o.o. oraz AWP Nordic Products sp. z o.o.

Veolia Water Technologies Sp. z o.o. dysponuje rozwiązaniem do generowania osadu wstępnego - technologia Actiflo, która wykorzystuje procesy koagulacji, flokulacji oraz sedymentacji. Instalacja wymaga dozowania koagulantu, kwasu, polimeru oraz mikropiasku. Technologia zapewnia wysoką redukcję zawiesiny (> 90 %) oraz stały strumień odprowadzania osadów w ilości około 4 % przepływających ścieków. Zastosowanie tego rozwiązania w oczyszczalni w Sochaczewie spowoduje obniżenie stężenia zawiesiny w ściekach kierowanych dalej do **reaktorów biologicznych** < 50 mg/l, natomiast stężenie zawiesiny w odprowadzanych osadach przewiduje się w granicach od 3 do 6,5 g/l. Ścieki do urządzeń muszą zostać odprowadzane pod ciśnieniem < 2,5 bar, dlatego konieczny jest montaż układu podnoszącego ciśnienie ścieków surowych. Urządzenie Actiflo umożliwia ciągły monitoring przepływu, mętności oraz odczynu ścieków surowych. W przypadku dużych wahań przepływu i wysokim przepływie szczytowym nie ma potrzeby obejścia urządzenia, ponieważ Actiflo ma tylko ograniczony wpływ na jakość ścieków sklarowanych.

Producent deklaruje, że urządzenie zużywa ok. 11 kW energii elektrycznej na jednostkę. Należy przewidzieć dodatkowe koszty eksploatacyjne, które wynikają z potrzeby zakupu środków chemicznych oraz mikropiasku. Stację podczyszczania ścieków projektuje się w formie budynku lub hali, w którym wydzielone są pomieszczenia magazynowania i dozowania, osobne dla HCl oraz koagulantu. Niezbędne jest wykonanie podwójnego zbiornika naziemnego żelbetowego dla ścieków sklarowanych. Strop żelbetowy nad zbiornikami ścieków sklarowanych musi uwzględnić ciężar urządzeń technologicznych zlokalizowanych na nim wraz z konstrukcją umożliwiającą demontaż napędów. Nad urządzeniami Actiflo instaluje się konstrukcję umożliwiającą demontaż napędów, np. belki pod wciągarki ręczne lub elektryczne. W płycie stropowej zbiorników są wykonywane otwory dla rur technologicznych, studzienki odwodnieniowe – rzapie, oraz otwory wejściowe ze stopniami żłazowymi przykryte pokrywami. W budynku pompy są instalowane bezpośrednio na posadzce. Elewacja ściany wewnętrznej do wysokości około 2,0 m musi być pokryta wykładziną chemoodporną. Natomiast posadzki wykonuje się jako przemysłowe lub ceramiczne, w zależności od przeznaczenia pomieszczenia. W pomieszczeniu technologicznym, hali głównej oraz pomieszczeniach magazynowania i dozowania chemii należy utrzymywać temperaturę od 5 do 35 °C. Wymagana jest pięciokrotna wymiana powietrza dla hali głównej i pompowni na godzinę, a dla pomieszczeń magazynowania i dozowania chemii aż dziesięciokrotna.

Innym przykładowym rozwiązaniem proponowanym przez Veolia Water Technologies sp. z o.o. jest wykorzystanie urządzenia typu Hydrotech, które wykorzystują filtrację mechaniczną. Hydrotech Drumfilter to mechaniczny samoczyszczący filtr, który cechuje się prostą i niezawodną konstrukcją, zapewniającą redukcję zawiesiny na poziomie 30 – 50 %. Przewidywane stężenie zawiesiny w analizowanych ściekach sklarowanych doprowadzanych następnie do **reaktorów biologicznych** wynosi 170 - 300 mg/l. Urządzenie zasilane jest grawitacyjnie, zużycie energii elektrycznej okolo 4,5 kW na jednostkę. Koszty eksploatacyjne związane z obsługą urządzenia związane są z zakupem środków chemicznych do czyszczenia chemicznego sit.

Zamiast osadnika wstępnego w oczyszczalni w Rudzie Bugaj można zastosować także rozwiązanie firmy AWP Nordic Products sp. z o.o. oferującej filtr taśmowy Sobyte TD20, który zapewnia redukcję zawiesiny w granicach 20 ÷ 30 %. Zagęszczenie osadu po proponowanym urządzeniu osiąga wartość 5 ÷ 8 %. Filtr taśmowy Sobyte TD jest

zbudowany z bezkońcowej taśmy poliestrowej zamocowanej na dwóch rolkach. Woda przepływa przez przednią stronę taśmy, a wypływa po jego bokach. Taśmę cechują doskonałe własności hydrauliczne oraz możliwość działania przy wysokim zapychaniu. Urządzenie pracuje z przerwami, a jego załączanie dostosowane jest do przepływu ścieków. Prędkość taśmy w urządzeniu jest regulowana w zależności od mierzonego poziomu wody. Taśma jest oczyszczana szczotkami, a materiał, który nie zostanie usunięty jest splukiwany przez listwę natryskową umieszczoną po wewnętrznej stronie taśmy. Istnieje możliwość dostarczenia urządzenia z wbudowanym przenośnikiem odprowadzającym zanieczyszczenia lub z prasą ślimakową. Urządzenie jest sterowane automatycznie i można je zainstalować w hali o konstrukcji lekkiej lub murowanej, zapewniającej temperaturę pomieszczenia powyżej 0°C (sugeruje się zachowanie temperatury powyżej 5 °C i wilgotność powietrza < 70 %). Filtr taśmowy jest szczelny i nie wydostają się z niego żadne odory. Wysokość budynku musi umożliwiać wymianę taśmy filtrującej, która jest unoszona przez trawers belkowy lub suwnicę. W budynku musi się znajdować dodatkowe miejsce obok urządzeń (minimalna szerokość niemniejsza od szerokości filtra), które umożliwi konserwację ewakuowanych kaset, które kładzie się obok filtrów. Woda do płukania filtrów powinna być o ciśnieniu 6 bar, zaleca się jej podgrzanie do temperatury 50 - 55 °C, dlatego należy uwzględnić zaprojektowanie hydroforu z podgrzewaczem.

W każdym rozwiązaniu alternatywnym do osadnika wstępnego należy zaprojektować budynek, w którym zostaną zamontowane urządzenia.

Wykonanie osadnika wstępnego lub proponowanych powyżej urządzeń jest niezbędne, z uwagi na konieczność generowania dla prawidłowej pracy komór fermentacji metanowej, tak zwanego osadu surowego, zawierającego cenny ładunek łatwo rozkładalnego węgla (LKT – lotnych kwasów tłuszczowych) niezbędnego dla prawidłowej pracy instalacji.

Z punktu widzenia kosztów wykonania instalacji technologicznej, koniecznych przeglądów, oraz zakupu środków chemicznych (w rozwiązaniu Veolia Water Technologies sp. z o.o. do czyszczenia chemicznego, dozowania koagulantu, kwasu, polimeru oraz niezbędnych uzupełnień mikropiasku,) zastosowanie rozwiązania alternatywnego do budowy osadnika wstępnego nie ma uzasadnienia finansowego. Rozwiązaniem wykorzystywanym w komunalnych oczyszczalniach są głównie osadniki wstępne, ze względu na ich prostą budowę niezawodność stosowanych urządzeń wykorzystywanych do ewakuacji osadu z dna zbiornika. Czas przetrzymania reguluje się przez włączenie lub okresowe wyłączenie jednego z ciągów

technologicznych, stosując pracę jednym dwoma lub na niektórych oczyszczalniach nawet kilkoma ciągami technologicznymi. Poniżej przedstawiono koszty wykonania wszystkich przedstawionych powyżej rozwiązań. Zastosowanie rozwiązań alternatywnych nie jest dalej rozważane w dalszej części koncepcji fermentacji osadów z oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

Dostawca	Typ rozwiązania	Cena zakupu netto
-	Osadnik wstępny okrągły D=18,5 m Oferta obejmuje koszty budowlane i technologiczne (m.in. zgarniacze)	~ 660 000,00 zł
Veolia Water Technologies Sp. z o.o.	Dostawa i uruchomienie urządzeń. Cena obejmuje: - Actiflo ACP2-40 - pakowanie i transport do miejsca docelowego (cena nie obejmuje rozładunku i ustawienia urządzeń w miejscach docelowych oraz opłat celnych); refakturowane+10% Oferta nie uwzględnia robót konstrukcyjno-budowlanych związanych z wymaganymi zbiornikami żelbetowymi.	~ 3 300 000,00 zł
Veolia Water Technologies Sp. z o.o.	Dostawa i nadzór nad montażem oraz rozruchem. Cena obejmuje: - mikrosito bębnowe typ HDF2008-1S - system sterujący - wózek do czyszczenia chemicznego - system wysokociśnieniowego doczyszczania - pompa wysokiego ciśnienia - rekomendowane części zamienne	~ 1 400 000,00 zł
AWP Nordic Products Sp. z o.o.	Dostawa, szkolenie oraz podręczniki instalacji i obsługi. Cena obejmuje: - Filtr taśmowy Sobyte TD20, taśma 300um, w komplecie z szafką kontrolną. Oferta nie uwzględnia kosztów zestawu hydroforowego z podgrzewaczem.	~ 900 000,00 zł
-	Obiekt technologiczny. Szacunkowe koszty budowlane i technologiczne. <i>W każdym rozwiązaniu alternatywnym do osadnika wstępnego należy zaprojektować budynek, w którym zostaną zamontowane urządzenia.</i>	~ 600 000,00 zł

Wykorzystanie w technologii pracy części mechanicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie osadnika wstępnego, zmniejszy ładunek zanieczyszczeń kierowany do układu biologicznego, wpływając na zmniejszenie obciążenia pracującego wielofazowego reaktora

biologicznego. Z uwagi na obecne obciążenie osadem, budowa osadnika wstępnego pozwoli na pracę reaktora biologicznego na niższym stężeniu osadu – według ATV na poziomie 3,9 – 4,0 kg/m³ w zależności od wariantu (Załącznik A-3, C-4 na końcu opracowania).

Generowanie niezbędnych dla prowadzenia procesu fermentacji metanowej osadów wstępnych powoduje konieczność wykonania **osadników wstępnych**, których włączenie do eksploatacji spowoduje, obniżenie stężeń w ściekach dopływających do części biologicznej (w stosunku na przykład do prognozowanej jakości ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie z Tabeli 4.2) i po uwzględnieniu dopływu wód nadosadowych oraz redukcji na kratkach, piaskownik. Poniżej w tabeli 6.5 przedstawiono zmiany stężeń w stosunku do założeń wskaźników jakości ścieków dopływających do oczyszczalni z operatu wodno-prawnego na wprowadzanie oczyszczonych ścieków komunalnych z miejskiej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie, sporządzany w styczniu 2016 r. przez biuro Hanna Szustecka „Usługi Projektowe”.

Osadnik wstępny oraz komory WKF w analizowanym wariantcie zostały obliczone dla dopływu ścieków przepływ na poziomie średniodobowym **6 000,0 m³/d**.

Zmiana jakościowa ścieków w dopływie do reaktorów (Tabela 6.5) wpłyną niekorzystnie na działanie części biologicznej oczyszczalni, zaburzy proporcje pomiędzy zawartością węgla azotu i fosforu, dodatkowo okresowo może wystąpić konieczność stosowania zewnętrznego źródła węgla, które poprawi stopień redukcji azotu w części biologicznej oczyszczalni.

Tabela 6.5. Zmiany stężenia charakterystycznych wskaźników jakości ścieków po poszczególnych obiektach

Parametr	Stężenie w dopływie do oczyszczalni*	Stężenie w dopływie do osadnika wstępnego	Stężenie w dopływie do reaktorów biologicznych	Stężenie w osadzie surowym odprowadzanym z osadników wstępnych do komór fermentacyjnych
BZT₅	428,40 mgO₂/l	406,98 mgO₂/l	284,89 mgO₂/l	122,09 mgO₂/l
Zawiesina ogólna	576,30 mgO₂/l	547,48 mgO₂/l	301,12 mgO₂/l	246,36 mgO₂/l

*Kolumna „Stężenie w dopływie do oczyszczalni” uwzględnia powiększone stężenie ze względu na dopływ odcieków w Sochaczewie stężenie BZT₅ i zawiesiny w odciekach stanowi nawet 10% dodatkowego ładunku, w analizowanym przypadku zakładamy 2%

Zastosowanie w części mechanicznej osadnika wstępnego spowoduje na pewno obniżenie stopnia obciążenia dzisiaj eksploatowanych osadników wtórnych oraz na ilość powietrza niezbędnego w procesie biologicznego oczyszczania ścieków w reaktorach.

Przeprowadzone symulacje na zmianę ilości niezbędnego powietrza w reaktorach biologicznych, dla zmniejszonych stężeń ścieków dopływających po osadniku wstępnym (niezbędnym do generowania osadu surowego dla właściwej pracy komory fermentacyjnej) do reaktorów biologicznych (wartości stężeń przedstawiono w tabeli powyżej) spowodują zmniejszenie ilości niezbędnego powietrza średnio o około 29 %.

Poniżej przedstawiono obliczenia własne dotyczące objętości komór fermentacyjnych różnymi sposobami. Obliczenia wykonane zgodnie z ATV-131 dołączono do koncepcji na końcu tego opracowania **Załącznik A-3**.

- dla przepływu docelowego 6 000 m³/d:

1. Wzór Romana: $V = 1\,168,0 \text{ m}^3$ przy obciążeniu $1,77 \text{ kg}_{\text{s.m.o.org.}}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ lub $V = 919,0 \text{ m}^3$ przy obciążeniu $2,25 \text{ kg}_{\text{s.m.o.org.}}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$;
2. Dla obciążenia objętości komory stężeniem osadu $2,4 \text{ kg}_{\text{s.m.o.}}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$, $V = 1\,230,0 \text{ m}^3$,
3. Wzór uwzględniający czas przetrzymania osadu w komorze fermentacyjnej (osad surowy o zawartości suchej masy 4% po zagęszczeniu i osad nadmierny 5% po zagęszczeniu): dla 20 dni $V_{t20} = 1\,320,0 \text{ m}^3$, dla 25 dni $V_{t25} = 1\,650,0 \text{ m}^3$;

Natomiast obliczona objętość komór fermentacyjnych zgodnie z ATV-131 według programu „DENICOM – System wymiarowania oczyszczalni ścieków” wersja 1.70.41 (obliczenia załączono na końcu opracowania **Załącznik A-3**) dla czasu przetrzymania osadu $T = 25$ dni $V_{t25} = 1\,892,62 \text{ m}^3$.

Obliczona objętość komory fermentacyjnej przy założonych wyżej parametrach ładunku zanieczyszczeń w dopływie do oczyszczalni w Sochaczewie oscyluje w granicach $1000 \div 1200 \text{ m}^3$ ($1\,200 \text{ m}^3$ to wartość minimalna komór, dla którym budowa komory jest potencjalnie opłacalna).

Przy założonych wyżej obciążeniach komory fermentacyjnej osadem surowym i nadmiernym, można obliczyć teoretyczną ilość wyprodukowanego biogazu. Objętość biogazu, będzie zależała między innymi od obciążenia komór ładunkiem zanieczyszczeń, w szczególności

dostępnego łatwo rozkładalnego węgla (LKT). Ładunek zanieczyszczeń i jego podatność na proces fermentacji zależą od składu ścieków dopływających do oczyszczalni, która zależy od charakterystyki zlewni ścieków. Szczególnie istotne dla pracy komór fermentacyjnych są okresy zimowe, ponieważ obniżona temperatura ścieków wpływa na zmniejszenie fermentacji zanieczyszczeń już w sieci kanalizacyjnej, a co za tym idzie na obniżenie zawartych w nich LKT. Jest to również okres zwiększonej infiltracji w trakcie roztopów, szczególnie na sieci kanalizacji, powodując zmniejszenie ładunku zanieczyszczeń dopływającego do oczyszczalni co wpływa na pracę komory fermentacyjnej.

Jak opisano poniżej - gaz fermentacyjny zawiera ok. 70 % metanu i 30 % dwutlenku (Tabela 6.6). Jednak na wielu oczyszczalniach komunalnych ilość metanu w biogazie jest mniejsza, bo jakość osadów a w szczególności, duża ilość białek, aminokwasów lub tłuszczu będzie determinowała jego skład ilościowy, jak i produkowaną objętość (Tabela 6.7).

