



Poradnik

Dobrej Praktyki Ochrony Roślin



European
Crop Protection

STANOWISKA BIOREMEDIACYJNE

BEZPIECZNE ZAGOSPODAROWANIE POZOSTAŁOŚCI

dobra
praktyka
lepsz
ochrona wody



Instytut Ogrodnictwa
Zakład Agrotechnologii



Poradnik

**DOBREJ PRAKTYKI
OCHRONY ROŚLIN**

STANOWISKA BIOREMEDIACYJNE
BEZPIECZNE ZAGOSPODAROWANIE POZOSTAŁOŚCI

Skierniewice 2016

Dr Grzegorz Doruchowski



Publikacja opracowana w ramach projektu

TOPPS - Water Protection
„Ochrona wody przed zanieczyszczeniem środkami ochron roślin
ze źródeł miejscowych i obszarowych”

finansowanego przez:

Europejskie Stowarzyszenie Ochrony Roślin – ECPA



Instytut Ogrodnictwa
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice



Opracowanie graficzne, projekt okładki, redakcja, skład i łamanie:
Grzegorz Doruchowski

**dobra
praktyka
lepsz
ochrona wody**



OD AUTORA

Poradnik ten, wychodzi naprzeciw rosnącemu zainteresowaniu biologiczną neutralizacją płynnych pozostałości po zabiegach ochrony roślin. Ich nieumiejętne zagospodarowanie wiąże się z ryzykiem powstawania zanieczyszczeń miejscowych, które stanowią podstawowe źródło skażenia wód środkami ochrony roślin. Stanowiska bioremediacyjne, wykorzystujące siły natury w procesie biologicznej degradacji substancji czynnych środków ochrony roślin pozwalają na bezpieczne rozwiązanie problemu pozostałości na poziomie gospodarstwa, a więc u źródła ich stosowania, wydatnie obniżając tym samym ryzyko skażenia wód powierzchniowych i podziemnych.

Ochrona wód przed zanieczyszczeniem środkami ochrony roślin leży u podstaw inicjatywy TOPPS zapoczątkowanej w roku 2005 i finansowanej przez Europejskie Stowarzyszenie Ochrony Roślin (ECPA), które zrzesza i reprezentuje producentów środków ochrony roślin. Polskim partnerem współpracującym w ramach projektu jest Polskie Stowarzyszenie Ochrony Roślin – PSOR. **TOPPS-Water Protection** jest kolejnym trzyletnim projektem szkoleniowo-demonstracyjnym, realizowanym w ramach tej inicjatywy. Jest on realizowany przez instytucje naukowe, edukacyjne i doradcze oraz organizacje branżowe w 13 krajach UE. Jest to czwarta edycja projektów z serii TOPPSS (TOPPS-LIFE Environment [2005-2008], TOPPS-EOS [2009-2010], TOPPS-PROWADIS [20011-2014]). Nadrzędnym celem wszystkich projektów była ochrona wody przed zanieczyszczeniami przez środki ochrony roślin pochodzące ze źródeł miejscowych, powstających głównie na terenie gospodarstw, oraz źródeł obszarowych, wynikających ze znoszenia i spływu powierzchniowego środków ochrony roślin z pól. Szczegółowym celem projektu **TOPPS-Water Protection** jest aktualizacja i konsolidacja materiałów szkoleniowych i narzędzi instruktażowych, opracowanych w trakcie realizacji poprzednich edycji projektów TOPPS, oraz ich zintegrowane wykorzystanie do wdrażania dobrych praktyk stosowania środków ochrony roślin, poprzez organizację i przeprowadzenie seminariów, szkoleń i pokazów dla doradców i naukowców, oraz przedstawicieli administracji, przemysłu i organizacji branżowych.

W toku projektów TOPPS opracowano serię Poradników Dobrej Praktyki Ochrony Roślin w celu ograniczenia zanieczyszczeń miejscowych i obszarowych, zaoferowano zróżnicowane w formie materiały szkoleniowe (ulotki, prezentacje, filmy) służące wdrażaniu dobrych praktyk podczas stosowania środków ochrony roślin, oraz udostępniono w internecie interaktywne narzędzia wspomagania decyzji,

także w wersji polskiej: EOS - *Environmentally Optimized Sprayer* (www.topps-eos.org) do oceny opryskiwaczy pod kątem potencjału ograniczania ryzyka dla środowiska i DET - *Drift Evaluation Tool* (www.topps-drift.org) do oceny ryzyka znoszenia środków ochrony roślin.

Niniejszy Poradnik przeznaczony jest przede wszystkim dla użytkowników środków ochrony roślin chcących zwiększyć bezpieczeństwo związane z ich stosowaniem, a także dla doradców oraz osób prowadzących szkolenia i kontrolę w zakresie stosowania środków ochrony roślin. Zawarty w nim materiał ma służyć podnoszeniu świadomości użytkowników środków ochrony roślin i pomóc im w zaprojektowaniu i instalacji stanowisk bioremediacyjnych służących do naturalnej neutralizacji pozostałości w celu ochrony wód i środowiska wodnego przed zanieczyszczeniem, i tym samym wdrożeniu uregulowań prawnych wynikających z odnośnych dyrektyw i rozporządzeń Komisji Europejskiej oraz ustaw i rozporządzeń krajowych.

Dr Grzegorz Doruchowski

Koordinator TOPPS-PROWADIS

Kierownik Pracowni Techniki Ochrony i Nawożenia

Zakład Agrotechnologii

Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach



Spis treści

1. Wstęp	1
2. Uwarunkowania prawne	3
3. Zbieranie i gromadzenie pozostałości	7
3.1. Stanowisko do napełniania i mycia opryskiwacza	7
3.2. Separator – wstępne oczyszczanie płynnych pozostałości	10
3.3. Zbiornik buforowy – gromadzenie płynnych pozostałości	13
4. Bioremediacja	17
4.1. Istota procesu	17
4.2. Bioaktywny substrat glebowy	18
4.3. Ułożenie substratu w stanowisku	19
4.4. Eksploatacja i utrzymanie stanowisk	21
4.5. Lokalizacja i instalacja stanowisk – zasady ogólne	23
5. Rodzaje stanowisk bioremediacyjnych	24
5.1. BIOBED	24
5.2. PHYTOBAC	28
5.3. BIOFILTER	38
5.4. VERTIBAC	42
5.5. Rozwiązania alternatywne	46
6. Koszty	48
7. Korzyści dla użytkowników	49
8. Literatura	51

1. WSTĘP

Problem zanieczyszczenia wód ze źródeł miejscowych i konieczność bezpiecznego zagospodarowania pozostałości po zabiegach ochrony roślin, a zwłaszcza zanieczyszczonej wody po napełnianiu i myciu opryskiwaczy, został dostrzeżony i zakomunikowany w środowisku rolniczym poprzez działania prowadzone w ówczesnym Instytucie Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach (obecnie Instytucie Ogrodnictwa) we wczesnych latach dwa tysiące. O szwedzkim wynalazku o nazwie BIOBED, które stało się pierwowzorem kolejnych wersji stanowisk bioremediacyjnych, polska publiczność dowiedziała się podczas II Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”, zorganizowanej w Skierniewicach w roku 2001. W tym czasie w Szwecji było już ponad tysiąc stanowisk BIOBED i tam właśnie w 2004 roku zorganizowano pierwsze Międzynarodowe Warsztaty „BIOBED”, które do roku 2016 miały już pięć edycji. Tymczasem różne rozwiązania bioremediacyjne typu BIOBED wdrażane były we Francji, w Wielkiej Brytanii, Belgii, Holandii, a także we Włoszech i Szwajcarii.

Od roku 2001 w polskiej prasie rolniczej pojawiały się cyklicznie artykuły promujące bioremediację jako element dobrej praktyki ochrony roślin. Powstawały w kraju pierwsze, acz nieliczne stanowiska Biobed, głównie w efekcie realizacji międzynarodowych projektów i akcji promocyjnych prowadzonych przez producentów środków ochrony roślin. Wreszcie w roku 2005 rozpoczął się pierwszy projekt TOPPS, realizowany w ramach Programu Komisji Europejskiej LIFE Environment i współfinansowany przez Europejskie Stowarzyszenie Ochrony Roślin – ECPA. W centrum zainteresowania projektu była ochrona wód przed zanieczyszczeniami miejscowymi, a bioremediacja była kluczowym elementem Kodeksu Dobrych Praktyk Ochrony Roślin. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w materiałach szkoleniowych opracowanych w toku projektu, farmie demonstracyjnej ze stanowiskiem BIOBED i licznych działaniach promujących bioremediację jako bezpieczną metodę neutralizacji płynnych pozostałości po zabiegach ochrony roślin. Problem ten był także przedmiotem jednego z zadań Programu Wieloletniego finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, realizowanego w Instytucie Ogrodnictwa w latach 2008-2014. W ramach tego zadania opracowano koncepcję kompaktowego stanowiska VERTIBAC dla gospodarstw ogrodniczych.

Wszystkie te działania doprowadziły do wprowadzenia bioremediacji do Narodowego Planu Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2013 – 2017 (MRiRW, 2012). Dokument ten, opisujący sposób wdrażania Dyrektywy 2009/128/WE, zakłada rozszerzenie dotychczasowych działań na rzecz bezpiecznego stosowania środków ochrony roślin oraz upowszechnianie dobrych praktyk związanych m.in. z bioremediacją substancji

chemicznych (*Działanie 8. Promowanie dobrych praktyk bezpiecznego stosowania środków ochrony roślin*). Logicznym następstwem jest uwzględnienie bioremediacji w przepisach prawa dotyczących postępowania ze środkami ochrony roślin, etykietach-instrukcjach stosowania tych środków oraz w systemach wsparcia finansowego dla gospodarstw rolniczych modernizowanych w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW). W ten sposób bioremediacja wyszła poza domenę dobrych praktyk i znalazła się kręgu uregulowań prawnych i zachęt finansowych funkcjonujących w obszarze stosowania środków ochrony roślin.



2. UWARUNKOWANIA PRAWNE

Czynności związane z przygotowaniem do zabiegów ochrony roślin i przeprowadzane po ich zakończeniu, oraz zagospodarowanie pozostałości powstających podczas tych operacji podlegają przepisom prawa, wynikającym z rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin - Dz.U. 2013 poz. 625 (patrz: ramka poniżej). Zgodnie z tymi przepisami bioremediacja jest jednym z dopuszczonych sposobów postępowania z płynnymi pozostałościami po zabiegach z użyciem środków ochrony roślin. W ten sposób zalegalizowana została neutralizacja tych pozostałości na poziomie gospodarstwa, a więc u źródła ich pochodzenia. Daje to zielone światło do instalacji stanowisk bioremediacyjnych w gospodarstwach rolniczych.

Według przytoczonego rozporządzenia sporządzanie cieczy użytkowej i mycie opryskiwaczy należy przeprowadzać w sposób ograniczający ryzyko zanieczyszczenia wód i gruntu. Dlatego miejsca gdzie przeprowadza się te operacje, i gdzie powstają zanieczyszczone pozostałości, muszą być odpowiednio oddalone od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych: w przypadku sporządzania cieczy – co najmniej 20 m, a w przypadku czyszczenia opryskiwacza – co najmniej 30 m. Oznacza to, że lokalizacja stanowiska do napełniania i mycia opryskiwacza, z którego zbierane są pozostałości w celu ich neutralizacji musi uwzględniać spełnienie tych wymagań.

Powyższe wymaganie lokalizacyjne dotyczące mycia opryskiwaczy nie dotyczy myjni urządzeń ochrony roślin, które spełniają warunki techniczne jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze. Zostały one określone w obwieszczeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie - Dz.U. 2014, poz. 81 (patrz: ramka poniżej). Rozporządzenie wymaga z kolei zachowania odległości co najmniej 30 m od pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi oraz miejsc przechowywania i przetwarzania artykułów rolno-spożywczych, oraz co najmniej 5 m od granicy działki sąsiedniej. Z punktu widzenia warunków technicznych wymagania nie są zbyt wygórowane i w istocie pokrywają się wymaganiami stawianymi stanowiskom do zbierania pozostałości płynnych przeznaczonych do bioremediacji, tzn.: nieprzepuszczalne podłoże ze spadkiem umożliwiającym zbieranie wody, osadnik błota i tłuszczu (np. separator zawiesziny stałej i cieczy lekkich) oraz szczelny zbiornik ścieków (np. zbiornik buforowy zintegrowanego stanowiska bioremediacyjnego).

*Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 maja 2013 r.
w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin
(Dz.U. 2013 poz. 625)*

§ 3. Przygotowanie środków ochrony roślin do zastosowania przez sporządzenie cieczy użytkowej odbywa się:

- 1) w sposób ograniczający ryzyko skażenia:
 - a) wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego,
 - b) gruntu, w tym na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego;
- 2) w odległości nie mniejszej niż 20 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych – w przypadku sporządzania cieczy użytkowej z zastosowaniem środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych.

§ 4. Z resztkami cieczy użytkowej po zabiegu z zastosowaniem środków ochrony roślin należy postępować w sposób ograniczający ryzyko skażenia wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego oraz gruntu, przy czym resztki cieczy użytkowej po zabiegu z zastosowaniem środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych należy:

- 1) zużyć po uprzednim rozcieńczeniu na powierzchni, na której przeprowadzono zabieg, w miejscu, w którym zastosowano środek ochrony roślin w mniejszej ilości, jeżeli jest to możliwe, lub
- 2) unieszkodliwić z wykorzystaniem rozwiązań technicznych zapewniających biologiczną degradację substancji czynnych środków ochrony roślin, lub
- 3) unieszkodliwić w sposób inny niż wskazany w pkt 2, jeżeli jest on zgodny z przepisami o odpadach.

§ 5. 1. Czyszczenie sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin przeprowadza się:

- 1) w sposób ograniczający ryzyko skażenia:
 - a) wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego,
 - b) gruntu, w tym na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego;
- 2) w odległości nie mniejszej niż 30 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych – w przypadku czyszczenia sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych.

2. Przepisu ust. 1 pkt 2 nie stosuje się do czyszczenia sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin w myjniach urządzeń ochrony roślin w rozumieniu przepisów w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie.

*Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 sierpnia 2013 r.
w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej
w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie
(Dz.U. 2014, poz. 81)*

1. Na podstawie (...) ogłasza się w załączniku do niniejszego obwieszczenia jednolity tekst rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 132, poz. 877), z uwzględnieniem zmian wprowadzonych:
 - 1) rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 czerwca 2009 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 108, poz. 907);
 - 2) rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 25 marca 2013 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie (Dz. U. poz. 472).

ZAŁĄCZNIK

*Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r.
w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie
(tekst jednolity)*

§ 9. Odległości myjni urządzeń ochrony roślin powinny wynosić co najmniej:

- 1) 30 m od pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi, silosów na kiszonki, magazynów pasz i ziarna oraz obiektów budowlanych służących przetwórstwu artykułów rolno-spożywczych;
- 2) 5 m od granicy działki sąsiedniej.

(...)

- § 31. 1. Myjnie płytowe dla pojazdów i urządzeń rolniczych powinny posiadać utwardzoną nawierzchnię z betonu szczelnego ze spadkami dla odpływu wód opadowych oraz szczelne osadniki błota i tłuszczu, a także studzienki zbiorcze.
2. Myjnie urządzeń do ochrony roślin powinny być wyposażone w szczelne zbiorniki ścieków.

Omawiane w Poradniku rozwiązania techniczne, tzn. stanowiska bioremediacyjne oraz zintegrowane z nim stanowiska do zbierania płynnych pozostałości, wymagają zwykle drobnych prac budowlanych, do których stosują się przepisy ustawy - Prawo budowlane - Dz.U. 2016 poz. 290 (patrz: Art. 29 i Art. 30 ustawy). Większość konstrukcji, które mogą mieć zastosowanie w omawianych rozwiązaniach wymaga do budowy jedynie zgłoszenia do właściwej jednostki samorządu terytorialnego (starostwa). Zgłoszenie wystarcza w przypadku budowy m. in.:

- wiat o powierzchni zabudowy do 50 m²,
- budynków gospodarczych o powierzchni zabudowy do 35 m²,
- zbiorników bezodpływowych na nieczystości ciekłe o pojemności do 10 m³.

Zgłoszenie powinno zawierać krótki opis budowli oraz mapkę sytuacyjną i rysunek, które zgłaszający może wykonać samodzielnie. Jeśli w ciągu 30 dni urząd, do którego złożono dokumenty nie zgłasza uwag to można rozpocząć budowę konstrukcji.

Tymczasem budowa betonowej płyty służącej jako miejsce napełniania i mycia opryskiwacza, w kwestii zezwoleń, jest wciąż przedmiotem interpretacji ustawy przez urzędników jednostek samorządowych. Nierzadko wymagane jest pozwolenie na budowę, co wiąże się z koniecznością sporządzenia mapy geodezyjnej oraz dokumentacji technicznej projektu budowlanego.

Cenną inicjatywą promującą stanowiska bioremediacyjne i motywującą użytkowników środków ochrony roślin do instalowania ich w swoich gospodarstwach jest pomoc finansowa jaką można uzyskać na modernizację gospodarstwa. Pomoc ta przyznawana jest na podstawie rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania oraz wypłaty pomocy finansowej na operacje typu „Modernizacja gospodarstw rolnych” w ramach poddziałania „Wsparcie inwestycji w gospodarstwach rolnych” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020 - Dz.U. 2015 poz. 1371. Warunkiem otrzymania pomocy jest uzyskanie odpowiedniej ilości punktów przyznawanych za poszczególne rozwiązania modernizacyjne. Wśród punktowanych rozwiązań znajdują się (patrz: Załącznik do rozporządzenia, pkt. VIII, Lp. 95 i 96):

- stanowiska do mycia i płukania sprzętu, w tym stanowiska typu BIOBED - 8 pkt,
- zbiornikowe systemy bioremediacji (neutralizacji) - 8 pkt.

