



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Bioreaktivt filter

Utprøving av bioreaktivt filter i fullskalaforsøk til rensing av avløpsvann fra utslipp av plantevernmiddelrester fra vaske-/påfyllingsplasser

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 100 | 2021



Ole Martin Eklo, Marianne Stenrød, Marit Almvik, Randi Bolli, Sven R. Odenmarck og
Bernt Kristian Snapa

Divisjon for bioteknologi og plantehelse/Pesticider og naturstoffkjemi

TITTEL/TITLE

Bioreaktivt filter - Utprøving av bioreaktivt filter i fullskalaforsøk for rensing av avløpsvann fra utslipp av plantevernmidlerrester fra vaske-/påfyllingsplasser

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Ole Martin Eklo, Marianne Stenrød, Marit Almvik, Randi Bolli, Sven R. Odenmarck og Bernt Kristian Snapa.

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
31.05.2021	7/100/2021	Åpen	51055	17/02879
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02854-3	2464-1162	43	3	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri
Handlingsplan for bærekraftig bruk av
plantevernmidler (2016-2020)

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Hilde Haug Simonhjell
Nanna Bergan

STIKKORD/KEYWORDS:

Biofilter, pesticider, punktkilder
Biofilter, pesticides, point sources

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Pesticider og forurensning
Pesticides and pollution

SAMMENDRAG/SUMMARY:

The aim of the project was to identify an optimal biofilter for collecting and purifying run-off water from areas for handling of pesticides and cleaning of spraying equipment. To achieve this, a biofilter system consisting of stackable cassettes filled with a mixture of soil (25%), compost (25%) and straw (50%), and a concrete slab (handling/cleaning site) with a water collection system, was constructed and tested under normal operating conditions at a potato and grain farm. The biofilter was tested for efficiency for reducing pesticide concentrations in water/runoff, capacity through several years of operation, and degradation and sorption of pesticides. The results show a good effect of reducing pesticide concentrations when circulating contaminated water through the biofilter. During the trial period, the biofilter was regularly supplied with washing water from the water collection tanks at the handling/cleaning site. There was a reduction of more than 95 % for many of the pesticides, and the lowest measured pesticide reduction was at around 70%. Challenges were related to pesticides used for potato tuber which were added in high concentrations. The capacity of the filter was deemed satisfactory. After 4 years of use, the biofilter is still very effective. However, our results show that there is a need for annual replenishment of biomix during the period of use. Degradation studies indicate a more rapid degradation of pesticides in the biomix as compared to agricultural soil. The biomix also provided a strong sorption for the tested pesticides. Biochar can further increase the

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

sorption capacity for challenging substances. To ensure the capacity and efficiency of the biofilter, it is recommended that clean water be directed outside the water collection tank.

LAND/COUNTRY: Norge/Norway
FYLKE/COUNTY: Innlandet
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Grue
STED/LOKALITET: Kirkenær

GODKJENT /APPROVED

Arne Hermansen

ARNE HERMANSEN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Marianne Stenrød

MARIANNE STENRØD



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Det er gjennom flere kartleggings- og forskningsprosjekter identifisert utfordringer av forurensning av grunnvannet med plantevernmidler. Noe av forurensningen skyldes trolig punktkildeforurensning fra områder hvor det håndteres plantevernmidler i forbindelse med beising eller vasking av utstyr knyttet til sprøyting.

Med utredningsmidler fra programmet «Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri» ble det våren 2017 startet et forprosjekt «Bioreaktivt filter – Forprosjekt for utprøving av tiltak for å redusere forurensningen av grunnvann og overflatevann fra punktkilder i landbruket». Dette arbeidet ble så fulgt opp med prosjektet «Utprøving av bioreaktivt filter i fullskalaforsøk for rensing av avløpsvann fra utslipp av plantevernmiddelrester fra vaske/påfyllingsplasser», finansiert over Handlingsplanen for bærekraftig bruk av plantevernmidler, i perioden 2018-2020.

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra disse prosjektene hvor vi søker å gi miljøbevisste bønder et godt beslutningsgrunnlag for å vurdere behov for og mulig utforming av tiltak for å redusere risikoen for punktkildeforurensning fra plantevernmidler.

Ås, 26.05.2021

Ole Martin Eklo og Marianne Stenrød

Innhold

Sammendrag	6
1 Innledning	7
1.1 Punktkilder plantevernmidler.....	7
1.2 Problemstilling.....	7
1.3 Bruk av biobed og biofiltre for plantevernmidler i Europa.....	8
1.4 Mål for prosjektet.....	11
2 Materiale og metoder	12
2.1 Betongplate for oppsamling av plantevernmidler.....	12
2.2 Oppbygging av biofilteret og sammensetning av biomiksen.....	13
2.3 Plantevernmidler brukt i driften.....	14
2.4 Undersøkelse av biofilterets kapasitet under normal drift	15
2.4.1 Tilførsler til biofilteret	15
2.4.2 Uttak av prøver for analyse av plantevernmidler	16
2.4.3 Analyse av plantevernmidler i vann	19
2.4.4 Analyse av plantevernmidler i biomiksen i biofilteret	20
2.5 Laboratoriestudier av prosesser i biomiksen.....	20
2.5.1 Binding av plantevernmidlene til biomiksen.....	20
2.5.2 Nedbryting av plantevernmidlene i biomiksen	21
2.5.3 Renseeffekt	21
2.5.4 Modellering av nedbrytningshastighet (CAKE)	21
3 Resultater	23
3.1 Kapasitet av biofilteret under normale driftsforhold	23
3.1.1 Renseeffekt i biofilteret	23
3.1.2 Dannelse av nedbrytningsprodukter.....	26
3.1.3 Effekten av resirkulering	27
3.1.4 Konsentrasjonsnivåer i ulike tilførsler.....	28
3.1.5 Plantevernmidler i biofiltermaterialet (biomiksen)	30
3.2 Prosesser i biofilteret – undersøkt under laboratorieforhold	37
3.2.1 Binding	37
3.2.2 Nedbryting	38
4 Oppsummering med anbefalinger	40
4.1 Renseeffekt og kapasitet	40
4.2 Anbefalinger	41
5 Referanser	42
6 Vedlegg	44

Sammendrag

Resultatmål for prosjektet har vært å finne fram til et optimalt biofilter til oppsamling og rensing av avrenningsvann fra arealer hvor det håndteres plantevernmidler og parkeres/vaskes sprøyteutstyr.

Et biofilteranlegg bestående av stablebare kassetter fylt med en blanding av jord (25 %), kompost (25 %) og halm (50 %), og en betongplate (vaskeplattning) med oppsamlingssystem ble anlagt i 2017 med midler fra Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri.

Biofilteret er undersøkt for (1) Effektivitet for rensing av plantevernmidler, (2) Kapasitet gjennom flere års drift, og (3) Nedbrytning og binding av plantevernmidler i biomiksen i biofilterkassetene. Denne utprøvingen er gjennomført i 2018–2020 med midler tildelt fra Landbruksdirektoratet over Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler (2016–2020).

Resultatene viser at renseeffekten i biofilteret er god. Gjennom forsøksperioden er biofilteret jevnlig tilført vaskevann fra oppsamlingstanker ved vaskeplass. Bruken av vaskeplassen har vært etter beising av potet, samt etter sprøyting av ugrasmiddel og soppmiddel i korn og potet. Renseeffekten for mange middel var på over 95 % og laveste målte renseeffekt var på om lag 70 %. Utfordringer var knyttet til beisemiddel tilført i høye konsentrasjoner, spesielt imidakloprid som ikke lenger er godkjent for bruk.

Kapasiteten i biofilteret synes å være tilfredsstillende. Etter 4 års bruk er effekten av filteret fremdeles god. Erfaringer fra land som Sverige med utstrakt bruk av biobed, tilsier at biomiksen i biofilteret kan benyttes minst 5 år før den må skiftes ut. Våre resultater viser imidlertid at det kan være behov for årlig etterfylling av biomiks gjennom bruksperioden.

Nedbrytningsstudier indikerer at omdanning av plantevernmidler skjer raskere i biomiksen i biofilteret enn i vanlig jordbruksjord. Biomiksen gir generelt også en sterk binding av de fleste plantevernmidler. Biokull kan bidra til å øke bindingskapasiteten for stoffer som ikke bindes så godt.

For å sikre kapasiteten og effektiviteten i biofilteret anbefales det at rent vann (regn og vask av annet utstyr) ikke tilføres biofilteret og derfor må dette ledes utenom oppsamlingstanken. Videre bør biokull eller annet materiale med god binding tilsettes filteret før tilførsel av utfordrende midler.

1 Innledning

1.1 Punktkilder plantevernmidler

En rekke studier har vist at punktkilder kan være en viktig bidragsyter til forurensning av grunn- og overflatevann også i nærheten av brønner og brønnboringer (Hessel et al., 1997; Helweg et al., 1999, Eklo et al., 2002, Helweg et al., 2002, Roseth, 2012, Eklo, 2016). Handlingsplanen for bærekraftig bruk av plantevernmidler (2016-2020) påpeker behov for spredning av informasjon og forebyggende tiltak for punktkilder av plantevernmidler.

Punktkilder for forurensning i landbruket omfatter arealer som brukes til påfylling av sprøytemidler og vasking-/oppstalling av sprøyteutstyr. Disse operasjonene foregår ofte på en godt drenert gårdsplass. En spørreundersøkelse blant et utvalg norske bønder bekrefter dette og viser at bøndene i utvalget ikke ser på punktutslipp av plantevernmidler som et alvorlig problem i norsk landbruk. De indikerer også liten vilje til å gjennomføre ytterligere tiltak for å redusere omfanget av punktutslipp av plantevernmidler, spesielt hvis dette fører til økte kostnader for landbruket (Stenrød et al., 2013). Problemstillingen er ytterligere aktualisert ved at beising av settepoteter også ofte foretas på gårdsplassen. Resultater fra program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) tyder på at bruk av beisemidler i potet er en kilde til funn av plantevernmidler i bekkevann (Bechmann et al., 2017).

Med ny plantevernmidelforskrift i 2015 og økt fokus på bærekraftig bruk av plantevernmidler stilles det stadig strengere krav til beskyttelse av overflatevann og grunnvann. Særlig i områder hvor grunnvannet også utnyttes til drikkevann og vanningsvann er det av stor verdi at vannet ikke blir forurenset.

Handlingsplanen for bærekraftig bruk av plantevernmidler (2016-2020) poengterer behovet for økt fokus på potensielle forurensninger fra landbruket. Mye er gjort mhp. bevisstgjøring rundt diffuse kilder for forurensning ved sprøyting, men vi får stadig større kunnskap om betydningen av punktkilder ved forurensning av vann og vassdrag. Det er pr i dag mangel på tiltak for å redusere slik punktkildeforurensning pga. for dårlig kunnskap om effektiviteten av ulike systemer og mangel på et system som kan håndtere alle typer forurensninger fra vaske- og fyllplasser i jordbruket.

1.2 Problemstilling

Nylige undersøkelser utført av NIBIO har vist at beising av potet på gårdsplass kan være en kilde til forurensning med beisemidlet imidakloprid til overflatenært grunnvann/drikkevann (Eklo, 2016). Funn av ugrasmidlet glyfosat i grunnvannet i det samme området tyder på at vaskeplassene også utgjør en reell punktkilde for plantevernmidler. Det er også vist i europeiske studier at det kan tapes plantevernmidler i mengder som kan utgjøre en risiko for miljøet i vaskevann fra utvendig rengjøring av sprøyteutstyr (Eriksson et al., 2004; Jensen og Spliid, 2004; Ramwell et al., 2004 og 2007).

Potetproduksjonen, med unntak av produksjon av tidligpotet, er en kultur hvor det brukes mye plantevernmidler. Det kan gjennomføres opp mot 7-8 sprøytinger i løpet av sesongen (Aarstad og Bjørlo, 2016) i tillegg til at potetknollene behandles med beisemiddel før/ved setting. Det er derfor viktig med gode rutiner for håndtering av vaskevann fra sprøytetank og ved bruk av vann i forbindelse med beising av settepoteter.

Den overordnede ideen for prosjektet var å etablere et felles behandlingssystem for rensing av spillvann fra vaske-/påfyllingsplasser for sprøyteutstyr og spillvann i forbindelse med vasking av utstyr for beising av poteter. Uttesting av systemet i full skala i et aktivt jordbruksområde vil være avgjørende for å vurdere nytteeffekten av et slikt system. Resultatene er også avgjørende for tilpasningen av



Figur 2. Prototype på det svenske biobedet.

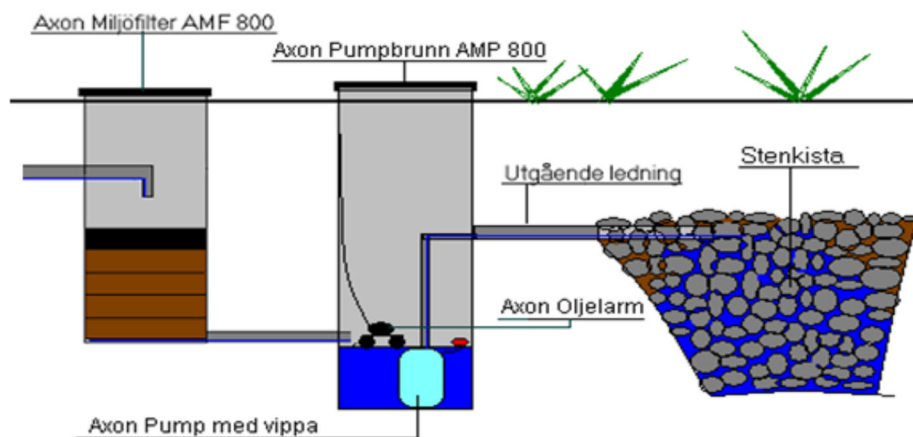
I mange land i Europa er det tatt i bruk ulike systemer for tett oppsamling av vaskevann. For eksempel i Frankrike er det utviklet et system *Phytobac* som også testes ut i Danmark (Figur 3). Dette systemet egner seg bedre i områder med høy temperatur og mye sol. Veiledning med dataprogrammer til å beregne størrelse og kapasitet er tilgjengelig ved konstruksjonen av anleggene.



Figur 3. Tilførsel med dryppvanning i et Phytobac anlegg ved College Farm. (Foto: Bill Basford).

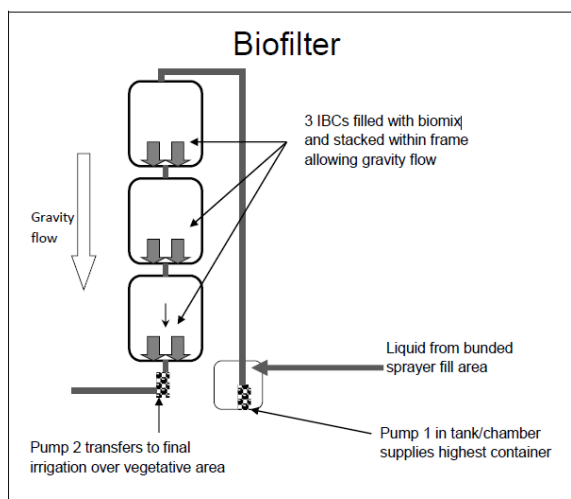
Danmark har gitt ut en egen veiledning for hvordan en vaskeplass for spøyteutstyr skal være (Miljøstyrelsen, 2016). Den skal være tett og vaskevann skal anbringes til en egen gylletank og sprøytes ut på et egnet area. Samme krav stilles til vaskeplass med biobed.

Svenske Axon Miljøfilter har dessuten utviklet et biofilter som har fått anvendelse til samme type formål; å hindre forurensning (Figur 4). Axon miljøfilter har blitt tatt i bruk innen en rekke områder både innen landbruk i forbindelse med overjordiske diesel/oljetanker og industri med oppstillingsplasser for transformatorer, bensin stasjoner, kraftstasjoner og deponier (www.norenavi.com).



Figur 4. Prinsippkisse av Axon Miljøfilter.

I Storbritannia har mange gått for en løsning med biofilter i kasser stablet som tårn. Dette er én kubikkmeter store kasser som fylles med jord, kompost og halm. Disse stables til et tårn over hverandre der vaskevann samles opp og fordeles utover den øverste kassen resirkuleres inntil vannet er tilstrekkelig rensert slik at det kan slippes ut over et grasdekt materiale (Figur 5). (Mer informasjon om de løsningen som benyttes i Storbritannia finner du på <https://voluntaryinitiative.org.uk/water/biobeds/>.)



Figur 5. Prinsippkisse av biofilter der vaskevann pumpes på toppen av boksene og resirkuleres til vannet kan pumpes ut

1.4 Mål for prosjektet

Det langsiktige målet for prosjektene som rapporteres her var: Redusert forurensning og avrenning av plantevernmidler fra punktkilder i landbruket.

