

dr Mariusz Głowacki
dr hab. Izabella Pisarek, prof. UO

Oczyszczanie ścieków wytwarzanych w gospodarstwie

Łosiów 2021

Projekt zrealizowany w ramach operacji pn. „Zakładanie lokalnych partnerstw do spraw wody (LPW) – nowatorskie elementy racjonalnej gospodarki wodnej na obszarach wiejskich” w ramach realizacji planu operacyjnego KSOW na lata 2020–2021 w zakresie SIR



Opolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Łosiowie
ul. Główna 1, 49-330 Łosiów
www.oodr.pl, www.sir.oodr.pl
tel. 77 4437 111

Skład i druk:

Wydawnictwo i Drukarnia Świętego Krzyża
45-007 Opole, ul. Katedralna 8A
Tel. 77 44 17 140, e-mail: sekretariat@wydawnictwo.opole.pl
www.wydawnictwo.opole.pl
www.krzyz.opole.pl

Wstęp

Ściek to termin używany bardzo często i określający zupełnie odmienne przedmioty i elementy środowiska. Ściekami nazywane są – choć nimi nie są – silnie zanieczyszczone wody powierzchniowe, kanały zamknięte czy otwarte, wody podziemne o bardzo niskiej jakości itp. Natomiast pod pojęciem ścieku czasem występują wody znikomo zanieczyszczone, a ich nieprzydatność np. do spożycia przez ludzi wynika z ich zbyt małego „zanieczyszczenia”¹.

Z prawnego² punktu widzenia pod pojęciem ścieku rozumie się:

- a) „wody zużyte na cele bytowe lub gospodarcze,
- b) ciekłe odchody zwierzęce, z wyjątkiem gnojówki i gnojowicy przeznaczonych do rolniczego wykorzystania w sposób i na zasadach określonych w przepisach działu III rozdziału 4 oraz w przepisach ustawy z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. z 2017 r. poz. 668 ze zm.),**
- c) wody odciekowe ze składowisk odpadów** oraz obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, w których są składowane odpady wydobywcze niebezpieczne oraz odpady wydobywcze inne niż niebezpieczne i obojętne, miejsc magazynowania, prowadzenia odzysku lub unieszkodliwiania odpadów, wykorzystane solanki, wody lecznicze i termalne,
- d) wody pochodzące z obiegów chłodzących elektrowni lub elektrociepłowni,
- e) wody pochodzące z odwodnienia zakładów górniczych, z wyjątkiem wód wtłaczanych do górotworu, jeżeli rodzaje i ilość substancji zawartych w wodzie wtłaczanej do górotworu są tożsame z rodzajami i ilościami substancji zawartych w pobranej wodzie, z wyłączeniem niezanieczyszczonych wód pochodzących z odwodnienia zakładów górniczych,

¹ Pod pojęciem zanieczyszczenia wód zgodnie z prawem rozumie się wyłącznie emisje wprowadzone do środowiska wodnego (celowo lub przypadkowo) przez człowieka. Nie każda zatem woda o niskiej czy bardzo niskiej jakości jest wodą zanieczyszczoną – choć potocznie czy z chemicznego punktu widzenia właśnie tak jest.

² Ustawa Prawo wodne z dnia 20.07.2017 r.

f) *wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów chowu lub hodowli ryb* w obiektach przepływowych, charakteryzujących się poborem zwrotnym, o ile ilość i rodzaj substancji zawartych w tych wodach przekracza wartości ustalone w warunkach wprowadzania ścieków do wód określonych w pozwoleniu wodnoprawnym,

g) *wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów chowu lub hodowli ryb* albo innych organizmów wodnych w stawach o wodzie stojącej, o ile produkcja tych ryb lub organizmów rozumiana jako średnioroczny przyrost masy tych ryb albo tych organizmów w poszczególnych latach cyklu produkcyjnego przekracza 1500 kg z 1 ha powierzchni użytkowej stawów rybnych tego obiektu w jednym roku danego cyklu”. [18]

Zgodnie z definicją prawną, wody chłodnicze to także ścieki, mimo że głównym źródłem ich zanieczyszczenia nie jest skład chemiczny – jak to najczęściej pojmujemy – a ciepło zmieniające temperaturę wody. Pod względem biologicznym czy chemicznym są to najczęściej wody o wysokiej czystości, specjalnie uzdatniane do celów chłodniczych (by nie powodowały uszkodzeń urządzeń przez wytrącanie w nich kamienia kotłowego czy nadmierną korozję materiału).

Przytoczona z prawa wodnego definicja wskazuje, iż wiele rodzajów ścieków może być wytwarzanych w gospodarstwach rolnych czy rybackich. Wieloprofilowość produkcji – zwłaszcza np. w gospodarstwach agroturystycznych czy ekologicznych – sprawia, że generowanych może być naraz kilka rodzajów ścieków, a każdy z nich ma odmienną charakterystykę związaną z zawartością zanieczyszczeń biologicznych i chemicznych. Wprowadzanie tych ścieków do środowiska jest możliwe pod pewnymi warunkami, bez specjalnego pozwolenia³, jednak procedura wskazuje na istotne ograniczenia w tym zakresie. Znaczna część rolników, prowadzących i rozwijających działalność chowu i hodowli zwierząt, czasem nie zdaje sobie sprawy, iż narusza obowiązujące prawo, prowadząc działalność rolniczą.

Rolnicze wykorzystanie ścieków inwentarskich na własnych polach może być realizowane w ramach rolniczego wykorzystania ścieków lub

³ Pozwolenia, zgłoszenia wodnoprawnego nazywanych czasem zgodą wodnoprawną.

nawożenia. Z nawożeniem mamy jednak tylko wówczas do czynienia, gdy masa ładunków pierwiastków wprowadzonych z gnojowicą, obornikiem i gnojówką może zostać wykorzystana przez uprawiane rośliny. Kiedy wprowadzamy znacznie większe dawki – bo tyle otrzymujemy np. z procesu chowu trzody – niż potrzeby uprawianych roślin, wówczas konieczne jest uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego na nadmiarowe wydatkowanie „nawozu naturalnego”. Nadmiarowość jest bowiem kryterium, które zmienia gnojowicę z „nawozu naturalnego” na „ściek” (zgodnie z podpunktem b) definicji z poprzedniej strony). Uzyskanie takiego pozwolenia wymaga przygotowania dość złożonej dokumentacji⁴ oraz przeprowadzenia postępowania administracyjnego którego efektem **może być** uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego na okres nie dłuższy niż 10 lat lub odmowa rolniczego wykorzystywania ścieków.

Nawozy naturalne to „układy” o bardzo zmiennej i złożonej strukturze. Traktowane w procesie produkcyjnym jako znane i potrzebne, w rzeczywistości mogą zmieniać w sposób nie zawsze korzystny jakość gleb oraz poszczególnych poziomów i zalegających pod nimi wód podziemnych. W efekcie intensywnej uprawy roślin nierzadko dochodzi do zanieczyszczenia wód podziemnych, głównie azotanami – najszybciej przemieszczającą się i bardzo trudną do zatrzymania formą azotu. Dość powszechnie utożsamia się występowanie podwyższonych stężeń azotanów ze stosowaniem nawozów sztucznych – zwłaszcza saletr. W rzeczywistości to nawozy naturalne odpowiedzialne są w głównej mierze za zanieczyszczenia azotanowe. Traktowanie obornika jako strukturotwórczego, wodochłonnego, wolno uwalniającego składniki nawozu pod oziminy, powoduje, że najwyższe stężenia związków azotu podawane są na pola w okresie, w którym azot nie może być efektywnie wykorzystany przez rośliny. Ponadto roztopy wiosenne powodują jego bardzo intensywne przemieszczanie się w głąb profilu glebowego, a czasem zmywanie powierzchniowe do przylegających do pól cieków i w rezultacie bezpowrotne straty dla uprawy. Przemieszczały się zbyt szybko poza strefę korze-

⁴ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, Dz.U. 2014 poz. 1800.

niową w głąb profilu glebowego azot jest przyczyną zanieczyszczenia wód podziemnych, a zmywany powierzchniowo – przy intensywnych roztopach – zanieczyszcza cieki, prowadząc do ich eutrofizacji⁵.

