

**WARMIŃSKO-MAZURSKI
OŚRODEK DORADZTWA ROLNICZEGO
Z SIEDZIBĄ W OLSZTYNIE**



SYSTEMY HYDROFITOWE PRZYJAZNE ŚRODOWISKU

Izabella Magdalena Kłodowska



Olsztyn, 2021 r.

Izabella Magdalena Kłodowska

Systemy hydrofitowe przyjazne środowisku

Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Olsztynie
ul. Jagiellońska 91, 10-356 Olsztyn, tel./fax 89 535 76 84, 526 44 39
e-mail: sekretariat@w-modr.pl, www.w-modr.pl

WMODR Oddział w Olecku

Aleja Zwycięstwa 10, 19-400 Olecko
tel. 87 520 30 31, 520 30 32, fax 87 520 22 17
e-mail: olecko.sekretariat@w-modr.pl

Dyrektor WMODR

mgr inż. Damian Godziński

I Zastępca Dyrektora WMODR

mgr Małgorzata Micińska-Wąsik

II Zastępca Dyrektora WMODR

mgr Sonia Solarz-Taciak

Dyrektor Oddziału WMODR w Olecku

mgr Robert Nowacki

Druk: Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Olsztynie
ul. Jagiellońska 91, 10-356 Olsztyn
tel./fax. 89 526 44 39, 89 535 76 84
e-mail: redakcja@w-modr.pl, www.w-modr.pl

Nakład: 200 egz.

Wydanie: I

SPIS TREŚCI

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Wstęp | 4 |
| 1. Charakterystyka hydrofitowych systemów oczyszczania ścieków | 4 |
| 2. Rola hydrofitów w oczyszczaniu ścieków | 8 |
| 3. Rozwiązania technologiczne | 9 |
| 4. Technologia przyszłości | 12 |
| Źródła | 14 |

Wstęp

Gospodarska ściekowa na obszarach wiejskich jest zagadnieniem, z którym mierzą się zarówno mieszkańcy, jak i lokalne władze. Niska gęstość zaludnienia i rozproszona zabudowa terenów nieurbanizowanych powodują, iż budowa sieci kanalizacyjnych jest nieopłacalna. Konieczne jest zatem stosowanie alternatywnych rozwiązań zarówno tanich, wydajnych, prostych i niezawodnych. Należy tu wymienić, chociażby oczyszczalnie hydrofitowe o estetycznym wyglądzie i walorach edukacyjnych. Zastosowanie roślin wodnych i wodolubnych tzw. hydrofitów do oczyszczania ścieków w Polsce nastąpiło w latach 80. XX wieku. Oczyszczanie zachodzi pod wpływem procesów mechanicznych, chemicznych i biologicznych tzn. utleniania, redukcji, sorpcji, sedymentacji i asymilacji w środowisku gruntowo-roślinnym lub wodo-roślinnym z udziałem mikroorganizmów heterotroficznych i hydrofitów. Osiąga się efektywne usuwanie BZT5, ChZT, zawiesiny, związków azotu i fosforu, metali ciężkich oraz zanieczyszczeń mikrobiologicznych. Najczęściej stosowanymi roślinami w złożach hydrofitowych są: pałka szerokolistna (*Typha latifolia* L.), wierzba wiciowa (*Salix viminalis* L.), trzcina pospolita (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), manna mielec (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.), rzęsa drobna (*Lemna minor* L.) i kosaciec żółty (*Iris pseudacorus* L.). Zazwyczaj systemy te składają się z osadnika gnilnego i urządzeń, w których przebiegają procesy unieszkodliwiania zanieczyszczeń. Odbiornikiem ścieków oczyszczonych jest grunt, małe ciekie wodne lub zbiorniki wód stojących. Powstające osady w osadniku wstępnym mogą zostać zutilizowane metodą złóż trzcinowych, ze względu na zdolność trzciny pospolitej *Phragmites australis* do tworzenia mikrostratif tlenowych wewnątrz składowanych osadów. Korzyści wynikające ze stosowania oczyszczalni hydrofitowych to m.in. odporność na nierównomierny dopływ ścieków, prosta obsługa i eksploatacja, brak produktów wtórnych tzn. nadmiernych biologicznych osadów, naturalny wygląd wkomponowujący się w istniejący krajobraz, efektywne usuwanie zawiesiny ogólnej i związków organicznych oraz możliwość usuwania związków biogennych i refrakcyjnych, konkurencyjne koszty w porównaniu z rozwiązaniami konwencjonalnymi, wykorzystanie dalej biomasy roślin w procesach energetycznych (termochemicznych) i do produkcji biogazu. Stanowią wielofunkcyjne systemy do rekreacji i magazynowania wód. Wadą systemu jest m.in. długi okres adaptacyjny związany z tworzeniem matrycy korzeni i kłączy w podłożu oraz zapotrzebowanie na teren.