Med bakgrunn i erfaringer fra andre land med bruk av biobed og biofiltre av ulike typer, samt en tidligere norsk utredning om denne type tiltak for å redusere punktkilder av plantevernmidler (Stenrød et al. 2013), ble det valgt å undersøke brukbarheten av et biofilter bestående av stabelbare kassetter fylt med en biomiks, under norske forhold.

Resultatmålet for prosjektene var å oppnå et optimalt bioreaktivt filter til oppsamling og rensing av spillvann i forbindelse med håndtering av plantevernmidler og vask av sprøyteutstyr. Resultatmålet er søkt oppnådd gjennom følgende delmål:

1. Kapasiteten til biofilteret etter flere års drift er undersøkt
2. Effekten av resirkulering av avløpsvann i biofilteret og nedbryting av plantevernmidler er kartlagt
3. Effekter av nedbryting og binding av brukte plantevernmidler i biofiltret er kartlagt
4. Et fullskala biofilter testet under feltforhold er brukt som et bidrag til bevisstgjøring om punktkilder og forurensning av plantevernmidler

2 Materiale og metoder

Gårdbruker Bernt Kristian Snapa på Krikenær i Grue kommune var feltvert for studiene av biofilteret som rapporteres her. Snapa er potetdyrker i et område langs Glomma hvor det dyrkes mye poteter. Beskyttelse av grunnvannet er viktig her ettersom mange har privat vannforsyning fra grunnvannet ved at sandspisser blir trykket ned i grunnen og utstyres med pumpe. Imidlertid har det vært mye fokus på grunnvannet da det gjennom flere prosjekter er påvist plantevernmidler i disse grunnvannsbrønnene på de fleste eiendommene i området (Eklo et al, 2002, Kværner et al., 2014, Eklo et al., 2019).

2.1 Betongplate for oppsamling av plantevernmidler

Et behandlingssystem for vaskevann og spill i forbindelse med håndtering av sprøytutstyr krever tilrettelegging for oppsamling av vann fra et definert vaske- og påfyllingsområde. Et slikt areal ble tilrettelagt hos feltverten for prosjektet høsten 2016, som skissert i under.



Figur 6. Utskifting av jorda på området med pukk. (Foto: B.K. Snapa)



Figur 7. Installering av sandfang og tank for oppsamling av vann. (Foto: B.K. Snapa).



Figur 8. Isolering og armering før støping av betongplattning. (Foto: B.K. Snapa)



Figur 9. Støping av ei 10 cm tykk armert plate med sluk for drenering til oppsamlingstanken i figure 7. (Foto: B.K. Snapa)

Jorda i området for håndtering av plantevernmidler er skiftet ut med pukkg og isolert for å unngå ødeleggelse av frost (Figur 6). Et dreneringssystem med en oppsamlingstank for avrenningsvann ble gravd ned ved siden av området for håndtering av plantevernmidler (Figur 7). Etter isolering og armering av området (Figur 8) ble det støpt et 10 cm tykt betongdekk (Figur 9). Midt på plata er det en 3 m lang slukrenne (Figur 9) med drenering til et sandfang og deretter til vanntanken på 2000 L (Figur 7).

Mellom slukrenne og sandfang ble det montert en ventil som kan styre vannet til hhv. sandfang og oppsamlingstanken, eller til et annet sandfang og videre ut i infiltrasjonsgrøft. Regnvann, smeltevann og "rent" vaskevann ledes via sandfang og direkte ut i infiltrasjonsgrøft, mens alt vaskevann med plantevernmidlerester ledes via sandfang til oppsamlingstanken som er koblet videre til biofilteret.

Betongplata ble laget så stor at sprøytebommene kan være slått ut når sprøyta er parkert og skal vaskes.

2.2 Oppbygging av biofilteret og sammensetning av biomiksen

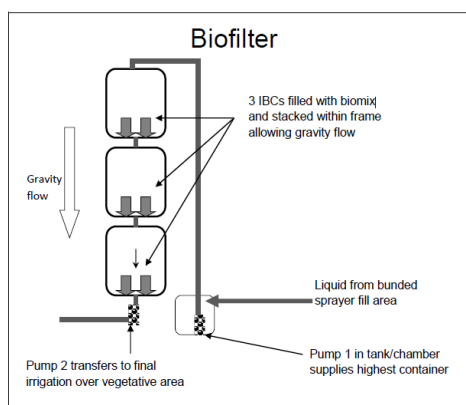
Det bioreaktive filteret er bygd opp etter samme prinsipp som det konseptet som er mye brukt i Storbritannia (Figur 10) og kjøpt inn fra WrootWater limited. Dette firmaet tilbyr som hyllevare et komplett system med filterkassetter, pumper med dryppvanning og tidsstyring for resirkulering av vannet (se informasjon på <https://wrootwater.com/index.php/water-treatment-2/bio-beds-bio-filters/>). Biofilteret ble montert hos feltverten våren 2017.

Filteret består av fire filterkassetter som er montert oppå hverandre i et tårn (Figur 11). I de tre øverste filterkassettenes er det en biomiks som er en blanding av matjord, kompost og halm i mengdeforhold 1:1:2 (Figur 12). Den nederste kassetten er for oppsamling av filtrert væske, for resirkulering i filteret eller pumping ut over grasdekt mark. Vannet pumpes fra oppsamlingstanken opp i den øverste filterkassetten (Figur 13) og filtreres deretter gjennom de tre øverste kassettenes før det samles opp i den nederste kassetten og føres tilbake i biofilteret for resirkulering eller direkte ut til vegetasjonsdekt mark.

Biomiksen i volumprosent består av:

- Matjord (25 %). Matjorda i biomiksen som er rik på organisk materiale skal særlig bidra til økt bindingskapasitet av pesticidene. Matjorda er her hentet fra jordbruksareal på eiendommen.
- Kompost (25 %). Komposten i biomiksen skal bidra til økt mikrobiell aktivitet og også for heving av pH som er gunstig for nedbrytingen. Komposten som ble brukt i forsøket er Hias-kompost (Vedlegg 1). Komposten er godkjent av Mattilsynet. Komposten består av 30 % avløps slam og 70 % hageavfall som er ranekompostert ved over 50°C i minimum 3 uker. Slamkomponenten var på forhånd hygenisert ved termisk hydrolyse ved 120 °C i 20 minutter.
- Halm (50 %). Halmen i biomiksen er hovedsubstratet for mikrobiell nedbryting av plantevernmidler og bidrar spesielt med lignin-nedbrytende sopper som hvitråte sopp som skal bidra til bryte ned en rekke ulike plantevernmidler. Halmen var havrehalm som var kuttet med halmkutter ved tresking og presset til rundball.

Etter det første driftsåret i 2017, ble det våren 2018 lagt på et 5 cm tykt lag med biokull (2 sekker) på toppen av den øverste kassetten i biofilteret (Vedlegg 2). Våren 2019 ble det tilsatt 1 sekk biokull i øverste filterboks. Biokullet i biomiksen skal bidra til økt binding av plantevernmidlene.



Figur 10. Biofilterkonsept for resirkulering av vaskevann med plantevernmiddelrester.



Figur 11. Et tårn av filterkassetter til resirkulering av vann fra vanntanken. (Foto: E. Fløistad).



Figur 12. Jord, kompost og halm blandes i forholdet 1:1:2 i hver av de tre kassetene. (Foto: B.K. Snapa).



Figur 13. Filterkasset med dryppvanning for å fordele vannet. (Foto: B.K. Snapa).

2.3 Plantevernmidler

Plantevernmidlene som er med i undersøkelsen er de midlene som er benyttet i den daglige driften på eiendommen (Tabell 1).

Tabell 1. Oversikt over plantevernmiddelbruk på eiendommen i 2017, 2018, 2019 og 2020.

Plantevernmiddel	Handelspreparat	Bruksområde	Benyttet i driften			
			2017	2018	2019	2020
Aklonifen	Fenix	Ugras potet			x	x
Azoxystrobin	Amistar	Sopp potet	x		x	x
Benzovindiflupyr	Elatus Era	Sopp korn			x	x
Biksafen	Siltra Xpro EC 260	Sopp korn			x	x
Cyazofamid	Ranman Top	Sopp potet			x	x
Difenokonazol	Revus Top	Sopp potet			x	x
Dikvat *	Reglone, Retro	Vekstavslutning potet			x	
Etefon *	Cerone	Vekstregulering korn			x	x
Fenamidon	Consento	Sopp potet	x	x		
Fenoxaprop-P-etyl	Puma Extra	Ugras korn				x
Fludioksonil	Maxim 100 FS	Beising potet	x	x	x	x
Fluroksypyr-meptyl	Ariane S, Flurostar 200	Ugras korn		x	x	x
Glyfosat	Roundup mfl.	Ugras		?	x	
Imidakloprid	Prestige	Beising potet (insekt)	x	x		
Jodsulfuron-metyl natrium*	Hussar Plus OD	Ugras korn				x
Klomazon	Centium	Ugras potet		x	x	

Klopyralid	Ariane S	Ugras i korn		x			
Mandipropamid	Revus , Revus	Sopp potet	x		x		x
Mankozeb *	Ridomil Gold MZ Pepite	Sopp potet	x	x	x		x
MCPA	Ariane S	Ugras korn		x			
Mesosulfuron-metyl*	Hussar Plus OD	Ugras korn					x
Metalaksyl-m	Ridomil Gold MZ Pepite	Sopp potet	x	x	x		x
Metribuzin	Sencor WG 70	Ugras potet	x	x	x		
Metsulfuron-metyl	Express Gold SX	Ugras korn				x	x
Pencycuron	Prestige	Beising potet (sopp)	x	x			
Propakvizafop	Zetrola	Ugras potet				x	x
Propamokarb	Consento, Proxanil	Sopp potet	x	x			
Propikonazol	Stratego 250 EC Zenit 575 EC Bumper 25 EC	Sopp korn			x		
Protiokonazol	Proline EC 250, Elatus Era, Siltra Xpro EC 260, Delaro SC 325	Sopp korn	x	x	x		x
Pyraklostrobin	Cometpro	Sopp korn (en 'skvett')	x		x		
Tiakloprid	Biscaya OD 240	Insekt i potet		x	x		
Tribenuron-metyl	Express, Express Gold SX	Ugras korn	x		x		x
Trifloksystrobin	Delaro SC 325	Sopp korn				x	x
Trineksapak-etyl	Trimaxx	Vekstregulering korn				x	x
Cymoksanil*	Proxanil	Sopp potet					x
Pyraflufenethyl*	Gozai	Vekstavslutning potet				x	x

*Ikke analysert.

2.4 Undersøkelse av biofilterets kapasitet under normal drift

2.4.1 Tilførsler til biofilteret

Vannet/væsken som pumpes opp i biofilteret har ulikt opphav med ulike konsentrasjonsnivå av plantevernmidler. Det kan være vann fra innvendig vasking og skylling av sprøytetank, fra utvendig vask av sprøyta, fra vasking av potetkasser og fra vasking av utstyr for beising av settepoteter.

2.4.1.1 Vasking av sprøyta

Vanlige rutiner for vasking og skylling av sprøytetank er som følger:

Etter sprøyting vil det være 2-3 L sprøytevæske igjen på tanken. Det blir da fylt på ca 150-200 L vann med påfølgende vaskeprogram med innvendig vaskedyse og full omrøring i 10-15 min. Denne væska blir deretter sprøytet ut på behandlet kultur. Deretter blir det fylt på ca 100-200 L vann og vaskeprogrammet kjøres på nytt og vaskevannet sprøytes deretter ut over betongplata og havner i oppsamlingstanken før det pumpes opp til biofilteret. Dette vaskevannet ble det i prosjektet tatt prøver av for analyser. Etterpå vaskes sprøytetanken utvendig med høytrykkspyler og innvendig med vannslange. Dette vaskevannet havner også i oppsamlingstanken før det pumpes opp til biofilteret.

2.4.1.2 Vasking av potetkasser

På betongplata vil det hvert år foregå vasking av potetkasser der vaskevannet vil gå ned i oppsamlingstanken. Potetkassene vil ha jordrester som inneholder plantevernmidler. Det foreligger en del målinger av innhold av plantevernmidler i jord fra potetarealer, men bidraget fra potetkassene er vanskelig å kvantifisere. I en tidligere undersøkelse var høyeste påviste konsentrasjon av et enkelt plantevernmiddel på 0,3 mg/kg jord (Eklo et al., 2019).

2.4.1.3 Beiseløsningen

Ved beising av potetknoller før setting om våren går potetene på rullebord gjennom selve beiseenheten (Figur 14). Denne er ca 1 m². Noe middel vil dryppe fra beisebordet og ned på presenning som ligger under beiseanlegget. Presenningen brettes sammen, etter at den er tørr, og brukes flere år.

Beiseenheten og rullebordet blir veldig tilgriset med beisemiddel. Dette vaskes etter bruk og rester av beisemiddel havner dermed i vaskevannet som vil tilføres oppsamlingstanken.

Ved beising brukes det ca 1 L væske per tonn poteter. I 2018 ble halve volumet av potet beiset med 500 mL Prestige + 500 mL vann per tonn potet. Den vannutblandede beiseløsningen ble beregnet til å inneholde 125 g pencycuron/L og 60 g imidakloprid/L. Andre halvdel av potetene ble beiset med 400 mL Prestige, 250 mL Maxim og 350 mL vann per tonn potet. Den vannutblandede beiseløsningen ble beregnet til å inneholde 100 g pencycuron/L, 48 g imidakloprid/L og 25 g fludikosonil/L. Se vedlegg 3 for detaljerte beregninger for årene 2017-2019.



Figur 14.2 Rullebordsbeising av potet. (Foto: B. Glorvigen).

2.4.2 Uttak av prøver for analyse av plantevernmidler

Det er tatt ut prøver av de ulike fraksjoner av vann/væskeløsning med plantevernmidler som er tilført biofilteres og av væsken ut fra filteret etter behandling. Slike prøver er tatt til ulike tider gjennom hele driftsseasonen for filteret i årene 2017-2020. I 2017 ble vannprøvene tatt ut på 1 L brune glassflasker, mens vannprøver i perioden 2018-2020 ble tatt ut på 0,5 eller 1 L PYREX glassflasker.

Prøvene ble fryst og oppbevart mørkt på NIBIO før analyser av plantevernmidler.

2.4.2.1 VASK-prøver: Vaskevannsprøver fra sprøytetanken

I 2017 og 2020 ble det ikke tatt ut vaskevannsprøver fra sprøytetanken.

I 2018 ble det tatt ut vaskevannsprøver to ganger. Første prøvetaking var av vaskevannet etter ugrasprøytinga like før oppspiring av potetene (7. juni). Andre prøvetaking var etter at ugrassprøytinga i korn var avsluttet (25. juni).

I 2019 ble det tatt ut vaskevannsprøver tre ganger. Først etter ugrassprøyting i potet (8. juni), så etter soppssprøyting i korn (18. juli) og tilslutt etter soppssprøyting i potet (24. august). Siste prøvetaking ble tatt både på glassflasker og plastflasker for å se hvordan de ulike midlene bindes til glass og plast.

2.4.2.2 INN- og UT-prøver: Vannprøver fra biofilteret

For å undersøke effekten av biofilteret ble det tatt vannprøver for å måle konsentrasjonen av plantevernmidlene i oppsamlingstanken («INN»-prøver) og prøver av vannet etter det hadde passert filteret («UT»-prøver). For hver prøvetakingsrunde ble det tatt både INN- og UT-prøver av vannet.

Vannprøver fra oppsamlingstanken før det pumpes opp i den øverste kassetten blir betegnet som INN-prøve. INN-prøver er vann som har vært lagret i oppsamlingstanken ulik tid og er summen av alle bidragene fra betongplata beskrevet ovenfor. INN-prøven er tatt ut etter omrøring i oppsamlingstanken. Vannmengden i oppsamlingstanken vil variere i løpet av sprøytesesongen, men tanken vil være relativt full i månedskiftet mai/juni etter vasking av utstyr for beising av poteter og vasking av potetkasser som har inneholdt beisede settepoteter.

UT- prøvene er vannprøver tatt i den nederste kassetten etter at vannet har passert gjennom alle kassetene i biofiltretårnet. Effekten av biofiltret kan måles ved å sammenligne UT-prøven med forutgående INN-prøve som ble tatt ut før væske fra oppsamlingstanken ble sirkulert i biofilteret.

Vannprøvetakingstidspunkt i 2017-2020

I 2017 ble det tatt ut prøver i fem omganger med 2-3 ukers mellomrom: 17. juli, 7. august, 28. august, 18. september og 26. september. Mellom prøvetakingene var det kontinuerlig sirkulering av vannet i biofilteranlegget.