Tabela 6.6. Zawartość i skład biogazu powstającego w komorach fermentacyjnych

Parametr	Skład biogazu %
CH ₄	55 do 75
CO ₂	25 do 40
N ₂	0 do 7
H ₂	1 do 5
H ₂ S	0,1 do 0,5

Tabela 6.7. Produkcja biogazu w zależności od dostępnych substratów organicznych

Substancja organiczna	Produkcja CH ₄ w dm ³ ·kg ⁻¹
Węglowodany	420 do 470
Tłuszcze	1000
Białka	450 do 550

Podatność osadów powstających w procesie oczyszczania ścieków w Sochaczewie na fermentację w celu określenia ilości i przewidywanego składu biogazu można potwierdzić doświadczalnie, metodami laboratoryjnymi.

Poniżej obliczono teoretyczną ilość produkowanego biogazu (kilkoma zbliżonymi metodami obliczeniowymi) uwzględniając wyżej przedstawione założenia do koncepcji - charakterystyczne wskaźniki w osadzie surowym i nadmiernym. Natomiast obliczenia zgodne z ATV-131 - program „DENICOM – System wymiarowania oczyszczalni ścieków” wersja 1.70.41 (załączono na końcu opracowania **Załącznik A-3**):

- przy założeniu 0,488 m³ biogazu z 1 kg_{s.m.org.} (sumarycznie osad surowy i nadmierny)
- **$V_{\text{biogazu}} = 1\,095,0 \text{ m}^3/\text{d}$,**
- zakładając 0,5 m³ biogazu z 1 kg_{s.m.org.} osadu surowego i 0,25 m³ biogazu z 1 kg_{s.m.org.} osadu nadmiernego - **$V_{\text{biogazu}} = 846,25 \text{ m}^3/\text{d}$,**
- $0,75 \div 1,15 \text{ m}^3$ biogazu z 1 kg_{s.m.org.} osadu zredukowanego w komorach fermentacyjnych (na bazie doświadczeń autorów koncepcji z kilku krajowych oczyszczalni redukcja związków organicznych do $52 \div 54 \%$). Ilość produkowanego biogazu wyniesie wówczas odpowiednio dla:
 - 0,75 m³ biogazu z 1 kg_{s.m.org.} osadu zredukowanego w komorach fermentacyjnych – **$V_{\text{biogazu}} = 873,0 \text{ m}^3/\text{d}$,**
 - 1,15 m³ biogazu z 1 kg_{s.m.org.} osadu zredukowanego w komorach fermentacyjnych – **$V_{\text{biogazu}} = 1\,339,5 \text{ m}^3/\text{d}$.**

Według obliczeń zgodnych z ATV-131 (**Załącznik A-3**) **$V_{\text{biogazu}} = 896,62 \text{ m}^3/\text{d}$.**

Na podstawie wyżej obliczonych teoretycznie wartości dla potrzeb koncepcyjnych jako najbardziej prawdopodobną ilość przyjęto **$V_{\text{biogazu}} = 846,25 \text{ m}^3/\text{d}$** , na podstawie której obliczono możliwości produkcji energii cieplnej i elektrycznej. Zakładając pracę agregatu kogeneracyjnego 8 000 godzin w roku, czyli przez 22 godziny dziennie:

- energia elektryczna 1,8 MWh na dobę – agregat o mocy 80 kW,
- energia cieplna 2,0 MWh na dobę – agregat o mocy cieplnej 90,1 kW.

Do podgrzania założonej teoretycznie ilości osadu (surowego i nadmiernego) kierowanego do komory fermentacyjnej i utrzymania w niej stałej temperatury na poziomie około 37 °C będzie potrzebne:

- w okresie zimowym dla założonej w tym okresie temperatury osadu doprowadzanego do fermentacji 7 °C (zakładając straty ciepłne zbiornika na poziomie 15 %) będzie potrzebne 99,13 kW/h na dobę ciepła,
- w okresie letnim dla założonej w tym okresie temperatury osadu doprowadzanego do fermentacji 16 °C (zakładając straty ciepłne zbiornika na poziomie 15 %) będzie potrzebne 70,4 kW/h ciepła na dobę.

Dla prognozowanego dopływu ścieków 6 000,0 m³/d rzeczywista produkcja biogazu, w komorach fermentacyjnych - **V_{biogazu} = 846,25 m³/d.**

Wyniki przedstawione w symulacji powyżej **należy przyjąć jako najbardziej prawdopodobne do uzyskania w rzeczywistości na obiekcie analizowanej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.**

Agregat kogeneracyjny, który dla obliczonej ilości biogazu można wykorzystać dla instalacji w Sochaczewie będzie miał moc elektryczną około 80 kW – powszechnie stosowane są jednostki o mocy 100 kW, w związku z tym:

Projektując stabilizację osadów ściekowych w warunkach mezofilowych w komorach fermentacyjnych:

- nie zaleca się budować układów z pojedynczą komorą, ze względu na bezpieczeństwo procesu i poprawną eksploatację układu technologicznego,
- podkreśla się, że realizacja komór o pojemności mniejszej niż 1 200 - 1 400 m³ nie jest celowa, choć w krajowych oczyszczalniach pracują komory o pojemności 800 - 900 m³,
- parametr najczęściej określający objętość czynną komory to czas fermentacji, zaleca się stosowanie wieku osadu 20 ÷ 30 dni, jeżeli osad nie jest poddawany wcześniej innym procesom technologicznym,
- temperatura procesu: 32 ÷ 38 °C.

W związku z tym, w celu spełnienia powyższych założeń oczyszczalnia może zastosować do stabilizacji osadu ściekowego z oczyszczalni w Sochaczewie fermentację, tylko jeśli dla optymalizacji procesu zostanie dodatkowo wprowadzony kofermentat. Umożliwiający

wybudowanie i pracę dwóch komór fermentacyjnych o pojemności 1 200 m³. Biorąc pod uwagę w/w fundamentalne zasady projektowe instalacji fermentacji osadu, optymalna ilość kofermentatu powinna praktycznie podwoić ładunek dostarczona do pracy takiego układu technologicznego

Poniżej w tabeli 6.8. zestawiono przykładowe produkty oraz zawarte w nich stężenia związków organicznych, które mogą być wykorzystane jako kofermentat.

Tabela 6.8. Zawartość związków organicznych w niektórych produktach spożywczych

Produkt	BZT ₅ [mg/dm ³]	ChZT [mg/dm ³]
Mleko	114 000	183 000
Odłuszczone mleko	90 000	147 000
Maślanka	61 000	134 000
Śmietana	400 000	750 000
Mleko zagęszczone	271 000	378 000
Serwatka	42 000	65 000

Wang & Howard. Handbook of Industrial and Hazardous Wastes Treatment, USA 2004

Projektując instalacje kofermentacyjne jest jednak wymagane przygotowanie instalacji nie tylko w dodatkowe zbiorniki dozujące, ale również w rozdrabniacze czy wstępne podgrzewanie w celu upłynnienia surowca. Przykładowo według informacji uzyskanej od eksploatatorów stosujących kofermentację, surowiec „odpad – tłuszczowy” z wytwórni lodów zawierał na podstawie przeprowadzonych w laboratorium oczyszczalni badań ChZT przekraczające 150 000,0 gO₂/m³, przy wysokiej zawartości suchej masy powyżej 10 %.

Fermentacja osadu ściekowego to produkcja energii cieplnej i elektrycznej i przede wszystkim stabilizacja osadu poddanego procesowi i zmniejszenie zawartość w osadach materii organicznej. Finalnie proces powinien zmniejszyć ilość powstającego w oczyszczalni osadu z doświadczeń autora średnio o 40 ÷ 47 %.

Poniżej w tabeli przedstawiono koszt wykonania takiej instalacji na podstawie cen ofertowych z inwestycji prowadzonych w kraju w okresie ostatnich czterech lat. Zgodnie z argumentami przedstawionymi powyżej, należy wprowadzić kofermentat w celu wybudowania i pracy dwóch komór fermentacyjnych o pojemności 1 200 m³.

Dostawca	Typ rozwiązania	Cena zakupu netto
GLS Tanks lub SIGATECH	Wykonanie instalacji z dwoma zamkniętymi komorami fermentacyjnymi o pojemności minimum 1 200 m³ wraz z instalacją odsiarczalni, zbiornika gazu i pochodnią, agregatem kogeneracyjnym i rezerwowym piecem gazowym. Wyszczególnienie: - 2 zbiorniki WKF: ok. 2 200 000,00 zł, - wyposażenie technologiczne (2 mieszadła w WKF typu Trexler, pompy, wymienniki ciepła, instalacje technologiczne): ok. 1 900 000,00 zł, - agregat kogeneracyjny: ok. 960 000,00 zł, - piec gazowy: ok. 180 000,00 zł, - instalacja odsiarczania: ok. 600 000,00 zł, - zbiornik biogazu i pochodnia: ok. 500 000,00 zł, - branża drogowa: ok. 450 000,00 zł - branża budowlana (fundamenty, obiekty techniczne np. zbiornik osadu przefermentowanego): ok. 1 750 000,00 zł.	~ 8 540 000 zł

Do powyższej kwoty należy doliczyć niezbędne zmiany technologiczne w części biologicznej, zastosowanie instalacji zagęszczania osadu (mechanicznie lub grawitacyjnie), sieci zewnętrzne, przepompownie, dostosowanie automatyki, przebudowa zasilania oczyszczalni. **Koszt prac dodatkowych może wynosić około 3 mln zł.**

Wybudowanie fermentacji beztlenowej jest możliwe na działce nr 5/1 i przedstawiono go na rysunku PZT-10 na końcu tego opracowania. Zgodnie z argumentacją z poprzednich punktów, należy również przewidzieć budowę większej wiaty magazynowej.

Rozwiązanie z wykonaniem instalacji komór fermentacyjnych do stabilizacji osadów powstających w oczyszczalni w Sochaczewie, biorąc pod uwagę wszystkie wymienione w tym rozdziale czynniki, jest **kosztowne i mało opłacalne pod kątem energetycznym**. Ilość prognozowanej ilości wytwarzanego biogazu jest za niska (ok. 846,25 m³/d). Niestety porównując z ATSO nie ma możliwości uzyskania tak głębokiej higienizacji osadu i może być konieczna higienizacja osadu po fermentacji. Drugim ważnym elementem wskazującym na proces ATSO jest na pewno wyższa redukcja substancji organicznej niż w przypadku klasycznego rozwiązania fermentacji metanowej.

Jednym z elementów, które może zwiększyć produkcję biogazu jest na pewno zastosowanie kofermentacji. Instalacja kofermentacji jest niezbędna jeśli taki układ ma pracować

w oczyszczalni efektywnie i optymalnie pod względem eksploatacyjnym. Ilość kofermentatu powinna podwoić praktycznie ładunek, który obecnie można wygenerować w oczyszczalni ze ścieków dopływających, po wybudowaniu osadnika wstępnego do generowania osadu surowego w połączeniu z osadem nadmiernym produkowanym w części biologicznej oczyszczalni ścieków. Kofermentacja nie pozostanie bez wpływu na funkcjonowanie części biologicznej oczyszczalni w związku z generowanymi w procesie odciekami, które generują dodatkowy ładunek zanieczyszczeń zawracany na początek układu technologicznego oczyszczalni, opisany już w tym rozdziale. Fermentacja osadu ściekowego przynosi na pewno korzyści w postaci produkcji energii cieplnej i elektrycznej oraz zmniejsza ilość powstającego w oczyszczalni osadu powyżej 40 %. Kofermentacja efektywna wymaga dodatkowego substratu, którego wykorzystanie spowoduje finalnie podwyższenie ilości wytwarzanego przez oczyszczalnię pofermentatu, który nadal jest odpadem, a który będzie musiał zostać zagospodarowany.

6.7 Komora tlenowej stabilizacji osadu - KTSO

Alternatywnym rozwiązaniem, pozwalającym spełnić wymagania w zakresie stabilizacji osadu i wymagań określonych w Rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 31 grudnia 2021 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U 2022 poz. 89). w§ 2 w ust. 1 dodając pkt 8b cytuje: „*tlenowego, jeżeli był prowadzony przez co najmniej 25 dni, przy czym do tego okresu wlicza się czas, w jakim zachodziły procesy w części tlenowej reaktora biologicznego*”, jest proces stabilizacji tlenowej osadu prowadzony jest w otwartych komorach w temperaturze otoczenia z wykorzystaniem powietrza (KTSO - komora tlenowej stabilizacji). Dostarczony z powietrzem tlen (podobnie jak w procesie oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego w reaktorach biologicznych) jest zużywany przez mikroorganizmy do utleniania związków organicznych zapobiegając zagniwaniu osadu, jednocześnie zapewniając jego mieszanie. Przy udziale tlenu i bakterii dochodzi do przekształcenia łatwo rozkładalnych substancji, takich jak np. białka, skrobia, cukry proste oraz trudniej rozkładalnych, jak np. tłuszcze, ligniny, pektyny. Ostatecznie powstają stabilne produkty nieorganiczne, takie jak dwutlenek węgla, woda, azotany i siarczany. Proces stabilizacji można podzielić na trzy etapy. W pierwszym następuje szybki przyrost liczby bakterii oraz ich biomasy dzięki wykorzystaniu łatwo rozkładalnych substancji organicznych. W momencie wykorzystania całej zawartości

substancji łatwo rozkładalnych stanowiących pożywkę, następuje przejście do drugiego etapu, w którym ilość bakterii maleje. Dochodzi do „kanibalizmu”- naturalnej selekcji i eliminacji mikroorganizmów. Najpierw utlenione zostają zmagazynowane substancje zapasowe, następnie dochodzi do znacznie szybszego obumierania bakterii niż ich wzrostu. Organizmy bardziej rozwinięte z powodu braku pokarmu zaczynają „zjadać” organizmy niższe. Konsekwencją tego jest zmniejszenie liczby mikroorganizmów poprzez ich samoutlenianie. Trzeci etap jest kontynuacją drugiego, w efekcie obniża się zapotrzebowanie na tlen. Ilość biomasy nie ulega zmianie. Najistotniejszym efektem jest otrzymanie stabilnego biologicznie osadu, obniżenie ilości bakterii gnilnych i fermentacyjnych oraz wstępna higienizacja. Z pewnością zaletą procesu jest zmniejszenie ilości związków organicznych i suchej masy osadu, oraz wzbogacenie osadu w substancje humusowe, poprawiające jego własności nawozowe.

Proces nie jest jednak pozbawiony wad. Do podstawowych należy pogorszenie właściwości osadu do jego mechanicznego odwadniania, czy koszty eksploatacyjne wynikające z energochłonności procesu stabilizacji tlenowej. Jak podkreślono już w rozdziale 5.4 w oczyszczalniach ścieków wykorzystujących w zakresie gospodarki osadowej stabilizację tlenową, jej udział w zużyciu całego prądu przez oczyszczalnię mieści się w przedziale od 32 do ponad 50 %.

Autorzy koncepcji wykonali symulację pracy oczyszczalni ścieków z KTSO zgodnie z ATV-131 (dołączony na końcu opracowania załącznik nr 4 - A-4). Wyniki wskazują na konieczność wybudowania zbiornika do prowadzenia tlenowej stabilizacji o objętości 2 465,38 m³, a ilość wymaganego powietrza do prowadzenia procesu wynosi 2 481,26 Nm³/h. Biorąc pod uwagę dane przedstawione w rozdziale 5.4, tabela 5.4 wiersz 2 (*dla wartości rzeczywistych – średnia z lat 2019-09.2025, $Q_{dsr} = 4\,400\text{ m}^3/\text{d}$, stężenia średnie z okresu 2017-09.2025*), gdzie obliczona minimalna ilość zużywanego obecnie powietrza do zasilania **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** wynosi 2 908,06 Nm³/h, to uruchomienie KTSO zwiększy ilość niezbędnego powietrza do procesów napowietrzania oczyszczalni ścieków w Sochaczewie nawet o 85 %.

