



Polski Klub Ekologiczny
Koło Miejskie w Gliwicach



Coalition Clean Baltic



Polski Klub Ekologiczny
Koło w Krynicy

JAK FUNKCJONUJĄ OCZYSZCZALNIE PRZYDOMOWE?

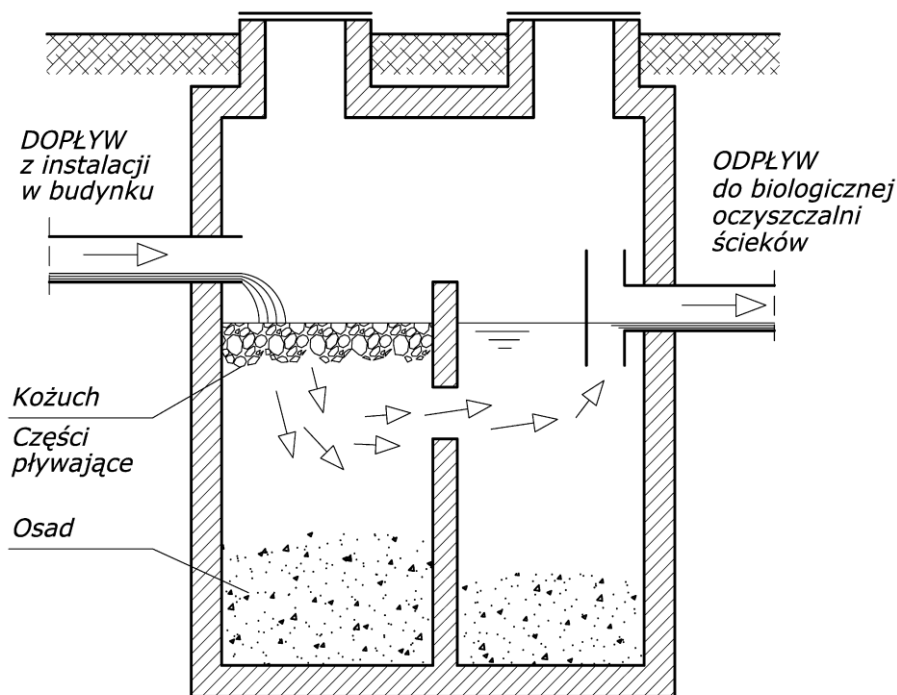
Oczyszczalnia przydomowa to zespół urządzeń służących do oczyszczania ścieków bytowych z gospodarstwa domowego, tak by możliwe było ich odprowadzenie już jako oczyszczonych do środowiska (do wód powierzchniowych lub do ziemi).

Osadnik gnilny (osadnik wstępny)

Osadniki są pierwszym i podstawowym elementem każdej przydomowej oczyszczalni ścieków. Zadaniem osadnika jest zatrzymanie zawieszin opadających (sedymentujących) oraz zanieczyszczeń pływających (flotujących) (Rys.1). W osadniku panują warunki beztlenowe, następuje zagniwanie ścieków oraz częściowy rozkład materii organicznej. Na dnie zbiornika gromadzą się osady. W zależności od objętości części osadowej zbiornika, możliwe jest ich przetrzymanie przez okres od kilku tygodni do roku. Tam następuje proces fermentacji, podczas której rozkładana jest częściowo masa organiczna zawarta w osadzie.

Ścieki odprowadzane z prawidłowo dobranego i użytkowanego osadnika są klarowne, co pozwala na ich skuteczne oczyszczenie w dalszych urządzeniach przydomowej oczyszczalni ścieków. Źle działający osadnik powoduje wynoszenie zawiesiny, zapychanie urządzeń służących do filtracji ścieków, obniżenie skuteczności oczyszczania biologicznego lub jej praktyczne unieruchomienie (uszkodzenie).

Oprócz osadu w osadniku gromadzi się kożuch powstały z zanieczyszczeń pływających oraz oleju i tłuszczu.



Rys.1. Osadnik gnilny.

Osadniki podobnie jak szamba są zbiornikami wykonywanymi prefabrykatów betonowych lub jako monolityczne konstrukcje żelbetowe, w ostatnim czasie coraz częściej stosuje się gotowe zbiorniki z tworzyw sztucznych. Objętość osadnika dla gospodarstwa domowego przyjmuje się min. 3m^3 . W przypadku większej liczby mieszkańców przyjmuje się osadniki większe. Przy objętości do 4m^3 należy stosować osadniki dwukomorowe, a powyżej 4m^3 osadniki trzykomorowe. Dla skutecznego usunięcia zawiesiny proponuje się, aby osadnik był dwu- a najlepiej trzykomorowy. Zapewnia to skuteczne usuwanie zawiesiny w kolejnych komorach. Ważne jest, by przewody łączące komory osadnika skonstruowane były w sposób nie powodujący wynoszenia zawiesiny ze zbiornika. Źle skonstruowany wylot powoduje wytworzenie strumienia ścieków, który potrafi porwać zgromadzoną lekką zawiesinę. Odpływ z osadnika powinien być również zabezpieczony przed możliwością wypłynięcia kożucha. Na odpływie stosuje się często kosze z materiałem filtracyjnym. Ważna jest skuteczna wentylacja zbiornika.

W osadniku następuje wstępne oczyszczenie ścieków. Przyjmuje się, że sprawnie działający trzykomorowy osadnik gnilny pozwala na usunięcie:

- do 80% zawiesiny,
- 25-50% zanieczyszczeń organicznych (jako BZT₅),
- do 40% związków azotu.

Podczyszczone w osadniku ścieki powinny być dalej oczyszczane w kolejnych urządzeniach biologicznego oczyszczania ścieków. Wybrane najczęściej stosowane metody biologiczne przedstawiono poniżej.

Złoża gruntowo-roślinne (roślinne, hydrofitowe, hydrobotaniczne, korzeniowe)

Oczyszczanie w złożach gruntowo-roślinnych polega na redukcji zanieczyszczeń ze ścieków dzięki aktywności biologicznej roślin oraz mikroorganizmów znajdujących się w specjalnie skonstruowanym złożu z wypełnieniem gruntowym (piaskowo-żwirowym). Metoda ta wykorzystuje procesy, jakie zachodzą w warunkach naturalnych na terenach podmokłych i bagiennych.

Oczyszczalnie roślinne można podzielić na:

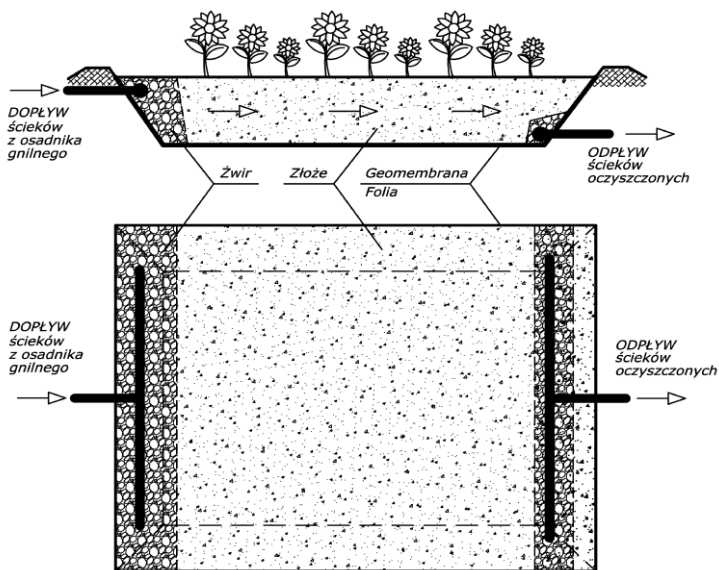
- systemy z powierzchniowym przepływem ścieków;
W systemie tym poziom - ścieków utrzymywany jest ponad powierzchnią gruntu, z kolei rośliny rosną ponad powierzchnią zwierciadła ścieków. Złoża tego typu nie są głębokie, składają się z układu do rozlewania ścieków oraz warstwy drenażowej do odprowadzania ścieków, większą część zajmuje warstwa mułu, w której zakorzeniona jest roślinność.
- systemy z podpowierzchniowym przepływem ścieków;
Poziom ścieków znajduje się poniżej powierzchni gruntu. Ścieki przepływają przez warstwę złoża gruntowego lub żwirowego. Na złożu rosną rośliny wspomagające proces oczyszczania. W tym przypadku złożo wyposażone jest w warstwę drenażową rozsączającą i drenaż odbierający ścieki oczyszczone.

