



AGRÁRNÍ KOMORA  
České republiky



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



Publikace Agrární komory České republiky

# BIOČISTICÍ SYSTÉMY ZBYTKŮ VOD ZNEČIŠTĚNÝCH PŘÍPRAVKY NA FARMÁCH

---

Vedoucí autorského kolektivu  
**Ing. Petr Harašta, Ph.D.**

VYDALA:  
**Agrární komora České republiky**

Počernická 272/96, 108 00 Praha 10

Tel.: +420 296 411 180

e-mail: sekretariat@akcr.cz

[www.akcr.cz](http://www.akcr.cz), [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)



**Správná praxe v ochraně rostlin a lepší ochrana vody**

## **BIOČISTICÍ SYSTÉMY ZBYTKŮ VOD ZNEČIŠTĚNÝCH PŘÍPRAVKY NA FARMÁCH**



# Obsah

1. Úvod	5
2. Podmínky na farmách	9
3. Vstup chemických látek a kapalin	9
4. Konstrukce biočisticích systémů	13
5. Dimenzování biočisticích systémů	25
6. Aktivní směsi substrátů	27
7. Míchání substrátů	29
8. Sorpční a rozkladné procesy	31
9. Výluh	33
10. Směsi substrátů po použití	33
11. Předpoklady pro rozhodnutí o vhodném biočisticím systému	33
Použitá literatura	37



# Účel příručky

Tato příručka má za cíl informovat zemědělce, poradce a úřady o možnostech zamezení kontaminace povrchové vody přípravky na ochranu rostlin (dále jen „přípravky“) správným zacházením s kontaminovanými kapalinami během procesu plnění a čištění zařízení pro aplikaci přípravků na farmě. Projekt TOPPS definoval a vytvořil soubory Nejlepších řídicích postupů (BMP), kterými lze zamezit znečištění vody přípravky z bodových a difúzních zdrojů a zaměřil se na zacházení s kontaminovanými kapalinami (zbytky) jako na kritický pracovní proces.

(Zbytky: kapaliny kontaminované přípravky, které pocházejí ze zbytkových objemů po prvních čistících krocích provedených na poli; oplachová voda z plnění, čištění a údržby na farmě.)

Ve většině v projektu zapojených zemí se aspektům zacházení se zbytkovými kapalinami nedostalo potřebné pozornosti a chybí jasná doporučení a/nebo předpisy. Lze se domnívat, že obslužný personál potřebuje jasná doporučení, jak zamezit tomu, aby se přípravky dostaly do vody. Obecná doporučení jsou nedostačující, a proto je snahou této brožurky podpořit vývoj jasných doporučení poskytnutím informací o zkušenostech expertů ze zemí zapojených v projektu.

## 1. Úvod do provozního rámce biočisticích systémů

### a. Rámcová směrnice pro vodní zdroje – Water Framework Directive (WFD)

EU – většina členských států již zavedla Rámcovou směrnici pro vodní zdroje (WFD) 2000/60/EC do své národní legislativy. Jejím cílem je zlepšit a ochraňovat stav všech přírodních vodních zdrojů a konečným cílem je dosáhnout minimální klasifikace – kvalitativní status ‘dobrá voda’ do 3. posuzovaného období (2027).

Od uvedení v platnost v prosinci 2003 uvádí WFD časovou linii, kterou je nutné dodržet, aby tyto cíle byly splněny. Začíná základním soupisem (seznam kompetentních orgánů, ustanovení a charakteristika říčních povodí), účinným monitorovacím systémem, ustavením správních plánů povodí pro každou oblast, hlášením výsledků, ustanovením opatření pro zlepšení kvality vody a jejich pravidelným posouzením (každých 6 let).

Rámcová směrnice pro vodní zdroje zahrnuje také tzv. dceřiné směrnice pro podzemní vody (2006/118/EC – které vstoupily v platnost v lednu 2009) a povrchové vody (EQS dceřiná směrnice standardů pro kvalitu životního prostředí 2008/105/EC). Tyto směrnice určují cíle standardů pro kvalitu podzemní a povrchové vody. V Evropě se k produkci pitné vody využívají podzemní i povrchové zdroje vod. Standard pro pitnou vodu je pro přípravky nastaven na úroveň 0,1 µg/l. To se rovná pouhému 1 g aktivní účinné látky v 10 milionech litrů vody. Tento 0,1 µg/l v zásadě znamená nulovou toleranci pro přítomnost účinných látek přípravků v pitné vodě. Abychom těchto velmi přísných cílů mohli dosáhnout, jsou nutná konkrétní opatření na zmírnění místních rizik a obecně, široké přijetí Nejlepší řídicích postupů (BMP). Pokud přítomnost účinných látek přípravků překročí limit 0,1 µg/l, a to dokonce i před jakoukoli úpravou vody, členské státy se mohou rozhodnout, zda omezit nebo zakázat příslušné přípravky, což může vést k omezení dostupných možností pro zemědělce, aby vyřešili své problémy s rostlinnou výrobou.

## b. Cesty pronikání přípravků do vody

### I) Bodové zdroje

O bodové zdroje se při zacházení s přípravky jedná především. Klíčové kritické pracovní postupy jsou: plnění nádrže postřikovače, čištění po aplikaci a nakládání se zbytky. Zbytky jsou kapaliny kontaminované přípravky, které zůstávají v postřikovači, pokud tento není zcela vyčištěn na poli, nebo které vznikají rozlitím nebo přeplněním nádrže na farmě, nebo vznikají při čištění vnitřních či vnějších povrchů postřikovacího zařízení na farmě. Studie ukázaly, že bodové zdroje představují 40 až 90 % úniků přípravků do vody, což je nejvýznamnější cesta jejich vstupu.

### II) Difúzní zdroje

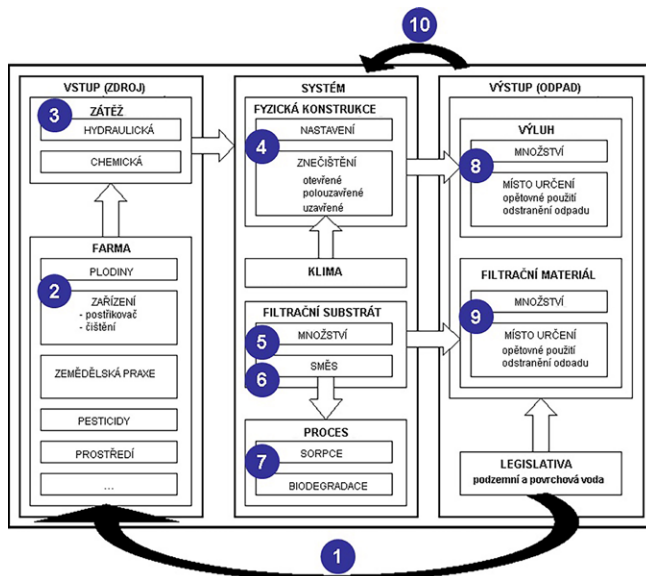
Difúzní zdroje jsou spojeny hlavně s aplikací přípravků na poli. Klíčové kritické oblasti jsou úlet postřiku, splach (povrchový odtok) z povrchu polí v důsledku účinků dešťů (eroze) a vstup zbytků přípravků do kanalizačních systémů.

## c. Biočisticí systémy

### I) Princip

Biočisticí systémy zpracovávají kapaliny kontaminované přípravky na farmě použitím přizpůsobených mikroorganismů v aktivní směsi substrátů, která tyto přípravky biologicky rozloží nebo zbaví účinnosti. Tyto systémy mohou být vybudovány svépomocně a řízeny farmáři dle jejich konkrétní situace. Ovšem nesprávné dimenzování a řízení těchto systémů může vážně ohrozit jejich účinnost. Proto je nutné se pečlivě řídit těmito pokyny. Výzkumy prokázaly, že biočisticí systémy mohou dosáhnout vyčištění od 95 % do více než 99 % v optimálních podmínkách u většiny přípravků.

Obrázek 1 ukazuje obecný rámeček biočisticího systému. (De Wilde et al., 2007).



Obr. 1: Schématický přehled operačního kontextu biočisticích systémů (De Wilde et al. 2007 – čísla se vztahují k titulcům v textu)

## I) Systém biobed

Biobed jsou součástí prostor vyhrazených k plnění a čištění postřikovačů. Je důležité mít na paměti, že pro používání biobed se důrazně doporučuje čištění postřikovačů na poli a pouze zbylé zředěné kontaminované kapaliny, které nelze vystříkat rovnoměrně po poli, vypustit do biobed. To má za výsledek mnohem lepší vyčištění a možnost používat menší a levnější systém. Doporučené biobed systémy (Torstensson et al., 1997 & 2000; Basford et al., 2004) by měly být ohraničené, aby se zamezilo jakémukoli průsaku přípravků do podzemních vod. V zásadě jsou to buďto výkopy v zemi nebo nadzemní konstrukce, kde se zachycují, sbírají a zpracovávají kontaminované kapaliny. Ohraničený biobed je naplněn aktivním substrátem směsí ornice (která obsahuje přirozené mikroorganismy, které rozkládají přípravky), rašeliny a slámy



Obr. 2: Biobed (zdroj: Visavi)



Obr. 3: Biobac (zdroj: Mybatec)

Ohraničení biobed by mělo být provedeno z nepropustných materiálů jako beton nebo tvrzené plasty s otevřenou plochou (bez zakrytí). Ohraničený biobed je uzavřený systém, kde se sbírá a odpařuje zbylý výluh. V některých oblastech jsou biobed ohraničeny trávou, která může ještě více zredukovat sebranou znečištěnou vodu vypařováním.

V některých oblastech se biobed používají jako přímé plnicí a čistící místo, na kterém se zaparkuje postřikovač při plnění nebo čištění (obrázek 2).

Biobed se většinou používá v kombinaci s odděleným plnicím a čistícím místem, odkud se sebraná přebytečná voda odvádí přímo do biobed nebo se skladuje ve vyrovnávací nádrži, aby se umožnilo nepřímé napouštění do biobed (obrázek 3).

Při takovémto uspořádání je možné kontaminované kapaliny distribuovat rovnoměrně po celé ploše biobed a vypouštět je tam po celý rok tak, aby jeho využití bylo optimální a efektivní. V oblastech s většími srážkami nebo rizikem přetečení v důsledku bouřek se doporučuje biobed zakrývat, aby se předešlo přesycení substrátu v biobed vodou a jeho přetečení. (Existují i varianty biobed: neohraničený biobed se používá v místech, kde je velmi nízká intenzita postřiku a nehrozí riziko výluhu, avšak nejlepší postupy pro biobed doporučují jejich ohraničení.) Biobed systémy obvykle sestávají z 10 až 30 m<sup>3</sup> aktivní směsi substrátů. Jsou většinou na větších farmách, kde se musejí vypořádat s většími objemy vyprodukovaných kontaminovaných kapalin, ale taková společná zařízení využívají taktéž sdružení menších farem. Takový biobed se obvykle používá 6 až 8 let a pak je potřeba aktivní směs substrátů vyměnit. Obecně se doporučuje rozptýlit výslednou směs rozmetadlem hnoje na poli.

