

TESTIRANJE NAPRAVE BIOBED-BIOFILTER ZA ČIŠČENJE VODE OD PRANJA ŠKROPILNIC

Mario LEŠNIK¹, Stanislav VAJS², Anja JELEN³, Andrej PAUŠIČ⁴

¹⁻⁴Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Hoče

IZVLEČEK

V letih 2017 in 2018 smo izvedli testiranje delovanja naprave, ki je bila v okviru stewardship programov podjetja BASF Slovenija postavljena na živinorejsko-poljedelski kmetiji. Naprava je klasificirana kod hibridni sistem Biobed-Biofilter. S fitofarmaceutskimi sredstvi (FFS) onesnažena voda, ki se sprosti pri pranju škropilnic, se zbira v rezervoarju in se ciklično vse leto prečrpava skozi kontejnerje, ki so napolnjeni z mešanico zemlje, šote in slame. V mešanici poteka mikrobná razgradnja aktivnih snovi (AS), na površju mešanice pa poteka evaporacija vode. Analizirali smo dinamiko razpadanja 50 AS, obseg tedenske evaporacije vode in opravili izračune kapacitete naprave v pogledu števila pranj škropilnic, ki jih lahko izvedemo letno. Razpad AS je dokaj počasen, saj je pri večini aktivnih snovi stopnja razpada v letu dni bila med 50 in 70 %. Predstavljene so dobre in slabe tehnične plati delovanja naprave.

267

Ključne besede: čistilna naprava, pesticidi, škropilnice, pranje

ABSTRACT

TESTING THE BIOBED-BIOFILTER DEVICE FOR PURIFICATION OF WATER RELEASED AT CLEANING OF SPRAYERS

During the years 2017 and 2018, we tested the performance of a plant which was built on a livestock farm as part of a BASF Company stewardship program. The device is classified as the hybrid system Biobed-Biofilter. Plant protection products (PPP) contaminate water released during sprayer washing, and this water is collected in a tank and cycled throughout the year through containers filled with a mixture of soil, peat and straw. In the mixture, microbial decomposition of the pesticide active substances (AS) takes place and water evaporates from the surface of the mixture. We analysed the dynamics of the decomposition of 50 AS, the volume of weekly water evaporation and performed calculations of the capacity of the device in terms of the number of sprayer washing cycles that can be carried out annually. The breakdown of AS was fairly slow, as for most active substances, the established rate of decay was between 50 and 70% per year. Strong and weak technical aspects of the device are presented.

Key words: purification device, pesticides, sprayers, cleaning

¹ dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

² mag. dipl. inž. agr., prav tam

³ študentka, prav tam

⁴ dr., prav tam

1 UVOD

Po zaključku nanosa fitofarmaceutskih sredstev (FFS) so naprave, s katerimi jih nanašamo, umazane in v njih so ostanki FFS. Tehnično gledano ni možno, da ob zaključku nanosa v napravi (cevi, rezervoar, ...) ne bi ostalo nekaj škroplilne brozge. Pri sodobnih napravah ob zaključku škropljenja v napravi ostane maj kot 1,5 % brozge gledano na celotni volumen rezervoarja, pri starejših napravah pa mnogo več. Naprave so navadno od ostankov FFS umazane tudi od zunaj, še posebej, če FFS nanašamo v razmerah z rahlim vetrom. Pred ponovno uporabo naprave je potrebno napravo očistiti. Čiščenje lahko izvedemo na njivi, v nasadu ali pa na kmetiji na ustreznem mestu za pranje. Najbolj smiselno je čiščenje na njivi ali v nasadu, kjer vodo z razredčenimi ostanki FFS od čiščenja sprostimo v okolje, kjer je bil vnos FFS predviden. Pri pranju na kmetiji je vodo od čiščenja potrebno zbrati in jo ustrezno procesirati v ustreznih napravah. Te naprave glede na mehanizem odstranitve ostankov FFS delimo na naprave za kemijsko čiščenje z aktivnimi filtri, naprave za biotično čiščenje s pretokom skozi biotično aktivne substrate (bio-filter naprave), naprave z razkrojem z UV svetlobo (npr. Heliosec), naprave za mikrobní razkroj v organskih substratih (npr. Biobed) in naprave s kombiniranim delovanjem (mikrobi + UV, npr. Fitobac in Biobac) (Torstensson, 2000; Vidali, 2001; Pussemier in sod., 2004; De Wilde s sod., 2007). V Sloveniji imamo z uporabo naprav za čiščenje vode od pranja naprav za nanos FFS na kmetiji zelo malo izkušenj, saj so tovrstne naprave redke. Na prvih napravah, ki so bile zgrajene pred kratkim, smo pričeli z nabiranjem izkušenj glede uporabnosti in tehničnih zmogljivosti. Ena takšnih naprav je čistilna naprava Biofilter-Biobed, zgrajena s strani podjetja ESOT-INVEST d.o.o v okviru "stewardship" projekta podjetja BASF Slovenija na kmetiji Medved v vasi Stražgojnca. Podjetje BASF je omogočilo gradnjo objekta za demonstracijske in raziskovalne namene, da se pridobijo praktična znanja glede uporabe čistilnih naprav. Namen raziskave je bil preučiti tehnično učinkovitost naprave v pogledu hitrosti razgradnje ostankov FFS in v pogledu količine vode, ki jo naprava lahko procesira na letnem nivoju.