Innym kryterium podziału jest kierunek przepływu ścieków. Według niego rozróżnia się oczyszczalnie:

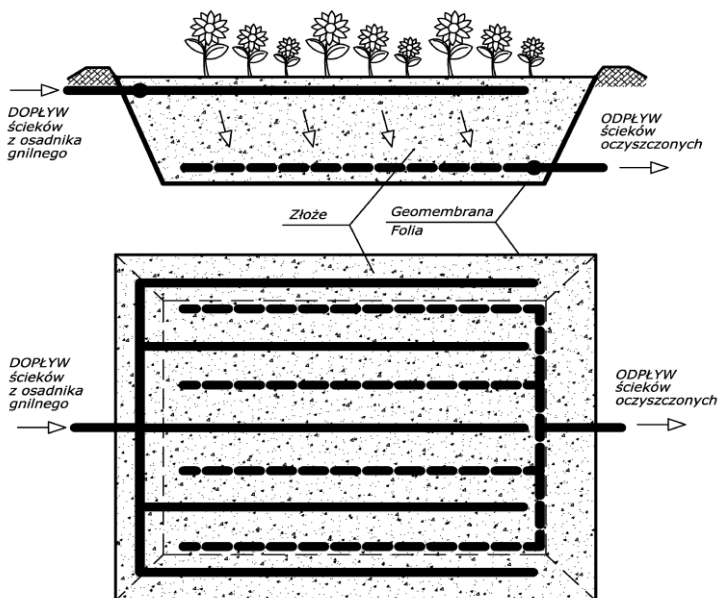
- z poziomym przepływem ścieków;
Ścieki dopływają w tym przypadku drenażem z jednej strony złoża, przepływają przez złożo i odpływają drenażem na drugim końcu warstwy filtracyjnej.
- z pionowym przepływem ścieków;
Ścieki doprowadzane są drenażem rozsączającym rozłożonym równomiernie płytko pod powierzchnią gruntu, przepływają dalej pionowo przez warstwę złoża i odpływają poprzez drenaż ułożony na dnie złoża. Przy pionowym przepływie wymagana jest większa grubość warstwy filtracyjnej.

We wszystkich przypadkach mamy do czynienia ze złożem, przez które przepływają ścieki. Złożo składa się z przepuszczalnych warstw żwiru o odpowiednim uziarnieniu i umieszczone jest w specjalnie ukształtowanej niecce z folii nieprzepuszczalnej (geomembrany) (Rys.2).

ZŁOŻE ROŚLINNE Z POZIOMYM PRZEPLYWEM ŚCIEKÓW



ZŁOŻE ROŚLINNE Z PIONOWYM PRZEPLYWEM ŚCIEKÓW



Rys.2. Rodzaje złożeń gruntowo-roślinnych z podpowierzchniowym przepływem ścieków.

Ścieki przepływające przez złoże i strefę korzeniową roślin są oczyszczane mechanicznie i biologicznie. Złoże żwirowe wraz z wytworzoną błoną biologiczną oraz korzeniami i obumarzonymi częściami roślin tworzą filtr posiadający zdolność do zatrzymywania i rozkładu zanieczyszczeń. Rośliny wykorzystywane w oczyszczalniach roślinnych to głównie gatunki, które można spotkać naturalnie na terenach podmokłych i bagiennych. Rośliny te posiadają tkankę powietrzną, która umożliwia dostarczanie tlenu do znajdujących się pod wodą korzeni. W ten sposób tlen przenika do przyległej warstwy złoża i w miarę wzrostu odległości jego zawartość maleje. W ten sposób powstaje ogromna ilość niewielkich stref tlenowych i beztlenowych zamieszkiwanych przez różnego typu mikroorganizmy. Ich różnorod-

ność powoduje, że procesy rozkładu zachodzą obok siebie w procesach tlenowych i beztlenowych powodując sprawne usuwanie substancji organicznych oraz związków biogenych. Zanieczyszczenia zawarte w ściekach stają się substancją pokarmową dla drobnoustrojów złoza oraz roślin zielonych. Większość zanieczyszczeń jest rozkładana i pochłaniana przez mikroorganizmy, z kolei głównym zadaniem roślin jest dostarczenie do złoza tlenu. Korzenie roślin poprawiają hydraulikę złoza, ułatwiając przepływ ścieków - pozwala to na wieloletnią sprawną eksploatację oczyszczalni. Rośliny poprzez pochłanianie wody ze złoza powodują dodatkowe zmniejszenie ilości odprowadzanych ze złoza ścieków oczyszczonych.

W warunkach polskich, gdzie decydujące o skuteczności oczyszczania są warunki zimowe użytkowania, bardziej uzasadniona jest budowa oczyszczalni z podpowierzchniowym przepływem ścieków. W tym przypadku nie ma problemu z zamarzaniem powierzchni ścieków i brakiem dostępu tlenu do złoza. W warunkach zimowych po obumarciu roślin występuje obniżenie skuteczności oczyszczania złoza roślinnego. Jednakże w procesie oczyszczania biorą udział głównie mikroorganizmy znajdujące się w złożu, dlatego proces oczyszczania nie zostaje zatrzymany. Zimą pozostawia się obeschłą roślinność na złożu, stanowi ona warstwę izolacyjną dla oczyszczalni. Można dodatkowo przed zimą zaizolować złoże warstwą słomy lub innej biomasy.

W zależności od rodzaju zastosowanego złoza do nasadzeń wykorzystuje się rośliny wodne lub wodnolubne spotykane na terenach podmokłych, są to przede wszystkim: pałka wodna, kosaciec, trzcina pospolita, wierzba wiciowa, ale również różnego rodzaju gatunki traw wodnolubnych (Rys.3). Złoże oczyszczalni powinno być obsadzone młodymi sadzonkami lub kępami roślin pozyskanych z naturalnych siedlisk. Rośliny powinny stanowić na powierzchni złoza mieszany układ - pozwala to na równomierny rozrost korzeni w całej objętości złoza oraz utrzymanie długiego czasu wegetacji kępy niezależnie od zróżnicowania okresu wzrostu poszczególnych gatunków. Dla ułatwienia dostępu do roślin na złożu stosuje się deski-pomosty. Poruszanie się po deskach zabezpiecza przed niepotrzebnym zagęszczaniem złoza oraz uszkodzeniami systemu korzeniowego.

Skuteczność usuwania zanieczyszczeń w oczyszczalniach roślinnych sięga:

- ✓ 80-90% zawiesiny i zanieczyszczeń organicznych,
- ✓ pobór azotu zależy od rodzaju złoza i nasadzonej roślinności, fosfor wiązany jest na ziarnach gruntu i przez chemiczne strącanie – sprawność usuwania biogenów sięga 50-70%.

Powierzchnia złoza powinna być nie mniejsza niż $5\text{m}^2/\text{M}$ (m^2 na mieszkańca). Jednakże dla skutecznego oczyszczania ścieków w okresie zimowym powinna wynosić około $10\text{m}^2/\text{M}$. Oczyszczone ścieki można kierować do rozsączenia w gruncie, odprowadzać do cieku lub bezodpływowego oczka wodnego.



Kosańce
(*Iris pseudacorus*)



Wierzba wiciowa
(*Salix viminalis*)



Pałka wodna
(*Typha*)



Turzycza bagienna
(*Carex limosa*)



Sitowie leśne
(*Scirpus sylvaticus*)



Trzcina pospolita
(*Phragmites australis*)

Rys.3. Roślinność stosowana do oczyszczania ścieków na złożach roślinnych



Rys.4. Oczyszczalnia roślinna po zakończeniu budowy.

Filtry piaskowe

Innym sposobem oczyszczania ścieków po osadniku gnilnym są filtry piaskowe. Istota działania filtra polega na fizykochemicznym i biologicznym oczyszczaniu ścieków w złożu żwirowo-piaskowym. Drobne zawiesiny zatrzymywane są na złożu, a materia organiczna rozkładana jest przez mikroorganizmy rozwijające się na materiale złoża.

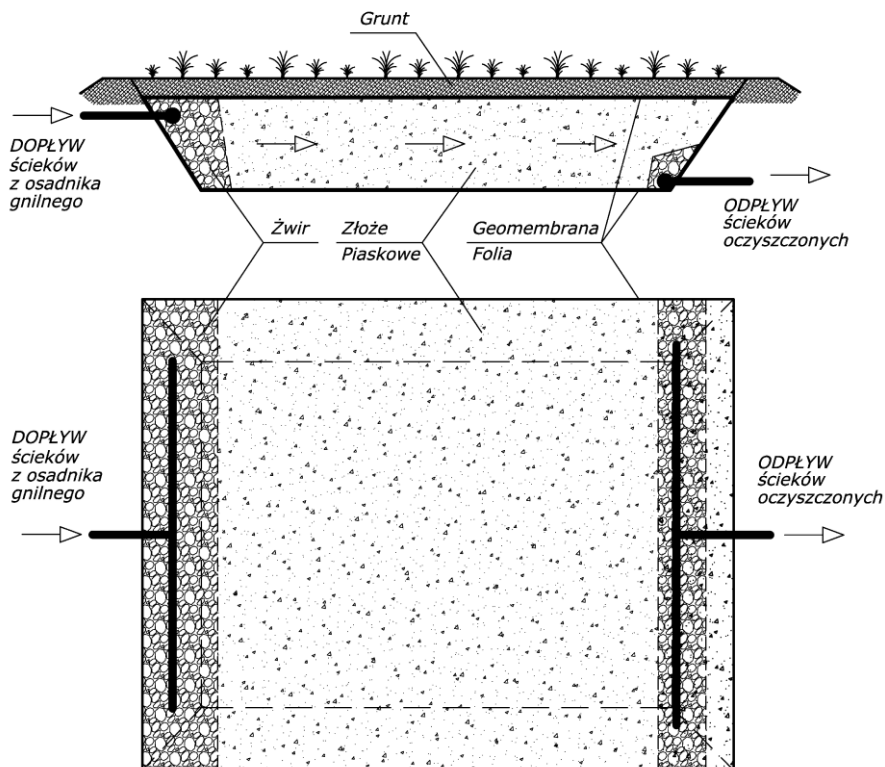
Filtry piaskowe dzieli się ze względu na przepływ ścieków na:

- filtry o pionowym przepływie ścieków,
- filtry o poziomym przepływie ścieków.