Stosując nawozy naturalne, należy pamiętać o obowiązującej w Polsce i krajach UE dyrektywie azotanowej. Według wytycznych tzw. programu azotanowego, gnojowicę można zastosować na gruntach ornych w terminach zgodnych z zapisami dyrektywy (od 1 marca do 15, 20 lub 25 października w zależności od gruntów; w roku 2021 od 15 lutego). Natomiast, jeśli planujemy zastosować gnojowicę w uprawach wieloletnich, trwałych i na trwałych użytkach zielonych, dzień 31 października jest terminem ostatecznym stosowania tego nawozu.

1. Rodzaje i jakość ścieków rolniczych

Ścieki rolnicze to pojęcie, pod którym rozumie się ścieki generowane w gospodarstwie rolnym. Aby gospodarstwo rolne mogło funkcjonować poprawnie, konieczna jest także sprawna obsługa tego sektora. Mimo iż głównym przedmiotem działalności rolnika jest produkcja roślinna lub zwierzęca, to zawsze elementem ubocznym tej działalności są ścieki.

a) Ścieki bytowe

Na obecnym poziomie rozwoju gospodarki rolnej ścieki bytowe nie są dominującymi w gospodarstwie. Powstaje ich ok. 60m³/rok w przeliczeniu na każdego mieszkańca gospodarstwa. Ilość ładunków generowana ze ściekami bytowymi jest stosunkowo niewielka w porównaniu z gnojowicą (kilka do kilkadziesiąt razy niższe ilości w zależności od wskaźnika objętego analizą).

Ścieki bytowe powstają podczas codziennych czynności higienicznych ludzi i odprowadzane są przez systemy instalacji lub kanalizacji sanitarnej. O ile pod względem zanieczyszczeń chemicznych nie dorównują zagrożeniem innym ściekom, o tyle pod względem biologicznych zagrożeń są bardzo niebezpieczne. Każda osoba chora poprzez produkcję ścieków może zakażać inne osoby współmieszkające lub współpracujące w gospodar-

⁵ Eutrofizacja to inaczej użyźnienie wód (podwyższona w nich zawartość makroelementów).

stwie. Nie musi dochodzić do bezpośredniego kontaktu osoby zarażonej z inną osobą, aby zakażenie mogło się przenosić. Wystarczy, że ścieki z systemu instalacji sanitarnej lub kanalizacji poprzez odpowietrzenia czy wywiewniki wyemitują do powietrza zakażone aerozole. Wprowadzenie ścieków bytowych do otwartych rowów również niesie ze sobą zagrożenie rozprzestrzeniania się zakażenia.

Sposobem na unieczynnienie biologicznej patogenności ścieków bytowych jest poddanie ich oczyszczaniu zapewniającemu ich pełną sanitację (odkażenie). Odbywa się to najczęściej na drodze biologicznego oczyszczania, poprzedzonego oczyszczaniem mechanicznym.

Zarówno oczyszczanie beztlenowe, jak i tlenowe w odniesieniu do takich ścieków może mieć zastosowanie. Przed wprowadzeniem oczyszczonych ścieków do środowiska powinny być one jednak zawsze doprowadzone do stabilności tlenowej – poddane stabilizacji tlenowej, a zwłaszcza ścieki oczyszczane w warunkach beztlenowych.

Skład chemiczny ścieków bytowych często oceniany jest z zastosowaniem tzw. równoważnej liczby mieszkańców (RLM). 1 mieszkaniec równoważny to odpowiednik ilości zanieczyszczeń wydalanych przez 1 dorosłą osobę w ciągu doby. RLM to liczba wyrażająca wielokrotność ładunku zanieczyszczeń w ściekach w stosunku do jednostkowego ładunku zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych od jednego mieszkańca w ciągu doby (określany jako BZT_5), równego 60 g O_2 /dobę.

Tabela 1. Jednostkowe ładunki zanieczyszczeń przyjmowane w Polsce na etapie projektowania oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Ładunek zanieczyszczeń
Sucha pozostałość	g/(d-M)	190
BZT_5	$gO_2/(d-M)$	60–70
Zawiesiny ogólne	g/(d-M)	55–65
Zawiesiny opadające	g/(d-M)	40–50
Azot ogólny	$gN/(d-M)$	13–15,5
Fosfor ogólny	$gP/(d-M)$	2,8–3,0

Źródło: Łomotowski J., Szpindor A. 1999

b) Ścieki z chowu i hodowli zwierząt

Ścieki z chowu i hodowli zwierząt są zbliżone składem chemicznym do ścieków bytowych. Ze względu na stosunkowo niewielką ilość wody zużywanej na higienizację stanowisk są one znacznie bardziej skoncentrowane niż ścieki bytowe. Znacznie większe stężenie substancji biogennej powoduje, iż znacznie lepiej niż ścieki bytowe nadają się jako nawóz. Właśnie tak traktuje je ustawa o nawozach i nawożeniu, wskazując jako podstawowy sposób wykorzystania odchodów zwierzęcych i ściółki jako cennego kondycjonera – nawozu. Jest to konsekwencja obserwacji ekologicznych. Wydaliny dziko żyjących zwierząt stanowią pożywkę dla koprofagów i reducentów. W rezultacie ich działalności (transformacja materii organicznej) odchody zwierzęce przekształcane są w substancje pokarmowe dla roślin, które są pobierane z gleby i mogą być włączane w glebowy kompleks sorpcyjny. Ścieki odzwierzęce – ze względu na ich podobieństwo do bytowych – również możemy wyrażać w RLM. Jednak podstawą równoważenia ich oddziaływania na środowisko nie jest zawartość węgla organicznego – jak w przypadku ścieków bytowych – a przede wszystkim zawartość związków azotu. Jakość ścieków odzwierzęcych przedstawiają tabele 2 i 3.

Tabela 2. Dobowe ładunki zanieczyszczeń pochodzące od zwierząt hodowlanych w przeliczeniu na DJP

Wskaźnik	Jednostka	Ciełeta	Owce	Konie	Bydło rzeźne	Bydło mleczne	Trzoda chlewna
Masa odchodów	kg/d	60	40	50	56,5–69,5	88–94	20,5–106
Uwodnienie odchodów	%	97,5	75	78	87–88,4	87,5–89,3	90–90,8
Sucha pozostałość	kg/d	1,5	10	11	6,5–8,3	10,1–11,0	1,9–10,6
Substancje lotne	kg/d	0,85	8,3	9,35	6,0–7,1	8,6–9,4	1,7–8,8
Substancje mineralne	kg/d	0,65	1,76	1,65	0,5–1,2	1,5–1,7	0,3–1,8
ChZT	kg O ₂ /d	1,5	11		6,2–677	9,2–9,8	1,37–9,8
BZT ₅	kg O ₂ /d	0,37	1		1,3–1,5	1,3–1,8	0,65–3,4
Azot ogólny N	kg N/d	0,2	0,45	0,28	0,331–0,364	0,342–0,497	0,15–0,6
Fosfor ogólny P	kg P/d	0,03	0,07	0,05	0,104–0,132	0,044–0,077	0,05–0,25
Potas K	kg K/d	0,25	0,3	0,19	0,221–0,287	0,230–0,260	0,1–0,35
Stosunek C/N		2	10	19	10–12	10–14	6–8
Stosunek C/P		13	64	106	32–33	78–90	18–19
Stosunek BZT ₅ /ChZT		0,25	0,09		0,20–0,22	0,14–0,18	0,47–0,35