1. Charakterystyka hydrofitowych systemów oczyszczania ścieków

Ze względu na rodzaj stosowanej roślinności, hydrofitowe systemy oczyszczania ścieków możemy podzielić na:

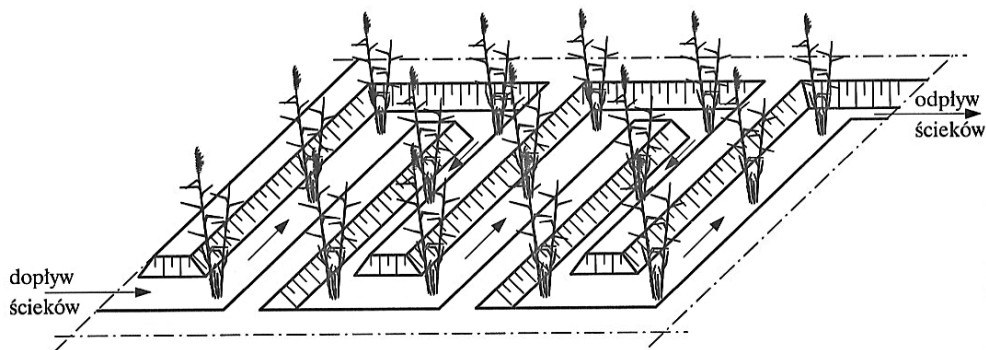
1. **Systemy z roślinnością bagienną** – wykorzystuje się roślinność bagienną charakterystyczną dla danego regionu. Odfiltrowanie zawiesiny i większych cząstek stałych następuje podczas przepływu ścieków przez warstwę glebowo-korzeniową. Właściwości chemiczne ryzosfery roślin powodują precypitację m.in. ortofosforanów i częściową absorpcję zw. biogennych przez rośliny.
2. **Systemy z roślinnością wodną zakorzenioną** – oczyszczalnie wykonuje się w formie rowów ziemnych z ciągłym przepływem ścieków. Kluczową rolę odgrywają układy korzeniowe roślin zło-

żone z grzybów, glonów i mikroflory bakteryjnej w głównej mierze odpowiedzialne za usuwanie zanieczyszczeń.

- 3. Systemy z roślinnością wodną pływającą** – najczęściej stosowane jako system dwóch lub więcej stawów, poprzedzonych etapem mechanicznym. Wstępna obróbka ścieków zachodzi w pierwszym stawie (aeracja, wstępna redukcja ładunku BZT5 i zawiesiny). Kolejny etap oczyszczania to staw zasadniczy z roślinnością pływającą o powolnym przepływie ścieków (czas zatrzymania ścieków wynosi od dwóch do trzech tygodni) i wykształconymi w profilu pionowym strefami hydrochemicznymi. Zachodzą tu procesy biosorpcji, strącania i degradacji zanieczyszczeń. Pomędzy wspomnianymi zbiornikami można zastosować zbiornik pośredni (komorę nityfikacji).

Ze względu na kierunek przepływu ścieków wyróżniamy:

- 1. System z powierzchniowym przepływem ścieków (systemy SF, ang. surface flow)** – zaliczamy tu rowy i stawy z wodną roślinnością makrofitową. Przepływ ścieków odbywa się ponad powierzchnią gruntu w warstwie o miąższości do 30 cm. Roślinność wodna jest wynurzona nad wodę. Zaleca się niewielki spadek dna rzędu 0,5% lub mniejszy dla osuszenia kwatery w celach konserwacyjnych czy eliminacji komarów. Regulacja poziomu odpływu umożliwia także przepływ ścieków. System charakteryzuje się niskimi kosztami inwestycyjnymi i prostą eksploatacją. Przykładem może być oczyszczalnia ścieków komunalnych typu „Lemna”.

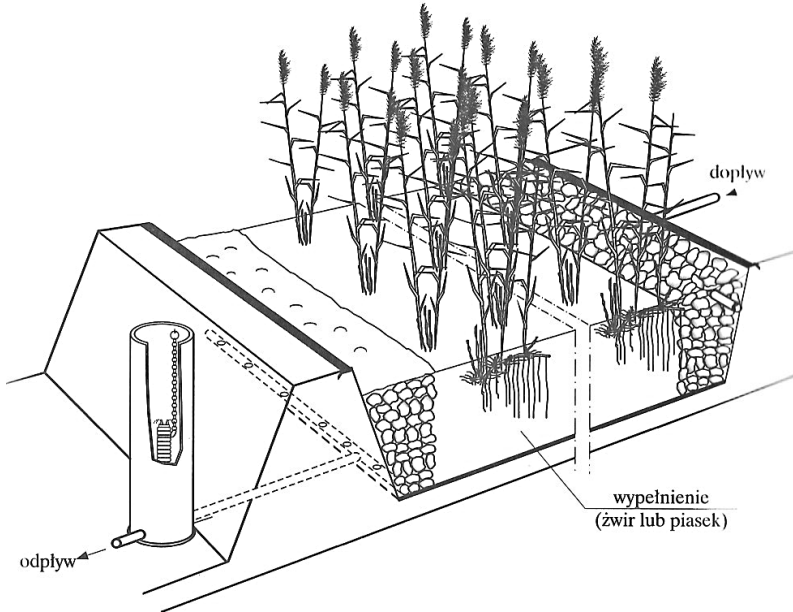


Rys. 1. System z powierzchniowym przepływem ścieków (Obarska-Pempkowiak H. i in., 2010)