268

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Značilnosti čistilne naprave

Raziskava je bila izvedena na čistilni napravi tipa Biofilter, kjer vodo od pranja naprav za nanos FFS zberemo v rezervoarju in jo postopoma v majhnih količinah sproščamo na biološko aktivni substrat v plastičnih kontejnerjih (glej sliko 1). Biofilter v našem sistemu je koncipiran kot krožni (ciklični) sistem, kjer se perkolat, ki preide skozi substrat ponovno vrne v rezervoar in od tam nazaj na substrat. Površina substrata v kontejnerjih je ves čas vlažna zato prihaja do evaporacije, ki znižuje količino vode v sistemu. Obseg evaporacije naj bi bil tolikšen, da lahko mesečno redno v sistem dovajamo novo vodo od čiščenja. Naprava ima 5 kontejnerjev z volumnom 1 m³ vsak, ki so napolnjeni s substratom, ki je mešanica slame, šote in zemlje (33:33:33 %). Na dnu vsakega kontejnerja je filter iz kamenja različnih granulacij, tako, da perkolat, ki

zapušča kontejner s seboj ne odnaša delcev substrata. Kroženje vode je regulirano s časovnim relejem, kjer lahko nastavimo količino pretoka in dolžino časa prečrpavanja vode. S tem reguliramo vlažnost substrata. Poleti so pretoki večji, kot spomladi in pozno jeseni. Večji del obratovalnega obdobja je dnevni pretok vode na kontejner znašal med 20 in 30 litrov.

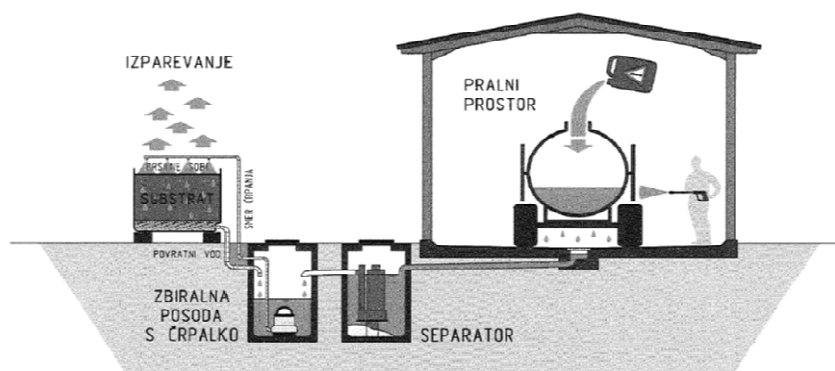
2.2 Postopek čiščenja škropilnice

Vlečena poljedelska škropilnica AW Impex (Poljska) je bila na zbirni betonski ploščadi prana večkrat letno po izvajanju škropljenj na njivi. Za zunanje in notranje pranje se je vsakič porabilo med 100 in 120 litrov vode. Škropilnica ima rezervoar z volumnom 1800 l, škropilno armaturo široko 18 m in tehnični rezidualni volumen po škropljenju znaša približno 40 l. Pri vsakem pranju smo zabeležili datum in aktivne snovi, ki so bile v škropilnici, tako smo evidentirali, kdaj so posamezne aktivne snovi vstopile v čistilno napravo.

2.3 Dodaten vnos FFS v rezervoar čistilne naprave

Ker smo želeli preveriti proces razpadanja čim večjega števila aktivnih snovi, smo v rezervoar sistema vnesli še dodatnih 30 aktivnih snovi. Količino aktivnih snovi za vnos smo določili tako, da smo v literaturi poiskali podatke o običajnih deležih ostanka aktivnih snovi pri običajnem delu, v rezervoarju in na površju škropilnice (Wehmann, 2006; Debaer s sod., 2008; Balsari s sod., 2017) po zaključku nanosa FFS.

269



Slika 1: Shema čistilne naprave (Vir: ESOT-INVEST d.o.o).