Należy mieć nadzieję, że po zakończeniu PROW na lata 2014-2020 bioremediacja stanie się stałym przedmiotem dofinansowania ze środków publicznych, kreując popyt na usługi w tym zakresie, i tym samym otwierając pole aktywności zawodowej dla profesjonalnych wykonawców systemów bioremediacyjnych. Korzyści wynikające z takiego scenariusza wykraczają daleko poza zagadnienia związane z bezpiecznym stosowaniem środków ochrony roślin.

3. ZBIERANIE I GROMADZENIE POZOSTAŁOŚCI

Poza najazdowym stanowiskiem BIOBED, na którym można przeprowadzać napełnianie i zewnętrzne mycie opryskiwacza wszystkie inne systemy bioremediacyjne muszą być zintegrowane ze stanowiskiem umożliwiającym zbieranie wody zanieczyszczonej w wyniku tych operacji i wstępne jej oczyszczanie z zawieszin stałych i tłuszczów.

3.1. Stanowisko do napełniania i mycia opryskiwacza

Płynne pozostałości powstają przede wszystkim w miejscu napełniania i mycia opryskiwacza. Odpowiednia organizacja stanowiska do przeprowadzania tych czynności pozwala na zbieranie zanieczyszczonej wody. Podstawą takiego stanowiska jest nieprzepuszczalne podłoże ze spływem do studzienki zbiorczej. Stanowisko musi być obdane aby zapobiec rozlewaniu się zanieczyszczonej wody poza obszar jej zbierania.

Najprostszym choć nietrwałym rozwiązaniem jest rozkładany basen z laminowanego materiału, np. tkaniny plandekowej o gęstości 450-900 g/m² (rys. 1). Może on znaleźć zastosowanie w pracy z małogabarytowymi opryskiwaczami sadowniczymi lub zawieszanymi opryskiwaczami polowymi.



Rys. 1. Basen z laminowanego materiału do napełniania i mycia opryskiwacza

Trwałym rozwiązaniem jest obandowana płyta betonowa ze spadkiem do kratki ściekowej (rys. 2), z której woda kierowana jest do wstępnego oczyszczania. Długość i szerokość płyty powinny obejmować przynajmniej jednowymiarowy margines wokół gabarytowych wymiarów opryskiwacza. Jeśli warunki na to pozwalają to warto uwzględnić także wymiary ciągnika, lub przynajmniej jego części (tylnych kół z kabiną), który także należy umyć po zabiegu ochrony roślin. Zadaszenie płyty (rys. 3) zapobiegnie zbieraniu wód opadowych istotnie zmniejszając objętość wody kierowanej do bioremediacji.

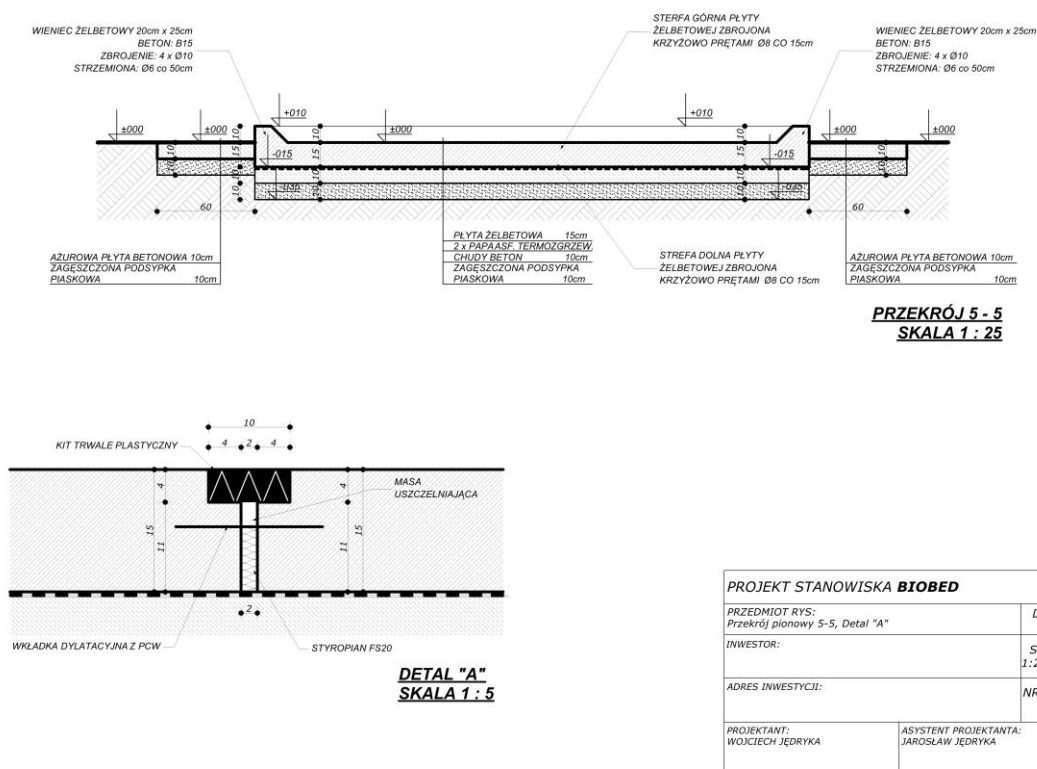


Rys. 2. Obandowana płyta betonowa ze spływem wody do kratki ściekowej



Rys. 3. Zadaszone stanowisko do napełniania i mycia opryskiwacza

Wykonanie płyty betonowej może wymagać pozwolenia na budowę (patrz rozdział: **2. UWARUNKOWANIA PRAWNE**), z czym wiąże się konieczność sporządzenia dokumentacji technicznej. Przykład takiej dokumentacji przedstawiono na rys. 4. Płyta powinna być wykonana z betonu o klasie wytrzymałości przynajmniej C12/15 (dawniej B15), lub lepiej C16/20 (dawniej B20), zbrojonego krzyżowo prętami $\varnothing 8$ co 15 cm aby zapewnić nośność odpowiednią do masy ciągnika oraz opryskiwacza napełnionego wodą. Obbandowanie płyty, stanowiące jej wieniec zbrojony czterema prętami $\varnothing 10$, powinno być pozbawione ostrych krawędzi aby umożliwić łagodny przejazd kół ciągnika i opryskiwacza.



Rys. 4. Przykład dokumentacji technicznej płyty stanowiska do napełniania i mycia opryskiwaczy

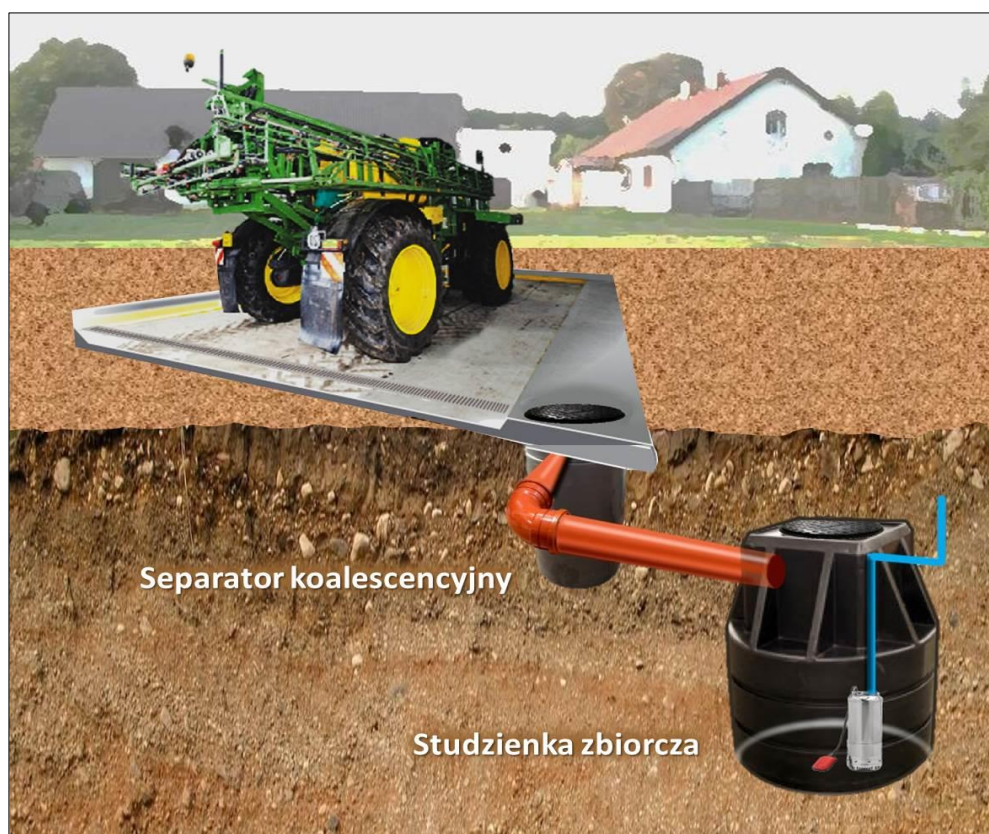
W bezpośrednim sąsiedztwie płyty warto umieścić elementy konieczne do napełniania opryskiwacza, np. wysokowydajne ujęcie wody z zaworem antyskażeniowym w klasie BA lub podniesiony zbiornik pośredni z grawitacyjnym spływem wody do zbiornika opryskiwacza (rys. 3). Ponadto bardzo przydatne będzie zorganizowanie na płycie odpowiedniego miejsca do odmierzania i wstępnego rozładania środków ochrony roślin (rys. 5). Powinno ono być osłonięte przed wiatrem i wyposażone w zmywalny blat oraz dodatkowe ujęcie wody. Wszelkie płynne pozostałości powstające w tym miejscu powinny spływać na płytę lub bezpośrednio do studzienki zbiorczej.



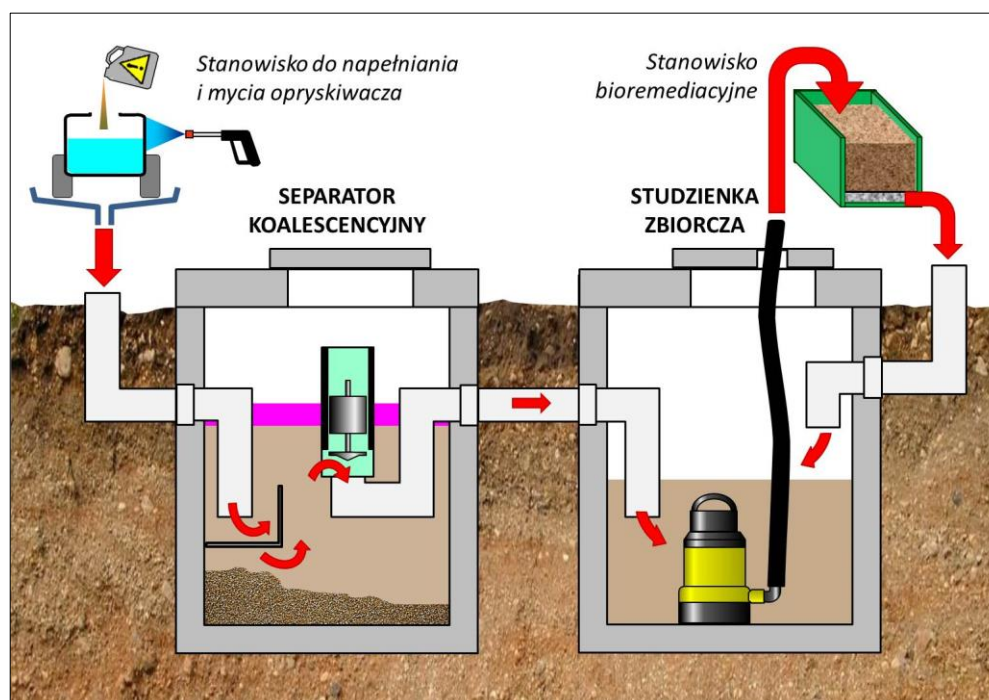
Rys. 5. Miejsce do odmierzania i wstępnego rozładniawania środków ochrony roślin z blatem i ujęciem wody na stanowisku do napełniania i mycia opryskiwacza

3.2. Separator - wstępne oczyszczanie płynnych pozostałości

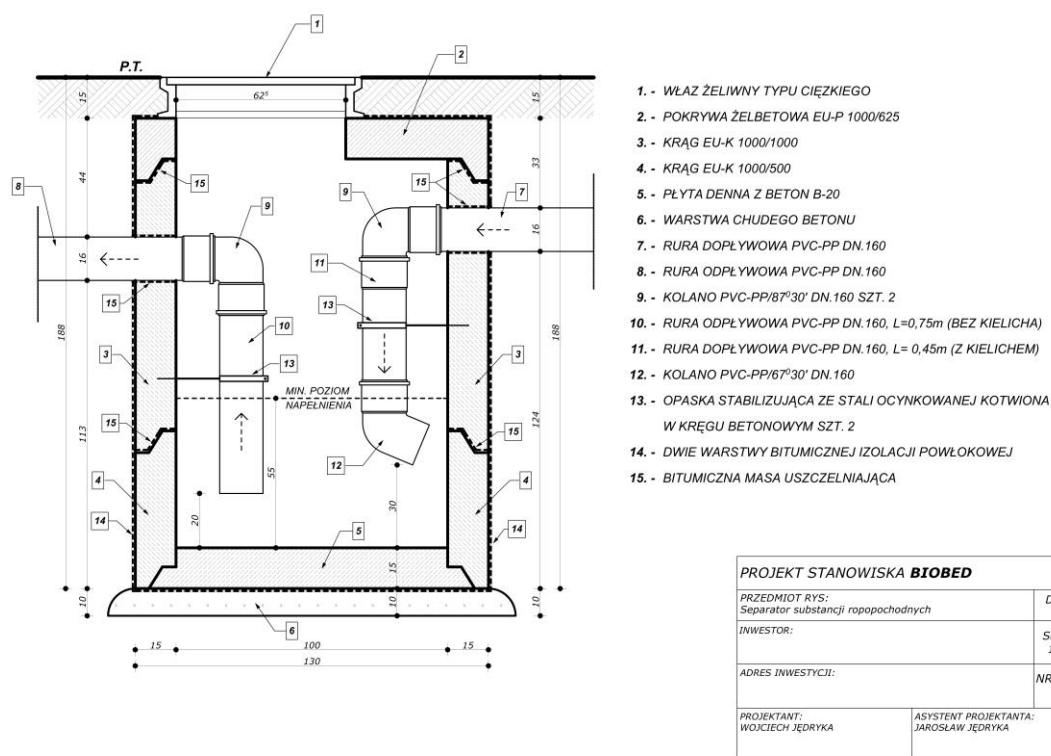
Woda po myciu opryskiwacza i ciągnika oprócz pozostałości środków ochrony roślin niesie w sobie także ciężką zawiesinę błota oraz ślady smarów i olejów zmywanych z maszyn. Przed skierowaniem jej do bioremediacji należy ją wstępnie oczyścić aby nie zamulać substratu oraz uchronić bytujące w nim mikroorganizmy glebowe przed szkodliwym działaniem produktów ropopochodnych. Dlatego woda spływająca z płyty stanowiska do mycia opryskiwacza powinna spływać do przepływowej studzienki z instalacją separującą zawiesiny stałe i ciecze lekkie (rys. 6). Kompletnym urządzeniem spełniającym tę funkcję jest separator z wkładem koalescencyjnym (rys. 7), stosowany powszechnie na stacjach benzynowych, parkingach, terenach przemysłowych czy bazach transportowych. Ma on formę żeliwnej, stalowej lub żelbetowej studzienki z pokrywą rewizyjną. Do omawianych zastosowań wystarczający jest separator o średnicy mniejszej niż 1,0 m i głębokości nie przekraczającej 1,2 m. Koszt urządzenia mieści się w przedziale 2500-3500 zł. Uproszczoną wersję separatora, w wystarczającym stopniu spełniającego swoją rolę, można wykonać samodzielnie z prefabrykowanych elementów z betonu hydrotechnicznego w klasie C35/45 (dawniej B45). Przykładową dokumentację techniczną urządzenia pokazano na rys. 8.



Rys. 6. Wodę po myciu opryskiwacza należy wstępnie oczyścić z błota i produktów ropopochodnych przy użyciu separatora z wkładem koalescencyjnym



Rys. 7. Separator z wkładem koalescencyjnym do oczyszczania wody z zawiesin stałych i cieczy lekkich w zintegrowanym stanowisku bioremediacyjnym



Rys. 8. Przykładowa dokumentacja techniczna studzienki separacyjnej do samodzielnego wykonania

Lokalizacja separatora powinna uwzględnić konieczność jego okresowych przeglądów, czyszczenie i opróżnianie z osadów. W zależności od lokalnych warunków gruntowych separator może być wbudowany bezpośrednio w gruncie, dla gruntów nośnych, lub z dodatkową ławą fundamentową (np. beton klasy C8/10 – dawniej B10) o grubości 10 cm dla gruntów słabonośnych. Średnica ławy powinna być większa od podstawy zbiornika o 20 cm i wypoziomowana. W przypadku posadowienia separatora poniżej poziomu wody gruntowej, należy sprawdzić warunki stateczności posadowienia urządzeń, dokonując obliczeń dla najbardziej niekorzystnych warunków, tzn. przy maksymalnym poziomie wody gruntowej i opróżnionym urządzeniu.