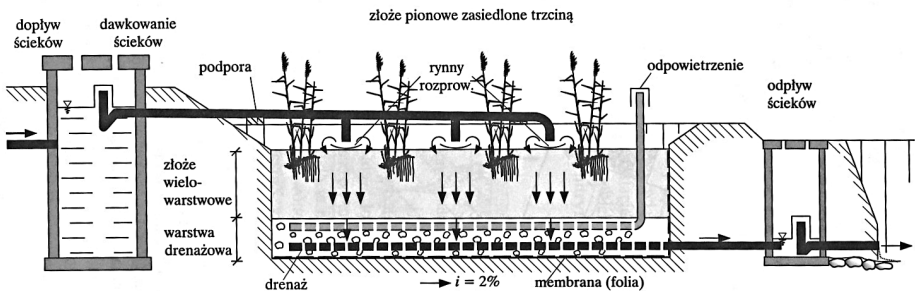
- 2. Systemy z podpowierzchniowym, poziomym przepływem ścieków (systemy HSF, ang. horizontal subsurface flow) i pionowym przepływem ścieków (systemy VSF, ang. vertical subsurface flow).**

W systemach podpowierzchniowych poziom ścieków jest utrzymywany poniżej powierzchni gruntu. Ścieki przepływają przez złożo wypełnione piaskiem, żwirem czy innym gruntem. Głębokość złoża w zależności od kierunku przepływu ścieków i rodzaju stosowanych roślin wynosi 0,6-1,2 m, spadek dna 1-3%, a nachylenie dna złoża powinno stanowić 2%. Zalecane są systemy HSF, w którym ścieki zasilają złożo za pomocą rury perforowanej umieszczonej na wlocie systemu. Ścieki płyną poziomo przez złożo, gdzie ulegają oczyszczeniu. Ścieki oczyszczone odprowadzane są rowem wy-

pełnionym tłuczniem kamiennym i urządzeniem pozwalający na podtopienie złoża oraz regulację odpływu. W okresie letnim powinien być utrzymany wysoki poziom ścieków, a zimą – niski. W systemach z pionowym przepływem (VSF), ścieki dostarczane są okresowo za pomocą dozownika. Charakteryzują się mniejszą powierzchnią niż złoża o przepływie poziomym. Drenaż odprowadzający ścieki znajduje się w dnie złoża. W celu przewietrzenia i większego dostępu tlenu instaluje się rury wywiewne, umieszczone w rzędach pomiędzy rurami drenarskimi odprowadzającymi ścieki. Złoża typu VSF mogą pracować przez cały rok.



Rys. 2. System z podpowierzchniowym poziomym przepływem ścieków (Obarska-Pempkowiak H. i in., 2010)

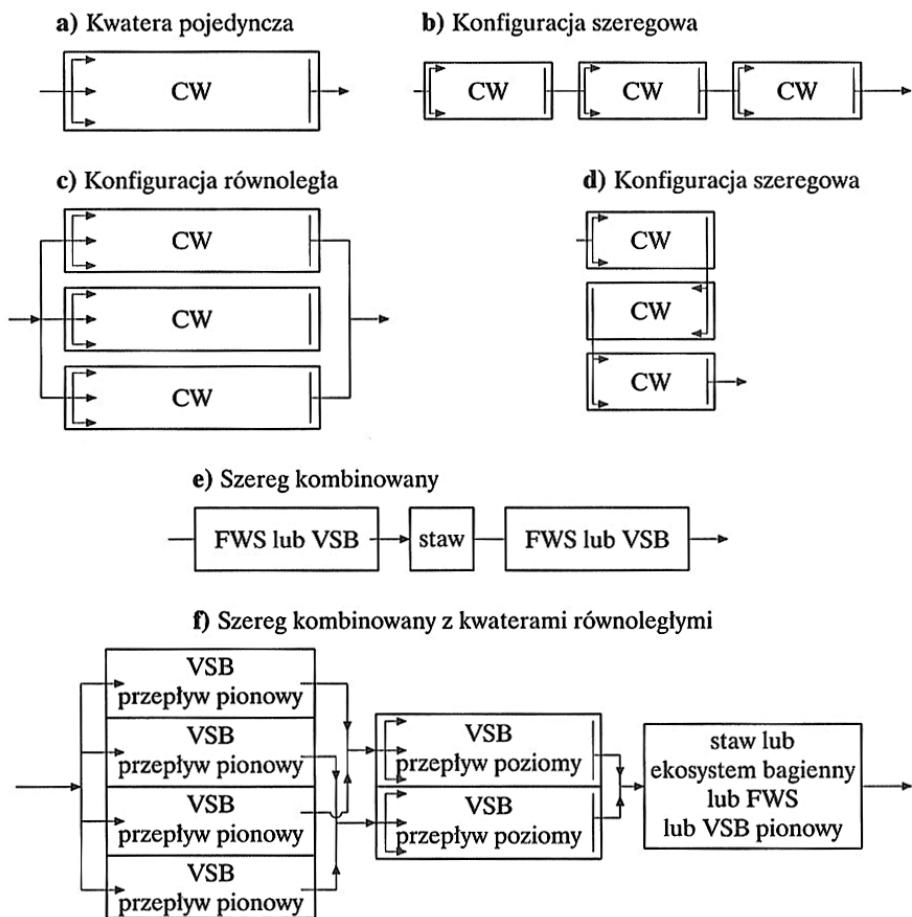


Rys. 3. System z podpowierzchniowym pionowym przepływem ścieków (Obarska-Pempkowiak H. i in., 2010)

Wspomniane systemy podpowierzchniowe (złoża gruntowo-roślinne) bardzo dobrze sprawdzają się w oczyszczaniu ścieków bytowych czy z zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego.