Budowa niecki złoża filtracyjnego jest podobna jak dla złóż oczyszczalni roślinnych. W tym przypadku proces oczyszczania zachodzi w wyłącznie gruncie, a całość złoża może być przekryta gruntem rodzimym (Rys.5). Grubość warstwy filtracyjnej wynosi 0,6-0,9m. Powierzchnia złoża to około $7-8\text{m}^2/\text{M}$.

Filtry piaskowe charakteryzują się dobrymi efektami oczyszczania. Następuje w nich znaczne usunięcie zawiesiny, materii organicznej, ale również związków azotu i fosforu. Filtry piaskowe mogą służyć jako kolejny stopień oczyszczania po osadnikach gnilnych. Doskonale nadają się do doczyszczania ścieków po złożach biologicznych lub złożach roślinnych, przed ich odprowadzeniem do wód powierzchniowych. W tym przypadku zapewnią skuteczne oczyszczenie ścieków.

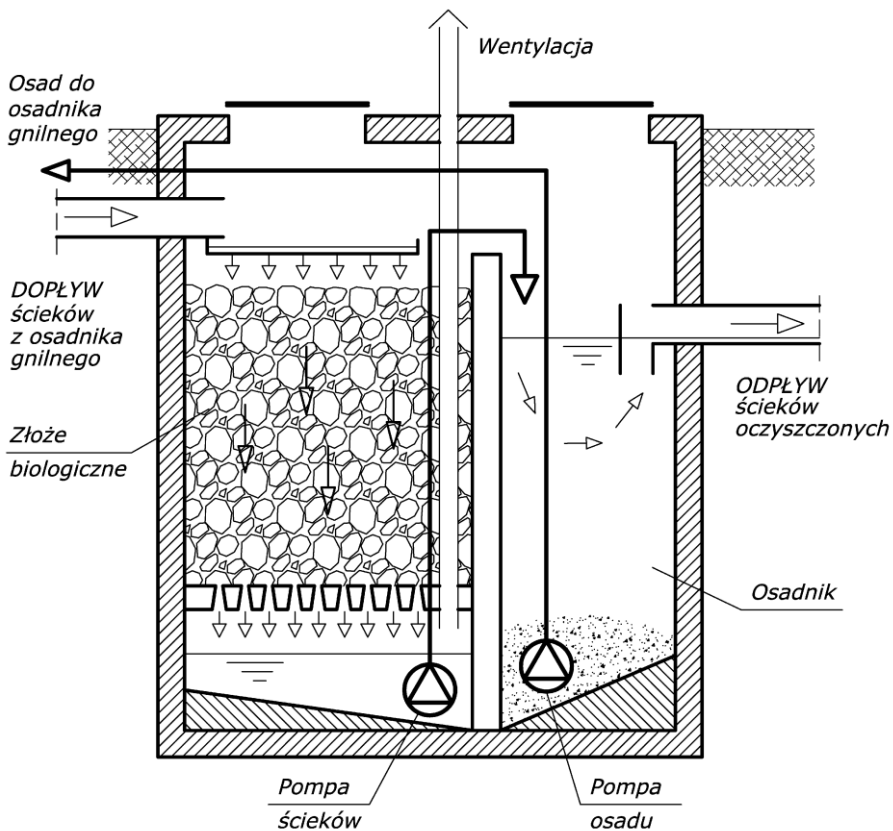
ZŁOŻE PIASKOWE Z POZIOMYM PRZEPLYWEM ŚCIEKÓW



Rys.5. Filtr piaskowy.

Złóża biologiczne

Klasyczne złóża biologiczne są urządzeniami służącymi do biologicznego rozkładu substancji organicznej zawartej w ściekach. W urządzeniach tych ścieki przepływają przez warstwę wypełnienia (złoża) z materiału, na którym rozwija się błona składająca się z mikroorganizmów wykorzystujących zanieczyszczenia zawarte w ściekach jako pokarm. W przydomowych oczyszczalniach ścieków najczęściej wykorzystuje się kompaktowe, zabudowane w zbiorniku złoża zraszane, w których ścieki rozlewa się cyklicznie na powierzchnię złoża (Rys.6). Ścieki przepływają przez warstwę wypełnienia, jakim są plastikowe kształtki lub żwir o odpowiedniej granulacji. W warstwie złoża występują strefy dotlenione (napowietrzone) oraz strefy niedotlenione (niedobór tlenu), gdzie mogą rozwijać się różne rodzaje mikroorganizmów rozkładających zanieczyszczenia organiczne. Złóża biologiczne stosowane są głównie do usuwania zanieczyszczeń organicznych (BZT_5) i nityfikacji związków azotu do azotanów. Przy zastosowaniu w złożu stref o różnej zawartości tlenu oprócz substancji organicznych usuwane są częściowo związki azotu (redukcja azotanów do azotu gazowego) i fosforu (wbudowanie w biomasę osadu).



Rys.6. Złożo biologiczne zraszane z osadnikiem.

Najczęściej stosowanym i prostym rozwiązaniem jest złożo o przepływie pionowym z warstwą o grubości i powierzchni zależnej od ilości oczyszczanych ścieków. Ścieki doprowadzane są na złożo za pomocą układu pompowego i systemu tryskaczy lub rur perforowanych. Złożo może być wykonane jako obiekt wolnostojący lub zagłębiony w gruncie. Powinno być obudowane i zaizolowane termicznie, aby mogło sprawnie funkcjonować zimą. Powierzchnia złoża powinna być zadaszona i

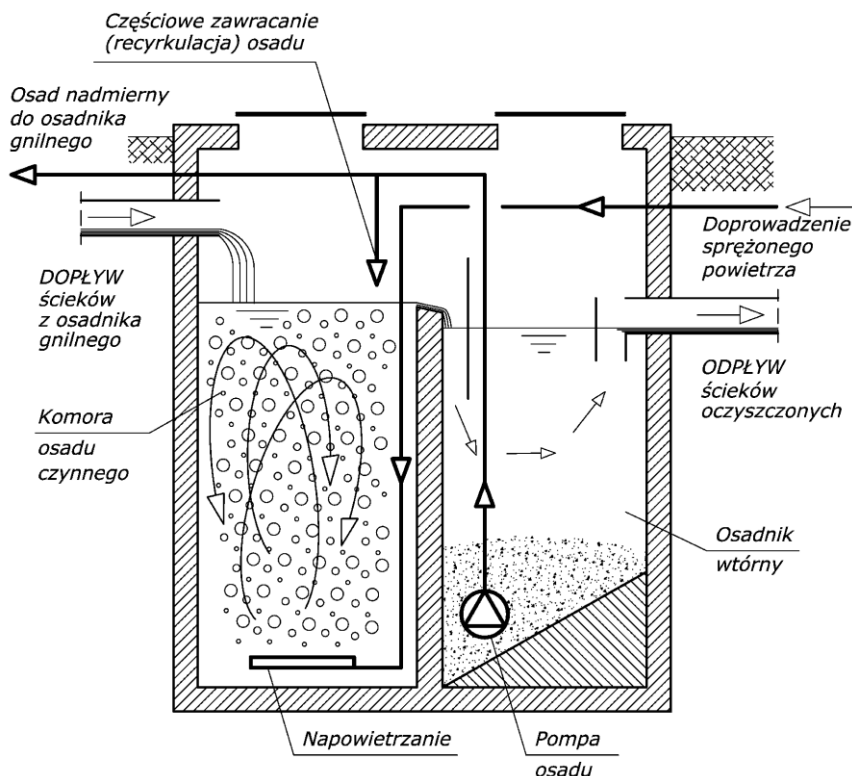
zabezpieczona przed dostępem wód deszczowych. Niecka, w której zabudowane jest złoże musi być szczelna, by nie dopuścić do przedostania się ścieków do wód gruntowych.

Zależnie od skuteczności oczyszczania biologicznego, odprowadzane ścieki oczyszczone mogą być kierowane bezpośrednio do odbiornika lub też powinny być poddane doczyszczaniu na złożu filtracyjnym, złożu gruntowo-roślinnym lub rozsączone w gruncie.

Oczyszczalnia z osadem czynnym

Oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego polega na oczyszczaniu ich w objętości osadu biologicznego zawierającego masę drobnych kłaczek mikroorganizmów. Doprowadzana ze ściekami substancja organiczna stanowi pożywienie dla drobnoustrojów osadu, a w komorze prowadzi się intensywne napowietrzanie i mieszanie. Podczas oczyszczania następuje przyrost masy mikroorganizmów, która jest odprowadzana dalej do osadnika w celu oddzielenia oczyszczonych ścieków od masy osadu. Część osadu kierowana jest z powrotem do komory osadu czynnego, natomiast nadmiar usuwany do unieszkodliwiania lub w przypadku małych oczyszczalni trafia do osadnika gnilnego, gdzie jest poddany procesowi fermentacji.

Proces oczyszczania w technologii osadu czynnego jest bardzo wymagający w użytkowaniu, dodatkowo konieczne jest wyposażenie układu w system napowietrzania mechanicznego oraz mieszania. Oczyszczalnie tego typu oferowane są przez producentów, jako gotowe konstrukcje do zabudowy (Rys.7). Niewątpliwą zaletą oczyszczalni z osadem czynnym jest niewielki rozmiar instalacji w porównaniu do innych metod oczyszczania. Całość instalacji mieści się zwykle w jednej komorze i nie wymaga dużego terenu pod zabudowę. Odpowiednia konfiguracja układu technologicznego pozwala na usuwanie, poza związkami organicznymi i zawiesziną, również azotu i fosforu.



