

\*Katedra Inżynierii Środowiska i Geodezji

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

\*\*Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji,

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

# KONCEPCJA BUDOWY

## zbiorowej hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków wraz z systemem kanalizacji na terenie gminy Leśniowice

### CZĘŚĆ II – OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW

#### **Inwestor:**

Gmina Leśniowice, powiat chełmski  
ul. Leśniowice 21a, 22-122 Leśniowice

#### **Autorzy opracowania:**

IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS
Prof. dr hab. Krzysztof Józwiakowski*	
Prof. dr hab. inż. Tadeusz Siwiec*	
Dr hab. inż. Michał Marzec, prof. uczelni*	
Dr hab. inż. Alina Kowalczyk-Juśko, prof. uczelni*	
Dr inż. Agnieszka Micek*	
Inż. Karolina Józwiakowska**	
Dr inż. Grzegorz Wyrykowski*	
Mgr inż. Patrycja Pochwatka*	

Lublin – grudzień 2021 r.

## SPIS TREŚCI

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDSIĘWZIĘCIA.....	4
1.1. CEL I LOKALIZACJA INWESTYCJI .....	4
1.2. RODZAJ PRZEDSIĘWZIĘCIA .....	5
2. SPOSÓB ZAGOSPODAROWANIA NIERUCHOMOŚCI.....	7
3. ILOŚĆ I SKŁAD ŚCIEKÓW DOPROWADZANYCH DO OCZYSZCZALNI.....	8
4. WARUNKI ODPROWADZANIA ŚCIEKÓW I WYMAGANE EFEKTY ICH OCZYSZCZANIA .....	10
5. KONCEPCJA BUDOWY HYBRYDOWEJ HYDROFITOWEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW DLA GMINY LEŚNIEWICE .....	11
5.1. MECHANICZNE OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW .....	11
5.2. PRZEPOMPOWNIA Z SYSTEMEM NAPOWIERZANIA ŚCIEKÓW .....	12
5.3. BIOLOGICZNE OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW – ZŁOŻA GRUNTOWO-ROŚLINNE .....	12
5.4. GOSPODARKA OSADAMI ŚCIEKOWYMI .....	16
5.5. CHARAKTERYSTYKA ROŚLIN PRZEWIDZIANYCH DO ZASTOSOWANIA W OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW .....	18
6. WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘCIA.....	22
7. ODDZIAŁYWANIE OCZYSZCZALNI NA ŚRODOWISKO .....	23
8. EKSPLOATACJA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW .....	25

## ZAŁĄCZNIKI

- Zał. 1. Lokalizacja planowanej hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków na terenie miejscowości Leśniewice Kolonia
- Zał. 2. Szczegółowa lokalizacja planowanej hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków dla gminy Leśniewice na terenie miejscowości Leśniewice Kolonia
- Zał. 3. Lokalizacja gminy Leśniewice na tle woj. lubelskiego

## **RYSUNKI**

1. Schemat technologiczny zbiorowej hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków na terenie gminy Leśniowice w miejscowości Leśniowice Kolonia
2. Zintegrowane urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków - przykład
3. Osadnik wstępny – rzut i przekrój podłużny
4. Zbiornik pompowni z systemem napowietrzania ścieków
5. Profil podłużny złóż hydrofitowych do oczyszczania ścieków z pionowym przepływem – typu VF (A1-A10) oraz z poziomym przepływem – typu HF (B1-B10)
6. Rzut z góry złóż z pionowym przepływem ścieków – typu VF (A1-A10)
7. Przekrój podłużny i poprzeczny złóż z pionowym przepływem ścieków – typu VF (A1-A10)
8. Rzut z góry złóż z poziomym przepływem ścieków – typu HF (B1-B10)
9. Przekrój podłużny i poprzeczny złóż z poziomym przepływem ścieków – typu HF (B1-B10)
10. Rzut z góry 4 złóż z trzciną pospolitą do odwadniania osadów ściekowych (I – IV)
11. Rzut z góry i przekrój poprzeczny oraz podłużny złóż z trzciną pospolitą do odwadniania osadów ściekowych (I – IV)

# **1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDSIĘWZIĘCIA**

## **1.1. CEL I LOKALIZACJA INWESTYCJI**

Celem inwestycji będzie rozwiązanie problemu zagospodarowania ścieków w południowej części gminy Leśniowice. Będzie to pierwszy etap porządkowania gospodarki wodno-ściekowej w gminie Leśniowice. Planowane przedsięwzięcie polegać będzie na budowie systemu kanalizacji w południowej części gminy oraz zbiorowej, hybrydowej, hydrofitowej oczyszczalni ścieków, która lokalizację zaplanowano na terenie miejscowości Leśniowice Kolonia (zał. 1).

Na podstawie przeprowadzonych wizji lokalnych zaplanowano budowę przedmiotowej oczyszczalni ścieków na terenie działek ewidencyjnych o numerach 91, 92, 93, 94 (zał. 2). Powierzchnia tych działek wynosi odpowiednio: 0,57 ha, 0,38 ha, 0,89 ha i 0,30 ha. Łączna powierzchnia działek pod budowę planowanej oczyszczalni wynosi 2,14 ha.

Miejscowość Leśniowice Kolonia położona jest w gminie Leśniowice, w południowo-zachodniej części województwa lubelskiego (zał. 3). Północna część gminy Leśniowice leży w obrębie Pagórów Chełmskich, natomiast południowa część usytuowana jest w obrębie Działów Grabowieckich. Gmina Leśniowice w obecnym kształcie powstała w 1961 r. Od stycznia 1999 r. należy administracyjnie do powiatu chełmskiego. Powierzchnia gminy – 118 km<sup>2</sup> – stanowi 0,48% powierzchni całego woj. lubelskiego. Sieć osadniczą tworzą 24 miejscowości wiejskie, połączone w 19 sołectw: Alojzów, Dębina, Horodysko, Janówka, Kasiłan, Kumów Plebański, Kumów Majoracki, Leśniowice, Leśniowice Kolonia, Majdan Leśniowski, Nowy Folwark, Politówka, Poniatówka, Plisków, Plisków Kolonia, Rakołupy, Rakołupy Duże, Rakołupy Małe, Sarniak, Sielec, Teresin, Wierzbica, Wygnańce.

W 2020 r. gminę zamieszkiwało 3631 osób. Siedzibą gminy jest wieś Leśniowice, która skupia większość usług administracyjnych i komercyjnych. Większymi jednostkami pełniącymi funkcje usługowe dla ludności są: Sielec, Kumów Majoracki, Kumów Plebański oraz Rakołupy. Gmina leży na uboczu głównych szlaków komunikacyjnych woj. lubelskiego. Miejscowość Leśniowice oddalona jest od Chełma o 24 km, od Krasnegostawu o 25 km, od Hrubieszowa o 40 km, od Zamościa o 40 km, od Lublina o 84 km.