Źródło: Kutera J., 1994

Tabela 3. Dobowe ładunki zanieczyszczeń pochodzące od zwierząt hodowlanych w przeliczeniu na DJP

Wskaźnik	Jednostka	Drób				
		nioski	pulardy	broilery	indyki	kaczki
Masa odchodów	kg/d	60,5	45,6	80	43,6	48
Uwodnienie odchodów	%	75	75	75	75	75
Sucha pozostałość	kg/d	15,1	11,4	20	10,9	12
Substancje lotne	kg/d	10,8	9,7	15	9,7	7
Substancje mineralne	kg/d	4,3	1,7	5	1,25	5
ChZT	kg O ₂ /d	13,7	12,2	19	12,3	9,5
BZT ₅	kg O ₂ /d	3,7	3,3	5,1	3,3	2,5
Azotan ogólny N	kg N/d	0,83	0,63	1,1	0,74	0,7
Fosfor ogólny P	kg P/d	0,31	0,24	0,34	0,28	0,3
Potas K	kg K/d	0,34	0,26	0,46	0,28	0,5
Stosunek C/N		7	9	8	7	6
Stosunek C/P		19	24	26	19	14
Stosunek BZT ₅ /ChZT		0,27	0,27	0,27	0,27	0,27

Źródło: Kutera J., 1994

Odciekami stanowiącymi większe niż gnojowica zagrożenie dla środowiska są odcieki kiszonkowe (soki kiszonkowe) z produkcji kiszonek lub źle przygotowanych sianokiszonek. Silnie kwaśny odczyn tych ścieków oraz bardzo wysoka zawartość materii organicznej powodują silne i trwałe zakwaszenie gleb obniżające ich produktywność. Ponadto zakwaszenie uruchamia metale – w tym alkaliczne (sód, potas) – przyczyniając się do ich szybkiej migracji poza strefę korzeniową. Z jednej strony ogranicza to dostępność tych pierwiastków dla roślin, a z drugiej powoduje ługowanie ich do wód podziemnych – powodując ich zanieczyszczenie (zwłaszcza zażelazienie, podwyższoną twardość i wysoką zawartość potasu).

Tabela 4. Skład soków kiszonkowych

Skład soków kiszonkowych	Jednostki	Przedział zmienności
Odczyn	pH	3,5–4,4
Sucha masa	g/kg	54,2–105,7
BZT ₅	g O ₂ /kg	80 000–110 000
Azot organiczny	g N/kg sm	2,8–4,4
Fosfor	g P/kg sm	0,45–1,18
Wapń	g Ca/kg sm	16,1–28,6
Magnez	g Mg/kg sm	3,9–12,0
Sód	g Na/kg sm	5,7–17,8
Potas	g K/kg sm	14,6–96,0
Mangan	mg Mn/kg sm	183–442
Żelazo	mg Fe/kg sm	499–2650
Miedź	mg Cu/kg sm	3,8–47,1
Cynk	mg Zn/kg sm	167–1561
Lotne kwasy organiczne	val/m ³	11,3–73,5

Źródło: badania własne

c) Wody ze stawów hodowlanych

Wody ze stawów hodowlanych to rodzaj ścieków stosunkowo niedawno wprowadzony do klasyfikacji. Na obszarach, gdzie stawy takie występują licznie, ich negatywny wpływ na jakość wody został zauważony i potraktowany poważnie. Zmieniające się upodobania kulinarne sprawiają, że coraz częściej, oprócz endemicznych⁶ gatunków ryb, hodowli poddawane są gatunki egzotyczne. Specyficzne wymagania ryb podczas intensywnego chowu sprawiają częste przeżyźnianie wód stawów (wysoką eutrofizację). Wprowadzanie takich wód do cieków może stanowić zagrożenie dla flory i fauny w nich występującej, stąd konieczność kontroli ich jakości. Sposobem na objęcie kompleksowym nadzorem tego typu wód było uznanie ich za ścieki. Wpłynęło to na wymóg uzyskiwania pozwolenia wodnoprawnego na wprowadzanie wód ze stawów do środowiska (odprowadzenie tych wód infiltracyjnie do ziemi również podlega wymogowi uzyskania pozwolenia wodnoprawnego).

Wyprzedzając możliwe działania hodowców, ustawodawca w prawie wodnym odszedł od nomenklatury „ryby” na rzecz „organizmy wodne”. Umożliwia to zarówno objęcie wymogiem uzyskania pozwolenia wodnoprawnego stawów hodowli ryb, jak i raków, krewetek słodkowodnych itp. Każda z działalności wymaga dokarmiania i może prowadzić do pogarszania jakości wody podczas procesu produkcyjnego.

d) Inne ścieki

Rolnictwo korzystające w dużej mierze ze środowiska przyrodniczego, jest rodzajem działalności człowieka, która jest skorelowana z utrzymaniem walorów tego środowiska. Jednak we współczesnym świecie, efektywne rolnictwo wymaga także ścisłej kontroli parametrów środowiska. Dotyczy to zarówno klimatu lokalnego oraz jakości gleb i wód. Zmierzanie do osiągnięcia coraz wyższych, bardziej opłacalnych plonów często mija się z troską o środowisko. Mechanizmy kontroli jakości gleb naruszają naturalny kierunek ich przemian. Intensywne nawożenie monokulturowych upraw profiluje chemizm gleb, a wprowadzanie płodozmianu – nie

⁶ Endemiczne to inaczej rodzime, występujące naturalnie na analizowanym obszarze.

zawsze prawidłowo realizowane – degraduje gleby jeszcze bardziej (choć pod względem wyników badań chemicznych czy strukturalnych mogą wykazywać bardzo dobre warunki produkcyjne).

Innym aspektem oddziaływania na środowisko rolne są zbiegi z zastosowaniem środków ochrony roślin. Te specjalnie przygotowywane preparaty służą do modyfikacji naturalnych reakcji środowiska produkcyjnego. Bez ich stosowania uzyskanie wysokich plonów nie byłoby możliwe. Jednak wraz z nimi wprowadzane są do wód i gleb substancje obce temu środowisku, zmieniające jego biosferę (od mikroflory i fauny po makroflorę i faunę). To oddziaływanie ma charakter wielkopowierzchniowy i oddziałuje poprzez wodę – główny nośnik substancji czynnej – na jakość środowiska. Kolejnym elementem oddziaływania na środowisko jest mycie sprzętu po opryskach. Część z substancji stosowanych w rolnictwie znajduje się w wykazie substancji szczególnie niebezpiecznych dla środowiska i ich wprowadzanie w sposób nie w pełni kontrolowany jest zakazane przez prawo ochrony środowiska. **Wprowadzanie aldryny czy dieldryny ze ściekami do kanalizacji również jest zakazane.** Egzekwowanie tego zakazu jest jednak jeszcze niewydolne, stąd ścieki po płukaniu opryskiwaczy w bardzo wielu gospodarstwach trafiają do kanalizacji komunalnej.

Podobnie wprowadzanie do kanalizacji komunalnej ścieków pochodzących z mycia opryskiwaczy po stosowaniu nawozów jest niedozwolone. Tym bardziej naganne jest bezpośrednio ich wprowadzanie do środowiska.

Czyszczenie stanowisk po padłych czy chorych zwierzętach również wymaga szczególnego traktowania. Ścieki zawierające leki (w tym antybiotyki) nie mogą trafiać do wspólnego zbiornika na gnojowicę czy gnojówkę. Brak należytej kontroli w tym zakresie powoduje pojawianie się antybiotyków w ciekach, a bezpośrednio po aplikacji na gleby działa destrukcyjnie na mikroflorę i zaburza stosunki biotyczne w środowisku. Ścieki z antybiotykami powinny być zagospodarowywane jak odpad szczególnie niebezpieczny.

