

---

*Sluttrapport for prosjektet «Vegetasjonssoners effekt på  
avrenning av plantevernmidler»*

---



Skibekken/Finstadbekken – Foto: Sommerseth Design for PURA



Foto: Roger Holten, NIBIO

# 1. Introduksjon

Effekten av vegetasjonssoner på avrenningen av plantevernmidler er lite undersøkt under norske forhold. Hovedmålet med prosjektet va å øke kunnskapen om effektiviteten av vegetasjonssoner til å redusere avrenning av plantevernmidler under norske forhold samt å generere data som kan benyttes i valideringen av en modell som er under utvikling. Vi har i dette prosjektet gjennomført feltforsøk med grasdekte vegetasjonssoner og undersøkt tilbakeholdelse av et utvalg mye brukte plantevernmidler. Resultatene gir oss kunnskap om effektiviteten av og transportprosesser i vegetasjonssonene, samt om plantevernmidlenes egenskaper har betydning for hvordan de oppfører seg i en slik vegetasjonssone, med tanke på binding, nedbrytning og transport.

# 2. Mål og resultater

## Mål

Hovedmålet med prosjektet er å bidra til mer miljøvennlig og bærekraftig planteproduksjon.

Dette er søkt oppnådd gjennom følgende resultatmål:

- Økt kunnskap om hvordan klimaforhold (avrenningsforhold) påvirker effektiviteten av grasdekte vegetasjonssoner som tiltak for tilbakeholdelse av plantevernmidler.
- Økt kunnskap om tilbakeholdelse av ulike grupper av plantevernmidler i grasdekte vegetasjonssoner.
- Generere avrenningsdata som kan brukes i testing/validering av en modell som er under utvikling og som er planlagt brukt for å estimere effekten av ulike vegetasjonssoner under norske forhold.
- Avdekke kritiske kunnskapsbehov for å sikre optimal implementering av vegetasjonssoner som tiltak mot arealavrenning av plantevernmidler.

## Resultater og diskusjon

### *Overflateavrenning – bromid og plantevernmidler*

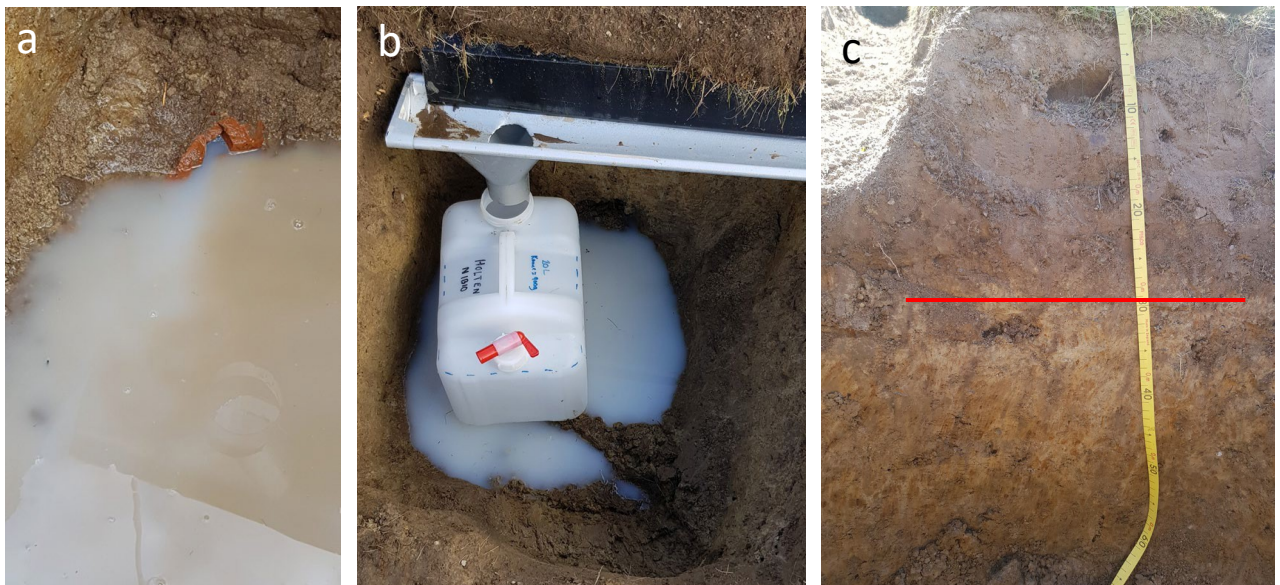
I forsøkene ble det ikke generert overflateavrenning av betydning til tross for at det ble tilsatt et stort volum vann på hver av de 4 testrutene på 3x6 meter (ca 1000 liter). I to av rutene så man at det aller meste av vannet infiltrerte og piplet ut større porer eller rant ut langs et leirlag på ca 30 cm dyp eller via drenerør på ca 70 cm. Lite vann ble samlet opp i rennene som lå i overflaten. Det var indikasjoner på at den tilsatte løsningen lekket gjennom jordprofilene i feltene i konsentrasjoner nær konsentrasjonene i det tilsatte vannet. Det ble tatt prøver av vannet som samlet seg i grøftene under oppsamlingsrennene med jevne mellomrom. I de to andrerutene infiltrerte så godt som alt vannet og man fikk samlet svært få prøver. Det viste seg at dette feltet var sammensatt av to ulike jordtyper (Tabell 4) med en mer leirholdig havavsetning (EKo6 – 16-25 % leir, 3-10 % sand) og en mer sandholdig strandavsetning (KSi3 – 7-8 % leir, 64-73 % sand) (NIBIO, 2021) og at grensen gikk mellom de valgte rutene. I den mer sandholdige jorda infiltrerte da det aller meste av vannet og få prøver ble samlet opp.