Z uwagi na niezbędną kubaturę zbiornika i wzrost kosztów energii elektrycznej na prowadzenie KTSO w stosunku do dzisiejszego zużycia prądu, rozwiązanie jest nieopłacalne dla tej wielkości oczyszczalni i nie jest brane pod uwagę w przygotowanej przez autorów koncepcji analizie gospodarki osadowej dla oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

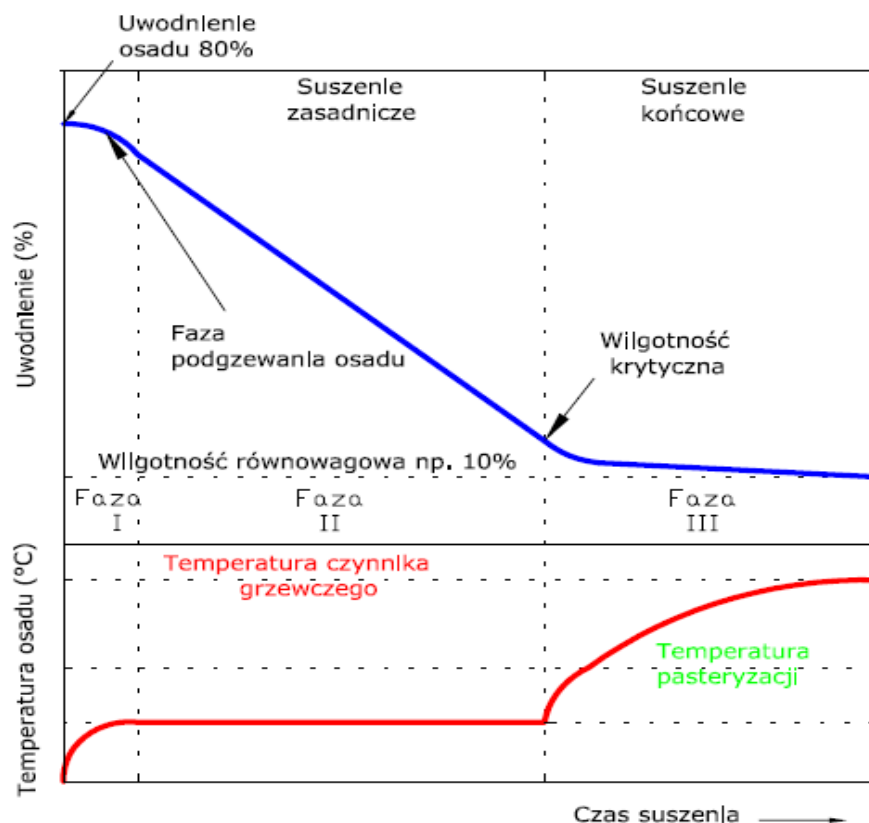
6.8 Suszarnia słoneczna osadu

W zakresie odwadniania i suszenia osadów ściekowych coraz większą popularność w naszym kraju zyskują technologie, które wykorzystują do suszenia osadów wysokoefektywne procesy zachodzące w szklarniach słonecznych. Pozwalają one na uzyskiwanie właściwych efektów wysuszenia osadów przy optymalnych kosztach inwestycyjnych oraz eksploatacyjnych, ale również prostota i łatwość użytkowania zastosowanego rozwiązania technologicznego.

Niezależnie od kierunku zastosowanych rozwiązań, możliwe jest uzyskanie znacznej redukcji masy osadów przez obniżenie ich uwodnienia nawet, do $10 \div 20 \%$, co redukuje koszty transportu i daje większe możliwości dalszego wykorzystania przetworzonych i właściwie wysuszonych osadów. Można je po wysuszeniu w suszarni słonecznej stosować, jako nawóz, wkład uzupełniający do pieców (zwłaszcza w cementowniach) lub jako dodatek do mieszanek betonowych stosowanych w budownictwie. Krajowe warunki klimatyczne umożliwiają suszenie osadów w „szklarniach słonecznych” z wykorzystaniem wyłącznie energii słonecznej lub ze wspomaganie procesu zewnętrznymi źródłami energii, które przyspieszają proces i podnoszą efektywność technologii przy jednoczesnym zmniejszeniu obliczeniowej wymaganej powierzchni hal, niezbędnych do wysuszenia osadów. Jest to niezwykle istotne zwłaszcza dla oczyszczalni, które nie dysponują zbyt dużą wolną powierzchnią.

Procesowi słonecznego suszenia osadów mogą być poddawane osady ściekowe komunalne lub przemysłowe w szerokim zakresie pH. Powstające zarówno w procesach mechanicznego oczyszczania ścieków osady surowe jak i osady nadmierne, produkowane w trakcie biologicznego oczyszczania ścieków, trafiają do suszarni bezpośrednio po zagęszczeniu lub stabilizacji w procesie tlenowym lub beztlenowym. Osad poddawany suszeniu powinien być w jak największym stopniu odwodniony mechanicznie, ponieważ zawartość wody w osadach poddawanych suszeniu ma ogromny wpływ na ilość energii, jaką należy dostarczyć do prowadzenia procesu. Przykładowo niezbędna teoretyczna ilość energii cieplnej dla suszenia osadów o uwodnieniu 95% wynosi $62,5 \text{ MJ/t s.m.}$, natomiast dla osadów uwodnionych w 75% spada do wartości około $12,5 \text{ MJ/t s.m.}$ Wyższe odwodnienie osadu kierowanego do suszarni powoduje uzyskanie wyższej suchej masy na poziomie 75% . Optymalne warunki procesu gwarantują uzyskanie w hali odwodnienia osadu na poziomie 70% . Przekroczenie wartości 80% suchej masy osadu, utrudnienia eksploatację suszarni

z uwagi na powstające pylenie osadu i dodatkowe zagrożenie jego samozapłonu. Przebieg procesu suszenia osadów ściekowych przedstawiono na Rysunku 6.11.



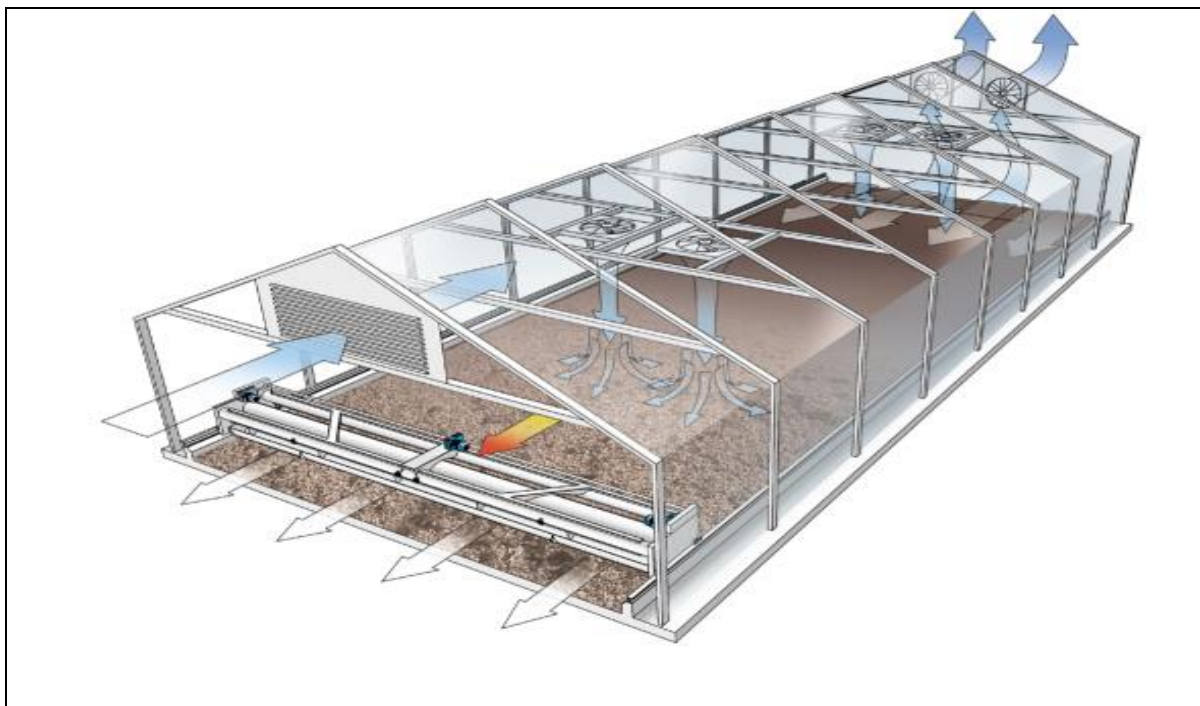
Rys. 6.11. Przebieg procesu suszenia osadów ściekowych

Na rynku polskim spotyka się kompleksowe rozwiązania technologiczne w zakresie suszarni słonecznych, na przykład proponowane przez firmy:

- FLOVAC Polska,
- TST Systems
- IST Anlagenbaum,
- Passavant EDZ,
- Huber Technology,
- Veolia Water.

Suszenie osadów ściekowych w suszarniach słonecznych odbywa się poprzez konwekcję do wilgotności powietrza na poziomie 80 % oraz promieniowanie, pod warunkiem, że wartość promieniowania jest większa od 300 W/m^2 . W istocie proces suszenia zachodzi

przez całą dobę, w ciągu całego roku, jednak najbardziej efektywny jest w okresie od kwietnia do września. W pozostałych miesiącach, jeśli proces nie jest wspomagany dodatkowym źródłem energii, suszarnia pełni funkcję magazynu osadu.



Rys. 6.12. Schemat budowy suszarni słonecznej na przykładzie technologii firmy HUBER Technology

Typowe słoneczne suszarnie osadów swoją budową zewnętrzną zbliżone są do dobrze znanych szklarni słonecznych, niezależnie od tego czy wykorzystują zewnętrzne źródła energii (Rys. 6.12.). Zewnętrzne ściany suszarni, przez które przenika promieniowanie słoneczne, wykonane są z włókien poliwęglanowych, a w celu utrzymania właściwej wilgotności oraz temperatury stosuje się:

- wentylatory obiegowe, zapewniające wymuszony przepływ powietrza oraz optymalne warunki rozłożone w całej hali,
- klapy wentylacyjne, zapewniające niezbędną wymianę powietrza niezależnie od panujących czynników zewnętrznych,
- wentylatory wyciągowe, które kontrolują odpowiednią ilość powietrza wlotowego, przez odprowadzenie właściwej ilości powietrza z suszarni,
- przerzucarki osadu, które przerzucają oraz wzruszają osad, dzięki czemu jest on właściwie napowietrzony i schnie na całej grubości.

Przerzucarki osadu są swoistym znakiem rozpoznawczym producenta suszarni i w znaczącym stopniu wpływają na technologię pracy. Najczęściej spotykanym rozwiązaniem są przerzucarki, które równomiernie pracują na całej szerokości hali. Różnią się one głównie konstrukcją poprzecznych elementów ruchomych, wzruszających osad za pomocą pionowych prętów, ze względu na swoją budowę nazywanych potocznie „grzebieniami”.



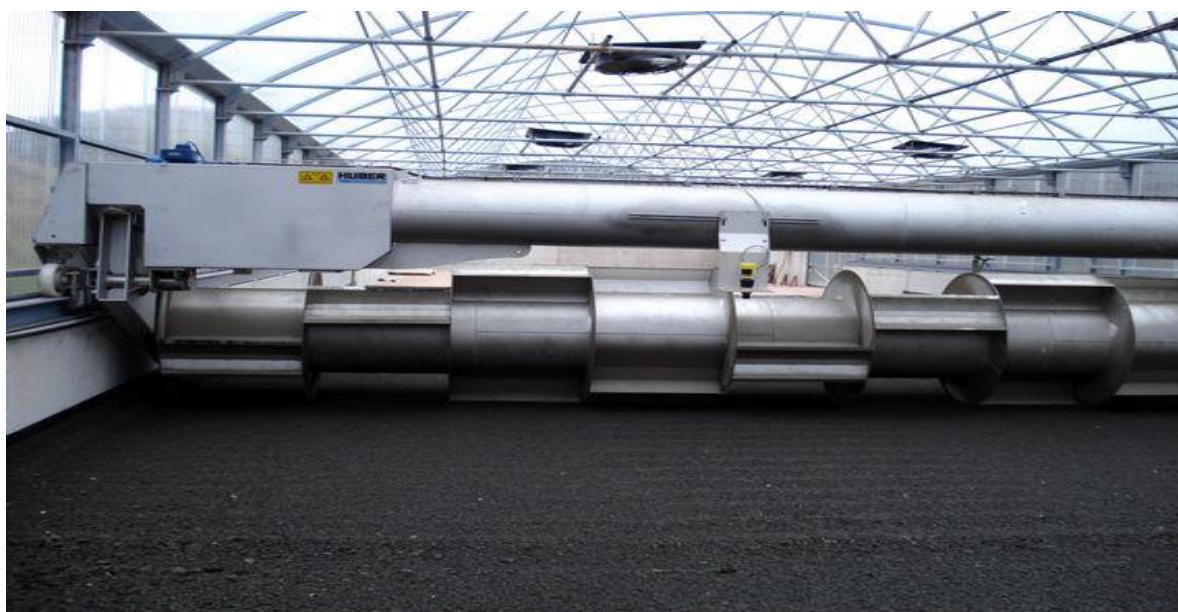
Rys. 6.13. Przerzucarka firmy Passavant EDZ

Firma Passavant EDZ proponuje rozwiązanie, w którym zastosowano kilka grzebieni z naprzemiennie zamocowanymi prętami (Rys. 6.13.). Poprzeczne elementy są zamontowane na łańcuchach poruszających się wzdłuż hali. Rozwiązanie to zapewnia prawidłowe rozprowadzenie i przerzucanie osadu, jednak poprzeczne elementy konstrukcyjne utrudniają swobodny dostęp do całej powierzchni hali.

Problem taki nie występuje w rozwiązaniach proponowanego przez firmy IST Anlagenbau (Rys. 6.14.) oraz HUBER Technology (Rys. 6.15.). Przerzucarki tych producentów różnią się od siebie konstrukcyjnie, jednak każda z nich tworzy zablokowane urządzenie, które można cofnąć na koniec hali, uzyskując swobodny dostęp do jej całej powierzchni. W rozwiązaniu firmy IST do przerzucania osadu zastosowano poprzeczne „grzebienie”, wzruszające osad oraz usypujące pryzmy do wysokości 0,5 m. Eksploatując to urządzenie należy jednak uważać, aby na powierzchni suszonego osadu nie wytworzyła się twarda skorupa, która może uszkodzić urządzenia.



Rys. 6.14. Przerzucarka firmy IST Anlagenbau



Rys. 6.15. Przerzucarka firmy HUBER Technology

Interesujące rozwiązanie konstrukcyjne zastosowano w zblokowanym urządzeniu firmy HUBER Technology, które w przekroju ma kształt litery „S” i jest wykonane ze stali nierdzewnej. Specyficzny kształt przrzucarki firmy Huber umożliwia nie tylko przrzucanie dużej ilości osadu z większej wysokości, ale również transport osadu już wysuszonego na początek hali. Zastosowanie tego rozwiązania skutkuje oszczędnościami inwestycyjnymi, gdyż nie wymaga wybudowania placu manewrowego za halą oraz prowadzącej do niego drogi dojazdowej.



Rys. 6.16. Elektryczna świnka firmy Thermo-System

Ciekawe rozwiązanie zastosowała firma Thermo-System, która do przrzucania osadu wykorzystwała robota tzw. „elektryczną świnię”, a jako elementy wzruszające osad zastosowała łopatki zamontowane na przedniej i tylnej osi pojazdu, którego koła rozcinają i rozdrabniają osad (Rys. 6.16.). „Świnka” przyczepiona jest do dachu suszarni wysięgnikiem ograniczającym jej zakres pracy i zasilającym urządzenie i wyposażona jest w czujniki ultradźwiękowe (przednie i tylne), zabezpieczające przed przypadkowym uderzeniem robota o ściany hali.

Odmienne od dotychczas przedstawionych rozwiązań proponuje firma Veolia Water, która w suszarniach słonecznych układa osady ściekowe w pryzmy. Głównym argumentem producenta do pryzmowania osadu ma być zwiększenie powierzchni parowanie, co ma przyspieszać proces. Rozwiązanie to wymaga zastosowanie specjalnego ciągnika – przerzucarki w pełni zautomatyzowanej tj. bezobsługowej (Rys. 6.17).



Rys. 6.17. Ciągnik firmy Veolia Water

Wszystkie przedstawione rozwiązania technologiczne suszarni słonecznych umożliwiają wspomaganie procesu suszenia osadów zewnętrznymi źródłami energii, na przykład przez zamontowanie u szczytu hali promienników niskotemperaturowych. Należy jednak pamiętać, że niewłaściwe eksploatację promienników może powodować powstawanie na powierzchni osadu twardej skorupy. Alternatywnym rozwiązaniem jest, zatem zastosowanie ogrzewania podłogowego, zasilanego pompą ciepła odzyskującą ciepło z gruntu lub bezpośrednio ze ścieków, które powoduje, że ciepło równomiernie przechodzi przez osad a na jego powierzchni nie tworzy się skorupa.