Zaleca się czyszczenie separatora przynajmniej dwa razy w roku. Opróżnienie urządzenia powinno nastąpić, gdy osadnik jest napełniony do połowy, lub gdy zawartość cieczy lekkich osiągnęła 4/5 maksymalnie dopuszczalnej pojemności. Podczas czyszczenia separatora należy również przepłukać wkład koalescencyjny.

Wszystkie elementy systemu zbierania wody powinny być połączone szczelnym układem rur do instalacji kanalizacyjnych (np. PE100 SDR17 PN10) łączonych na kołnierze.

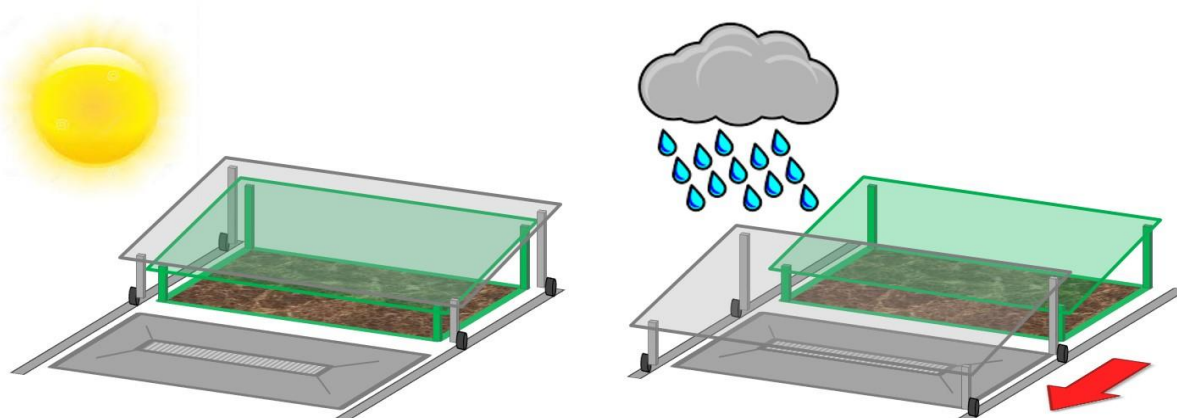
3.3. Zbiornik buforowy - gromadzenie płynnych pozostałości

Z separatora oczyszczona woda kierowana jest do studzienki zbiorczej, która może pełnić rolę kolektora płynnych pozostałości pochodzących z różnych źródeł (np. z magazynu środków ochrony roślin), także odcieków ze stanowiska bioremediacyjnego (rys. 7), i z której za pomocą pompy zanurzeniowej jest ona przepompowywana do naziemnych zbiorników buforowych, bezpośrednio zintegrowanych ze stanowiskiem bioremediacyjnym. Pojemność zbiornika buforowego powinna zapewniać możliwość gromadzenia jednej czwartej objętości płynnych pozostałości powstających podczas mycia i napełniania opryskiwacza i przewidzianych do zagospodarowania w całym okresie stosowania środków ochrony roślin, a w przypadku niezadaszonych stanowisk do mycia opryskiwaczy dodatkowo jednej czwartej objętości zbieranej wody opadowej w ponad półrocznym okresie użytkowania stanowiska bioremediacyjnego. Założenie to obejmuje także margines bezpieczeństwa na wypadek letnich nawalnych deszczów, które jednorazowo mogą wnieść nawet 100 l wody z metra kwadratowego. Objętość płynnych pozostałości należy obliczyć mnożąc liczbę zewnętrznych myć opryskiwacza w ciągu sezonu przez objętość wody zużywanej do pojedynczego mycia. Opryskiwacz sadowniczy można efektywnie umyć 50 litrami wody, ale samojezdny opryskiwacz rolniczy wymagać będzie co najmniej 250 l wody. Stosując urządzenia wysokociśnieniowe zużywa się dwukrotnie mniej wody. Objętość wody opadowej można oszacować mnożąc powierzchnię, z której zbierana jest woda (np. powierzchnię płyty betonowej) przez sumaryczny opad na metr kwadratowy w okresie od połowy marca do października, tzn. 400 l/m² dla północy i południa Polski i 300 l/m² dla pasa centralnego. Poniższa tabela pokazuje przykładowe obliczenia, z których jasno wynika, że unikając zbierania wody opadowej na zadaszonym stanowisku do mycia opryskiwacza można czterokrotnie zmniejszyć pojemności zbiornika potrzebnego do gromadzenia płynnych pozostałości.

Przykładowe obliczenia pojemności zbiorników buforowych

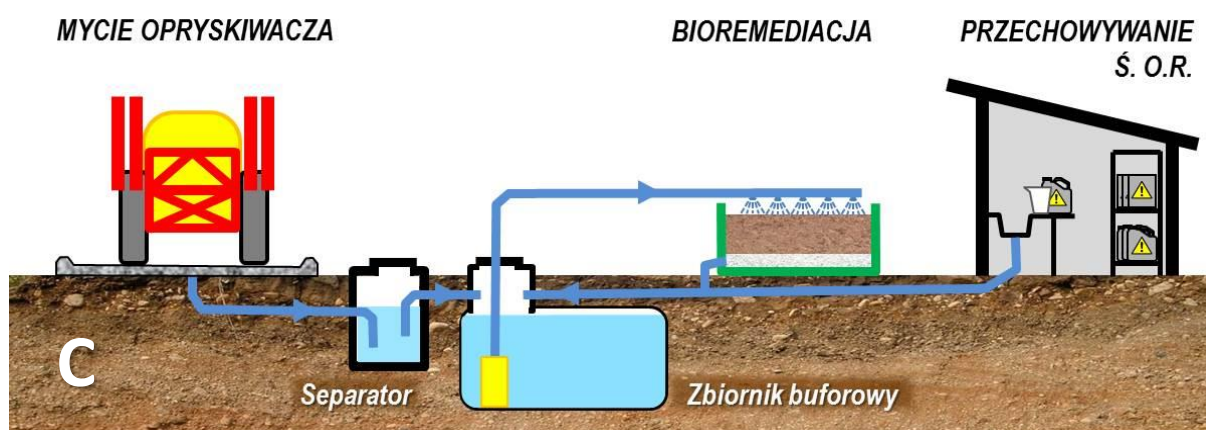
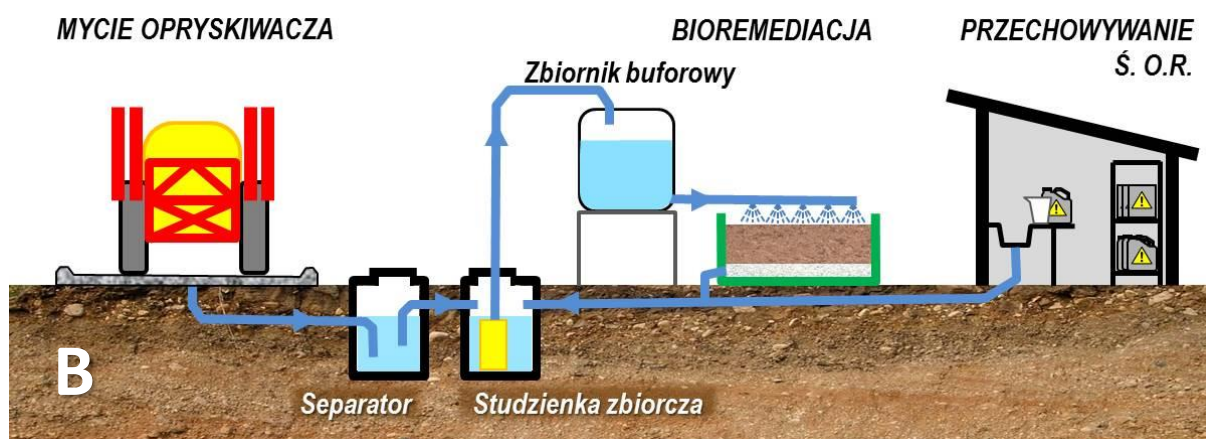
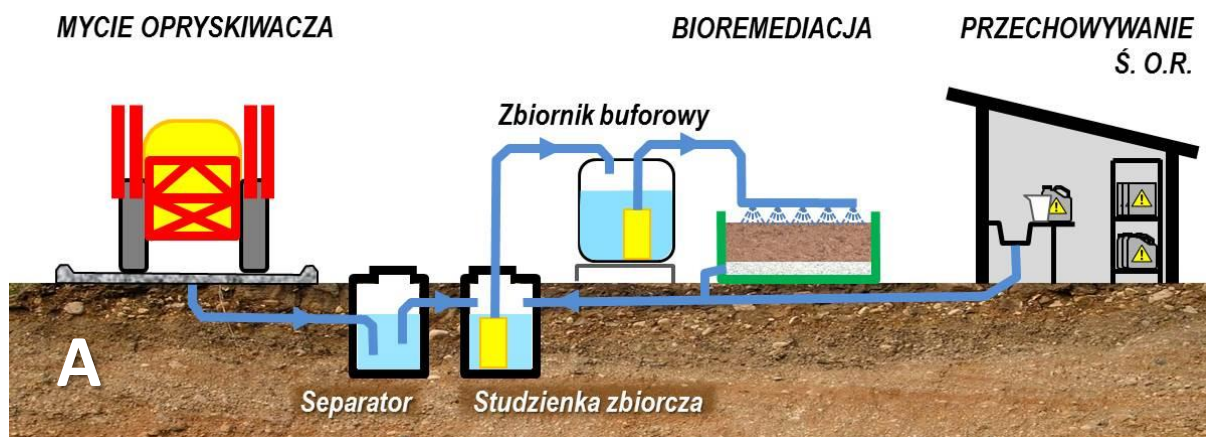
Woda do mycia opryskiwacza			Woda opadowa			RAZEM Pojemność zbiornika (l)
Liczba myć	Ilość wody do mycia	łącznie (l)	Powierzchnia płyty	Opad w okresie III-X	łącznie (l)	
Opryskiwacz sadowniczy – stanowisko do mycia bez zadaszenia						
20	50 l	20*50 = 1000	15 m²	300 l/m²	15*300 = 4500	¼ * (1000+4500)= 1375
Opryskiwacz sadowniczy – stanowisko do mycia z zadaszeniem						
20	50 l	20*50 = 1000	15 m²	zadaszenie	-	¼ * 1000 = 250
Samojezdny opryskiwacz polowy – stanowisko do mycia bez zadaszenia						
18	250 l	18*250= 4500	40 m²	300 l/m²	40*300 = 12000	¼ * (4500+12000)= 4125
Samojezdny opryskiwacz polowy – stanowisko do mycia z zadaszeniem						
18	250 l	18*250= 4500	40 m²	zadaszenie	-	¼ * 4500 = 1125

Istnieje sposób odseparowania wody opadowej zbieranej na stanowisku do mycia polegający na zastosowaniu trójdrożnego zaworu, umożliwiającego odcięcie przepływu wody deszczowej do studzienki separacyjnej i zamiast tego skierowanie jej z kratki ściekowej na zewnątrz instalacji, np. do kanalizacji burzowej lub rowu odwadniającego. Z dwóch powodów nie jest to jednak rozwiązanie godne polecenia. Po pierwsze woda spływająca ze stanowiska do mycia opryskiwacza nigdy nie jest wolna od pozostałości środków ochrony roślin, a po drugie w przypadku łatwego do wyobrażenia błędu ludzkiego, polegającego na niewłaściwym ustawieniu zaworu podczas mycia opryskiwacza, spłukiwane z niego substancje trafiają w całości tam gdzie nigdy nie powinny się znaleźć. Jeśli w grę wchodzi wysoki poziom ryzyka to należy unikać rozwiązań tanich i prostych lecz zawodnych na rzecz niezawodnych, których przykładem jest wiata. Tym bardziej, że może ona spełniać także inne funkcje stanowiąc bezpieczne miejsce postoju opryskiwacza. Innym godnym polecenia sposobem osłonięcia stanowiska do mycia przed zbieraniem wody opadowej jest ruchomy niski dach, przemieszczany na rolkach i na czas mycia opryskiwacza nasuwany nad (lub wsuwany pod) zadaszenie zagłębionego w ziemi stanowiska bioremediacyjnego, sąsiadującego z betonową płytą (rys. 9).



Rys. 9. Przesuwany dach do ochrony stanowiska do mycia opryskiwacza przed zbieraniem wody opadowej

Naziemny zbiornik buforowy może być ustawiony na tym samym poziomie co stanowisko bioremediacyjne (rys. 10A, 11) lub na konstrukcji powyżej stanowiska (rys. 10B, 12). W pierwszym przypadku zanieczyszczona woda tłoczona jest do stanowiska bioremediacyjnego za pomocą pompy, a w drugim spływa do niego grawitacyjnie. Konstrukcja podnosząca zbiornik buforowy eliminuje zatem z systemu jedną pompę. Zbiornik buforowy może być także zakopany w ziemi eliminując z kolei potrzebę wykonania studzienki zbiorczej (rys. 10C). Wstępnie oczyszczona woda z separatora oraz innych źródeł, w tym odcieki ze stanowiska bioremediacyjnego spływają bezpośrednio do podziemnego zbiornika buforowego, w którym znajduje się pompa transportująca pozostałości płynne do stanowiska bioremediacyjnego.



Rys. 10. Zbiorniki buforowe w zamkniętym układzie cyrkulacji płynnych pozostałości w procesie bioremediacji:

A – zbiornik naziemny;

B – zbiornik naziemny podniesiony;

C – zbiornik podziemny



Rys. 11. Naziemny zbiornik buforowy z pompą do nanoszenia płynnych pozostałości na substrat stanowiska bioremediacyjnego



Rys. 12. Podniesione zbiorniki buforowe z grawitacyjnym spływem pozostałości do stanowiska bioremediacyjnego

Zbiorniki buforowe oraz wszelkie ich połączenia z pozostałymi elementami zamkniętego układu cyrkulacji płynnych pozostałości muszą być szczelne i trwałe. Zbiorniki naziemne powinny być odporne na działanie promieni słonecznych i warunków atmosferycznych. Podziemne powinny być dodatkowo wzmocnione, gwarantując odpowiednią wytrzymałość na zgniatanie przez materiał gruntu. Dlatego bezwzględnie należy stosować atestowane zbiorniki przeznaczone do zakopywania. W przypadku płytkich wód gruntowych należy zapewnić stateczność posadowienia zbiorników także w niekorzystnych warunkach, tzn. przy pustym zbiorniku i wysokim poziomie wód.

4. BIOREMEDIACJA

4.1. Istota procesu

Bioremediacja ciekłych pozostałości zanieczyszczonych środkami ochrony roślin polega na zintensyfikowaniu procesów ich rozkładu i mineralizacji, czyli biodegradacji, przebiegającej w sposób naturalny lecz powolny w glebie. Zadaniem bioremediacji jest podtrzymywanie intensywności tego procesu w ograniczonej i izolowanej objętości bioaktywnego substratu glebowego, zwykle w sąsiedztwie miejsc, w których powstają pozostałości (np. miejsce napełniania i mycia opryskiwacza). Biodegradacja jest wynikiem metabolicznych procesów mikroorganizmów glebowych, przede wszystkim grzybów, glonów i bakterii. W celu rozkładu materiału organicznego (np. ligniny) w glebie do przyswajalnej postaci składników pokarmowych organizmy te wytwarzają enzymy, które z kolei katalizują rozkład, utleniają lub modyfikują szkodliwe związki chemiczne w formy mniej szkodliwe. Rozpoznane są np. mechanizmy unieszkodliwiania dibenzofuranu, halogenoalkanów, atrazyny i insektycydów fosforoorganicznych przez enzymy, odpowiednio: dioksygenazę, dehalogenazę, chlorohydrolazę i oksydazę.



4.2. Bioaktywny substrat glebowy

Stworzenie dobrych warunków do namnażania i rozwoju mikroorganizmów intensyfikuje proces rozkładu środków ochrony roślin. Dlatego w stanowiskach bioremediacyjnych środowisko bytowania mikroorganizmów glebowych w formie substratu jest wzbogacone o części organiczne, sprzyjające ich rozwojowi i aktywności (rys. 13). Główną masę organiczną i bogate źródło ligniny w substracie, oraz rolę jego rozluźniacza, pełni pocięta słoma lub inne rozdrobnione części roślin, których udział objętościowy stanowi zwykle 50%. Torf lub kompost w ilości 25% dostarcza próchnicy i jest podstawowym źródłem węgla organicznego. Stosunek C/N (węgla organicznego do azotu ogólnego) w odpowiednio sporządzonym substracie powinien przekraczać 30, a pH powinno być mniejsze niż 6,0. Wymienione składniki organiczne zwiększają ponadto kompleks sorpcyjny substratu, pozwalają utrzymać jego wilgotność oraz ułatwiają napowietrzanie. Zwykle 25% objętości substratu stanowi gleba pochodząca z pola lub plantacji, gdzie stosowane środki ochrony roślin pobudzają do działania mikroorganizmy rozkładające substancje czynne tych środków. Dodanie gleby do substratu ma zatem za zadanie zaszczepienie pożądaných mikroorganizmów i zainicjowanie jego aktywności biologicznej.