Takovéto doporučení je však povoleno pouze v několika málo zemích. Doporučuje se vždy ověřit u místních úřadů, jaký postup je povolen.



## II) Systém biofiltru

Princip biofiltru je podobný jako u biobed. Důrazně se doporučuje, aby se postřikovač čistil na poli a pouze zbylé zředěné kontaminované kapaliny, které nelze vystříkat rovnoměrně po poli, se vypustily do biobed. To má za výsledek mnohem lepší vyčištění a možnost používat menší a levnější systémy.

Biofiltr (Pussemier et al., 2004) je sestaven z 2 až 3 kontejnerů nebo velkorozměrových nádob/ kontejnerů (IBC) o objemu 1 m<sup>3</sup> vertikálně usazených jeden na druhém a naplněných podobnou aktivní směsí substrátů jako biobed (obr. 4).

Biofiltrační systém lze upravit (Debaer & Jaeken, 2006) několika přidavnými pozemními horizontálními jednotkami, které obsahují rostliny pro lepší čištění a odpařování (obr. 5).

Biofiltrační systémy jsou obecně mnohem menší a obsahují menší množství aktivního filtračního substrátu nebo biosměsi (2-5 m<sup>3</sup>) než biobed. Na zpracování většího objemu vody je možné použití paralelních biofiltračních systémů. Odpadní voda se sbírá na odděleném plnicím a čistícím místě a pak se čerpá do horní části biofiltru.



Obr. 4: Biofiltr (zdroj: CRAw)



Obr. 5: Modifikovaný biofiltr (zdroj: pcfruit)

Biofiltry jsou otevřené systémy s možností sběru zbytkového výluhu. Ten je možné recyklovat tak, že se znovu načerpá do biofiltru nebo ho je možné po pročištění rozstříkat po poli např. během použití neselektivního herbicidu. Modulové řešení biofiltru je velmi pružné, levné a nevyžaduje mnoho prostoru. Koncepte sběru kontaminované kapaliny ve sběrné nádrži a načerpání asi 30 l denně do filtru umožňuje rozložit dávkování kontaminované kapaliny do biofiltru po delší časové období, čímž se předejde nadměrné chemické zátěži. Tento postup bude soustavně dodávat vlhkost, která udrží mikroorganismy aktivní a schopné rozkládat přípravky.

Stejně jako biobed vyžadují biofiltry čas od času doplnění rozložitelných materiálů, které by vyvážíly mineralizaci směsi substrátů. Biofiltr je možné používat 6 až 8 let (po kterých se doporučuje úplně znovunaplňení systému novou směsí substrátů). Obecně se doporučuje rozptýlit výslednou směs rozmetadlem hnoje na poli. Takovéto doporučení je povoleno pouze v několika málo zemích. Doporučuje se vždy ověřit u místních úřadů, jaký postup je povolen.

## 2. Podmínky na farmách

Konkrétní podmínky na farmách určují, kolik vody a chemické zátěže se do biočisticího systému dostává, a určí výběr optimálního systému, který zajistí efektivitu procesu. Počet jednotlivých pěstovaných plodin a postřikový kalendář uvádí, kolikrát je nutné vyčistit postřikovač, aby se předešlo škodám a/nebo zbytkům postřiku na ošetření příští plodiny. Mimo postupů obsluhy mají největší dopad na potenciální zátěž typy používaných postřikovačů.

V konvenčních polních postřikovačích zůstává větší množství zbytků kontaminovaných kapalin ve vnitřním systému, postřikovače pro ošetřování prostorových kultur (rosiče) mohou přenášet větší kontaminovaná množství mimo postřikovač. Mimo to, množství přenášená postřikovačem závisí také na rozměrech trubek a ramen a designu postřikové nádrže. Kapacita nádrže na proplachovací vodu a dostupnost proplachovací vody určují množství přípravků v postřikovači a na něm po postřiku a čištění na poli. Postřikovač s nejnižším možným vnitřním objemem zbytků postřiku a dostatečně velkou nádrží na proplachovací vodu bude odpovídat Nejlepším řídicím postupům (BMP) a omezí chemickou zátěž vody, která se vpuští a ošetřuje v biočisticích systémech.

## 3. Vstup chemických látek a kapalin

Jednou z důležitých otázek, které je potřeba odpovědět, než se zřídí biočisticí systém, je přesný odhad pravděpodobných koncentrací přípravků v kapalině a také pravděpodobný objem, který je třeba zpracovat během jedné sezóny. Mimo rozlivy vysoce koncentrovaných produktů před postřikem jsou hlavními zdroji kontaminace vody z farem manipulace s vnitřními a vnějšími zbytky po postřikování.

Mezinárodní standard ISO 16119 určuje minimální požadavky na zařízení na ochranu plodin. Důležitým faktorem je maximální celkový zbytkový objem v postřikovači tak, jak to definuje ISO 13440. Celkový zbytkový objem zůstávající v postřikovači je definován jako objem postřikové směsi, kterou nelze aplikovat se zamýšlenou aplikační intenzitou. Ta je uvedena tím, že tlak na manometru klesne o 25 %.

Doporučené maximální limity standardu ISO 16119 - 2 pro polní postřikovače a ISO 16119 - 3 pro postřikovače s podporou vzduchem pro prostorové kultury jsou uvedeny v tabulce 1 a 2.

Jako vodítko pro odhad zředěné postřikové kapaliny, kterou je potřeba zpracovat, slouží standard (ISO 16119), který vám pomůže spočítat toto množství. Pokud je k dispozici detailní informace o zbytkových objemech od výrobce postřikovače, použijte tuto informaci k výpočtu (výzkum prokázal velké odlišnosti mezi celkovými zbytkovými objemy u různých postřikovačů).

Tabulka 1: Maximální celkový zbytkový objem pro polní postřikovače plodin

Celkový zbytkový objem v l (ISO 16119-2)				
Nádrž		Postřikovací rám		Celkem litrů
Objem nádrže	0,5 %	Délka (m)	2l/m	
800	4	15	30	34
3000	15	21	42	57
4200	21	36	72	93

**Tabulka 2:** Maximální celkový zbytkový objem pro postřikovače pro stromové a keřové kultury (rosiče)

Celkový zbytkový objem v l (ISO 16119-3)		
Objem nádrže	%	Celkem litrů
400	4	16
800	3	24
1500	2	30

Mimo tyto objemy je potřeba vzít v úvahu také vnější čištění postřikovače. V současnosti většina farmářů čistí postřikovače na dvoře farmy, ale výzkum prokázal, že venkovní nánosy se nejméně čistí na poli, a taková praxe je obzvláště důležitá u rosičů. Další důležitý požadavek předepsaný mezinárodním standardem se týká kapacity nádrže na oplachovací vodu. Nádrž na oplachovací vodu pro polní postřikovače by měla mít alespoň 10 % nominálního objemu postřikovací nádrže nebo alespoň 10 násobek celkového objemu zbytku.

Zemědělci by měli věnovat pozornost těmto ISO standardům, jelikož testy ukázaly, že ne všechny postřikovače tyto standardy splňují. Zásadní je co nejekonomičtější využití oplachovací vody, obzvláště pokud by se vnější čištění mělo přesunout na pole jako efektivní, vhodnější opatření tak, jak to navrhuje Nejlepší řídicí postup (BMP).

Na základě ENTAM, Debaer et al. 2008 výsledky testů postřikovačů ukázaly důležitost rozředění zbytkových objemů v postřikovači trojím propláchnutím. U polních postřikovačů se chemická zátěž mezi neprovedením opláchnutí (2900 g úč.l.) a trojím opláchnutím (40 g úč.l.) snížila v průměru koeficientem 72. Oplachovací proces má tudíž velký dopad na chemickou zátěž a ne to, co musí biočisticí systém v důsledku toho zvládnout.

Obrázky 6/7 ukazují rozdíly mezi postřikovači a dopad oplachovacích postupů u polních postřikovačů a rosičů. To má vliv na chemickou zátěž, která musí být zpracována biočisticími systémy. U rosičů je největším zdroje kontaminace vnější chemická kontaminace povrchu. Podle konstrukce postřikovače a hydraulického systému, typu trysek a množství vzduchu od ventilátoru má vnější kontaminace rozsah od 0.33% do 0.83 % použitého množství (Balsari, 2006 /ISO-testy).

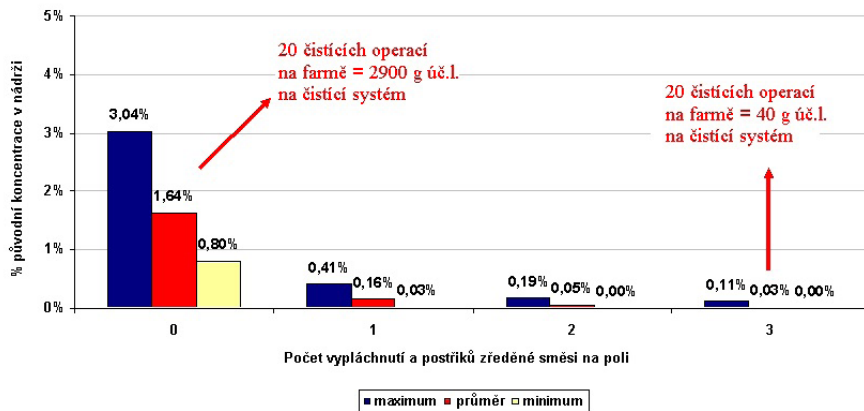
Příklad: U pěstitele jablek, který použije v průměru 25 kg účinné látky na hektar ročně, se může vnější kontaminace postřikovače pohybovat mezi 82,5 g a 207,5 g na hektar.

U polních postřikovačů se vnější kontaminace může lišit od 0,01 % - 0,1 % použitého množství pro postřikovače bez podpory vzduchem, ale až 0,47 % u rosičů (Wehmann, 2006/ISO testy).

U farmáře hospodařícího na orné půdě, který používá v průměru pouze 1,5 kg účinné látky na hektar/rok se to rovná vnější kontaminaci až 1,5 g na hektar u konvenčních polních postřikovačů a až 7,5 g na hektar u polních postřikovačů s podporou vzduchem.