3. Systemy wielostopniowe z przepływem kombinowanym

W zależności od stopnia zanieczyszczenia ścieków i warunków terenowych wykorzystuje się połączenia różnych źródeł hydrofitowych (np. systemy hybrydowe, czyli połączenie źródeł pionowych i poziomych zapewniające bardziej efektywne usuwanie zanieczyszczeń ze ścieków, niż obiekty jednostopniowe), bądź łączy się je z naturalnymi stawami, istniejącymi ekosystemami bagiennymi czy urządzeniami konwencjonalnymi (np. po złożach biologicznych i rektorach z osadem czynnym).



Rys. 4. Przykładowe rozwiązania systemów hydrofitowych i ich połączenia z innymi obiektami (Obarska-Pempkowiak H. i in., 2010)

Dla małej liczby odbiorców projektuje się zazwyczaj oczyszczalnie hydrofitowe w układzie jedno-stopniowym. Natomiast powyżej 50 RLM jako systemy wielostopniowe o zmiennym poziomym i pionowym przepływie ścieków.

2. Rola hydrofitów w oczyszczaniu ścieków

W warunkach naturalnych rośliny wodne i wodolubne porastają strefy przybrzeżne zbiorników wodnych, podmokłe łąki czy bagna. Wśród nich wyróżniamy makrofity zakorzenione w dnie i wznoszące się pędami generatywnymi i wegetatywnymi ponad zwierciadło wody. Rozwinięty system korzeni i kłaczy makrofitów, dobrze wpływa na równomierne przesączenie się ścieków. Podlegające rozkładowi obumierające kłacze i korzenie pozostawiają cylindryczne kanaliki i przestrzenie, a tym samym zwiększają i stabilizują przewodność hydrauliczną złoża gruntowo-roślinnego. Panujące w złożu środowisko organiczne stwarza idealne warunki do rozwoju mikroorganizmów, które aktywnie uczestniczą w procesie oczyszczania. Rośliny bardzo dobrze radzą sobie w warunkach niedotlenienia, dzięki wytwarzanym w wyniku lizy komórek pustym kanałom przewietrzającym w łodygach czy też wypełnione są miększym powietrzem. Rozbudowana część podziemna roślin wodnych wpływa na intensywny przyrost biomasy, który jest połączony z akumulacją związków biogenych w tkankach roślin i z intensywną transpiracją wody ze złoża do atmosfery. Hydrofity stabilizują powierzchnię systemu, chronią przed erozją wietrzną i stanowią siedlisko dla fauny. W okresie zimy obumarłe rośliny pełnią funkcję izolacji termicznej, zabezpieczając materiał filtracyjny przed przemarzaniem.

Ilość pierwiastków biogenych pobranych i zakumulowanych przez rośliny w tkankach zależy od gatunku i kondycji roślin, tempa wzrostu, zakresu tolerancji ekologicznej względem różnych związków, temperatury, odczynu, oddziaływania synergicznego i antagonistycznego różnych pierwiastków, obecności patogenów, konkurentów i roślinożerców. Najwięcej azotu w tkankach, spośród makrofitów wynurzonych, kumuluje manna mielec (*Glyceria maxima*), potasu i fosforu – tatarak zwyczajny (*Acorus calamus*), a sodu – pałka szerokolistna (*Typha latifolia*). Najmniej azotu znajduje się w tkankach oczeretu jeziernego (*Scheuchzeria palustris*), a potasu, fosforu i sodu w tkankach trzciny pospolitej (*Phragmites australis*).

Makrofity posiadają też mechanizm selektywnej akumulacji niektórych metali ciężkich potrzebnych do ich rozwoju np. cynku i miedzi. Spośród metali ciężkich, które nie biorą udziału w metabolizmie, a pobierane są biernie przez rośliny, zaliczamy: kadm, ołów, nikiel i molibden. Gatunki jednoroczne charakteryzują się mniejszą zawartością metali ciężkich niż wieloletnie. Ilość metali ciężkich akumulowanych przez makrofity, jak i szybkość procesu uzależniona jest od zawartości zawiesiny organicznej i mineralnej w wodzie i osadach dennych. Pobieranie tych pierwiastków zależy także od temperatury i odczynu środowiska oraz postaci, w jakiej występują w środowisku tj. od stopnia utlenienia i rodzaju zw. chemicznego, w który są wbudowane. Niektóre metale pobierane są synergistycznie (nasilają pobieranie), a inne antagonistycznie (hamują akumulację innego metalu, powodując jego wytrącanie). Rośliny z dużą akumulacją metali ciężkich mogą zostać dalej wykorzystane w procesach przemysłowych np. do produkcji biogazu.