Odwodnienia podwórek w gospodarstwach rolnych to również rozwiązanie, które powinno być traktowane w sposób szczególny. Wody opadowe, zmywające zanieczyszczenia z rozlanych środków ochrony

roślin, nawozów, odchodów zwierzęcych, olejów po drobnych naprawach ciągników i sprzętu stanowią mieszaninę, której wprowadzanie bezpośrednio do gruntu czy cieku bez oczyszczenia nie jest bezpieczne dla środowiska przyrodniczego. Aby nie szkodzić środowisku, konieczne byłoby badanie jakości takich ścieków i poddawanie oczyszczaniu w sposób gwarantujący usunięcie substancji szczególnie niebezpiecznych dla środowiska wodnego.

2. Podstawowe metody oczyszczania ścieków

Oczyszczanie ścieków to w skrócie usuwanie z nich substancji biogennych. Dodatkowym elementem usuwanym ze ścieków są substancje potencjalnie toksyczne dla człowieka i środowiska. Na pierwszym etapie oczyszczania usuwa się z nich substancje zawieszono – zwłaszcza zawiesiny mineralne. Nie jest to spowodowane ich szczególną toksycznością, a jedynie niebezpieczeństwem nadmiernego niszczenia kolejnych urządzeń.

W kolejnym etapie usuwane są zanieczyszczenia podlegające biodegradacji do form i stężeń akceptowanych w środowisku wodnym. Ostatnim etapem oczyszczania jest usunięcie substancji na drodze chemicznych reakcji z wytworzeniem produktów łatwych do usunięcia ze środowiska wodnego. Takie systematyczne działanie nie jest wytworem działalności człowieka, a jedynie skutkiem podpatrywania, jak natura radzi sobie z problemem oczyszczania ścieków. Dlatego jednym ze sposobów oczyszczania ścieków jest rolnicze wykorzystanie ścieków, procesu, w którym są realizowane powyższe zadania.

a) Rolnicze wykorzystanie ścieków

Rolnicze wykorzystanie ścieków w sposób bezpieczny dla środowiska to takie działanie, podczas którego substancje zawarte w ściekach podlegają zatrzymaniu na i w biologicznie czynnej warstwie gruntu – glebie – a następnie poddane są (podczas infiltracji przez glebę) tlenowemu rozkładowi (butwieniu). Aby proces mógł przebiegać z korzyścią dla uprawianych roślin, konieczne jest zachowanie odpowiednich czasów dozowania ścieków oraz kontrola dawkowania.

Informacja o zapotrzebowaniu roślin na biogeny z nawozów naturalnych znajduje się w publikacji Dubel K., Głowacki M., Gołuchowska B.,

Jabłoński W., Juszczyżyn-Pieczonka M., Kubok J., Mikołajewicz K., *Zagrożenie jakości wód na obszarze Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 333 spowodowane działalnością rolniczą*, wydanej przez Opolskie Centrum Edukacji Ekologicznej w Opolu w 2003. Publikacja ta powstała w oparciu o badania prowadzone przez pracowników i współpracowników Polskiej Akademii Nauk Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska w Zabrzu.

Jeśli na fermie są wytwarzane ścieki inwentarskie, to najbardziej zasadnym byłoby ich wykorzystanie na terenach uprawnych innych gospodarstw, nie prowadzących hodowli zwierząt. Należy jednak pamiętać, że substancje biogenne (odżywcze dla roślin) wprowadzane są nie tylko ze ściekami (płynnymi nawozami naturalnymi), ale również z obornikiem (stałym nawozem naturalnym), resztkami poźniwnymi pozostawionymi po zbiorze, kompostami i innymi nawozami. Ilość substancji biogennych wprowadzanych łącznie z tych wszystkich źródeł nie powinno przekraczać zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe.

Obecne uwarunkowania prawa wodnego dla poprawnego działania rolniczego wykorzystania ścieków wymagają prowadzenia tych działań w ramach zatwierdzonego przez organ odpowiedzialny za jakość wód (Wody Polskie) harmonogramu. Uwarunkowania związane z rolniczym wykorzystaniem ścieków zawarte są zarówno w ustawie Prawo wodne, kodeksie dobrej praktyki rolniczej, jak i Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego.

b) Oczyszczanie mechaniczne

Oczyszczanie mechaniczne ścieków służy zatrzymaniu zawartych w nich i unoszonych w toni zawieszin, wleczonych po dnie zanieczyszczeń oraz pływających po powierzchni w substancji i ciał. Jest to pierwszy etap oczyszczania ścieków, a urządzenia służące mechanicznemu oczyszczeniu ścieków to:

- kraty,
- rozdrabniarki,
- sita,
- piaskowniki,
- odtłuszczacze (separatory substancji pływających),
- osadniki,
- filtry (aktywne i pasywne).

Kraty ściekowe to urządzenia złożone z szeregu płaskowników lub prętów ułożonych równolegle do siebie w ustalonej, równej na całej szerokości urządzenia, odległości. Ich zadaniem jest zatrzymywanie zawartych w ściekach zanieczyszczeń poprzez proces cedzenia. Części większe niż prześwit pomiędzy płaskownikami są na tych urządzeniach zatrzymywane. Zatrzymane tzw. skratki muszą być regularnie usuwane. Jeśli nie są, to dochodzi do zatkania gromadzoną materią kanału doprowadzającego ścieki. W kuchniach domowych także często używamy urządzeń pełniących taką rolę (element zlewu) i wstępnie, mechanicznie podczyszczamy ścieki przed ich wprowadzeniem do kanalizacji. Tak jak w kuchni, również na oczyszczalni trzeba okresowo czyścić te urządzenia. Odpadki z „keaty” w kuchni możemy deponować wraz z odpadami biodegradowalnymi, natomiast skratki wymagają składowania jak materiał szczególnie niebezpieczny.

Rozdrabniarki nie eliminują z wody zanieczyszczeń, a jedynie zmieniają konsystencję zanieczyszczeń w ściekach. Zawarte w ściekach duże kawałki zanieczyszczeń przetwarzane są na zawiesiny, które usuwane są na biologicznym etapie oczyszczania.

Pod pojęciem sit w technologii oczyszczania ścieków występują urządzenia podobne do krat tylko z bardzo gęsto ułożonymi płaskownikami (mniej niż kilka milimetrów odstepu do ułamków milimetra) lub wykonane z perforowanych materiałów stałych o dużej wytrzymałości (bardzo drobnooczkowe siatki lub perforowane blachy). Zadaniem sit jest – podobnie, jak w wyżej omówionych kratkach – odcedzenie zanieczyszczeń i ich separacja ze strumienia ścieków skratek. W odróżnieniu od krat, skratki z sit są znacznie mniejszej średnicy i raczej konsystencją przypominają mazisto-plastyczne układy niż odrębne elementy.

Ważnym elementem oczyszczalni jest piaskownik. Jest to urządzenie spełniające rolę separatora piasku. Separacja odbywa się z wykorzystaniem różnicy gęstości ścieku i piasku oraz oddziałującej powszechnie grawitacji. Do separacji piasku są również wykorzystywane hydrocyklony (w małych skalach), czyli urządzenia separujące ze ścieków piasek na zasadzie podobnej do cyklonowych domowych odkurzaczy. Siła odśrodkowa wywołana okrężnym ruchem ścieków przemieszcza piasek na ściany piaskownika,

skąd zsuwa się on do komory zagęszczania, wykorzystując różnicę gęstości i grawitacji. Istotnym elementem pracy piaskownika jest zatrzymywanie głównie piasku, a nie zatrzymywanie części organicznych o podobnych wymiarach. Współzatrzymywanie piasku i części organicznych powoduje wytworzenie mieszaniny, która podczas zagęszczania ma tendencję do „wcementowywania” (tworzenia zwartych, twardych, trudnych do oderwania od ścian i dna brył). Dobrze funkcjonujący piaskownik nie prowadzi do takich reakcji w gromadzonych osadach. Pomimo nazywania osadu z piaskownika piaskiem, nie nadaje się on do gospodarczego wykorzystania. Piasek zawiera bowiem zanieczyszczenia biologiczne – mimo wykonywanych procedurą technologiczną zabezpieczeń.