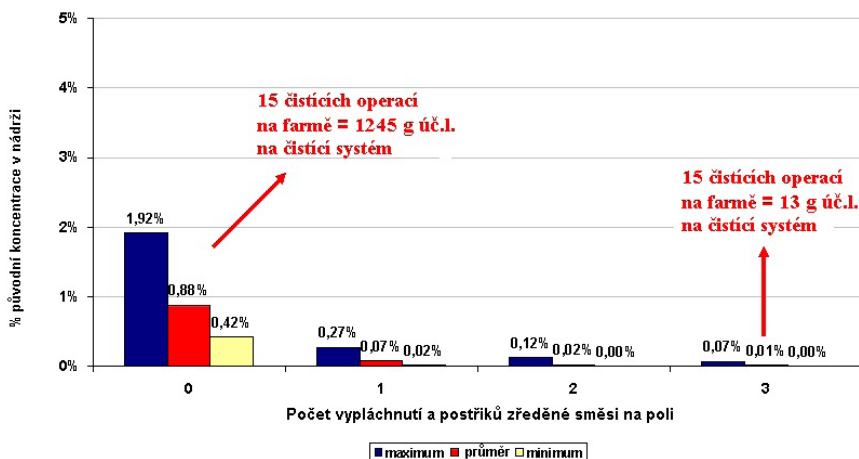
Vnější čištění postřikovače na poli značně snižuje chemickou zátěž na biočisticí systémy, a to je obzvláště významné u rosičů. (Pozn.: vnější kontaminace se v praxi mohou hodně lišit). Odstranění vnější kontaminace na poli, dokud je ještě vlhká, je mnohem efektivnější ve srovnání se snahou čistit zaschlé nánosy až po návratu na dvůr farmy.

Příklad: Při nízkém tlaku (4 bary) lze odstranit 97.5 % mědi, když je postřikovač očištěn bezprostředně s pouhými 2.55 litry na m<sup>2</sup> (Debaer et al.), pokud je nános přípravků dosud vlhký. Pokud je postřikovač očištěn 10 hodin po aplikaci, lze odstranit pouze 70 % mědi a po 20 hodinách se efektivita čištění při malém tlaku dále snižuje na pouhých 40 % se stejným množstvím vody. Tentýž čistící efekt po více než 10 hodinách schnutí vyžaduje nejméně 5krát více vody při nízkém tlaku (12.75 litrů na m<sup>2</sup>). U průměrného rosiče s odhadovanou plochou povrchu 10 m<sup>2</sup> je rozdíl čištění na poli v porovnání s čištěním na farmě asi 100 l čistící vody. (25.5 litrů na poli, 127.5 litrů na statku.)



**Obr. 6:** Chemickou zátěž lze řešit biočisticími systémy založenými na testech polních postřikovačů ENTAM (testováno 94 postřikovačů) v závislosti na designu postřikovače a metodě oplachování. V případě 20 čistících operací na farmě a koncentraci 1000 g účinné látky ve 250 litrech /ha může trojí opláchnutí snížit chemickou zátěž na dvůr farmy o 2860 g účinné látky na průměrný polní postřikovač ročně (Debaer et al, 2008).

Vysokotlaké čistící systémy mohou dále zvýšit efektivitu venkovního čištění a mohou zredukovat množství potřebné vody (obr. 8 a 9). Veškeré zbytky na vnějším povrchu strojů jsou vystavené působení počasí a deště, což je v určitý okamžik (může to být po dlouhé době) odstraní a přenese na plochu dvora na farmě. Omezení objemu chemické zátěže vrácené na farmu tudíž vyžaduje, aby se zásadní čistící postupy odehrávaly na poli. To nejen zmenší riziko kontaminace vody z bodových zdrojů, sníží to také potřebnou kapacitu biočisticích systémů na farmě.



**Obr. 7:** Chemická zátěž, která se má řešit biočisticími systémy založenými na testech rosičů ENTAM (testováno 23 rosičů), závisí na designu rosiče a oplachovací metodě. V případě 15 čistících operací na farmě a koncentraci nádrže 2000 g účinné látky ve 250 litrech/ha může trojí opláchnutí snížit chemickou zátěž navrácenou na dvůr farmy o 1232 g účinné látky na průměrný rosič za rok (Debaer et al, 2008).

### a. Souhrn biočištění

Biočisticí systémy by měly být zvažovány až jako poslední krok v cyklu snižování rizika při prevenci znečištění vody přípravky.



Obr. 8 a 9: Čištění vnějšku rosiče (zdroj: pcfruit) a polního postřikovače (LWK-NRW)

Množství kapalin a chemických látek zpracovávaných na farmě určí sestavení biočisticího systému. Chceme-li zpracovávat malá množství kontaminované kapaliny s nízkými koncentracemi, např. související s pouze několika čisticími operacemi nutnými při provozu farmy, budeme potřebovat pouze malý biofiltr.

Velké množství kontaminovaných kapalin bude nevyhnutelně znamenat větší biočisticí systém v kombinaci s nákladnější infrastrukturou jako např. speciální plnicí a čisticí místo. Tyto vstupní charakteristiky jsou zapotřebí, pokud se neprovádí žádné čištění na poli a většina čisticích operací se vykonává na dvoře farmy. Nejvhodnějším systémem je v tomto případě velký biobed. Zemědělci mají možnost přesunout zmírnění rizik více na pole, což znamená menší investice do infrastruktury na farmě, ať už při zacházení s přípravky nebo při čištění.

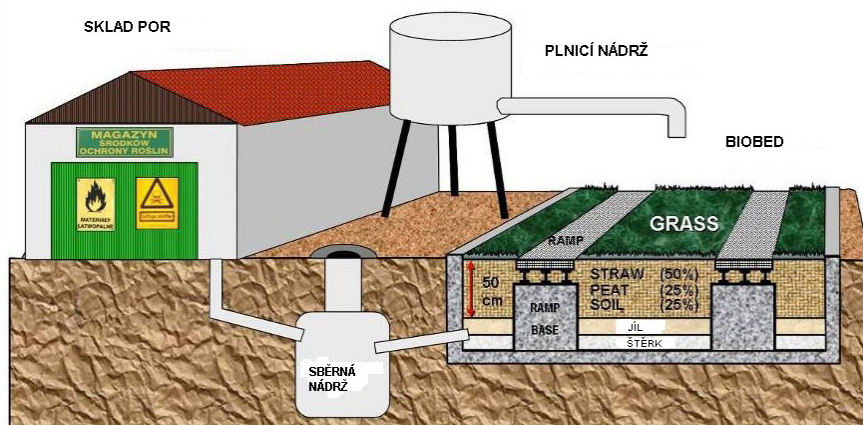
# 4. Konstrukce biočisticích systémů

Integrované plnicí a čistící místo strukturovaným způsobem slučuje různé pracovní procesy a snižuje rizika plynoucí ze zacházení s přípravky na farmě (obrázek 10).

Veškeré rozlivy nebo nežádoucí kontaminované kapaliny je možné zachytit, sebrat a zpracovat.

## a) Přímé nebo oddělené plnicí a čistící zóny

Plnicí a čistící zóna může být přímo nad instalovaným biobed nebo v jeho bezprostřední blízkosti. Na obrázcích 11 a 12 jsou uvedeny příklady kombinovaného biobed a plnicího/čistícího místa. Pokud je třeba zajet traktorem anebo postřikovačem na biobed, pak je samozřejmě zapotřebí dostatečně silné konstrukce, která unese tíhu plného postřikovače. Tyto systémy je nejlépe pokrýt travnatou vrstvou, aby se v systému udržela dobrá rovnováha vlhkosti a podpořilo se zredukování množství sebrané vody (evapotranspirace). Jelikož se kontaminované kapaliny plní přímo z postřikovače, je rovnoměrné rozmetání po povrchu biobed složité. V některých případech se při sběru kontaminovaných kapalin a zbytků přímo nad biobed umístí pouze rameno postřikovače (obr. 13).



Obr. 10: Schématický přehled integrovaného plnicího a čistícího místa. (zdroj: ISK)

Podobné sestavy lze použít na instalaci biofiltrů tam, kde se kontaminované kapaliny sbírají a přímo plní do biofiltru (obr. 14). Tato sestava zajistí lepší distribuci kontaminovaných kapalin v systému. Ovšem travnaté plochy nejsou vhodné pro biofiltry (a zničily by je kapaliny kontaminované herbicidy). Biofiltr by měl být ochráněn před deštěm stříškou a je také nutná recirkulace sebraného výluhu nebo vody, aby se zabránilo vysychání horní vrstvy v případě nepravidelného plnění. Přehled uvedený na obr. 14 umožňuje provádění vnitřního čištění nádrže. Rozlivy během plnění a splašky z vnějšího čištění je potřeba sebrat a naplnit do biofiltru zvlášť.

Oddělené plnicí a čistící zóny na farmě musejí být neprostupné pro tekutiny kontaminované přípravky (beton) a měly by mít odtok přímo do biočisticího systému (obr. 15, 16 a 17). Oddělená zóna vám umožní nejprve sebrat všechny kontaminované kapaliny (sběrná jámka) a pak je naplnit do biočisticího systému. To vám umožní distribuovat kontaminované kapaliny



rovnoměrně v biočisticím systému během doby dle potřeby. Pokud ovšem plnicí a čistící místo není chráněno před deštěm, je zapotřebí odděleného okruhu, který zamezí pronikání dešťové vody do biočisticího systému.

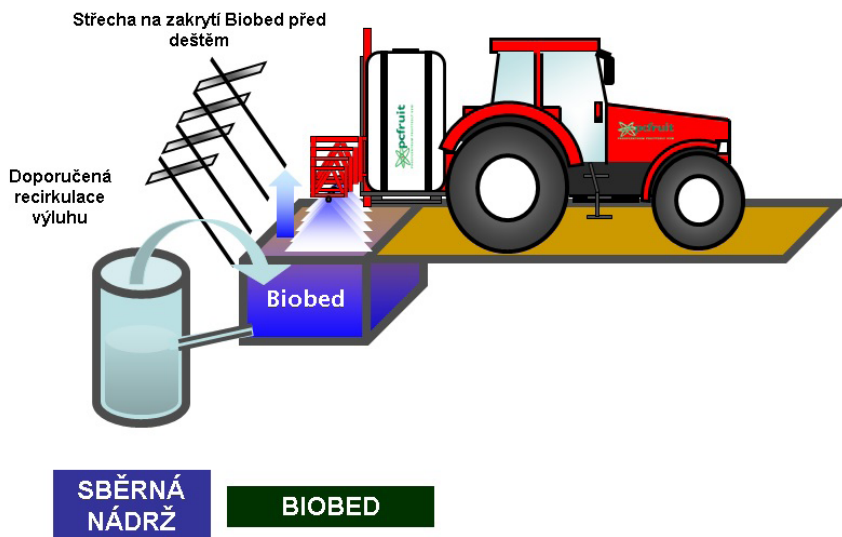
Výzkum ukázal, že rozlivy z plnicích míst mohou způsobit průnik do povrchové vody po poměrně dlouhou dobu. Pokud není možné jímat všechny déšť, je nutné důkladné vyčištění plnicího místa (doporučení se mezi jednotlivými zeměmi liší). Biočisticí systém by měl být vždy chráněn před deštěm, především tam, kde by mohla dešťová voda systém „zahltit“.