Pri izračunu smo upoštevali, da po škropljenju v rezervoarju ostane 0,3 % aktivne snovi in na površju škropilnice 0,25 % aktivne snovi od celokupne količine, dane v rezervoar. Odločili smo se, da po najslabšem scenariju umazanosti škropilnice v rezervoar čistilne naprave damo 0,3 % hektarskega odmerka aktivne snovi (glej podatke v preglednici 2). Potem smo izračunano količino pripravka dali v rezervoar na 2000 litrov vode. S tem smo simulirali pranje škropilnice. Dodana količina aktivnih snovi po naši oceni ni bila prevelika, da bi preveč obremenila mikrobe v substratu in bi se populacija le teh drastično zmanjšala zaradi prevelike toksičnosti dodanih aktivnih

snovi. V tem delu so prikazni le podatki za snovi vnesene v sezoni 2017. Podatki za snovi vnesene v letu 2018 niso prikazani.

2.4 Analiza ostankov FFS v substratu

V načrtu večletne raziskave je, da se koncentracija ostankov FFS spremlja 3 leta (2017-2020) v presledkih vsakih 6 mesecev. V tem besedilu so prikazani rezultati analiz prve polovice tega obdobja za snovi, ki so bile v napravo vnesene v sezoni 2017. Vzorci substrata za analizo koncentracije ostankov so bili odvzeti z vbadanjem cevi v substrat. Pri vsakem kontejnerju smo naredili vsaj 15 vbodov (0,45 m globoko). Potem smo vsebino iztisnili iz cevi in dobro premešali ves izvlečen substrat od različnih vbodov. Tako smo dobili homogen vzorec (2.5 – 4 kg), ki smo ga neprodušno zapakiranega poslali v laboratorij. Analizo koncentracije ostankov so opravili v mednarodno priznanem laboratoriju iz Avstrije (Institut dr. Wagner (Parkring 2, A-8403 Lebring), kjer uporabljajo najsodobnejše analitične metode tekočinske in masne spektrometrije, kot so GC-headspace, GC-MS / MS, GC- μ ECD, LC-MS / MS in podobno.

Preglednica 1: Pregled pripravkov in aktivnih snovi, ki so v čistilno napravo vstopile med čiščenjem škroplilnice v sezoni 2017 in 2018.

270

Pripravek in uporabljeni odmerek pripravka; (datum nanosa)	Aktivne snovi:	Datum vstopa v BIOBED:	Čas od vstopa do vzorčenja: (dni)
Hussar plus (0,2 l/ha) (nanos 26. 3. 2017)	Jodsulfuron 5 % X Mezosulfuron 0,75 % X	22. 5.	≅ 200 dni
Priaxor EC (1,5 l/ha) (nanos 26. 3. 2017)	Fluoksapiroksad 7,5 % ✓ Piraklostrobin 15 % ✓	22. 5.	≅ 200 dni
Opus 1 (0,5 l/ha) (nanos 26. 3. 2017)	Epoksikonazol 8,4 % ✓ Fenpropimorf 25 % ✓	22. 5.	≅ 200 dni
Adengo (0,44 l/ha) (nanos 26. 4. 2017)	Izoksafutol 2,5 % ✓ Tienkarbazon-metil 9 % ✓ Ciprosulfamid (safener) ✓	22. 5.	≅ 200 dni
Adengo 0,44 l/ha (nanos 2. 5. 2017)	= =	22. 5.	≅ 200 dni
Prosaro (0,1 l/ha) (applied 10. 5. 2017)	Protiokonazol 12,5 % ✓ Tebukonazol 12,5 % ✓	22. 5.	≅ 200 dni
Fastac (1 l/ha) (nanos 10. 5. 2017)	Alfa-cipermetrin 10 % X	22. 5.	≅ 200 dni
Harmony 50 SX (30 g/ha) (nanos 30. 10. 2017)	Tifensulfuron-metil 50 % X	30. 10.	≅ 100 dni
Stomp aqua (2,9 l/ha) (nanos 30. 10. 2017)	Pendimetalin 45 % X	30. 10.	≅ 100 dni
	Sezona 2018		
Hussar OD (0,1 l/ha) (nanos 30. 4. 2018)	Jodsulfuron 10 % X	30. 4.	≅ 216 dni
Hussar plus (0,2 l/ha) (nanos 30. 4. 2018)	Jodsulfuron 5 % X Mezosulfuron 0,75 % X	30. 4.	≅ 216 dni
Priaxor EC (1,5 l/ha) (nanos 30. 4. 2018)	Fluoksapiroksad 7,5 % ✓ Piraklostrobin 15 % ✓	30. 4.	≅ 216 dni
Opus 1 (0,5 l/ha)	Epoksikonazol 8,4 % ✓	30. 4.	≅ 216 dni