Rys.7. Oczyszczalnia z osadem czynnym.

Zbiorniki na ścieki oczyszczone

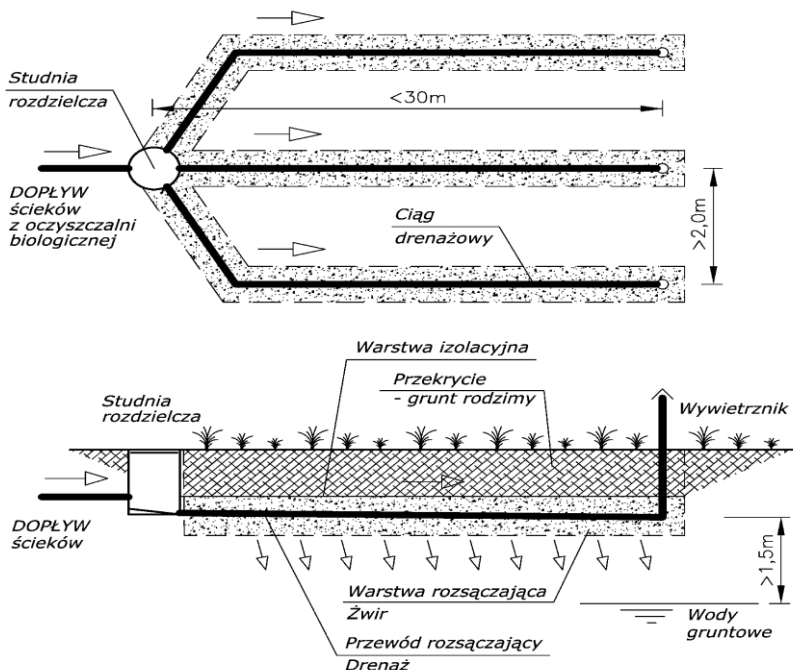
Ścieki oczyszczone mogą być odprowadzane do wód powierzchniowych lub gruntu. Jeśli w pobliżu nie ma naturalnego odbiornika wód, zamiast wprowadzać ścieki do ziemi, co zawsze niesie zagrożenie skażenia wód gruntowych, lepiej gromadzić ścieki w zbiorniku otwartym w formie stawu lub oczka wodnego. Możliwe są dwa rozwiązania zbiorników ścieków oczyszczonych:

- szczelne zbiorniki bezodpływowe wysychające,
- zbiorniki bezodpływowe pozwalające na powolne wsiąkanie ścieków oczyszczonych do gruntu.

Zbiorniki szczelne posiadają izolację z folii nieprzepuszczalnej. Niecka jest wyprofilowana i zagospodarowana w taki sposób, by służyła jako staw z roślinnością wodną. Staw posiada objętość i powierzchnię zabezpieczającą przed przepełnieniem i zapewniającą odparowanie wody lub pochłanianie przez roślinność. Zbiorniki z dnem chłonnym są również urządzone w formie stawu z roślinnością wodną. W tym przypadku dno zbiornika zbudowane jest w taki sposób, aby następowało powolne wsiąkanie wód do gruntu. W obu przypadkach w zbiornikach następuje dodatkowe doczyszczenie ścieków oraz wykorzystanie pozostałych substancji biogenych jako nawozu dla flory i fauny wodnej.

Drenaż rozsączający

Drenaż służy do rozprowadzania oczyszczonych ścieków w gruncie. Powinien być stosowany jako końcowy element po osadniku i oczyszczalni biologicznej. Jednakże u nas w kraju proponowany jest często jako urządzenie do oczyszczania ścieków. Drenaż składa się z układu rur rozsączających umieszczonych w rowach wypełnionych specjalnie dobraną warstwą filtracyjną (Rys.8). Całość przykryta jest warstwą gleby. Odległość dna drenażu od wód gruntowych powinna wynosić minimum 1,5m. Dobrze zaprojektowany drenaż rozsączający ma pewną zdolność do oczyszczania ścieków, jednak ze względu na brak możliwości kontroli ich jakości przy wprowadzaniu do gruntu, nie powinien być stosowany jako urządzenie do oczyszczania ścieków.



Rys.8. Drenaż rozsączający.

Studnie chłonne

Studnia chłonna służy do wprowadzania oczyszczonych ścieków do gruntu. Zbudowana jest z kręgów betonowych i posiada dno wykonane z warstwy filtracyjnej składającej się z piasku i żwiru. Przy tym sposobie odprowadzania ścieków również bardzo istotna jest odległość od zwierciadła wód gruntowych - wynosząca powyżej 1,5m. Ze względu na punktowe wprowadzanie ścieków do ziemi, studnie chłonne mają zastosowanie, gdy nie ma możliwości innego sposobu odprowadzania ścieków.

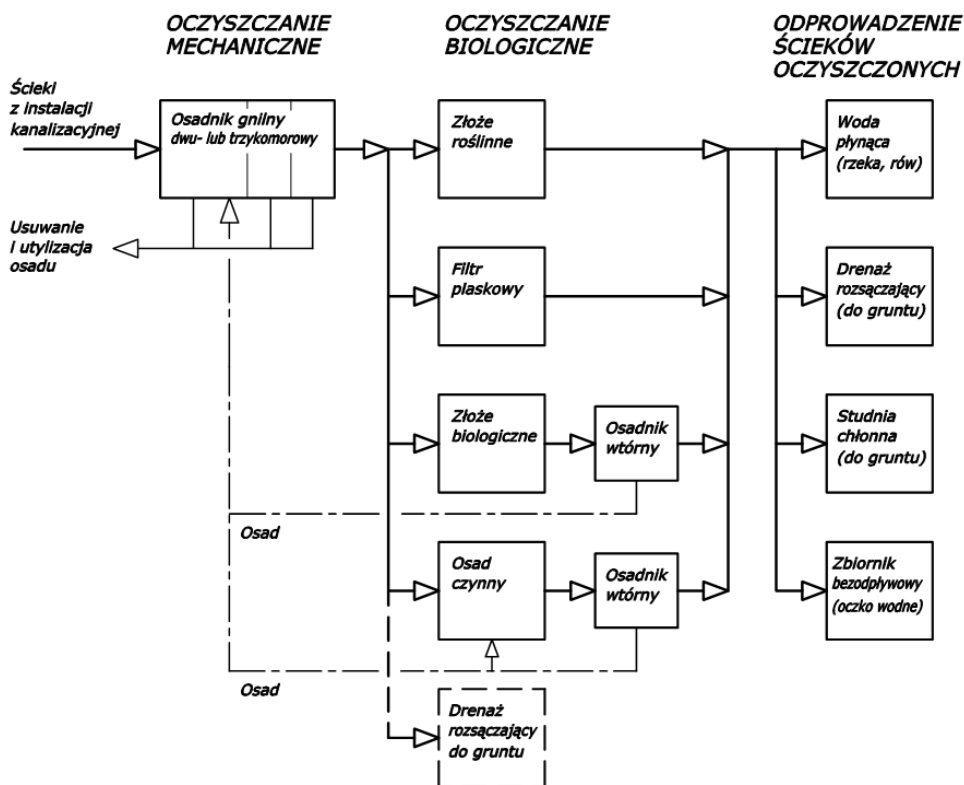
MOŻLIWE ROZWIĄZANIA TECHNOLOGICZNE OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

Proponowane układy oczyszczalni przydomowych

Kompletna przydomowa oczyszczalnia ścieków bytowych składa się z co najmniej z 2 elementów, jakimi są:

- urządzenie do mechanicznego oczyszczania ścieków - osadnik gnilny,
- urządzenie do biologicznego oczyszczania ścieków.

Czasami stosuje się dodatkowy stopień oczyszczania po biologicznej oczyszczalni ścieków. Bardziej rozbudowane układy pojawiają się w przypadku oczyszczalni obsługujących większą ilość mieszkańców lub przy nietypowym składzie ścieków. Uzyskuje się wtedy lepszy efekt oczyszczenia ścieków i większą odporność układu na zmiany w parametrach dopływających ścieków. Możliwe schematy oczyszczania ścieków przedstawiono na Rys.9.



Rys.9. Schematy oczyszczania ścieków bytowych

Co z osadami ściekowymi?

Podczas użytkowania każdej oczyszczalni przydomowej powstaje osad ściekowy, który należy zagospodarować. Osad powstaje w osadniku gnilnym w wyniku gromadzenia łatwoopadłej zawiesiny na dnie zbiornika. Osad pomimo długiego czasu fermentacji w osadniku zawiera znaczne ilości substancji organicznej oraz mikroorganizmów niebezpiecznych dla zdrowia. Konieczne jest unieszkodliwienie osadu, tak by nie stanowił zagrożenia sanitarnego.

Osad usuwany jest z osadnika z częstotliwością zależną od ilości obsługiwanych mieszkańców i pojemności osadnika - zwykle raz na kilka miesięcy, maksymalnie do roku. Zbyt rzadkie usuwanie osadu może doprowadzić do przepełnienia zbiornika i wypływania osadu do części biologicznej oczyszczalni, doprowadzając do jej zniszczenia.