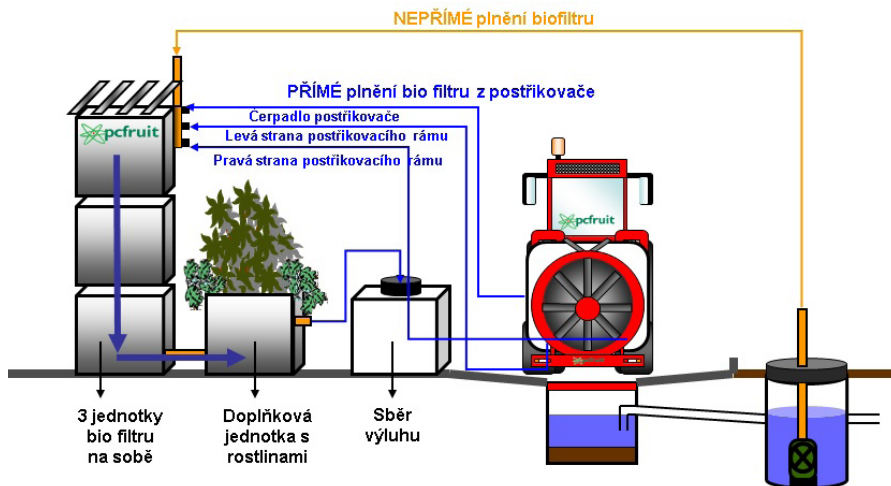
Obr. 11: Rampy nad biobed (zdroj: Visavi)



Obr. 12: Nájezdová mříž nad biobed



Obr. 13: Schematický příklad biobed použitého jako přímá čistící zóna, kde je rameno postřikovače umístěno přímo nad biobed za účelem zachycení vystříkaných zředěných vnitřních zbytků (zdroj: pcfuit).



**BIO FILTR**

**Plnicí a čistící místo**

**Sběrná a vyrovnávací nádrž**

Obr. 14: Schematický přehled přímého a nepřímého plnění biofiltračního systému. Přímé plnění umožňuje zpracování pouze vnitřních zředěných postřikových zbytků. Nepřímé plnění z oddělené plnicí a čistící zóny zpracuje všechny sebrané kontaminované kapaliny (zdroj: pcfruit).



Obr. 15: Oddělené betonové plnicí a čistící místo s plnicím a čistícím zařízením, které odvádí kontaminované kapaliny do biočistícího systému (zdroj: DAAS).





**Obr. 16 a 17:** Oddělené betonové plnicí a čistící místo, které odvádí kontaminované kapaliny do biočistícího systému betonovou stružkou (vlevo) nebo kanálkem s mřížkou (vpravo) (zdroj: ADAS).

Vždy zajistěte, aby plnicí a čistící místo mělo ohraničující konstrukci (ohrazení) nebo plochu se sklonem, která eliminuje rozlití kontaminované kapaliny mimo místo.

### **b) Vyrovnávací nebo sběrná jímka**

Vyrovnávací jímka znamená dodatečné náklady navíc, ale je doporučována, protože umožňuje rovnoměrnější řízení množství a načasování plnění kapalin do biočistícího systému.

Velikost vyrovnávací jímky by se měla rovnat celoročnímu množství vytvořených kapalných odpadů. Biočistící systém je činný 200-300 dní v roce podle místního klimatu. Nízké teploty v zimě zpomalí nebo zastaví biologickou činnost systému. Čistící činnosti však nejsou rovnoměrně rozvržené po celý rok. Pro optimální výkon by měla být vodní a chemická zátěž rozvržena rovnoměrně po celé činné období systému, aby se zajistila souvislá biologická aktivita.

**Příklad:** Je-li roční objem kapalin 5000 litrů a aktivní období systému (dny s teplotou nad 15-20 °C) je 200 dní, znamená to, že do systému by se mělo v ideálním případě plnit 25 l denně. Ve spojení s vyrovnávací nádrží systém pracuje optimálně a rozměry systému mohou být omezené. Na každodenní plnění biočistícího systému malými objemy lze použít malopřítokové čerpadlo v kombinaci s elektronickým časovačem (přerušovaně), nebo dávkovací čerpadlo (nepřetržitě) (obr. 18/19).

V případech, kdy zbytkovou postřikovou kapalinu nelze rozpustit a vystříkat po poli, vyrovnávací jímka, do které se sbírají veškeré kontaminované kapaliny, umožňuje, aby se ředící kroky prováděly v jímce přidáváním čisté vody, protože zředěné kapaliny se mohou rozkládat lépe.

### **c) Otevřené uzavřené systémy**

Na obr. 20 je zobrazen schematický návrh uzavřených a otevřených biobed systémů.

Uzavřené systémy lze přirovnat k dávkovým systémům, kde přebytečná voda nebo vlhkost může opustit systém pouze odpařováním. 1 m<sup>3</sup> substrátu odpaří v průměru mezi 400-500 litry vody každý rok, v závislosti na klimatu. To znamená, že uzavřený systém potřebuje 2 m<sup>3</sup> substrátu na zpracování 1000 litrů kontaminované kapaliny. (Data představují situaci v Belgii, kde je průměrná teplota kolem 11 °C a průměrné srážky 800 mm ročně.) Doporučujeme ověřit si u místního poradce, kolik se ročně odpaří ve vaší oblasti. Obecně řečeno uzavřené systémy nesou riziko, kdy v případě malého odpařování a/nebo více kontaminované tekutiny, kterou je třeba zpracovat, se systémy přesyťí nebo přetečou.

Nasycení vážně ovlivňuje sorpci a rozklad přípravků na OR v aktivním substrátu, což má za důsledek vyluhování (Fogg et al, 2004). Nasycení lze předejít zakrytím systému před deštěm a rozvržením kapalinové zátěže v čase.

Hlavní výhodou uzavřených systémů je to, že v nich nezůstává výluh, ale to platí pouze v případech, pokud je odpařování větší než množství kontaminovaných kapalin, které jsou napouštěny do systému.



**Obr. 18 a 19:** Příklad 4000 l PE vyrovnávací nádrže nad zemí a 5000 l betonové vyrovnávací nádrže pod plnicím a čistícím místem se separačním ventilem na dešťovou vodu (zdroj: *pcfruit*)

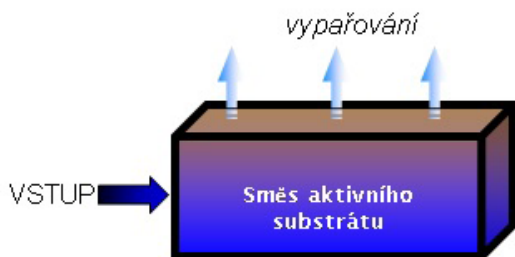
Otevřený systém je spíše jako systém s příčným průtokem, kde se část vody vypaří a zbylá voda se sbírá jako výluh. V otevřeném systému 1 m<sup>3</sup> aktivní směsi substrátů může zpracovat 1,5 m<sup>3</sup> kontaminované kapaliny, z čehož 0,5 m<sup>3</sup> vody se vypaří a 1 m<sup>3</sup> výluhu může zůstat. Tento příklad ukazuje, že otevřené systémy mohou zpracovat více kontaminovaných kapalin se stejným množstvím aktivní směsi substrátů, ale zbylý výluh je nutné sbírat v oddělené jímce. Tento výluh lze použít jako kapalinu na neselektivní herbicidní aplikace na poli, nebo recyklovat v biočisticím systému. Použití vegetace zajistí další čištění a odpařování výluhu. Optimální rovnováha vlhkosti 95 % v systému při soustavném plnění vykázala nejlepší výsledky.

#### **d) Zařízení na plnění biočisticího systému**

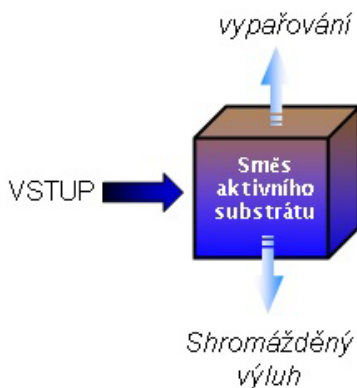
Kontaminovaná tekutina by měla být distribuována rovnoměrně po ploše biočisticího systému. Nabízejí se různá technická řešení. Na obr. 21 nad plochou aktivní směsi substrátů biofiltru rozvádí kontaminovanou kapalinu ocelová destička.

Perforovaná kruhová hadice (obr. 22) nad substrátem biofiltru je lepším řešením distribuce kontaminovaných kapalin. K optimální distribuci lze také využít rozstříkovací trysky (obr. 23). Kromě rozstříkovacích trysek, které lze používat v malých i velkých systémech, jsou snadným řešením distribuce kontaminovaných kapalin nad větší plochou perforované trubky (obr. 24) nebo kapkové zavlažovací systémy (Basford et al., 2004). Pravidelné plnění biočisticích systémů vyžaduje nádrž, ve které se jímají kontaminované kapaliny.

## Uzavřený systém



## Otevřený systém



Obr. 20: Schematické znázornění uzavřeného a otevřeného systému

### e) Ohraničení systémů

Biočisticí systémy musejí být ohraničeny neprostupným materiálem. Stěny biobed jsou obvykle vybudovány z betonu, ale řešením jsou také plasty jako např. EPDM (obr. 25) nebo PE (obr. 26). Biofiltrační systémy se tradičně vyrábí z kontejnerů o obsahu 1 m<sup>3</sup> nebo z IBC z PE. Ovšem životnost plastů je mnohem menší než životnost betonu. Při vystavení světlu je životnost kontejnerů z PE asi 10 let.

### f) Ochrana před deštěm a/nebo oddělený okruh na dešťovou nebo nekontaminovanou vodu

Pokud používáte oddělené plnicí a čisticí místo, měly by být biočisticí systémy chráněny před deštěm. Pouze pokud biočisticí systém používá dodatečnou vegetaci, měl by být otevřen nebo zakryt průsvitným materiálem, který zajistí dostatečný přístup světla.



Obr. 21 a 22: Rozvedení kontaminované kapaliny po ploše pomocí ocelové destičky (vlevo, zdroj CRAW) nebo kruhové perforované hadice (vpravo, zdroj pcfruit)



**Obr. 23 a 24:** Rozvedení kontaminované kapaliny po ploše pomocí rozstříkacích trysek (vlevo, zdroj POVLT) nebo kruhových perforovaných trubek (vpravo, zdroj Bayer CropScience)



**Obr. 25 a 25:** Jako alternativu k betonu lze biobed ohraničit také plasty, jako např. EPDM (vlevo, zdroj ADAS) a PE kontejnery (vpravo, zdroj Mybatec).