Gmina jest zwodociągowana w średnim stopniu. Według danych z 2019 roku 77,3% mieszkańców gminy korzystało z sieci wodociągowej. Jednocześnie, zaledwie 5,2% ludności korzysta ze zbiorczej sieci kanalizacyjnej, która doprowadza ścieki do oczyszczalni w Leśniowicach, pracującej w oparciu o technologię osadu czynnego, o maksymalnej

przepustowości 88 m<sup>3</sup>/d. Ze względu na konieczność rozbudowy sieci kanalizacyjnej niezbędne było znalezienie innego miejsca pod budowę nowej oczyszczalni, gdyż działka na której zlokalizowany jest obecny obiekt w Leśniowicach ma zbyt małą powierzchnię.

Planowana hybrydowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków dla gminy Leśniowice, która będzie zlokalizowana w miejscowości Leśniowice Kolonia, będzie przeznaczona dla 2400 mieszkańców, a jej średnia przepustowość będzie wynosiła 240 m<sup>3</sup>/d. Oczyszczalnia będzie oczyszczała ścieki dopływające systemem kanalizacyjnym z miejscowości takich, jak: Alojzów, Horodysko, Janówka, Leśniowice, Leśniowice Kolonia, Majdan Leśniowski, Nowy Folwark, Plisków, Politówka, Rakołupy, Rakołupy Duże, Teresin. Do oczyszczalni będą również dopływały ścieki produkowane w obiektach użyteczności publicznej nad zbiornikiem wodnym „Maczuły”. Technologia zastosowana w hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni pozwoli również na oczyszczanie ścieków dowożonych za pomocą wozów asenizacyjnych z miejscowości: Plisków Kolonia, Poniatówka, Rakołupy Małe, Sarniak, Wierzbica, Wygnańce. Układ planowanego systemu kanalizacyjnego i ilość ścieków dopływających do oczyszczalni z poszczególnych miejscowości zaprezentowano w I części opracowania.

Planowane przedsięwzięcie, zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. (Dz. U. poz. 1839 2019 r.) zaklasyfikowano jako mogące potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko, wymienione w paragrafie 3.1, pkt 79 – „instalacje do oczyszczania ścieków inne niż wymienione w § 2 ust. 1, pkt 40, przewidziane do obsługi liczby mieszkańców nie mniejszej niż 400 równoważnej liczby mieszkańców (RLM) w rozumieniu art. 86, ust. 3, pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne”.

## **1.2. RODZAJ PRZEDSIĘWZIĘCIA**

W ramach przedsięwzięcia przewiduje się budowę mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków o średnie przepustowości 240 m<sup>3</sup>/d, opartej na metodzie hydrofitowej w technologii hybrydowej wraz z systemem zagospodarowania osadów ściekowych, punktem przyjęcia ścieków dowożonych oraz całą infrastrukturą towarzyszącą (przyłącze wodociągowe, elektryczne i kanalizacyjne). Oczyszczalnia będzie zasilana energią z instalacji fotowoltaicznej, która powstanie na terenie planowanej inwestycji.

Oczyszczalnia w miejscowości Leśniowice Kolonia będzie się składała z: punktu zlewnego dla ścieków dowożonych wraz ze zbiornikiem uśredniającym; sito-piaskownika wraz z odtłuszczaczem; osadnika wstępnego zintegrowanego z systemem hydrofitowym do odwadniania i stabilizacji osadów ściekowych; systemu napowietrzania z przepompownią; szeregowych układów złożów gruntowo-roślinnych z pionowym i poziomym przepływem

ścieków; studzienek rewizyjnych; 2 przepływomierzy elektromagnetycznych (po części mechanicznej i na wylocie z oczyszczalni); systemu recyrkulacji ścieków biologicznie oczyszczonych; rurociągu grawitacyjnego odprowadzającego ścieki oczyszczone do odbiornika. Ponadto w ramach inwestycji niezbędne będzie wykonanie: systemu sterowania pracą oczyszczalni w trybie on-line; budynku socjalno-technicznego; instalacji fotowoltaicznej do zasilania oczyszczalni; zagospodarowania terenu oczyszczalni ścieków (komunikacja wewnętrzna na terenie oczyszczalni: drogi wewnętrzne, place manewrowe, chodniki, ogrodenie, nasadzenie zieleni, oświetlenie, itp.).

Do planowanej oczyszczalni będą doprowadzone ścieki bytowe dopływające kanalizacją sanitarną, ścieki dowożone wozami asenizacyjnymi ze zbiorników bezodpływowych od okolicznych mieszkańców nie podłączonych do systemu kanalizacji sanitarnej oraz osady z osadników wstępnych przydomowych oczyszczalni ścieków.

## 2. SPOSÓB ZAGOSPODAROWANIA NIERUCHOMOŚCI

W ramach realizacji inwestycji przewiduje się budowę oraz instalację następujących obiektów i urządzeń:

- punktu zlewnego z utwardzonym stanowiskiem dla wozów asenizacyjnych,
- sito-piaskownika o prześwicie 6 mm z odłuszczacem,
- osadnika wstępnego 3-komorowego,
- przepompowni z systemem napowietrzania ścieków mechanicznie oczyszczonych,
- 4 złóż hydrofitowych z trzcina pospolitą do odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych o łącznej powierzchni 400 m<sup>2</sup>,
- 20 złóż gruntowo-roślinnych o powierzchni 400 m<sup>2</sup> każde (10 równoległych, hybrydowych układów hydrofitowych z pionowym i poziomym przepływem ścieków typu HF-VF) – łączna powierzchnia złóż wyniesie 8000 m<sup>2</sup>,
- 2 przepływomierzy elektromagnetycznych (po części mechanicznej i na odpływie ścieków z oczyszczalni),
- rurociągu doprowadzającego ścieki do projektowanej oczyszczalni z terenu gminy (kolektor ciśnieniowy lub grawitacyjny),
- rurociągu grawitacyjnego doprowadzającego ścieki ze studzienki na kolektorze kanalizacyjnym do przepompowni przed sito-piaskownikiem,
- rurociągu grawitacyjnego odprowadzającego ścieki oczyszczone z wylotem do odbiornika,
- rurociągów pełniących rolę połączeń między obiektowych (rurociągi ciśnieniowe lub grawitacyjne),
- instalacji fotowoltaicznej, która zapewni energię elektryczną do zasilania pomp i dyfuzorów napowietrzających w oczyszczalni,
- budynku socjalno-technicznego z toaletą,

Odbiornikiem ścieków oczyszczonych odprowadzanych z oczyszczalni będzie rzeka Horodyska, będąca dopływem Wojsławki.