Zastosowanie jakiegokolwiek z wyżej wymienionych rozwiązań wspomagających proces suszenia osadu umożliwia uzyskanie w ciągu całego roku właściwego odwodnienia osadu na stałym poziomie 70 % i zmniejszenie czasu przetrzymywania osadu. Wydaje się właściwe przygotowanie na etapie inwestycji ogrzewania podłogowego, nawet wówczas, gdy nie zostało sprecyzowane zewnętrzne źródło zasilania. W ten sposób nie zamyka się możliwości wspomagania procesu suszenia w przyszłości.

Obecnie coraz częściej sięgamy po technologie suszenia osadów ściekowych wykorzystujące tanie odnawialne źródła energii, umożliwiając tym samym obniżenie kosztów eksploatacji oczyszczalni ścieków, w porównaniu ze stosowanymi wcześniej poletkami czy lagunami. W Polsce ilość energii dostarczanej przez promieniowanie słoneczne wnosi od 1000 do 1100 kW/m², co w przeliczeniu na równoważną ilość oleju opałowego daje nam od 100 do 110 l. Przyjmuje się, że przy tej ilości energii słonecznej suszarnie najlepiej sprawdzają się dla oczyszczalni, które produkują od 500 do 4000 t osadu na rok. W okresie letnim czas suszenia warstwy osadu o grubości 20 cm wynosi 10 dni, natomiast w czasie zimy czas ten wydłuża się do 40 dni, jeżeli proces nie jest wsparty energią zewnętrzną. Wówczas hale suszarni są wykorzystywane głównie, jako magazyn osadu.

Wybór technologii słonecznego suszenia osadów ściekowych można zarekomendować, jako jeden z kierunków przygotowania osadów do dalszego wykorzystania z uwagi na trzy aspekty:

1. Aspekt ekonomiczny:

- zmniejsza się masa końcowa osadu nawet o 90 %,
- obniżają się koszty dalszego transportu osadu,
- proces wykorzystuje darmową energię słoneczną,
- osad wysuszony może być składnikiem do nawozów,
- osad wysuszony może być wykorzystywany jako paliwo w piecach (obecnie najczęściej stosowany jest jako dodatek w cementowniach).

2. Aspekt ekologiczny:

- proces suszenia nie powoduje zwiększenia emisji CO₂,
- w procesie nie stosuje się energii z paliw kopalnych,
- do wspomagania procesu wykorzystuje się alternatywne źródła energii.

3. Aspekt zrównoważonego rozwoju:

- w wyniku suszenia uzyskuje się wysuszony produkt końcowy, ustabilizowany biologicznie, neutralny zapachowo, łatwy do przechowywania osad,
- wysuszony, ustabilizowany osad ściekowy stanowi nowy rodzaj paliwa,
- można przypuszczać, że w przyszłości oczyszczalnie mogłyby stać się samowystarczalne pod względem energetycznym, dzięki produkowaniu osadu wykorzystywanego w spalarni jako paliwo do produkcji energii elektrycznej i ciepłej na potrzeby oczyszczalni, w tym również do wspomagania suszenia.

Założenie do budowy suszarni

Ilość energii dostarczanej przez słońce w Polsce w przeliczeniu na 1m^2 wynosi od 1000 do 1100 kWh/m^2 , umożliwiając suszenie osadu w warstwach o grubości od 10 do 50 cm w halach o standardowych wymiarach $120 \times 12\text{m}$. Średni czas suszenia osadu w ciągu roku wynosi około 30 dni. Przy wymiarowaniu wyłącznie szklarni osadu bez uwzględniania dróg dojazdowych oraz placów manewrowych należy przyjmować od $1,2$ do $1,5\text{m}^2$ powierzchni na tonę osadu doprowadzaną do suszarni. W przypadku, gdy obliczeniowa powierzchnia hali będzie znacząco mniejsza od ogólnie przyjmowanych i nie będzie możliwości zmniejszenia wymiarów szklarni proponuje się przyjmowanie osadów do suszenia z okolicznych oczyszczalni ścieków. Zastosowanie suszarni słonecznych wspomaganych zewnętrznymi źródłami energii np. pompami ciepła zasilanymi z gruntu lub ze ścieków umożliwia skrócenie czasu suszenia osadu ściekowego do około 10 dni.

W koncepcji rozpatrywano wykonanie trzech hal suszarni słonecznych (bez wspomagania zewnętrznymi źródłami energii).

Jedna standardowa hala ma powierzchnię $(12 \times 120\text{m}) = 1\,440\text{ m}^2$.

Dla **750,0 Mg_{s.m.os./rok}** osadu zgodnie z założeniami z punktu 6.2 powstanie **3 750,0 Mg os. dla 20%_{s.m.os./rok}** o zawartości suchej masy 20 %, co w przypadku oczyszczalni w Sochaczewie (zakładając wykorzystanie osadu nieustabilizowanego) określa niezbędną powierzchnię hal na $(3\,750,0\text{ Mg Mg/rok} \times 1,2\text{ m}^2) = 4\,500,0\text{ m}^2$ hal do odwadniania osadu. Dla standardowej wielkości hali $4\,500\text{ m}^2 / 1\,440\text{ m}^2$ (1 hali) = 3,1 hali – optymalna wielkość dla oczyszczalni w Sochaczewie to 3 hale.

Według przedstawionej technologii Wendewolf firmy IST Anlagenbau GmbH orientacyjny koszt na podstawie podobnych instalacji przedstawiono w tabeli poniżej.

Dostawca	Typ urządzenia	Cena zakupu netto
IST Anlagenbau GmbH	Trzy suszarnie słoneczne Wendewolf	745 000,00 € ≈ 3 200 000,00 zł

Wybudowanie suszarni słonecznej w obecnych granicach działki, na której zlokalizowano oczyszczalnię, nie jest możliwe. Na rysunku PZT-11 załączonym na końcu opracowania przedstawiono przykładową lokalizację suszarni słonecznej, dla której działka nr 5/1 jest niewystarczająca.

Suszarnia pracowałaby na osadach nieustabilizowanych w związku z tym instalacja może generować substancje odorotwórcze. Konieczne zastosowanie biofiltracji dużych kubatur sprawia, że nie ma uzasadnienia wykonywanie takiego rozwiązania dla oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

VII. Bilans energetyczny wraz z uwzględnieniem nakładów inwestycyjnych oraz eksploatacyjnych dla zaproponowanych rozwiązań

7.1 Bilans energetyczny

Poniżej przedstawiono bilans urządzeń oraz zużycie energii w obecnym układzie technologicznym:

Tabela 7.1 Bilans energetyczny urządzeń zainstalowanych w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie

Obiekt	Urządzenie	Ilość urządzeń zainstalowanych	Moc w kW			
		Ilość [szt.]	Jednostkowa P [kW]	Zainstalowana [kW]	Czas pracy [h]	Szacowane zużycie energii [kWh/d]
1	2	3	4	5	6	7
Budynek krat Ob. nr 2	krata schodkowa	2	1,1	2,2	3,00	6,60
	prasa z płukaniem skratek	1	4	4	1,00	4,00
	przenośnik odwadniająco-rozdrabniający	1	2,2	2,2	1,00	2,20
	przenośnik ślimakowy	2	2,2	4,4	1,00	4,40
	separator piasku	1	0,92	0,92	1,00	0,92
Piaskownik Ob. nr 3	zgarniacz powierzchniowo-denny	2	0,12	0,24	3,00	0,72
	zgarniacz powierzchniowy w tłuszczowniku	2	0,12	0,24	3,00	0,72
	dmuchawy	2	1,5	3	24,00	72,00
	pompy piasku	2	1,6	3,2	1,00	3,20
Pompownia ścieków Ob. nr 4	pompy ściekowe	3	11	33	2,50	82,50
Reaktor biologiczny	mieszadło pionowe	4	1,1	4,4	24,00	105,60

Analiza techniczno-technologiczna pracy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie
– koncepcja modernizacji oczyszczalni ścieków

Ob. nr 5	mieszadło pionowe	4	3	12	24,00	288,00
	mieszadło pompujące	2	5	10	24,00	240,00
Osadniki wtórne Ob. nr 6	zgarniacz obrotowy	2	0,92	1,84	24,00	44,16
Budynek dmuchaw Ob. nr 7	dmuchawa ROBOX	2	55	110	0,00	0,00
	dmuchawa NAMWON	1	37,5	37,5	12,00	450,00
	dmuchawa TurboMAX	1	40,9	40,9	12,00	490,80
	pompa dzująca PIX	1	0,04	0,04	0,00	0,00
Pompownia osadu Ob. nr 8	pompa Wilo	1	6	6	8,00	48,00
	pompa Wilo	1	10	10	8,00	80,00
	pompa ZENIT	1	8,9	8,9	0,00	0,00
Budynek odwadniania Ob. nr 11	pompa dozująca osad	1	5,5	5,5	8,00	44,00
	pompa wody płuczającej	1	4	4	8,00	32,00
	prasa VANEX	1	1,1	1,1	8,00	8,80
	sprężarka	1	0,75	0,75	8,00	6,00
	pompa płuczająca taśmę	1	4	4	8,00	32,00
	stacja polielektrolitu	1	1,1	1,1	4,00	4,40
	pompy dozujące polielektrolit	2	0,37	0,74	8,00	5,92
	przenośnik	1	2,2	2,2	8,00	17,60
	silos wapna	1	3,7	3,7	8,00	29,60
	przenośnik wapna	1	1,5	1,5	8,00	12,00
Pompownia części pływających Ob. nr 12	pompa Sarlin	1	1,65	1,65	2,00	3,30
Pompownia wody przemysłowej Ob. nr 13	pompa Wilo	1	1,5	1,5	2,00	3,00

Suma: 2 122,44 kWh/d

W bilansie energetycznym uwzględniono zmiany zużycia energii elektrycznej w przypadku:

- a) Wariant I - Zmiany mieszadeł w reaktorach biologicznych (porównanie dwóch

producentów: Sulzer, Xylem).

- b) Wariant II - Zastosowania nadrzędnego systemu sterowania procesem biologicznego oczyszczania ścieków.
- c) Wariant III i IV – Wapnowanie – mieszarka WILK; Zastosowanie technologii wapnowania wapnem wysokoreaktywnym – przekształcanie osadu w nawóz lub polepszacz.
- d) Wariant V – Kompostownia z wykorzystaniem bębnow kompostujących.
- e) Wariant VI - Rozbudowy istniejącego układu ATSO.
- f) Wariant VII - Budowy fermentacji beztlenowej.

Poniżej przedstawiono zestawienie wszystkich rozważonych możliwości. Do wyznaczenia dobowego zużycia energii elektrycznej uwzględnionego w kalkulacji następujące założenia dla:

- **wariantu I:** moce mieszadeł zgodnie z ofertami producentów:

Urządzenia (mieszadła) zainstalowane w istniejącym układzie są poprawnie dobrane.

Wymiana urządzeń na nowe nie zmniejszy dobowego zużycia energii elektrycznej.

- **wariantu II:** przyjęto zmniejszenie zużycia energii na napowietrzanie reaktorów biologicznych o 20 %:

Zmniejszenie zużycia energii na napowietrzanie z **940,80 kWh/d** na **752,64 kWh/d**.

- **wariantu III:** wapnowanie osadu przyjęto zużycie energii w oparciu o założenia przedstawione w tabeli poniżej:

Tabela 7.2 Wapnowanie – zestawienie mocy

L.p.	Obiekt	Urządzenie	Moc jednostkowa [kW]	Ilość	Współczynnik jednoczesności	Moc [kW]	Czas pracy [h]	Zużycie energii [kWh/d]
1.	Instalacja higienizacji	Układ przenośników	1,5	3	1	4,5	8	36
2.	Mieszarka osadu z wapnem	Mieszarka osadu/WILK	8	1	1	8	8	64
							Suma	100

Istniejący układ wapnowania osadu zużywa energię na poziomie **41,60 kWh/d** (przy założeniu ciągłego wapnowania w trakcie pracy urządzenia odwadniającego – 8 godzin). Proponowana instalacja higienizacji z mieszarką osadu WILK zwiększy to zużycie do **100 kWh/d** przy ciągłej pracy przez 8 godzin.

- **wariantu IV:** higienizacja osadu wapnem wysokoreaktywnym - przyjęto zużycie energii w oparciu o założenia przedstawione w tabeli poniżej:

Tabela 7.3 Przetwarzanie osadu w produkt – zestawienie mocy

L.p.	Obiekt	Urządzenie	Moc jednostkowa [kW]	Ilość	Współczynnik jednoczesności	Moc [kW]	Czas pracy [h]	Zużycie energii [kWh/d]
1.	Instalacja Evergreen	Zbiornik buforowy	18,5	1	0,75	18,5	3,5	48,6
2.	Instalacja Evergreen	Reaktor	13,5	1	0,75	13,5	3,5	35,4
3.	Instalacja Evergreen	Przenośnik	5,5	3	0,75	16,5	3,5	43,3
4.	Instalacja Evergreen	Przenośnik	2,2	1	0,75	2,2	3,5	5,8
5.	Instalacja Evergreen	Przenośnik	4	1	0,75	4	3,5	10,5
6.	Instalacja Evergreen	Układ neutralizacji skroplin	1,85	1	0,75	1,85	3,5	4,9
7.	Instalacja Evergreen	Odciągi punktowe	0,75	1	0,75	0,75	3,5	2,0
8.	Instalacja Evergreen	Mieszacz w układzie dozowania i magazynowania reagenta	5,5	1	0,75	5,5	3,5	14,4
9.	Instalacja Evergreen	Kompresor śrubowy	5,5	1	0,75	5,5	3,5	14,4
10.	Instalacja Evergreen	Węzeł pakowania produktu	1,5	1	0,75	1,5	3,5	3,9
11.	Instalacja Evergreen	Mulda zasypowa	18	1	0,75	18	3,5	47,3
12.	Instalacja Evergreen	Przenośnik	3	1	0,75	3	3,5	7,9
Suma								238,4

Istniejący układ wapnowania osadu zużywa energię na poziomie **41,60 kWh/d** (przy założeniu ciągłego wapnowania w trakcie pracy urządzenia odwadniającego – 8 godzin). Proponowana instalacja przetwarzania osadu w produkt sprzedawana przez firmę Evergreen zwiększy to zużycie do **238,4 kWh/d** przy ciągłej pracy przez 3,5 h dziennie przez 238 dni

w roku. Czas pracy instalacji można zwiększyć, zmieniając w ten sposób dzienne zużycie energii, ale w zestawieniu rocznym nie ulegnie ono zmianie.

Wydajność instalacji Evergreen wynosi do 4,5 ton na godzinę, ilości powstających osadów w oczyszczalni założona na poziomie **3 750,0 Mg_{os.} dla 20% s.m..os/rok**, czas pracy urządzenia rocznie przy maksymalnej wydajności to około 833 godziny.