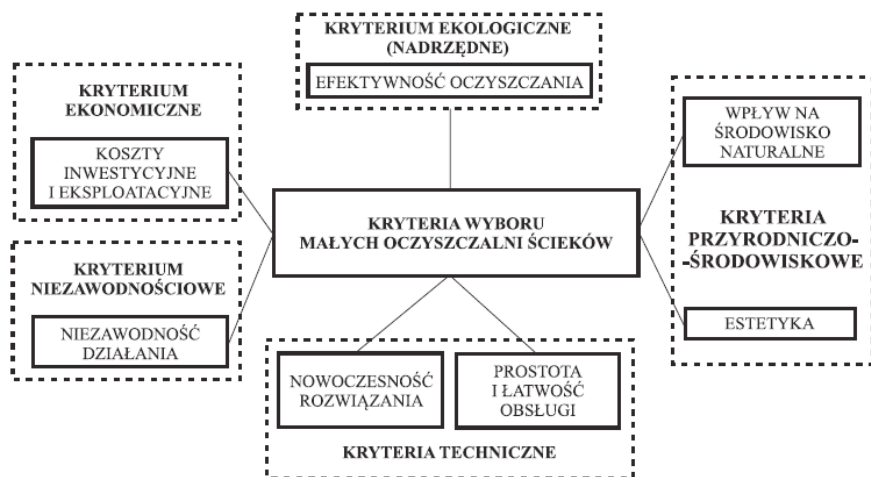
3. Rozwiązania technologiczne

Przydomowa hydrofitowa oczyszczalnia ścieków

Przydomowe oczyszczalnie ścieków to obiekty obsługujące do 50 RLM i max. przepustowości do 5 m³/d. Według zmiany przepisów Prawa budowlanego z dnia 13 lutego 2020 roku poz. 471, która obowiązuje od 19 września 2020 roku, budowa oczyszczalni ścieków o wydajność max. do 7,50 m³/d wymaga jedynie zgłoszenia budowlanego. Art. 33 ust. 1 ustawy Prawo wodne podaje, iż „Właścicielowi gruntu przysługuje prawo do zwykłego korzystania z wód stanowiących jego własność oraz z wód podziemnych znajdujących się w jego gruncie”. Zatem wg ust. 4, pkt 2 ww. ustawy „zwykłe korzystanie z wód” jest wprowadzaniem ścieków do wód lub do ziemi w ilości nieprzekraczającej łącznie 5 m³/d i nie wymaga uzyskania pozwolenia wodnoprawnego.

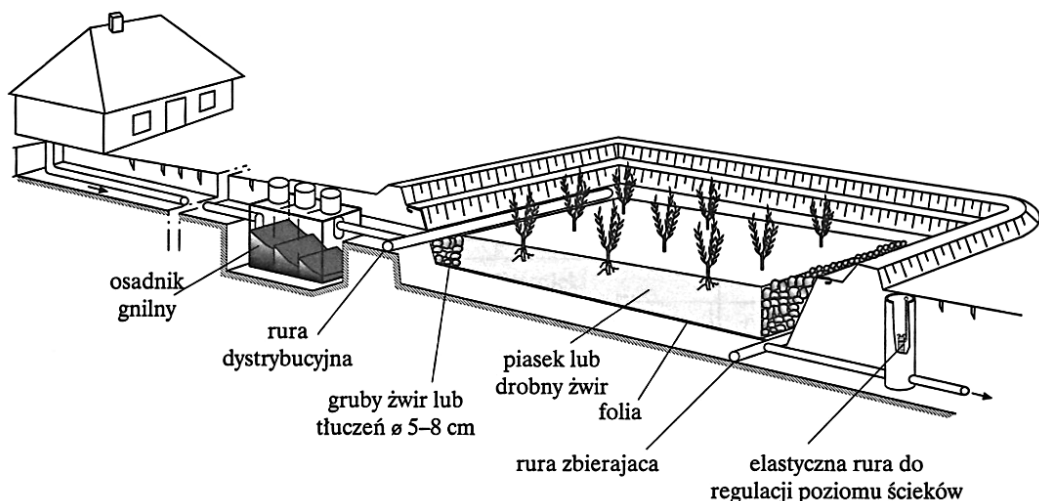
Lokalizacja przydomowej oczyszczalni ścieków wymaga zachowania minimalnych odległości od urządzeń terenowych, które są regulowane przepisami m.in. Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690, z póź. zm.), ustawą Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r. (Dz.U. 2017 poz. 1566, z póź. zm.), Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 26 października 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie (Dz.U. 2005 nr 219 poz. 1864) i Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 640).