(nanos 30. 4. 2018)	Fenpropimorf 25 % ✓		
Adengo (0,44 l/ha) (nanos 6. 5. 2018)	Izoksaf lutol 2,5 % ✓ Tienkarbazon-metil 9 % ✓ Ciprosulfamid (safener) ✓	6. 5.	≅ 210 dni
Prosaro (0,1 l/ha) (nanos 17. 7. 2018)	Protioconazol 12,5 % ✓ Tebukonazol 12,5 % ✓	17. 7.	≅ 138 dni
Poleci (1 l/ha) (nanos 17. 7. 2018)	Deltametrin 2,5 % ✓	17. 7.	≅ 138 dni
Caramba (1,5 l/ha) (nanos 10. 7. 2018)	Metconazol 6 % ✓	10. 7.	≅ 145 dni
Retengo (1,25 l/ha) (nanos 17. 7. 2018)	Piraklostrobin 20 % ✓	10. 7.	≅ 145 dni
Tebusha 25 EW (1 l/ha) (nanos 17. 7. 2018)	Tebukonazol 25 % ✓	10. 7.	≅ 145 dni
Duplosan KV (3 l/ha) (nanos 6. 12. 2018)	Mekoprop-p 60 % X	6. 11.	≅ 26 dni
Harmony 50 SX (30 g/ha) (nanos 6. 12. 2018)	Tifensulfuron-metil 50 % X	6. 11.	≅ 26 dni

✓ - aktivna snov je konec leta 2017 ali 2018 bila odkrita v substratu, X - aktivna snov konec leta 2017 ali 2018 ni bila odkrita v substratu.

2.5 Analiza količine vode, ki je evaporirala iz kontejnerjev

271

Eden od namenov raziskave je bil tudi analizirati količino vode, ki med obratovanjem zapusti napravo zaradi evaporacije iz površja substrata. Da bi vsaj približno dobili podatke o količini evaporirane vode, smo uporabili metodo tehtanja. Kontejner s substratom smo tehtali s pomočjo vlečenega ročnega viličarja, ki je imel vgrajeno digitalno tehtnico. Izmenično v krajših časovnih intervalih smo izvedli tehtanje kontejnerja. Na začetku intervala smo kontejner stehali in potem smo za nekaj dni zaprli dotok vode in iztok vode iz kontejnerja. Razliko v masi med dvema tehtanjema smo pripisali masi evaporirane vode. Na bližnji meteorološki postaji smo merili temperature zraka in merili smo tudi temperaturo substrata s termometrom, ki je bil zaboden v substrat. Opisana metoda ni natančna, zato so pridobljeni ocenjeni podatki glede evaporacije zgolj neke orientacijske vrednosti.

Preglednica 2: Pregled aktivnih snovi, ki so bile v čistilno napravo vnesene neposredno v rezervoar (11. september 2017).

Pripravek:	Aktivna snov (%):	Dodana količina pripravka (g/2000 l vode)
Amistar extra (0,8 l/ha)	Azoksistrobin 20 % ✓ Ciprokonazol 8 % ✓	6 ml
Aramo 50 (1,5 l/ha)	Tepraloksidim 50 % ✓	7,5 ml
Arigo (0,33 kg/ha)	Mezotrion 36 % X Nikosulfuron 12 % ✓ Rimsulfuron 3 % X	1,25 g
Cabrio Top (2 kg/ha)	Metiram 55 % X Piraklostrobin 5 % ✓	7,5 g
Calypso 480 SC (0,05 l/ha)	Tiaklopid 48 % X	0,15 ml
Callisto 480 SC (0,3 l/ha)	Mezotrion 48 % X	0,9 ml

Chess 50 WG (0,6 kg/ha)	Pimetrozin 50 % ✓	4,5 g
Collis (0,5 l/ha)	Boskalid 20 % ✓ Krezoksim-metil (10 %) X	1,875 ml
Decis 100 EC (0,075 l/ha)	Deltametrin 10 % X	0,285 ml
Domark 100 EC (0,35 l/ha)	Tetraconazol 10 % ✓	2,25 ml
Elumis (1,5 l/ha)	Mezotrion 7,5 % X Nikosulfuron 3 % ✓	4,5 ml
Envidor (0,5 l/ha)	Spirodiklofen 24 % ✓	1,875 ml
Folicur EW 250 (1 l/ha)	Tebukonazol 25 % ✓	7,5 ml
Fusilade Forte (1,5 l/ha)	Fluazifop-p-butil 15 % X	4,5 ml
Karathane gold 350 EC (0,6 l/ha)	Meptildinokap 35 % X	4,5 ml
Kyleo (4 l/ha)	2,4-D 16 % X Glifosat 24 % X	11,25 ml
Laser 240 SC (0,4 l/ha)	Spinosad (22,7 % w/w) ✓	1,875 ml
Luna experience (1 l/ha)	Fluopiram 20 % ✓ Tebukonazol 20 % ✓	3,75 ml
Mustang (0,6 l/ha)	2,4-D 45,2 % X Florasulam 6,25 % X	2,25 ml
Ortus 5 SC (1,5 l/ha)	Fenpiroksimat 5 % ✓	4,5 ml
Orvego (0,8 l/ha)	Ametoktradin 30 % ✓ Dimetomorf 22,5 % ✓	3 ml
Pyrinex 25 SC (3 l/ha)	Clopirifos-etil 25 % ✓	3,75 ml
Revus (0,6 l/ha)	Mandipropamid 25 % ✓	4,5 ml
Ridomil Gold MZ (3 kg/ha)	Mankozeb 64 % X Matalaksil-M 3,88 % ✓	9 g
Rovral aquaflo (1 l/ha)	Iprodion 50 % ✓	3,75 ml
Stroby WG (0,4 kg/ha)	Krezoksim-metil 50 % X	1,2 g
Pirimor 50 WG (0,7 kg/ha)	Pirimikarb 50 % ✓	2,1 g
Basudin 60 EW (2 l/ha)	Diazinon 60 % ✓	6 g
Teldor (1,5 l/ha)	Fenheksamid 50 % ✓	11,25 ml
Topaz 100 EC (0,5 l/ha)	Penkonazol 10 % ✓	3,75 ml
Vertimec (1,2 l/ha)	Abamektin 1,8 % X	9 ml