I 2018 og 2019 ble prøvetakingen organisert i forhold til sprøyteregimet på eiendommen noe tilsvarende vasking av sprøyta. Det var i 2018 prøveuttak etter at biofilteret var tilført væske fra oppsamlingstanken etter vårsprøyting mot ugras i potet og etter ugrassprøyting i korn (Tabell 2). Tilsvarende for 2019 var prøveuttak etter ugrassprøyting i potet, ugrassprøyting i korn, soppsprøyting i korn og soppsprøyting i potet (Tabell 3). Til slutt ble det prøvetaking etter glyfosatsprøyting etter høsting av kornet.

Tabell 2. Tidspunkt for prøveuttak fra biofilteranlegget i 2018 (datoformat: yyyy-mm-dd).

Tidspunkt for prøvetaking		Kommentar
INN-prøve	UT-prøve	
2018-06-10		Prøve fra oppsamlingstank før oppstart av biofilteret. Etter beising av potet.
2018-06-11		Oppstart av biofilteret med INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret.
2018-06-18	2018-06-18	UT-prøve etter 1 sirkulering i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret. Etter ugrassprøyting i potet.
2018-06-25	2018-06-25	UT-prøve etter 1 sirkulering i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret. Etter ugrassprøyting i korn.
2018-07-02	2018-07-02	UT-prøve etter ca. 4 sirkuleringer i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret.
2018-07-09	2018-07-09	UT-prøve etter ca. 4 sirkuleringer i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret.
		Tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret 2018-07-23
2018-07-30	2018-07-30	UT-prøve etter ca. 4 sirkuleringer i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret.
2018-08-07	2018-08-07	UT-prøve etter ca. 4 sirkuleringer i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret.
		Biofilteret ble kjørt kontinuerlig med tilføring av væske, filtrering og tømning i perioden 2018-08-07 til 2018-08-20
2018-08-20	2018-08-20	UT-prøve etter 1 sirkulering i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret.
	2018-09-03	UT-prøve etter ca. 4 sirkuleringer i biofilteret.



Figur 3 Vannprøver fra biofilteranlegget

Tabell 3. Tidspunkt for vannprøveuttak fra biofilteranlegget i 2019 (yyyy-mm-dd).

Tidspunkt for prøvetaking		Kommentar
INN-prøve	UT-prøve	
2019-06-10		Oppstart av biofilteret med INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret. Etter beising av potet.
2019-06-29	2019-06-29	UT-prøve ca. 4 sirkuleringer i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret.
2019-07-08	2019-07-08	UT-prøve etter 1 sirkulering i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret. Etter ugrassprøyting i potet.
	2019-07-10	UT-prøve etter 1 sirkulering i biofilteret
	2019-07-12	UT-prøve etter 2 sirkulering i biofilteret
2019-07-14	2019-07-14	UT-prøve etter 3 sirkulering i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret.
2019-07-21	2019-07-21	UT-prøve etter ca. 4 sirkuleringer i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret. Etter ugrassprøyting i korn.
	2019-07-24	UT-prøve etter 1 sirkulering i biofilteret
	2019-07-26	UT-prøve etter 2 sirkuleringer i biofilteret
2019-07-28	2019-07-28	UT-prøve etter 3 sirkuleringer i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret. Etter soppsprøyting i korn.
	2019-08-04	UT-prøve etter ca. 4 sirkuleringer i biofilteret
2019-08-24		INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret. Etter soppsprøyting i potet
	2019-08-29	UT-prøve etter 2 sirkuleringer i biofilteret.
2019-08-31	2019-08-31	UT-prøve etter 3 sirkuleringer i biofilteret. INN-prøve fra tilføring av væske fra oppsamlingstank til biofilteret.
	2019-09-05	UT-prøve etter 2 sirkuleringer i biofilteret
	2019-09-07	UT-prøve etter 3 sirkuleringer i biofilteret

I 2020 ble det tatt prøver for analyse av vannet ut fra biofilteret med jevne mellomrom (ca. hver annen uke) gjennom sesongen, med totalt 8 prøver tatt ut hhv. 14.06, 28.06, 12.07, 26.07, 09.08, 23.08, 06.09 og 20.09. I denne perioden ble biofilteret driftet med tilføring av væske fra oppsamlingstanken ved behov/leilighet, én sirkulering av væske i biofilteret og deretter utslipp av behandlet væske til vegetasjonsdekt mark. Prøvetakingen ble da gjort i forbindelse med utslipp av væske fra biofilteret etter hver slik driftsperiode.

2.4.2.3 Biomiksprøver

I 2018 og 2019 ble det tatt ut prøver av biomiksmaterialet fra de tre stablede kassetene i både mai og oktober (Tabell 4). Prøvene skulle gi et mål på mengden plantevernmidler som var blitt bundet i biomiksen (høstprøver), samt hvor mye av dette som ble overført til neste driftsperiode (vårprøver). Det ble tatt ut en prøve (ca. 30 gram) fra hver kassett for hvert prøveuttak dvs. 3 prøver hver gang. Høsten 2018 ble det også tatt ut 3 prøver fra laget med biokull på toppen i den øverste biofilterkassetten. Totalt 18 prøver ble tatt ut.

Tabell 4. Tidspunkt for prøveuttak av biomiksen i filterkassetene. N=3 prøver for alle uttakstidspunkt.

Uttakstidspunkt	Materiale - merknad
Vår 2018	Biomiks - brukt gjennom 2017
Vår 2018	Biomiks – ny vår 2018
Høst 2018	Biomiks – brukt gjennom 2018
Høst 2018	Biokull - brukt gjennom 2018. Kun fra øverste biofilterkassett.
Vår 2019	Biomiks – brukt gjennom 2018
Høst 2019	Biomiks – brukt gjennom 2019

2.4.3 Analyse av plantevernmidler i vann

Vannprøver på 0,5 eller 1 L fra biofilteret ble lagret ved -20°C frem til analysestart ved NIBIOs laboratorium ved avdeling Pesticider og naturstoffkjemi i Høgskoleveien 7 på Ås. Vannprøvene var merket med INN- og UT-prøve, dvs. prøver før og etter behandling i biofilteret. I tillegg var en serie vannprøver merket VASK, dvs. vaskevann etter vask av sprøytetank og utstyr etter sprøyting. Konsentrasjonen av plantevernmidler og metabolitter i prøvene som skulle dekkes av analysene, var over et stort konsentrasjonsområde på 0,05 – 50 000 µg/L. Det er gjort tre forskjellige prøveoppbeholdelser av hver prøve for å dekke INN- og VASK-prøver med høyest konsentrasjon og UT-prøver med lavere konsentrasjon.

2.4.3.1 INN- og VASK-prøver

Av INN- og VASK-prøver fra biofilteret ble det gjort tre ekstraksjoner av 0,1, 1,0 og 10 mL væske, og vanninnhold ble justert til 10 mL med Milli-Q vann. Prøven ble ristet med 10 mL acetonitril og citrat buffer og deretter sentrifugert. Det resulterende acetonitril ekstraktet med plantevernmidlene og metabolitter ble filtrert før prøven ble analysert med Agilent 6410 LC-MS/MS (laboratoriets instrumentmetode Biofilter2018-20200110-M86V.m).

2.4.3.2 UT-prøver

Av UT-prøver fra biofilteret ble det gjort to ekstraksjoner av 1,0 og 10 mL væske, og vanninnhold ble justert til 10 mL med Milli-Q vann. Prøven ble ristet med 10 mL acetonitril og citrat buffer og deretter sentrifugert. Det resulterende acetonitrilekstraktet med plantevernmidlene og metabolitter ble filtrert før prøven ble analysert med Agilent 6410 LC-MS/MS (laboratoriets instrumentmetode Biofilter2018-20200110-M86V.m).

2.4.3.3 UT-prøver (direkte injeksjon)

I prøveglass med 0,2 mL internstandard («M86V-Biofilter-IS» i metanol) ble det tilsatt 0,8 mL av UT-prøve fra biofilteret. Denne blandingen ble deretter filtrert. Prøven ble analysert med Agilent 6470 LC-MS/MS (laboratoriets instrumentmetode Biofilter2018-20200225-Direkte.m), med 20 µL injeksjon, for kvantifisering i konsentrasjonsområdet 0,05 – 20 µg/L.

2.4.4 Analyse av plantevernmidler i biomiksen i biofilteret

Av biomiksen ble 30 gram ekstrahert med 50 mL acetonitril. Acetonitrilekstraktet ble renset opp gjennom et Oasis PRiME HLB Plus Light filter (100 mg) og deretter fortynnet 1+3 og 1+9 med acetonitril før analyse med UHPLC-HRMS-QExactive med 1 µL injeksjon (laboratoriets instrumentmetode «Biofilter FMS-ddMS Pesticides», i både positiv og negativ ionisering). Det ble analysert for de fleste plantevernmidlene brukt på eiendommen (Tabell 1) samt 12 ulike nedbrytingsprodukter (Tabell 5), totalt 41 analytter. Av disse stoffene ble totalt 36 påvist i prøvene. Deuteriummerket pyraclostrobin-d3 ble brukt som internstandard for å justere gjenfinningen. Kontrollprøver viste at gjenfinningen var mellom 69-134 % for de fleste stoffene, med unntak av metabolittene kvizalofop (35 %), CGA 62826 (40 %), CGA 192155 (54 %) og BF 500-6 (55 %).

Tabell 5. Nedbrytingsprodukter analysert for i biomiksen.

Nedbrytingsprodukt/metabolitt	Morstoff
Cyazofamid metabolitt CCIM	Cyazofamid
Difenokonazol metabolitt CGA205375	Difenokonazol
Fludioksonil metabolitt CGA192155	Fludioksonil
Fluroksypyr	Fluroksypyr
Kvizalofop	Propakvizafop
Metalaksyl metabolitt CGA62826	Metalaksyl
Metribuzin-desmino (DA)	Mtribuzin
Pyraklostrobin metabolitt BF500-6	Pyraklostrobin
Tiaklopid-amid M02	Tiaklopid
Tribenuronmetyl metabolitt INL5296	Tribenuron-metyl
Trifloksystrobin acid CGA321113	Trifloksystrobin
Trineksapak	Trinenksapak-etyl

2.5 Laboratoriestudier av prosesser i biomiksen

2.5.1 Binding av plantevernmidlene til biomiksen

Det ble gjort bindingsstudier for fire ulike plantevernmidler (soppmiddel) med biomiksmaterialet. Forsøkene ble gjennomført med 3 paralleller av hver av disse, samt 3 blanke prøver med kun biomiksmateriale og en kontroll for hvert plantevernmiddel i 0,01 M CaCl₂ løsning som ble behandlet som de ordinære prøvene.

Bindingsforsøkene er gjort med handelspreparatene Maxim (100 g fludioksonil/L), Monceren FS 250 (250 g pencycuron/L), Revus (250 g mandipropamid/L) og Ranman Top (160 g cyazofamid/L). Konsentrasjonene som ble brukt tilsvarer normert arealdose (NAD) for midlene og forsøkene ble gjennomført med én konsentrasjon for hvert middel.

Ett gram biofiltermateriale ble ristet med 25 mL 0,01 M CaCl₂ løsning og preekvilibrert i 16 timer før plantevernmidlene ble tilsatt (biomiksmateriale : vann forholdet var 1 : 25). Etter risting i 24 timer ble prøvene sentrifugert og filtrert før måling av konsentrasjonen av plantevernmidlet i løsningen med Waters LC-MS/MS. Det ble beregnet prosent binding og fordelingskoeffisient (K_d) for hvert plantevernmiddel som angir henholdsvis prosent bundet av tilsatt plantevernmiddel til biofiltermaterialet og fordelingen mellom konsentrasjonen på biofiltermaterialet og konsentrasjonen løst i væskefasen.

2.5.2 Nedbryting av plantevernmidlene i biomiksen

Nedbrytingsstudier ble gjort med biomiksmateriale og de samme plantevernmidlene som i bindingsforsøkene. Konsentrasjonene for plantevernmidlene tilsvarte normert arealdose (NAD) dvs høyeste tillatt dose ved normal bruk, og konsentrasjonene i sprøytetanken etter skylling to ganger. Biomiksmaterialet ble preinkubert i 14 dager før nedbrytingsforsøket startet, med fuktighet (vanninnhold) tilsvarende 40 % av vannhusholdningskapasiteten (WHC). Nedbrytingsstudiet ble utført ved 20°C med 50 g prøve etter justering av vanninnhold til 70 % av WHC, med oppbevaring av prøvene i mørke i et inkubatorskap. Nedbrytingsforsøkene ble gjennomført med 3 paralleller for hvert av 8 prøveuttak over en periode på 98 dager. Vanninnholdet i prøvene ble kontrollert og justert gjennom prøveperioden for å holde det konstant på 70 % av WHC.

Biomiksprøvene fra dette forsøket ble ekstrahert med 100 mL aceton ved å kjøre prøvene 30 minutter liggende på rask risting på ristebord. Deretter ble 1 mL av ekstraktet filtrert med filteret VWR PTFE 0,2 µm over i LC-vials. Prøvene ble deretter fortynt 1+3 med en blanding av metanol:Milli-Q vann. Prøvene ble analysert på Agilent 6410 LC-MS/MS samme dag som ekstraksjonen ble gjennomført. Databehandling

2.5.3 Renseeffekt

Renseeffekten av biofilteret ble beregnet ved at konsentrasjonen målt i prøvene fra oppsamlingstanken (INN-prøver) ble antatt å tilsvare konsentrasjonen av vannet som ble pumpet på toppen av biofilteroppsettet, og at målt konsentrasjon i prøvene som ble tatt ut fra den nederste kassetten (UT-prøver) representerte konsentrasjon etter rensing i biofilteret. Prosent renseeffekt er beregnet som konsentrasjonen i den nederste kassetten som prosent av konsentrasjonen i oppsamlingstanken. Ved flere resirkuleringer ble renseeffekten beregnet som gjennomsnittet av konsentrasjonene i den nederste kassetten for alle resirkuleringen (dvs. UT-prøver) tilknyttet hver ny tilførsel fra oppsamlingstanken (dvs INN-prøve).

2.5.4 Modellering av nedbrytningshastighet (CAKE)

Nedbrytningshastighet (kinetikk) for plantevernmidlene i biomiks er modellert med software programmet CAKE (Computer Assisted Kinetic Evaluation) et verktøy som implementerer FOCUS (FORum for the Co-ordination of pesticide fate models and their USE) kinetikk og NAFTA (North American Free Trade Agreement) guidance for å generere nedbrytningskinetikk (NAFTA, 2011). Programmet er utviklet av Tessella Limited med støtte fra Syngenta. Programmet er brukt til å analysere fire ulike modeller for nedbrytningskinetikk av plantevernmidler; SFO, FOMC, DFOP og HS; og sammenligner disse med data fra nedbrytningsforsøkene gjennomført i lab for å finne den beste modelltilpasning. Dette er de kinetikkmodellene som er valgt ut og beskrevet som anbefalte modeller i forbindelse med godkjenning av plantevernmidler i EU (FOCUS, 2006).

2.5.4.1 Modeller for nedbrytningskinetikk

SFO (single first order) er en nedbrytningsmodell som tilsvarende en eksponentiell nedbryting. Endringen i plantevernmiddekkonsentrasjonen er direkte proporsjonal med den gjenværende konsentrasjonen av

plantevernmidlet til enhver tid. Dette har ofte vært den foretrukne modellen til å beregne “regulatory degradation endpoint” (DT₅₀ (halverinstid) og DT₉₀ (tid til 90% er brutt ned)). Denne modellen er også den mest brukte i simuleringsmodeller (pesticide fate models) for å beskrive nedbryting og skjebne til plantevernmidler (FOCUS, 2006).

FOMC (First-Order-Multi-Compartment model) tilhører en gruppe modeller betegnet som bifasiske modeller, det vil si en rask fase i starten etterfulgt av en fase med sakte nedbryting. FOMC modellen kan beskrives som en 1. ordens kinetikk med gradvis avtakende nedbrytingskonstant

DFOP (Double First Order in Parallel model) kan beskrives som en bi-eksponensiell modell

HS (Hockey Stick model). Hockey-stick modellen består av to sekvensielle første ordens kurver. Pesticid konsentrasjonen minker i henhold til 1. ordens kinetikk med en gitt nedbrytings konstant. På et visst punkt (referert til brekk-punkt) skifter nedbrytingskonstanten til en ofte lavere verdi. En spesialutgave av denne modellen er anbefalt å bruke til å beskrive nedbrytingsforløp med en innledende fase med lav nedbryting (lag-fase) og deretter raskere nedbryting. Modellen er også anbefalt å bruke i vann-sediment studier.

2.5.4.2 Vurderingskriterier

For å bedømme beste tilpasning av modellene til de målte (observerte) verdiene er det brukt ulike metoder. I denne undersøkelsen er det metodikken anbefalt av FOCUS som er brukt.