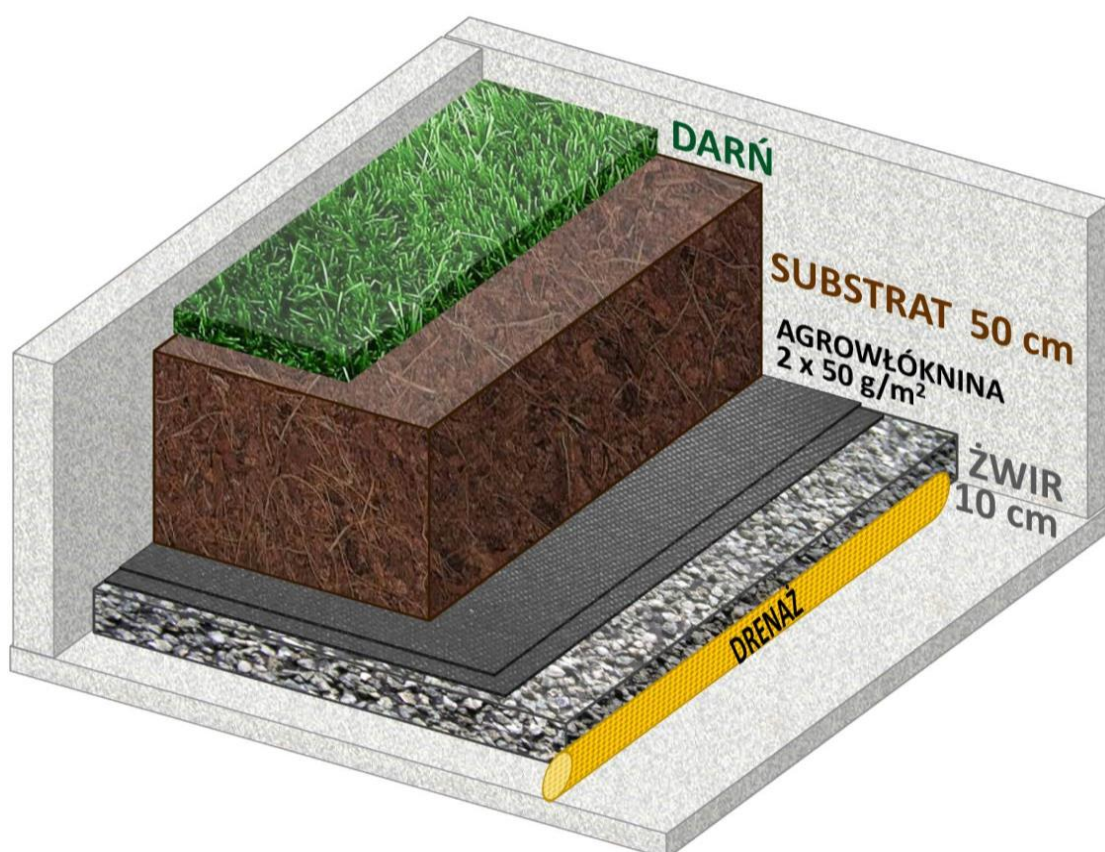
Wszystkie składniki substratu należy bardzo starannie wymieszać i obficie zwilżyć wodą. Tak przygotowane podłoże sprzyja m.in. rozwojowi grzybów białej zgnilizny (*Phanerochaete chrysosporium*, kl. *Basidiomycetes*), których rola w biodegradacji środków ochrony roślin jest szczególna. Rozkładają one nie tylko pestycydy ale także inne szkodliwe związki, takie jak dioksyny, PCB (polichlorowane bifenylo), czy PAH (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne).



Rys. 13. Składniki bioaktywnego substratu glebowego wykorzystywanego w stanowiskach bioremediacyjnych

4.3. Ułożenie substratu w stanowisku

Substrat glebowy jest najważniejszym lecz nie jedynym składnikiem stanowiska bioremediacyjnego. Żeby funkcjonował efektywnie musi być odpowiednio ułożony z warstwami innych materiałów, z których każdy pełni istotną rolę (rys. 14).

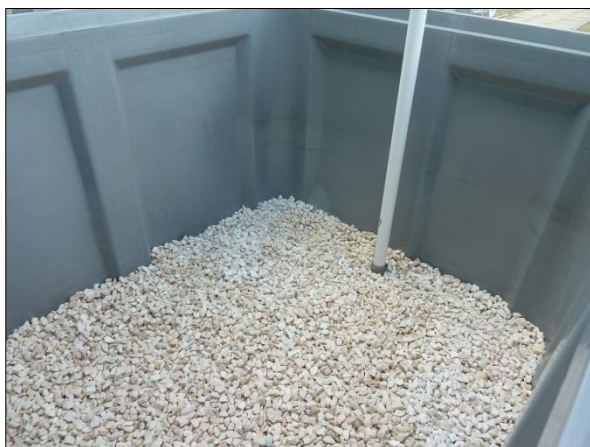


Rys. 14. Ułożenie warstw materiałów w stanowisku bioremediacyjnym

Na dnie stanowiska układa się żwir w warstwie ok. 10 cm. Spełnia on funkcję drenażu odcieków z substratu. W warstwie tej można ułożyć rury drenażowe do zbierania odcieków w celu ponownego wprowadzenia ich w zamknięty obieg procesu bioremediacji. Na żwirze należy położyć podwójną warstwę agrowłókniny o gramaturze 50 g/m². Spowalnia ona przepływ wody przez substrat, wydłużając czas oddziaływania mikroorganizmów glebowych na zawarte w niej substancje, oraz zapobiega zamulaniu żwiru przez cząstki gleby wypłukiwane z substratu. Na agrowłókninie układa się starannie wymieszany i wstępnie nawilżony substrat, ugniatając kolejne jego warstwy. Zagęszczona warstwa substratu powinna mieć

miąższość co najmniej 50 cm. Na wierzchu tak przygotowanego, biologicznie czynnego złoża można rozsypać mieszaninę torfu i gleby, a następnie wysiać trawę lub nasiona zbóż i obficie zwilżyć wodą. Może to być woda z pozostałościami środków ochrony roślin.

Po wzejściu roślin na powierzchni substratu tworzy się zielona okrywa, która stabilizuje wilgotność złoża, wzbogaca je w próchnicę, oraz w wyniku ewapotranspiracji intensyfikuje odparowanie wody ze stanowiska (rys. 15). Niektóre gatunki roślin (np. turzyca prosowa - *Carex paniculata* L.) mają właściwości fitoakumulacyjne, a więc gromadzą i metabolizują substancje chemiczne, wspomagając tym samym proces bioremediacji. Jeśli płynne pozostałości po zabiegach ochrony roślin nie zawierają dużych ilości herbicydów to zielona okrywa substratu będzie stanowić trwałą i bardzo funkcjonalny element tego procesu. Okresowo rośliny należy przycinać rozdrabniając ścięte części i pozostawiając je na stanowisku.



Rys. 15. Każdy składnik stanowiska odgrywa ważną rolę w procesie bioremediacji

4.4. Eksploatacja i utrzymanie stanowisk

W prawidłowo skomponowanym i utrzymanym środowisku proces biodegradacji może być bardzo efektywny. Efektywność rozkładu substancji chemicznych może się jednak zmniejszyć, a w stosunku do niektórych nawet ustać w wyniku nadmiernej koncentracji środków ochrony roślin w substracie, jego przesuszenia, oddziaływania ropopochodnych węglowodorów (oleje, smary) splukiwanych z maszyn czy ciągników oraz azotu zmywanego z rozsiewaczy nawozów lub opryskiwaczy po użyciu płynnych nawozów (RSM, mocznik).

Najlepsze efekty pod względem tempa rozkładu substancji chemicznych oraz ilości odparowywanej wody uzyskuje się poprzez bardzo częste zwilżanie substratu małymi porcjami płynnych pozostałości zanieczyszczonych środkami ochrony roślin. Aby uzyskać dobre wyniki i zapewnić wysoką efektywność procesu należy je nanosić na substrat możliwie równomiernie i co najmniej dwa razy dziennie. W bardzo gorące dni lata warto czynić to znacznie częściej, np. co dwie godziny. Dlatego przydatne jest zautomatyzowanie operacji poprzez zastosowanie włącznika czasowego, uruchamiającego pompę lub otwierającego zawór na przewodzie spływu grawitacyjnego kilka razy dziennie, na czas konieczny do obfitego zwilżenia substratu. Duża zawartość słomy w substracie powoduje, że jest on bardzo luźny i nie zatrzymuje wody dlatego częste zwilżanie dobrze służy stworzeniu optymalnych warunków do rozwoju mikroorganizmów glebowych.

W wyniku rozkładu części organicznych z roku na rok substrat osiada i należy go uzupełniać mieszaniną słomy i torfu. Można to połączyć z napowietrzeniem substratu polegającym na wzruszeniu jego profilu na głębokości ok. 30 cm (rys.16). Można to zrobić przy użyciu szpadla lub wideł ogrodniczych odwracając wierzchnią warstwę złoża tak jak podczas przekopywania ogródka.



Rys.16. Napowietrzanie substratu

Czas eksploatacji substratu w stanowiskach bioremediacyjnych wynosi od 5 do 8 lat, w zależności od warunków klimatycznych oraz intensywności użytkowania. Zużyty substrat, jeśli jest prawidłowo użytkowany, zawiera zwykle śladowe ilości substancji chemicznych. Niemniej jednak powinien być przez rok kompostowany, a następnie zużyty jako nawóz organiczny. Rozrzucony na polu i przemieszany z glebą nie stanowi zagrożenia dla środowiska .

UWAGA !

1. **Podstawową funkcją stanowisk bioremediacyjnych jest neutralizacja rozcieńczonych środków ochrony roślin w pozostałościach płynnych po sporządzaniu cieczy użytkowej i zewnętrznym myciu opryskiwacza możliwie małą objętością wody, np. przy użyciu wysokociśnieniowych urządzeń do mycia.**
2. **Stanowiska bioremediacyjne nie służą do zlewania resztek cieczy użytkowej oraz wody po płukaniu zbiornika i instalacji cieczowej opryskiwacza.** Zgodnie z przepisami tego rodzaju płynne pozostałości po uprzednim rozcieńczeniu należy zużyć wypryskując je na powierzchni, na której przeprowadzono zabieg. Najlepiej zrobić to podczas przejazdu opryskiwacza z większą prędkością i przy niższym ciśnieniu roboczym niż stosowane podczas zabiegu, aby nie spłukać wcześniej naniesionych środków ochrony roślin.
3. **Stanowiska bioremediacyjne nie służą do składania niepełnowartościowych preparatów i innych skażonych odpadów o wysokiej koncentracji środków ochrony roślin.** Pozostałości te należy utylizować z wykorzystaniem bezpiecznych metod świadczonych usługowo przez specjalistyczne i upoważnione firmy.
4. **Stanowiska bioremediacyjne nie służą do zagospodarowania zanieczyszczonej wody po myciu ciągników i maszyn rolniczych, z których spłukiwane są oleje i smary zawierające ropopochodne węglowodory.** Związki te powodują zamieranie życia biologicznego w substracie i ustanie procesów biodegradacyjnych. Niewielkie ilości olejów i smarów spłukane z opryskiwaczy powinny być usunięte z wody kierowanej do substratu poprzez zastosowanie separatorów cząstek stałych i tłuszczów.
5. **Do stanowisk bioremediacyjnych nie należy kierować wody po myciu rozsiewaczy nawozów oraz opryskiwaczy po zastosowaniu płynnych nawozów zawierających azot (RSM, mocznik).** Wprowadzenie azotu obniża stosunek C/N (węglu organicznego do azotu ogólnego), co niekorzystnie wpływa na rozwój mikroorganizmów glebowych, a zwłaszcza grzybów.

4.5. Lokalizacja i instalacja stanowisk – zasady ogólne

Warunkiem funkcjonowania stanowisk bioremediacyjnych jest możliwość zbierania i gromadzenia płynnych pozostałości. Dlatego powinny być one zintegrowane z istniejącym lub nowobudowanym stanowiskiem do napełniania i mycia opryskiwacza oraz zbiornikiem buforowym – naziemnym lub podziemnym jeśli pozwalają na to warunki gruntowo-wodne (stabilny grunt i niski poziom wód gruntowych).

Stanowisko do napełniania i mycia opryskiwaczy, w tym także stanowisko BIOBED, powinno być zlokalizowane co najmniej;

- 30 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych,
- 30 m od pomieszczeń na pobyt ludzi, silosów na kiszonki, magazynów pasz i ziarna, miejsc przetwarzania artykułów rolno-spożywczych,
- 5 m od granicy działki sąsiedniej,
- najlepiej w bezpośrednim sąsiedztwie magazynu środków ochrony roślin i punktu czerpania wody (np. zbiornika pośredniego).

Dla stanowisk bioremediacyjnych innych niż BIOBED nie ma szczególnych wymagań co do odległości od obiektów wrażliwych. Zgodnie z ogólnymi zasadami stanowiska te powinny być zorganizowane w miejscu:

- nasłonecznionym,
- nie narażonym na zalania,
- położonym co najmniej 2 m od pionowego rzutu krawędzi dachu mającego spadek w stronę stanowiska i nie zaopatrzonego w rynnę.

Przystępując do projektowania i budowy stanowisk należy uwzględnić:

- wielkość opryskiwacza,
- sposób mycia opryskiwacza (nisko- lub wysokociśnieniowe),
- przy braku zadaszenia stanowiska do mycia - sumę opadów w okresie użytkowania opryskiwacza,
- wynikającą z powyższych warunków objętość powstających pozostałości,
- układ przestrzenny i ukształtowanie terenu gospodarstwa,
- rodzaj gruntu i poziom wód gruntowych,
- istniejącą infrastrukturę,
- możliwości inwestycyjne.

Zalecane rozwiązania:

- BIOBED – przy braku stanowiska do napełniania i mycia opryskiwacza,
- PHYTOBAC – dużo pozostałości i dużo miejsca w gospodarstwie,
- BIOFILTER – dużo pozostałości i ograniczone miejsce w gospodarstwie,
- VERTIBAC – mało pozostałości i ograniczone miejsce w gospodarstwie.

5. RODZAJE STANOWISK BIOREMEDIACYJNYCH

Wszystkie omówione niżej stanowiska bioremediacyjne wykorzystują ten sam materiał bioaktywny i działają na tej samej zasadzie. Różni je w zasadzie tylko układ zbiorników i obiegu ciekłych pozostałości oraz sposób ich użytkowania. Na rysunkach przedstawiono przykładowe rozwiązania zadaszonych i niezadaszonych stanowisk z różnym usytuowaniem zbiorników buforowych.

5.1. BIOBED

BIOBED jest najazdowym stanowiskiem bioremediacyjnym, nie wymagającym budowy osobnej płyty do zbierania wody zanieczyszczonej podczas napełniania i mycia opryskiwacza ponieważ służy do bezpośredniego zbierania wszelkiego rodzaju płynnych pozostałości powstających podczas przeprowadzania tych operacji. Brak możliwości separacji produktów ropopochodnych i błota zmywanych z opryskiwacza rodzi pewne ograniczenia związane z myciem maszyn. Należy dołożyć starań aby ilość zmywanych olejów i smarów była jak najmniejsza, szczególnie w przypadku użycia myjki wysokociśnieniowej.

BIOBED to rodzaj zagłębionego w ziemi basenu wypełnionego bioaktywnym substratem i wyposażonego w rampy najazdowe, które umożliwiają wjazd na stanowisko ciągnika z opryskiwaczem. Dno i ścianki basenu muszą gwarantować jego szczelność dlatego należy je wykonać z hydrotechnicznego betonu (np. w klasie C35/45 – dawniej B45), który można dodatkowo uszczelnić masą gruntującą. Na dnie ustawia się bloczki betonowe stanowiące podpory rampy najazdowej. Następnie układa się warstwę drenażową w postaci żwiru (ok. 10 cm) z rurą drenażową do odprowadzania odcieków (rys. 14). Warstwę żwiru przykrywa się podwójną warstwą gęstej agrowłókniny, lub 5-centymetrową warstwą gliny, która spełnia tę samą funkcję spowolnienia przepływu odcieków. W przypadku zastosowania gliny odcieki odprowadzane są powyżej warstwy żwiru, na wysokości warstwy gliny, aby nie dopuścić do jej przesuszenia i pęknięcia. Pęknięcia utworzyłyby trwałe kanały przepływu odcieków. Na włókninie lub glinie układany jest bioaktywny substrat o miąższości co najmniej 60 cm. Po jego zwilżeniu i zagęszczeniu miąższość substratu powinna wynosić minimum 50 cm. Schemat budowy stanowiska pokazano na rys.17.

Spływająca do substratu woda odparowuje z dużej powierzchni stanowiska, a w części nie adsorbowanej przez substrat spływa na dno basenu, a następnie poprzez drenaż i odpływ z syfonem do studzienki zbiorczej lub podziemnego zbiornika buforowego. Stamtąd trafia z powrotem na substrat krążąc w zamkniętym obiegu. Podczas kolejnych cykli środki ochrony roślin ulegają biodegradacji.