Příklady zastřešených biočisticích systémů jsou uvedeny na obrázcích 3, 4, 24, 26, 32, 33, 37. Uzavřené biočisticí systémy vyloučí přístup dešťové vody a zamezí nasycení a přetížení biobed. Veškerá nekontaminovaná voda z plnicího a čisticího místa by do biočisticího systému neměla vstoupit z výše uvedených důvodů.

Výzkumy ukázaly, že rozlivy z betonových plnicích míst mohou být smývány deštěm po delší časové úseky. Je tudíž nutné rozlivy po ukončení postřikovacích činností pečlivě vyčistit, jinak se dešťová voda z plnicího místa dostane do biočisticího systému.

#### **g) Odvodnění systému**

Otevřené systémy, jako biofiltry, vždy potřebují odvodňovací systém na dně každé biočisticí jednotky, který odvede výluh do další jednotky nebo do sběrné jímky výluhu. Nejpraktičtější je použít drenážní trubku, viz obr. 27. Použití drenážní trubky nejenom efektivně odvede kapalinu, ale také zaručí, že žádné částičky aktivní směsi substrátů nezapříčiní zablokování hydraulického systému nebo kohoutů.

Drenážní trubky lze použít také u biobed. Jak je vidět na obr. 10, použití štěrku v kombinaci s jilem může být také řešením, ale použití jilu značně zpomalí odvodňování, a pokud jíl vyschne, mohou vzniknout praskliny.





Obr. 27: Drenážní trubka na dně biofiltrační jednotky



Obr. 28 a 29: Travnatá vrstva navrchu přímo plněného biobed (vlevo, zdroj Visavi) a Carex spp. v koncové jednotce modifikovaného biofiltru (vpravo, zdroj pcfuit)

#### h) Použití vegetace

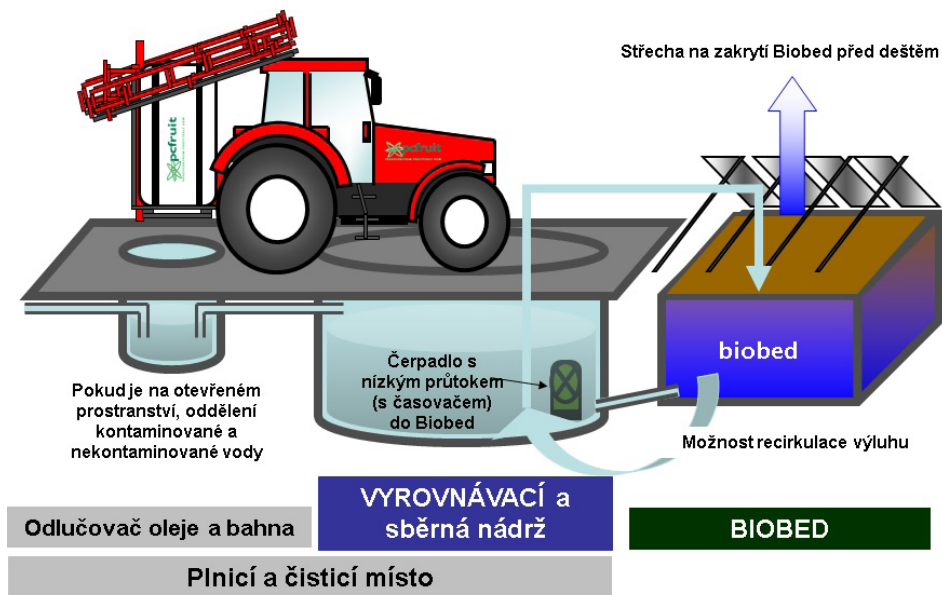
Použití vegetace může mít mnoho výhod. Travnatá vrstva na povrchu přímo plněných biobed udržuje dobrou vlhkostní rovnováhu odpařováním přebytečné vody a chrání horní vrstvu před vyschnutím (obr. 2, 10, 11, 28). Kořenový systém také může optimalizovat půdní podmínky pro mikroorganismy, které se podílejí na rozkládání přípravků. Kontaminované kapaliny přímo plněné do biobed, pokud nejsou vhodně zředěné, mohou způsobit fytotoxicitu travnaté vrstvy. Biofiltry mohou využít vegetace v přídatných jednotkách, když je koncentrace přípravků (obzvláště herbicidů) dostatečně nízká, aby zaručila přežití konkrétní vegetace (obr. 29).

Výzkum ukázal, že trávy (*Carex* spp.) jsou k herbicidům více rezistentní, ale keře a stromy (*Salix* spp.) mají větší odpařovací schopnost (Debaer et al., 2007). *Carex* spp. zvýší odpařovací schopnost systému o více než 500 litrů na osazený m<sup>2</sup> ročně, zatímco *Salix* spp. zvýší odpařovací schopnosti asi o 1000 nebo více litrů za rok. Když použijeme dostatek rostlin k odpaření přebytečné vody, z otevřených biofiltračních systémů se mohou stát bezvýluhové systémy.

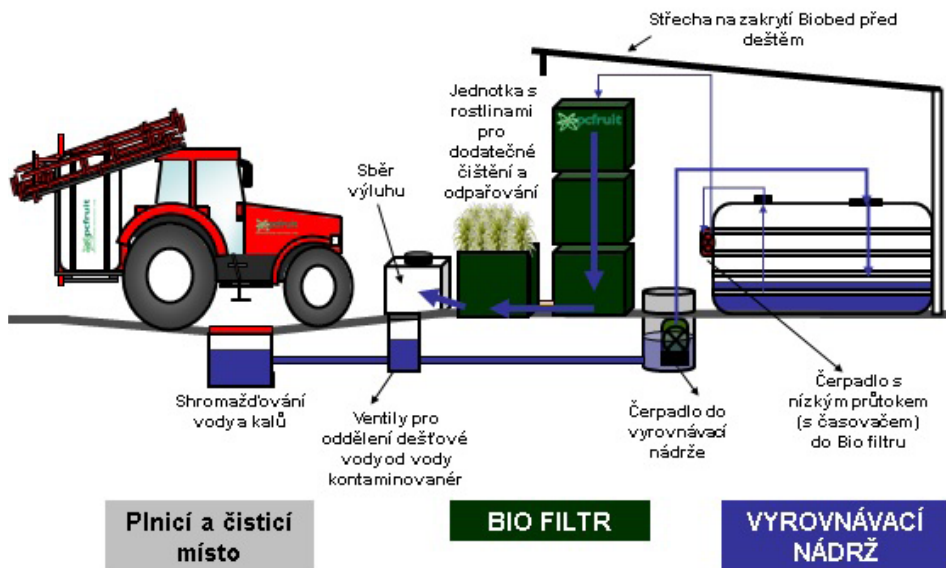
Abyste zamezili možnosti zaplevelení pole, použijte vhodné neinvazivní rostliny. Vybrané rostliny by měly být netoxické a neměly by produkovat žádné jedlé plody ani jiné jedlé části. Pokud v biočisticím systému nepoužíváte žádné herbicidy, vyberte dvoudomé křoviny, které pomohou odpařit přebytečnou vodu. V situacích, kdy se herbicidy používají při činnostech na trávě a dvouděložných rostlinách, doporučují se výše zmíněné druhy *Carex* a *Salix*.

## i) Příklady

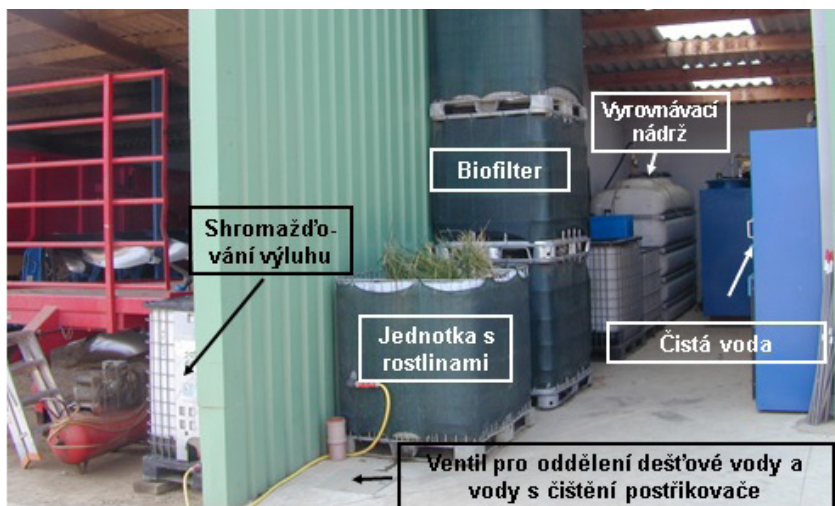
### I. Ohraničené biobed systémy



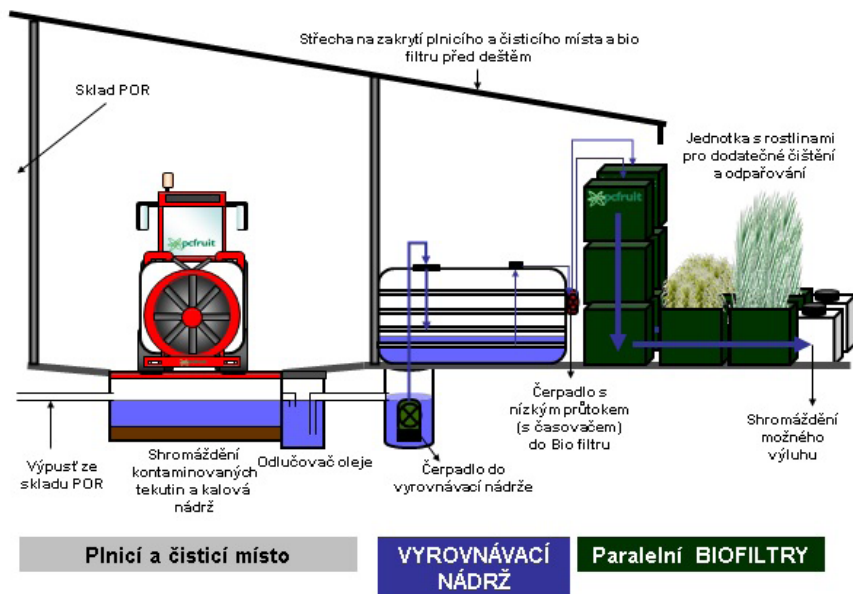
**Obr. 30:** Schematický příklad konstrukce a vybavení moderního biobed. Kontaminované kapaliny jsou odloučeny od dešťové vody, ale také od bahna. Vyrovnávací a sběrná jímka a chemická zátěž z oddělené plnicí a čistící zóny, která má být v časovém úseku distribuována. Možnému nasycení lze předejít zakrytím biobed a ochranou před deštěm a také odvodňováním a recirkulací možného výluhu. (zdroj *pcfruit*)