Planowany układ wszystkich wymienionych elementów oczyszczalni i uzbrojenia terenu przedstawiono na rysunku 1.

### 3. ILOŚĆ I SKŁAD ŚCIEKÓW DOPROWADZANYCH DO OCZYSZCZALNI

Zazwyczaj przyjmuje się, że ilość ścieków odprowadzanych z gospodarstw domowych jest równa ilości zużywanej wody, jednak w przypadku budownictwa jednorodzinnego ilość ścieków może stanowić 90-95% ilości pobranej wody. Przy ocenie ilości ścieków odpływających z gospodarstw domowych wykorzystuje się zazwyczaj jednostkową ilość ścieków odprowadzanych od jednego mieszkańca w ciągu doby, którą w niniejszej koncepcji przyjęto na poziomie 0,1 m<sup>3</sup>/M/d.

Ilość ścieków, które będą doprowadzane do planowanej oczyszczalni oszacowano na podstawie danych dotyczących liczby mieszkańców w różnych miejscowościach na terenie gminy Leśniowice w 2020 r. (Dane z Urzędu Gminy Leśniowice).

Tab. 1. Liczba mieszkańców i ilość ścieków produkowanych w różnych miejscowościach na terenie gminy Leśniowice

Lp.	Miejscowość	Liczba mieszkańców w 2020 r.	Średnia dobową ilość ścieków [m <sup>3</sup> /d]	Maksymalna dobową ilość ścieków [m <sup>3</sup> /d]	Średnia godzinowa ilość ścieków [m <sup>3</sup> /h]
Ścieki dopływające kanalizacją					
1	Alojzów	205	20,5	28,7	2,2
2	Horodysko	206	20,6	28,8	2,2
3	Janówka	92	9,2	12,9	1,0
4	Leśniowice	315	31,5	44,1	3,3
5	Leśniowice Kolonia	80	8,0	11,2	0,8
6	Majdan Leśniowski	234	23,4	32,8	2,5
7	Nowy Folwark	55	5,5	7,7	0,6
8	Plisków	165	16,5	23,1	1,7
9	Politówka	88	8,8	12,3	0,9
10	Rakołupy	112	11,2	15,7	1,2
11	Rakołupy Duże	223	22,3	31,2	2,3
12	Teresin	167	16,7	23,4	1,8
<b>Razem</b>		<b>1942</b>	<b>194</b>	<b>272</b>	<b>20</b>
Ścieki dowożone					
13	Plisków Kolonia	44	4,4	6,2	0,5
14	Poniatówka	137	13,7	19,2	1,4
15	Rakołupy Małe	35	3,5	4,9	0,4
16	Sarniak	82	8,2	11,5	0,9
17	Wierzbica	120	12,0	16,8	1,3
18	Wygnańce	48	4,8	6,7	0,5
<b>Razem</b>		<b>466</b>	<b>46</b>	<b>65</b>	<b>5</b>
<b>Razem ścieki dowożone i z kanalizacji</b>			<b>240</b>	<b>337</b>	<b>25</b>



Na podstawie danych zawartych w tabeli 1 należy stwierdzić, że średnia przepustowość planowanej oczyszczalni ścieków powinna wynosić 240 m<sup>3</sup>/d. W tym ilość ścieków doprowadzanych za pomocą kanalizacji będzie wynosiła 194 m<sup>3</sup>/d, a ilość ścieków dowożonych 46 m<sup>3</sup>/d. Zatem ilość ścieków dowożonych będzie stanowiła około 19% ilości ścieków oczyszczanych w planowanej oczyszczalni.

Stężenia zanieczyszczeń w ściekach surowych dopływających do oczyszczalni podawane w literaturze są bardzo zróżnicowane. Planowane średnie stężenia i ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych dopływających do projektowanej oczyszczalni hydrofitowej, ustalone na podstawie dotychczasowych wieloletnich badań przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Stężenia i ładunki zanieczyszczeń w surowych ściekach bytowych

Parametry	Stężenie zanieczyszczeń ( $C_d$ ) [g/m <sup>3</sup> ]	Średni ładunek zanieczyszczeń $L_d$ [kg/d]*
		przy $Q_{sr} = 240$ m <sup>3</sup> /d
Zawiesiny ogólne	400	96,0
BZT <sub>5</sub>	400	96,0
ChZT <sub>Cr</sub>	800	192,0
Azot ogólny	120	28,8
Fosfor ogólny	20	4,8

\*Średni ładunek zanieczyszczeń w ściekach surowych –  $L_d$  [kg/d] =  $(Q_d \cdot C_d)/1000$

Założone stężenia i ładunki zanieczyszczeń mają charakter teoretyczny z uwagi na fakt, że w trakcie eksploatacji przewiduje się dowożenie ścieków ze zbiorników bezodpływowych. Skład ścieków poddawanych oczyszczaniu będzie więc wypadkową jakości ścieków z kanalizacji i ścieków dowożonych oraz wzajemnych proporcji pomiędzy tymi rodzajami ścieków. Wyższe obciążenie ściekami dowożonymi może wpływać na wzrost zawartości zanieczyszczeń w ściekach zmieszanych i pogorszenie warunków do ich oczyszczania. Wynika to ze specyfiki ścieków dowożonych, które ze względu na długotrwałe przetrzymanie w zbiornikach bezodpływowych są zwykle zagniłe i charakteryzują się wyraźnie wyższą, w stosunku do ścieków świeżych z kanalizacji, zawartością zanieczyszczeń organicznych oraz związków azotu i fosforu.

#### 4. WARUNKI ODPROWADZANIA ŚCIEKÓW I WYMAGANE EFEKTY ICH OCZYSZCZANIA

Odbiornikiem ścieków z projektowanej hydrofitowej oczyszczalni ścieków będzie rzeka Horodyska. Warunki, jakim powinny odpowiadać ścieki odprowadzane do wód i do ziemi określa Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. *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 i roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych* (Dz. U. 2019, poz. 1311). Ścieki wprowadzane do wód nie powinny wywoływać w nich takich zmian, które uniemożliwiłyby prawidłowe funkcjonowanie ekosystemów wodnych i spełnienie przez wody określonych dla nich wymagań jakościowych, związanych z ich użytkowaniem.

Zgodnie z wymaganiami stawianymi przez w/w rozporządzenie wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych z przedmiotowej oczyszczalni nie powinny przekraczać wartości granicznych określonych dla RLM oczyszczalni od 2000 do 9999:

- zawiesina ogólna  $< 35 \text{ mg/dm}^3$ ,
- $\text{BZT}_5 < 25 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ ,
- $\text{ChZT} < 125 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ .

Aby osiągnąć podane powyżej stężenia zanieczyszczeń w ściekach odpływających z oczyszczalni stopień ich oczyszczania powinien być wyższy od:

- dla zawiesiny ogólnej  $\eta_z > 100 (1 - 35/400) = 91,25\%$
- dla  $\text{BZT}_5$   $\eta_{\text{BZT}_5} > 100 (1 - 25/400) = 93,75\%$ ,
- dla ChZT  $\eta_{\text{ChZT}} > 100 (1 - 125/800) = 84,38\%$ .

## **5. KONCEPCJA BUDOWY HYBRYDOWEJ HYDROFITOWEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW DLA GMINY LEŚNIEWICE**

Na rysunku 1 przedstawiono schemat technologiczny planowanej hybrydowej, hydrofitowej oczyszczalni ścieków dla gminy Leśniewice, zlokalizowanej na terenie miejscowości Leśniewice Kolonia. W układzie oczyszczalni przewidziano dwa stopnie oczyszczania ścieków: mechaniczny i biologiczny.

### **5.1. MECHANICZNE OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW**

Pierwszym etapem oczyszczania jest oczyszczanie mechaniczne. W planowanej oczyszczalni ścieków będzie ono realizowane w dwóch urządzeniach. Na początku układu oczyszczania przewidziano instalację sito-piaskownika z odtłuszczaczem, do którego będą dopływały ścieki sanitarne z kanalizacji i dowożone taborem asenizacyjnym (rys. 2). Urządzenie spełnia zadania w zakresie usuwania zanieczyszczeń stałych o większych rozmiarach (skratki) na sicie w procesach cedzenia oraz zanieczyszczeń mineralnych (piasku) w piaskowniku poziomym w wyniku procesu sedymentacji. Konstrukcja urządzenia powinna zapewniać możliwość wstępnego odwodnienia skratek i piasku. Odpady powstające na wstępnym etapie oczyszczania mechanicznego w sito-piaskowniku (skratki, piasek), ze względu na prawne ograniczenia w zakresie ich zagospodarowania powinny być przekazywane wyspecjalizowanym firmom, zajmujących się odbiorem oraz unieszkodliwianiem lub odzyskiem tego typu odpadów. Tłuszcze, po wydzieleniu mogą być przetransportowane do komunalnej oczyszczalni ścieków i unieszkodliwione, np. razem z osadami ściekowymi, w procesie fermentacji metanowej.

Jako kolejne urządzenie w układzie technologicznym przewidziano osadnik wstępny, w którym zachodzi mechaniczne oczyszczanie ścieków i wstępne procesy oczyszczania biologicznego (rys. 3). Mechaniczne oczyszczanie ścieków przebiega w procesach sedymentacji i flotacji, zaś oczyszczanie biologiczne w procesie fermentacji. Proces sedymentacji polega na wydzieleniu z cieczy cząstek stałych, o gęstości większej od gęstości wody, które opadają na dno tworząc osad w dolnej części zbiornika. Natomiast proces flotacji polega na gromadzeniu się olejów i tłuszczów w górnej części osadnika, w wyniku czego tworzą one pływający kożuch. Skuteczność osadnika w zakresie eliminacji zanieczyszczeń stałych uzależniona jest od konstrukcji zbiornika i jego pojemności czynnej, która powinna być dostosowana do wielkości przewidywanego dopływu ścieków. W planowanej oczyszczalni zakłada się instalację osadnika trzykomorowego wykonanego w konstrukcji żelbetowej,

o pojemności czynnej wynoszącej 30 m<sup>3</sup>, zapewniającej minimum 3-godzinny czas retencji ścieków. Wszystkie komory osadnika będą miały jednakową pojemność czynną (10 m<sup>3</sup>). Zgodnie z założeniami koncepcji osady ściekowe gromadzone na dnie osadnika wstępnego będą okresowo usuwane, a następnie odwadniane i unieszkodliwiane w specjalnym systemie hydrofitowym. W tym celu, w każdej komorze osadnika wstępnego przewiduje się instalację pomp do osadów ściekowych. Ich zadaniem będzie tłoczenie osadów ściekowych na odwadniające złoża hydrofitowe w ustalonym reżimie czasowym. Pompy do osadów będą wyposażone w niezbędną armaturę tłoczną i odcinającą.

## **5.2. PRZEPOMPOWNIA Z SYSTEMEM NAPOWIETRZANIA ŚCIEKÓW**

Ścieki po mechanicznym oczyszczaniu, przed wprowadzeniem na etap biologiczny, będą dopływały do przepompowni zintegrowanej z systemem napowietrzania, w której będą poddawane procesowi napowietrzania (rys. 4). Wzbogacenie ścieków w tlen rozpuszczony pozwoli usprawnić przebieg procesu mineralizacji substancji organicznej oraz utleniania azotu amonowego (nityfikacji) w złożach gruntowo-roślinnych. Komora przepompowni powinna być wykonana w konstrukcji żelbetowej i zapewniać pojemność czynną 60 m<sup>3</sup>. Natlenianie ścieków będzie realizowane przez dmuchawy oraz system dyfuzorów zainstalowanych przy dnie komory, na całej jej powierzchni. Praca dmuchaw będzie odbywała się ze ściśle określoną częstotliwością.

Po natlenieniu ścieki z komory będą ciśnieniowo transportowane na część biologiczną oczyszczalni, składającą się z 10 równoległych układów złoż hydrofitowych (każdy zbudowany z systemu dwóch złoż gruntowo-roślinnych z pionowym i poziomym przepływem). W tym celu w przepompowni przewiduje się instalację 10 niezależnych układów pompowych, z których każdy będzie odpowiedzialny za zasilanie innego układu hydrofitowego. Układy pompowe powinny być połączone z rurociągami tłocznymi i wyposażone w niezbędną armaturę odcinającą. Praca układów pompowych będzie zsynchronizowana z cyklami napowietrzania ścieków i ściśle uzależniona od poziomu ścieków w komorze, rejestrowanego przez sondę hydrostatyczną.

## **5.3. BIOLOGICZNE OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW – ZŁOŻA GRUNTOWO-ROŚLINNE**

Biologiczne oczyszczanie ścieków będzie realizowane za pomocą systemu hydrofitowego składającego się z dziesięciu równoległych układów złoż gruntowo-roślinnych (rys. 1, 5-9). W skład każdego układu będą wchodziły dwa złoża ustawione szeregowo, jedno za drugim

(układ hybrydowy), pierwsze złożę z pionowym przepływem ścieków (vertical flow – VF), drugie z przepływem poziomym (horizontal flow – HF). Każde ze złożów powinno mieć powierzchnię 400 m<sup>2</sup> (wymiary złożów: 16x25 m). Systemy tego typu są zalecane w przypadku, gdy spodziewane są duże zmienności składu i ilości dopływających ścieków.