Do celów projektowych przyjmuje się, że stanowisko BIOBED może przerobić w ciągu roku 500 l ciekłych pozostałości na każdy metr kwadratowy swojej powierzchni ($0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{rok}$). Jeśli zatem stanowisko o wymiarach 4 x 6 m ma powierzchnię 24 m^2 to jego roczna przepustowość wynosi 12000 l ciekłych pozostałości (12 m^3), co pozwala na wielokrotne mycie opryskiwacza wystarczająco dużą ilością wody. Duży margines pojemności stanowiska oraz odpowiednia pojemność zbiornika buforowego są potrzebne na wypadek intensywnych opadów deszczu. Zadaszenie stanowiska pozwala na zastosowanie znacznie mniejszego zbiornika buforowego (rys. 21). Z kolei w okresach suszy należy pamiętać o podlewaniu stanowiska aby cały czas utrzymać odpowiednią wilgotność podłoża. W okresie zimowym zalecane jest przykrycie stanowiska folią lub brezentem, co zapobiega jego przepełnieniu wodą opadową i przemarzaniu.

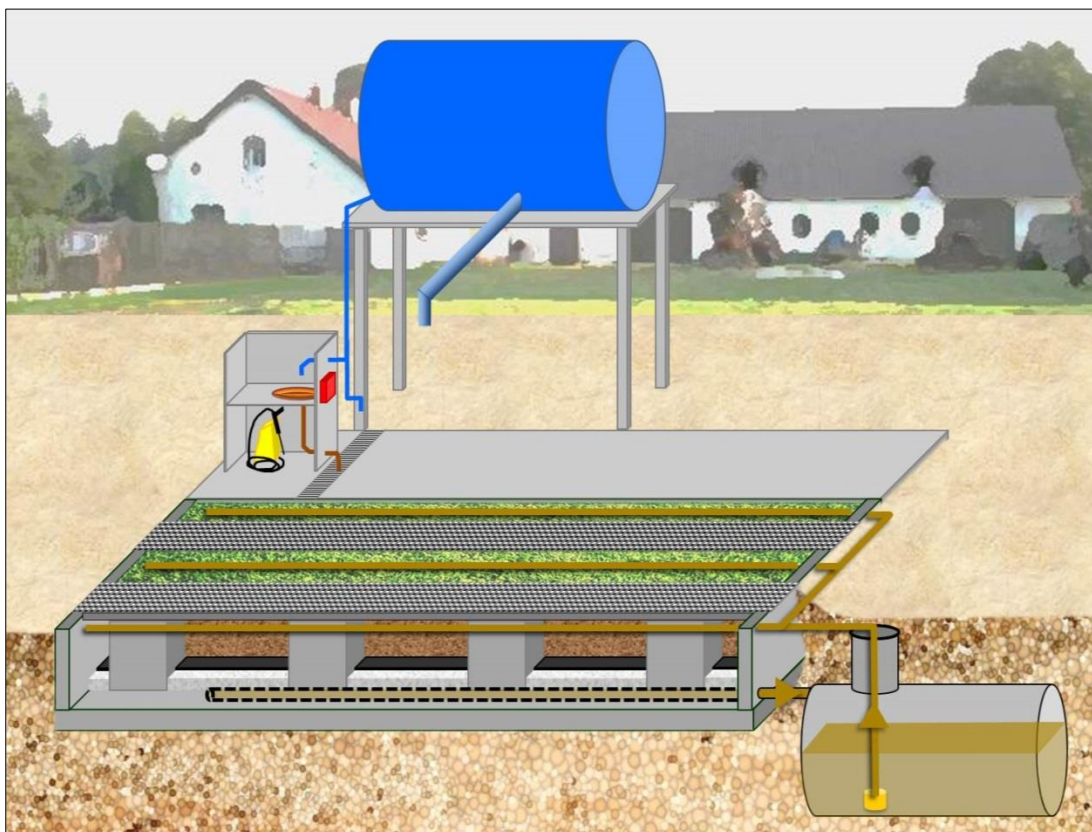
Rys. 17. Przykładowa dokumentacja techniczna stanowiska BIOBED



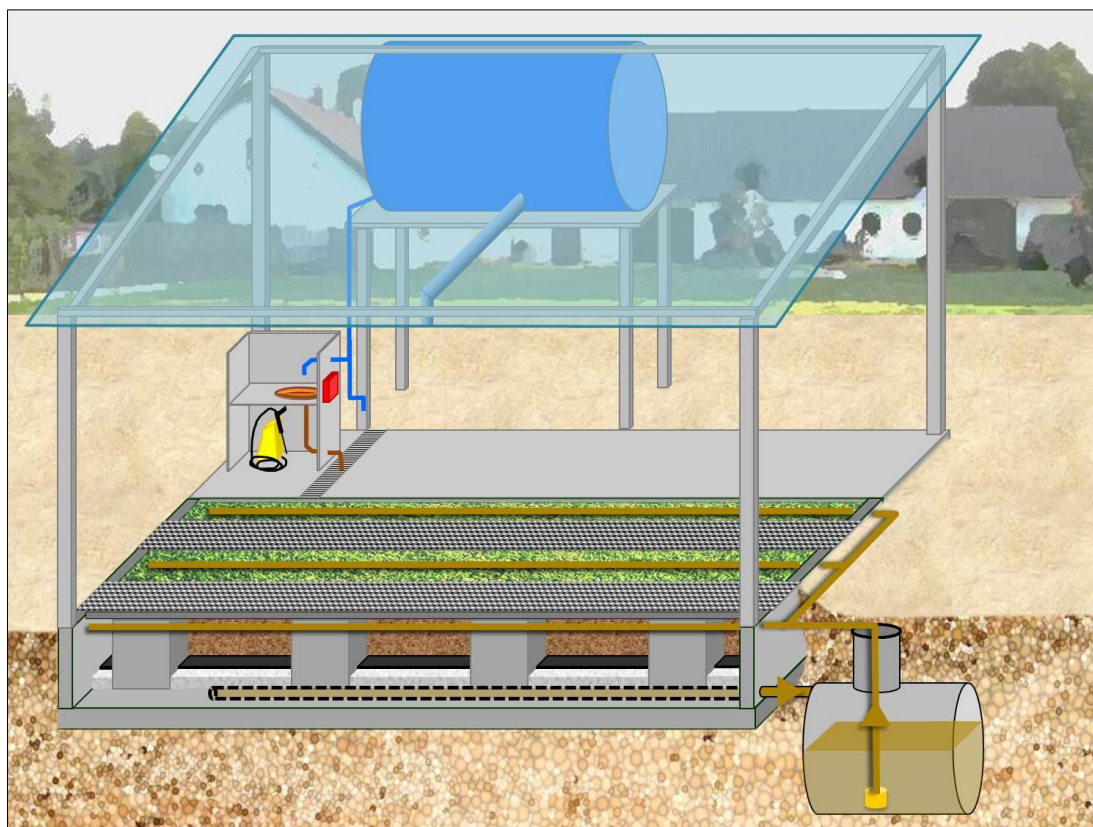
Rys. 18. Stanowisko BIOBED



Rys. 19. Stanowisko BIOBED



Rys. 20. Stanowisko BIOBED ze zbiornikiem buforowym o dużej pojemności



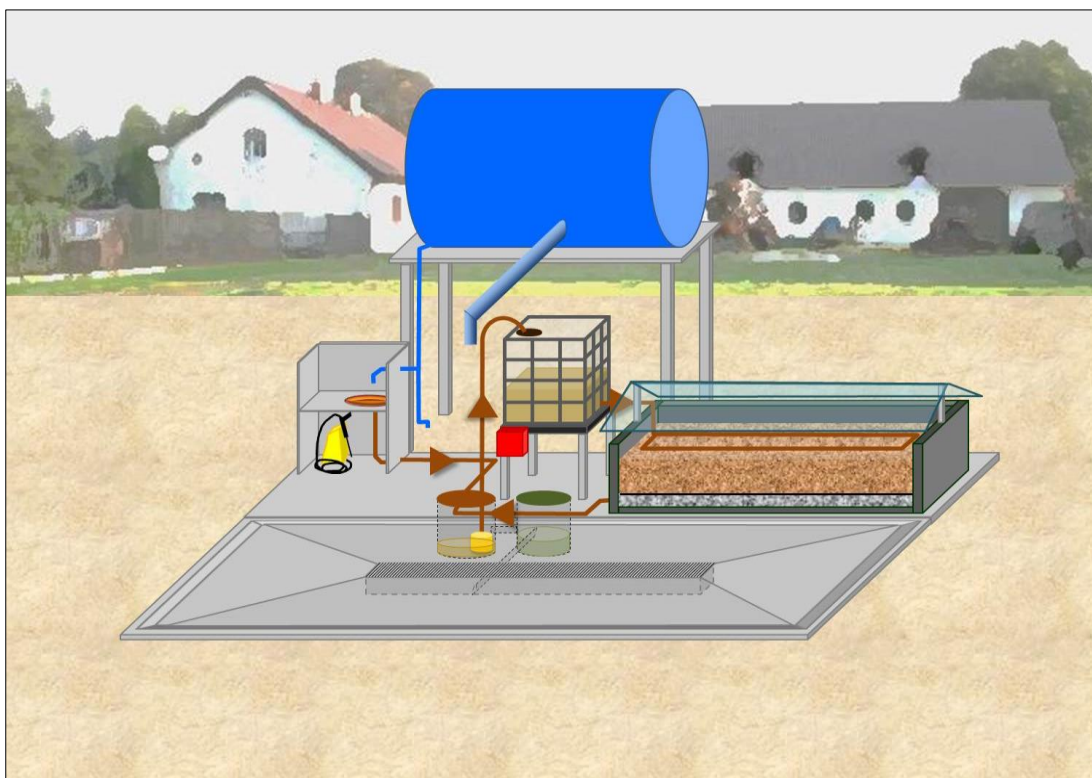
Rys. 21. Zadaszone stanowisko BIOBED ze zbiornikiem o małej pojemności

5.2. PHYTOBAC

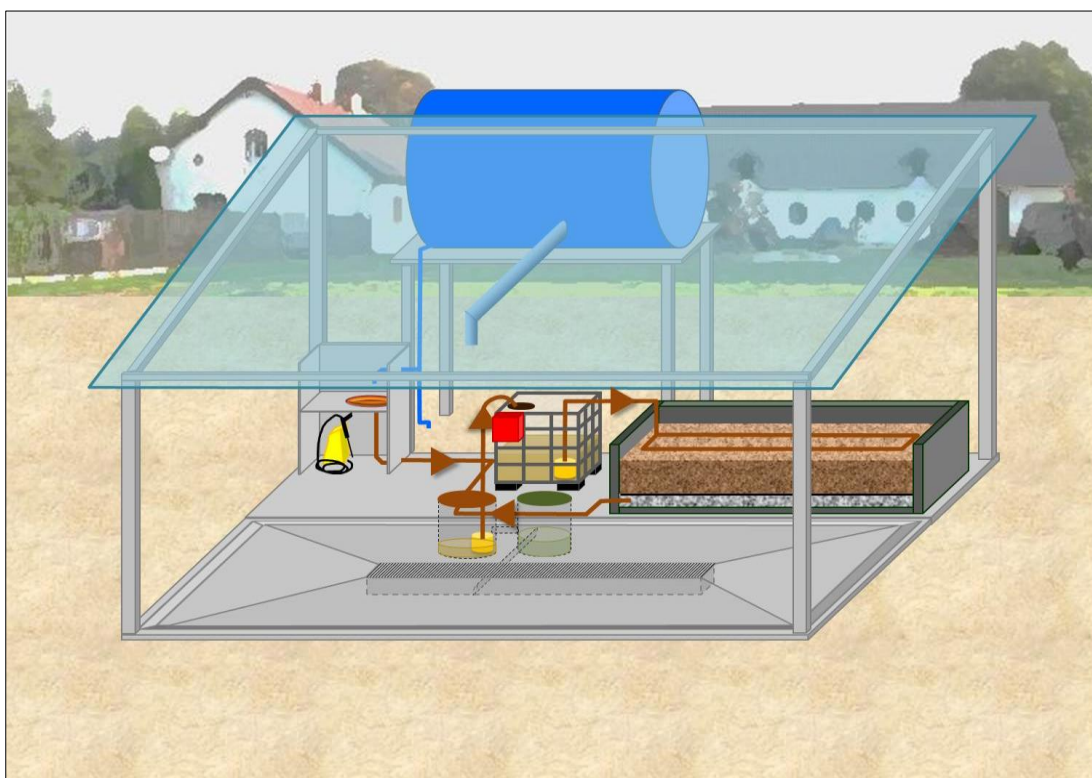
PHYTOBAC to wolnostojący lub częściowo zagłębiony w ziemi zbiornik wypełniony bioaktywnym substratem, ułożonym na warstwie żwiru i agrowłókninie wg. schematu przedstawionego na rys. 14. W przypadku dużych ilości przerabianych pozostałości płynnych zbiornik ten ma zwykle formę basenu, wykonanego z wodoszczelnego betonu, np. betonu hydrotechnicznego C35/45 (dawniej B45), lub z odpornych na uderzenia i działanie substancji chemicznych tworzyw sztucznych (np. polietylen), względnie materiałów do budowy form twardych (np. żywicy syntetycznych). Można także połączyć modułowo kilka mniejszych zbiorników, w liczbie odpowiedniej do potrzeb (rys. 32-35). Najlepiej nadają się do tego typowe skrzyniopalety o pełnych ściankach z tworzyw sztucznych, mieszczące ok. 0,5 m³ substratu.

Płynne pozostałości, gromadzone w zbiorniku buforowym, spływają do stanowiska PHYTOBAC grawitacyjnie lub są do niego przepompowywane i równomiernie rozprowadzane na całej powierzchni substratu za pomocą rur zraszających lub węży z kroplownikami. Im częściej zwilżany jest substrat tym intensywniejsze jest odparowanie wody. Odcieki z substratu, zbierające się w warstwie drenażowej na dnie stanowiska, odprowadzane są do studzienki zbiorczej, a następnie do zbiornika buforowego, po czym trafiają ponownie na substrat. Zastosowanie do przetłaczania ciekłych pozostałości pompy z wyłącznikiem czasowym zapewnia utrzymanie krążenia cieczy w zamkniętym obiegu oraz częste zwilżanie substratu. Zbiornik z substratem należy osłonić przed wodą opadową transparentnym daszkiem, pozwalającym na przepływ powietrza i oddziaływanie promieni słonecznych. Roczna przepustowość stanowiska mierzona efektywnością odparowania wody wynosi co najmniej 500 l płynnych pozostałości na 1,0 m² powierzchni substratu.

Jeśli warunki terenowe na to pozwalają to stanowisko PHYTOBAC może być zlokalizowane poniżej stanowiska do napełniania i mycia opryskiwaczy (rys. 36-39). Wtedy cały przepływ zanieczyszczonej wody do separatora zawieszin stałych i produktów ropopochodnych, następnie do zbiornika buforowego i w końcu na substrat odbywa się grawitacyjnie. Jeśli zbiornik buforowy jest odpowiedniej objętości, a stanowisko PHYTOBAC zawiera ilość substratu odpowiadającą przewidywanej ilości pozostałości do przerobienia to można zrezygnować z odpływu odcieków ze stanowiska i tym samym wykluczyć konieczność stosowania pomp. Zadaszenie stanowiska do mycia opryskiwaczy (rys. 23, 35, 39) pozwala na istotne zmniejszenie zbiornika buforowego i redukcję objętości substratu.