1. Visuell bedømmelse

- Grafisk framstilling av målte konsentrasjoner mot tilpassede verdier fra valgte modell
- Grafisk framstilling av kalkulerte verdier minus målte verdier (residual plot). Dette kan hjelpe å vurdere om modellen gir over eller underprediksjon. Ideelt skal residualene fordele seg tilfeldig om x-aksen.

2. Kjikvadrat test (χ^2)

- Kjikvadrat testen ser på avviket mellom observerte og kalkulerte verdier til hver modell i forhold til usikkerheten på målingene. Den kinetikk modellen som har minst prosentavvik er valgt til å beskrive nedbrytingen og beregne endepunktene (DT₅₀ og DT₉₀). Kjikvadrat målinger under 15 % vurderes som akseptabelt.

3. CAKE beregner samtidig kvadratet av relativt standardavvik, r^2 som viser best tilpasning når $r^2 = 1$.

3 Resultater

3.1 Kapasitet av biofilteret under normale driftsforhold

3.1.1 Renseeffekt i biofilteret

3.1.1.1 Målinger 2017

Karakteristisk for resultatene av målinger av plantevernmidler i vannprøver fra biofilteret det første driftsåret, er de høye konsentrasjonene av midlene imidakloprid, fludioksonil og pencycuron som er brukt til beising av potetene (Tabell 6; NB. Beisemidlene er angitt i mg/L, mens øvrige middel er angitt i µg/L).

Tabell 6. Konsentrasjonen av plantevernmidler i vannet INN i biofilteret og UT fra biofilteret i løpet av 2017. (n.d. indikerer at stoffet ikke er påvist over bestemmelsesgrensen for analysemetoden).

Plantevernmiddel	Prøveuttak [enhet]	17.07		07.08		28.08		18.09		26.09	
		INN	UT	INN	UT	INN	UT	INN	UT	INN	UT
Azoxystrobin	[µg/L]	1,9	0,0	2,9	0,0	1,9	n.d.	1,8	n.d.	1,8	n.d.
Fenamidon	[µg/L]	1,8	0,0	2,0	0,0	n.d.	n.d.	2,0	n.d.	n.d.	n.d.
Fludioksonil*	[mg/L]	1,1	0,1	1,1	0,1	1,0	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0
Imidakloprid*	[mg/L]	23	10	22	7,4	24	4,7	16	6,7	15	6,3
Mandipropamid	[µg/L]	7,1	0,1	9,1	0,0	2,7	n.d.	10,3	n.d.	5,3	n.d.
Metribuzin	[µg/L]	20	1,9	23	1,7	3,1	n.d.	8,5	3,4	7,3	3,5
Pencycuron*	[mg/L]	37	0,6	37	n.d.	28	0,4	11,2	0,2	9,6	0,1
Propamokarb	[µg/L]	1,5	0,5	2,1	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,1	n.d.
Propikonazol	[µg/L]	4,4	0,1	4,2	0,0	3,8	n.d.	4,1	n.d.	n.d.	n.d.
Protiokonazol-destio	[µg/L]	23	0,2	28	0,1	20	n.d.	38	n.d.	n.d.	n.d.
Pyraklostrobin	[µg/L]	15	0,0	14,1	0,0	4,5	n.d.	36	n.d.	n.d.	n.d.

* indikerer at påvist konsentrasjon er angitt i mg/L. Øvrige stoffer er rapportert som µg/L.

For disse midlene holder konsentrasjonen i oppsamlingstanken seg på nesten samme nivå fram til midten av september. Biofiltret reduserer konsentrasjonen for skadedyrmedlet imidakloprid med ca 50 %, mens de andre beisemidlene reduseres med 99% eller mer. De øvrige plantevernmidlene som stammer fra sprøytevask eller søl ved påfylling av sprøyta, er påvist i nivåer som er en tusendel av nivåene for beisemidlene. Ugrasmedlet metribuzin brukes relativt tidlig på våren, men påvises likevel i prøver utover høsten. Dette er trolig fordi midlet beveger seg sakte nedover i filterkassetten og dermed også kan påvises i prøver ut av filteret mot slutten av sesongen. Generelt viser filteret god effekt på soppmidlene som brukes om sommeren.

3.1.1.2 Målinger 2018

I 2018 er det fremdeles beisemidlene som viser høye konsentrasjoner, men avtar gradvis utover mot høsten (Tabell 7 og 8). Metribuzin viser samme forløpet som forrige år. Metalaxyl brukes seint på året noe som prøvene i oppsamlingstanken bekrefter (Tabell 7).

Tabell 7. Konsentrasjonen ($\mu\text{g/L}$) av utvalgte plantevernmidler i vannet i INN-prøver i biofilteret i løpet av 2018. (n.a.= ikke analysert).

Prøveuttak	Fludioksonil	Imidakloprid	Pencycuron	MCPA	Metribuzin	Metalaxyl
2018-06-18	4 114	120 056	119 714	n.a.	247	3,6
2018-06-25	3 446	100 411	98 857	n.a.	197	3,4
2018-07-02	2 895	105 437	94 853	n.a.	189	3,3
2018-07-09	3 362	120 486	121 025	n.a.	324	10
2018-07-30	3 173	118 782	119 698	n.a.	296	9,9
2018-08-07	1 575	74 665	66 544	n.a.	142	38
2018-08-20	1 555	78 793	78 008	n.a.	103	39
2018-09-03	263	8 205	5 843	n.a.	9,8	39

Biofilteret har i 2018 som i 2017 mindre renseeffekt for skadedyrmedlet imidakloprid. Økende konsentrasjoner i UT prøvene i 2018 kan tolkes som at plantevernmidler som har ligget i toppen av biofilteroppsettet har blitt vasket nedover i kassetene i løpet av sommeren og når bunnen av kassetene i august. Som kontrast til dette ser vi soppmidlet fludioksonil hvor 99% av tilført mengde holdes tilbake eller brytes ned i biofilteret. Ugrasmedlet MCPA viser høyest konsentrasjon ut av biofilteret i løpet av juli i forbindelse med ugrassprøyting i kornet, men disse avtar raskt. (MCPA er kun analysert i prøver ut fra biofilteret). Biofilteret synes ikke å ha god nok renseeffekt på soppmidlet metalaksyl som tilføres systemet etter soppsprøyting i potet om høsten og lite holdes tilbake i biofilteret (Tabell 8).

Tabell 8. Konsentrasjonen ($\mu\text{g/L}$) av utvalgte plantevernmidler i vannet i UT-prøver i biofilteret i løpet av 2018. (n.d. = ikke påvist over bestemmelsesgrensen for analysemetoden).

Prøveuttak	Fludioksonil	Imidakloprid	Pencycuron	MCPA	Metribuzin	Metalaxyl
2018-06-18	1,6	2 861	43	1,5	8,9	1,8
2018-06-25	1,3	3 542	n.d.	1,7	12	1,8
2018-07-02	1,3	5 666	1,5	n.d.	15	1,9
2018-07-09	1,9	4 823	0,9	4,4	18	2,0
2018-07-30	1,7	5 447	29	0,9	30	2,0
2018-08-07	1,5	4 740	6,4	0,6	29	1,7
2018-08-20	1,3	18 102	4,6	0,7	38	41
2018-09-03	1,2	13271	18	0,1	32	28

3.1.1.3 Målinger 2019

I 2019 ble ikke beisemidlene imidakloprid og pencycuron brukt i drifta. Det er fortsatt relativt høye konsentrasjoner av imidakloprid i oppsamlingstanken, men dette går gradvis ned i løpet av året (Tabell 9).

Tabell 9. Konsentrasjonen (µg/L) av utvalgte plantevernmidler i vannet i INN-prøver i biofilteret i løpet av 2019. (n.d. = ikke påvist over bestemmelsesgrensen for analysemetoden).

Prøveuttak	Fludioksonil	Imidakloprid	Pencycuron	MCPA	Metribuzin	Metalaxyl
2019-06-10	6 169	7 783	716	13,8	114	19,7
2019-06-29	2 929	5 263	494	2,2	124	14,9
2019-07-08	2 251	4 494	408	12,8	146	12,6
2019-07-14	1 446	4 847	299	1,8	149	11,0
2019-07-21	1 943	2 034	409	n.d.	142	37,5
2019-07-28	1 761	2 316	377	3,2	145	32,5
2019-08-24	787	725	383	2,7	101	44,9
2019-08-31	391	319	178	3,5	79,3	62,1

Fludioksonil er det beisemidlet som er benyttet i 2019 og dette midlet viser høye konsentrasjoner i INN-prøvene. Det generelt er lave nivåer som påvises av dette midlet i UT-prøvene og det reduseres også i løpet av sommeren (Tabell 10). INN prøver for ugrasmidlet glyfosat målte 31. august 1501 µg/L og AMPA 46,70 µg/L, mens gjennomsnitt for UT prøvene etter 1, 2 eller 3 resirkuleringer var 1,23 µg/L og 1,35 µg/L for henholdsvis glyfosat og AMPA.

Tabell 10. Konsentrasjonen (µg/L) av utvalgte plantevernmidler i vannet i UT-prøver i biofilteret i løpet av 2019. (n.d. = ikke påvist over bestemmelsesgrensen for analysemetoden).

Prøveuttak	Fludioksonil	Imidakloprid	Pencycuron	MCPA	Metribuzin	Metalaxyl
2019-06-29	5,1	5 870	1,0	n.d.	20,2	2,6
2019-07-08	1,8	1 978	2,1	n.d.	19,6	2,4
2019-07-10	0,9	1 535	0,5	n.d.	20,5	1,9
2019-07-12	1,2	1 564	0,8	n.d.	23,1	2,0
2019-07-14	1,2	1 467	1,5	n.d.	22,8	1,9
2019-07-21	1,1	723	2,1	n.d.	22,6	1,3
2019-07-24	0,8	305	1,7	n.d.	19,0	0,9
2019-07-26	1,2	342	2,6	n.d.	27,2	1,3
2019-07-28	1,3	293	2,7	n.d.	29,1	1,3
2019-08-04	1,2	94	2,0	n.d.	19,0	0,7
2019-08-29	0,9	14	2,2	n.d.	26,6	0,5
2019-08-31	0,9	14	2,4	n.d.	27,1	0,5
2019-09-05	0,7	12	2,3	n.d.	26,8	0,4
2019-09-07	0,6	11	2,7	n.d.	27,0	0,4

Beregning av renseeffekt for biofilteret for et utvalg midler gjennom 2019-sesongen viser god effekt for de fleste midler (Tabell 11). Det er, som vist også for 2018, noe lav effekt for skadedyrmedlet imidakloprid. Dette midlet er pr i dag ikke lenger er godkjent for bruk på friland. De mobile ugrasmidlene fluroksypyr, klopyralid og metribuzin har en renseeffekt på ca. 80%, mens biofilteret for øvrige midler fjerner/holder tilbake 96-100%.

Tabell 11. Renseeffekt av biofilteret for plantevernmidler brukt i 2019. Konsentrasjonene er oppgitt i µg/L.

	Gj. snitt konsentrasjon INN-prøver	Gj.snitt konsentrasjon UT-prøver	Renseeffekt (%)	Maks. konsentrasjon UT-prøver
Clomazon	4	0,1	96	0,5
Difenoconazol	178	0,1	>99	0,2
Fludioksonil	2210	1,4	>99	5,1
Fluroksypyr	55	12	79	49
Imidakloprid	3473	1016	71	11
Klopyralid	16	2,9	82	4,9
Mandipropamid	416	0,1	>99	0,4
Metalaksyl	29	1,3	96	2,6
Metribuzin	125	24	81	29
Pencycuron	408	1,9	>99	2,7
Protiokonazol-destio (metabolitt)	103	0,6	>99	1,1
Tiakloprid	396	0,9	>99	2,5
Glyfosat	1501	1,2	>99	1,7

3.1.1.4 Målinger 2020

Gjennom driftsesongen 2020 ble det kun tatt prøver av vannet ut fra biofilteret. De påviste konsentrasjoner er på nivå med tidligere år og indikerer fortsatt god renseeffekt av biofilteret i den fjerde driftsesongen. Vi ser at det nå kun er lave konsentrasjoner også av skadedyrmedlet imidakloprid som føres ut av biofilteret etter at bruken av midlet ble avsluttet etter 2018.

Tabell 12. Konsentrasjonen (µg/L) av utvalgte plantevernmidler i vannet i UT prøver i 2020. (n.d. = ikke påvist over bestemmelsesgrensen for analysemetoden).

Prøveuttak	Fludioksonil	Imidakloprid	Pencycuron	MCPA	Metalaxyl	Metribuzin
2020-06-14	1,2	36	2,6	0,1	1,2	22
2020-06-28	1,2	3,6	2,2	0,1	0,6	19
2020-07-12	0,7	1,1	2,3	n.d.	0,4	14
2020-07-26	0,9	1,1	2,2	n.d.	0,3	13
2020-08-09	1,0	1,1	2,5	n.d.	0,4	13
2020-08-23	4,9	1,6	4,3	n.d.	0,4	12
2020-09-06	1,6	0,7	2,4	n.d.	0,3	9,5
2020-09-20	1,0	0,6	2,0	n.d.	0,3	8,9

3.1.2 Dannelse av nedbrytingsprodukter

Det dannes flere nedbrytingsprodukter av plantevernmidlene både før de kommer til biofilteret (INN prøvene), men også etter at de har passert biofilteret (UT prøvene). Fludioksonil brytes ned til Fludioksonil-CGA192155. Dette nedbrytingsproduktet er tilstede i liten grad i oppsamlingstanken, men viser økende konsentrasjon i vannprøvene ut fra filtret (Tabell 13). Motsatt er det for metalaksyl som har høye konsentrasjoner av nedbrytingsproduktet CGA62826 i oppsamlingstanken, men blir

redusert etter å ha passert biofilteret. Samme mønstret som fludioksonil har tiakloprid med dannelsen av metabolitten MO2 etter å ha passert biofilteret .

Tabell 13. Konsentrasjonen (µg/L) av utvalgte plantevernmidler med nedbrytingsprodukter i INN og UT-prøver fra biofilteret i 2019.

Uttaksdato	Fludioksonil	Fludioksonil- CGA192155	Metalaxyl	Metalaksyl- metab- CGA62826	Tiakloprid	Tiakloprid- metab- M02
INN-prøver:						
2019-06-10	6 169	14,9	19,7	199	81	8,6
2019-06-29	2 929	8,7	14,9	143	552	5,5
2019-07-08	2 251	7,9	12,6	160	497	6,1
2019-07-14	1 446	7,1	11,0	161	404	11,9
2019-07-21	1 943	6,8	37,5	111	300	10,3
2019-07-28	1 761	7,6	32,5	104	274	13,1
2019-08-24	787	4,7	44,9	113	185	12,0
2019-08-31	391	5,4	62,1	82,5	147	10,0
UT-prøver:						
2019-06-29	5,1	60,7	2,6	68,2	2,5	50,9
2019-07-08	1,8	71,0	2,4	26,9	1,2	64,4
2019-07-10	0,9	64,5	1,9	16,4	1,3	66,9
2019-07-12	1,2	66,4	2,0	14,7	1,6	81,8
2019-07-14	1,2	67,4	1,9	13,5	1,7	81,6
2019-07-21	1,1	65,3	1,3	9,5	1,1	68,9
2019-07-24	0,8	55,3	0,9	5,7	0,6	48,0
2019-07-26	1,2	70,0	1,3	8,2	0,9	75,7
2019-07-28	1,3	71,0	1,3	8,0	0,8	76,9
2019-08-04	1,2	62,1	0,7	6,7	0,4	433
2019-08-29	1,0	68,7	0,5	5,4	0,1	39,1
2019-08-31	0,9	68,1	0,5	5,1	0,1	39,0
2019-09-05	0,7	72,1	0,4	4,3	0,1	36,1
2019-09-07	0,6	72,7	0,4	4,0	0,1	32,8

3.1.3 Effekten av resirkulering

I 2019 ble det tatt ut prøver for å se på effekten av antall resirkuleringer før nytt vann ble tilført fra oppsamlingstanken (Tabell 14 a og b). Generelt er det små forskjeller mellom resirkuleringene. De laveste konsentrasjonene ble målt i vannet etter første resirkulering, noe som henger sammen med at plantevernmidlene blir forsinket i biofilteret.

Biofiltret reduserer konsentrasjonen av de fleste soppmidlene brukt i korn og poteter på mer enn 99% i forhold til konsentrasjonen i oppsamlingstanken. For eksempel har clomazon 96-98 % reduksjon, men konsentrasjonen i det resirkulerte vannet er så lav at det ofte er under deteksjonsgrensen. Mange midler som er brukt i driften er ikke tatt med i tabellen da renseeffekten er så god at de ikke er påvisbare etter at de har blitt sirkulert gjennom i biofilteret.