W hybrydowych systemach hydrofitowych złoża typu VF tworzą korzystne warunki do przebiegu procesu nitryfikacji. Jest to możliwe dzięki okresowemu/pulsacyjnemu dozowaniu ścieków, które zwiększa natlenienie ścieków. Dobre natlenienie ścieków dopływających do złożów typu VF stwarza również dogodne warunki do bardzo skutecznej eliminacji materii organicznej wyrażonej za pomocą wskaźników BZT<sub>5</sub> i ChZT (rys. 6-7). Złoża typu HF, dzięki istnieniu warunków niedotlenionych zapewniają wysoką skuteczność usuwania materii organicznej, zawiesiny ogólnej oraz mogą tworzyć bardzo dobre warunki do przebiegu procesu denitryfikacji (rys. 8-9).

Hybrydowe systemy hydrofitowe składające się z przynajmniej dwóch złożów gruntowo-roślinnych zapewniają niewielkie stężenie materii organicznej w odpływie, całkowitą nitryfikację oraz częściową denitryfikację, a co się z tym wiąże, mniejsze stężenie azotu ogólnego (azot występuje przede wszystkim w formie azotanów V i resztkowego, nierozkładalnego azotu organicznego).

Do złożów typu VF z pionowym przepływem ścieki napowietrzane w komorze przepompowni będą doprowadzane pulsacyjnie. W złożach typu VF nastąpi ich biologiczne oczyszczanie dzięki działalności życiowej mikroorganizmów tworzących błonę biologiczną na wypełnieniu filtra zasiedlonego roślinnością. Istotą procesu oczyszczania ścieków w złożach hydrofitowych jest zapewnienie odpowiednich warunków do rozwoju różnorodnych mikroorganizmów tworzących błonę biologiczną. Odpowiednio zaprojektowane i eksploatowane złożę tworzy reaktor, w którym substancje pokarmowe dostarczane są wraz ze ściekami, a tlen do przestrzeni między porami materiału wypełniającego dostaje się dzięki wegetatywnemu działaniu roślin wodolubnych (hydrofitów). Wokół korzeni roślin tworzy się strefa tlenowa, natomiast w pozostałej części złoża występują strefy beztlenowe i niedotlenione. Taki układ stref stwarza warunki do bytowania różnorodnych mikroorganizmów odpowiedzialnych za usuwanie zanieczyszczeń w zmiennych warunkach utleniania i redukcji. W wyniku działania różnorodnych, wzajemnie powiązanych procesów biochemicznych substancje obecne w ściekach zostają rozłożone na związki łatwe do przyswojenia przez drobnoustroje i rośliny wyższe. Znaczną część składników powstałych w ten sposób wykorzystują mikroorganizmy w procesach życiowych, a tylko niewielka pozostała ilość (około 10%) wykorzystywana jest przez rośliny zielone.

W kolejnym etapie ścieki będą dopływały grawitacyjnie do złóż gruntowo-roślinnych typu HF z poziomym przepływem. W nich będzie zachodziło dalsze biologiczne oczyszczanie ścieków, mające na celu przede wszystkim eliminację związków biogennych (azotu i fosforu) oraz materii organicznej.

Istotą przyjętego rozwiązania jest zastosowanie dziesięciu równoległych i identycznych ciągów oczyszczania w części biologicznej, co zapewnia dużą elastyczność systemu w odpowiedzi na dużą nierównomierność dopływu ścieków i w konsekwencji zmienne obciążenia hydrauliczne urządzeń. Złóża hydrofitowe nie wymagają wpracowania po okresie spoczynku, a zatem zaplanowany układ może być w zależności od potrzeb zasilany ściekami w całości, w przypadku maksymalnego przepływu lub tylko częściowo – jeden ciąg technologiczny w okresach najmniejszego dopływu ścieków. Przyjęte rozwiązanie zapewni dużą elastyczność układu oczyszczania ścieków, jak i odwadniania i stabilizacji wstępnych osadów ściekowych, zarówno pod względem zmiennej ilości, jak i jakości doprowadzanych ścieków, a jednocześnie będzie prosty w eksploatacji. Przykład tego typu hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków, która w 2020 r. powstała nad jez. Bialskim na terenie gminy Dębowa Kłoda, przedstawiono na fotografiach nr 1 i 2.



Fot. 1. Hybrydowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków nad jez. Bialskim  
na terenie gminy Dębowa Kłoda ( $Q=180 \text{ m}^3/\text{d}$ )





Fot. 2. Hybrydowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków nad jez. Bialskim  
na terenie gminy Dębowa Kłoda ( $Q=180 \text{ m}^3/\text{d}$ )

W planowanej oczyszczalni hydrofitowej przewiduje się zastosowanie dwóch gatunków roślin: miskanta olbrzymiego (*Miscanthus giganteus*) na złożu typu VF i wierzby wiciowej (*Salix viminalis* L.) na złożu HF. Dobór gatunków do nasadzeń wynika z ich specyficznych właściwości. Są to gatunki wieloletnie o znacznej trwałości (do ponad 20 lat). Tworzą one rozbudowany system korzeni i kłączy, zapewniający rozwój różnorodnych mikroorganizmów. Wspólną cechą tych gatunków jest duży potencjał przyrostu biomasy, pozwalający na intensywne pobieranie biogenów ze ścieków oraz znaczną transpirację, dzięki której ilość ścieków oczyszczonych, kierowanych do środowiska, ulegnie znacznemu zmniejszeniu w porównaniu do wprowadzonych do oczyszczalni. Ponadto nadziemne części roślin, nawet po zaschnięciu nie opadają na dno zbiornika, a pozostając w pionowej pozycji i poddawane ruchom wiatru przyczyniają się do stałego napowietrzania złoża (w procesie konwekcji Venturie'go) i zapobiegają jego zamarzaniu. Planowane gatunki tolerują zanieczyszczenie siedliska, dlatego nasadzone są nie tylko w oczyszczalniach, ale też na gruntach rekultywowanych, w celu fitoremediacji.

Zgodnie z założeniami koncepcji, w newralgicznych okresach eksploatacji oczyszczalni złoża gruntowo-roślinne będą mogły być zasilane ściekami oczyszczonymi. Dotyczy to szczególnie okresów wysokich temperatur powietrza, kiedy wzrasta intensywność ewapotranspiracji, a rośliny na złożach mogą odczuwać niedobory wody. Dzięki systemowi recyrkulacji możliwe będzie skierowanie ścieków oczyszczonych biologicznie do

przepompowni z systemem napowietrzania, a stamtąd ponownie na hybrydowe układy hydrofitowe. W skład systemu recyrkulacji wchodzić będzie studzienka z zaworami do kierowania przepływem ścieków oraz rurociąg łączący ją z komorą przepompowni.