Najprostszym sposobem zagospodarowania osadu ściekowego jest jego usunięcie taborem asenizacyjnym. W większości przypadków zamówienie usługi opróżnienia zbiornika i wywozu osadu nie stanowi problemu. Ważnym jest, by otrzymać potwierdzenie wywozu osadu. Dokument należy przechowywać i okazywać w przypadku kontroli. Dla możliwości obsługi przez wóz asenizacyjny należy zapewnić dogodny dojazd do osadnika. Wóz powinien mieć możliwość podjechania w pobliże osadnika. Długość węża ssawnego pompy próżniowej w wozie wynosi 6-12m, a maksymalna wysokość ssania to 5-6m. W osadniku należy pozostawić ok. 20-25% osadu, pozwala to na szybsze rozpoczęcie procesu fermentacji świeżych osadów.

Odbierany osad wywożony jest do dużych oczyszczalni ścieków, gdzie powinien być przerabiany wraz z osadami ściekowymi.

Taki sposób zagospodarowania osadu jest najmniej uciążliwy dla użytkownika oczyszczalni przydomowej. Wiąże się jednak z koniecznością poniesienia kosztów wywozu.

W przypadku, gdy nie ma możliwości wywozu osadu z oczyszczalni - z powodu dużych kosztów wywozu (duża odległość wywozu) lub braku możliwości dojazdu wozu asenizacyjnego - konieczne jest zagospodarowanie osadu przez użytkownika oczyszczalni.

Osad ściekowy stanowi znaczne zagrożenie sanitarne, ale równocześnie ma bardzo dobre własności nawozowe, dlatego korzystnym rozwiązaniem jest jego przyrodnicze zagospodarowanie. By osad mógł być wykorzystany konieczne jest jego stabilizacja i higienizacja:

- Stabilizacja - polega na przetworzeniu osadu w taki sposób, aby zlikwidować jego zdolność do zgniwania, głównie poprzez rozkład masy organicznej osadu.
- Higienizacja - polega na zmniejszeniu ilości lub likwidacji organizmów chorobotwórczych żyjących w osadzie.

Osad z pochodzący z osadników gnilnych jest częściowo ustabilizowany. Podczas długiego przetrzymania w komorze masa organiczna ulega częściowo rozłożeniu w wyniku fermentacji. Osad wymaga jednak dodatkowego ustabilizowania i higienizacji. Stabilizacja osadu wraz z jego higienizacją możliwa jest do zrealizowania w warunkach gospodarskich dwoma sposobami, poprzez:

- wapnowanie,
- kompostowanie z odpadami organicznymi.

Wapnowanie polega na mieszaniu osadu z wapnem hydratyzowanym lub palonym. Dzięki procesowi (szczególnie w przypadku zastosowanie wapna palonego) następuje chwilowy wzrost temperatury i odczynu osadów oraz dalszy rozkład materii organicznej i odparowanie części wody. Mieszanie powinno być prowadzone z udziałem np. słomy na szczelnej niecce lub płycie (płyta gnojowa) – Rys.10. Wapnowany osad powinien poleżeć, najlepiej pod przykryciem, przez okres około miesiąca.



Rys.10. Osad zmieszany z wapnem

Kompostowanie polega na mieszaniu osadu z odpadami organicznymi. Proporcja osadu i odpadów (resztki roślin, słoma, liście, drewno) powinna być tak dobrana, by osad nie był nadmiernie wilgotny. Rozdrobnienie masy kompostowej powinno dawać jednolitą mieszankę, ale o strukturze pozwalającej na „oddychanie” kompostu. Masa kompostowa układana jest w pryzmy i wymaga okresowego przerzucenia w celu dodatkowego napowietrzenia. Kompost uzyskuje dojrzałość po minimum półrocznym okresie przeróbki (Rys.11)



Rys.11. Kompostowanie osadu w gospodarstwie

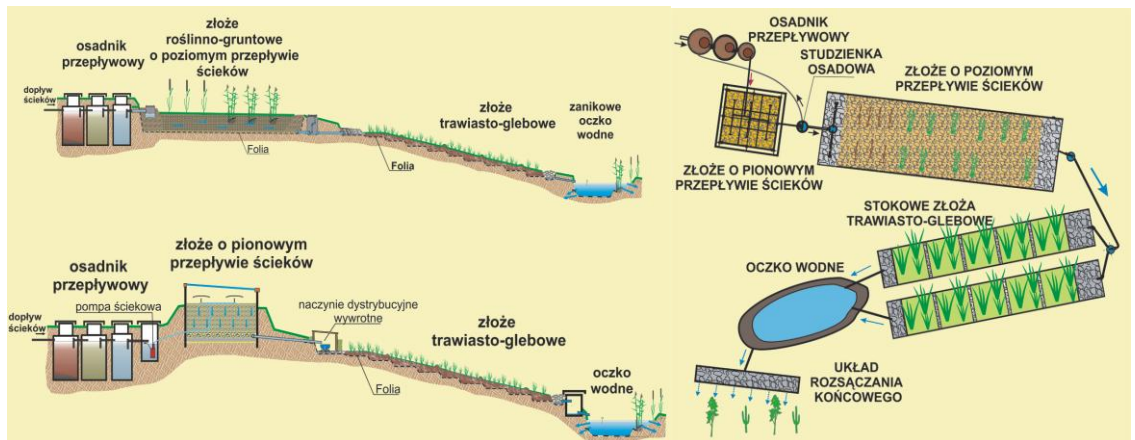
Ustabilizowane osady nadają się do wykorzystania przyrodniczego jako nawóz. Regulacje i ograniczenia dotyczące przyrodniczego wykorzystania osadów zawarto w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U. 2002/134/1140).

Usuwanie i wykorzystanie osadów najlepiej prowadzić wiosną przed rozpoczęciem wegetacji roślin. Osadu nie należy zagospodarowywać przez rozlewanie na powierzchnię złoża gruntowego lub roślinnego przydomowej oczyszczalni ścieków. Spowoduje to szybkie zmniejszenie zdolności do oczyszczania biologicznego i filtracji w złożu.

DOBRE PRAKTYKI W GOSPODAROWANIU ŚCIEKAMI NA PRZYKŁADZIE ROZWIĄZAŃ GCBiW W TYLICZU

Oczyszczanie ścieków bytowych na terenach wiejskich Małopolski - Zagrodowe instalacje do oczyszczania ścieków bytowych

Prezentowany system hybrydowych instalacji do oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych (Rys.12) jest skuteczną, sprawdzoną w toku wieloletnich badań, ofertą wdrożeniową Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego Górskiego Centrum Badań i Wdrożeń w Tylliczu. Składa się z urządzeń technicznie dopasowanych do lokalnych wymagań ochrony środowiska, szczególnie na terenach wiejskich wymagających zwiększonej ochrony zasobów przyrodniczych.



Rys.12. Konfiguracja urządzeń składowych oczyszczalni wg koncepcji GCBiW Tyllicz

Przy pomocy tego typu instalacji można całkowicie unieszkodliwić i zagospodarować ścieki bytowo-gospodarcze w obrębie pojedynczej posesji, grupy gospodarstw lub budynków użyteczności publicznej (np. szkoły, świetlice wiejskie itp.). Zastosowane rozwiązania są połączeniem osiągnięć klasycznej techniki sanitarnej, złóż gruntowo-roślinnych o różnej konfiguracji, użytków zielonych (wraz z dodatkowymi nasadzeniami krzewów) i gleby, jako środowiska, w którym następuje końcowe doczyszczanie odcieków, przede wszystkim z pozostałości składników biogenych (Rys.13). Nie ma przy tym niekorzystnego oddziaływania instalacji na mieszkańców i na inwentarz żywy.

Złożone procesy oczyszczania ścieków przebiegają tu w trakcie wielokierunkowej filtracji w mineralnych ośrodkach porowatych, w różnorodnych, odpowiednio skonfigurowanych złożach gruntowo-roślinnych, charakteryzujących się, m. in., szczególnie pożądaną w warunkach wiejskich bezwładno-

ścią technologiczną. Dodatkowo, na obrzeżach obszaru rozsączania końcowego można również z powodzeniem urządzić plantacje wierzbowe o 2 i 4-letnim systemie rotacyjnym (wycinanie krzewów) i wykorzystywać uzyskiwany w ten sposób materiał drzewny na cele ogólnogospodarcze.

W wyniku zamierzonych działań realizowana jest w praktyce koncepcja "bezodciekowego" zagospodarowania oczyszczonych ścieków w środowisku glebowo- roślinnym z wykluczeniem ich bezpośredniego zrzutu do odbiorników wodnych. Koncepcja IBMER przewiduje również uzdatnianie, a następnie wykorzystanie przerobionych osadów z osadnika jako nawozu.