Tabell 14a. Effekten av resirkulering i biofilteret i 2019 – forsøksperiode 8. juli-14. juli. Konsentrasjonene er oppgitt i µg/L. (n.d. = ikke påvist over bestemmelsesgrensen for analysemetoden).

	clomazon	difenokonazol	fludioksonil	klopyralid	mandipropamid	metalaxyl
INN-prøve	3,0	185,4	2250,8	16,2	352,7	12,6
UT-prøve 1. sirk.	n.d.	0,05	0,89	2,78	0,06	1,94
UT-prøve 2. sirk.	0,05	0,05	1,20	3,15	0,06	1,98
UT-prøve 3. sirk.	0,07	0,07	1,16	3,29	0,10	1,92
Renseeffekt* %	98	>99	>99	81	>99	85

*Renseeffekt er beregnet som forholdet mellom konsentrasjon i INN-prøve sett i forhold til gjennomsnittlig konsentrasjon i de tilhørende UT-prøvene.

Tabell 14b. Effekten av resirkulering i biofilteret i 2019 – forsøksperiode 21.-28. juli. Konsentrasjonene er oppgitt i µg/L. (n.d. = ikke påvist over bestemmelsesgrensen for analysemetoden).

	clomazon	difenokonazol	fludioksonil	klopyralid	mandipropamid	metalaxyl
INN-prøve	4,0	168,5	1943,4	14,7	255,1	37,5
UT-prøve 1. sirk.	0,06	n.d.	0,83	1,47	0,07	0,87
UT-prøve 2. sirk.	0,14	0,05	1,24	4,47	0,12	1,27
UT-prøve 3. sirk.	0,17	0,06	1,27	4,36	0,12	1,26
Renseeffekt* %	97	>99	>99	77	>99	97

*Renseeffekt er beregnet som forholdet mellom konsentrasjon i INN-prøve sett i forhold til gjennomsnittlig konsentrasjon i de tilhørende UT-prøvene.

3.1.4 Konsentrasjonsnivåer i ulike tilførsler

3.1.4.1 Tilførsler fra vasking av sprøyteutstyr

Konsentrasjonene i vaskevannet avhenger av konsentrasjonen av aktiv ingrediens i handelspreparatet og dosen som er beregnet å bruke på kulturen. Likeledes vil løselighet av det aktive stoffet i skyllevannet og binding av midlet til veggene i sprøytetanken og på sprøyteutstyret ha betydning. De reelle konsentrasjonsnivåene har vi målt gjennom uttaket av VASK-prøver i denne studien. Disse er tatt ut og analysert før vaskevannet er tømt ned i oppsamlingstanken som maksimalt kan ta 2000 L væske. Av vaskevannet går det cirka 200 L med disse konsentrasjonene ned i oppsamlingstanken som senere går inn i biofilteret.

Et utvalg målte konsentrasjoner i vaskevann er vist under (Tabell 15).

Tabell 15. Konsentrasjonen ($\mu\text{g/L}$) av utvalgte plantevernmidler i prøver av vaskevann i løpet av året i 2018 og 2019. (n.a = ikke analysert; n.d. = ikke påvist over bestemmelsesgrensen for analysemetoden).

VASK-prøve	aklonifen	azoksystrobin	biksafen	clomazon	difenokonazol	mandipropamid
2018-06-07	1174	7.9	n.a.	n.d.	114	133
2018-06-25	95,9	15	n.a	0,1	81	81
2019-06-08	12 066	3,5	n.d.	115	87	212
2019-07-18	53	2,6	445	n.d	28	48
2019-08-24 (glassflaske)	15	27	32	0,9	141	6 431
2019-08-24 (plastflaske)	10	20	42	0,7	140	1 936

Aklonifen er et ugrasmiddel som ble brukt tidlig på våren og gir derfor høye konsentrasjoner ved vaskinga etter vårspøytinga (7. juni). Imidlertid henger det igjen rester av midlet til tross for nye sprøytinger og skyllinger uten at midlet er brukt senere i sesongen. Biksafen er et soppmiddel som er brukt i korn relativt tidlig i sesongen, men dette midlet henger fortsatt igjen i sprøytetanken etter neste skylling og vasking 24. august.

Mandipropamid brukes i soppsprøytinga i poteter og dette midlet er påvist i vaskevannet i relativt høye konsentrasjoner etter at soppsprøytinga i potet er avsluttet. Dette midlet bindes trolig til plastmateriale da analyser av prøven oppbevart på plastflaske bare viste en tredel av konsentrasjonen påvist fra prøven i glassflaske. Mange av de andre midlene bindes ikke til plast, men våre resultater indikerer at cyazofamid og tiaklopid viser samme egenskap som mandipropamid (ikke vist). Nedbrytingsproduktet fra protiokonazol viser de motsatte egenskapene ved at konsentrasjonen i glassflasken er lavere enn i plastflasken.

De påviste konsentrasjonene for glyfosat og AMPA i vaskevannet var henholdsvis 27645 $\mu\text{g/L}$ og 31,7 $\mu\text{g/L}$.

Sammenlikning av teoretisk og reell konsentrasjon i vaskevann

Konsentrasjoner av cyazofamid i vaskevannet 7. juni og 25. juni 2018 ble målt til 0,058 og 0,004 mg/L hhv. Dette stemmer relativt godt overens med en teoretisk beregning av forventet konsentrasjonsnivå som følger; I Ranman Top er det 921 g cyazofamid/L. Dersom en bruker 20 L væske med 50 mL/daa av Ranman Top tilsvarer det 0.05 L/daa. Konsentrasjonen i sprøytetanken blir da 2,5 mL Ranman Top /L væske eller 0,4 g cyazofamid/L væske. Dersom en regner 3 L rest i sprøyttanken etter sprøyting tilsvarer dette 1,2 g cyazofamid. Ved fylling av 200 L vann vil dette fortynnes til 0,006 g cyazofamid/L. Dette sprøytes ut på kulturen og de resterende 3 L blir fortynnet videre med 200 L vann. Dette betegnes som vaskevann og vil ut fra dette eksempelet kunne ha en konsentrasjon tilsvarende 0,00009 g cyazofamid/L eller 0,09 $\mu\text{g/L}$. Et tilsvarende regnestykke for mandipropamid vil gi en teoretisk konsentrasjon i vaskevannet på 160 $\mu\text{g/L}$ uten at det er tatt hensyn til nedbryting. Målinger av vaskevannet viste at konsentrasjonen var fra 80-133,3 $\mu\text{g/L}$ i løpet av 2018.

Potensiell tilførsel til biofilteret etter fortynning i oppsamlingstanken

Når vaskevannet blir tømt ned i oppsamlingstanken vil det fortynnes ytterligere opptil 2000 L når tanken er full. Teoretisk kan dette for regneeksempelet med cyazofamid over, bli 0,000045 mg/L som tilsvarer 0,045 $\mu\text{g/L}$. I tillegg vil det være et bidrag fra utvendig vask av sprøyta. Det vil også sjelden være full oppsamlingstank. Målte konsentrasjoner av cyazofamid i prøver av INN-prøver fra oppsamlingstanken i løpet av 2018 varierte fra 1,7 til 5,0 $\mu\text{g/L}$. Allerede i sandfanget og i oppsamlingstanken vil det samles partikulært materiale. Dette vil binde plantevernmidlene der slik at

konsentrasjonen i vannet vil avhengig av bindingsevnen til partiklene og også egenskapene til plantevernmidlene. Bindingsforsøk i biomiksen viste at over 90 % av dette plantevernmidlet ble bundet, mens sandjorda i sandfanget trolig vil ha en noe mindre evne til å binde dette midlet. Vannet blir så pumpet opp i biofilteret etter at det har blitt samlet opp i oppsamlingstanken over en viss periode og en viss nedbryting av plantevernmidlene i tanken kan også regnes med. Halveringstida for cyazofamid i biomiksen ble beregnet til ca. 6 dager.

3.1.4.2 Tilførsler fra vasking av potetkasser

Det foreligger en del målinger av innhold av plantevernmidler i jord fra potetarealer, men bidraget fra vasking av potetkasser er vanskelig å kvantifisere.

3.1.4.3 Tilførsler fra beising av potet

Ved beising brukes det ca 1 L væske per tonn poteter. Teoretiske beregninger av potensiell tilførsel fra beising av potet til oppsamlingstanken i årene 2017-2019 er angitt i Tabell 16. Tabell 17 viser teoretisk og målt konsentrasjon av beisemidler i vann fra oppsamlingstanken ved tilførsel til biofilteret.

Tabell 16. Tilførsler i vaskevannet (g) av plantevernmidler etter beising av potet.

Plantevernmiddel	2017	2018	2019
pencycuron	360	360	0
imidakloprid	172	172	0
fludioksonil	40	40	80

Tabell 17. Teoretiske og målte konsentrasjoner (g/L) av beisemiddel for potet i oppsamlingstanken.

Plantevernmiddel	2017		2018		2019	
	teoretisk	Målt (INN)	teoretisk	Målt (INN)	teoretisk	Målt (INN)
pencycuron	0.18	0.037	0.18	0.11	0	0.0007
imidakloprid	0.086	0.022	0.086	0.12	0	0.007
fludioksonil	0.02	0.001	0.02	0.004	0.04	0.006

De teoretiske beregningene for konsentrasjonen i oppsamlingstanken (Tabell 17) er beregnet ut fra en fortykning i det totale volum av tanken (2000 L). Dette var ikke alltid tilfelle, men likevel er de teoretiske beregningene høyere enn de målte. Beregningene er avhengig av hvor mye av beisemidlet som fester seg til potetene.

3.1.5 Plantevernmidler i biofiltermaterialet (biomiksen)

Tabellene under (tabell 18-24) viser påviste konsentrasjoner av alle plantevernmidlene og enkelte nedbrytingsprodukter som er påvist i prøver av biomiksen i biofilteroppsettet som er tatt ut vår og høst 2018 samt vår og høst 2019. Høsten 2018 ble det også tatt ut prøver av biokull fra den øvre filterkassetten.

Konsentrasjonene viser generelt en sammenheng mellom tidspunkt for sprøyting og rester i biofiltermaterialet. Det viser også hvordan plantevernmidlet beveger seg nedover i biofilterkassetten og hvor sterkt det bindes til biofiltermaterialet og biokullet. Det gir også et inntrykk av nedbrytingshastighet.

Resultatene indikerer at det har det skjedd tilførsel av difenokonazol (Revus Top) til biofilteret høsten 2018 og at dette midlet bindes sterkt til biomiksen i den øverste kassetten (Tabell 18; 1-3) og at den nederste kassetten (3-3 i 2018, 3-4 og 3-5 i 2019) inneholder lite sammenlignet med den øverste

kassetten. Målingene i UT-vannet fra biofilteranlegget bekrefter også at difenokonazol bindes godt i kassetene (Tabell 11). Det dannes et nedbrytingsprodukt difenokonazol metabolitt CGA205375 som viser samme fordeling i kassetene som morstoffet, men i lavere konsentrasjoner (Tabell 18).

Tabell 18. Innhold av plantevernmidler i biomiksen i de ulike kassetene i biofilter tårnet ved ulike tidspunkt gjennom prosjektperioden. (Kode angir boks og prøveuttak nr; 1 er øverste boks, 2 i midten og 3 nederst. For biokull er alle prøver tatt ut i boks 1).

Uttaksdato	Kode	Difenokonazol	CGA 205375	Imidakloprid	Fludioksonil	CGA 192155
Vår 2018	1-1	46	0.0	100262	42383	172
(5.mai)	2-1	15	0.0	37476	13817	85
	3-1	0	0.0	17133	1469	31
Vår 2018	1-2	71	0.0	108	150	0
ny biomiks	2-2	32	0.0	244	111	0
	3-2	61	0.0	164	77	0
Høst 2018	1-3	18906	75.6	95858	38293	145
(24.nov)	2-3	12443	41.4	175977	16771	197
	3-3	113	4.8	133394	545	235
Høst 2018	B1	141009	164.0	299710	158893	659
(biokull)	B2	117051	158.1	318894	130438	775
	B3	202862	309.6	514574	174732	1451
Vår 2019	1-4	75735	78.1	246479	100408	322
(12.mai)	2-4	7080	54.2	32192	9603	48
	3-4	399	14.0	58657	3571	52
Høst 2019	1-5	15687	121.0	16668	79756	100
(26.okt.)	2-5	6475	65.6	2438	13806	85
	3-5	72	1.8	4719	445	119

Beisemidlet imidakloprid er et av de stoffene som viser høyest konsentrasjon av alle midlene brukt på eiendommen. Dette midlet viser også høye konsentrasjoner i den nederste kassetten samt prøver av UT- vannet (Tabell 8). Høsten 2019 er det fremdeles imidakloprid i biomiksen til tross for at midlet ikke ble brukt dette året.

Beisemidlet fludioksonil (Maxim) som overtok etter utfasing av imidakloprid (Prestige) viser også innledningsvis høye konsentrasjoner i den øverste kassetten (Tabell 18, kode 1-1 til 1-5), men middelet bindes sterkere i biomiksen og beveger seg ikke så raskt nedover i tårnet, med generelt lavere konsentrasjoner i nedre kasset (kode 3-1 til 3-5). UT prøvene viser god effekt av filteret. Det dannes imidlertid et nedbrytingsprodukt GCA 192155. Dette produktet ser ut til å være mer mobilt som også bekreftes i målingene av UT-prøvene (Tabell 13).

Biokullet viser generelt økt binding i forhold til biomiksen (Tabell 18, kode B1-B3).

Soppmidlet mandipropamid (Revus Top) brukt i potet viser sterk binding i biomiksen og biokullet og viser minkende konsentrasjoner nedover i tårnet (Tabell 19) og har tilsvarende lave konsentrasjoner i UT-vannet (Tabell 6 og 11).

Tabell 19. Innhold av plantevernmidler i biomiksen i de ulike kassetene i biofiltere tårnet ved ulike tidspunkt gjennom prosjektperioden. (Kode angir boks og prøveuttak nr; 1 er øverste boks, 2 i midten og 3 nederst. For biokull er alle prøver tatt ut i boks 1).

Uttaksdato	Kode	Mandipropamid	Pencycuron	Tiakloprid	M02	Aclonifen
Vår 2018	1-1	162	71822	0	0	0
5.mai	2-1	52	5908	0	0	0
	3-1	11	6866	0	0	0
Vår 2018	1-2	41	1003	0	0	0
ny biomix	2-2	12	560	0	0	0
	3-2	34	401	0	0	0
Høst 2018	1-3	16110	6568	1071	3293	0
24.nov.	2-3	12707	9322	837	4215	0
	3-3	456	4668	103	823	0
Høst 2018	B1	74083	75601	11332	3500	10288
biokull	B2	55521	68194	11889	3982	7841
	B3	155647	463955	14228	7996	10467
Vår 2019	1-4	50621	24193	5659	6217	6330
12.mai	2-4	6462	1946	139	1991	0
	3-4	1366	3044	51	1136	0
Høst 2019	1-5	19527	3113	2672	932	1768
26.okt.	2-5	3388	2071	112	488	0
	3-5	167	184	7	190	0

Pencycuron er det andre aktive stoffet i beisemidlet Prestige som er forbudt å bruke etter 2018. Pencycuron bindes sterkt i biomiksen (Tabell 19). Målingene viser at midlet fortsatt henger igjen i biomiksen og UT-vannet etter ett år, men at biofilteret har god effekt på midlet (>99% reduksjon).

Tiakloprid (Biscaya) er et insektmiddel brukt i potet både i 2018 og 2019. Tiakloprid bindes sterkt både til biomiksen og biokullet og beveger seg sakte nedover i biofilteret (Tabell 19). Midlet brytes ned til metabolitten M02 som viser relativt høye konsentrasjoner både i biomiksen og UT-vannet og ser derfor ut til å være mer mobil enn morstoffet (Tabell 13).

Aklonifen (Fenix) er et ugrasmiddel brukt i potet. Midlet er brukt både i 2018 og 2019. Midlet bindes sterkt i biomiksen og beveger seg ikke nedover i biofilteroppsettet (Tabell 19) og er heller ikke påvist i UT prøvene.

Protiokonazol (Proline) er et soppmiddel brukt i korn. Midlet brytes ned til protiokonazol-destio som er det stoffet som det er analysert for. Midlet bindes sterkt i biomiksen og beveger seg lite nedover i biofilteroppsettet (Tabell 20).

Tabell 20. Innhold av plantevernmidler i biomiksen i de ulike kassetene i biofilter tårnet ved ulike tidspunkt gjennom prosjektperioden. (Kode angir boks og prøveuttak nr; 1 er øverste boks, 2 i midten og 3 nederst. For biokull er alle prøver tatt ut i boks 1).