Do zalet, które wpływają na coraz szersze zastosowanie systemów hydrofitowych w oczyszczaniu ścieków zalicza się: łatwą i prostą obsługę, odporność na nierównomierny dopływ ścieków oraz konkurencyjny koszt w porównaniu z urządzeniami konwencjonalnymi. Naturalny wygląd umożliwia ich łatwe wkomponowanie w istniejący krajobraz. Oczyszczalnie hydrofitowe w przeciwieństwie do konwencjonalnych systemów biologicznych nie wytwarzają wtórnych osadów ściekowych.

Dotychczas tego typu systemy zastosowano m.in. na terenie gminy Urzędów (w miejscowościach: Skorczyce i Popkowice), na terenie gminy Jastków (w miejscowości: Dąbrowica) oraz na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego (miejscowości: Kosobudy, Florianka, Zwierzyniec), czy przy Ośrodku Dydaktyczno-Muzealnym Poleskiego Parku Narodowego w miejscowości Stare Załucze. Największa hybrydowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków w Polsce, o przepustowości 180 m<sup>3</sup>/d powstała w 2020 r. nad jez. Bialskim na terenie gminy Dębowa Kłoda (fot. 1 i 2).

Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że obiekty tego typu zapewniają bardzo wysokie efekty eliminacji zanieczyszczeń i dlatego z dużym powodzeniem mogą być stosowane na terenach wiejskich w celu ochrony zasobów wodnych. Systemy te są szczególnie zalecane do zastosowania na terenach chronionych i cennych krajobrazowo.

#### **5.4. GOSPODARKA OSADAMI ŚCIEKOWYMI**

Osady ściekowe usunięte z osadnika wstępnego w planowanej oczyszczalni będą odwadniane i unieszkodliwiane na miejscu w specjalnym systemie hydrofitowym. Hydrofitowa metoda odwadniania i stabilizacji osadów ściekowych polega na stosowaniu wielowarstwowych zalewów osadów ściekowych, bez konieczności ich wcześniejszego odwodnienia lub zagęszczenia. Obiekty hydrofitowe są budowane w postaci konstrukcji betonowych lub uszczelnionych zbiorników ziemnych oraz zasiedlonych hydrofitami, najczęściej trziną pospolitą (*Phragmites australis*). Ważnym elementem tego typu obiektów jest drenaż zbierający. Zadaniem drenażu jest odprowadzenie wód odciekowych powstających w procesie odwadniania oraz doprowadzenie tlenu do stabilizowanych osadów.

Efektywność działania tych systemów jest porównywalna z efektami uzyskiwanymi w urządzeniach mechanicznych np. prasach ciśnieniowych, gdzie zawartość suchej masy w odwadnianych osadach może wynosić nawet 40%. Dodatkowo koszt unieszkodliwiania



osadów w systemach hydrofitowych jest stosunkowo niski i stanowi zaledwie 5-10% kosztów powszechnie stosowanych rozwiązań. W odróżnieniu od tradycyjnych poletek ociekowych w systemach hydrofitowych następuje znaczna intensyfikacja wielu procesów biochemicznych, które powodują nie tylko bardziej intensywne odwadnianie osadów, lecz również w wyniku postępującej stabilizacji dają możliwość przekształcenia pozostałej materii w substancję humusową lub kompost.

W planowanej oczyszczalni ścieków przewiduje się zastosowanie systemu składającego się z czterech kwater osadowych o powierzchni 100 m<sup>2</sup> każda (rys. 10-11). Kwatery będą wypełnione materiałami o różnej granulacji (piasek, żwir, kamień), ułożonymi warstwowo. Osady ściekowe z osadnika wstępnego będą doprowadzane ciśnieniowo i rozprowadzane równomiernie na całej powierzchni kwater. Dla zapewnienia jednakowego obciążenia każdej z kwater, w czasie eksploatacji oczyszczalni przewiduje się ich zalewanie w ustalonej kolejności i z określoną częstotliwością. Odcieki z odwadniania osadów będą zbierane i odprowadzane z powrotem do osadnika wstępnego. W tym celu, na dnie każdej z kwater zostanie wykonany drenaż zbierający połączony rurociągiem grawitacyjnym z osadnikiem wstępnym.

Uwzględniając doświadczenia z eksploatacji systemów hydrofitowych do odwadniania i unieszkodliwiania osadów ściekowych w przedmiotowej oczyszczalni planuje się obsadzenie poletek osadowych trzciną pospolitą. Przykład tego typu instalacji do odwadniania osadów, która powstała w 2020 r. w hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków nad jez. Bialskim na terenie gminy Dębowa Kłoda, przedstawiono na fotografii nr 3.



Fot. 3. Złoże do odwadniania osadów w hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków nad jez. Bialskim na terenie gminy Dębowa Kłoda ( $Q=180 \text{ m}^3/\text{d}$ )

## 5.5. CHARAKTERYSTYKA ROŚLIN PRZEWIDZIANYCH DO ZASTOSOWANIA W OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

W hybrydowej, hydrofitowej oczyszczalni ścieków proponuje się nasadzenie miskanta olbrzimego na złożach o przepływie pionowym (VF) i wierzby wiciowej na złożach o przepływie poziomym (HF), które w znacznym stopniu wspomagają przebieg procesów usuwania zanieczyszczeń ze ścieków. W instalacji do odwadniania osadów ściekowych proponuje się wykonanie nasadzenia trzciny pospolitej.

**Miskant olbrzymi** (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu) to szybko rosnąca, wieloletnia trawa, która jest proponowana do uprawy na cele energetyczne. Trwałość nasadzenia ocenia się na 15-25 lat. W okresie wegetacyjnym charakteryzuje ją znaczny przyrost dobowy (nawet do 5 cm), dzięki czemu pędy osiągają wysokość ponad 3 m (fot. 5). Corocznie cała masa nadziemna zasycha, a wiosną z podziemnych kłączy odrastają nowe pędy. Jest to trawa kępowa, wytwarzająca silny system korzeniowy, przystosowany do efektywnego pobierania z gleby składników pokarmowych i wody. Miskant olbrzymi w warunkach polskich nie wytwarza dojrzałych nasion, może być rozmnażany wegetatywnie za pomocą podziału podziemnych kłączy lub poprzez sadzonki otrzymane z kultur „in vitro”. Cecha ta zabezpiecza przed niekontrolowanym rozprzestrzenianiem się gatunku.

Miskant olbrzymi bardzo dobrze adaptuje się w polskim klimacie, można uprawiać go na terenie całego kraju. Jest to roślina odporna na suszę, jednak długotrwały brak wilgoci może obniżać plon. Rośliny dobrze znoszą też okresowy nadmiar wody. Zaletą gatunku jest odporność na szkodniki i choroby, intensywne pobieranie składników odżywczych z podłoża (w przypadku oczyszczalni są to głównie pierwiastki biogenne) i wbudowywanie ich w biomasę, a co za tym idzie – wynoszenie z gleby.