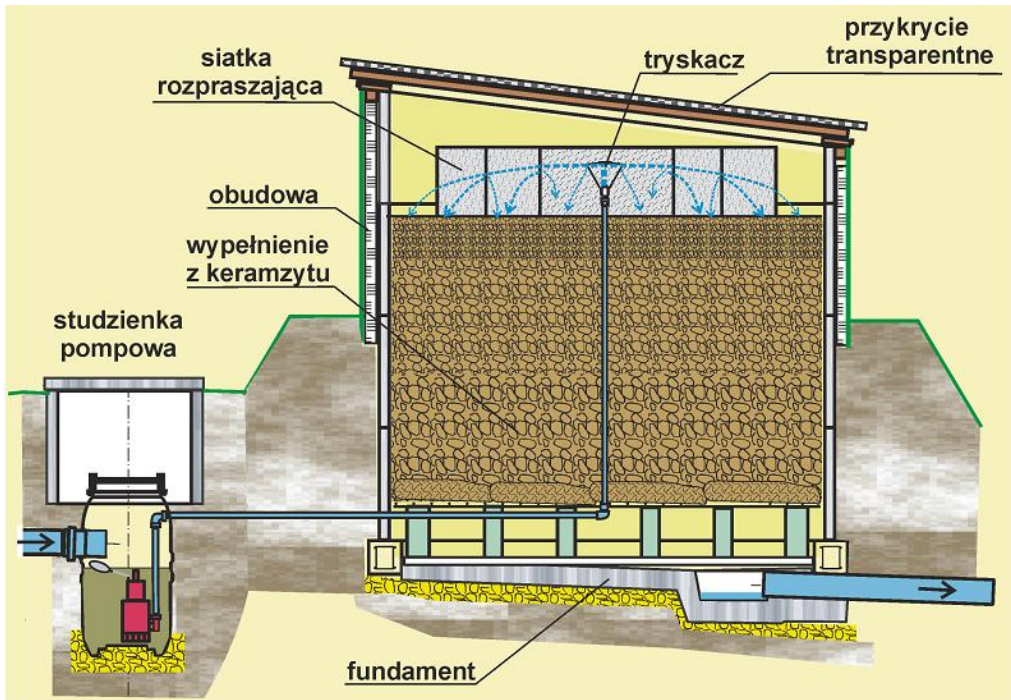


Rys.13. Możliwość zagospodarowania oczyszczonych ścieków w przydomowym oczku wodnym

Istotną cechą oferowanych przez IBMER rozwiązań jest ich możliwość wielowariantowej rozbudowy i dalszego "dozbrajania" w urzędzenia intensyfikujące procesy oczyszczające, w razie potrzeby wynikającej z oceny działania konkretnego obiektu. Szczególną zaletą omawianego sposobu oczyszczania jest to, że w koncepcji Instytutu do środowiska glebowo-roślinnego (w celu ostatecznego doczyszczania) podawane są odcieki już oczyszczone w procesach mechaniczno-biologicznych oraz to, że jest możliwość stałej kontroli ich jakości. Po wstępnym oczyszczeniu ścieków w osadnikach, a następnie w złożach gruntowo-roślinnych i glebowo-roślinnych oraz po końcowym doczyszczaniu odcieków w glebie nie należy się obawiać zagrożeń sanitarnych dla wód podziemnych zalegających pod nawadnianym terenem.

Złoże o pionowym przepływie ścieków

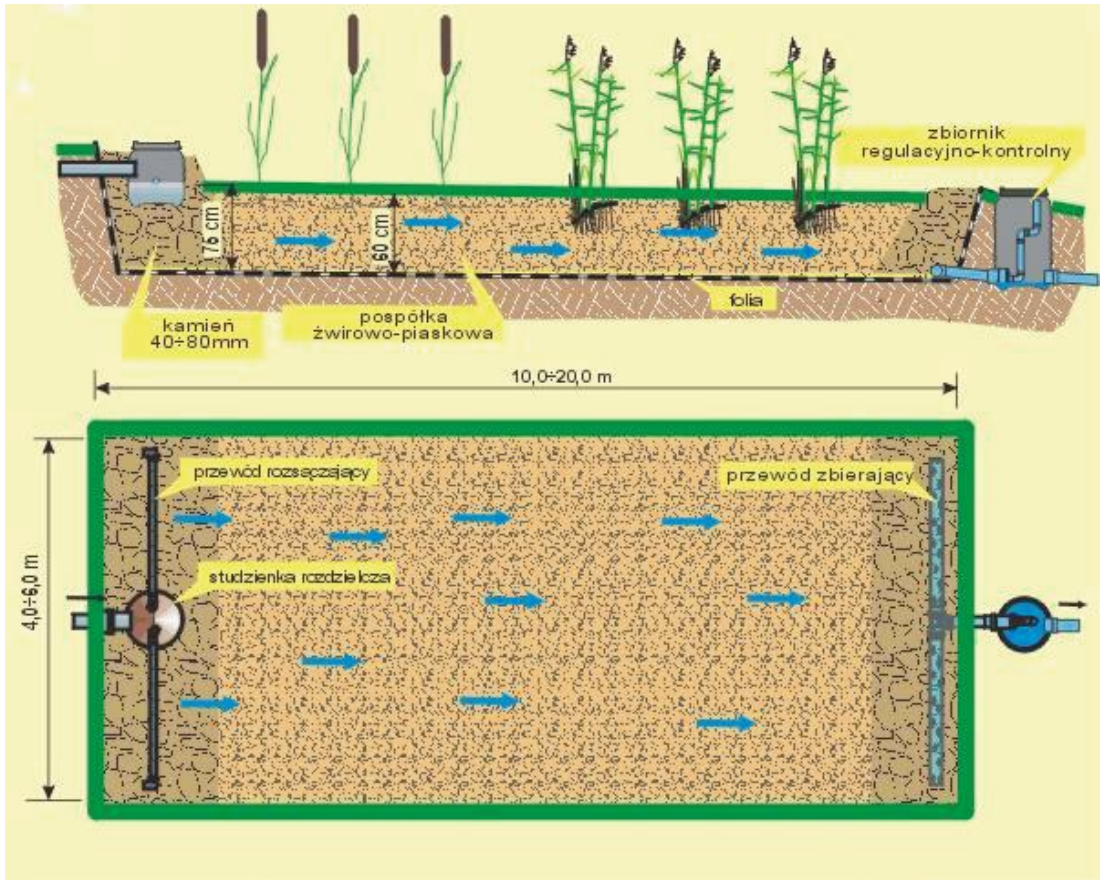
Złoża o przepływie pionowym (Rys.14), dzięki zastosowaniu specjalnego, deszczownianego sposobu zadawania porcji ścieków na powierzchnię złoża, wielowarstwowej strukturze jego wypełnienia, a także zastosowaniu transparentnych zadaszeń, spełniających rolę kolektorów słonecznych, pozwalają osiągać znaczące sprawności mineralizacji zanieczyszczeń typu węglowego (powyżej 80% BZT₅ i 75% ChZT), ponad 65% zatrzymanie zawiesin, a także ponad 50% nityfikację jonów amonowych.



Rys.14. Złoże biologiczne o pionowym przepływie ścieków

Złoże roślinno-gruntowe o poziomym przepływie ścieków

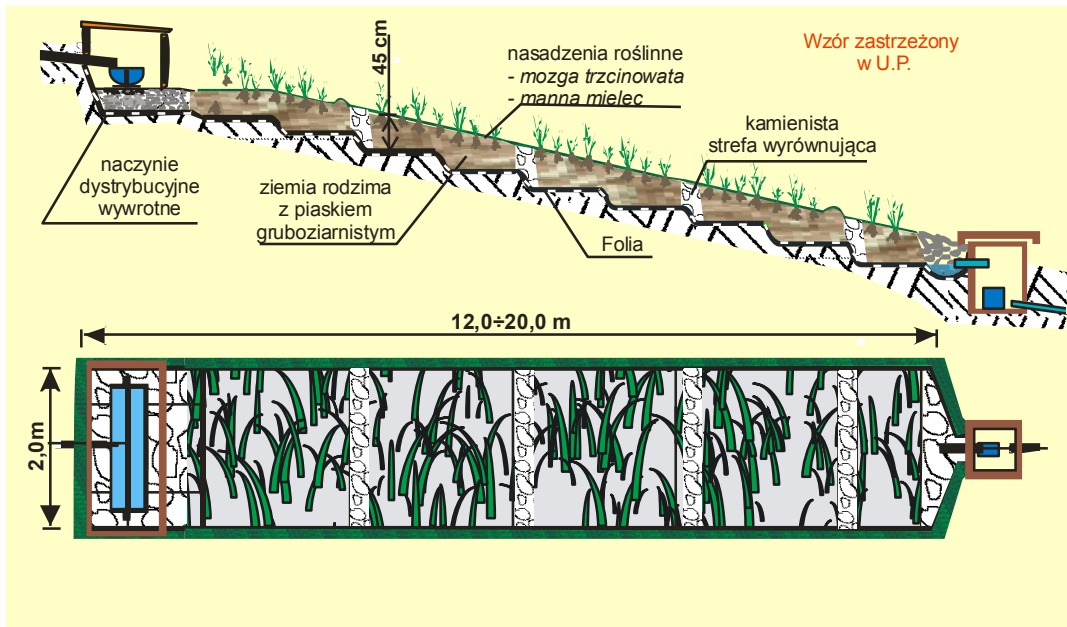
Złoże gruntowo-roślinne o poziomym przepływie ścieków (Rys.15) są adaptacją podobnych obiektów do oczyszczania ścieków typu bagiennego, zwanych w nomenklaturze zagranicznej, jako „constructed wetlands”. W odróżnieniu od złożeń o pionowym przepływie ścieków, w których dominują procesy mineralizacji tlenowej, złoże filtracyjne o przepływie poziomym są typowym reaktorem przemian beztlenowych.