Uttaksdato	Kode	Protiokonazol-destio	Bixafen	Benzovindiflupyr	Cyprodinil	Cyazofamid	CCIM
Vår 2018	1-1	900	0.0	0.0	45	46.8	154.2
5.mai	2-1	399	0.0	0.0	6	9.6	0.0
	3-1	64	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Vår 2018	1-2	0	0.0	0.0	0	10.3	0.0
ny biomix	2-2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
	3-2	0	0.0	0.0	0	11.2	0.0
Høst 2018	1-3	710	0.0	0.0	38	0.0	20.6
24.nov.	2-3	467	0.0	0.0	12	0.0	10.1
	3-3	64	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Høst 2018	B1	1852	0.0	0.0	665	62.9	348.7
biokull	B2	1862	0.0	0.0	699	222.9	307.9
	B3	2862	0.0	0.0	816	226.4	314.6
Vår 2019	1-4	2127	0.0	0.0	223	11.0	107.1
12.mai	2-4	237	0.0	0.0	0	0.0	0.0
	3-4	234	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Høst 2019	1-5	4889	1690.4	423.2	285	205.1	181.2
26.okt.	2-5	534	27.9	4.7	0	0.0	5.2
	3-5	28	0.0	0.0	0	0.0	0.0

Biksafen (Siltra Xpro, Aviator Xpro) er også et soppmiddel brukt i korn. Midlet er brukt første gang i 2019, det bindes i den øverste kassetten (Tabell 20) og er påvist kun en gang i UT-prøvene (0,04 µg/L).

Benzovindiflupyr (Solatanol evt Elatus Era) er også et soppmiddel i korn brukt for første gang i 2019. Dette midlet bindes også i den øverste kassetten (Tabell 20) og er påvist en gang i UT prøvene (0,06 µg/L).

Cyprodinil er et soppmiddel og ett av de aktive stoffene i Switch som brukes i erter, bønner og en rekke bærvekster. Det er påvist lite i biomiksen, men dette midlet er påvist i alle prøvene av biokullet. Midlet er ikke rapportert brukt.

Cyazofamid (Ranman Top) er et soppmiddel brukt mot tørråte i potet. Dette midlet er påvist i biokullet og øverste kassetten av biofilteret (Tabell 20). Det er få påvisninger av midlet i INN prøvene, mens høyest påvist konsentrasjon er i vaskevannet fra 2018 (påvist 0,058 og 0,004 mg/L). Dette midlet brytes ned til cyazofamid CCIM. Denne metabolitten finnes igjen i høyere konsentrasjoner i biokullet enn morstoffet i biomiksen (Tabell 20). Metabolitten er ikke påvist i målbare konsentrasjoner i UT prøvene.

Fluroksypyr-meptyl er ett av tre aktive stoff i Ariane S og brukes som ugrasmiddel i korn. Fluoksypyr-meptyl brytes raskt ned til fluroksypyr som regnes som det aktive stoffet som har effekt på ugraset. Begge stoffene bindes og finnes igjen i biokullet, men lite i biomiksen (Tabell 21). Fluoksypyr påvises både i INN og UT prøvene fra filteret (Tabell 11), mens fluroksypyr-meptyl ikke er påvist i UT prøvene hverken i 2018 eller 2019.

Tabell 21. Innhold av plantevernmidler i biomiksen i de ulike kassetene i biofilter tårnet ved ulike tidspunkt gjennom prosjektperioden. (Kode angir boks og prøveuttak nr; 1 er øverste boks, 2 i midten og 3 nederst. For biokull er alle prøver tatt ut i boks 1).

Uttaksdato	Kode	Fluroksypyr	Fluroksy pyr- meptyl	Pyraklostro bin	BF 500-6	Metribuzin	Metribuzin- DA
Vår 2018	1-1	69	0	130	0	38.4	5.6
5.mai	2-1	0	0	50	0	22.3	0.0
	3-1	0	0	13	0	11.2	0.0
Vår 2018	1-2	0	0	9	0	0.0	0.0
ny biomix	2-2	0	0	0	0	0.0	0.0
	3-2	0	0	0	0	0.0	0.0
Høst 2018	1-3	0	28	43	0	100.2	12.8
24.nov.	2-3	262	0	22	0	297.3	21.0
	3-3	214	0	10	0	294.4	19.6
Høst 2018	B1	370	337	395	0	269.9	25.7
biokull	B2	372	282	368	0	287.6	29.4
	B3	563	399	464	0	399.6	45.5
Vår 2019	1-4	149	134	191	0	179.7	27.9
12.mai	2-4	0	0	27	0	98.1	10.1
	3-4	0	0	0	0	151.7	11.1
Høst 2019	1-5	111	18	604	0	317.3	20.8
26.okt.	2-5	0	0	5	0	104.5	12.0
	3-5	0	0	0	0	45.1	6.1

Pyraklostrobin (Comet pro) er et soppmiddel brukt i korn. Midlet ser ut til å bindes sterkt i både biomiksen og biokullet og midlet vandrer lite nedover i biofilteroppsettet (Tabell 21). Midlet er ikke målt i UT prøvene fra hverken 2018 eller 2019. Nedbrytingsproduktet BF 500-6 er analysert for, men ikke påvist.

Metribuzin (Sencor) er et ugrasmiddel som brukes i potet like før og like etter oppspiring av potetene. Midlet er påvist i biomiksen i alle prøvene unntatt den nye biomiksen i 2018. Midlet bindes ikke særlig sterkere i biokullet enn biomiksen (Tabell 21). Middelet er relativt mobilt noe som bekreftes ved at det fordeles i alle kassetene i biofilteret. Forskjellen mellom INN og UT prøver viser at det skjer om lag 80 % reduksjon i konsentrasjonen av metribuzin ved sirkulering gjennom biofilteret. Det dannes et nedbrytingsprodukt metribuzin- DA som finnes i relativt høye konsentrasjoner i biomiksen (Tabell 21). Det er også her liten forskjell på binding til biomiks og biokullet. Renseeffekten på nedbrytingsproduktet er ca 50%. Metribuzin og metabolitten er påvist i grunnvann flere steder i Norge (Roseth, 2013, Roseth et al., 2018).

Metalaksyl er det aktive stoffet i handelspreparatet Ridomil Gold sammen med mancozeb, og benyttes mot sopp i potet. Middelet er relativt mobilt noe som også bekreftes av at konsentrasjonen av midlet er jevnt fordelt i alle kassetene i biofilteret (Tabell 22). Biofilteret har en renseseffekt på rundt 80-90 % for metalaksyl. Midlet er påvist i grunnvann i Norge. Nedbrytingsproduktet CGA 62826 gjenfinnes i nesten tilsvarende konsentrasjoner som morstoffet i biomiksen. UT prøvene i 2018 viser økende konsentrasjoner av nedbrytingsproduktet og INN-prøver i 2019 viser høyere konsentrasjoner av nedbrytingsproduktet enn morstoffet. Renseeffekten på nedbrytingsproduktet er noenlunde tilsvarende som for morstoffet.

Tabell 22. Innhold av plantevernmidler i biomiksen i de ulike kassetene i biofilter tårnet ved ulike tidspunkt gjennom prosjektperioden. (Kode angir boks og prøveuttak nr; 1 er øverste boks, 2 i midten og 3 nederst. For biokull er alle prøver tatt ut i boks 1).

Uttaksdato	Kode	Metalakstyl	CGA 62826	Propikonazol	Tribenuron- metyl	INL5296
Vår 2018	1-1	22.4	0.0	104.8	0.0	6.9
5.mai	2-1	17.7	0.0	33.0	0.0	4.1
	3-1	13.5	0.0	19.0	0.0	0.0
Vår 2018 ny biomix	1-2	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	2-2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Høst 2018	3-2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1-3	36.3	57.3	73.5	14.5	0.0
24.nov.	2-3	220.2	98.3	53.8	6.1	0.0
	3-3	149.0	164.6	3.3	0.0	0.0
Høst 2018 biokull	B1	204.0	172.6	170.4	102.2	7.1
	B2	274.9	166.8	190.5	92.4	7.8
	B3	460.5	217.5	248.5	123.1	10.6
Vår 2019	1-4	156.6	115.9	218.9	58.1	6.1
	12.mai	2-4	78.7	82.5	4.4	4.1
	3-4	30.1	72.9	0.0	0.0	0.0
Høst 2019	1-5	35.3	30.5	92.1	23.9	2.8
	26.okt.	2-5	5.5	15.8	0.0	4.5
	3-5	5.8	49.4	0.0	0.0	0.0

Propikonazol er det aktive stoffet i soppmidlene Stratego og Zenit. Midlet brukes mot sopp i korn og brukes ofte bare en gang i vekstsesongen. Midlet bindes sterkere i biokullet enn i biomiksen, og fordelingen i biofiltertårnet med høyere konsentrasjoner i øverste kassett viser at midlet bindes relativt sterkt i biomiksen (Tabell 22). Middelet er ikke påvist i UT prøvene fra biofilteret i noen av årene.

Tribenuron-metyl (Express) er et sulfonylurea lavdosemiddel brukt mot ugras i korn. Midlet bindes sterkt i biokull (Tabell 22). Midlet er påvist i lave konsentrasjoner i UT-prøvene ved en prøvetaking i 2018 (påvist 0,07 µg/L) og fire prøvetakinger i 2019 (påvist 0,09-0,10 µg/L). Nedbrytingsproduktet INL5296 er påvist i flere prøver og bindes også til biokullet i biofilteret (Tabell 22).

MCPA er et ugrasmiddel brukt i korn og inngår som ett av de aktive stoffene i Ariane S. MPCA er mobilt og bindes lite til biomiksen. Derimot bindes en del til biokullet der middelet er påvist i alle prøvene (Tabell 23). Det er i 2019 ikke påvist MCPA i UT prøvene fra biofilteret (Tabell 10), mens midlet er påvist i de fleste INN-prøvene dette året (Tabell 9).

Azoxystrobin (Amistar) er et soppmiddel i potet. Middelet ble brukt i 2017 og 2019 og viser sterk binding til biomiksen og til biokullet. Midlet vandrer lite nedover i biofilter-tårnet (Tabell 23). Det ble ikke påvist azoxystrobin i UT-prøvene i 2018 eller 2019.

Tabell 23. Innhold av plantevernmidler i biomiksen i de ulike kassetene i biofilter tårnet ved ulike tidspunkt gjennom prosjektperioden. (Kode angir boks og prøveuttak nr; 1 er øverste boks, 2 i midten og 3 nederst. For biokull er alle prøver tatt ut i boks 1).

Uttaksdato	Kode	MCPA	Azoksystrobin	Trifloksystrobin	CGA 321113	Klomazon
Vår 2018	1-1	0.0	26.50	0.0	0.0	0.0
5.mai	2-1	0.0	7.08	0.0	0.0	0.0
	3-1	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
Vår 2018	1-2	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
ny biomix	2-2	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
	3-2	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
Høst 2018	1-3	15.7	18.04	0.0	0.0	0.0
24.nov.	2-3	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
	3-3	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
Høst 2018	B1	61.0	55.81	24.8	0.0	0.0
biokull	B2	62.2	52.06	23.0	0.0	0.0
	B3	93.2	71.31	34.5	0.0	0.0
Vår 2019	1-4	53.8	60.75	15.5	0.0	0.0
12.mai	2-4	0.0	5.52	0.0	0.0	0.0
	3-4	0.0	2.89	0.0	0.0	0.0
Høst 2019	1-5	0.0	50.43	56.2	51.8	52.7
26.okt.	2-5	0.0	5.02	0.0	6.0	4.6
	3-5	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0

Trifloksystrobin (Delaro) er et soppmiddel som er brukt i korn. Midlet er påvist i biokullet, men ellers bare i den øverste kassetten vår og høst 2018 og 2019 (Tabell 23). Midlet er lite mobilt og er ikke påvist i noen av UT-prøvene. Det dannes en metabolitt CGA 321113 som er påvist i biomiksen i de to øverste kassetene høsten 2019 (Tabell 23). Metabolitten er påvist i UT-prøver fra 2018 og 2019 (påvist 0,05-0,34 µg/L).

Klomazon (Centium) er et ugrasmiddel brukt i potet og brukt både i 2018 og 2019. Middelet er påvist i de to øverste kassetene i biomiksen høsten 2019 (Tabell 23). Midlet er påvist i alle INN prøvene i 2018 og 2019. Også i alle UT prøvene ble det i 2019 påvist klomazon. Beregnet renseeffekt basert på tallene fra 2019 er på >95%.

Propakvizafop (Zetrola) er et ugrasmiddel brukt i potet. Middelet ble brukt i 2019, men ble ikke funnet i biofilteret i prosjektet (Tabell 24). Kvizalofop er et nedbrytingsprodukt til propakvizafop. Middelet bindes til biokullet og i tillegg ble påvist to ganger i biomiksen våren 2018. Metabolitten har en påvisning i en UT prøve i 2018 og i alle INN-prøver i 2019 uten funn i UT-prøvene

Fenamidon (Concento) er et soppmiddel brukt i potet. Midlet ble brukt i 2017 og 2018. Midlet er ikke funnet i den nederste kassetten i noen av årene og bindes trolig godt både i biomiksen og biokullet (Tabell 24). Midlet finnes i alle INN-prøvene i 2018, men ikke i UT-prøvene. Det samme gjelder 2019.

Tabell 24. Innhold av plantevernmidler i biomiksen i de ulike kassetene i biofilter tårnet ved ulike tidspunkt gjennom prosjektperioden. (Kode angir boks og prøveuttak nr; 1 er øverste boks, 2 i midten og 3 nederst. For biokull er alle prøver tatt ut i boks 1).

Uttaksdato	Kode	Propakvizafop	Kvizalofop	Fenamidon	Tebukonazol	Propamokarb
Vår 2018	1-1	0	95.9	37.0	18.0	0
5.mai	2-1	0	24.1	7.7	8.1	0
	3-1	0	0.0	0.0	8.1	0
Vår 2018	1-2	0	0.0	0.0	12.2	0
ny biomix	2-2	0	0.0	0.0	28.4	0
	3-2	0	0.0	0.0	21.9	0
Høst 2018	1-3	0	0.0	2.1	4.4	0
24.nov.	2-3	0	0.0	4.4	17.0	0
	3-3	0	0.0	0.0	23.0	0
Høst 2018	B1	0	40.0	11.0	8.8	0
biokull	B2	0	53.8	12.1	8.9	0
	B3	0	71.5	26.2	14.1	0
Vår 2019	1-4	0	0.0	7.9	8.6	0
12.mai	2-4	0	0.0	0.0	0.0	0
	3-4	0	0.0	0.0	10.3	0
Høst 2019	1-5	0	0.0	21.0	6.1	85
26.okt.	2-5	0	0.0	2.2	5.8	0
	3-5	0	0.0	0.0	0.0	0

Tebukonazol (Seedron) er sammen med fludioksonil godkjent til beising av såkorn i godkjente beiseanlegg. Midlet er påvist i alle sjikt, men synes å være mobilt da det gjenfinnes ofte med høyest konsentrasjoner i nederste sjikt (Tabell 24). Midlet bindes ikke særlig sterkere i biokullet. Middelet er ikke analysert for i vannprøvene i prosjektet.

Propamokarb er sammen med fenamidon et soppmiddel (Consento) brukt mot tørråte i potet. Midlet er brukt i 2017 og 2018, men er kun påvist én gang i den øverste biofilterkassetten høsten 2019 (Tabell 24). Midlet er målt i vannprøvene både INN og UT i 2018 og 2019 og biofilteret er beregnet å ha en renseeffekt for dette midlet på 90 - 99 %.

3.2 Prosesser i biofilteret – undersøkt under laboratorieforhold

3.2.1 Binding

Alle målingene av binding til biomiks i laboratoriet, med beregning av fordelingskoeffisienter, viser generelt sterkere binding til biomiks enn sammenliknbare forsøk med binding til jord (data hentet fra Lewis et al., 2016). Hovedgrunnen til dette er at biomiks inneholder en større mengde organisk materiale enn vanlig jordbruksjord. Bare fludioksonil synes å ha en tilsvarende bindingsevne i jord og i biomiks (Tabell 25).

Tabell 25. Binding og fordelingskoeffisient (n=3) for fire utvalgte plantevernmidler beregnet ut fra laboratoriestudier med biomiks.

Plantevernmiddel	Binding i biomiks %	Fordelingskoeffisient (Kd) i biomiks (gj.snitt ± std.avvik)	*Fordelingskoeffisient (Kf) i jord
Pencycuron	96	680 ± 56	28 – 56 (Non-mobile)
Fludioksonil	98	951 ± 110	290 – 7300 (Non-mobile)
Mandipropamid	90	233 ± 16	2 – 53 (Slightly mobile)
Cyazofamid	94	394 ± 72	4.1-65.1 (Slightly mobile)

*Kilde: Lewis et al., 2016

Med så sterk binding (>90%) som mange av disse stoffene har, ville det gitt bedre målinger med et større jord vannforhold i risteforsøkene. Målingene er gjort med én konsentrasjon for hvert plantevernmiddel, og med tre paralleller.