Przy wyborze przydomowej oczyszczalni ścieków powinny być brane pod uwagę następujące kryteria:



Rys. 5. Kryteria wyboru przydomowych oczyszczalni ścieków według zasad zrównoważonego rozwoju (Mucha i Mikosz, 2009)

Spośród stosowanych przydomowych oczyszczalni ścieków opartych na osadzie czynnym czy złożu biologicznym możemy wyróżnić wspomniane systemy hydrofitowe. Układ technologiczny składa się z filtra gruntowego o przepływie powierzchniowym pionowym lub poziomym z roślinnością wodną/wodolubną zw. hydrofitami. W wyniku przepływu ścieków przez złożo gruntowe tworzy się błona biologiczna zasiedlana przez mikroorganizmy, które biorą udział w usuwaniu zanieczyszczeń. Dodatkowo proces oczyszczania jest wspomagany przez system korzeniowy roślin hydrofitowych. Ścieki oczyszczone odprowadzane do ziemi czy wód powierzchniowych muszą spełniać określone wymagania dotyczące zawartości zanieczyszczeń zawarte w Rozporządzeniu 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 lub roztopowych do wód lub, do urządzeń wodnych (poz. 1311). W odniesieniu do ścieków odprowadzanych do ziemi konieczne jest określenie przepuszczalności gruntu np. dla obiektu obsługującego pojedyncze gospodarstwo na podstawie testu perkolacyjnego, a dla większych obiektów poprzez wyznaczenie rzeczywistego przewodnictwa hydraulicznego gruntów *in situ*, określenie kierunków spływu i położenia zwierciadła wód gruntowych. Systemy hydrofitowe bardzo dobrze wkomponują się wyglądem w warunki terenowe, toteż polecane są dla budynków zlokalizowanych na terenach wiejskich, na obszarach Natury 2000, na terenie rezerwatów przyrody czy parków narodowych. Koszty inwestycyjne obiektów hydrofitowych to ok. 2050 zł/osobę, a dla systemu osadu czynnego czy złoża biologicznego 3189 zł/osobę. Natomiast koszty eksploatacji oczyszczalni hydrofitowych stanowią ponad 2 zł za 1 m³ ścieków. Jak podaje literatura, w dłuższej perspektywie są najlepszym rozwiązaniem dla obszarów nieurbanizowanych.



Rys. 6. Schemat przykładowej przydomowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków (Obarska-Pempkowiak H. i in., 2010)

Pasywny system oczyszczania ścieków typu „Constructed Wetlands”

Pasywny system oczyszczania ścieków, czyli zbiorcze odprowadzanie ścieków z gospodarstw domowych do hydrofitowej oczyszczalni ścieków zlokalizowanej w pobliżu danej miejscowości lub w jej obrębie. Rozwiązanie technologiczne zostało opracowane na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Polecane dla terenów wiejskich o relatywnie zwartej zabudowie, oddalonych od istniejącej sieci kanalizacyjnej, wówczas gdy koszty budowy są nieopłacalne. Instalacje te można także wykorzystać na terenie osiedli mieszkaniowych, ośrodków letniskowych, szkół, hoteli czy urzędów. Spośród zalet można wymienić: odporność na nierównomierny dopływ ścieków, prosta obsługa, eksploatacja i brak osadów wtórnych. W porównaniu do tradycyjnych mechaniczno-biologicznych oczyszczalni zużywają mniej energii, nie ma konieczności napowietrzania, mieszania i ogrzewania, łatwe są w rozbudowie o kolejne zbiorniki i filtry gruntowe i nie ma potrzeby tłoczenia ścieków wiele kilometrów do najbliższej oczyszczalni ścieków. Ponadto charakteryzują się estetycznym wyglądem wkomponowującym się w wiejski krajobraz i brakiem emisji odorów. Rozwiązania z przepływem podpowierzchniowym pozwalają na działanie oczyszczalni w okresie zimowym. Opłacalne nawet dla mniejszych przepływów. Woda zostaje w lokalnym ekosystemie. Co ważne mogą oczyszczać ścieki różnego rodzaju np. rolnicze, komunalne, przemysłowe czy zanieczyszczoną wodę deszczową. Można powiedzieć, że są rozwiązaniem ekologicznym, bez stosowania dodatkowych związków chemicznych. Pełnią funkcję zbiorników retencyjnych, które są bardzo istotne w okresie suszy. Oczyszczona woda może zostać wykorzystana do zabiegów agrotechnicznych, nawadniania pól czy ogrodów. System poprawnie uruchomiony może działać efektywnie przez lata bez większego udziału człowieka. Wadą systemu jest zapotrzebowanie na teren – średnio ok. 5m²/mieszkańca.