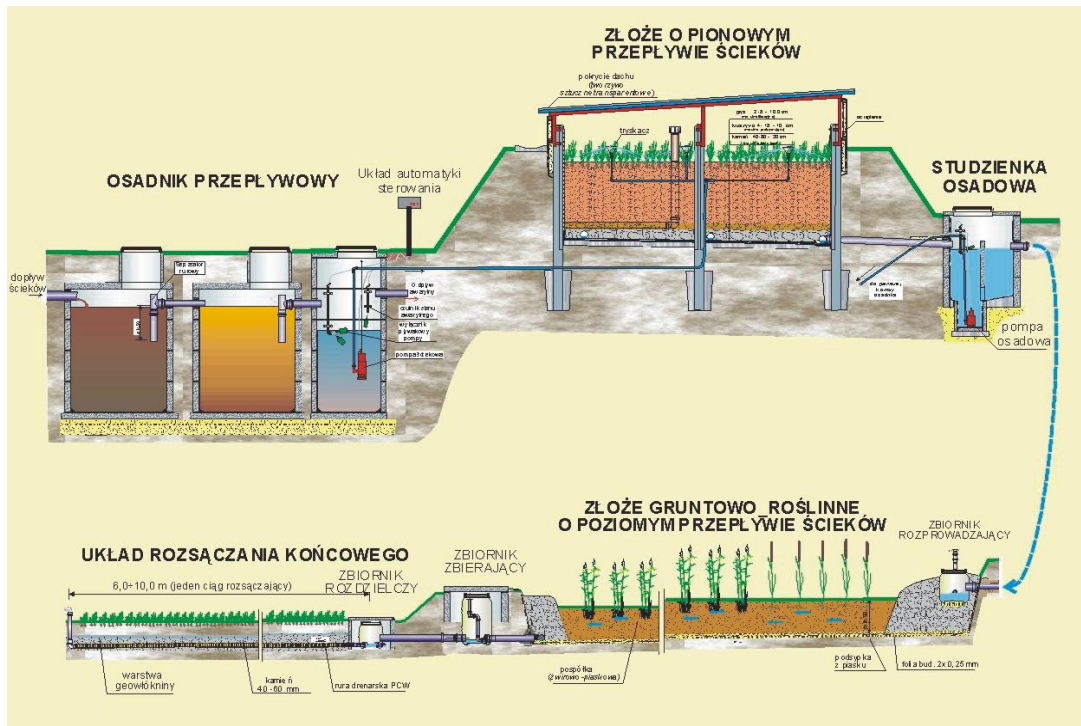
Rys.15. Złoże gruntowo-roślinne

Stokowe złoża trawiasto-gruntowe

Stokowe złoża trawiasto-glebowe (Rys.16) to oryginalny pomysł IBMER w Tyliczu w postaci bardzo skutecznych i jednocześnie estetycznych roślinnych pasów, przy których budowie wykorzystuje się naturalną konfigurację spadków terenowych, a poprzez specjalne wyprofilowanie ich dna i dobór mieszanki wypełnienia uzyskuje się pożądaną prędkość filtracji. Stokowe złoża trawiasto-glebowe w układach instalacji oczyszczających są bardzo skutecznym reaktorem w procesach mineralizacji substancji węglowych, zwiększając sprawność zmniejszania wskaźników tlenowych zanieczyszczeń określonych przez BZT₅ do ponad 95 % i do ponad 85 % w przypadku ChZT, zarówno w okresach letnich jak i zimowych. Złoża te mają znaczący wpływ na intensyfikację procesów nitryfikacji (do poziomu 93 ÷ 99 %), niezależnie od pory roku. Zapewniają one wysoką wydajność usuwania azotu całkowitego dochodzącą do 96 % w warunkach letnich i 54 % w warunkach zimowych, gdy temperatura oczyszczanych ścieków spada nawet poniżej 3°C.



Rys.16. Złoże trawiasto-gruntowe



Rys.17. Schemat oczyszczalni gruntowo-roślinnej dla obiektów użyteczności publicznej i usług turystycznych do 30 RLM.

Przedstawione rozwiązania umożliwiają pełną i całoroczną ochronę środowiska przyrodniczego i są szczególnie przydatne na terenach przyrodniczo cennych, pozbawionych możliwości budowy konwencjonalnych systemów kanalizacyjnych.



Rys.18. Oczyszczalnia gruntowo-roślinna zimą

Dobre praktyki rolnicze w gospodarce nawozowej

Odchody zwierzęce: cenne nawozy naturalne czy potencjalne zagrożenie dla środowiska przyrodniczego?

- Niewłaściwa gospodarka odchodami zwierzęcymi w obrębie gospodarstwa, a przede wszystkim ich nieodpowiednie składowanie jest źródłem zagrożenia nie tylko dla środowiska przyrodniczego, ale również dla ludzi i zwierząt. W zdecydowanej jeszcze większości przypadków składowanie i gromadzenie odchodów zwierzęcych w gospodarstwach rolniczych odbywa się na nieprzygotowanym do tego celu podłożu, co jest przyczyną wypływu wód gnojowych i gnojówki z miejsc składowania (przechowywania) do cieków wodnych, powodując skażenie i degradację lokalnych zasobów wodnych.



Rys.19. Charakterystyczny – niestety - obrazek polskiej wsi

- Zanieczyszczenia gruntu wokół miejsc składowania obornika przez ociekające z przyzmy obornikowej wody gnojowe tworzą nieestetyczny wygląd w otoczeniu gospodarstwa, powodują silne punktowe zanieczyszczenia i obszarowe przenoszenie ich w głąb podglebia.
- Problem ten nabiera szczególnego znaczenia w gospodarstwach położonych na terenach górskich w pobliżu których znajdują się rzeki, potoki i strumienie.
- Zanieczyszczenie związkami azotowymi: gleby, wód gruntowych i studni zasilanych tymi wodami oraz cieków wodnych powodują ogólną degradację otaczającego środowiska, w sposób radykalny obniżają zdolność małych cieków wodnych (potoków) do samooczyszczania się, powodując zamieranie w nich życia biologicznego, stwarzając w końcu realne zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt.
- Szczególne znaczenia nabiera gospodarka odchodami zwierzęcymi i bytowo-gospodarczymi w gospodarstwach, zamierzających świadczyć usługi agroturystyczne. Stąd też utylizacja odchodów powinna być szeroko upowszechniana i stosowana w praktyce, również i w gospodarstwach górskich na terenach o zabudowie rozproszonej, gdzie proekologiczne standardy były dotychczas marginalizowane, a gdzie gospodarcze i agroturystyczne oczekiwania wynajmujących i ich klientów są coraz większe.
- Bałagan nawozowy wokół budynków inwentarskich (rozrzucona przyzma obornika, wyciekająca z niej i rozlewająca się po posesji woda gnojowa) niejako automatycznie pozbawia takie gospodarstwo szans na sukcesy w działalności agroturystycznej.
- Straty azotu z nawozów gospodarskich w postaci emisji amoniaku do atmosfery, a także ulatnianie się innych związków, jak: tlenki azotu NO i N₂O, dwutlenek węgla CO₂, metan CH₄ oraz siarkowodor H₂S pogarszają jakość powietrza w otoczeniu gospodarstwa, wpływają na ogólny bilans

zanieczyszczeń środowiska, w tym wzrost zagrożeń, m. innymi z tzw. kwaśnych deszczy i pogłębiającego się efektu cieplarnianego.

- Antyosanitarna gospodarka nawozami gospodarskimi może powodować rozprzestrzenianie się chorób zakaźnych, na przykład poprzez ich przenoszenie przez zwierzęta i ptactwo grzebiące na rozrzuconych odchodach. Źle składowany obornik jest środowiskiem sprzyjającym przeżywaniu wirusów i bakterii chorobotwórczych oraz jaj robaków. Przeżywalność zarazków chorobotwórczych w warunkach pozaustrojowych zwierząt może wynosić od 2-ch do 210-ciu dni.

Straty składników plonotwórczych z powodu niewłaściwego składowania nawozów naturalnych:

Przechowywanie obornika bezpośrednio na nieuszczelnionym gruncie, bez zbiornika na wody gnojowe oraz niewłaściwe formowanie i utrzymanie przyzmy powoduje straty składników nawozowych dochodzące nawet do :

- × 50 % substancji organicznej,
- × 35 % azotu,
- × 20 % fosforu,
- × 50 % potasu.

Straty związków biogenych z tak przechowywanego obornika mogą być nawet równoważne:

- × 60 ÷ 100 kg saletry amonowej,
- × 6 ÷ 10 kg superfosfatu potrójnego,
- × 50 kg soli potasowej,

w przeliczeniu na 1 SD (sztukę dużą) w ciągu roku.

Przestrzeganie zasad dobrych praktyk rolniczych w procesach przechowywania i zagospodarowania płynnych nawozów naturalnych to nie tylko ustawowy ale i moralny – wobec przyrody – obowiązek każdego właściciela gospodarstwa rolniczego.

W celu prawidłowego przechowywania odchodów zwierzęcych należy przy budynkach inwentarskich bezwzględnie stosować:

- płyty gnojowe (gnojownie płytowe) do składowania i przechowywania obornika wraz ze zbiornikami na wodę gnojową, które zapobiegą skażeniu środowiska i pozwolą racjonalnie wykorzystać naturalny nawóz organiczny w gospodarstwie, zmniejszając przy tym do minimum straty składników nawozowych,



Rys.20. Prawidłowe rozwiązanie płyty gnojowej

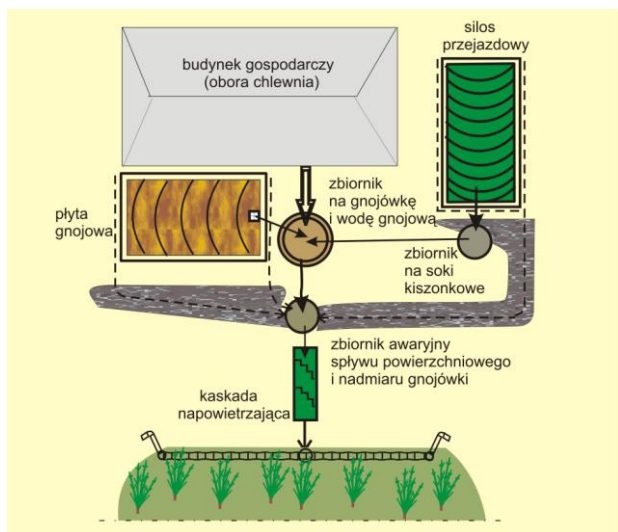
- szczelne zbiorniki na gnojówkę lub gnojownicę (chów beściołkowy) budowane na terenach górzystych powinny mieć objętość zapewniającą gromadzenie odchodów płynnych przez okres co najmniej 6 miesięcy).