3.2.2 Nedbryting

Analyse av nedbrytingskinetikken for de ulike plantevernmidlene indikerer at det er ulike modeller som gir beste tilpasning for alle de fire midlene. Imidlertid viser kjikvadrat testen generelt liten forskjell mellom de ulike modellene som er testet (data ikke vist). Alle kjikvadrat målingene viser mindre enn 15 % avvik fra modellberegningen og alle disse regnes dermed som godkjent i forhold til utvelgelseskriteriene.

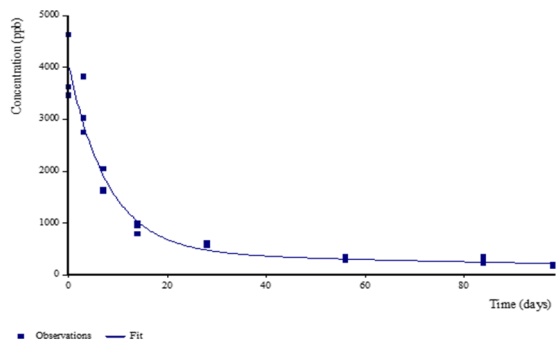
Tabell 26. Nedbrytingsdata fra utvalgte plantevernmidler inkludert i nedbrytningsforsøk, og nøkkelinformasjon om kinetikk modellene med beste tilpasning.

Plantevernmiddel eller metabolitt	DT ₅₀ (d)	DT ₉₀ (d)	Modell	Kjikvadrat test (%)	r ²	DT ₅₀ k1	DT ₅₀ k2
Cyazofamid	5,7	25,8	FOMC	1,8	0,998		
CCIM-met.	8,7	28,7	FOMC	12	0,961		
Fludioksonil	67,8	435	HS	4	0,846	36,5	158
Mandipropamid	93,9	312	SFO	1,5	0,978		
Pencycuron	6,5	34,1	DFOP	9,2	0,955	5,5	91,6

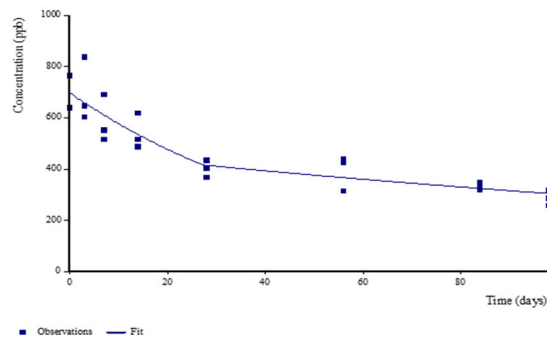
Pencycuron er det plantevernmidlet som beskrives dårligst med den utvalgte kinetikkmodellen (DFOP), mens mandipropamid beskrives svært godt med SFO modellen og beskrives med en jevn nedbryting (Tabell 26). Det kan for fludioksonil som beskrives godt med hockeystick (HS) og bifasisk modell, beregnes en nedbrytingskonstant k2 for andre fase på DT₅₀ k2=158 dager (Tabell 26). Pencycuron og cyazofamid brytes raskest ned (Tabell 26).

Figur 21 viser modelltilpasningen for de fire plantevernmidlene, og Figur 22 viser forløp for dannelsen av cyazofamid-metabolitten CCIM.

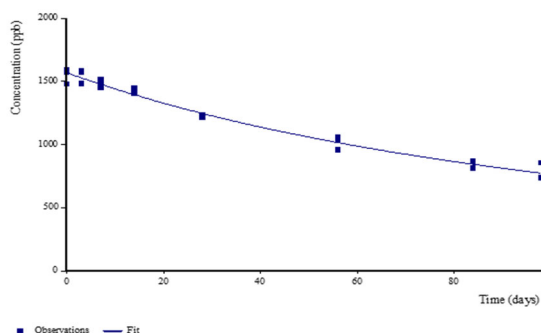
Det er ikke gjort noen nærmere vurdering av denne nedbrytningskinetikken sammenliknet med forventet forløp i vanlig jordbruksjord, men bi-fasisk nedbryting er av erfaring ikke forventet for flere av disse midlene. Dette kan tyde på at bindingen øker med (kontakt)tiden og at binding til biomiksen bidrar til en bifasisk nedbryting.



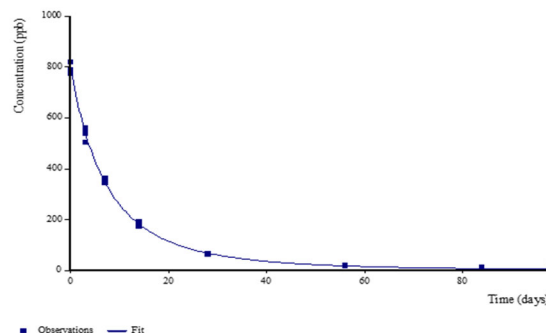
Figur 4. Nedbrytingskurve for pencycuron (DFOP-modell).



Figur 5. Nedbrytingskurve for fludioksonil (HS-modell).



Figur 6. Nedbrytingskurve for mandipropamid (SFO-modell).



Figur 7. Nedbrytingskurve for cyazofamid (FOMC-modell).

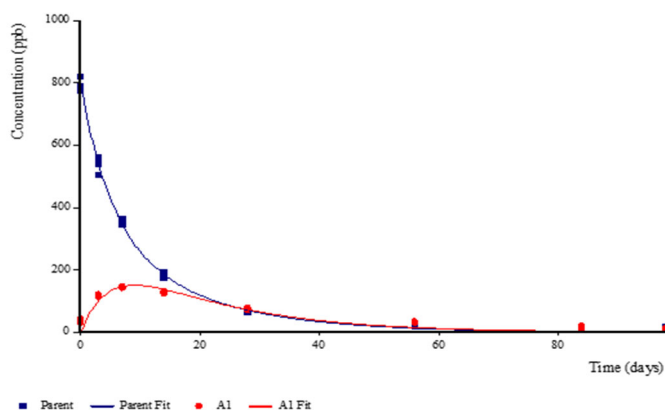


Figure 22. Nedbrytingskurve for cyazofamid og metabolitten CCIM (rød).

4 Oppsummering med anbefalinger

4.1 Renseeffekt og kapasitet

Resultatene av tre års forsøk med biofilteret viser at av de 30 ulike plantevernmidler blir 22 holdt godt tilbake/fjernet i biofilteret. Behandling i biofilteret reduserer konsentrasjonen av plantevernmidler i tilført vann/væske med mer enn 95 % totalt sett for alle de ulike plantevernmidlene håndtert på plattformen ved anlegget. Dette gir generelt lave konsentrasjoner i vannet som sprøytes ut på grasdekt mark etter sirkulering i biofilteranlegget.

Dersom en ikke tar hensyn til imidakloprid som ikke lenger er i bruk, er den gjennomsnittlige konsentrasjonen for alle brukte plantevernmidler fra biofilteret 3,35 µg/L (tall fra 2019). Til sammenligning er konsentrasjonen i sprøytevæska for cyazofamid i sprøytetanken på traktoren ved normal dose mot tørråte i potet 0,4 g/L eller 400 000 µg/L.

Noen hovedresultater er oppsummert punktvis under:

- En rekke av plantevernmidlene påvist i oppsamlingstanken ble kun påvist et fåtall ganger i vannprøvene ut fra biofilteret. Disse var aklonifen, azoksystrobin, benzovindiflupyr, biksafen, cyazofamid, fenamidon, kvizalofop, MCPA, propikonazol, pyraklostrobin, trifloksystrobin, tribenuron-metyl og trineksapak-etyl.
- Plantevernmidlene glyfosat, clomazon, difenokonazol, fludioksonil, mandipropamid, metalaksyl, pencycuron, protiokonazol-destio og tiakloprid ble påvist regelmessig i vannprøvene ut fra biofilteret, men renseseffekten i filteret var på mellom 96 og 99.9%.
- Plantevernmidler med en renseseffekt i biofilteret på mellom 70 og 95% inkluderte fluroksypyr, imidakloprid, klopyralid, metalaksyl og metribuzin. Imidakloprid ble påvist i høye konsentrasjoner i oppsamlingstanken slik at 70 % reduksjon fortsatt ga en høy konsentrasjon ut av filtret. Til sammenlikning ble klopyralid påvist i relativt lave konsentrasjoner i oppsamlingstanken, og dette ga svært lave UT konsentrasjoner ved 70 % reduksjon.
- Noen midler danner nedbrytingsprodukter som viser høyere konsentrasjoner ut fra biofilteret enn morstoffet. Dette gjaldt i våre forsøk metabolittene fludioksonil-CGA192155, fluroksypyr, metalaksyl-metabolitt, metribuzin-DA og tiakloprid-M02
- Laboratorieforsøkene viser at biofiltermaterialet hovedsakelig gir økt binding og økt nedbryting i forhold til vanlig jord, noe som reduserer risiko for punktkilder av plantevernmidler ut fra biofilteret.
- Etter fire års bruk er det ingen indikasjon på at kapasiteten til biofilteret overskrides. Det har ikke vært noen vesentlig økning i målte konsentrasjoner av plantevernmidler ut fra biofilteret i forsøksperioden. Flere land anbefaler kompostering av filtermassen etter 5 års bruk. Videre utprøving kan gi svar på kapasiteten til filtermaterialet.
- Biokullet ser ut til å øke bindingen til de aller fleste middel. Noen unntak i våre forsøk var tebukonazol og nedbrytingsproduktet metribuzin-DA. Restnivåene av midlene difenokonazol, imidakloprid, fludioksonil, mandipropamid og pencycuron var 3 til 30 ganger høyere i biokull sammenlignet med gjennomsnittsverdier for biomiksen i biofilteret totalt sett og indikerer en høy sorpsjonskapasitet for plantevernmidler i biokull. Biokull vil være en viktig komponent for optimal funksjon av et slikt anlegg i daglig drift.
- Resultatene indikerer at plantevernmidler som benyttes i høye konsentrasjoner eksempelvis ifbm. beising av potet kan utgjøre en utfordring for anlegget.

4.2 Anbefalinger

Tiltak for å sikre god effektivitet av biofilteret inkluderer:

- Unngå plantevernmidler som renses dårlig i biofilteret og har særlig høye konsentrasjoner i vannet ut fra biofilteret. Disse midlene har også større risiko for utlekking til drens og grunnvann ved normal bruk og utgjør dermed en miljørisiko. Biokull eller annet materiale med god binding bør tilsettes filteret før tilførsel av utfordrende midler. Dette vil øke bindingskapasiteten i biofilteret.
- Resirkulering i biofilteret ser ut til å ha liten effekt på konsentrasjonene i vannet ut av biofilteret. Det kan dermed etableres en praksis med mer eller mindre kontinuerlig pumping fra oppsamlingstank, gjennom biofilteret og ut til grasdekt område i perioder med mye vaskeaktivitet på plassen. I tørre perioder anbefales imidlertid resirkulering for å hindre uttørring av biofiltermassen.

Tiltak for å sikre at anlegget skal ha best mulig kapasitet inkluderer:

- Kapasiteten og effektiviteten i biofilteret forutsetter at rent vann (regn- og smeltevann, vask av annet utstyr uten plantevernmidler) ikke tilføres og derfor må dette ledes utenom oppsamlingstankene. Det må dermed lages et system for å kunne lede rent vann utenom systemet, eller bygges tak over vaskeplassen/betongplattingen og biofilteret.
- Biofilter materialet vil gradvis brytes ned og det anbefales påfyll hvert år.

Andre hensyn:

- For å redusere behovet for støping og størrelsen av plata for å samle opp vann finnes det løsninger (renner) der sprøytebommen kan slås ut og samle opp vaskevannet (Figur 23)



Figur 23. Renner for å samle opp vaskevann når bommen er slått ut på sprøyta (Foto: T. Meadows)

5 Referanser

- Bechmann, M., Stenrød, M., Greipsland, I., Hauken, M., Deelstra, J., Eggestad, H.O., Tveiti, G., 2017. Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Sammenragsrapport fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992-2016. NIBIO Rapport 3 (71).
- Castillo, M.d.P., Torstensson, L., Stenström, J., 2008. Biobeds for environmental protection from pesticide use: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56:6206-6219.
- Eklo, O.M., Kværner, J., Solbakken, E., Solberg, I., Sorknes, S., 2002. Potetdyrking og forurensning av grunnvann med plantevernmidler. *Grønn forskning* 46/2002.
- Eklo, O.M., 2016. Framdriftsrapport «Plantevernmidler i grunnvann og verktøy for tiltak». Intern rapport til Landbruksdirektoratet.
- Eklo, O.M., Kværner, J., Solbakken, E., Lågbu, R., Odenmarck S.R., Bolli, R., Almvik M., og Solberg, I., 2019. Plantevernmidler i grunnvann og verktøy for tiltak. Rapport fra et prosjekt finansiert av Landbruksdirektoratets Klima- og miljøprogram. NIBIO Rapport 5 (92).
- Eriksson, A-M., Nilsson, E., Svensson, S.A., 2004. Identifisering av punktkällor till föroreningar av vatten vid hantering av bekämpningsmedel. Rapport 2004:2, SLU Alnarp, Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik. ISSN 1652-1552
- FOCUS, 2006. Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration. Report of the FOCUS Work Group on Degradation Kinetics, EC Document Reference Sanco/10058/2005 version 2.0, 434 pp
- Fogg, P., Boxall, A.B.A., Walker, A., Jukes, A.A., 2004. Degradation and leaching potential of pesticides in biobed systems. *Pest Management Science* 60: 645-654.
- Helweg, A., Brüsch, W., Jacobsen, O.S., Spliid, N.H., Hansen, S.U., Laier, T., 1999. Pesticider i punktkilder. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen Nr. 51, 76 s.
- Helweg, A., Spliid, N.H., Petersen, P.H., Rüegg, K., Hansen, L.S., Holst, C., Kjølholt, J., Jensen, P.K., Bromand, B., Heinrichson, K., Binder, A., Larsen, U.P., Linde, K.M., Nielsen, A., Torstensson, L., 2005. Udarbejdelse af praktiske retningslinier for forebyggelse af forurening af små vandforsyninger i forbindelse med håndtering af pesticider i landbruget. Miljøprojekt 999 2005, Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, Danmark.
- Helweg, A., Bay, H., Hansen, H.P.B, Rabolle, M., Sonnenborg, A., Stenvang, L., 2002. Pollution at and below sites used for mixing and loading of pesticides. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 82: 583-590.
- Henriksen, V. V., Helweg, A., Spliid, N. H., Felding, G., Stenvang, L., 2003. Capacity of model biobeds to retain and degrade mecoprop and isoproturon. *Pest Management Science* 59, 1076-1082.
- Hessel, K., Kreuger, J., Ulén, B., 1997. Kartläggning av bekämpningsmedelsrester i yt-, grund- och regnvatten i Sverige 1985-1995. Resultat från monitoring och riktad provtagning. *Ekohydrologi* 42, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, 37 s.
- Husby, J., 2016. Presentasjon European Biobed Workshop 27-29 September 2016, Throws farm, Great Dunmow, Essex
- Jensen, P.K., Spliid, N.H., 2004. External deposits of different pesticides on field sprayers. *Aspects of Applied Biology* 71: 365-370.

- Kværner, J., O.M. Eklo, E. Solbakken, I. Solberg og S. Sorknes., 2014. An integrated approach for assessing influence of agricultural activities on pesticides in a shallow aquifer in south-eastern Norway. *Science of the Total Environment* 499, 520–532.
- Lewis, K.A., Tzilivakis, J., Warner, D. and Green, A. (2016) An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4), 1050-1064. DOI: 10.1080/10807039.2015.1133242.
- Miljøstyrelsen København, 2016. Vejledning til vaskepladsbekendtgørelsen. ISBN 978-87-93435-91-9
- NAFTA, 2011. Guidance for Evaluating and Calculating Degradation Kinetics in Environmental Media. December 2011. NAFTA Technical Working Group on Pesticides. Available at: <http://www.epa.gov/oppfead1/international/naftatwg/guidance/degradation-kin.pdf> (Accessed March 16, 2015).
- Ramwell, C.T., Johnson, P.D., Boxall, A.B.A., Rimmer, D.A., 2004. Pesticide residues on the external surfaces of field-crop sprayers: environmental impact. *Pest Management Science* 60: 795-802.
- Ramwell, C.T.; Leak, J., Cooper, S.E., Taylor, W.A., 2007. The potential environmental impact of pesticides removed from sprayers during cleaning. *Pest Management Science* 63: 1146-1152.
- Roseth, R., 2012. Veksthus med produksjon av potteplanter - plantevernmidler i avrenning, avfall og grunnvann. *Bioforsk rapport Vol 7 nr. 26*.
- Spliid, N.H., Helweg, A., Heinrichson, K., 2006. Leaching and degradation of 21 pesticides in a full-scale model biobed. *Chemosphere* 65:2223-2232.
- Stenrød, M., Eklo, O.M., Bolli, R., Romstad, E., 2013. Punktkilder av plantevernmidler. Kartlegging, risikovurdering og mulige tiltak. *Bioforsk Rapport Vol 8 nr. 101*.
- Torstensson, L. and Castillo, M. D. P., 1997. Use of biobeds in Sweden to minimize environmental spillages from agricultural spraying equipment. *Pesticide Outlook* 8, 24-27. 1997.
- Torstensson, L., 2000. Experiences of biobeds in practical use in Sweden. *Pesticide Outlook* 11 (5):206-211.
- Wiren-Lehr, S., Castillo, M. D. P., Torstensson, L., Scheunert, I., 2001. Degradation of isoproturon in biobeds. *Biology and Fertility of Soils* 33, 535-540.
- Aarstad, P.A., Bjørlo, B., 2016. Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2014. *SSB Rapporter 2016/02*.