Rys. 22. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC



Rys. 23. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC zintegrowane z zadaszonym stanowiskiem do napełniania i mycia opryskiwacza



Rys. 24. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC



Rys. 25. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC



Rys. 26. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC



Rys. 27. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC



Rys. 28. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC z odsuwającym dachem



Rys. 29. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC w basenie z tworzywa sztucznego



Rys. 30. Stanowiska bioremediacyjne PHYTOBAC w basenach z tworzywa sztucznego



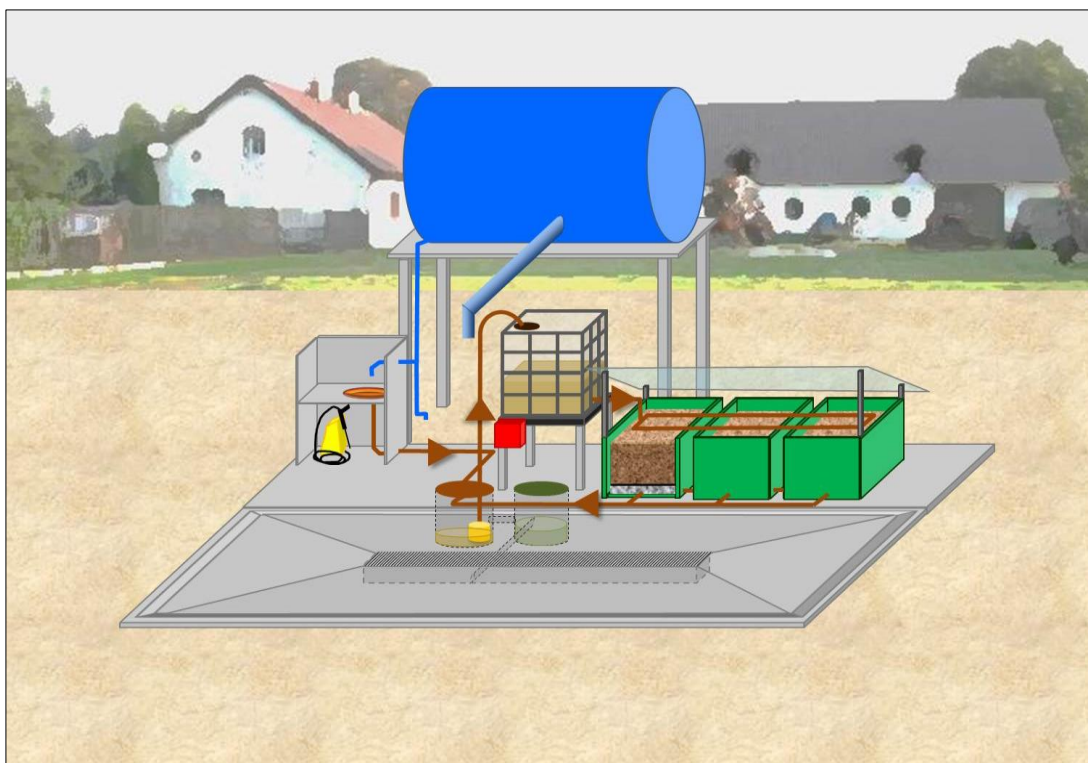
Rys. 31. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC



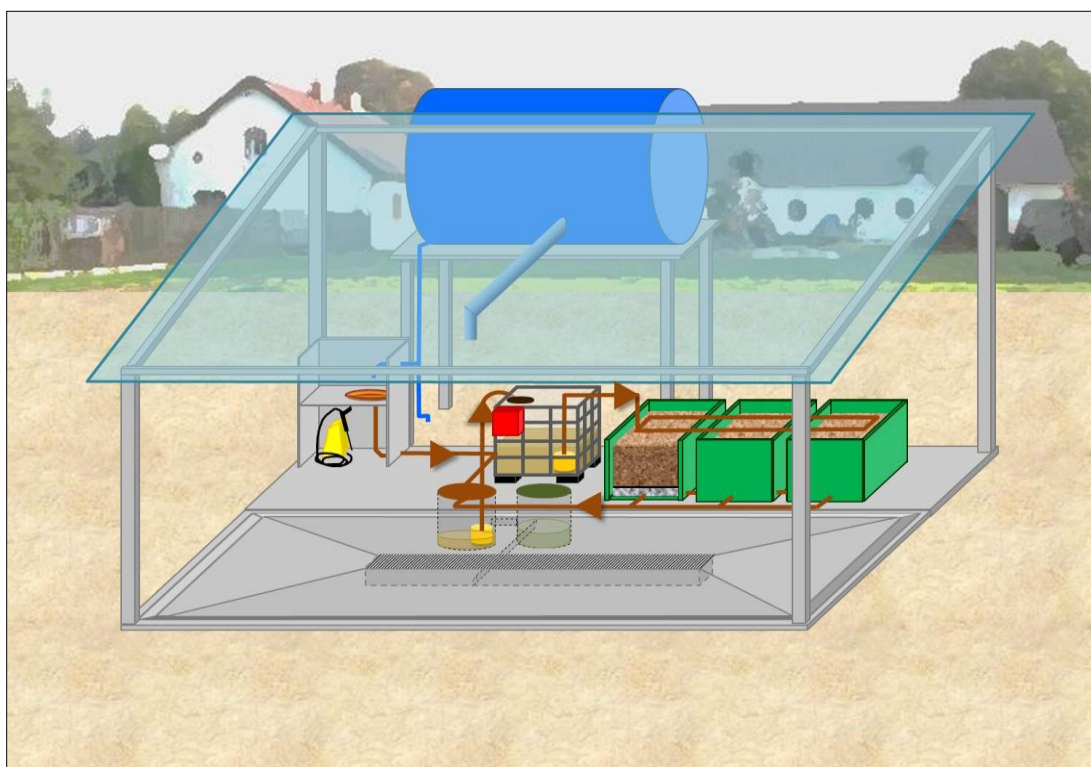
Rys. 32. Modułowe stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC



Rys. 33. Modułowe stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC



Rys. 34. Modułowe stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC



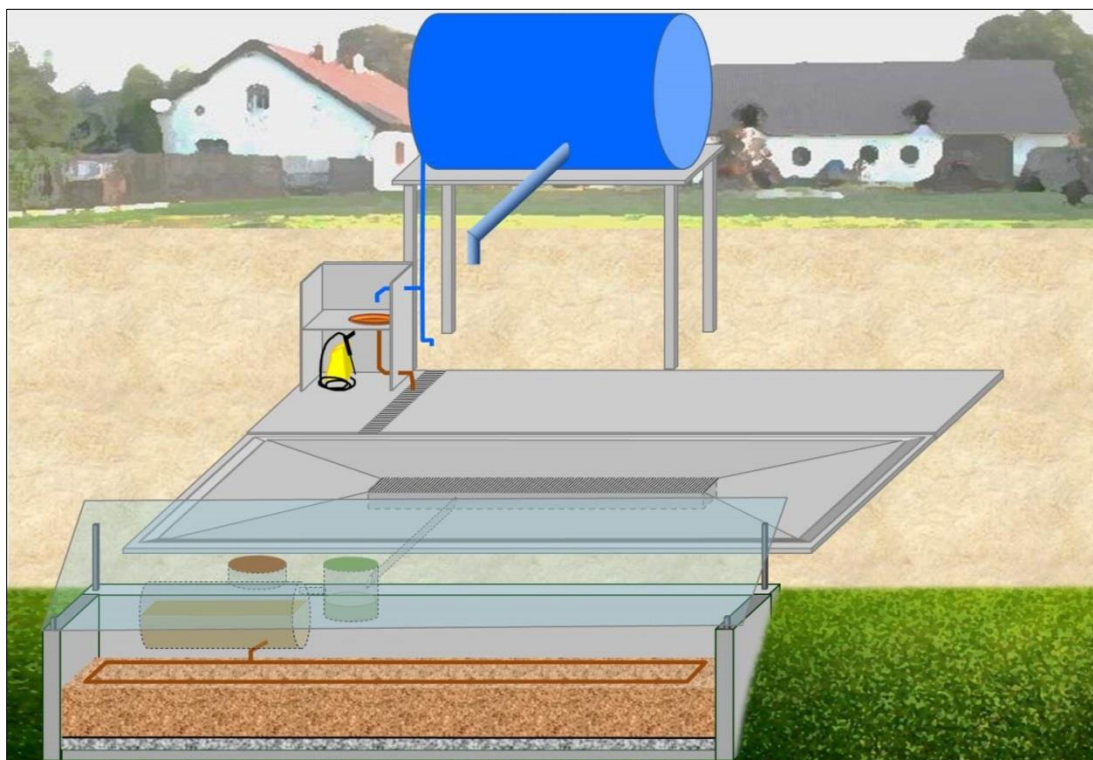
Rys. 35. Modułowe stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC zintegrowane z zadaszonym stanowiskiem do napełniania i mycia opryskiwacza



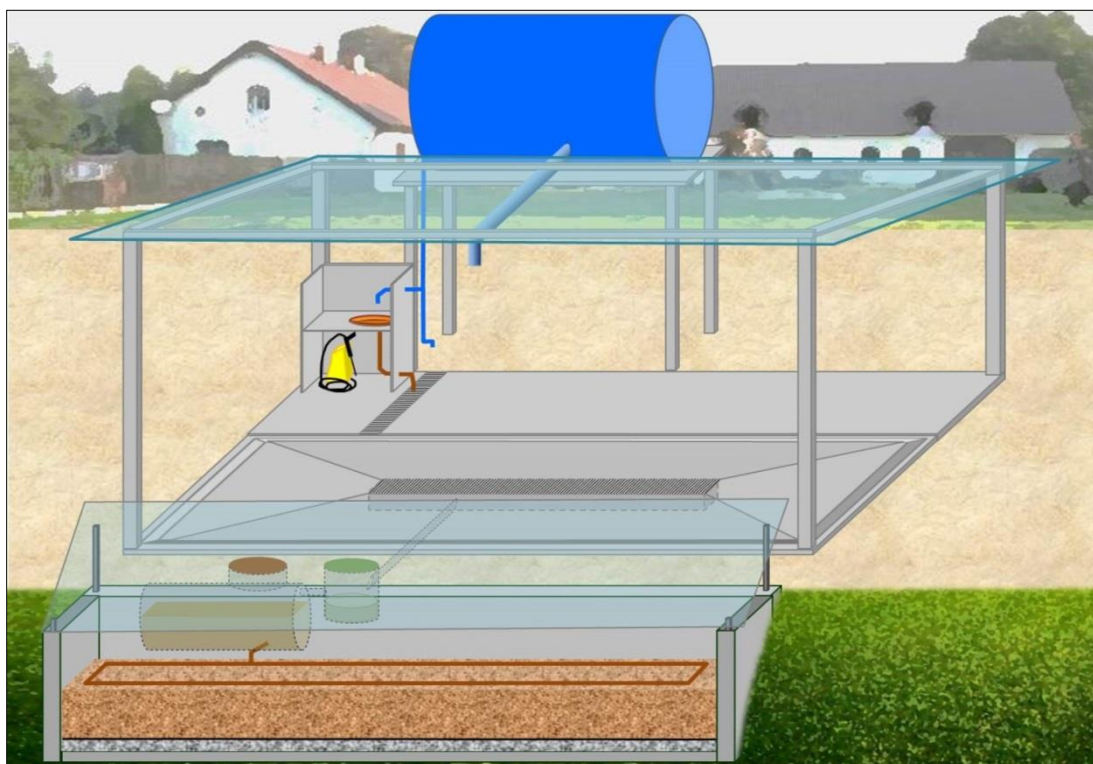
Rys. 36. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC z grawitacyjnym spływem wody ze stanowiska do napełniania i mycia opryskiwacza



Rys. 37. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC z grawitacyjnym spływem wody ze stanowiska do napełniania i mycia opryskiwacza



Rys. 38. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC z grawitacyjnym sływem wody ze stanowiska do napełniania i mycia opryskiwacza



Rys. 39. Stanowisko bioremediacyjne PHYTOBAC z grawitacyjnym sływem wody z zadaszonego stanowiska do napełniania i mycia opryskiwacza

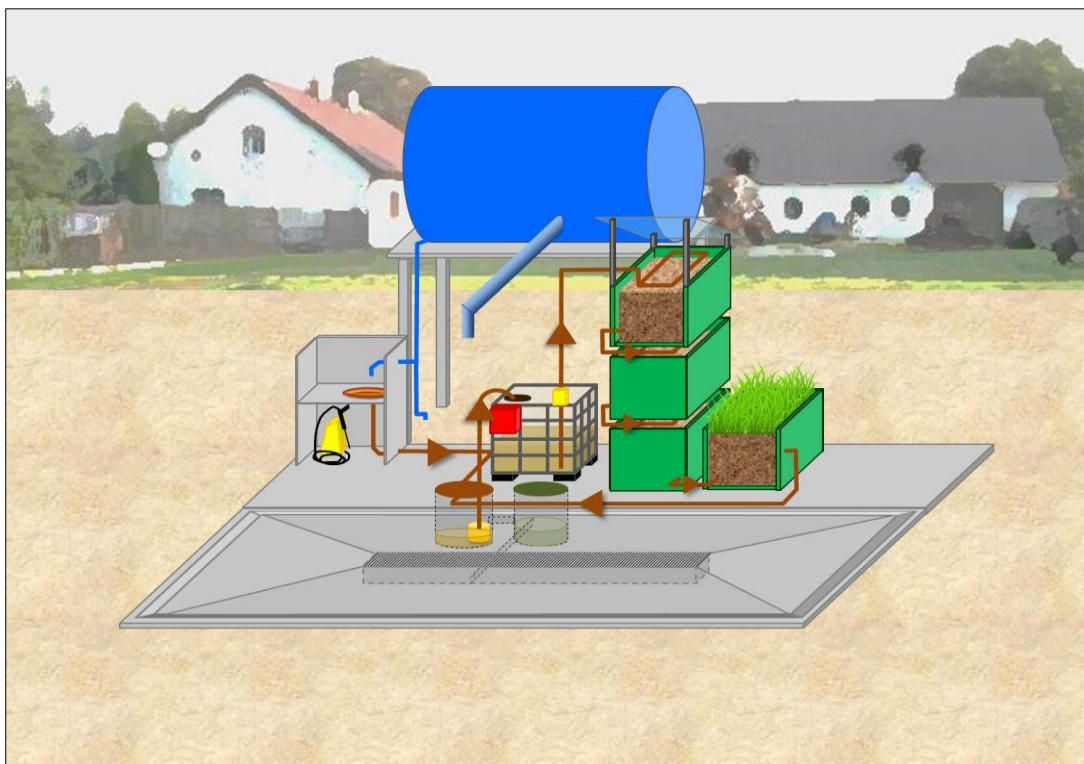
5.3. BIOFILTER

BIOFILTER to zestaw dwóch lub trzech otwartych zbiorników w formie prostopadłościennych kontenerów, z których każdy ma objętość ok. 1 m³ i jest wypełniony bioaktywnym substratem o standardowym składzie. Kontenery te umieszczone są jeden nad drugim w formie kolumny (rys. 40-42). Aby zapobiec rozwojowi glonów na wewnętrznych ściankach kontenerów powinny one być wykonane z ciemnego tworzywa (np. czarnego polietylenu). W przeciwnym razie należy je owinać czarna folią.

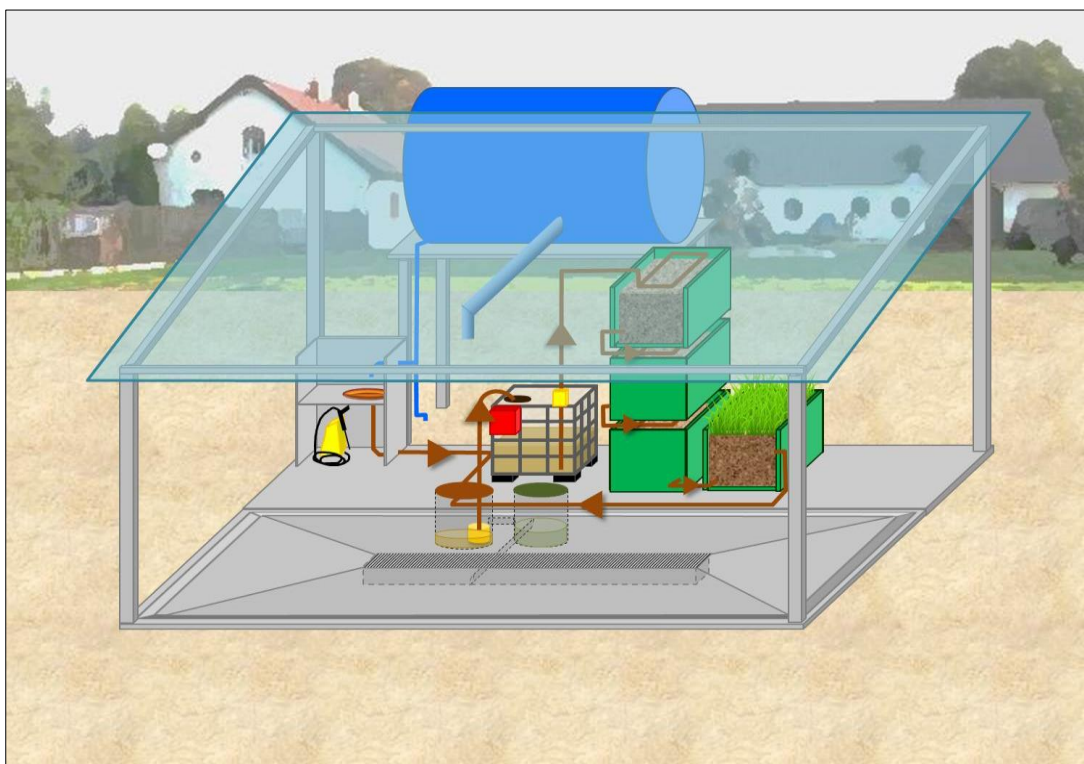
Ciekle pozostałości tłoczone przez pompę ze zbiornika buforowego i rozprowadzane na powierzchni substratu w górnym kontenerze przesączają się przez substrat i spływają grawitacyjnie do kontenerów położonych niżej. Odprowadzenie odcieków z każdego kontenera powinno zapewniać, że ich poziom na dnie zbiornika pozostaje na wysokości ok. 15-20 cm (rys. 43). Podczas przesączania się przez kolejne kontenery woda odparowuje z powierzchni substratu a środki ochrony roślin ulegają niemal całkowitej biodegradacji. Przy dawce cieklých pozostałości, wynoszącej 20-25 l dziennie odparowanie wody w okresie od maja do września jest na poziomie 60-70%.

Odcieki z najniższego kontenera zasilają dodatkowe, dwa lub trzy kontenery boczne. Na ich podłożu rosną rośliny tolerancyjne na środki ochrony roślin i wykazujące zdolności fitoakumulacyjne (kumulujące substancje chemiczne głównie w pędach i liściach) oraz sprzyjające dobrej ewapotranspiracji (ewaporacji plus transpiracji). Wymagania te spełnia np. turzycza prosowa (*Carex paniculata* L.) lub wierzba wiciowa (krzewiasta) (*Salix viminalis* L.). Dobrymi hiperakumulatorami są także: gryka (*Fagopyrum* Mill.), kukurydza (*Zea mays*), lucerna (*Medicago* L.), perz (*Elymus repens* L.), tobołki alpejskie (*Thlaspi caerulescens* L.) i mniszek lekarski (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.). Z użyciem roślin z bocznych kontenerów usuwane są resztki substancji i efektywnie odparowywany jest nadmiar wody. Odcieki z bocznych kontenerów odprowadzane są z poziomu ok. 30 cm poniżej powierzchni substratu (rys. 44).