Wraz z zatrzymywaniem piasku, piaskownik może również pełnić rolę odtłuszczacza. W odniesieniu do ścieków bytowych takie połączenie funkcji na oczyszczalniach jest bardzo często realizowane. Jednocześnie zgarniając piasek z dna, przy powierzchni, ten sam zgarniacz przemieszcza do komory zagęszczania również tłuszcze. Tam są one ze zgarniacza odbierane i deponowane w odrębnym pojemniku.

Odtłuszczacze mogą być również wysokosprawnymi odrębnymi urządzeniami. Stosuje się je jednak do oczyszczania ścieków przemysłowych – z ubojni, rzeźni, zakładów przemysłu tłuszczowego itp. Zawartość tłuszczów i olejów w takich ściekach jest znacznie wyższa niż w ściekach bytowych – stąd konieczność zastosowania wyspecjalizowanych urządzeń do ich usuwania. W gospodarstwie rolnym stosowanie takich rozwiązań nie jest celowe, chyba że działalność dodatkowa generuje strumień ropopochodnych olejów bądź tłuszczów.

Do mechanicznego oczyszczania ścieków mogą być również wykorzystywane filtry. Ich stosowanie przy oczyszczaniu ścieków z gospodarstw rolnych może mieć znaczenie wyłącznie wobec ścieków zawierających substancje szczególnie niebezpieczne dla środowiska wodnego. Wówczas jednak wypełnienie filtra powinno być aktywne, tzn. wchodzić w reakcję z substancją zatrzymywaną, trwale lub silnie, lecz odwracalnie ją wiązać. Do oczyszczania ścieków opadowych czy bytowych filtry nie są zazwyczaj stosowane ze względu na dużą uciążliwość w ich obsłudze.

c) Biologiczne beztlenowe oczyszczanie ścieków

Pierwszym, wprowadzonym w XIX wieku, powszechnie stosowanym sposobem oczyszczania ścieków była metoda polegająca na zatrzymaniu w odstojnikach zawartych w ściekach substancji zanieczyszczających. Skutkiem takiego „zatrzymania” było wytrącanie na dnie zbiornika substancji zawieszonych w wodzie, następnie przefermentowanie zatrzymanych osadów, a w dalszej kolejności odprowadzenie sklarowanych ścieków, zawierających duże ilości zanieczyszczeń rozpuszczonych, do środowiska.

Technologią obecnie wykorzystującą dokładnie ten sam mechanizm jest technologia stawów ściekowych i różne modyfikacje tej metody.

Stawy ściekowe to zbiorniki wodne wykonane jako wykopane w ziemi lub wyniesione ponad powierzchnię ziemi zbiorniki wodne. Przykład takiej instalacji pokazano na rysunku 1.



Rysunek 1. Dwie niecki stawów ściekowych wykonane przez wykopanie

Źródło: fotografia własna

Cała technologia obejmuje 2–4 zbiorników, w których zachodzą zróżnicowane procesy. Niezależnie od liczby stawów, wszystkie główne procesy są niezbędne dla prawidłowego oczyszczenia ścieków do stanu pozwalającego na ich odprowadzenie do środowiska. Do procesów tych należą:

- Sedymentacja zawiesin (opadnięcie na dno substancji nierozpuszczonych w wodzie, a występujących w ściekach).
- Fermentacja (beztlenowy rozkład) osadów na dnie.
- Fermentacja substancji organicznych rozpuszczonych lub trwale zawieszonych (nie opadających na dno pomimo występowania w postaci nierozpuszczonej) w ściekach.

- Stabilizacja tlenowa ścieków (po fermentacji nasycenie tlenem ścieków i zmiana procesów beztlenowego rozkładu substancji organicznych na tlenową mineralizację substancji organicznej).
- Nasycenie ścieków oczyszczonych tlenem.
- Usunięcie nadmiaru substancji biogenych.
- Zagospodarowanie powstających w procesie oczyszczania osadów i organizmów żywych (biomasy).

Dla osiągnięcia tych wszystkich celów konieczne jest przetrzymanie ścieków 30–90 dni w stawach (łącznie). Budowa stawów jest tak realizowana, że ścieki wpływające do pierwszego stawu, poprzez hydrauliczne połączenie wszystkich obiektów, powodują wypieranie ścieków oczyszczonych z ostatniego stawu.

W pierwszym stawie konieczne jest utrzymywanie warunków beztlenowych. Pomimo dość dużego zwierciadła ścieków nie jest to trudne. Dzieje się to samoistnie, gdyż ścieki świeże mają tendencję do zużywania przez ich mikroflorę całego obecnego w nich tlenu. Procesy fermentacyjne zaczynają zachodzić samoistnie, efektem czego są gazy pofermentacyjne. Zanim jednak trafią do powietrza (zmysł węchu odbiera je jako odory – nieprzyjemny zapach) w postaci pęcherzyków przemieszczają się na powierzchnię stawu, wywołując pienienie się ścieków i wytworzenie kożucha utrudniającego dostawanie się tlenu atmosferycznego do ścieków.

Aby skutecznie prowadzić fermentację ścieków i osadów, konieczne jest utrzymywanie na nich kożucha – co dodatkowo obniża uciążliwość fermentujących ścieków dla otoczenia, bo ogranicza emisję (wydostawanie się do powietrza) odorów. Konieczne jest też uniemożliwienie przedostania się kożucha z pierwszego stawu – fermentacyjnego – do drugiego tzw. fakultatywnego. Do tego działania używa się deflektorów (przegród), czyli urządzeń zabezpieczających przed przedostawaniem się wierzchniej warstwy cieczy z jednej strony deflektora na drugą.

W drugim stawie, przy dnie, nadal zachodzą głównie procesy fermentacyjne, jednak ze względu na obniżoną zawartość materii organicznej ich intensywność nie jest tak duża i wydostające się na powierzchnię gazy nie są uwalniane do powietrza z dużą intensywnością. Przy powierzchni zaczynają dominować procesy tlenowej mineralizacji materii organicznej,

ograniczające emisję siarkowodoru i amoniaku – głównych substancji odorotwórczych.

Oczyszczane ścieki z drugiego do trzeciego stawu przedostają się przelewem – już nad, a nie pod przegrodą. W drugim stawie może pojawiać się rzęsa wodna, która jest rośliną odporną na duże ładunki zanieczyszczeń i nitrofilną (azotolubną). Wraz z przemieszczającymi się ściekami, rzęsa zasiedla niemal całkowicie trzeci staw. Całkowite pokrycie trzeciego stawu rzęsą wodną jest jednak sytuacją z punktu widzenia zdolności oczyszczania ścieków niekorzystną. Przesłonięcie toni ścieków przez pływające listki rzęsy wywołuje brak światła poniżej kożucha rzęsy, skutkując ograniczonym rozwojem glonów w toni zbiornika – glonów, czyli głównych destruentów (organizmów rozkładających materię organiczną). Dla dobrego funkcjonowania tego stawu konieczne jest usuwanie części rzęsy wodnej z jej powierzchni. Ze względu na fakt, iż rzęsa miała kontakt z oczyszczanymi ściekami, jest ona po usunięciu osadem ściekowym. Osad ten jednak może być przetwarzany na karmę dla zwierząt pod warunkiem jednak zapewnienia mu odpowiedniego bezpieczeństwa biologicznego. Wartość odżywcza rzęsy jest wystarczająca, by mogła ona służyć jako dodatek paszowy.