- **wariantu V:** kompostownia z wykorzystaniem bębnow kompostujących w oparciu o założenia przedstawione w tabeli poniżej:

Tabela 7.4 Kompostownia z wykorzystaniem bębnow kompostujących – zestawienie mocy

L.p.	Obiekt	Urządzenie	Moc jednostkowa [kW]	Ilość	Współczynnik jednoczesności	Moc [kW]	Czas pracy [h]	Zużycie energii [kWh/d]
1.	Kompostownia	Rozdrabniacz słomy	5,5	1	1	5,5	2	11
2.	Kompostownia	Układ przenośników	5	2	1	10	2	20
3.	Kompostownia	Bęben kompostujący	13	2	1	26	24	624
4.	Kompostownia	Skip załadowniczy	2	1	1	2	2	4
5.	Kompostownia	Wentylacja oraz biofiltracja	6	1	1	6	24	144
							Suma	803

- **wariantu VI:** autotermiczna stabilizacja tlenowa osadu ATSO w oparciu o założenia przedstawione w tabeli poniżej:

Tabela 7.5 ATSO – zestawienie mocy

L.p.	Obiekt	Urządzenie	Moc jednostkowa [kW]	Ilość	Współczynnik jednoczesności	Moc [kW]	Czas pracy [h]	Zużycie energii [kWh/d]
1.	ATSO	Aerator spiralny	4	3	1	12	24	288
2.	ATSO	Rozbijacz piany	1,1	3	1	3,3	24	79,2
3.	ATSO	Mieszadło hiperboloidalne	5,5	1	1	5,5	24	132
4.	ATSO	Dmuchawa	3	1	1	3	24	72
5.	ATSO	Biofiltracja	5	1	1	5	24	120
							Suma	691,2

- **wariantu VII:** przyjęto zużycie energii w oparciu o założenia przedstawione w tabeli poniżej:

Tabela 7.6 Fermentacja – zestawienie mocy

L.p.	Obiekt	Urządzenie	Moc jednostkowa [kW]	Ilość	Moc [kW]	Współczynnik jednoczesności	Czas pracy [h]	Zużycie energii [kWh/d]
1.	Budynek operacyjny	Macerator	2	1	2	1	8	16
2.	Budynek operacyjny	Pompa osadu surowego	3,3	2	6,6	1	8	52,8
3.	Budynek operacyjny	Pompa recyrkulacyjna	8	2	24	1	8	192
4.	Budynek operacyjny	Pompa osadu nadmiernego	2,5	2	5	1	8	40
5.	WKF 1	Mieszadło śmigłowe	4	1	4	1	24	96
6.	WKF 1	Pompa zraszania osadem	2,2	1	2,2	1	0,25	0,55
7.	WKF 2	Mieszadło śmigłowe	4	1	4	1	24	96
8.	WKF 2	Pompa zraszania osadem	2,2	1	2,2	1	0,25	0,55
9.	Odsiarczalnica ob.	Zasilanie obiektu sieciowego	3	1	3	1	24	72
10.	Studnie kondensatu	Zasilanie obiektu sieciowego	1,5	1	1,5	1	24	36
11.	Zbiornik biogazu	Zasilanie obiektu sieciowego	3	1	3	1	24	72
12.	Pochodnia biogazu	Zasilanie obiektu sieciowego	3	1	3	1	24	72
13.	Węzeł tłoczny biogazu	Zasilanie obiektu sieciowego	11	1	11	1	24	264
14.	Osadnik wstępny		2	1	2	1	24	48
15.	Biofiltracja		10	2	20	1	24	480
Suma								1537,9

7.2 Porównanie kosztów eksploatacyjnych oraz inwestycyjnych

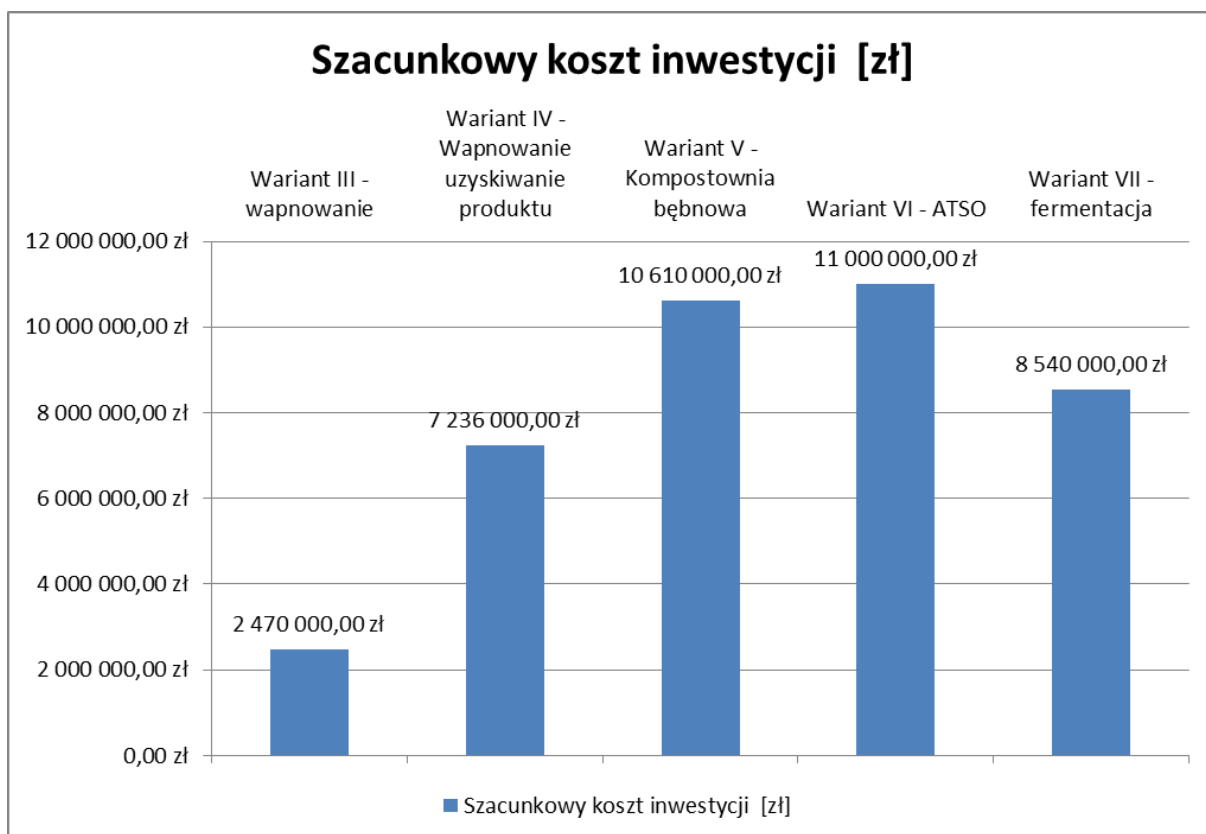
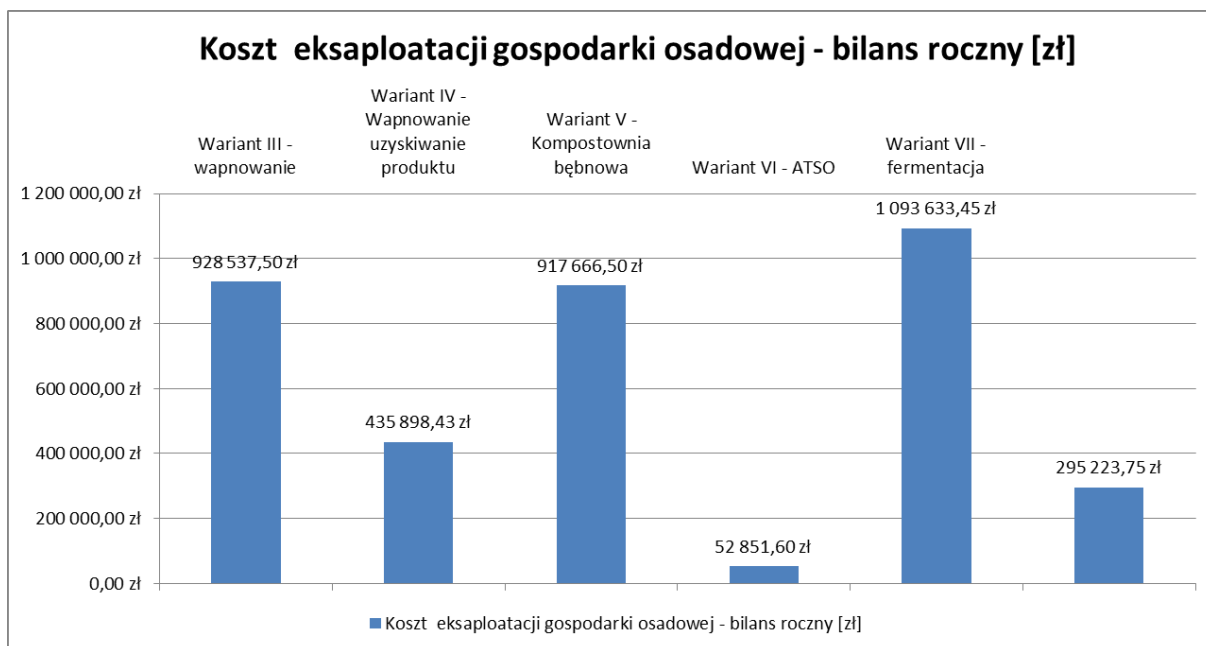
Aktualnie, ZWiK w Sochaczewie koszty rolniczego zagospodarowania osadów odwodnionych są poniżej 50,00 zł/t, w przypadku wywozu osadów do kompostowni Spółka ponosi koszty w wysokości 320,00 zł/t. Średnia produkcja osadów w ostatnich latach wynosi 3 100,00 t/rok, w związku z tym koszt rocznego zagospodarowania osadów kształtuje się na poziomie od poniżej 155 000,00 zł do ok. 992 000,00 zł w zależności od sposobu zagospodarowania.

Bazując na bilansie osadów wykonanym dla każdego z omawianych w rozdziale VI oraz założeń przedstawionych w punkcie 7.1 opracowano porównanie zużycia energii oraz kosztów zagospodarowania osadu tj. czynników mających decydujące znaczenie w kontekście efektywności gospodarki osadowej:

Tabela 7.7 Porównanie technologii gospodarowania osadami ściekowymi w oczyszczalni Sochaczew

	Wariant III - wapnowanie	Wariant IV - Wapnowanie uzyskiwanie produktu	Wariant V - Kompostownia bębnowa	Wariant VI - ATSO	Wariant VII - fermentacja
Wejściowa ilość osadu [kgs.m/d]	750	750	750	495	701
Ilość osadu do zagospodarowania/ sprzedaży [t]	3938	4875	7500	2475	3504
Koszt jednostkowy utylizacji osadu [zł/t]	200,00 zł	-200,00 zł	-80,00 zł	-50,00 zł	200,00 zł
Ilość słomy [t]	-	-	3750,00	-	-
Koszt zakupu słomy [zł/rok]	- zł	- zł	1 312 500,00 zł	- zł	- zł
Ilość wapna [t]	187,5	1125,00	- zł	- zł	- zł
Ilość produktu wapiennego [t]	-	4875,00	-	-	-
Koszt zakupu wapna	121 875,00 zł	1 350 000,00 zł	- zł	- zł	- zł
Koszt utylizacji osadu/ zysk ze sprzedaży produktu [zł/rok]	787 500,00 zł	-975 000,00 zł	-600 000,00 zł	-123 750,00 zł	700 700,00 zł
Zużycie energii elektrycznej [kWh/rok]	27 375,00	86 997,75	293 095,00	252 288,00	561 333,50
Koszt jednostkowy energii elektrycznej [zł/kWh]	0,70 zł	0,70 zł	0,70 zł	0,70 zł	0,70 zł
Koszt energii elektrycznej [zł/kWh]	19 162,50 zł	60 898,43 zł	205 166,50 zł	176 601,60 zł	392 933,45 zł
Koszt eksploatacji gospodarki osadowej - bilans roczny [zł]	928 537,50 zł	435 898,43 zł	917 666,50 zł	52 851,60 zł	1 093 633,45 zł
Szacunkowy koszt inwestycji [zł]	2 470 000,00 zł*	7 236 000,00 zł*	10 610 000,00 zł	11 000 000,00 zł	8 540 000,00 zł

*koszt inwestycji uwzględnia budowę wiaty magazynującej



Opłacalność poszczególnych rozwiązań opracowano w odniesieniu do wariantu III w okresie 15 lat. W celach porównawczych zastosowano metodę wskaźnika ROI

$$ROI = \text{Koszt inwestycji} / \text{Zysk netto} \times 100\%$$

Im wyższy ROI, tym bardziej opłacalna inwestycja.

	Koszt inwestycji	Koszt eksploatacji	Koszt eksploatacyjny w okresie 15 lat	Koszt całkowity/zysk	Zysk w odniesieniu do eksploatacji wapnowania	ROI
Wariant III - wapnowanie	2 470 000,00 zł	928 537,50 zł	13 928 062,50 zł	16 398 062,50 zł	-	-
Wariant IV - Wapnowanie uzyskiwanie produktu	7 236 000,00 zł	435 898,43 zł	6 538 476,38 zł	13 774 476,38 zł	2 623 586,13 zł	2,76
Wariant V - Kompostownia bębnowa	10 610 000,00 zł	917 666,50 zł	13 764 997,50 zł	24 374 997,50 zł	-7 976 935,00 zł	-1,33
Wariant VI - ATSO	11 000 000,00 zł	52 851,60 zł	792 774,00 zł	11 792 774,00 zł	4 605 288,50 zł	2,39
Wariant VII - fermentacja	8 540 000,00 zł	1 093 633,45 zł	16 404 501,75 zł	24 944 501,75 zł	-8 546 439,25 zł	-1,00

Z powyższej analizy wynika, że najzasadniejszym z punktu widzenia ekonomicznego kierunkiem optymalizacji części osadowej byłaby zmiana na autotermiczną stabilizację tlenową ATSO. Należy podkreślić, że po wykonaniu inwestycji zwiększy się zużycie energii elektrycznej i przy dokonanych założeniach należałoby znaleźć rynek zbytu na powstający produkt, który będzie w stanie zapłacić za niego min. 50 zł/t.

Według autorów koncepcji w przypadku zmiany technologii należy rozważyć przede wszystkim:

- 1) Instalację przekształcania osadu w produkt wapienny;
- 2) Wapnowanie – mieszarka WILK.

Należy podkreślić, że układ przetwarzania osadów ściekowych Technologia FuelCal[®] na środek wspomagający uprawę roślin OrCal[®] pHregulator[®] zmienia kod odpadu. W kalkulacji założono, że wytwarzany produkt będzie sprzedawany przez ZWiK w Sochaczewie za **200,00 zł za tonę**. Koszt zakupu wapna BWR założono na poziomie **1 200,00 zł za tonę**.

Ze względu na specyfikę oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – lokalizację, możliwości rozbudowy, ilość produkowanego osadu, autorzy koncepcji proponują wykonanie inwestycji - linii higienizacji osadu wapnem z wykorzystaniem reaktora typu WILK. Koszt wykonania inwestycji jest najniższy i stosunkowo mało inwazyjny. Instalacja zmieści się w istniejącym budynku odwadniania osadu – Ob. nr 11. Należy podkreślić, że wymagana jest budowa nowej

wiaty magazynowej osadu o powierzchni min. 1 300,00 m² (przy założeniu, że wykorzystywana będzie również istniejąca wiata).

Maksymalny koszt inwestycji razem z projektem na wiatę magazynową razem z kosztami związanymi z obsługą przedsięwzięcia to koszt ok. **3 340 000,00 zł netto**. W zależności od lokalizacji wiaty magazynowej należy doliczyć koszt wykonania dróg oraz placów manewrowych.

VIII. Wnioski ogólne

8.1. Wniosek 1

Odprowadzenie oczyszczonych ścieków z oczyszczalni w Sochaczewie jest prowadzone na podstawie ważnej decyzji - **pozwolenia wodno-prawnego** wydanego przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Dyrektor Zarządu Zlewni w Łowiczu nr decyzji WL.ZU.4210.527.2024.AS z dnia 5 sierpnia 2024 r.. Zgodnie z orzeczeniem – decyzja – pozwolenie wodnoprawne jest wydane na okres nie dłuższy niż 10 lat, liczony od dnia kiedy stanie się ona ostateczna. Decyzja stała się ostateczna i prawomocna od dnia 05.09.2024 r., w związku z tym **pozwolenie wodnoprawne na odprowadzanie ścieków komunalnych z miejskiej oczyszczalni w Sochaczewie jest ważne do 5 września 2034 roku.**

8.2. Wniosek 2

Obowiązujące dla oczyszczalni ścieków w Sochaczewie pozwolenie wodno-prawne określa ilość ścieków odprowadzanych do odbiornika następująco:

$$\begin{aligned}Q_{\text{dśr}} &= 6\,000 \text{ m}^3/\text{d}, \\Q_{\text{max}'} \cdot h &= 500 \text{ m}^3/\text{h}, \\Q_{\text{max}'} \cdot \text{rok} &= 2\,190\,000 \text{ m}^3/\text{rok}.\end{aligned}$$

Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych odprowadzanych do środowiska zgodnie z warunkami pozwolenia nie mogą przekroczyć charakterystycznych podstawowych wskaźników zanieczyszczeń przedstawionych poniżej:

BZT ₅	≤ 25 mg O ₂ /dm ³ ,
ChZT	≤ 125 mg O ₂ /dm ³ ,
Zawiesina ogólna	≤ 35 mg/dm ³ ,
Azot ogólny	≤ 15 mgN/dm ³ ,
Fosfor ogólny	≤ 2 mgP/dm ³ ;

W pozwoleniu wodnoprawnym uwzględniono również, że w przypadku rozbudowy, przebudowy, awarii oczyszczalni najwyższe dopuszczalne wskaźniki mogą być podwyższone maksymalnie o 50 %, a wymagana redukcja substancji zanieczyszczających w ściekach obniżona nie więcej niż do 50 % do zapisów z załącznika nr 2 (Dz.U z 2019, poz.1311).