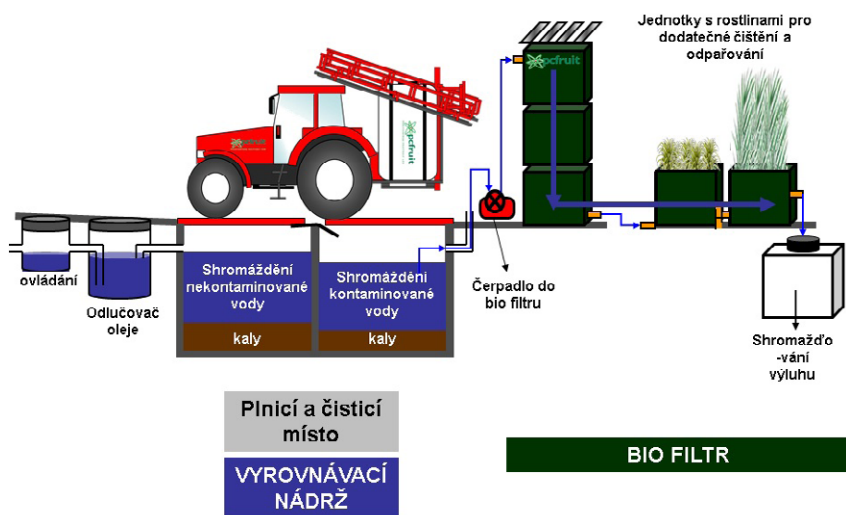
Obr. 31: Plnicí a čistící zóna (venkovní) vybavená krytým modifikovaným biofiltrem ze 3 + 1 jednotek (zdroj pcfruit). Separace čisté dešťové vody a vody z umývání se ovládá klapkovým systémem. Kontaminované kapaliny se přečerpají do 4000 litrové vyrovnávací jímky. Z vyrovnávací jímky se každý den napustí 25 litrů na povrch biofiltru. Tento systém byl v roce 2007 napuštěn 6300 litry, bylo sebráno 4000 litrů výluhu, 2300 litrů vody se odpařilo (Debaer et al., 2007).



Obr. 32: Integrované plnicí a čistící místo vybavené modifikovaným biofiltrem ze 3 + 1 jednotek, také znázorněno na obr. 31 (zdroj: pcfruit). Přepřilovací drenáž jednotky s rostlinami je umístěna přímo pod kořenovou oblastí jednotlivých rostlin. Veškerý zbylý výluh se sbírá.



Obr. 33: Integrovaná plnicí a čistící oblast vybavená 2 paralelními modifikovanými biofiltry, z nichž každý obsahuje 3 + 2 jednotky (zdroj: pcfruit). Jak plnicí, tak čistící oblast a biofiltry (s výjimkou jednotek s rostlinami) jsou zastřešeny, aby se čistá dešťová voda vyloučila ze systému. Veškerý zbylý výluh se sbírá.



Obr. 34: Plnicí a čistící oblast vybavená modifikovaným biofiltrem ze 3 + 2 jednotek (zdroj pcfruit). Dešťová a čistící voda se oddělují do 2 vyrovnávacích nádrží pod plnicí a čistící zónou. Kontaminované kapaliny se čerpají navrch zakrytého biofiltru pumpou ovládanou časovačem. Veškerý zbylý výluh se sbírá.





Obr. 35 a 36: Aby se zajistila optimální rovnováha vlhkosti v horních 2 jednotkách modifikovaného biofiltru, nasycená zóna se udržuje na spodku jednotky, aby voda mohla stoupat kapilární silou. Toho lze dosáhnout připojením výpusti z jednotky na trubku, která je zahnutá směrem vzhůru a má vzduchový kanálek vedoucí do vrchní části jednotky. Výška nasycené zóny je určena výškou, do jaké je výtoková trubka ohnutá. Lze vytvořit různé výšky (vlevo), z nichž je možné si vybrat, nebo nasycená zóna 300 litrů může být dostačující (vpravo). Po ohnutí vypouštěcí trubky dovedte její konec do vršku další jednotky a rozvedte výluh tak, jak je znázorněno na obrázcích 21-24. Ostatní ventily na jednotkách na obrázcích se používají k odběru vzorků ze systému nebo k vypuštění systému před uskladněním na zimu a ochraně ventilů před zamrznutím. (zdroj: *pcfruit*)

## 5. Dimenzování biočisticích systémů

Množství filtračního substrátu potřebného ke zpracování určitého objemu kontaminované kapaliny pro otevřené nebo uzavřené systémy již bylo zmíněno (kapitola 4, oddíl IV).

Pro uzavřené systémy jsou kapacitní předpoklady založené na možnosti odpařování, aby se zabránilo nasycení směsi substrátů. Důležitá u otevřených systémů je efektivita filtru (Pussemier et al., 2004; Pigeon et al., 2005; Debaer et al., připravuje se).

Obecně se má mylně za to, že biobed (uzavřené systémy) jsou schopné zpracovat více kontaminovaných kapalin než biofiltry (otevřené systémy). To se může vztahovat k faktu, že biobed jsou dimenzovány jako velké systémy, které využívají objemy aktivnějších substrátů než menší biofiltry. V podstatě stejné množství aktivní směsi substrátů v otevřených systémech může zpracovat větší objemy kontaminovaných kapalin, pokud se zbylý výluh sbírá a recykluje. Otevřené systémy využívající vegetace ovšem mohou, při správném dimenzování, být systémy s nulovým výstupem, tj. bez tvorby zbytkového výluhu.

Je jasné, že za všech podmínek by se chemický a kapalinový vstup měl co nejvíce minimalizovat. Na výstupové straně systému by se měl kapalný a pevný odpad podle potřeb minimalizovat správným dimenzováním. Hlavním principem čištění je rozložení přípravků, nejen redukce jejich koncentrace. Proto plánování biočisticích systémů musí dodržovat rovnováhu vstupů a výstupů. To se dá nejlépe vysvětlit na jednom příkladu pro uzavřený systém (biobed), otevřený systém (biofiltr) i otevřený systém s nulovým výstupem (modifikovaný biofiltr), který je znázorněn na obrázku 37.

### 1. Uzavřený systém (biobed)



### 2. otevřený systém (biofiltr)



### 3. otevřený systém + vegetace (modifikovaný biofiltr)



### 4. Nulový výstup otevřený systém (dimenzovaný modifikovaný biofiltr)



Obr. 37: Příklady pro zvážení dimenzování biočisticího systému

1. Představuje typický systém biobed, kde je zapotřebí velkých objemů aktivního substrátu.
2. Je typický biofiltrační systém s velkým zůstatkovým objemem výluhu, který je potřeba znovu použít na poli nebo recyklovat.
3. Příklad přispění vegetace ke zvýšení odpařování přebytečné vody, což je možné pouze v otevřených systémech s příčným průtokem ( $2,5+0,5+1=4 \text{ m}^3$ ). Ze zkušenosti u tohoto konkrétního případu vyplývá, že čištění v prvních 3 jednotkách nebude stačit k tomu, aby rostliny přežily v jednotce 4 a 5, pokud se do systému budou plnit nerozředěné zbytky koncentrovaného postřiku (žádné čištění na poli).
4. Ukazuje, že dobře dimenzovaný otevřený systém používající rostliny může dosahovat nulového výstupu s nejvyšší kapacitou a efektivitou pro ošetření kontaminovaných kapalin. Avšak u vyšších objemů kontaminovaných kapalin je fyzická konstrukce náročnější. (zdroj: pcfruit).

## 6. Aktivní směsi substrátů (různé substráty a funkce)

Původně typická směs substrátů používaná v biočisticích systémech skládajících se z 50 % slámy, 25 % rašeliny a 25 % zeminy. Různé studie se zabývaly poměry směsi a používáním alternativních substrátů k nejlepšímu rozkladu přípravků.

### a) Zemina – zdroj mikroorganismů

Ornice sebraná z polí, kde byly již dříve přípravky aplikovány, obsahuje hlavní mikroorganismy, které rozkládají přípravky, když jsou začleněny do směsi substrátů. Mikroorganismy v ornici mohou být plísňe nebo bakterie a využívají přípravky k potravě jako zdroj uhlíku. Je důležité použít ornici z farmy, protože mikroorganismy jsou přizpůsobené na přípravky používané na polích. Zemina je jedinou složkou v aktivní směsi substrátů, kterou nelze nahradit alternativně. Poměr nebo množství zeminy lze ovšem zmenšit, aniž by se ztratila rozkladná činnost. To může být výhoda v případě, že není možné rozmetání použitého biopojiva a je potřeba jej spálit. (To se děje v situacích, kdy neexistují žádná doporučení/předpisy pro biočisticí systémy.)

### b) Sláma

Sláma funguje jako doplňkový zdroj potravy pro mikroorganismy. Sláma je zdrojem ligninu, který je důležitý pro mikroorganismy, které produkují enzymy rozkládající lignin, které mohou rozložit široké spektrum přípravků. Sláma je také zdrojem dusíku, což má celkově za výsledek dobrý poměr C/N pro rozkladné bakterie. Aktivní směsi substrátů slámu rychle mineralizují, což má za důsledek každoroční 10 % úbytek substrátu. Slámu je tedy potřeba každou sezónu do systému přidávat.

### c) Kokosové slupky

Kokosové slupky mohou být (částečně) zdrojem uhlíku jako náhražka slámy, kombinují dobré vlastnosti zadržování vody a zároveň provzdušnění. Aktivní směsi substrátů s kokosovou kůrou nebo slupkami mineralizují mnohem pomaleji, než je tomu u slámy, což redukuje potřebu každoročně znovudoplňovat a míchat směs substrátů. Výměna slámy za kokosové slupky neovlivňuje efektivitu rozkladu.

### d) Rašelina

Rašelina je substrát, který ošetřuje mnohá místa pro sorpci přípravků. Pomáhá udržet aerobní podmínky v kombinaci se zásadní vlhkostí vzhledem ke schopnosti zadržovat vodu. Rašelina je ovšem neudržitelná surovina, a tudíž se nedoporučuje.

### e) Zemina do květináčů

Zemina do květináčů má tytéž funkce a charakteristiky jako rašelina a v aktivní směsi substrátů ji může nahradit. Tato zemina často obsahuje světlou a tmavou rašelinu, ale v některých zeminách je rašelina často zčásti nebo zcela nahrazena kokosovými materiály.