Tak oczyszczone ścieki mogą być odprowadzane do wód lub do ziemi, chociaż zawierają jeszcze podwyższone ilości zanieczyszczeń biogenych – zwłaszcza fosforu. Dla pełniejszego oczyszczenia ścieków – doczyszczania – czasami stosuje się czwarty staw, w którym hodowane są ryby karpowate. Ta grupa ryb dobrze znosi zanieczyszczenie występujące w ściekach oczyszczonych i jest w stanie skutecznie usuwać plankton



Rysunek 2. Czwarty staw ściekowy

Źródło: <http://pro-eko.pl/new/wp-content/uploads/2014/08/przyd.jpg>

i seston (organizmy pływające przy powierzchni i w toni wodnej) występują w ściekach oczyszczonych. Dodatkowym atutem takiego rozwiązania jest uzyskiwanie ryb i wysoko oczyszczonego ścieku o dobrej jakości wody (nawet II klasy czystości). Kolejną korzyścią jest element krajobrazowy tego rozwiązania (rysunek 2).

Woda do nawodnień może być pobierana z trzeciego i czwartego stawu, gdyż ilość zanieczyszczeń występująca w tych oczyszczonych ściekach jest pomijalna w bilansie nawozowym – stąd te ścieki mogą być traktowane jak woda.

Innym, bardziej kompaktowym rozwiązaniem oczyszczania beztlenowego, jest szambo, czyli możliwy do realizacji poniżej powierzchni terenu zbiornik wielokomorowy. Dla utrzymania reżimu technologicznego konieczne jest zachowanie kubatur takich jak w stawach ściekowych. Drugi i trzeci zbiornik powinny być większe od pierwszego o 50–100%. Przykładowe rozwiązanie szamba przedstawia rysunek 3.



Rysunek 3. Szambo trzykomorowe dla jednego gospodarstwa domowego w trakcie realizacji

Źródło:<https://www.pkt.pl/artukul/przygotowywanie-wykopu-pod-szambo-betonowe-14085>

Realizując budowę szamba, należy zapewnić jak najlepszą wentylację drugiej i trzeciej komory. Budowa dużej (kilkukrotnie większej niż poprzednie) trzeciej komory ułatwia wykorzystywanie ścieków oczyszczonych do nawodnień, gdzie gromadzone są one w największej ilości.

Odległość szamba od zabudowań mieszkalnych może być znacznie mniejsza i możliwe jest lokalizowanie pierwszej komory nawet w odległości 10 m od obrysu budynku. Kolejne komory powinny być tak zlokalizowane, by oddalały się od miejsca pobytu ludzi. Wentylacja komór drugiej i trzeciej

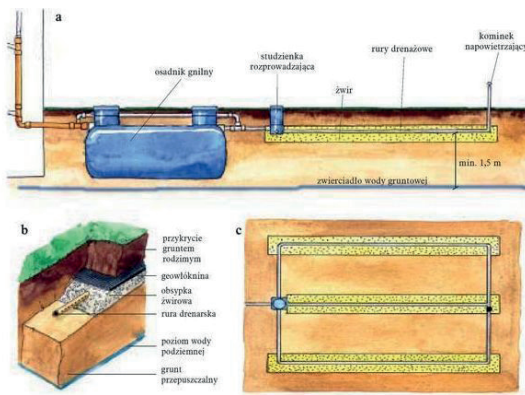
powinna być oddalona możliwie najdalej od zabudowań mieszkalnych i zabezpieczona przed dostępem osób postronnych, zwłaszcza dzieci. Wydostające się z kominów wentylacyjnych odory mogą być niebezpieczne przy bezpośredniej inhalacji.

Najwygodniejszym rozwiązaniem stosowanym w niektórych gospodarstwach rolnych jest lokalizowanie szamba pod drogami wewnętrznymi w gospodarstwie.

Jest to rozwiązanie nieprawidłowe, gdyż uniemożliwia bezpieczne i stałe wentylowanie komór oczyszczalni. Ponadto często w takich sytuacjach do szamba kierowane są ścieki opadowe, co zaburza prawidłowe działanie tej oczyszczalni i pomimo wprowadzania stosunkowo czystych wód do procesu oczyszczania, pogarsza jakość oczyszczonych ścieków.

Zarówno handlowcy, jak i nabywcy bardzo często mylą pojęcie szamba i zbiornika wybieralnego na ścieki. Szambo jest oczyszczalnią ścieków, a zbiornik wybieralny na ścieki służy do ich przetrzymania przed transportem do oczyszczalni. Z szamba ścieki oczyszczone możemy stosować do nawodnień rolniczych – po spełnieniu wymogów rozporządzenia Ministra Środowiska – a ścieki ze zbiornika wybieralnego muszą zostać najpierw oczyszczone.

Mniejsze zbiorniki na ścieki wykorzystujące w części technologie szamba mogą być wykorzystywane do współpracy w przydomowych oczyszczalniach ścieków wyposażonych w drenaż rozsączający.



Rysunek 4. Schemat oczyszczalni ścieków wykorzystującej drenaż rozsączający

Źródło: <https://budujemydom.pl/instalacje/woda-i-kanalizacja/a/873-drenaz-rozsaczajacy-schemat-budowy-warunki-wykonania>

Oczyszczalnie wykorzystujące drenaż rozsączający nie mogą być stosowane w każdych uwarunkowaniach środowiskowych. Głównym ograniczeniem ich stosowania jest głębokość zalegania wód. Drenaż współpracujący z dwukomorowym zbiornikiem pełniącym rolę częściowo drugiego i trzeciego stawu ściekowego musi być zainstalowany co najmniej 1,5 m nad najwyższym stanem wód gruntowych – patrz rysunek 4.

Takie rozwiązania są proponowane w dokumentacjach wielu oczyszczalni, jednak dla zabezpieczenia wód gruntowych przed zanieczyszczeniem konieczne jest, by drenaż był 1,5 m nad poziomem wód gruntowych, a dno wykopu – w który jest układany – spełniało ten warunek. Oznacza to, że dla ochrony drenażu konieczne jest posadowienie jego górnej krawędzi poniżej zasięgu roślin uprawnych (ok. 60 cm – patrz rysunek 16), a urządzeń uprawowych i jego dolnej krawędzi 1,8 m powyżej zwierciadła wód gruntowych. Jeśli zatem najwyższe stany wód gruntowych występują płycej niż 2,5–3 m poniżej powierzchni terenu, drenaż nie może być stosowany.

d) Metody oczyszczania ścieków w środowisku zbliżonym do naturalnego wodnego i glebowego

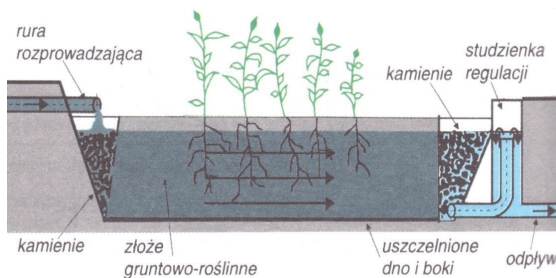
Metody naturalnego oczyszczania ścieków działają w warunkach tlenowych. Dlatego oczyszczanie ścieków w warunkach zbliżonych do warunków naturalnych przebiega również w warunkach tlenowych. Naturalnie inicjowanym procesem oczyszczania ścieków bytowych czy inwentarskich jest środowisko beztlenowe, jednak w warunkach naturalnych takie nagromadzenie w jednym miejscu rozpuszczonej materii organicznej jest zjawiskiem rzadkim. W osadach ściekowych rozkład beztlenowy jest często dominującym. Warunki tlenowe jednak prowadzą do rozkładu materii organicznej znacznie szybciej, wydzielając przy tym związki bezpieczne dla naszego i zwierząt inwentarskich życia. Stąd przy oczyszczaniu ścieków najczęściej wykorzystywane jest środowisko tlenowe.