8.3. Wniosek 3

Reprezentatywny przepływ ścieków przez oczyszczalnię w Sochaczewie przyjęto w koncepcji na podstawie wyników pomiaru ilości ścieków oczyszczonych za okres od stycznia 2019 do września 2025 roku w tabeli poniżej. Na tej podstawie obliczono średnią ilość ścieków przepływających w badanym okresie przez oczyszczalnię w wysokości 4 400,00 m³/d. Wartość jest niższa od założonego w projekcie (i obowiązującym pozwoleniu wodno-prawnym) przepływu średniodobowego $Q_{\text{dśr.}} = 6\,000,00 \text{ m}^3/\text{d}$ o ponad 27 %. Natomiast obliczone 85 % prawdopodobieństwo wystąpienia danej wartości przepływu ścieków przez oczyszczalnię w Sochaczewie wynosi 4 900,00 m³/d.

Ilość ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w okresie 01.01.2019 - 30.09.2025r. Wartości reprezentatywne przepływu ścieków dla oczyszczalni w Sochaczewie	
Parametr	Przepływ ścieków [Q] m³/d
średnia	4 366,59
maksimum	8 325,00
odchylenie stand.	612,26
minimum	2 148,00
prawdopodobieństwo 50%	4 314,00
prawdopodobieństwo 85%	4 907,40

Maksymalny przepływ dobowy ścieków zanotowany w odpływie z oczyszczalni ścieków Sochaczewie w badanym okresie osiągnął wartość 8 325,00 m³/d (odpływ zmierzony w dniu 09.07.2022 r.). Przekraczając średniodobowy przepływ ścieków założony w projekcie i w obowiązującym pozwoleniu wodno-prawnym ($Q_{\text{dśr.}} = 6\,000,00 \text{ m}^3/\text{d}$) o 38,75 %.

Analiza danych, zmian ilości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do rzeki Utraty w km 0+060 z oczyszczalni ścieków w Sochaczewie z pełnych czterech lat (w okresie od 1 stycznia 2019 roku do 31 grudnia 2024 r.) wskazuje, że 41 z 2 465 wyników

przepływów dobowych ścieków przekroczyło średniodobową ilość oczyszczonych ścieków komunalnych określoną w projekcie o obowiązującym pozwoleniu wodno-prawnym ($Q_{d\bar{s}} = 6\,000,00 \text{ m}^3/\text{d}$). Wyższe wartości stanowią 1,7 % wszystkich przepływów w badanym okresie.

8.4. Wniosek 4

Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie posiada rezerwę w przepustowości hydraulicznej:

- **73,3 %** - stosunek przepływu rzeczywistego $Q_{d\bar{s}} = 4\,400,00 \text{ m}^3/\text{d}$ do projektowanego $Q_{d\bar{s}} = 6\,000,00 \text{ m}^3/\text{d}$,
- **62,8 %** - stosunek przepływu rzeczywistego $Q_{d85\%} = 4\,900,00 \text{ m}^3/\text{d}$ do projektowanego $Q_{d\max} = 7\,800,00 \text{ m}^3/\text{d}$,
- **134,1 %** - stosunek rzeczywistego przepływu maksymalnego $Q_{d\max} = 8\,325,00 \text{ m}^3/\text{d}$ zmierzonego w badanym okresie do projektowanego $Q_{d\max} = 7\,800,00 \text{ m}^3/\text{d}$.

8.5. Wniosek 5

Charakterystyczne wskaźniki jakości ścieków dopływających do części mechanicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie oraz odprowadzanych z wylotem do rzeki Utraty w km 00+060, w badanym okresie od stycznia 2017 do września 2025 roku, na podstawie przeprowadzonej analizy wyników, są następujące:

Ścieki surowe w dopływie do oczyszczalni ścieków					
Parametr	BZT ₅	ChZT	Zawiesina ogólna	N og.	P og
	[mgO ₂ /L]	[mgO ₂ /L]	[mg/L]	[mgN/L]	[mg P/L]
średnia	422,86	1026,50	498,88	90,42	10,74
maksimum	730,00	1800,00	1000,00	192,00	19,60
odchylenie stand	95,40	254,60	143,01	19,18	2,09
minimum	260,00	461,00	220,00	54,20	7,26
prawdopodobieństwo 50%	400,00	972,00	480,00	89,40	10,40
prawdopodobieństwo 85%	510,00	1268,00	614,00	103,20	12,28

Ścieki oczyszczone					
Parametr	BZT ₅	ChZT	Zawiesina ogólna	N og.	P og.
	[mgO ₂ /L]	[mgO ₂ /L]	[mg/L]	[mgN/L]	[mg P/L]
średnia	3,86	33,51	9,50	9,13	0,31
maksimum	22,00	53,40	39,00	16,10	0,81
odchylenie stand	2,35	6,27	6,19	1,90	0,17
minimum	0,00	20,60	2,70	3,43	0,00

W stosunku do ostatecznych założeń bilansu jakościowego ścieków dopływających do oczyszczalni, będącego podstawą przygotowania w styczniu 2016 roku operatu wodno-prawnego na wprowadzanie oczyszczonych ścieków komunalnych z miejskiej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie do odbiornika rzeki Utraty w km 0+060, rzeczywiste wartości średnie charakterystycznych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni (w badanym okresie styczeń 2017 – wrzesień 2025) zmieniły się następująco:

- BZT₅ z 420,0 mgO₂/dm³ do 422,86 mgO₂/dm³ – **zwiększenie o 0,7 %**,
- ChZT z 1 050,0 mgO₂/dm³ do 1 026,5 mgO₂/dm³ – **zmniejszenie o 2,2 %**,
- Zawiesina ogólna z 565,0 mg/dm³ do 498,88 mg/dm³ – **zmniejszenie o 11,7 %**,
- Azot ogólny z 90,0 mgN_{og.}/dm³ do 90,42 mg N_{og.}/dm³ – **zwiększenie o 0,5 %**,
- Fosfor ogólny z 12,0 mg P_{og.}/dm³ do 10,74 mg P_{og.}/dm³ – **zmniejszenie o 10,5 %**.

Stężenia wskaźników zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni w Sochaczewie na podstawie 85 % prawdopodobieństwa ich wystąpienia wraz z mniejszymi, w stosunku do założeń przedstawionych w operacie wodno-prawnym są wyższe dla: BZT₅ o 21,4 %, ChZT o 20,8 %, zawiesiny ogólnej o 8,7 %, azotu ogólnego o 14,4 %, a dla fosforu ogólnego o 2,3 %.

Stwierdzono, że ładunek zanieczyszczeń w ściekach obecnie dopływających do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie (obliczony dla przepływu ścieków $Q_{d\acute{s}r} = 4\,400,00 \text{ m}^3/\text{d}$ przyjętego jako reprezentatywny) jest niższy od ładunku określonego w założeniach projektowych (obliczonych dla przepływu $Q_{d\acute{s}r} = 6\,000,0 \text{ m}^3/\text{d}$).

Wskaźnik	Jednostka	Ładunki	Jednostka	Ładunki
	Wartości projektowe		Wartości rzeczywiste z analizowanego okresu	
BZT ₅	kgO ₂ /d	2 520,0	kgO ₂ /d	1 860,6
ChZT	kgO ₂ /d	6 300,0	kgO ₂ /d	4 516,6
Zawiesina ogólna	kg/d	3 390,0	kg/d	2 195,1
Azot ogólny	kgN/d	540,0	kgN/d	397,8
Fosfor ogólny	kgP/d	72,0	kgP/d	47,3

Ładunki zanieczyszczeń są niższe od wartości projektowych: BZT₅ o 26,2 %, ChZT o 28,3 %, zawiesina ogólna o 35,2 %, azot ogólny o 26,3 % a fosfor ogólny o 34,3 %. W związku z tym oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie posiada niezbędny bufor, który pozwala na przyjęcie dodatkowego ładunku zanieczyszczeń - na poziomie 25,0 %.

Stwierdzono, że uzyskiwane średnie wartości w zakresie jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych z oczyszczalni w Sochaczewie wylotem do rzeki Utraty w km 00+060 w badanym okresie (styczeń 2017 – wrzesień 2025) spełniają warunki określone w obowiązującym pozwoleniu wodnoprawnym (są niższe niż wymagania). Wyniki jakości ścieków świadczą o bardzo dobrej pracy instalacji mechaniczno-biologicznego oczyszczania ścieków.

8.6. Wniosek 6

Według danych statystycznych w okresie od 1995 do 2023 roku, liczba mieszkańców gminy wiejskiej Sochaczew zmieniła się z 8 061 na 12 009, a więc wzrosła o około 49,0 %. Liczba mieszkańców miasta Sochaczew w tym samym okresie zmieniła się z 39 703 na 33 310, a więc zmalała o 16,1 %.

Na podstawie opisanych w koncepcji dokumentów źródłowych, do dalszych rozważań autorzy koncepcji przyjmują zmianę liczby mieszkańców dla gminy miejskiej Sochaczew z 2043 r. wynikającą ze **wzrostu zaludnienia obszaru otoczenia CPK** – na podstawie projektu opracowania „Strategia rozwoju obszaru otoczenia Centralnego Portu Komunikacyjnego do roku 2044”. W dokumencie wskazano mniejszy wpływ na strefy podmiejskie miast obszaru otoczenia CPK, w związku z tym dla samej gminy wiejskiej uwzględniono dane BDL-GUS dla 2043 roku.

Zakładając na potrzebę koncepcji zużycie wody na jednego mieszkańca na poziomie 0,125 l/d otrzymujemy wówczas:

- dla miasta Sochaczew: – 38 170 mk w 2043 roku (według „Planu ogólnego miasta Sochaczew”) – wzrost o 4 860 mk w porównaniu do 2024 r. – wzrost ilości ścieków o 607,5 m³/d;
- dla gminy wiejskiej Sochaczew: – 13 298 mk w 2043 roku (według prognozy GUS) – wzrost o 1 289 mk w porównaniu do 2024 r. – wzrost ilości ścieków o 161,0 m³/d.

Założono, że średniodobowa ilość ścieków dopływająca do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie w najbliższych latach wzrośnie z 4 400,00 m³/d do około 5 010,00 m³/d, uwzględniając 5 % rezerwę przepustowości otrzymujemy przepływ $Q_{d\dot{s}r} = 5\,261,00\text{ m}^3/\text{d}$. Wartość ta jest niższa od aktualnych możliwości, oczyszczalnia została przygotowana na przyjęcie $Q_{d\dot{s}r} = 6\,000,00\text{ m}^3$ ścieków na dobę.

Z uwagi na założenie, że Miejska Oczyszczalnia Ścieków w Sochaczewie zgodnie z decyzją na prowadzenie działalności w zakresie zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków ma funkcjonować przede wszystkim na potrzeby miasta Sochaczew, do wyznaczenia prognozowanej ilości i jakości ścieków doprowadzanych do oczyszczalni nie bierze się pod uwagę wzrostu liczby mieszkańców w gminie wiejskiej Sochaczew.

Brakuje porozumienia w zakresie zbiorowego odprowadzania ścieków pomiędzy gminami, sumowanie tych wartości jest więc niezasadne. Jednak ze względu na brak gminnej oczyszczalni ścieków oraz sieci kanalizacyjnej, które mogą zostać wykonane w przyszłości według „Programu Ochrony Środowiska dla Gminy Sochaczew na lata 2024-2028”, korzystne byłoby wykorzystanie bliskości istniejącego systemu kanalizacji sanitarnej Gminy i Miasta Sochaczew w celu przyłączenia do sieci mieszkańców miejscowości znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie Miasta Sochaczew – m.in. Władysławów, Rozłazłów, Kąty i Kuznocin, po podpisaniu stosowej umowy pomiędzy samorządami.

8.7. Wniosek 7

W zakresie pracy części mechanicznej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie można sformułować następujące wnioski:

- zgodnie z założeniami projektowymi, Biura Projektowania Budownictwa Budimex Projekt sp. z o.o. z Warszawy z 1996 roku całą część mechaniczną oczyszczalni wybudowano dla potrzeb docelowego przepływu ścieków przez oczyszczalnię w Sochaczewie $Q_{dśr} = 9\,000,00\text{ m}^3/\text{d}$, $Q_{obl} = 1,5 \cdot Q_{max} = 750,00\text{ m}^3/\text{h}$ (uwzględniając tym samym budowę w przyszłości trzeciego ciągu biologicznego). Obecnie z uwagi na zrealizowanie tylko I etapu inwestycji, wyłącznie część biologiczna i osadowa oczyszczalni ścieków została przygotowana na przepustowość średniodobową $Q_{dśr} = 6\,000,00\text{ m}^3/\text{d}$ i $Q_{obl} = 1,5 \cdot Q_{max} = 500,00\text{ m}^3/\text{h}$.
- Ilość ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie jest mniejsza o około 27 % od projektowanego dopływu średniodobowego ($Q_{dśr} = 6\,000,00\text{ m}^3/\text{d}$) i wynosi $4\,400,00\text{ m}^3/\text{d}$.
- Ilość ścieków dopływających do oczyszczalni ścieków w Sochaczewie w stosunku do rzeczywistej przepustowości części mechanicznej ($Q_{dśr} = 9\,000,00\text{ m}^3/\text{d}$) jest mniejsza o ponad 51 %.
- Mniejsza ilość ścieków z pewnością wpływa na okres bezawaryjnej pracy urządzeń w części mechanicznej oczyszczalni. Pozwala to na okresowe włączanie/wyłączanie krat i komór piaskownika poziomego, lub prowadzenie ich naprzemiennej pracy.
- Trwałe efekty pracy instalacji technologicznych oczyszczalni ścieków można osiągnąć wyłącznie stosując wysokiej jakości urządzenia, takie jak zainstalowano w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie z prawidłową separacją i płukaniem skratek i piasku.
- Na podstawie wykonanego bilansu jakościowo-ilościowego ścieków dopływających do oczyszczalni w Sochaczewie oraz prognozy demograficznej nie ma potrzeby zwiększenia przepustowości części mechanicznej oraz konieczności zmiany obecnej technologii, w tym przede wszystkim wymiany istniejącego piaskownika.
- Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie nie posiada możliwości retencjonowania ścieków. Przygotowany projekt budowy zbiornika o łącznej objętości $2\,000\text{ m}^3$ ($2 \times 1\,000\text{ m}^3$), planowany do wybudowania w południowej części działki 2/1 nie został zrealizowany. Z pewnością wyposażenie oczyszczalni ścieków w Sochaczewie w zbiornik retencyjny pozwoli wypłaszczyć falę spływu ścieków dopływających, na przykład podczas deszczu nawalnego. Wówczas zdarza się, że nadmiarowe ilości substancji wleczonych i tłuszczów (podczas samoczyszczenia się złożeń zanieczyszczeń narastających w sieci kanalizacyjnej) powodują zatory na kratkach, które nie są urządzeniami przygotowanymi

na takie warunki pracy. Na oczyszczalni ścieków w Sochaczewie brakuje bajpasu omijającego kraty w sytuacji kryzysowej.