- Podczas składowania obornika na zewnątrz budynku inwentarskiego należy prawidłowo formować pryzmę (etapowe układanie obornika na płycie sprzyjające jego fermentacji), co pozwoli na uzyskanie wzrostu temperatury w poszczególnych warstwach formowanej pryzmy w zakresie: $55^{\circ} \div 65^{\circ}C$, co z kolei powoduje, że okresy przeżywalności zarazków chorobotwórczych, jaj pasożytów i nasion chwastów są w sposób znaczący zmniejszane. W efekcie zwiększy to efekt samoodkażenia składowanego nawozu.
- Nawozy naturalne w postaci stałej przewożone luzem powinny być zabezpieczone przed ich wypadaniem na podłoże w czasie transportu, zaś w postaci płynnej powinny być transportowane na pole w zamkniętych i szczelnych cysternach asenizacyjnych.

Proekologiczne zalecenia dotyczące gospodarki nawozowej:

- Nawozy naturalne w postaci stałej należy przechowywać w pomieszczeniach inwentarskich lub na nieprzepuszczalnych płytach, które są zabezpieczone przed przenikaniem wycieku do gruntu oraz posiadają instalację odprowadzającą nadmiar odcieków do szczelnych zbiorników.
- Zabrania się odprowadzać płynne nawozy organiczne (gnojówkę, wody gnojowe) do cieków wodnych (rzek, potoków, urządzeń melioracyjnych), stawów, przydrożnych rowów oraz do kanalizacji deszczowej i ściekowej.
- Należy ograniczać emisję amoniaku i innych gazów pogarszających jakość powietrza przez prawidłowe formowanie pryzmy (etapowe układanie i ugniatanie obornika na płycie).
- Zabrania się stosowania nawozów naturalnych, szczególnie w postaci płynnej:
 - na glebach zalanych wodą oraz przykrytych śniegiem lub zamrożonych do głębokości 30 cm,
 - na glebach bez okrywy roślinnej, położonych na stokach o nachyleniu większym niż 10 % ($\sim 6^{\circ}$).
 - w okresie wegetacji roślin przeznaczonych do bezpośredniego spożycia przez ludzi.

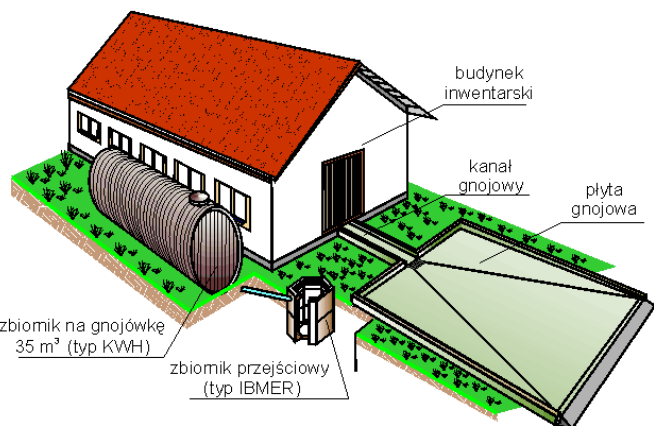
Przykłady urządzeń do przechowywania odchodów zwierzęcych oraz do prawidłowego zagospodarowania nadmiaru wypływających wód gnojowych, przedstawiono na Rys.22.



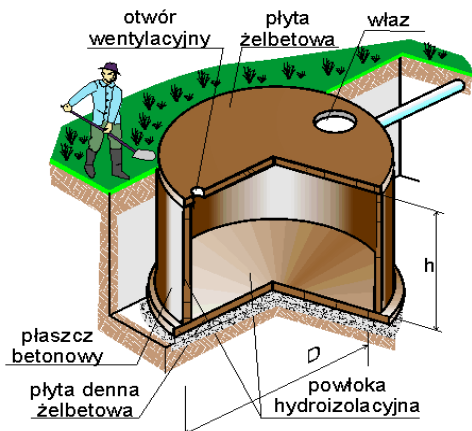
Rys.21. Sposób gospodarowania nawozami w zagrodzie



**PLYTA GNOJOWA (GNOJOWNIA)
ZE ZBIORNIKIEM NA GNOJÓWKĘ
I WODĘ GNOJOWĄ**

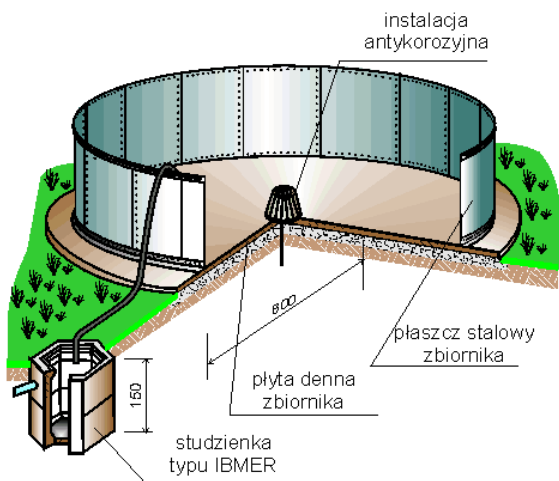


**PRZYKŁADOWE ZASTOSOWANIE ZBIORNIKA
Z TWORZYWA SZTUCZNEGO**



ZBIORNIK BETONOWY NA GNOJÓWKĘ I WODĘ GNOJOWĄ

ZBIORNIK BETONOWY O PRZEKROJU PIONOWYM



STALOWY ZBIORNIK NA GNOJÓWKĘ ZE STUDZIENKĄ typu IBMER

Rys.22. Urządzenia do gromadzenia ścieków gospodarczych

Urządzenie do budowy betonowych zbiorników na gnojówkę jest również wdrożeniową ofertą IBMER (forma ślizgowa UMZ-2 typu IBMER). Oferowane formy składają się z dwóch ustawionych współosiowo płaszczy stalowych, które umożliwiają wykonywanie w jednym ustawieniu kolejnych segmentów ścian zbiornika, aż do końcowej zaplanowanej ich wysokości. Przy procesach betonowania zbiornika wymagany jest udział 3 do 4 osób, a masę betonową można przygotowywać wprost w gospodarstwie lub zamówić w betoniarni. Przygotowanie samej formy do zalewania nie przekracza 1,5 godziny.



URZĄDZENIE DO BUDOWY ZBIORNIKÓW BETONOWYCH TYPU UMZ2

Rys.23. Rozwiązanie zbiornika na gnojówkę IBMER do samodzielnego wykonania

Prawami do technologii prezentowanych w niniejszym opracowaniu dysponuje Górskie Centrum Badań i Wdrożeń Wdrożeń Tylczu 33-383 Tylcz, ul. Pułaskiego 25A, tel/fax 018 4711313.

Literatura

- Bodik I., Ridderstolpe P.: Zrównoważona sanitacja w Europie Środkowej i Wschodniej – wychodząc naprzeciw potrzebom małych i średnich osiedli ludzkich. Global Water Partnership – Central and Eastern Europe, 2008
- Dąbrowski W., Boruszko D.: Woda, ścieki i odpady w małych miejscowościach województwa podlaskiego. Niskonakładowe systemy oczyszczania ścieków i przeróbki osadów ściekowych. EkoPress, 2008
- Finke G.: Kleinklaeranlagen. ATV-DVWK, Hildesheim, 2001
- Heidrich Z. i in.: Sanitacja Wsi. Wydawnictwo „Seidel- Przywecki”, Warszawa, 2008
- Heidrich Z., Stańko G.: Leksykon Przydomowych oczyszczalni ścieków. Wydawnictwo „Seidel- Przywecki”, Warszawa, 2007.
- Johansson M., Lennartsson M.: Sustainable wastewater treatment for single-family homes. Coalition Clean Baltic. Sweden. 1999.
- Jucherski A., Walczowski A.: Oczyszczanie ścieków bytowo-gospodarczych w zagrodowych oczyszczalniach gruntowo- i glebowo-roślinnych na terenach górzystych. IBMER, Warszawa, 2000
- Łomotowski J., Szpindor A.: Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków. Wydawnictwo Arkady, 2002
- Odprowadzanie i oczyszczanie ścieków z terenów o zabudowie rozproszonej. Komentarz ATV-DVWK do A200P i A262P. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa, 2001
- Przydomowe oczyszczalnie ścieków. Poradnik dla Mieszkańców wsi. Fundacja Wspomagania Wsi, Warszawa
- Roślinne oczyszczalnie ścieków. Przewodnik dla gmin. Natural Systems. Kraków, 2004