### f) Chlévská mrva

Mrva je dodatečným substrátem, který zvyšuje zdroj N přidáním dusičnanů. Výzkumy (Genot et al, 2002) ukázaly, že přidání hnoje může zvýšit rozkládání přípravků. To se týká hlavně bakteriálního rozkladu. Výzkum, kde rozklad prováděly hlavně plísňe, ukázal, že nízký výskyt dusíku udržoval mikroorganismy „hladové“ po rozkladu přípravků na ochranu rostlin (Castillo et al 2008). Odhadem by se mělo docílit poměru C/N 10 : 20.

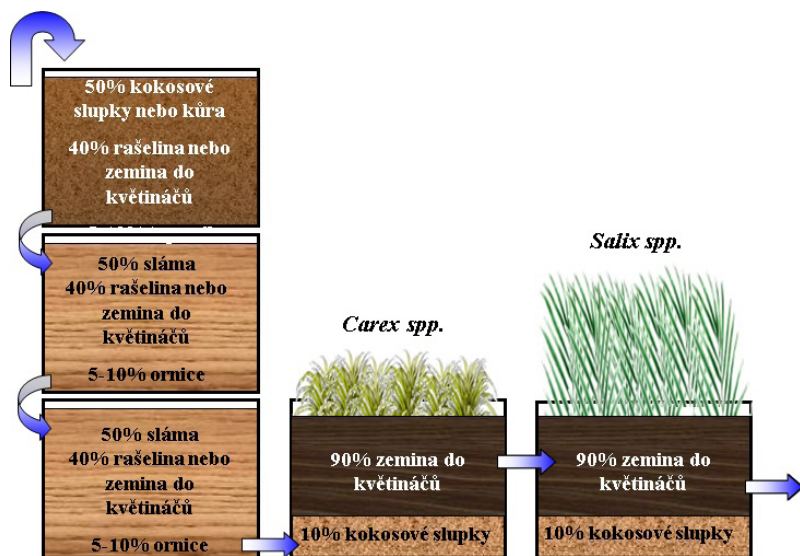


# 7. Míchání substrátů

Původně se směsi substrátů používané v biobed systémech skládaly z 50 % slámy, 25 % rašeliny a 25 % ornice. Současné výzkumy ovšem prokázaly, že:

- Podíl ornice je nejlépe vhodný k naočkování systému, ale pak je možné jej zmenšit na méně než 5 % bez ztrát na rozkladné schopnosti (Sniegowski et al připravuje se). Tato redukce v ornici může dokonce zvýšit zadržování přípravků v systému, a tudíž i biorozklad (De Wilde et al., připravuje se).
- Alternativy jako např. kokosové slupky a zemina do květináčů smíchané v různých poměrech v aktivní směsi substrátů neovlivňují zadržování (De Wilde et al., připravuje se).
- Přidání 5 až 10 % kravské mrvy může zvýšit zadržování a rozklad přípravků na ochranu rostlin v aktivní směsi substrátů (Genot et al., 2002; De Wilde et al.).

Obrázek 38 ukazuje různé možnosti aktivních směsí substrátů podle současných výzkumů. Nahrazení slámy v horní jednotce modifikovaného biofiltru kokosovou slupkou přitlumí systém. V dalších jednotkách je oddíl ornice zredukován na 5-10 % a množství zalévací půdy se zvýší na 40 %, což jednotce dodá lepší zadržovací potenciál a zvýší schopnost biorozkladu. Při přidání 5-10 % kravské mrvy se dá objem zalévací půdy snížit na 30-35 %. Jednotky s rostlinami je nejlépe vyplnit na dně drenážní vrstvou kokosové kůry (10 %) a 80-90 % zalévací půdy nahoře, smíchané s 0-10 % chlévské mrvy.



Obr. 38: Příklad aktivní směsi substrátů v modifikovaném biofiltru (zdroj pcfruit)

Poměry v substrátech se vždy vyjadřují objemově. Pro výrobu homogenních směsí je nejlépe udržet maximální velikost všech součástí ve směsi 2-4 cm (např. délka stébel slámy by měla být max. 4 cm). Důkladného promíchání filtračních substrátů se dá dosáhnout použitím obvyčejné míchačky na beton.

### **a. Plnění biočisticího systému promíchanými substráty**

Plnění ohraničeného systému aktivní směsí substrátů je vyvážený proces. Pokud je směs dobře slisovaná, bude zadržovací schopnost vysoká vzhledem k pomalému pronikání kapaliny a dlouhému kontaktnímu času mezi kontaminovanými tekutinami a směsí. Avšak hodně slisovaná směs nemá velmi dobrou provzdušňovací schopnost nutnou pro aerobní rozklad přípravků. Na druhé straně, pokud není aktivní směs substrátů vůbec slisovaná, bude zadržovací schopnost nízká, hlavně když nejsou kontaminované kapaliny do směsi příliš dobře rozdělovány, a může rychle dojít k vyluhování. Směsi obsahující malé množství půdy, a tudíž větší množství rašeliny nebo zeminy do květináčů budou mít lepší provzdušnění, i když je směs slisovaná.

### **b. Údržba aktivního pojiva**

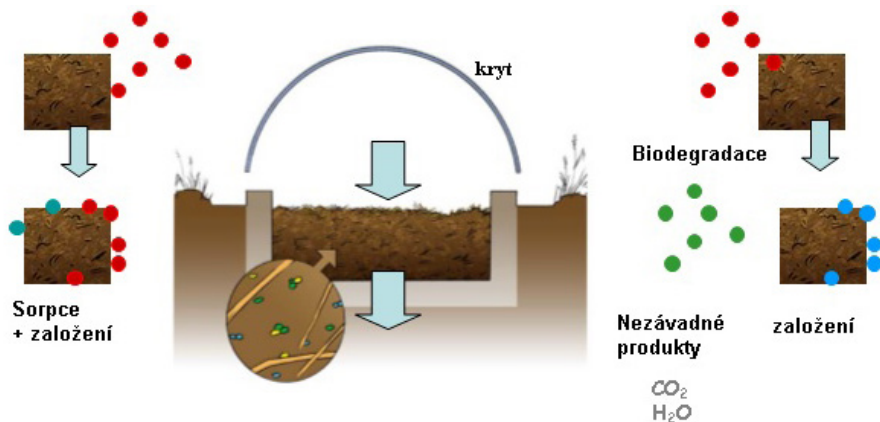
Čím déle se systém používá, tím více klesá obsah dusíku a mikrobiologická aktivita vzhledem k mineralizaci aktivní směsi substrátů. Mineralizace aktivní směsi substrátů závisí na složení velikosti částic substrátových složek. Směs, která obsahuje 50 % řezanky zmineralizuje a sníží objem aktivního substrátu přibližně o 10 cm za rok. Abychom tuto ztrátu kompenzovali, je možné každý rok nebo každý druhý rok dodat čerstvý materiál a smíchat se zbývajícím substrátem. Vždy udržujte minimální hloubku filtru větší než 60 cm. Po několika letech je potřeba směs zcela vyměnit, protože už je vyčerpaná. Torstensson (2000) tvrdí, že na jihu Švédska by se aktivní směs substrátů měla měnit po 5-6 letech.

# 8. Sorpční a biorozkladné procesy

Mezinárodní výzkum ukázal, že za různých a často neoptimálních podmínek se 93 % přípravků napuštěných do systému biologicky rozloží, zatímco v průměru 4 % se najdou ve výluhu a 3 % zůstanou zadržena v aktivní směsi substrátů. Za optimálních podmínek se víc než 99 % přípravků zadrží a biologicky rozloží v biočisticích systémech, s výjimkou několika specifických "mobilních" přípravků.

## a. Princip

Ovládnání a optimalizace biočisticích procesů je složitý systém skládající se z mnoha faktorů. Tyto faktory zahrnují existenci mikrobiálních populací schopných rozložit škodliviny a jejich dostupnost. Environmentální faktory jako např. typ půdy, teplota, pH, přítomnost kyslíku nebo dalších elektronových akceptorů a také živiny výrazně ovlivňují efektivitu rozkladu (Vidali, 2001). Dalším velkým omezením je dostupnost přípravků pro mikroorganismy (biodostupnost - Thompson, 2001). Biorozklad organické sloučeniny se téměř výhradně odehrává tam, kde se škodliviny rozptýlí v půdní vlhkosti, která obklopuje mikroorganismy. Jinými slovy, je v tenké vodní vrstvě na povrchu substrátových částic, kde se nalézají mikroorganismy. Tudiž zvýšení specifické plochy substrátu, aniž bychom se připravili o biodostupnost vzhledem k mikropórům (jíl), podpoří lepší biologický rozklad prováděný mikroorganismy (obr.39)



Obr. 39: 2 chemické procesy účastníci se na biočištění přípravků. Na levé straně se zobrazuje sorpce a začlenění do substrátu. Na pravé straně je biorozklad přípravků na ochranu rostlin, ke kterému může dojít po nasycení substrátu přípravky a který přípravky zbavuje účinnosti. (zdroj: Bayer CropScience and KULeuven).

## b. Důležité faktory ovlivňující nasycení a biorozklad

Byl zkoumán vliv různých faktorů na rozklad přípravků.

- Vysoké koncentrace přípravků mohou omezit biorozklad (Fogg et al., 2003). Tudiž, jak již bylo zmíněno, důrazně se doporučuje čistit postřikovač již na poli, abychom dosáhli optimální efektivity biočisticího systému a zpracovávali pouze zbylé zředěné postřikové roztoky.
- Rozklad se v ornici může utlumit, když aplikujeme směsi přípravků, ale neutlumí se v aktivní směsi substrátů. Z toho vyplývá, že biočisticí systémy mohou rozkládat širokou škálu směsí přípravků (Fogg et al., 2003).



- Obsah vlhkosti v biočisticím systému je zásadní biočisticí proces (optimálně 95 %). Ovšem přesycení (100 %) může vést k výluhu přípravků přímo se vztahujícímu ke kapalinové zátěži systému (Fogg et al., 2004). Abychom předešli vyluhování přípravků na ochranu rostlin, je možné zvětšit hloubku biočisticího systému nebo je nutné vyhnout se přesycení substrátu.
- Opakované používání určitých přípravků po několik sezón může vést ke zvýšenému rozkladu vzhledem k adaptaci mikroorganismů (Fournier et al., 2004)

## 9. Výluh

Výluh by se měl stále sbírat. NIKDY NEVYPOUŠTĚJTE VÝLUH DO POVRCHOVÉ VODY ANI V JEJÍ BLÍZKOSTI. Podle právních podmínek a konkrétní situace na farmě lze provést následující kroky:

- Recirkulace výluhu v biočisticím systému. To zvýší odpařování.
- Znovupoužití výluhu k neselektivní aplikaci herbicidů na poli.
- Rozmetání výluhu po poli s ohledem na ochranná omezení pro povrchovou vodu.
- Odpařte výluh s použitím vegetace v poslední čistící fázi.
- Odevzdání výluhu autorizovanému subjektu likvidujícímu odpady, pokud neexistují jiná legální řešení.