W trakcie wymiany urządzeń czy kompleksowej modernizacji oczyszczalni ścieków w Sochaczewie należy dla części mechanicznej uwzględnić zastosowanie urządzeń oraz instalacji na przepływ docelowy ścieków $Q_{d\acute{s}r} = 9\,000,00 \text{ m}^3/\text{d}$ i $Q_{h \text{ max}} = 750,00 \text{ m}^3/\text{h}$. W zakresie prac modernizacyjnych i wymiany urządzeń technologicznych części mechanicznej należy wykonać:

- **budynek krat (obiekt nr 2):** wymiana krat mechanicznych oraz instalacji płukania i odwadniania skratek. Remont budynku jako obiektu budowlanego – wykonanie wypraw uszkodzonej elewacji budynku, wyczyszczenie oraz odmalowanie ścian (ponad linią płytek), konserwacja belki do serwisu krat, zabezpieczenie powierzchni betonowej kanałów, w których są zainstalowane kraty. Należy dostosować istniejący obiekt do zaproponowanych przez producentów urządzeń rozwiązań technologicznych;
- **piaskownik (obiekt nr 3):** wymiana urządzeń: zgarniacz powierzchniowo-denny piasku oraz zgarniacz powierzchniowy w tłuszczowniku (w tym wypadku głównym elementem zużywającym się jest łańcuch napędowy, którego wymiana z pewnością ograniczy wysokie koszty zakupu nowych urządzeń), dmuchawy rotacyjne oraz separator piasku. Remont budowlany – zabezpieczenie powierzchni betonowej kanałów piaskownika;
- **pompownia (obiekt nr 4):** wymiana rusztu w korycie betonowym, wyczyszczenie płytek ściennych, ścian, sufitów, wykonanie wypraw uszkodzonych elementów ścian i sufitów oraz ich odmalowanie, wyczyszczenie i odmalowanie barierki schodowej, wyczyszczenie i konserwacja schodów betonowych. Z uwagi na długi okres pracy należy przewidzieć wcześniej ewentualną wymianę pomp na urządzenia podobne lub o większej sprawności i lepszych parametrach energetycznych;
- **punkt zlewny (obiekt nr 16):** w dobie zaostrzonych przepisów, wynikających m.in. z ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach, w celu niedopuszczenia do zrzutów "trudnych" ścieków dowożonych mogących łatwo zachwiać procesem biologicznym, rozważyć możliwość rozbudowy automatyki w zakresie pełnej identyfikacji przewoźników (unikalne identyfikatory, integracja z bazą danych) oraz kontroli jakości zrzucanych ścieków, rozbudowę automatyki wraz z wpięciem danych do systemu SCADA;

- budowa instalacji płukania pulpy piaskowej, ale tylko w przypadku zwiększenia ilości piasku z czyszczenia sieci kanalizacyjnej – obecnie ze względu na koszt wybudowania instalacji jest to nieuzasadnione;
- realizacja przygotowanego już projektu budynku krat i zbiorników retencyjnych – wskazane z uwagi na możliwość wypłaszczenia fali spływu ścieków dopływających.

Modernizacja części mechanicznej wiąże się z poniesieniem kosztów bezpośrednich na poziomie 1 818 000,00 – 2 417 238,00 zł netto, w zależności od wybranego z koncepcji wariantu.

Jako opcję proponuje się wybudowanie budynku krat ze zbiornikiem retencyjnym – dodatkowy koszt w granicach 5 328 950,07 – 9 020 950,94 zł. W przypadku realizacji zadania modernizacyjnego w całym zakresie przez generalnego wykonawcę, należy do wskazanych kwot doliczyć koszty związane z obsługą przedsięwzięcia na poziomie 10 – 30 % w zależności od uwarunkowań rynkowych, czy szczegółowych zapisów umownych na bazie których będzie realizowany kontrakt.

8.8. Wniosek 8

Analizując jakość oraz ilości ścieków dopływających do oczyszczalni w Sochaczewie oraz prognozy demograficzne stwierdzono, że nie ma potrzeby zwiększenia przepustowości części biologicznej. Przeprowadzono symulację pracy dla prognozowanych obciążeń części biologicznej oczyszczalni. Wnioski z wykonanych obliczeń nie wskazują konieczności rozbudowy, należy jednak przeprowadzić remonty i modernizacje jej elementów technologicznych, które zagwarantują bezpieczną i stabilną pracę instalacji. Reaktor biologicznego oczyszczania ścieków wykonano jako dwa ciągi technologiczne, **umożliwiające** wykonywanie bieżących konserwacji i czynności eksploatacyjnych.

Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie nie posiada innej alternatywy na tymczasowe przetrzymanie ścieków czy zmniejszenie ich dopływu na czas remontu **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b**, dlatego też należy rozważyć różne możliwości:

- budowę zbiornika retencyjnego (wykonanie całości inwestycji lub jego etapowanie – projekt zbiorników retencyjnych z budynkiem krat z sierpnia 2022 roku), remont reaktora

według harmonogramu z projektu wykonawczego – efekt: zmniejszenie dopływu do części biologicznej, co pozwoli na obniżenie lustra ścieków w ciągu technologicznym;

- budowę nowego reaktora biologicznego i przebudowę istniejącego **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** na zbiornik retencyjny – efekt: niezależne inwestycje, budowa nowego ciągu biologicznego, rozruch technologiczny nowego układu, wyłączenie **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b**, przebudowa obiektu na zbiornik retencyjny;
- budowę nowego reaktora biologicznego i przebudowę istniejącego **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** na zbiornik retencyjny i wiatę magazynową osadu – efekt: niezależne inwestycje, budowa nowego ciągu biologicznego, rozruch technologiczny nowego układu, wyłączenie **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b**, przebudowa obiektu na zbiornik retencyjny i wiatę magazynową osadu (istniejąca wiata ma zbyt małą powierzchnię, która nie zapewnia półrocznego przetrzymania osadu, jeśli będzie on tylko wykorzystywany rolniczo - a nie jak obecnie głównie do procesu kompostowania poza terenem oczyszczalni ścieków).

Newralgicznym elementem prawidłowego działania części biologicznej oczyszczalni ścieków jest utrzymanie mieszaniny ścieków oczyszczanych i osadu czynnego w zawieszeniu, stworzenie mieszaniny homogenicznej, zapobiegając powstawaniu stref martwych w reaktorze sprzyjających tworzeniu w nich złogów osadowych. W komorze nityfikacji napowietrzanie pełni również rolę urządzenia mieszającego, natomiast w komorach beztlenowych i komorach denityfikacji taką rolę pełnią zamontowane w nich mieszadła. Na podstawie sporządzonej analizy stwierdzono, że zainstalowane urządzenia zostały dobrane efektywnie. Zaleca się jednak wymianę mieszadeł w ramach kolejnej kompleksowej modernizacji oczyszczalni. Sprawa wymiany dotyczy również mieszadeł pompujących wykorzystywanych w recyrkulacji wewnętrznej.

Drugim ważnym elementem w zakresie prawidłowego działania części biologicznej oczyszczalni ścieków jest napowietrzanie mieszaniny ścieków i osadu czynnego w komorach nityfikacyjnych. Układ napowietrzania musi płynnie reagować na zmieniające się ładunki zanieczyszczeń i ilość dopływających ścieków. Zbyt długa eksploatacja membran dyfuzorów powoduje: obniżenie ich elastyczności, zmniejszenie efektywności napowietrzania i wzrost oporów na tłoczeniu powietrza. Na instalacjach z dobrze uśrednionym komunalnym składem ścieków, takich jak oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie, maksymalny okres eksploatacyjny nie przekracza zazwyczaj 10-12 lat (choć dostawcy zalecają o połowę krótszy okres pracy).

Dyfuzory w **reaktorze biologicznym Ob. nr 5a i 5b** oczyszczalni ścieków w Sochaczewie pracują jak pokreślono w koncepcji odpowiednio **dziesięć** lat w **Ob. nr 5a** i **dziewięć** lat w **Ob. nr 5b**, w związku z tym należy przewidzieć ich szybką wymianę, która wpłynie nie tylko na zmniejszenie oporów, ale przede wszystkim na zmniejszenie ilości zużywanego powietrza i energii elektrycznej przez dmuchawy napowietrzające. Instalacja z dyfuzorami napowietrzającymi, biorąc pod uwagę czynności eksploatacyjne i równomierne zużywanie, powinna być ujednolicona (nie dwa różne rozwiązania jak obecnie). Dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie membran o wyższym zakresie pracy niż zainstalowane w ciągu technologicznym **Ob. nr 5a** o wydajności 0 – 8 m³/h.

Kolejnym istotnym elementem technologicznym optymalizującym procesy prowadzone w **reaktorach biologicznych** oczyszczalni ścieków, które wpływają na zużycie energii elektrycznej, są nowoczesne układy napowietrzania wyposażone we właściwe opomiarowanie i sterowanie układem biologicznym. Układ napowietrzania musi płynnie reagować na zmieniające się ładunki zanieczyszczeń i ilość dopływających ścieków. Obecnie brakuje efektywnego opomiarowania **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** (tylko jedna sonda tlenowa zainstalowana na końcu komory nitryfikacji na każdym ciągu), należy wykonać modernizację układu sterowania i automatyki części biologicznej oczyszczalni na początek w wersji ograniczonej lub w ramach kompleksowej modernizacji z instalacją nadrzędnego systemu predykcyjnego. Obliczenia i symulacje wskazują, że obecne pojemności komór reaktora umożliwią również w przyszłości spełnienie wymagań, które określi implementacja do prawa krajowego unijnej dyrektywy ściekowej.

Część biologiczna oczyszczalni nie wymaga rozbudowy – wymaga remontu, który zagwarantuje bezpieczną i stabilną pracę w następnych latach.

Urządzenia oraz instalacje należy dobrać na parametry eksploatowanej oczyszczalni ścieków – $Q_{dśr} = 6\,000,00 \text{ m}^3/\text{d}$, $Q_{dmax} = 7\,800,00 \text{ m}^3/\text{d}$. Oprócz wymienionych wyżej elementów w zakresie modernizacji części biologicznej należy uwzględnić wymianę mieszadeł **reaktora biologicznego Ob. nr 5a i 5b** oraz mieszadeł pompujących wykorzystywanych w recyrkulacji wewnętrznej oraz przewidzieć wymianę pomp w **pompowni osadu Ob. nr 8**.

Łączny koszt bezpośredni wykonania niezbędnych prac w zakresie części biologicznej oczyszczalni ścieków to wydatek od 189 000,00 zł do 465 000,00 zł netto na wymianę dyfuzorów lub rusztów napowietrzających. Niezbędnym minimum w zakresie sterowania

układem będzie doposażenie układu w sondy pomiarowe tlenu i azotu amonowego, co zoptymalizuje koszty napowietrzania. Na odpływie ścieków z reaktora należy zamontować sondę azotu amonowego oraz sondę tlenową w komorze nitrifikacji. W celu sterowania układem należy wymienić przepustnice każdej z sekcji instalacji napowietrzania na przepustnice z napędem regulacyjnym. Koszt zakupu sond to około 71 400,00 zł netto (sonda tlenu, sonda azotu amonowego), koszt przepustnic z napędem elektrycznym regulacyjnym to około 20 000,00 zł/szt. netto, koszt doposażenia istniejącego systemu sterowania to 35 000,00 zł netto.

Koszt wykonania pełnej modernizacji części biologicznej oczyszczalni w zależności od przyjęto rozwiązania to wartość od 2 698 790,00 zł netto (wymiana urządzeń w reaktorze razem z realizacją projektu firmy EKSPERTIS – remont reaktora) do 11 719 740,94 zł netto (wymiana urządzeń w reaktorze razem z realizacją projektu firmy EKSPERTIS – remont reaktora oraz realizacja projektu firmy BIOPRO – budowa budynku krat i zbiorników retencyjnych).

8.9. Wniosek 9

Istotnym elementem funkcjonowania oczyszczalni ścieków w Sochaczewie jest gospodarka osadowa, której głównym elementem jest **budynek odwadniania osadu Ob. nr 11**. Stan budynku oraz zainstalowanych urządzeń określa się jako dobry i niewymagający przeprowadzenia pilnych remontów, jak również wymiany zainstalowanych urządzeń, poza prowadzeniem jak dotychczas bieżącej konserwacji i przeglądów zgodnie z DTR urządzeń.

W ramach kompleksowej modernizacji części osadowej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie należy przewidzieć:

- wymianę instalacji do odwadniania i higienizacji osadu oraz remont i dostosowanie istniejącego obiektu do zaproponowanych rozwiązań technologicznych,
- budowę **zagęszczacza grawitacyjnego** (2 szt.) - dodatkowe zagęszczenie osadu nadmiernego, pozwoli zagęścić osad nadmierny podawany na urządzenie do odwadniania powyżej 2,5-3,0 % suchej masy osadu. Osad nadmierny będzie zasiliał najpierw jeden zagęszczacz i po uzyskaniu docelowej gęstości będzie pobierany przez instalację odwadniania. W momencie poboru osadu przez urządzenie odwadniające, osad nadmierny

będzie doprowadzany do drugiego zagęszczacza. Takie rozwiązanie pozwoli zoptymalizować (zmniejszyć) czas pracy prasy mechanicznej lub innego zainstalowanego urządzenia do odwadniania mechanicznego osadu,

- biorąc pod uwagę optymalizację pracy oczyszczalni w obecnym kształcie prowadzonej gospodarki osadowej, należy podnieść średnioroczną wartość stopnia odwodnienia osadu z obecnych $16 \div 17 \%$ do przynajmniej $18 \div 20 \%$, poprzez optymalizację pracy urządzenia filtrującego lub jego wymianę na bardziej efektywne,
- rozważyć budowę **magazynu osadu**, który pozwoli na magazynowanie osadu odwodnionego przez min. 6 miesięcy.

Łączny koszt wykonania niezbędnych prac w zakresie części osadowej oczyszczalni ścieków to 800 000,00 zł – budowa zagęszczaczy grawitacyjnych. Koszt wykonania prac projektowych zwiększy tą kwotę do 840 000,00 zł. Powierzchnię nowej wiaty magazynowej osadu należy dostosować do zastosowanej technologii stabilizacji osadu. Pracę urządzenia odwadniającego osad należy zoptymalizować. Z pewnością uzyskanie wyższej efektywności odwadniania na obecnie zainstalowanej prasie taśmowej, będzie się odbywało kosztem zmniejszenia prędkości przesuwu taśmy i wydajności podawanego na nią osadu. Wymiana urządzenia zalecana jest dopiero po wyborze ostatecznej technologii stabilizacji osadu lub instalacji do przetwarzania osadu w produkt. Zalecane jest na etapie wyboru nowego urządzenia odwadniającego przeprowadzenie badań pilotowych w skali technicznej, które potwierdzą skuteczność deklarowanych przez producentów parametrów ich pracy. Wszystkie pozostałe działania powinny być uzależnione od przyjętej przez zakład eksploatujący oczyszczalnię ścieków strategii dalszego przetwarzania i zagospodarowania osadów ściekowych.

8.10. Wniosek 10

Przeprowadzenie pełnej modernizacji oczyszczalni ścieków z wymianą wszystkich urządzeń części mechanicznej oraz biologicznej, wdrożenie pełnej wersji systemu nadrzędnego sterowania według zaproponowanych wariantów DP System Sp. z o.o. wraz z analizatorami oferowanymi przez firmę Xylem Water Solutions Polska sp. z o.o. – WTW

lub alternatywnie Systemu RTC firmy Hach Lange, budowę zagęszczaczy i nową częścią elektryczną i AKPiA, sieciami i system komunikacji wyniesie: **9 215 000,00 zł netto**.

W podanej kwocie nie uwzględnia się kosztów budowy budynku krat ze zbiornikami retencyjnymi oraz remontu reaktora biologicznego oraz wymiany urządzenia odwadniającego. Powyższa cena uwzględnia realizację zadania modernizacyjnego w całym zakresie przez generalnego wykonawcę, czyli koszty związane z wykonaniem niezbędnych projektów oraz obsługą przedsięwzięcia na poziomie 30 % (zakłada się 10 – 30 % w zależności od uwarunkowań rynkowych, czy szczegółowych zapisów umownych na bazie których będzie realizowany kontrakt).

8.11. Wniosek 11

Strategia postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi na lata 2019-2022 przyjmuje za główne cele:

- zapobieganie powstawaniu i zmniejszanie ilości powstających w oczyszczalniach ścieków komunalnych osadów ściekowych stanowiących odpady oraz wyeliminowanie wytwarzania komunalnych osadów ściekowych stanowiących odpady,
- zwiększenie ilości komunalnych osadów ściekowych przetwarzanych przed wprowadzeniem do środowiska oraz zwiększenie ilości komunalnych osadów ściekowych poddanych termicznemu przekształcaniu,
- dążenie do maksymalizacji stopnia wykorzystania substancji biogennej zawartych w osadach przy jednoczesnym spełnieniu wszystkich wymogów dotyczących bezpieczeństwa sanitarnego, chemicznego oraz środowiskowego.

Obecnie istotnym czynnikiem, który wpłynie na funkcjonowanie wielu oczyszczalni są zmiany wprowadzone Rozporządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 31 grudnia 202 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U 2022 poz. 89). Na jego podstawie w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. 2015 poz. 257) wprowadzono istotne z punktu widzenia stabilizacji osadów ściekowych zmiany w § 2 w ust. 1 dodając pkt 8, cytuje:

„...8) osady te zostały poddane obróbce z zastosowaniem co najmniej jednego z wymienionych procesów:

- f) beztlenowego, jeżeli w jego wyniku zawartość substancji organicznej w tych osadach zostanie zredukowana o co najmniej 38 % lub był prowadzony w temperaturze powyżej 34 °C przez co najmniej 12 dni,
- g) tlenowego, jeżeli był prowadzony przez co najmniej 25 dni, przy czym do tego okresu wlicza się czas, w jakim zachodziły procesy w części tlenowej reaktora biologicznego,
- h) tlenowego, jeżeli był prowadzony przez co najmniej 10 dni w temperaturze powyżej 40 °C,
- i) chemicznego, z wykorzystaniem wapna w dawce co najmniej 0,25 kg wapna na 1 kg s.m. osadów ściekowych.
- j) humifikacji, przez leżakowanie osadu co najmniej 90 dni lub suszenie powodujące dezaktywację biologiczną przy wilgotności osadu poniżej 30%. ...”.