Wykorzystanie miskanta w hydrofitowych oczyszczalniach ścieków ma miejsce zarówno w Europie, jak i np. w USA. Od kilku lat miskant nasadzany jest z powodzeniem na oczyszczalniach projektowanych i nadzorowanych przez zespół pracowników UP w Lublinie. Czynniki wpływające na zainteresowanie tym gatunkiem do oczyszczania ścieków to duże zapotrzebowanie na składniki pokarmowe, a co za tym idzie znaczne pobieranie biogenów ze ścieków, a także długi okres trwałości nasadzeń (do kilkunastu lat) oraz tolerancja na zmienny poziom zaopatrzenia w wodę. Ponadto łodygi miskanta przez okres zimowy pozostają sztywne, nie łamią się i nie wylegają, dzięki czemu ruch pędów, powodowany wiatrem, napowietrza złożę i ogranicza jego zamarzanie. Nadziemne części miskanta corocznie zasychają późną jesienią, w związku z czym zalecane jest ich zebranie wczesną wiosną (przy użyciu kosi

spalinowej), przed ruszeniem wegetacji. W okresie zimy wiatr i opady powodują opadanie liści miskanta, które należy zgrabić i usunąć ze złoża oczyszczalni. Odrosty pędów pojawiają się najczęściej w połowie kwietnia, po czym następuje ich szybki przyrost.



Fot. 4. Miskant olbrzymi na złożu w hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków nad jez. Bialskim na terenie gminy Dębowa Kłoda ( $Q=180 \text{ m}^3/\text{d}$ )

**Wierzba krzewiasta** (*Salix viminalis* L.). Rodzaj *Salix* obejmuje ponad 300 gatunków występujących jako drzewa, krzewy lub krzewinki. Krzewiaste gatunki wierzby, tworzące długie elastyczne pędy, nazywane są wikliną. Gatunek wierzby krzewiastej *Salix viminalis* jest rośliną wieloletnią, która rośnie prawie na każdym gruncie, pod warunkiem jego dostatecznego uwilgotnienia. Wierzbę rozmnaża się wegetatywnie za pomocą fragmentów pociętych pędów o długości ok. 0,25 m, zwanych sztabrami lub zrzezami, które po ukorzenieniu się wypuszczają nowe pędy.

Produktywność biomasy wierzby w pierwszym roku wegetacji jest bardzo niska, gdyż roślina rozbudowuje system korzeniowy kosztem części nadziemnej. Kolejne przyrosty biomasy są bardzo intensywne; rośliny tworzą liczne pędy boczne (fot. 5). Zbiory wierzby na plantacjach produkcyjnych wykonywane są w zależności od celu uprawy: corocznie przy uprawie plecionkarskiej, co 3-4 lata na plantacjach energetycznych. Zbiór pędów na oczyszczalniach ścieków może być przeprowadzany co kilka lat lub corocznie, w zależności od postępowania z pozyskaną biomasą oraz organizacją sposobu pielęgnacji złoża. Z dotychczasowych doświadczeń zespołu projektowego z UP w Lublinie wynika, że korzystniejszy jest zbiór coroczny, przy użyciu sekatorów lub – przy większej powierzchni – piły motorowej. Wycięte pędy należy usunąć ze złoża, aby nie przeszkadzały w pielęgnacji



obiekту. W miarę możliwości warto także zebrać ze złoża opadłe liście, gdyż ich pozostawienie będzie prowadziło do rozkładu i powrotu materii do złoża oczyszczalni.



Fot. 5. Wierzba wiciowa na złożu hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków  
Jastkowie (gmina Jastków)

Wierzba posiada wysokie tempo ewapotranspiracji, dlatego znajduje coraz szersze zastosowanie w gospodarce wodno-ściekowej i jest wykorzystywana do oczyszczania ścieków m.in. w Szwecji, Danii, Estonii i w Polsce.

**Trzcina pospolita** (*Phragmites australis*). W Europie trzcina pospolita występuje w licznych podgatunkach i odmianach botanicznych. Jest to najbardziej okazały gatunek zbiorowisk trawiastych, ponieważ jej wysokość może przekroczyć 4 m. Roślina ta tworzy rozłogi podziemne, zaopatrzone w przestrzeń powietrzną, co jest szczególnie korzystną cechą z punktu widzenia przydatności do nasadzeń w oczyszczalniach ścieków. Rozłogi trzciny dorastają do 2 m głębokości w naturalnych siedliskach, zaś ograniczone membraną w złożach osadowych rozwijają się w kierunku poziomym.

Trzcina łatwiej rozmnaża się rozłogów podziemnych niż nasion. Często zdarza się, że nasiona są słabo wykształcone, ale jeśli są dorodne mają dużą zdolność kiełkowania i stanowią dobrej jakości materiał nasienny. Pełny rozwój plantacji trzciny następuje po 2-4 latach w zależności od warunków siedliskowych. Na jednym metrze kwadratowym trzcina może wytworzyć ponad 300 pędów.

Biomasa trzciny zawiera dużą ilość włókna surowego, jej skład mineralny jest ubogi, bowiem

około 75% stanowi krzemionka, dzięki czemu pędy są sztywne i twarde, nie wylegają i pozostają w pozycji wzniesionej przez całą zimę. Optymalny rozwój w naturalnych warunkach trzcina osiąga w płytkich i żyznych zbiorowiskach wodnych, o wodach przepływających tylko okresowo, gdzie tworzy szuwały trzcinowe.

Trzcina jest używana do produkcji mat izolacyjnych, zacieniających i modnych ostatnio strzech na budynkach mieszkalnych. Stanowi też potencjalny surowiec dla przemysłu celulozowego. Naturalne siedliska trzcinowe stanowią swoiste zbiorniki retencyjne, które przyjmują wiosną nadmiar wód, chroniąc tym samym przed powodzią i stepowaniem.

Zastosowanie trzciny w odwadnianiu osadów ściekowych (fot. 6) wynika z jej wysokich wymagań wodnych i przystosowania do wysokiej wilgotności podłoża. Zalety trzciny, które przemawiają za jej zastosowaniem na poletkach odwadniających to trwałość, dobre przetrzymywanie, pobieranie dużych ilości biogenów. Dzięki ewapotranspiracji, przebiegającej w nadziemnych organach trzciny, wilgotność osadów, a co za tym idzie ich ilość, ulega znacznemu zmniejszeniu.