6 Vedlegg

6.1 Vedlegg 1 - Hias kompost

Reg. nr. Mattilsynet:	4348
Varetype:	Kompost
Bruksområde:	Råvare og jordforbedringsmiddel
Sammensetning:	30 % avløpsslam 70 % hageavfall
Kvalitetsklasse:	Klasse II
Stabiliseringsmetode:	rankekompostering
Hygieniseringsmetode:	over 50 grader i minimum 3 uker (hindrer ugrassfrø) (slamkomponent allerede hygienisert ved termisk Hydrolyse 160 grader c x 20 min)

Fysiske og kjemiske egenskaper:

Tørrstoff (TS):	ca 40	%
Organisk stoff :	ca 45	% av TS
pH:	ca 7	
Elektrisk konduktivitet:	ca 55	mS/m

Næringsstoffer (totalinnhold):

Kjeldahl-N:	ca 20	g/kg TS
Ammonium-N (NH ₄):	ca 0,02	g/kg TS
Nitrat-N (NO ₃):	ca 0,5	g/kg TS
Fosfor (P):	ca 11	g/kg TS
Kalium (K):	ca 2,3	g/kg TS
Kalsium (Ca):	ca 16	g/kg TS

Tungmetaller:

klasse II

			Grense
Kadmium (Cd):	ca 0,85	mg/kg TS	2
Bly (Pb):	ca 16	mg/kg TS	80
Kvikksølv (Hg):	ca 0,2	mg/kg TS	3
Nikkel (Ni):	ca 18	mg/kg TS	50
Sink (Zn):	ca 296	mg/kg TS	800
Kobber (Cu):	ca 110	mg/kg TS	650
Krom (Cr):	ca 18	mg/kg TS	100

Hias IKS er sertifisert etter : **NS - EN ISO 14001**

Sikkerhet:

Det settes ingen krav til merking av dette produktet.

Anbefalt oppbevaring:

Det anbefales at Hias-kompost lagres i friluft.

Bruksbegrensninger:

Produktet kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 2 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet.

Anbefalt bruk:

Komposten har høyt innhold av organisk material og er egnet som både jordforbedringsmiddel, gjødseltilskudd og som råvarekomponent i jordblanding. Komposten vil gi stabil jordstruktur, god evne til å holde på vann og en rikere mikrofauna og dermed bedre motstandsevne mot plantesykdommer. Strukturen gir gode egenskaper i jordblandinger mtp erodering og kan nyttes for eksempel i veiskråninger.

De følgende anbefalte kompost mengder er beregnet for leirjord:Plen.

Komposten innarbeides i jorda i volumforholdet 1:2 i de øverste ca. 10-15 cm.

Blomsterbed.

Komposten innarbeides i jorda i volumforholdet 1:3 i de øverste 20-25 cm. Tilsvarende blandingsforhold egner seg også godt i blomsterpotter og kasser.

Grønnsaker.

Blandingsforholdet er som for plen: 1 del kompost til 2 deler jord.

Innblandingsdybden avhenger noe av grønnsakstypen, men bør være på minst 25 cm.

Komposten er produsert av Hias IKS, Heggvin Avfall og gjenvinning, Arnsetvegen 41, 2324 Vang. Tlf.:41409396

INVESTIGATION REPORT

Customer name/address:	REFERTIL 289785 EU FP7 Brussels
Project ID:	Refertil P5-UNITO 289785 (2013/K/01428)
Sample ID / sample type:	PYREG biochar / biochar
Sampling organization / date of sampling:	University of Torino / March 05, 2013 (not accredited sampling)
Type of sample holder / quantity / conservation:	Plastic bag / 1000 g / cooled
Date received:	March 14, 2013 14:00
Beginning / end of analysis:	March 26, 2013 – April 12, 2013
Comment: Pyreg (Germany), used for experimental trials WP3	

Analytical results

Component	Result	Limit value ^{\$}	Method applied
> 6.3 mm	0.5%		CEN/TS 15415:2006
3.15 mm - 6.3 mm	24.2%		
2 mm - 3.15 mm	7.1%		
1.6 mm - 2 mm	20.9%		
1 mm -1.6 mm	4.9%		
0.63 mm - 1 mm	17.0%		
0.1 mm - 0.63 mm	25.3%		
< 0.1 mm	0.1%		
Bulk density	260 kg/m ³		CEN/TS 15401:2006
Dry matter	74.71%		MSZE 21420-18:2005
Ignition residue (ash) of dry matter	65.29%	max. 85%	MSZ EN 15169:2007
pH	9.39		MSZ ISO 10523:2003
pH of ash	12.8		MSZ ISO 10523:2003
Total carbon	81.0%		MSZ EN 15407:2011
Total nitrogen [#]	<0.08%		DIN ISO 11261 1997-05
TOC [#]	67.9%		DIN ISO 10694 1996-08
C/N ratio [#]	>849		-
Iodine number	130 mg/g		ASTM D4607-94
Cation exchange capacity (CEC)	<1 meq/100 g		EPA Method 6020A:2007

Component	Result	Limit value ^s	Method applied
Silver	<0.9 mg/kg		EPA Method 6010C:2007 EPA Method 6020A:2007
Aluminum	6000 mg/kg		
Arsenic	<5 mg/kg		
Barium	134 mg/kg		
Berillium	<50 mg/kg		
Calcium	17000 mg/kg		
	2.38% CaO		
Cadmium	<1 mg/kg	1.5 mg/kg	
Cobalt	2 mg/kg		
Chromium	26 mg/kg	100 mg/kg	
Copper	28 mg/kg	100 mg/kg	
Iron	3800 mg/kg		
Mercury	<1 mg/kg	1 mg/kg	
Potassium	7000 mg/kg		
	0.84% K ₂ O		
Lithium	<200 mg/kg		
Magnesium	3000 mg/kg		
	0.50% MgO		
Manganese	1520 mg/kg		
Molybdenum	3 mg/kg		
Sodium	1000 mg/kg		
	0.13% Na ₂ O		
Nickel	17 mg/kg	50 mg/kg	
Phosphorus	1600 mg/kg		
	0.37% P ₂ O ₅		
Lead	7 mg/kg	120 mg/kg	
Sulfur	<1000 mg/kg		
Antimony	<5 mg/kg		
Selenium	<1 mg/kg		
Silicon	17500 mg/kg		
Tin	2 mg/kg		
Strontium	80 mg/kg		
Thallium	<1 mg/kg		
Thorium	<1 mg/kg		
Vanadium	9 mg/kg		
Zinc	176 mg/kg	400 mg/kg	
Naphthalene*	0.55 mg/kg		MSZ 21978-40:1999
1-Methylnaphthalene*	<0.02 mg/kg		
2-Methynaphthalene*	<0.02 mg/kg		
Acenaphthylene*	<0.02 mg/kg		
Acenaphthene*	<0.02 mg/kg		

Component	Result	Limit value ^s	Method applied
Fluorene*	<0.02 mg/kg		MSZ 21978-40:1999
Phenanthrene*	0.12 mg/kg		
Anthracene*	0.02 mg/kg		
Fluoranthene*	0.02 mg/kg		
Pyrene*	<0.02 mg/kg		
Benzo[a]anthracene*	<0.02 mg/kg		
Benzo[b]fluoranthene*	<0.02 mg/kg		
Chrysene*	<0.02 mg/kg		
Benzo[k]fluoranthene*	<0.02 mg/kg		
Benzo[e]pyrene*	<0.02 mg/kg		
Benzo[a]pyrene*	<0.02 mg/kg		
Indeno[1,2,3-cd]pyrene*	<0.02 mg/kg		
Dibenzo[a,h]anthracene*	<0.02 mg/kg		
Benzo[ghi]perylene*	<0.02 mg/kg		
Sum of PAH (19) (a)*	0.71 mg/kg	6 mg/kg	
PCB 28	<0.01 mg/kg		MSZ 21470-98:2002
PCB 52	<0.01 mg/kg		
PCB 101	<0.01 mg/kg		
PCB 118	<0.01 mg/kg		
PCB 138	<0.01 mg/kg		
PCB 153	<0.01 mg/kg		
PCB 180	<0.01 mg/kg		
Sum of PCB (7) (a)	- mg/kg	0.2 mg/kg	
Volatile organic compounds*:			EPA Method 8260C:2006
N.D.	-		
Semivolatile organic compounds*:			
Aliphatic/alicyclic hydrocarbons in the C10-C32 range	1400 mg/kg**		EPA Method 8270D:2007
Aliphatic amides	320 mg/kg**		
2,3,7,8-TCDD [#]	<1 ng/kg		DIN 38414-24 (S24) 2000-10
1,2,3,7,8-PeCDD [#]	<2 ng/kg		
1,2,3,4,7,8-HxCDD [#]	<3 ng/kg		
1,2,3,6,7,8-HxCDD [#]	<3 ng/kg		
1,2,3,7,8,9-HxCDD [#]	<3 ng/kg		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD [#]	<15 ng/kg		
OctaCDD [#]	<50 ng/kg		
2,3,7,8-TCDF [#]	<2 ng/kg		
1,2,3,7,8-PeCDF [#]	<2 ng/kg		
2,3,4,7,8-PeCDF [#]	<2 ng/kg		
1,2,3,4,7,8-HxCDF [#]	<3 ng/kg		

Component	Result	Limit value ^s	Method applied
1,2,3,6,7,8-HxCDF [#]	<3 ng/kg		DIN 38414-24 (S24) 2000-10
2,3,4,6,7,8-HxCDF [#]	<3 ng/kg		
1,2,3,7,8,9-HxCDF [#]	<3 ng/kg		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF [#]	<15 ng/kg		
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF [#]	<15 ng/kg		
OctaCDF [#]	<50 ng/kg		
TEQ (WHO 2005) excl. QL [#]	ng/kg		
TEQ (WHO 2005) incl. ½ QL [#]	3.22 ng/kg		
TEQ (WHO 2005) incl. QL [#]	6.44 ng/kg	30 ng/kg	
Salmonella [#]	negative / 25 g	negative / 25 g	MSZ 21978-53:1994
<i>Nutrient content</i>			
Nitrite (KCl)	0.20 mg/kg		MSZ 20135:1999 (leaching tests)
Nitrate (KCl)	<10 mg/kg		
Sulfate (KCl)	183 mg/kg		
Potassium (AL)	474 mg/kg		
	0.06% K ₂ O		
Potassium (DW)	3510 mg/kg		
	0.43% K ₂ O		
Sodium (AL)	30 mg/kg		
	<0.01% Na ₂ O		
Phosphorus (AL)	90.8 mg/kg		
	0.02% P ₂ O ₅		
Phosphorus (Olsen)	136 mg/kg		
	0.03% P ₂ O ₅		
Phosphorus (CA)	1130 mg/kg		
	0.26% P ₂ O ₅		
Phosphorus (NAC)	818 mg/kg		
	0.19% P ₂ O ₅		
Phosphorus (DW)	81 mg/kg		
	0.02% P ₂ O ₅		
Magnesium (KCl)	54.8 mg/kg		
	0.01% MgO		
Magnesium (DW)	<90 mg/kg		
	<0.02% MgO		
Sulfur (KCl)	84.0 mg/kg		
Copper (EDTA)	<0.06 mg/kg		
Zinc (EDTA)	5.42 mg/kg		
Manganese (EDTA)	<0.06 mg/kg		
Iron (LE)	111 mg/kg		
Calcium (LE)	9640 mg/kg		
	1.35% CaO		

WESSLING Hungary Kft.
 H-1047 Budapest, Főti út 56.
 H-1325 Budapest, Újpest 1. Pf. 211
 Tel./Fax: (+36 1) 272 2100, (+36 1) 435 0101
 www.wessling.hu

Component	Result	Limit value [§]	Method applied
Calcium (DW)	180 mg/kg		MSZ 20135:1999 (leaching tests)
	0.03% CaO		
Silicon (LE)	147 mg/kg		
Boron (LE)	5.0 mg/kg		
Molybdenum (LE)	0.50 mg/kg		

Leaching solutions:

AL – ammonium lactate, DW – distilled water, CA – citric acid, NAC – neutral ammonium citrate, LE – Lakanen-Erviö

[§] Technical report for End-of-waste criteria on Biodegradable waste subject to biological treatment, Third Working Document, August 2012, IPTS, Seville, Spain

* The sample was extracted with carbon disulfide during sample preparation.

** In hexadecane equivalent.

Subcontractor.

Results are calculated on dry matter.

Instruments used: *HP-6890-GCMS_02-5973; HP-6890-GCMS_03-5973; HP-6890-GCMS_06-5973; Metrohm 850 Professional IC; Multi EA 4000 elemental analyzer; PB-11 pH measurement unit; PE ELAN DRC II ICP-MS 01; PE Optima 7000 DV ICP-OES 01; UV/VIS Evolution300*



Dr. Zsolt Hantosi
 Dep. Head of Laboratory

In the case of samples not taken by the laboratory, results refer only to the samples delivered to the laboratory.
 The report shall not be reproduced except in full without the written approval of WESSLING Hungary Ltd.

6.3 Vedlegg 3 - Beiseløsningen

Prestige (blanding 1) inneholder to aktive stoffer; pencycuron (250 g/L) og imidakloprid (120 g/L). Konsentrasjonen av de aktive stoffene i blanding 1 skulle derfor bli: Prestige vil inneholde 250 g/L pencycuron i 500 mL preparat, som gir 125 g pencycuron etter at 500 ml preparat er tilsatt 500 ml vann. Prestige vil inneholde 120 g /L imidakloprid i 500 mL som gir 60 g aktiv ingrediens i 1 L væske.

I blanding 2 er det 400 mL Prestige og 250 mL Maxim og resten vann: Prestige vil inneholde 250 g/L pencycuron i 400 mL som gir 100 g a. i. fordelt på 1 L væske. Prestige vil inneholde 120 g/L imidakloprid i 400 mL som gir 48 g a. i. fordelt i 1 L. Maxim vil inneholde 100 g/L fludioksonil i 250 mL som gir 25 g a. i. fordelt i 1 L væske.

I 2017 og 2018 ble det beiset ca. 32 tonn settepotet der cirka halvparten ble beiset med 16 L beisevæske av blanding nr.1 . Totalt blir dette 16 x 125 g pencycuron og 16 x 60 g imidakloprid. Samme mengde med settepotet blir beisa med beisevæske blanding nr. 2. Totalt skulle bidraget fra denne blandingen bli 16 x 100 g pencycuron og 16 x 48 g imidakloprid fra Prestige og fra Maxim 16 x 25 g fludioksonil. Danske undersøkelser har vist at beising på rullebord avsettes 90 – 95 % av beisemidlet på knollene (Bødker, 2011).

Totale mengder plantevernmidler fra beisinga: Pencycuron 3600 g, imidakloprid 1728 g og fludioksonil 400g. Dersom 5-10 % av dette går ut i vaskevannet som ikke fester seg til potetene skulle dette tilsvare 180 -360 g pencycuron, 86.4 - 172.8 g imidakloprid og 20 - 40 g fludioksonil. Dersom dette beisemidlet blir ført til oppsamlingstanken som maksimalt tar 2000 L vil den teoretiske konsentrasjonen i tanken da bli 0.09- 0.18 g/L, 0.043-0,086 g/L og 0.01-0.02 g/L av henholdsvis pencycuron, imidakloprid og fludioksonil. Målingene av vannet som ble pumpet inn i biofilter anlegget i 2017 var 0.037 g/L, 0.022 g/L og 0.0018 g/L av henholdsvis pencycuron, imidakloprid og fludioksonil.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.