✓ - aktivna snov je konec leta 2017 ali 2018 bila odkrita v substratu, X - aktivna snov konec leta 2017 ali 2018 ni bila odkrita v substratu.

272

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Rezultati analize stopnje razpadanja aktivnih snovi

Preglednica 3 kaže podatke o obsegu razpadanja nekaterih aktivnih snovi, ki so v sezoni 2017 bile vnesene s pranjem škropilnice. Primerjava je narejena med decembrom 2017 in julijem 2018. Podatki za julij 2018 so podatki o koncentraciji 240 dni od prvega vnosa aktivnih snovi v napravo. Vidimo da v obdobju 240 dni pri polovici aktivnih snovi ni prišlo do znižanja koncentracije. Žal smo vzorčili le v eni polovici aktivnih snovi ni prišlo do znižanja koncentracije. Žal smo vzorčili le v eni polovici in nimamo predstave o prostorski variabilnosti pojava. Vsekakor je bil vzorec vzet iz velikega števila točk iz vseh kontejnerjev in je bil prostorsko reprezentativen. V literaturi le težko najdemo neke primerjalne podatke. Več raziskav podaja podatke za koncentracijo FFS v rezervoarju in v perkolatu, ki izteka iz

kontejnerjev in skozi razliko v koncentraciji prikazuje učinkovitost naprave (Debaer in Jaeken, 2006; Pigeon s sod., 2005). Mi smo analizirali koncentracijo FFS v substratu v času. Za to smo se odločili tudi zato, ker je v konceptu delovanja naprave mišljeno, da se substrat po nekaj letih zamenja in ob zamenjavi bi naj v njem bilo čim manj ostankov. Mi smo imeli relativno velik pretok skozi sistem in ciklično kroženje, zato primerjava med koncentracijo v rezervoarju in koncentracijo v perkolatu ni smiselna.

Preglednica 3: Koncentracija aktivnih snovi v substratu v treh različnih časovnih obdobjih pri snoveh, ki so v napravo vstopile pri pranju škropilnice v letu 2017 in 2018. Stopnja zmanjšanja koncentracije RR (%) = $100 - ((Ca\ 2018 / Ca\ 2017) * 100)$. TP – čas od vnosa snovi v čistilno napravo do izvedbe analize koncentracije.

Aktivna snov:	Koncentracija: mg/kg sveže snovi in RR (%)			
	December Ca 2017	Julij Ca 2018		December Cb 2018
	TP 60	TP 240	RR (%)	TP 370
Epoksikonazol	0,160	0,200	0,00	4,500
Fenpropimorf	0,220	0,300	0,00	9,400
Fluksapiroksad	0,140	0,058	58,50	0,430
Izoksafutol	0,055	0,580	0,00	1,500
Pendimetalin	0,020	0,018	10,00	0,360
Protiokonazol	0,030	0,029	3,30	1,300
Piraklostrobin	0,004	0,003	25,0	0,031
Tebukonazol	1,200	0,570	52,5	11,30
Tienkarbazon-metil	0,021	0,500	0,00	0,410