Fot. 6. Trzcina pospolita na złożu osadowym w hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków nad jez. Bialskim na terenie gminy Dębowa Kłoda ( $Q=180 \text{ m}^3/\text{d}$ )

## 6. WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘCIA

Przewiduje się tylko jeden wariant realizacyjny niniejszego przedsięwzięcia. W chwili obecnej ścieki bytowe z niewielkiej części gospodarstw domowych w miejscowości Leśniowice odprowadzane są do zbiorowej oczyszczalni ścieków z osadem czynnym, która funkcjonuje na terenie objętym niniejszą koncepcją. Obiekty istniejącej oczyszczalni są wyeksploatowane, układ technologiczny przestarzały i nieefektywny, co stwarza zagrożenie dla wód podziemnych, powierzchniowych i środowiska glebowego.

Budowa zorganizowanego systemu odprowadzania i oczyszczania ścieków dla gminy Leśniowice, zapewniającego wymagany stopień usuwania zanieczyszczeń pozwoli wyeliminować potencjalne zagrożenia, a przede wszystkim ograniczy ładunek zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska oraz zniweluje zagrożenia sanitarne. Nie podjęcie żadnych działań może doprowadzić w przyszłości do degradacji jakości wód podziemnych, a w konsekwencji również powierzchniowych.

Do realizacji przyjęto wariant polegający na budowie hybrydowej, hydrofitowej oczyszczalni ścieków, poprzedzonej etapem mechanicznym w postaci sito-piaskownika z odłuszczaczem, osadnika wstępnego oraz poletek do odwadniania wstępnych osadów ściekowych. Za wyborem wspomnianego wariantu przemawia fakt, że przewidziana w nim technologia oczyszczania ścieków charakteryzuje się bardzo wysoką skutecznością usuwania zanieczyszczeń, przy jednoczesnej niewielkiej energochłonności podczas eksploatacji i braku generowania osadów wtórnych. Ponadto wykorzystanie wybranych, wodolubnych gatunków roślin w procesie odwadniania osadów i oczyszczania ścieków sprawia, że planowany obiekt w możliwie niskim stopniu będzie ingerował w istniejący krajobraz, co istotnie odróżnia go od innych dostępnych technologii.

Położenie działki i sposób jej zagospodarowania są korzystne z punktu widzenia oddziaływania planowanej oczyszczalni na środowisko i ludzi.



## 7. ODDZIAŁYWANIE OCZYSZCZALNI NA ŚRODOWISKO

W trakcie normalnej eksploatacji oczyszczalni nie będzie występować niekorzystne oddziaływanie na zdrowie ludzi i zwierząt, na glebę, wody podziemne, powierzchnię terenu i rośliny, gdyż oczyszczalnia sama w sobie jest obiektem chroniącym środowisko. Dzięki zastosowaniu metody hydrofitowej oczyszczania ścieków i zagospodarowania osadów ściekowych obiekt dobrze wkomponuje się w istniejący krajobraz, nie powodując jego degradacji.

Skład ścieków oczyszczonych nie powinien pogorszyć jakości wód powierzchniowych i podziemnych, gdyż parametry ścieków oczyszczonych (fot. 7) będą spełniały wymagania stawiane przez Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. 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 i roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz. U. 2019, poz. 1311).



Fot. 7. Próby ścieków z poszczególnych etapów oczyszczania w hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków nad jez. Bialskim na terenie gminy Dębowa Kłoda ( $Q=180 \text{ m}^3/\text{d}$ )

Okresowa emisja odorów związana z funkcjonowaniem złóż osadowych obsadzonych z trziną pospolitą oraz złóż gruntowo-roślinnych typu VF nie będzie miała istotnego znaczenia z uwagi na znaczne oddalenie oczyszczalni od zabudowy wiejskiej. Urządzenia przewidziane w układzie technologicznym oczyszczalni nie stwarzają uciążliwości dla otoczenia, w tym nie emitują hałasu.

Uwzględniając przyjęte w koncepcji rozwiązania techniczne i technologiczne oraz wyniki badań emisji zanieczyszczeń z innych tego typu oczyszczalni ścieków bytowych (jako obiektów analogicznych) można stwierdzić, że w warunkach właściwej eksploatacji wpływ oczyszczalni ścieków na środowisko powinien się zamknąć w granicach jej działki.



## 8. EKSPLOATACJA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

Planowana oczyszczalnia ścieków wymaga kontroli i okresowych przeglądów, w przeciwnym razie jej elementy będą ulegać niszczeniu, a jej efektywność spadać. Podczas eksploatacji oczyszczalni wymagane będzie wykonywanie rutynowych przeglądów przez właściciela obiektu oraz przeprowadzanie okresowych zabiegów konserwacyjno-pielęgnacyjnych. Nadzór i kontrola ma na celu wykrycie nieprawidłowości w pracy oczyszczalni, identyfikację uszkodzeń lub zużycia poszczególnych elementów lub urządzeń, wykonanie niezbędnych napraw, ewentualnie zgłoszenie awarii jednostkom wyspecjalizowanym. Kontrola obiektu ma również zapewnić ochronę przed dewastacją przez osoby postronne lub dzikie zwierzęta.

Zaleca się wytypowanie przez właściciela obiektu pracownika, zobowiązanego do fachowej kontroli oczyszczalni, wykonywanej przynajmniej raz w tygodniu oraz okresowe zatrudnianie brygady konserwatorskiej do konkretnych zabiegów – w zależności od wyników kontroli bieżącej.

Czynności, które należy wykonywać w czasie eksploatacji hybrydowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków to:

- okresowe oczyszczanie sita,
- kontrola pracy osadnika wstępnego i pomp dozujących osady do systemu odwadniania osadów,
- kontrola sprawności pracy dmuchawy i dyfuzora w przepompowni z systemem napowietrzania,
- kontrola pracy pomp dozujących ścieki na złoża z miskantem olbrzymim oraz ich konserwacja,
- coroczna wycinka miskanta i wierzby ze złóż gruntowo-roślinnych (pod koniec zimy – w lutym lub w marcu),
- odchwaszczanie złóż gruntowo-roślinnych, szczególnie w początkowym okresie eksploatacji oczyszczalni (1-2 rok),
- w okresie letnim kontrola warunków wodnych i kondycji roślin na złożach gruntowo-roślinnych oraz podejmowanie działań w sytuacjach niedoboru wody – uruchomienie recyrkulacji ścieków oczyszczonych,
- kontrola drożności przewodów oraz ocena prawidłowości przepływu ścieków,
- kontrola sprawności przepływomierzy elektromagnetycznych,
- kontrola prawidłowego funkcjonowania punktu zlewnego.

Wszelkie zmiany w zakresie konstrukcji poszczególnych elementów oczyszczalni podczas jej projektowania należy przeprowadzać w uzgodnieniu z nadzorem autorskim pracowników z Katedry Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie pod kierunkiem prof. dr hab. Krzysztofa Jóźwiakowskiego.