Zmiany w rozporządzeniu w sprawie stosowania komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. 2015 poz. 257) opisane powyżej wchodzi w życie po upływie 48 miesięcy od dnia ogłoszenia, a więc od 14 stycznia 2026 roku.

W związku z tym tak istotne było przeanalizowanie różnych rozwiązań w koncepcji w zakresie możliwości stabilizacji i dalszego wykorzystania powstających w procesach biologicznego oczyszczania ścieków, osadów ściekowych.

Obecnie stosowanym w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie procesem higienizacji osadów jest wapnowanie osadu ściekowego jeśli jest wykorzystywany rolniczo zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 31 grudnia 2021 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U 2022 poz. 89), które zakłada przygotowanie osadu w obróbce chemicznej, z wykorzystaniem wapna w dawce |co najmniej 0,25 kg wapna na 1 kg s.m. osadów ściekowych.

Innym możliwym do implementacji w technologii oczyszczalni ścieków rozwiązaniem jest wapnowanie które zgodnie z powyższą strategią postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi zmaksymalizuje stopień wykorzystania substancji biogenych zawartych w osadach. Przez zastosowanie technologii FuelCal® oferowanej przez firmę Evergreen Solutions, która przetwarza osad w produkt wykorzystując wapno palone Bardzo Wysokiej Reaktywności (BWR). Instalacja w technologii FuelCal nie powoduje uciążliwości odorowej (zamknięty reaktor), a emisja hałasu wytwarzanego przez układ zostanie zamknięta w budynku (jednocześnie nie przekracza dozwolonych poziomów). Proponowana metoda do przetwarzania osadów polega na uśrednianiu osadów ściekowych, odpowiednio zmiennym, regulowanym i kontrolowanym w czasie przebywania i prędkości mieszaniu

osadów odwodnionych oraz precyzyjnym i powtarzalnym kontaktowaniu z wapnem palonym Bardzo Wysokiej Reaktywności (BWR).

W wyniku termicznego procesu przemiany fizyko – chemicznej osadów ściekowych powstanie produkt hydrofobowy, o jednorodnym składzie ziarnowym, łatwy w przechowywaniu, transporcie i rozprowadzaniu na pole (ok. 60 – 75 % s.m., zawierający makroskładniki pokarmowe dla roślin: azot, fosfor, potas, wapń i siarkę oraz mikroskładniki). Podobnym rozwiązaniem jest alternatywne urządzenie do uzyskiwania produktu typu Wilk firmy EKOFINN. Zastosowanie tych rozwiązań powoduje zaprzestanie wytwarzania osadu ściekowego jako odpadu, powstaje produkt, który podlega pod ustawę nawozową.

Argumentem może być wykorzystanie w technologii oczyszczalni ścieków w Sochaczewie instalacji ATSO, która umożliwia:

- redukcję ilości osadu wytwarzanego w reaktorach biologicznych o co najmniej 40 %, a więc ilość osadu do przeprowadzenia procesu stabilizacji wapnem będzie znacznie mniejsza,
- zawartość związków organicznych w osadach będzie poniżej 60 %,
- poprawią się możliwości odwadniania osadu do nawet 27 ÷ 29 %,
- lepszy stopień odwodnienia spowoduje, że zmniejszą się koszty transportu osadu.

Jednak z uwagi na ilość wytwarzanych osadów ściekowych w oczyszczalni rozwiązanie takie będzie nieefektywne z uwagi na koszty niezbędnej dla funkcjonowania instalacji energii elektrycznej. Pracująca instalacja ATSO zużywa dodatkowo nawet 50 % więcej energii elektrycznej niż oczyszczalnia bez takiej technologii. Niewspółmierne będą również koszty związane z budową takiej instalacji.

Podstawowym procesem stabilizacji osadów ściekowych w średnich i dużych oczyszczalniach ścieków jest fermentacja beztlenowa, nazywana również fermentacją metanową. Według wykonanej przez zespół z Politechniki Częstochowskiej w grudniu 2014 roku ekspertyzy, która miała stanowić materiał bazowy do opracowania strategii postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi oczyszczalnia taka jak w Sochaczewie o obciążeniu RLM w granicach 10 000 – 50 000 jest traktowana jako oczyszczalnia średnia.

Fermentacja osadu ściekowego to produkcja energii cieplnej i elektrycznej i przede wszystkim stabilizacja osadu poddanego procesowi i zmniejszenie zawartości w osadach

materii organicznej. Finalnie proces zmniejsza ilość powstającego w oczyszczalni osadu (z doświadczeń autora średnio o $40 \div 47 \%$).

Fermentację beztlenową w Polsce stosują oczyszczalnie ścieków o przepustowości większej od $Q = 5\,000,00 \text{ m}^3/\text{d}$. Gaz fermentacyjny zawiera około 70 % metanu i 30 % dwutlenku węgla, szczególnie, gdy w osadach znajduje się duża ilość białek, aminokwasów lub tłuszczu. Technologia wykorzystania biogazu charakteryzuje się niską emisją gazów cieplarnianych oraz ograniczeniem konieczności budowy linii transmisyjnych i strat związanych z przesyłem. Generowanie niezbędnych dla prowadzenia procesu fermentacji metanowej osadów wstępnych spowoduje konieczność wykonania w oczyszczalni ścieków w Sochaczewie osadnika wstępnego. Ilość i jakość osadów będzie determinował skład ścieków dopływających do oczyszczalni, która przyjmuje okresowo ładunki zanieczyszczeń obniżone z powodu infiltracji do sieci kanalizacyjnej między innymi wód roztopowych i deszczowych.

Włączenie osadnika wstępnego do eksploatacji obniży stężeni zanieczyszczeń w ściekach dopływających do części biologicznej i równocześnie zmniejszy ilości niezbędnego powietrza zużywanego do napowietrzania komory napowietrzania osadu. Projektując stabilizację osadów ściekowych w warunkach mezofilowych w komorach fermentacyjnych:

- nie zaleca się budować układów z pojedynczą komorą, ze względu na bezpieczeństwo procesu i poprawną eksploatację układu technologicznego,
- podkreśla się, że realizacja komór o pojemności mniejszej niż $1\,200 - 1\,400 \text{ m}^3$ nie jest celowa, choć w krajowych oczyszczalniach pracują komory o pojemności $800 - 900 \text{ m}^3$,
- parametr najczęściej określający objętość czynną komory to czas fermentacji, zaleca się stosowanie wieku osadu $20 \div 30$ dni, jeżeli osad nie jest poddawany wcześniej innym procesom technologicznym,
- temperatura procesu: $32 \div 38 \text{ }^\circ\text{C}$,
- minimalna moc elektryczna agregatów kogeneracyjnych, które ze względu na ich sprawność wykorzystuje się w oczyszczalniach ma moc powyżej 100 kW.

Oczyszczalnia ścieków w Sochaczewie nie spełnia wyżej wymienionych wymagań dla docelowej ilości ścieków $Q_{\text{dśr}} = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$.

Z rozważań optymalnych należy wykluczyć technologie kompostowania i suszarnie słoneczną. Ilość osadu do zagospodarowania jest na tyle duża, że brakuje wokół niezbędnego terenu do wykonania takich inwestycji. Dodatkowo będzie potrzebny kosztowny materiał strukturalny w przypadku kompostowni. Nakłady inwestycyjne na wykonania takich inwestycji są niezasadne w stosunku do uzyskanych efektów, stanowią również duże zagrożenie odorowe, które jest istotnym czynnikiem biorąc pod uwagę położenie oczyszczalni ścieków w Sochaczewie.

Po przeanalizowaniu wszystkich opisanych w koncepcji rozwiązań, optymalne jest wykorzystanie osadów rolniczo - wapnując zgodnie z warunkami określonymi w wyżej wymienionym rozporządzeniu, lub przekształcenie osadu w produkt wapienny. Jednak koszty związane z funkcjonowaniem takiej instalacji będą porównywalne z najczęściej wykorzystywanym obecnie sposobem zagospodarowania osadów z oczyszczalni w Sochaczewie – przez ich zagospodarowanie w zewnętrznej kompostowni.

8.12. Wniosek 12

Powyższa koncepcja przedstawia możliwe do wykonania prace: remontowe, związane z przebudową czy, modernizacją oraz proponowane do wykonania obiekty i instalacje w celu podniesienia efektywności funkcjonowania części mechanicznej, biologicznej i osadowej oczyszczalni ścieków w Sochaczewie. Należy podkreślić, że wielu analizowanych wariantów nie można wykonać, ze względu na ograniczenia związane głównie z lokalizacji oczyszczalni ścieków:

- oczyszczalnia ścieków jest zlokalizowana mieście, w otoczeniu zabudowy jednorodzinnej i wielorodzinnej,
- tereny zalewowe (z dwóch stron działkę ograniczają rzeki),
- linie napowietrzne SN przebiegające przez działkę, uniemożliwiające efektywne wykorzystanie działki.

Analizowana do wykorzystania rozbudowy oczyszczalni ścieków działka nr 5/1 (własność Miasta Sochaczew) jest trudna do zabudowy ze względu na obecność dwóch linii napowietrznych SN oraz obszaru wyłączzonego z użytkowania oznaczonego jako Tw, Lz. Budowa w tym miejscu obiektów części osadowej, na przykład wiaty magazynowej jest

niefunkcjonalna ze względu na odległość od budynku odwadniania osadów (przejazd przez cały teren oczyszczalni, zwiększony ruch wewnętrzny).

8.13. Wniosek 13

Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego nie obejmuje działek, na których zlokalizowano oczyszczalnię ścieków w Sochaczewie. Natomiast działki te uwzględniono w „Zmiana: Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Sochaczew” – załącznik nr 1 do Uchwały nr XXV/278/21 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 22 listopada 2021 r. W przywołanym dokumencie jako tereny i obiekty infrastruktury technicznej wskazano m.in.: oczyszczania ścieków - adaptacja istniejącej oczyszczalni ścieków przy ul. 600-Lecia (jako tymczasowej) oraz nowe lokalizacje: przy ul. Wodociągowej oraz w Żukowie na terenie gminy Sochaczew jako tzw. „Grupowa Oczyszczalnia Ścieków” dla miasta i gminy Sochaczew.

Działkę nr ew. 464/2 obręb ewidencyjny Chodaków zlokalizowaną przy ulicy Wodociągowej (użytkowanie wieczyste „Zakład Wodociągów i Kanalizacji – Sochaczew” Sp. z o.o.) nie wzięto pod uwagę w przeprowadzonej analizie możliwości rozbudowy oczyszczalni ścieków w Sochaczewie ze względu na odległość działki od istniejącej oczyszczalni. Wykonywanie części osadowej na działce 464/2 byłoby niefunkcjonalne, a przewóz nieustabilizowanych osadów ściekowych przez miasto wiązałoby się z odorami o raz możliwym zanieczyszczeniem dróg.

W opinii autorów, **działkę 464/2 przy ulicy Wodociągowej należy traktować jako osobną inwestycję – budowę nowej oczyszczalni ścieków**, tak jak zakłada Uchwała nr XXV/278/21 Rady Miejskiej w Sochaczewie z dnia 22 listopada 2021 r.

Zespół opracowujący	
Imię, nazwisko	Podpis
dr Eugeniusz Klaczyński	
mgr inż. Martyna Topoła	

Załączniki

- **Załącznik nr 1A**

Pozwolenie wodnoprawne wydane przez Starostę Sochaczewskiego nr RŚB.6341.1.1.2016 z dnia 23 maja 2016 r. **z terminem ważności do 23 maja 2026 r.**

- **Załącznik nr 1B**

Decyzja nr WL.ZU.4210.527.2024.AS z dnia 5 sierpnia 2024r.- Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie - Dyrektor Zarządu Zlewni w Łowiczu

- **Załącznik nr 1C**

Postanowienie nr WL.ZU.4210.527.2024.AS z dnia 26 sierpnia 2024 - Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie - Dyrektor Zarządu Zlewni w Łowiczu

- **Załącznik nr 2**

Wyniki badań laboratoryjnych, jakości ścieków dopływających do oczyszczalni w Sochaczewie i odpływających z oczyszczalni do rzeki Utraty, w km 0+06 wykonanych metodami referencyjnymi przez akredytowane laboratorium, na podstawie danych zarejestrowanych w okresie pomiarowym od stycznia 2017 roku do września 2024 roku.

- **Załącznik nr 3**

Ilości ścieków odprowadzanych z oczyszczalni w Sochaczewie wylotem do odbiornika (rzeka Utrata, w km 0+06), na podstawie danych zarejestrowanych w okresie od 1 stycznia 2019 roku do 30 września 2025 roku.

- **Załącznik nr 4 A – C** Symulacja w programie DENICOM wersja 1.70.41 – system wymiarowania oczyszczalni ścieków – *Obliczenia*

- **A-1** – parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$,
- **A-2** – parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 10,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 0,7 \text{ mgP/l}$ (stężenie na odpływie zgodne z nową dyrektywą ściekową);
- **A-3** – parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$, wariant z osadnikiem wstępnym i WKF,
- **A-4** – parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$, wariant z KTSO.

- **B-1** – $Q = 4\,400,0 \text{ m}^3/\text{d}$, średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$,
- **B-2** – $Q = 4\,400,0 \text{ m}^3/\text{d}$, 85% prawdopodobieństwo występowania stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$,
- **B-3** – $Q = 4\,400,0 \text{ m}^3/\text{d}$, średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 10,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 0,7 \text{ mgP/l}$ (stężenie na odpływie zgodne z nową dyrektywą ściekową);
- **C-1** - $Q = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$, średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$,
- **C-2** - $Q = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$, średnie stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 10,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 0,7 \text{ mgP/l}$ (stężenie na odpływie zgodne z nową dyrektywą ściekową),
- **C-3** - $Q = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$, 85% prawdopodobieństwo występowania stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$,
- **C-4** - $Q = 5\,261,0 \text{ m}^3/\text{d}$, 85% prawdopodobieństwo występowania stężenia zanieczyszczeń w dopływie, parametry na odpływie $S_{\text{Nog.}} = 15,0 \text{ mgN/l}$, $S_{\text{Pog.}} = 2,0 \text{ mgP/l}$, wariant z osadnikiem wstępnym i WKF.

SPIS RYSUNKÓW

S-01 – Schemat technologiczny – stan aktualny

S-02 – Schemat technologiczny reaktora biologicznego

PZT-1 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – stan istniejący

PZT-2 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – propozycja rozbudowy (*zagęszczacze grawitacyjne, zbiornik retencyjny*)

PZT-3 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – propozycja rozbudowy (*zagęszczacze grawitacyjne, przebudowa reaktora biologicznego na wiatę i zbiornik retencyjny, nowa lokalizacja reaktora biologicznego*)

PZT-4 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – propozycja rozbudowy (*zagęszczacze grawitacyjne, zbiornik retencyjny, przebudowa reaktora biologicznego na wiatę, nowa lokalizacja reaktora biologicznego*)

PZT-5 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – propozycja rozbudowy (*zagęszczacze grawitacyjne, zbiornik retencyjny, nowa lokalizacja wiaty*)

PZT-6 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – propozycja rozbudowy (*zagęszczacze grawitacyjne, zbiornik retencyjny, nowa lokalizacja wiaty*)

PZT-7 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – propozycja rozbudowy (*zagęszczacze grawitacyjne, zbiornik retencyjny, kompostownia z wykorzystaniem membran*)

PZT-8 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – propozycja rozbudowy (*zagęszczacze grawitacyjne, zbiornik retencyjny, kompostownia bębnowa*)

PZT-9 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – propozycja rozbudowy (*zagęszczacze grawitacyjne, zbiornik retencyjny, ATSO*)

PZT-10 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – propozycja rozbudowy (*zagęszczacze grawitacyjne, zbiornik retencyjny, osadnik wstępny, fermentacja metanowa*)

PZT-11 – Plan zagospodarowania Terenu oczyszczalni ścieków w Sochaczewie – propozycja rozbudowy (*zagęszczacze grawitacyjne, zbiornik retencyjny, suszarnia słoneczna*)