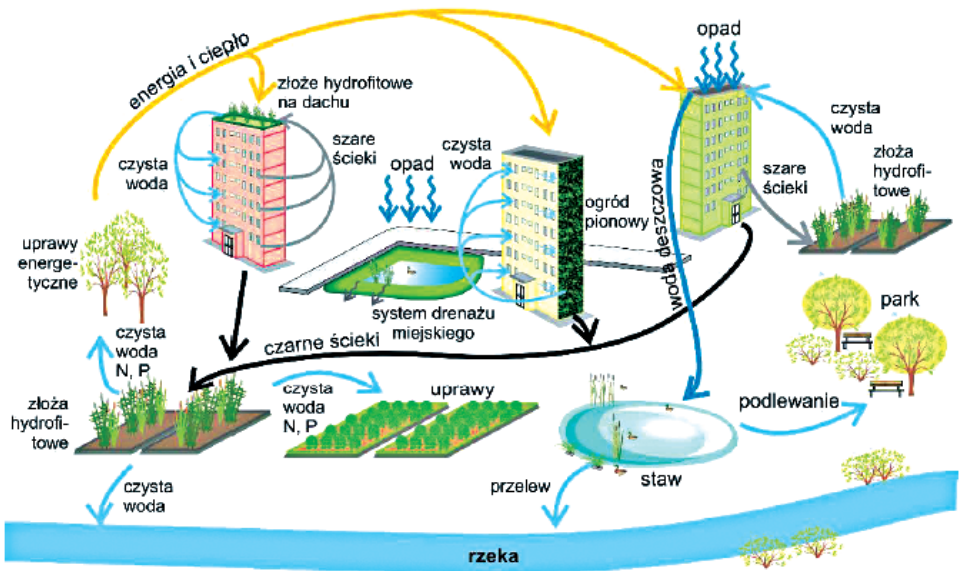


Pierwszym etapem oczyszczania, jak w każdej oczyszczalni, jest oczyszczanie mechaniczne np. w osadniku gnilnym. Kolejny etap biologicznego oczyszczania przebiega na odpowiednich filtrach gruntowych wypełnionych drobnymi frakcjami żwiru, kamieni i piachu zasiedlanych, w rozwiniętym systemie kłączy i korzeni roślin, przez mikroorganizmy tworzące błonę biologiczną. W zależności od sposobu przepływu ścieków i typu filtra mogą występować tam warunki tlenowe i beztlenowe.

W praktyce przeważnie łączy się oba typy filtrów w obrębie jednej oczyszczalni. Mikroorganizmy odgrywają bardzo ważną rolę wspomagającą rośliny w degradacji i asymilacji zw. węgla, wytracaniu zw. siarki, zatrzymywaniu zw. fosforu i metali ciężkich oraz asymilacji i utlenianiu zw. azotu. Natomiast rośliny akumulują w swoich tkankach azot i fosfor, dostarczają tlen do podłoża systemem kłączy i umożliwiają równomierne przesączanie się ścieków oraz stanowią źródło materii organicznej dla mikroorganizmów. Oczyszczona woda może być gromadzona w stawie stabilizacyjnym, a następnie wykorzystana na miejscu lub odprowadzona do najbliższego cieku wodnego.

Oczyszczalnie tego typu są bardzo popularne w Czechach, w Niemczech czy na wyspie Ko Phi Phi w Tajlandii. W naszym kraju powstało już kilka obiektów m.in. w miejscowości Białka w gminie Dębowa Kłoda woj. lubelskie obsługująca ok. 200 mieszkańców, a w sezonie do 2000 turystów. Kolejną oczyszczalnię, w kształcie żółwia, zbudowano w Poleskim Parku Narodowym. Obiekty zostały zaprojektowane przez naukowców z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, a wybudowane przez firmę RDLS – spółkę spin-off Uniwersytetu Warszawskiego w konsorcjum z czeską firmą Dekonta. Obecnie spółka RDLS realizuje inwestycję, jako uzupełnienie klasycznej oczyszczalni, w miejscowości Udrzynek w gm. Brańszczyk woj. mazowieckie dla ok. 1800 mieszkańców.

4. Technologia przyszłości



Rys. 7. Schemat zrównoważonej gospodarki wodno-ściekowej działającej według zasad gospodarki o obiegu zamkniętym (Gajewska M., 2019)

Systemy hydrofitowe mają wielki potencjał do wypełnienia i zastosowania założeń idei gospodarki o obiegu zamkniętym. Koncepcja zakłada m.in. zmniejszenie do minimum wpływu oddziaływania na środowisko stosowanej technologii, umożliwiając recykling energii i składników emitowanych do środowiska (uważanych za zanieczyszczenia). W gospodarce wodno-ściekowej konieczna będzie zmiana podejścia już na poziomie gospodarstwa domowego np. poprzez separację ścieków, czyli rozdział na frakcje szkodliwe i użyteczne (ścieki czarne, żółte i szare). W ten sposób substancje szkodliwe dla środowiska będą eliminowane u źródła ich powstawania, a odzyskana woda czy związki biogenne ponownie wykorzystane. Obecnie już systemy hydrofitowe wykorzystuje się do oczyszczania ścieków szarych, wód opadowych, odzysku fosforu ze ścieków czy związków biogenych z osadów ściekowych i ponownego ich wykorzystania np. w rolnictwie. Ponadto stosowane są do doczyszczania ścieków jako trzeci stopień w celu ponownego zastosowania oczyszczanych ścieków, jak również do oczyszczania wód pofermentacyjnych z biogazowni i produkcji biomasy. Technologia hydrofitowa stanowi także spójną i ważną część idei systemów błękitno-zielonej infrastruktury.