## 10. Směsi substrátů po použití

Po několika letech provozu (6 až 8 let) se směs substrátů bude muset zcela vyměnit. Podle právních podmínek a konkrétní situace na statku lze provést následující kroky:

- Rozprostřete použitý substrát rozmetadlem hnoje na poli, aby se jakékoli zbytky přípravků dále rozkládaly na poli.
- Nechejte směs substrátů kompostovat na zakryté, nepropustné konstrukci po jeden až dva roky a zabraňte jakémukoli průsaku do vody. Promíchání kompostujících substrátů dvakrát do roka a udržení vlhkosti v nich bude dále rozkládat všechny zbylé přípravky. Po 1 až 2 letech lze kompostované substráty bezpečně rozmetat po poli.
- Zbavte se směsi substrátů spálením u licencované firmy likvidující odpady, pokud neexistují jiná legální řešení.

## 11. Předpoklady pro rozhodnutí o vhodném biočisticím systému

Následující předpoklady se zakládají na výzkumu prováděném převážně v Belgii. Možná budou nutné modifikace v závislosti na klimatických podmínkách a na místních doporučeních/předpisech. Prosím, zvažte následující otázky, které vám mají pomoci při adaptování systému vaší konkrétní situaci a potřebám.

### **a. Biočisticí systém bude muset zpracovat velké objemy a silně koncentrované kapaliny (neprobíhá čištění postřikovače na poli).**

Každoročně se na vaší farmě vyprodukuje více než 10 000 litrů kontaminovaných tekutin a je málo možností/nejsou možnosti, jak propláchnout a vyčistit postřikovač na poli. V takové situaci je nejlepším řešením použít ohraničený biobed systém, který je dost velký na to, aby zvládl objemy kontaminované tekutiny/vody.

- Na každých 1000 litrů kontaminované tekutiny je potřeba 2 m<sup>3</sup> aktivního substrátu.
- Zajistěte, že objem vstupu je rozdělen během roku a je dobře rozprostřen po povrchu aktivního substrátu.
- Zamezte vniknutí deště a nekontaminované vody do systému. Tak předejdete přesycení a vyluhování aktivního substrátu.

#### **b. Kontaminované tekutiny budou plněny přímo do biočisticího systému.**

Není možné dočasně skladovat kontaminované kapaliny ve vyrovnávací jímce a tekutina i chemický vstup jsou nerovnoměrně rozvrstveny během roku. Nejlepším řešením je použití ohraničený biobed systém, jehož rozměry snadno zvládnou tekutinový vstup.

- Na každých 1000 litrů kontaminované tekutiny je potřeba 2 m<sup>3</sup> aktivního substrátu.
- Zajistěte, že objem vstupu je rozdělen během roku a je dobře rozprostřen po povrchu aktivního pojiva. Vyhněte se, pokud možno, průtoku poblíž stran systému.
- Plnění systému bude velmi nepravidelné. Bude pravděpodobně zapotřebí recirkulace, aby se zabránilo vysychání horní vrstvy, což následně zastaví odpařování a biočisticí procesy. Při vyšších kapalných zbytcích může také dojít k vyluhování přípravků na ochranu rostlin skrze aktivní substrát. Recirkulace zajistí adekvátní pročištění výluhu.
- Zamezte vniknutí deště a nekontaminované vody do systému. Tak předejdete přesycení a vyluhování přípravků skrze aktivní matici.

#### **c. Po použití nelze aktivní substrát legálně rozmetat po poli.**

Biobed systémy mají větší množství aktivního substrátu. Pokud není možné aktivní substrát legálně rozmetat po poli, zpracování spálením by mohlo být právně schůdným řešením, ale bude finančně nákladné. Proto by v takovém případě byl ohraničený biofiltrační systém výhodnější než biobed systém.

#### **d. Biočisticí systém bude muset zpracovat nepřímo plněné malé objemy nebo zředěné kontaminované tekutiny (čištění na poli).**

Každý rok se na vaší farmě vyprodukuje méně než 10.000 litrů kontaminovaných tekutin a/nebo postřikovač se vyplachuje a čistí na poli. Možný výluh je možné znovu použít nebo legálně vypustit na poli. Nejlepším řešením je použít ohraničený biofiltrační systém, který je dimenzován tak, aby zvládl vstup tekutin.

- Na každých 1500 litrů tekutinového vstupu je zapotřebí 1 m<sup>3</sup> aktivního substrátu. To bude mít za výsledek 1000 litrů výluhu ročně, pokud nepoužijete žádné dodatečné jednotky s rostlinami. Sbírejte a znovu použijte výluh na poli, je-li to možné.
- Zamezte vniknutí deště a nekontaminované vody do systému. Tak předejdete přesycení a vyluhování přípravků skrze aktivní matici. Pokud používáte jednotky s rostlinami, zajistěte, aby rostliny měly dostatek světla.
- Zajistěte, aby byl vstup v čase dobře rozdělen a aby se objem plnil rovnoměrně po ploše aktivního substrátu. Sbírejte kontaminované kapaliny a veškerý výluh do vyrovnávací jímky. Použijte čerpadlo s nízkou průtokovou rychlostí (dávkovací čerpadlo) nebo běžné čerpadlo s elektronickým časovačem, abyste systém plnili denně malými dávkami (asi 30 l). Příklad: 5000 litrů ročně během období 200 dní = 25 litrů denně.
- Na výrobu biofiltračního systému, pokud možno použijte černé kontejnery nebo IBC. To zajistí více tepla a bude stimulovat aktivitu mikroorganismů.
- Pokud je plnění biofiltru nepravidelné (v čase), doporučuje se, aby se nasycená zóna udržovala v nižší polovině biofiltrační jednotky a soustavně zajišťovala aktivnímu pojivu dostatečnou vlhkost.
- U biofiltračních instalací používejte rostliny, abyste redukovali výluh a vytvořili systém s nulovým výstupem, kde recyklace výluhu není nutná.

### **Poděkování**

Tyto pokyny pro praktické použití biočisticích systémů zpracoval Christof Debaer z **pcfruit npo** na základě zkušeností z výzkumu a následujících referencí význačných vědeckých a praktických prací.

Tento dokument doplnily příspěvky a komentáře partnerů TOPPS.



# Použitá literatura

**Balsari, P., Marucco, P., Oggero, G. (2006).** „External contamination of sprayers in vineyards.“ *Aspects of Applied Biology* 77: 215-221.

**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.

**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.

**Castillo, M.d, P., Torstensson L., Stenström, J. (2008)** Biobeds for Environmental Protection from Pesticide - Uses A Review, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008  
De Wilde, 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* 63: 111-128.

**De Wilde, T., Mertens, J., Simunek, J., Sniegowski, K., Ryckeboer, J., Jaeken, P., Springael, D. & Spanoghe, P. In preparation.** Characterizing pesticide sorption and degradation in macro scale biopurification systems using column displacement experiments.

**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.

**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.

**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. *Aspect of Applied Biology* 84: pp. 193-199. *International Advances in Pesticide Application 2008*, Robinson College, Cambridge, UK.

**Debaer C., Rutten N., Springael D., Ryckeboer J., Spanoghe P. & Jaeken P.** Influence of different surface treatments, volumes of cleaning water and dry time on the removal of external copper contamination on PE surfaces of a sprayer.

**Debaer C., Rutten N., Springael D., Ryckeboer J., Spanoghe P. & Jaeken P.** Modified biofilters used in practise: chemical and water load, retention efficiency and optimized evaporation of leachate by plants.

**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.

**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.

**Fournier, J. C. 2004.** A survey of INRA studies on biobeds. European Biobed Workshop, 28-29 September, Malmö, Sweden.

**Franssens, V., De Rocker, E. & Debaer C.,** In preparation. Risk of point source contamination by PPP in the Demer catchment area: results of a questionnaire on spray equipment, operator behaviour and farm infrastructure.

**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.

**Nilsson, E., Torstensson, L. (2003)** Pesticide concentrations in collecting tanks connected to filling-and cleaningplaces. VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, 25-27 June, Cuneo, Italy.

**Nilsson, E., Torstensson, L. (2005)** Pesticide concentrations in collecting tanks connected to filling places. In Swedish. Report, Swedish Board of Agriculture.

**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.

# TOPPS

je akronymem pro anglický název projektu „**Train Operators to Promote best management Practices & Sustainability**“, což v překladu přibližně znamená „Školením obsluhy postřikovačů k podpoře dobré praxe a udržitelnosti ochrany rostlin“.

Projekt TOPPS započal v roce 2005 s tříletým spolufinancováním programem EU-Life s cílem snížit ztráty přípravků na ochranu rostlin (POR) jejich únikem z bodových zdrojů znečištění vody. Počáteční projekt byl pojat jako mnohostranný se zapojením 15 členských států EU, 12 místních partnerů a 9 vnějších smluvních partnerů.

Následné fáze projektu TOPPS se od roku 2008 rozšířily do více zemí (projekt o bodových zdrojích do 23 zemí) a rozšířil se i odborný rozsah projektu, aby bylo zahrnuto i snižování znečišťování z difuzních zdrojů (projekt o difuzních zdrojích v 13 zemích). Projekt TOPPS nabízí širokou řadu zásad správné praxe v ochraně rostlin pokrývající vstupní cesty znečištění vod z bodových a difuzních zdrojů. Zahrnuty jsou také hlediska jako postřikovače a infrastruktura v souvislostech jejich možností ke snižování míry nebezpečí znečišťování vod úniky přípravků na ochranu rostlin.



**CropLife Europe aisbl**, Rue 9 Guimard, B-1040 Brussels, BE  
[www.croplifeeurope.eu](http://www.croplifeeurope.eu)



# Partneři projektu v ČR



**Česká společnost rostlinolékařská, z.s.,**  
Novotného lávka 5, 11668 Praha 1  
sekretariat@rostlinolekari.cz



**CropLife Česká republika,**  
Generála Strankmüllera 1533, 25001 Brandýs nad Labem  
croplifeczech@croplifeczech.com

**Použité ilustrace:** TOPPS

**Použité fotografie:** TOPPS

**Editor a odborný poradce:** Ing. Petr Harašta, Ph.D.



ISBN 978-80-88351-24-5

**VYDALA:**

**Agrární komora České republiky**

Počernická 272/96, 108 00 Praha 10

Tel.: +420 296 411 180

e-mail: sekretariat@akcr.cz

**[www.akcr.cz](http://www.akcr.cz), [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)**