BIOFILTER z trzykontenerową kolumną i dwoma kontenerami bocznymi może przerobić do 5000 l cieklých pozostałości rocznie. Podczas warunków pogodowych niesprzyjających ewapotranspiracji ewentualne odcieki z bocznych kontenerów kierowane są do zbiornika buforowego lub bezpośrednio do górnego kontenera kolumny stanowiska. Dawkowanie cieczy oraz jej obieg jest zwykle zautomatyzowany dzięki wykorzystaniu niskoprzepływowej pompy perystaltycznej (rys. 45) z włącznikiem czasowym.



Rys. 40. Stanowisko bioremediacyjne BIOFILTER



Rys. 41. Stanowisko bioremediacyjne BIOFILTER zintegrowane z zadaszonym stanowiskiem do napełniania i mycia opryskiwacza



Rys. 42. Stanowisko bioremediacyjne BIOFILTER i boczne kontenery z roślinami fitoakumulacyjnymi



Rys. 43. Odbiór odcieków z kontenerów kolumny stanowiska BIOFILTER



Rys. 44. Odbiór odcieków z bocznych kontenerów stanowiska BIOFILTER



Rys. 45. Niskoprzepływowa pompa perystaltyczna w obiegu odcieków ze stanowiska BIOFILTER

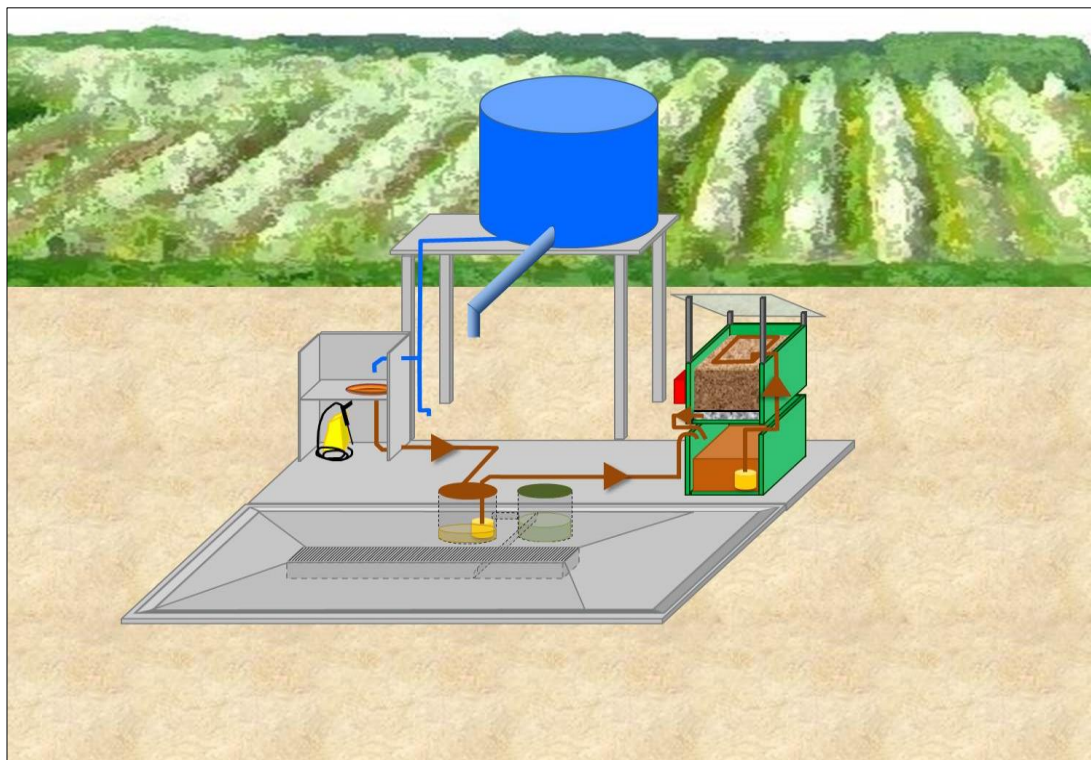
5.4. VERTIBAC

VERTIBAC (rys. 48) jest nowym rozwiązaniem wśród systemów bioremediacji, opracowanym i przetestowanym w Zakładzie Agrotechnologii Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Jego koncepcja funkcjonalna polega na kombinacji stanowiska bioremediacyjnego i dehydratacyjnego (odparowującego wodę - patrz rozdział: **5.5. Rozwiązania alternatywne**) w celu maksymalizacji efektywności procesu biodegradacji przy stosunkowo niewielkich gabarytach. Konstrukcyjnie VERTIBAC jest kombinacją systemów PHYTOBAC i BIOFILTER. Z założenia kompaktowe stanowisko VERTIBAC przeznaczone jest dla gospodarstw ogrodniczych, w których roczna objętość płynnych pozostałości do neutralizacji nie przekracza 1200-1500 l.

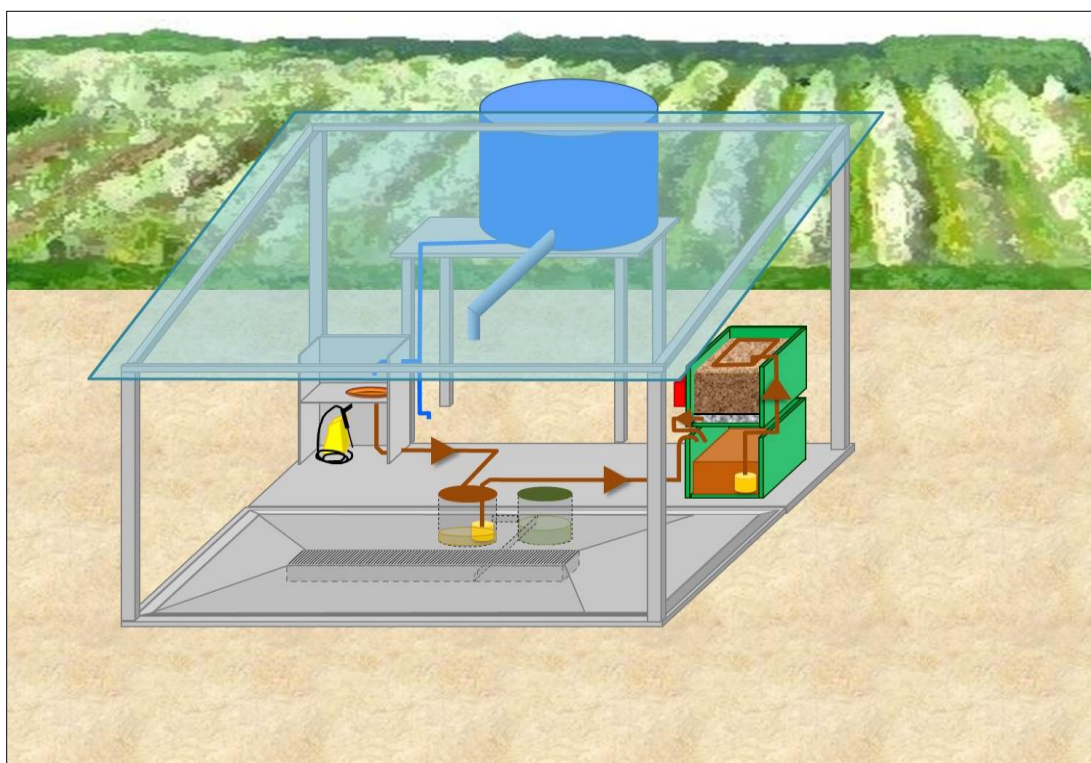
Stanowisko składa się z dwóch szczelnych zbiorników (skrzyniopalet o pełnych ściankach) ustawionych jeden nad drugim (rys. 49). Zbiorniki ustawione są na ramie z kółkami skrętnymi w celu łatwego przemieszczania całego stanowiska, np. do osłoniętego pomieszczenia podczas zimy. Górny zbiornik o całkowitej objętości 700 l zawiera ok. 0,5 m³ substratu oraz pozostałe składniki w takim samym układzie warstw co inne stanowiska bioremediacyjne (rys. 14). Zbiornik dolny o pojemności 400 l pełni rolę zbiornika buforowego oraz dehydratyzatora.

Płynne pozostałości ze zbiornika buforowego (dolnego) podawane są przez pompę na powierzchnię substratu w górnym zbiorniku (rys. 50), niewielkimi porcjami (ok. 10-20 l) kilka razy dziennie. Przesączaając się przez substrat zbierają się w warstwie drenażowej skąd grawitacyjnie spływają do zbiornika buforowego. W ten sposób system stanowi szczelny układ zamknięty, w którym krążące pozostałości płynne poddane są bioremediacji. Woda odparowuje zarówno z powierzchni substratu jak i bezpośrednio z lustra cieczy gromadzonej w zbiorniku buforowym (proces dehydratacji) dzięki zachowaniu 20-centymetrowej przestrzeni między zbiornikami. Dolny zbiornik przykryty jest siatką uniemożliwiającą dostęp do skażonej cieczy osobom postronnym (np. dzieciom) oraz drobnym zwierzętom (np. ptakom i zwierzętom domowym).

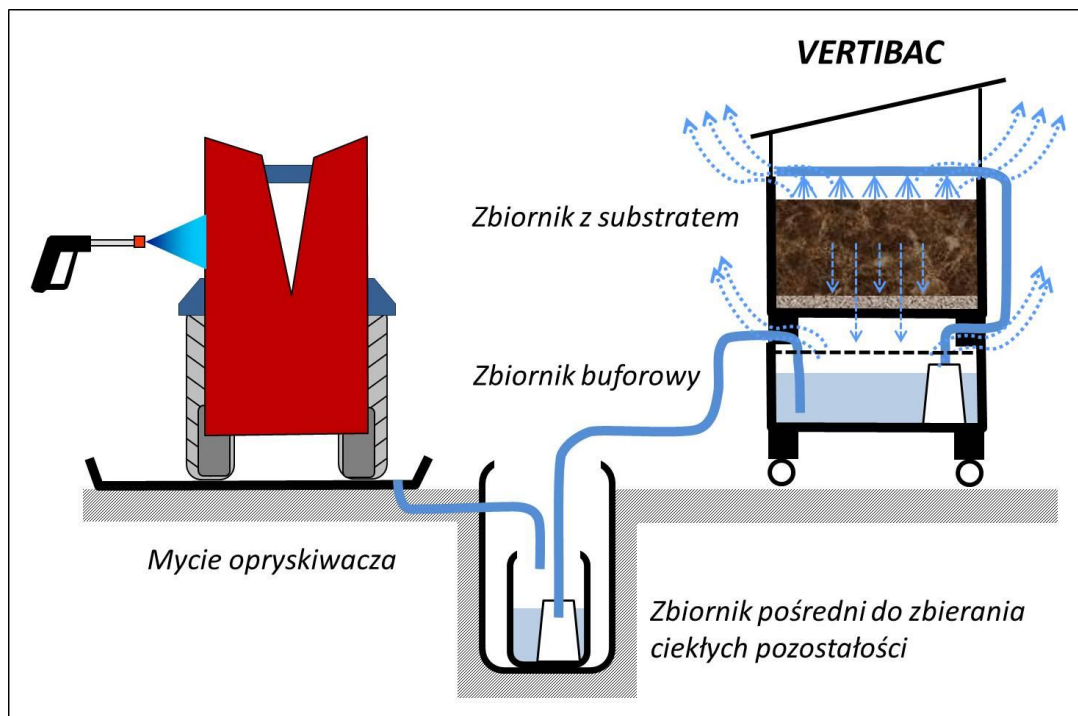
Jeśli na powierzchni substratu uda się utrzymać zieloną okrywę roślin (rys. 51), np. zbóż lub gatunków wykazujących właściwości fitoakumulacyjne (patrz rozdział: **6.3 BIOFILTER**) to odparowanie wody ze stanowiska znacząco się zwiększy dzięki ewapotranspiracji. W połączeniu z dehydratacyjnym działaniem dolnego zbiornika łączna efektywność odparowania wody z systemu z łatwością osiąga 1200-1500 l z 0,5 m³ substratu w ciągu całego sezonu ochrony upraw ogrodniczych (od kwietnia do października).



Rys. 46. Kompaktowe stanowisko bioremediacyjne VERTIBAC



Rys. 47. Stanowisko bioremediacyjne VERTIBAC zintegrowane z zadaszonym stanowiskiem do napełnienia i mycia opryskiwacza



Rys. 48. Stanowisko bioremediacyjne VERTIBAC zintegrowane ze stanowiskiem do napełnienia i mycia opryskiwacza



Rys. 49. Kompaktowe stanowisko bioremediacyjne VERTIBAC



Rys. 50. Nanoszenie płynnych pozostałości na substrat stanowiska VERTIBAC



Rys. 51. Zielona okrywa na stanowisku VERTIBAC

5.5. Rozwiązania alternatywne

ZIELONY BIOBED

Jest to pojedyncza klatka (rys. 52) lub modułowa struktura klatek (rys. 53) z siatki drucianej, wypełnionych klasycznym substratem, obsianym trawą i zamontowanych w ramie nośnej. Modułowa konstrukcja przybiera formę zielonej ściany o dużej powierzchni ewapotranspiracji. Dzięki temu odparowanie wody jest bardzo efektywne i może sięgać nawet $6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{rok}$. Substrat w szczytowej klatce zwilżany jest płynnymi pozostałościami rozprowadzanymi za pomocą przewodów kroplujących. Przesączająca się ciecz spływa grawitacyjnie do modułów położonych niżej.



Rys. 52. ZIELONY BIOBED w formie pojedynczej klatki



Rys. 53. Modułowa konstrukcja stanowiska ZIELONY BIOBED

DEHYDRATACJA

Alternatywną metodą zagospodarowania ciekłych pozostałości jest ich dehydratacja, czyli odparowanie wody będącej objętościowym balastem pozostałości. Pozostały po odparowaniu wody osad należy bezpiecznie zutylizować w spalarni odpadów niebezpiecznych, korzystając z płatnej usługi specjalistycznej i uprawnionej firmy. Zaletą systemów dehydratacyjnych jest możliwość zagospodarowania pozostałości w wysokim stężeniu substancji czynnych, oraz zawierających ropopochodne węglowodory, azot z nawozów mineralnych lub inne substancje niekorzystnie oddziałujące na mikroorganizmy glebowe (np. fungicydy miedziowe i siarkowe). Stanowiska dehydratacyjne są bardzo proste w konstrukcji, a przebiegający w nich proces dehydratacji nie wymaga żadnej obsługi. Oferowane są dwa rodzaje stanowisk: **HELIOSEC** (rys. 54), będący otwartym zadaszonym zbiornikiem na ciecz, oraz **OSMOFILM** (rys. 55), w którym ciecz gromadzona jest w worku wykonanym z przeźroczystej, polimerowej folii, będącej wodoszczelną membraną, przepuszczalną dla pary wodnej.



Rys. 54. *HELIOSEC* – stanowisko dehydratacyjne o pojemności zbiornika 2500 l



Rys. 55. *OSMOFILM* – system dehydratacyjny z użyciem worków z folii polimerowej

6. KOSZTY

Koszt stanowiska bioremediacyjnego zależy od przyjętego rozwiązania, konfiguracji poszczególnych jego elementów oraz ich wielkości. Poniższa tabela przedstawia przykładowy kosztorys inwestorski różnych stanowisk, uwzględniający koszt użycia sprzętu i robocizny w ramach zleconych usług. Wykonanie stanowiska z użyciem własnego sprzętu i z zaangażowaniem własnej pracy pozwala na znaczną redukcję kosztów, ograniczających się w zasadzie do materiałów.

Kosztorys inwestorski – przykład

Stanowisko do napełniania i mycia opryskiwaczy (bez wiaty)	
Robocizna	4 000,00
Materiały	3 000,00
Sprzęt	650,00
Razem (netto)	7 650,00
Podatek VAT	1 760,00
Ogółem	9 410,00
Stanowisko BIOBED	
Robocizna	7 300,00
Materiały	10 700,00
Sprzęt	1 500,00
Razem (netto)	19 500,00
Podatek VAT	4 480,00
Ogółem	23 980,00
Stanowisko PHYTOBAC (moduł) / VERTIBAC	
Robocizna	1200,00
Materiały	1500,00
Sprzęt	200,00
Razem (netto)	2900,00
Podatek VAT	670,00
Ogółem	3570,00
Dodatkowe elementy	
Separator koalescencyjny	3000,00
Paletozbiornik 1200 l	250,00
Zbiornik podziemny (polietylen)	2500,00

7. KORZYŚCI DLA UŻYTKOWNIKÓW

W rejonach intensywnego stosowania środków ochrony roślin obserwuje się w trakcie sezonu wegetacyjnego okresowy wzrost poziomu pozostałości tych środków w wodach powierzchniowych. Powodem tego jest niewłaściwe zagospodarowanie płynnych pozostałości po napełnianiu i myciu opryskiwaczy. Sytuację może poprawić bezpieczna neutralizacja tych pozostałości przy użyciu stanowisk bioremediacyjnych. Ich szczególną zaletą jest fakt, że problem trudnych do zagospodarowania pozostałości płynnych rozwiązują kompleksowo i lokalnie. Lokalność działania oznacza możliwość likwidacji problemu u źródła, bez ryzyka uwolnienia pozostałości do środowiska i bez konieczności ich transferu poza obszar gospodarstwa, a więc miejsca stosowania pestycydów. Do momentu ich rozkładu i tym samym unieszkodliwienia pozostają one pod kontrolą użytkownika, z założenia przeszkolonego i przygotowanego do pracy ze środkami ochrony roślin. Kompleksowość rozwiązania problemu polega na tym, że efektywna biodegradacja środków ochrony roślin umożliwia zagospodarowanie zużytego substratu w gospodarstwie, jako nawozu organicznego, bez stwarzania zagrożeń dla ludzi, zwierząt i środowiska. Powrót bioaktywnego podłoża na pole nadaje temu sposobowi zagospodarowania pozostałości charakter procesu odnawialnego. Brak odpadów wymagających kosztownej i energochłonnej utylizacji jest największą zaletą systemów bioremediacyjnych. Cały proces odbywa się przy minimalnych nakładach energetycznych, co przy obecnej trosce o stan klimatu ma dodatkowy wydźwięk ekologiczny.