Źródła:

- Gajewska M. Zastosowanie systemów hydrofitowych w gospodarce komunalnej. Forum Dyskusyjne .08.09.2016(https://www.giwk.pl/files/244/65/78/magdalenagajewska_prezentacja.pdf).
- Gajewska M. Złóża hydrofitowe z pionowym przepływem ścieków. Charakterystyka procesów i zastosowań. Monografia. 150. Wydawnictwo PAN. Warszawa. 2019.
- Gołąb M., Nocoń W., Michalski R. Hydrobotaniczne oczyszczalnie ścieków. LAB. 4. 2017.
- Mucha Z., Mikosz J. Racjonalne stosowanie małych oczyszczalni ścieków z uwzględnieniem kryteriów zrównoważonego rozwoju. Czasopismo Techniczne. Środowisko. 106(2). 2009.
- Obarska-Pempkowiak H., Gajewska M., Wojciechowska E. Hydrofitowe oczyszczanie wód i ścieków. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa. 2010.
- Obarska-Pempkowiak H., Gajewska M., Wojciechowska E., KołECKA K., Ostojcki A. 30 lat aplikacji metody hydrofitowej na Pomorzu – postęp i badania. Inżynieria Morska i Geotechnika. 5. 2014.
- Pasywne systemy oczyszczania wód i ścieków – Gov.pl (<https://www.gov.pl/attachment/1f008bc8-407f-4a1b-a7cc-0639c1dc1a58>).
- 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 lub roztopowych do wód, lub do urządzeń wodnych (Dz.U. 2019, poz. 1311).
- Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie (Dz.U. 2013, poz. 640).
- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. 2002, nr 75, poz. 690, z póź. zm.).
- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 26 października 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie (Dz.U. 2005, nr 219, poz. 1864).
- Skrzypiec K., Bejnarowicz A., Gajewska M. Rozwiązania gospodarki ściekowej na obszarach nieurbanizowanych. Małe oczyszczalnie ścieków zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju. Rynek instalacyjny. 4. 2017.
- Ustawa Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r. (Dz.U. 2017, poz. 1566, z póź. zm.).
- Ustawa z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2020, poz. 471).
- Wysocka M. Biologiczna ocena działania oczyszczalni hydrofitowej. Budownictwo i Inżynieria Środowiska. 9. 2018.
- <http://www.rynekinstalacyjny.pl>
- <https://inzynieriwody.pl>
- <https://wmodr.pl/tv-wmodr> Materiał filmowy WMODR: „Rozmawiamy o rolnictwie” odc. nr 58 – nt. „Innowacje w oczyszczaniu ścieków na obszarach wiejskich” (02.06.2021 r.)
- <https://www.money.pl>
- <https://www.uw.edu.pl>


Adresy Zespołów Doradców:

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ■ BARTOSZYCE , ul. Kętrzyńska 45A, tel. (89) 762 22 05 |
| ■ BRANIEWO , ul. Kościuszki 118, tel. (55) 243 28 46 |
| ■ DZIAŁDOWO • Lidzbark, ul. Jeleńska 6 lok. 13/2, tel. (23) 696 19 75 |
| ■ ELBLĄG , ul. Nowodworska 10B, tel. (55) 235 32 36 • Pastęg, ul. Bankowa 25, tel. (55) 248 55 04 |
| ■ EŁK , ul. Zamkowa 8, tel. (87) 621 69 67 |
| ■ GIŻYCKO , ul. Przemysłowa 2, tel. (87) 428 51 99 |
| ■ GOŁDAP , ul. Wolności 20, tel. (87) 615 19 57 |
| ■ IŁAWA , ul. Lubawska 3, tel. (89) 649 37 73 • Lubawa, ul. Gdańska 26, tel. (89) 645 24 22 |
| ■ KĘTRZYN , ul. Powstańców Warszawy 1 (Budynek Społem), tel. (89) 751 30 93 |
| ■ LIDZBARK WARMIŃSKI , ul. Krasickiego 1, tel. (89) 767 23 10 |
| ■ MRAĞOWO , ul. Boh. Warszawy 7A/2, tel./fax (89) 741 24 51 |
| ■ NOWE MIASTO LUBAWSKIE , ul. Jagiellońska 24d, tel. (56) 474 21 88 |
| ■ NIDZICA , ul. Słowackiego 17, tel. (89) 625 26 50 |
| ■ OLECKO , Al. Zwycięstwa 10, tel. (87) 520 22 17 |
| ■ OLSZTYN • Biskupiec, ul. Niepodległości 4A, tel. (89) 715 22 59 |
| ■ OSTRÓDA , Grabin 17, tel. (89) 646 24 24 • Morağ, ul. Dworcowa 13, tel. (89) 757 47 61 |
| ■ PISZ , ul. Wojska Polskiego 33, tel. (87) 423 20 33 |
| ■ SZCZYTNO , ul. Józefa Narońskiego 2, tel. (89) 624 30 59 |
| ■ WĘGORZEWO , Plac Wolności 1B, tel. (87) 427 12 21 |



PRZEDSIĘBIORSTWO
FAIR PLAY 2011





Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego
z siedzibą w Olsztynie

ul. Jagiellońska 91, 10-356 Olsztyn
tel. 89 535 76 84, 89 526 44 39

e-mail: sekretariat@w-modr.pl
www.w-modr.pl



PRZEDSIĘBIORSTWO
FAIR PLAY 2011