Ważnym jest, by w oczyszczaniu ścieków rozróżnić dwie kwestie – czym innym jest usunięcie ze środowiska wodnego zanieczyszczeń, a czym innym jest przetworzenie wydzielonego ze ścieków osadu czy zagospodarowanie wytworzonej podczas oczyszczania ścieków biomasy. Zarówno substancje

zawarte w ściekach, jak i po wyodrębnieniu ich ze ścieków oraz te, które powstają na oczyszczalni jako osady ściekowe to te same zanieczyszczenia, jednak ich formy i sposób zagospodarowania są różne.

Generalnie dąży się do tlenowego oczyszczenia ścieków, natomiast osady ściekowe efektywnie – z wydzieleniem biogazu – można przetwarzać w warunkach beztlenowych. Końcowym jednak efektem przetwarzania osadów czy oczyszczania ścieków powinien być produkt ustabilizowany tlenowo (zatrzymane powinny w nim być przemiany beztlenowe).

Metodami oczyszczania ścieków o niskim nakładzie energii są oczyszczalnie roślinno-gruntowe. Ogólnie można przyjąć, iż działanie takich oczyszczalni sprowadza się do wytworzenia sztucznej uprawy w izolowanym środowisku gruntowo-wodnym. Pierwszym etapem oczyszczania jest zatrzymanie zawieszin w odstojniku separującym zarówno zawiesiny mineralne, jak i organiczne, łatwo i trudno opadające. Pozbawiony tego typu zanieczyszczeń ściek transportowany jest na teren sztucznej, izolowanej od wód podziemnych uprawy. Przedmiotem uprawy są rośliny, które mogą być wykorzystywane energetycznie i znoszą intensywne nawodnienie, a nawet długotrwałe zatopienie korzeni. Do roślin tych należą rośliny wodne strefy szuwarowej oraz wierzby. Schemat przykładowego rozwiązania takiej oczyszczalni przedstawia rysunek 5.



Rysunek 5 . Schemat złoza roślinnego roślinno-gruntowej oczyszczalni ścieków

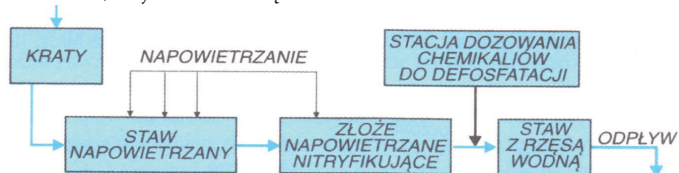
Źródło: Dymaczewski Z., 2011

Oprócz metod oczyszczania ścieków w warunkach przypominających warunki glebowe można proces odzyskiwania wody ze ścieków prowadzić w warunkach wodnych. Rozwiązaniem, które jest stosowane w wielu miejscowościach na terenie Polski, są stawy Lemna (oczyszczalnia typu Lemna).

Nazwa rozwiązania technicznego pochodzi od nazwy rodzajowej rzęsy wodnej – powszechnie w Polsce występującej rośliny wodnej o liściach pływających. Rzęsa wodna (nazwa łacińska *Lemna minor*) występuje w zbiornikach o wysokiej trofii (silnie użyźnionych), w których przy powierzchni dominują przemiany tlenowe. Jeśli środowisko tlenowe zostanie usunięte z przypowierzchniowej warstwy wody, rzęsa wodna, mimo swej tolerancji na wysokie zanieczyszczenie, zginie. Ścieki bytowe nie gwarantują występowania warunków tlenowych nawet w górnej warstwie wody, stąd jednoetapowe oczyszczanie ścieków z wykorzystaniem rzęsy nie jest możliwe. Konieczne jest wstępne podczyszczenie ścieków, podobnie jak w stawach ściekowych, gdzie rzęsa występuje dopiero w części drugiego stawu i masowo w trzecim.

Dla ograniczenia powierzchni stawów w technologii Lemna, dwa pierwsze stawy ściekowe zastąpiono zbiornikiem z niskoobciążonym osadem czynnym⁷. Napowietrzanie realizowane jest w nich poprzez system dyfuzorów ciśnieniowych zapewniających jednocześnie mieszanie ścieków w całej objętości stawu. Niskoobciążony osad czynny to taki, w którym na jednostkę masy osadu czynnego przypada stosunkowo niewiele substancji pożywkowej (ścieku). Takie warunki nie sprzyjają wytwarzaniu tzw. nadmiernego osadu czynnego, a obumierające organizmy podlegają rozkładowi i wykorzystaniu jako pokarm przez kolejne generacje organizmów osadu czynnego. Schemat oczyszczalni typu Lemna przedstawiono na rysunku 6.

Rysunek 6. Schemat technologiczny oczyszczalni typu Lemna zrealizowanej w miejscowości Kochcice, województwo śląskie

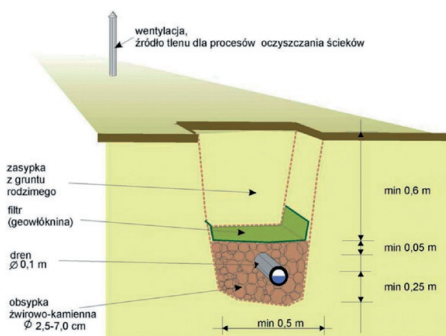


Źródło: Dymaczeński Z., 2011

⁷ Osad czynny to samorzutnie powstające w ściekach skupisko organizmów wykorzystujących substancje biogenne ścieków do rozwoju w warunkach tlenowych. Aby mógł on funkcjonować, konieczne jest natlenianie ścieków i ich stałe mieszanie w całej objętości.

3. Podsumowanie

Oczyszczanie ścieków zawierających substancje biogenne, pochodzące z gospodarstwa rolnego, to zadanie stosunkowo trudne. Sposoby rozwiązania tego problemu zostały przedstawione w poprzednich rozdziałach. Pamiętajmy, ścieki po oczyszczeniu powinny zostać w sposób bezkonfliktowy wprowadzone do środowiska. Można tego dokonać poprzez ich odprowadzenie do najbliższego ciekłu lub do gleby. Problemy suszowe pojawiające się w ostatnich latach wskazują, iż wprowadzanie jak największej ilości wody do ziemi może ograniczyć niekorzystne warunki plonotwórcze wywołane niskim poziomem opadów atmosferycznych. Sposoby na takie działanie są różne. Jednym z nich jest drenaż rozsączający.



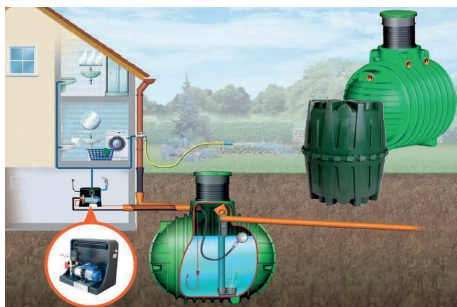
Rysunek 7. Warunki ułożenia drenażu

Źródło: www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materiały_i_technologie,artykuł,przydomowe_oczyszczalnie_ścieków_na_terenach_wiejskich___cz_ii,6030

Ułożenie takiego drenażu wymaga spełnienia warunków przedstawionych na powyższym schemacie.

Stosując drenaż rozsączający, doprowadzamy ścieki do gruntu i tylko na takim areale, jaki obejmuje drenaż, możemy je wykorzystywać do nawodnień.