273

Preglednica 4 kaže podatke za snovi, ki so bile dodane neposredno v rezervoar. Podatki za december 2018 kažejo stopnjo razpada aktivnih snovi po letu dni kroženja v substratu naprave. Razkroj nad 95 % so imele aktivne snovi acetamprid, diazinon, madipropamid, pirimikarb, simazin in terbutilazin. Za prve tri rezultat ni bil presenečenje, za druge tri pa, ker so znane, da dokaj počasi razpadajo. Snovi z nizko stopnjo razpadanja so bile boskalid, metalaksil, spinosad in tepraloksidim. Razen pri snovi spinosad, smo počasen razpad pričakovali. Pri nekaterih snoveh smo pri decembrskem vzorčenju v letu 2018 odkrili celo precej večjo koncentracijo kot jeseni 2017. Primer takšnih so na primer snovi fenpiroksimat, fluopiram, metkonazol in spirodiklofen. To je nepričakovan rezultat. Teh snovi gotovo nismo vnesli s pranjem škropilnice. To pomeni, da obstaja v substratu zelo velika variabilnost porazdelitve aktivnih snovi in da bi morali vzorčiti v več ponovitvah, da bi zajeli celotno variabilnost. Vzorce v več ponovitvah zaradi zelo omejenih sredstev nismo mogli narediti. Rezultati kažejo, da je razpadanje vsaj pri polovici aktivnih snovi dokaj počasno in da leto dni ni dovolj, da bi te snovi popolnoma razpadle.

Preglednica 4: Koncentracija aktivnih snovi v substratu v treh različnih časovnih obdobjih pri snoveh, ki so v napravo bile dodane neposredno v rezervoar 11. septembra 2017. Stopnja zmanjšanja koncentracije RR (%) = $100 - ((C\ 2018 / C\ 2017) * 100)$. TP – čas od vnosa snovi v čistilno napravo do izvedbe analize koncentracije.

Aktivna snov:	Koncentracija: mg/kg sveže snovi in RR (%)				
	December C 2017	Julij C 2018		December C 2018	
	TP 60	TP 240	RR (%)	TP 370	RR (%)
Acetamid	0,023	0,000	100,0	<0,003	≅95,7
Ametoktradin	0,024	0,000	100,0	1,200	0,00
Azoksistrobin	0,820	0,170	79,3	10,50	0,00
Boskalid	0,270	0,097	64,1	0,250	7,40
Ciprokonazol	0,400	0,140	65,0	0,220	45,0
Ciprosulfamid (safener)	0,017	0,064	0,00	0,150	0,00
Diazinon	2,600	0,024	99,1	0,015	99,4
Dimetomorf	0,230	0,040	82,6	2,200	0,00
Fenheksamid	0,130	0,030	76,9	0,020	84,6
Fenpiroksimat	0,180	0,044	75,6	1,200	0,00
Fluopiram	0,290	0,076	73,8	7,100	0,00
Flutriafol	0,007	0,009	0,00	0,019	0,00
Iprodion	0,340	0,014	95,9	0,017	95,0
Klorpirifos	0,066	0,012	81,8	1,600	0,00
Mandipropamid	0,510	0,089	82,5	0,014	97,3
Metalaksil -M	0,210	0,033	84,3	0,160	23,8
Metkonazol	0,005	0,008	0,00	0,130	0,00
Metolaklor	1,800	0,330	81,7	0,120	93,3
Nikosulfuron	0,030	0,058	0,00	0,043	0,00
Pirimikarb	0,970	0,140	85,6	0,026	97,3
Penkonazol	0,065	0,047	27,7	0,160	0,00
Pimetrozin	0,110	0,034	69,1	0,800	0,00
Simazin	0,003	0,000	100,0	0,000	100,0
Spinosad	0,096	0,024	75,0	0,079	17,7
Spirodiklofen	0,009	0,000	100,0	0,086	0,00
Tepraloksidim	0,014	0,000	100,0	0,009	35,7
Terbutilazin	0,930	0,082	91,2	0,034	96,3
Tetrazonazol	0,026	0,020	23,1	0,074	0,00

274

3.2 Rezultati glede analize količine evaporirane vode

Preglednica 5: Podatki o količini evaporirane vode iz kontejnerjev čistilne naprave po tedenskih obdobjih leta.

Datum in obdobje meritev v 2018	≅ Povprečna tedenska relativna zračna vlaga (%)	≅ Povprečna tedenska temperatura zraka (°C)	≅ Povprečna tedenska temperatura substrata (°C)	≅ Povprečna tedenska količina evaporirane vode L/5 kontejnerjev
1.1. – 7.1.	76,3	6,2	7,0	Ni aktivnosti
8.1. – 14.1.	91,7	3,7	6,5	Ni aktivnosti
15.1. – 21.1.	73,3	2,2	4,0	Ni aktivnosti
22.1. – 28.1.	80,7	2,3	3,5	Ni aktivnosti
29.1. – 4.2.	83,5	3,5	3,8	Ni aktivnosti