Warta podkreślenia jest prostota i praktyczność rozwiązania. Od użytkownika oczekuje się postępowania zgodnego z dobrą praktyką, zachowania środków ostrożności, systematycznego monitorowania stanu podłoża i okresowego jego napowietrzania. Przy poprawnie zbudowanym stanowisku żadne czynności obsługowe nie nastroczają trudności i nie stwarzają zagrożeń dla użytkownika, zwierząt czy środowiska. Prosta konstrukcja pozwala utrzymać koszt stanowiska na niskim poziomie. Cena nie powinna więc być barierą w jego upowszechnieniu.

Nie do pominięcia jest aspekt edukacyjny. Użytkowanie stanowiska bioremediacyjnego motywuje użytkownika do wdrażania dobrych praktyk w całym łańcuchu czynności związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin. Z obserwacji prowadzonych we Francji wynika, że w gospodarstwach gdzie stosowano stanowiska bioremediacyjne ilość skażonych pozostałości znacznie zmalała. Naturalną konsekwencją wzrostu świadomości jest rozciągnięcie dobrych praktyk także na inne obszary działalności, co wprowadza gospodarstwo na wyższy etap rozwoju, stwarzając szansę poprawy warunków życia na obszarach wiejskich.

Kompleksowość, lokalność, skuteczność, bezpieczeństwo i bezodpadowość bioremediacji stanowią o innowacyjności tego procesu. Wdrażanie innowacyjnych technologii przyjaznych środowisku jest szansą na podniesienie konkurencyjności gospodarstw poprzez spełnienie wymagań wzajemnej zgodności i standardów związanych z certyfikatem jakości produkcji. Ponadto modernizacja infrastruktury technicznej gospodarstwa umożliwia poprawę warunków pracy, bezpieczeństwa i jakości zarządzania.

Pełna lista beneficjentów wdrożenia systemów bioremediacyjnych w praktyce obejmuje:

- gospodarstwa rolnicze:
 - wdrażanie dobrych praktyk w ochronie roślin,
 - podnoszenie świadomości w zakresie bezpiecznego stosowania środków ochrony roślin,
 - minimalizacja ryzyka dla zdrowia ludzi i dla środowiska,
 - spełnienie wymagań w ramach programów rolno-środowiskowych dających możliwość pozyskiwania subsydiów,
 - podnoszenie konkurencyjności produkcji rolniczej
- producentów środków produkcji rolnej i usługodawców:
 - poszerzenie zakresu oferty rynkowej wychodzącej naprzeciw nowemu zapotrzebowaniu na stanowiska bioremediacyjne,
 - tworzenie nowych stanowisk i miejsc pracy,
 - zwiększenie konkurencyjności produkcji i świadczonych usług,
- ośrodki doradztwa rolniczego i inne podmiotów świadczące usługi doradcze i szkolenia dla producentów rolnych:
 - poszerzenie zakresu usług doradczych,
 - wzbogacenie programu szkoleń o tematykę związaną z bezpiecznym zagospodarowaniem pozostałości z wykorzystaniem bioremediacji oraz instrukcję instalacji i użytkowania stanowisk bioremediacyjnych,

8. LITERATURA

1. Balsari, P., Marucco, P., Oggero, G. 2006. External contamination of sprayers in vineyards. *Aspects of Applied Biology* 77: 215-221.
2. Basford, W. D., Rose, S.C., Carter, A.D. 2004. On-farm bioremediation (biobed) systems to limit point source pesticide pollution from sprayer mixing and washdown areas. *Aspects of Applied Biology*. 71: 27-34.
3. Antonious G.F. 2012. On-farm bioremediation of dimethazone and trifluralin residues in runoff water from an agricultural field. *J. Env. Sci.Health, Part B*, 47: 608–621.
4. Castillo, M. d. P., von Wirén-Lehr, S., Scheunert, I., Torstensson, L. 2001. Degradation of isoproturon by the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Biol Fertil Soils* 33: 521-528.
5. Castillo M.P., Torstensson L. 2007. Effect of biobed composition, moisture, and temperature on the degradation of pesticides. *J. Agric. Food Chem.* 55 (14): 5725–5733.
6. Castillo, M.P., Torstensson, L., Stenström, J. 2008. Biobeds for environmental protection from pesticide use: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(15): 6206-6219.
7. Coppola, L., Castillo, M.P., Monaci, E., Vischetti, C. 2007. Adaptation of the biobed composition for chlorpyrifos degradation to southern Europe conditions. *J. Agric. Food Chem.* 55(2): 396–401.
8. Debaer, C., Jaeken, J. 2006. Modified bio filters to clean up leftovers from spray loading and cleaning; experience from pilot installations. *Aspects of Applied Biology* 77: 247-252.
9. Debaer, C., Springael, D., Ryckeboer, J., Spanoghe, P., Jaeken, P. 2007. The use of plants for optimization of a biofilter system used for bio purification of spray remnants. *Oral Communication on 2nd Biobed Workshop*, 11-12 December 2007, Ghent.
10. Debaer, C., Springael, D., Ryckeboer, J., Spanoghe, P., Balsari, P., Taylor, W.A., Jaeken, P. 2008. Volumes of residual of sprayers and their International Standards: impact on farm water treatment systems. *International Advances in Pesticide Application 2008*, Robinson College, Cambridge, UK., *Aspect of Applied Biology*, 84: 193-199.
11. Doruchowski, G. 2010. Techniczne i organizacyjne aspekty ochrony wód przed skażeniem środkami ochrony roślin stosowanymi w praktyce sadowniczej. XLVI Ogólnopolska Naukowa Konferencja Sadownicza, ISK Skierniewice, 29-30 września 2010. Materiały Konferencyjne: 183-184.
12. Doruchowski, G. 2011. Co z pozostałościami? *OWK* 5/2011: 42-43.
13. Doruchowski, G. 2011. Jak zagospodarować ciekłe pozostałości po ŚOR? *TopAgrar Polska*, 5/2011: 100-105.

14. Doruchowski, G., 2012. Biobed – sposób na ciekłe pozostałości. *Hasło Ogrodnicze* 6/2012: 6-8.
15. Doruchowski G. 2013. Bioremediacja – sposób na pozostałości po zabiegach ochrony roślin. *MPS SAD* 5/2013: 138-142.
16. Doruchowski, G. 2015. Zagospodarowanie pozostałości po zabiegach ochrony roślin. *Technika Sadownicza i Warzywnicza* 1/2015: 50-53.
17. Doruchowski, G. 2016. Bioremediacja – sposób na neutralizację środków ochrony roślin. *BeneFito*, 4/2016. BASF Polska Sp. z o.o
18. Doruchowski, G., Hołownicki, R. 2003. Przyczyny i zapobieganie zanieczyszczeniom wód i gleby wynikającym ze stosowania środków ochrony roślin. *Zeszyty Edukacyjne*. Nr. 9. Wyd. IMUZ Falenty. ISSN 1428-3786: 96-115.
19. Doruchowski, G., Hołownicki, R., Świechowski, W., Godyń, A. 2011. Bezpieczne zagospodarowanie ciekłych pozostałości po zabiegach ochrony roślin w systemach biodegradacji i dehydratacji. *Inżynieria rolnicza*, 8(133): 89-100.
20. Doruchowski, G., Hołownicki, R., Świechowski, W., Godyń, A. 2014. *Dobra Praktyka postępowania przy stosowaniu środków ochrony roślin*. Wyd. Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach. ISBN 978-83-89800-63-3: 54 s.
21. Doruchowski, G., Hołownicki, R. 2015. *Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin. Ochrona wód przed zanieczyszczeniami miejscowymi*. Wyd. III uzupełnione i poprawione. Wyd. Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach. ISBN 978-83-89800-70-1: 96 s.
22. Doruchowski, G., Hołownicki, R., Godyn, A., Swiechowski, W. 2012. VERTIBAC – a compact bioremediation system for management of the liquid remnants after cleaning of sprayers. *7th European Conference on Pesticides and Related Organic Micropollutants in the Environment*. Porto, Portugal, 7-10 October, 2012: 141-142.
23. Doruchowski, G., Miszczak, A., Świechowski, W., Hołownicki, R., Godyń, A. 2012. VERTIBAC stanowisko bioremediacyjne do neutralizacji ciekłych pozostałości po zabiegach ochrony roślin. 10. *Konferencja nt. Racjonalna Technika Ochrony Roślin*. Poznań, 14-15 listopada 2012: 161-171.
24. Doruchowski, G., Roettele, M., Balsari, P. 2010. Technological approaches to mitigation risk of point and diffuse sources pollution of water with pesticides. *6th European Conference on Pesticide and Related Organic Micropollutants in the Environment*, 6-10 September, Matera, Italy, Book of Abstracts: 144-150.
25. Doruchowski, G., Świechowski, R., Hołownicki, R., Godyń, A. 2011. Bezpieczne zagospodarowanie ciekłych pozostałości po zabiegach ochrony roślin w systemach biodegradacji i dehydratacji. *XI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Szkoleniowa „Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej”*, Polanica-Zdrój, 27-30 czerwca 2011. Abstrakty, ISBN 978-83-7717-052-6: 19.
26. Fogg, P., Boxall, A.B.A., Walker, A. 2003. Degradation of Pesticides in Biobeds: The Effect of Concentration and Pesticide Mixtures. *J. Agric. Food. Chem.* 51(18): 5344-5349.

27. Fogg, P., Boxall, A.B.A., Walker, A., Jukes, A. 2004. Leaching of Pesticides from Biobeds: Effect of Biobed Depth and Water Loading. *J. Agric. Food. Chem.* 52(20): 6217-6227.
28. Fournier, J. C. 2004. A survey of INRA studies on biobeds. *European Biobed Workshop*, 28-29 September, Malmö, Sweden.
29. Frede, F.-G., Fisher, P., Bach, M., 1998. Reduction of herbicide contamination in flowing waters. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 161: 395-400.
30. Genot, P., Van Huynh, N., Debongnie, Ph., & Pussemier, L. 2002. Effects of addition of straw, chitin and manure to new or recycled biofilters on their pesticides retention and degradation properties. *Med Fac Landbouww Univ Gent* 67: 117-128.
31. Karanasios, E, Tsiropoulos, N.G., Karpouzas, D.G., Menkissoglu-Spiroudi, U. 2010. Novel biomixtures based on local Mediterranean lignocellulosic materials: *Evaluation for use in biobed systems*, 80(8): 914–921.
32. Karanasios, E., Karpouzas, D.G. Tsiropoulos, N.G. 2012. Key parameters and practices controlling pesticide degradation efficiency of biobed substrates. *J. Env. Sci. Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 47(6): 589-598.
33. Kravvariti, K., Tsiropoulos, N.G., Karpouzas, D.G. 2010. Degradation and adsorption of terbutylazine and chlorpyrifos in biobed biomixtures from composted cotton crop residues. *Pest Manag. Sci.*, 66(10): 1122–1128.
34. Kucharski, M., Sadowski, J. 2006. Wpływ wilgotności gleby na rozkład herbicydu – badania laboratoryjne. *Progr. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 46 (2): 750-753.
35. Marinozzi, M., Coppola, L., Monaci, E., Karpouzas, D.G., Papadopoulou, E., Menkissoglu-Spiroudi, U., Vischetti, C. 2012. The dissipation of three fungicides in a biobed organic substrate and their impact on the structure and activity of the microbial community. *Env. Sci. Pollution Res.*, 20(4): 2546-2555.
36. Nilsson, E. 2001. Zagrożenia dla operatora i środowiska podczas stosowania środków ochrony roślin. Materiały z II Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin” - Skierniewice 23-24.10.2001. Wyd. ISK Skierniewice. ISBN 83-88707-34-5: 50-64
37. Pigeon, O., De Vleeschouwer, C., Cors, F., Weickmans, B., De Ryckel, B., Pussemier, L., Debongnie, Ph., Culot, M. 2005. Development of biofilters to treat the pesticides wastes from spraying applications. *Comm. Appl. Biol. Sci.* 70(4): 1003-1012.
38. Pussemier, L., De Vleeschouwer, C., Debongnie, Ph. 2004. Self-made biofilters for on-farm clean-up of pesticides wastes. *Outlooks on Pest Management*, April 2004: 60-63.
39. Sadowski, J., Kucharski, M., Wujek, B., Wysocki, A. 2009. Multipozostałości herbicydów w wodach powierzchniowych i gruntowych na terenach rolniczych Dolnego Śląska. *Progr. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 49(4): 1923-1930.
40. Singh, D.K. 2008. Biodegradation and bioremediation of pesticide in soil: concept, method and recent developments. *Indian J. Microb.*, 48: 35-40.

41. Sniegowski, K., Ryckeboer, J., Spanoghe, P., Jaeken, P., Springael, D. 2007. Use of pesticide-primed agricultural soils for bioaugmentation of lab-scale on-farm bioremediation systems treating pesticide contaminated waste water. Poster presentation at *13th PhD-symposium on Applied Biological Sciences*, Leuven, 17 October 2007.
42. Spanoghe, P., Maes, A., Steurbaut, W. 2004. Limitation of point source pesticide pollution: results of bioremediation system. *Comm. Agr. Appl. Biol. Sci.*, 4(69): 719-732.
43. Stallwood, B., Shears, J., Williams, P.A., Hughes, K.A. 2005. Low temperature bioremediation of oil-contaminated soil using biostimulation and bioaugmentation with a *Pseudomonas* sp. from maritime Antarctica. *J. Appl. Microb.*, 99: 794-798.
44. Świechowski, W., Doruchowski, G., Godyń, A., Hołownicki, R. 2011. Biobed stanowisko do bioremediacji płynnych pozostałości po zabiegach ochrony roślin. *Inżynieria Rolnicza*, 8(133): 269-275.
45. Thompson, I. P., Singer, A.C., Bailey, M.J. 2001. Improving the exploitation of microorganisms in environmental clean-up. *Pesticide Behaviour in Soils and Water*, BCPC Symposium Proceedings, 78: 197-204.
46. Torstensson, L., Castillo, M.P. 1997. Use of biobeds in Sweden to minimize environmental spillages from agricultural spraying equipment. *Pestic. Outlook*, 8(3): 24-27.
47. Torstensson, L. 2000. Experiences of biobeds in practical use in Sweden. *Pestic. Outlook*, 2000,11(5): 206-211.
48. Tortella, G.R., Rubilar, O., Castillo, M.P., Cea, M., Mella_Herrere, R., Diez, M.C. 2012. Chlorpyrifos degradation in a biomixture of biobed at different maturity stages. *Chemosphere*, 88(2): 224-228.
49. Vidali, M. 2001. Bioremediation. An overview. *Pure Appl. Chem.*, 73: 1163-1172.
50. Vischetti, C., Capri, E., Trevisan, M., Casucci, C., Perucci, P. 2004. Biomassbed: a biological system to reduce pesticide point contamination at farm level. *Chemosphere*, 55: 823-828.
51. Wehmann, H. J. 2006. Cleaning of sprayers; an emerging ISO standard that is critical to environmental interests. *Aspects of Applied Biology*, 77: 31-38.
52. Wilde de, T., Spanoghe, P., Debaer, C., Ryckeboer, J., Springael, D., Jaeken, P. 2007. Overview of on-farm bioremediation systems to reduce the occurrence of point source contamination. *Pest Manag. Sci.*, 2(63): 111-128.
53. Wirén-Lehr von, S., Castillo M.P., Torstensson, L., Scheunert, I. 2001. Degradation of isoproturon in biobeds. *Biology and Fertility of Soils*, 6 (33): 535-540.
54. Zemleduch, A., Tomaszewska, B. 2007. Organizmy zmodyfikowane genetycznie w fitoremediacji związków organicznych. *Biotechnologia*, 4 (79): 66-81.

ISBN

Polski Partner TOPPS



PSOR

Polskie Stowarzyszenie
Ochrony Roślin

ul. Trębacka, 400-074 Warszawa ● Tel: +48 22 6309895, +48 22 6309896 ● psor@psor.pl

Oceń środowiskowe bezpieczeństwo swojego opryskiwacza,
tzn. w jakim stopniu jego wyposażenie przyczynia się do
ochrony wód przez zanieczyszczeniem środkami ochrony roślin
ze skażeń miejscowych, korzystając z darmowej aplikacji internetowej

EOS (*Environmentally Optimised Sprayer*)

www.topps-eos.org



Oceń ryzyko znoszenia środków ochrony roślin,
oraz dobierz sprzęt i parametry pracy opryskiwacza,
które ograniczają ryzyko zanieczyszczenia wód środkami ochrony roślin ,
korzystając z darmowej aplikacji internetowej

DET (*Drift Evaluation Tool*)

www.topps-drift.org



Ocena Ryzyka Znoszenia TOPPS-PROWADIS