Wody opadowe możemy również wykorzystać do podlewania upraw. W takim przypadku konieczne jest jednak ich nagromadzenie. Chociaż woda deszczowa nie zawiera dużych ilości zanieczyszczeń, to zbieranie wody po jej kontakcie z gruntem powoduje uzyskanie wody zanieczyszczonej. Przed jej wykorzystaniem konieczne jest przynajmniej częściowe jej oczyszczenie. Przykład rozwiązania systemu gospodarowania wodą opadową w gospodarstwie przedstawia rysunek 8.



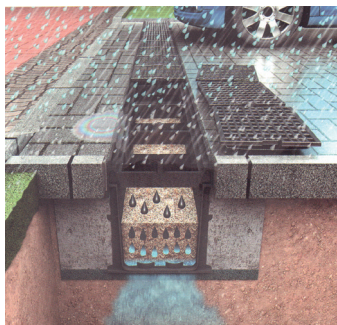
Rysunek 8. Podziemny zbiornik na deszczówkę i przykładowy sposób jego montażu

Źródło: <https://budujemydom.pl/installacje/woda-i-kanalizacja/porady/12958-czy-zamontowac-podziemny-zbiornik-na-deszczowke-i-jaka-powinna-byc-jego-pojemnosc>

Jeśli zbieramy wodę opadową z terenów utwardzonych dróg, konieczny jest system bardziej złożony niż tylko zbiornik. Wody opadowe, płynąc po chodnikach i drogach, zbierają zdeponowane na nich zanieczyszczenia. Są to głównie pyły niesione z powietrzem, ale w okresie jesiennym pojawia się też znaczna ilość liści i innych większych zanieczyszczeń. Konieczne jest ich odseparowanie do wód/ścieków opadowych.

Możemy to realizować już na etapie zbierania wody. Urządzenia odwadniające mają zabezpieczenia zatrzymujące zanieczyszczenia.

Przykład zbierania wód przez koryta filtracyjne i wpust uliczny z separatorami przedstawiono na rysunkach 9 i 10.



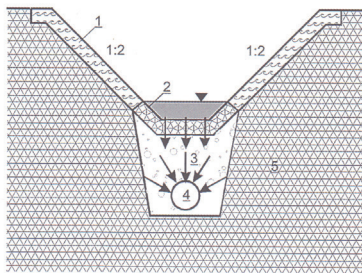
Rysunek 9. Koryta filtracyjne



Rysunek 10. Wpust uliczny z separatorem mechanicznym

Źródło: Słyś D., *Zrównoważone systemy odwodnienia miast*, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2018

Urządzenia do zbierania i oczyszczania wód opadowych nie muszą być tak bardzo widoczne. Mogą być całkowicie schowane pod powierzchnią ziemi i wykorzystywać infiltrację do separacji zanieczyszczeń. Schemat takiego rozwiązania przedstawia rysunek 11.

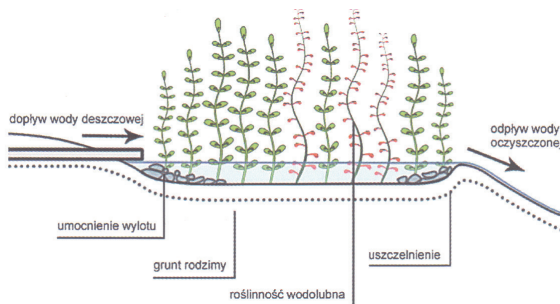


Sposób wykonania rowu filtracyjnego: 1 – humus, 2 – warstwa torfu lub torfu i pasku, 3 – warstwa filtracyjna, 4 – dreną zbierający wodę oczyszczoną, 5 – grunt nieprzepuszczalny

Rysunek 11. Schemat rowu filtracyjnego

Źródło: Słyś D., *Zrównoważone systemy odwodnienia miast*, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2018

Systemy związane z separacją zanieczyszczeń z wód opadowych mogą również zasilać elementy ozdobne w sąsiedztwie domu. Odseparowane zanieczyszczenia mogą tworzyć podłoże pod uprawę roślin. Przykład takiego rozwiązania przedstawiono na rysunku 12.



Rysunek 12. Pasaż roślinny jako biofiltr wód opadowych

Źródło: Słyś D., *Zrównoważone systemy odwodnienia miast*, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2018

Na koniec pamiętajmy – „Ziemi nie dziedziczymy po naszych rodzicach, pożyczamy ją od naszych dzieci” (Antoine Marie Roger de Saint-Exupéry).

Spis wykorzystanego piśmiennictwa

1. Blaschek H.P., Ezeji T.C., Scheffran J.: Biofuels from agricultural waste and byproducts, A John Willey&Sons, Incorporation Publication, 2010.
2. Caperada S.C.: Introduction to biomass energy conversions, CRC Press, 2014.
3. Dymaczewski Z. (red.) Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków, PZliTSOdz. Wielkopolski, 2011.
4. Głowacki M., Pisarek I.: Zanieczyszczenia środowiska a planowanie przestrzenne, Zarządzanie i edukacja Nr 70/71: 115–130, 2010.
5. Głowacki M., Pisarek I.: Właściwości chemiczne i fizykochemiczne wód podziemnych na terenie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) Nr 333, Wydział Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych PAN, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, Zeszyt 535, s. 121–130, 2009.
6. Głowacki M.: Zagrożenie działalnością rolniczą jakości wód podziemnych “Triasu Opolskiego”, Inżynieria środowiska, Zeszyt 24, Akademia Rolnicza w Krakowie, Kraków-Dobczyce, s. 5–16, 2003.
7. Głowacki M.: Zagrożenia i współczesne metody ochrona jakości wód na obszarach użytkowanych rolniczo, OODR Łosiów, 2018.
8. Kotowski A.: Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów, Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o.o., 2011.
9. Kutera J.: Gospdarka gnojowicą, AR Wrocław, 1994.
10. Łomotowski J., Szpindor A.: Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków, Arkady, 1999.
11. Martinez-Santo P., Aldaya M.M., Llamas M.R.: Integrated water resources management in the 21st century, CRC Press, 2014.
12. Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. z 2016, poz. 71).
13. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, Dz.U. 2014 poz. 1800
14. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 7 grudnia 2017 w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, Dz.U. z 2017 r. poz. 2294.
15. Słyś D.: Zrównoważone systemy odwodnienia miast, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2018.
16. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne ze zm.
17. Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu – tekst jednolity ogłoszony Obwieszczeniem Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 czerwca 2018 r. ze zm.

Linki do wykorzystanych stron

1. <https://budujemydom.pl/instalacje/woda-i-kanalizacja/porady/12958-czy-zamontowac-podziemny-zbiornik-na-deszczowke-i-jaka-powinna-byc-jego-pojemnos>
2. www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materiały_i_technologie,artykul,przydomowe_oczyszczalnie_sciekow_na_terenach_wiejskich__cz_ii,6030
3. <https://budujemydom.pl/instalacje/woda-i-kanalizacja/a/873-drenaz-rozscajajacy-schemat-budowy-warunki-wykonania>
4. <https://www.pkt.pl/artykul/przygotowywanie-wykopu-pod-szambo-betonowe-14085>
5. <http://pro-eko.pl/new/wp-content/uploads/2014/08/przyd.jpg>

Spis treści

Wstęp	3
1. Rodzaje i jakość ścieków rolniczych	6
a. Ścieki bytowe	6
b. Ścieki z chowu i hodowli zwierząt	8
c. Wody ze stawów hodowlanych	10
d. Inne ścieki	10
2. Podstawowe metody oczyszczania ścieków	12
a. Rolnicze wykorzystanie ścieków	12
b. Oczyszczanie mechaniczne	13
c. Biologiczne beztlenowe oczyszczanie ścieków	16
d. Metody oczyszczania ścieków w środowisku zbliżonym do naturalnego wodnego i glebowego	21
3. Podsumowanie	24
Spis wykorzystanego piśmiennictwa	27