5.2. – 11.2.	89,6	0,2	3,8	Ni aktivnosti
12.2. – 18.2.	77,8	0,4	3,8	Ni aktivnosti
19.2. – 25.2.	77,7	-1,8	3,0	Ni aktivnosti
26.2. – 4.3.	78,8	-7,2	3,0	Ni aktivnosti
5.3. – 11.3.	74,9	4,7	6,5	Ni aktivnosti
12.3. – 18.3.	78,7	6,7	6,6	Ni aktivnosti
19.3. – 25.3.	69,5	0,6	6,0	4,5
26.3. – 1.4.	73,9	7,7	6,5	8,5
2.4. – 8.4.	56,9	11,6	6,8	16,3
9.4. – 15.4.	63,0	14,4	10,3	17,5
16.4. – 22.4.	57,1	17,5	12,4	20,5
23.4. – 29.4.	65,5	17,2	13,5	20,1
30.4. – 6.5.	62,8	17,9	13,6	26,4
7.5. – 13.5.	67,3	17,5	13,5	29,8
14.5. – 20.5.	77,8	14,6	13,4	27,8
21.5. – 27.5.	74,9	18,5	15,7	30,7
28.5. – 3.6.	73,4	21,0	17,5	38,6
4.6. – 10.6.	76,1	20,8	17,3	38,0
11.6. – 17.6.	62,6	20,8	17,3	40,2
18.6. – 24.6.	59,4	20,0	17,2	40,5
25.6. – 1.7.	60,7	18,6	17,5	40,0
2.7. – 8.7.	65,3	20,8	17,4	42,7
9.7. – 15.7.	72,3	19,9	17,2	49,7
16.7. – 22.7.	65,4	21,6	18,3	55,7
23.7. – 29.7.	63,6	22,9	18,6	70,6
30.7. – 5.8.	67,0	24,3	20,4	86,7
6.8. – 12.8.	70,4	23,7	21,0	80,7
13.8. – 19.8.	67,1	21,6	20,5	70,4
20.8. – 26.8.	69,3	20,9	19,5	68,7
27.8. – 2.9.	73,2	18,3	17,0	60,4
3.9. – 9.9.	77,8	19,0	17,0	59,8
10.9. – 16.9.	75,2	19,6	18,7	50,8
17.9. – 23.9.	77,7	17,6	18,3	48,7
24.9. – 30.9.	65,5	10,7	12,4	20,4
1.10. – 7.10.	79,4	11,7	10,4	20,0
8.10. – 14.10.	82,0	13,4	10,5	22,4
15.10. – 21.10.	80,7	12,4	10,5	18,4
22.10. – 28.10.	78,8	11,0	10,2	15,7
29.10. – 4.11.	83,3	13,2	10,3	13,7
5.11. – 11.11.	88,8	10,9	9,3	7,8
12.11. – 18.11.	75,0	7,8	9,0	5,3
19.11. – 25.11.	91,5	4,0	6,0	Ni aktivnosti
26.11. – 2.12.	86,7	-0,2	6,1	Ni aktivnosti
			Skupna evaporacija v letu dni \cong 1268 L	

Količina evaporirane vode ima odločilen vpliv na tehnično kapaciteto naprave. Več vode kot evaporira, več ciklov pranj lahko naredimo letno in večje površine, kjer nanašamo FFS, lahko ima kmetija. Rezultati zelo preproste analize evaporacije vode iz kontejnerjev so vidni v preglednici 5. Preglednica 5 kaže, da je naša biofilter naprava v letu dni skozi evaporacijo sprostila razmeroma malo vode (približno 1300 l). Naprava ima ciklični koncept in se razlikuje od običajnih biofilter naprav. Običajne

biofilter naprave imajo za perkolat (eloat) dve rešitvi (Fogg s sod., 2003; Pigeon s sod., 2005). Nekateri tipi naprav imajo poseben zadnji kontejner, v katerem raste bujno, vse leto aktivno rastlinstvo, ki ima veliko porabo vode in se naprava razbremeni vode na tak način, ali pa se eloat razprši po posebnem travinju, ki se ustvari v neposredni bližini naprave kot globoko šotišče, na katerem uspeva trava. Tako ima povprečno velik biofilter kakšnih 200 m² takšnega šotišča in tam se sprosti voda, ki zapusti napravo. Naša testirana naprava nima takšne rešitve in bazira na ideji, da imamo dovolj veliko evaporacijo iz površja substrata. Praktično vprašanje je, ali bi lahko s povečano frekvenco pršenja po substratu in s povečanim pretokom v vsakem ciklu pršenja, povečali evaporacijo? Verjetno bi v poletnem času to bilo možno. Povečali bi tudi delež vode, ki izpari neposredno med pršenjem. Povečana frekvenca močenja substrata ima negativno plat v tem, da substrat postane preveč zasičen z vodo in se pojavijo dolgočasne, skoraj anaerobne razmere, kar značilno zmanjša aktivnost mikrobov in gliv. Večina aktivnih razkrojevalcev FFS ima aerobni metabolizem. Na račun povečanja evaporacije, bi verjetno zmanjšali učinkovitost naprave v pogledu hitrosti razkroja FFS. Do takšnih ugotovitev so prišli tudi drugi (De Wilde s sod., 2007). Testirana naprava ni povsem dovršena. Glede na praktično analizo delovanja bi bile možne naslednje izboljšave:

276

- lahko bi povečali vstop zraka in bi v substrat v vsak kontejner vgradili pokončne drenažne cevi. S tem bi pospešili mikrobno aktivnost in razkroj FFS.
- nad kontejnerji bi lahko vgradili panel s temnimi cevmi s tekočino in jih uvedli skozi substrat. Tako bi lahko povišali temperature substrata spomladi in jeseni in povečali aktivnost mikrobov.
- namesto belih bi lahko vgradili črne kontejnerje, ker se od sonca bolj segrevajo in imajo višjo temperaturo substrata.
- v substrat je večkrat letno priporočljivo vnesti kulturo mikrobov s čemer povečamo mikrobno aktivnost.
- velika izboljšava bi bila dograditev priklopa za delni odtok perkolta na šotišče.

4 SKLEPI

Hitrost razpadanja različnih aktivnih snovi FFS je zelo različna. V povprečju aktivne snovi v obdobju enega leta razpadejo med 50 in 70 %, kar je manj kot smo pričakovali. Po večletnem delovanju bi se verjetno količina ostankov FFS v substratu pričela malo povečevati. Ocenjujemo, da bi bilo substrat potrebno zamenjati po 3 letih ali pozneje, če bi substrat sproti vsako leto dopolnjevali s svežim na vrhu.

Pomemben del leta (pomlad, zima in pozna jesen) je mikrobna aktivnost majhna, ker ima substrat nizko temperaturo, tudi pod 10 °C. To zmanjšuje kapaciteto naprave. V hladnih obdobjih leta je nizka tudi raven evaporacije in iz kontejnerjev se sprosti malo vode.

Če upoštevamo, da se je z evaporacijo letno sprostil med 1200 in 1300 vode in pri posameznem pranju porabimo 100 litrov vode in imamo omejen rezervoar (npr. 2000 – 3000 litrov), potem lahko na letnem nivoju izvedemo 12 do 13 ciklov pranja.

Odgovor na vprašanje, kako velike površine lahko ima kmetija, da testirana naprava zadostuje za postopek čiščenja škropilnice, je odvisen predvsem od raznolikosti kultur, ki jih ima kmetija, velikosti njiv in velikosti površin, ki jih tretiramo dnevno. Če na primer ima kmetija zgolj 3 glavne kulture (npr. žita, koruza in travinje) in velike njive, potem lahko dnevno poškopimo tudi več kot 100 hektarjev. Eno pranje naredimo, po tem ko smo poškopili velike površine. Če je število škropljenj na posamezni njivi letno približno 4, potem lahko testirana naprava omogoča pranje škropilnice na kmetiji, ki je večja od 1000 hektarjev. Če ima kmetija več kultur in takšne, kje letno izvedemo več kot 4 škropljenja, testirana naprava zadošča za kmetijo velikosti med 100 in 400 ha.

Pomembno je dobro načrtovanje škropljenj in da na dvorišče nazaj pripeljemo zares prazno škropilnico le s tehničnim minimum ostanka po splahnjevanju rezervoarja na njivi. Potem za pranje ne porabimo veliko vode in ne obremenimo mikrobov v napravi z visoko koncentracijo FFS.

Ciklični koncept biofilter naprave je verjetno uporaben za poljedelske kmetije, kjer ni veliko škropljenj zgodaj spomladi in pozno jeseni. Verjetno je manj ustrezen, če bi imeli sadjarske površine in bi prali pršilnike. Pri pršilnikih je veliko večja letna frekvenca pranj in večja kontaminacija zunanjih površin.

5 ZAHVALA

Za financiranje izvedbe raziskave se zahvaljujemo družbi BASF in odgovornim za izvedbo projekta v okviru BASF Slovenija. Zahvaljujemo se tudi članom kmetije Medved iz Stažgojnce, ki so na različne načine pomagali pri izvedbi raziskave.

6 LITERATURA

- Balsari, P., Marucco, P. 2017. Internal and External Contamination of Sprayers: Causes and Strategies to Minimise Negative Effects on the Environment. *Chemical Engineering Transactions*, 58: 793-798.
- 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 Management Science*, 63: 111-128.
- 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., Balsari, P., Taylor, WA., Jaeken, P. 2008. Volumes of residual of sprayers and their International Standards: impact on farm water treatment systems. *Aspect of Applied Biology*, 84: 193–199.
- 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.
- 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.
- 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.
- Torstensson, L. 2000. Experiences of biobeds in practical use in Sweden. *Pesticide Outlook*, 11(5): 206-211.
- Vidali, M. 2001. "Bioremediation. An overview." *Pure and Applied Chemistry*, 73: 1163-1172.
- Wehmann, H. J. 2006. Cleaning of sprayers; an emerging ISO standard that is critical to environmental interests. *Aspects of Applied Biology*, 77: 31-38.