Den høye graden av infiltrasjon i alle rutene skyldes antakelig en veletablert makroporestruktur (Jarvis, 2020) i jordtypene i forsøket (Figur 1) samt at det til tross for vanning i forkant var tørre jordforhold under forsøkene (vanninnhold ca 30 % i de øverste ca 10 cm). Observasjonene var noe overraskende og indikerer at selv om store mengder forurenset vann kommer inn i en relativt fuktig vegetasjonssone, kan man få en stor grad av transport like under overflaten og via drenerør (Peyrard et al., 2016) (Brown et al., 1995).

Feltforsøket indikerer at en sone på 6 meter kan infiltrere alt vannet, men at vannet kan lekke ut likevel, enten direkte via f.eks. leirlag i undergrunnsjorda ut i f.eks. en grøftkant eller via drencsystemet (Figur 2).



**Figur 1:** Makroporer, markert med røde piler, bidrar til rask transport av vann nedover i jorda.



**Figur 2:** a) Blakket vann med plantevernmidler kom ut via gamle, ødelagte drencrør. b) Lite vann fant veien ned i oppsamlingsrennene, men infiltrerte ned i jorda og kom ut enten via drencrør eller c) langs tettere jordlag på ca 30 cm dyp (markert med rød strek).

#### *Konsentrasjoner av plantevernmidler i sigevann og grøftevann*

Analysene av tankløsningene viste at man for benzovindiflupyr, klopyralid og MCPA lå på 77-93 % av den teoretiske konsentrasjonen, dvs i riktig konsentrasjonsområde. Konsentrasjonen av fluroksypyr i tankene var svært lave og gjenfinningen i grøftevann etc blir dermed svært usikker (0.4-0.5 %). Årsaken til dette er at det ble analysert for fluroksypyr og ikke fluroksypyr-meptyl. Meptylesteren spaltes av i jord, men ikke i vann. I dette tilfellet ble antakelig ikke meptylesteren spaltet av i jorda

heller, og dermed ble ikke riktig forbindelse plukket opp i analysene.

Protiokonazol brytes raskt ned (PPDB: DT50felt = 0.5-1.4 dager) og det analyseres for metabolitten Protiokonazol-desthio isteden, både i vannet i tankene og i de oppsamlede sigevannsprøvene. I dette tilfellet ser man at konsentrasjonen av metabolitten når opp i 19-22 % av den teoretiske konsentrasjonen av morstoffet. Trifloksystrobin er et utfordrende stoff å analysere, så her er resultatene noe mer varierende, med et nivå i tankene på 21-67 % av det teoretiske nivået.

Vannprøver ble samlet opp av overflateavrenningen i tilfellene der dette inntraff, mens vann ellers ble samlet opp fra grøfta under oppsamlingsrennene og i et tilfelle direkte fra et ødelagt drenerør. De målte konsentrasjonene ble så sammenlignet med konsentrasjonene i nullprøvene tatt direkte fra plantevernløsningene i vanntankene før forsøket startet. Generelt så man at de målte konsentrasjonene var relativt høye (Tabell 1) og i mange tilfeller opp i 50-60 % av de tilførte konsentrasjonene (Tabell 2). I noen tilfeller var konsentrasjonene nær de tilsatte med målte konsentrasjoner på over 80 % av de tilsatte konsentrasjonene, noe som indikerer infiltrasjon og transport av høye konsentrasjoner av plantevernmidler nedover i jorda.

Ut fra målingene er det vanskelig å se noe klart system eller mønster. Man ser f.eks. ikke noen klar konsentrasjonstopp som indikerer en væskefront som kommer gjennom jorda. Konsentrasjonene er relativt jevne så lenge prøver ble samlet opp, noe som indikerer en jevn strøm av plantevernmidler gjennom jorda. Man kan også se noe høyere konsentrasjoner for flere stoffer i både de få overflatevannprøvene man fikk samlet opp og i grøftevannet fra rute 2 sammenlignet med grøftevannet i rute 1. Dette til tross for at rute 1 ble pløyd og harvet for å fungere som en kontroll og jordstrukturen i toppjorda dermed ble løsere. Dette kan skyldes at man her kuttet makroporer og dermed hindret rask nedvasking på samme måte som i ruta med intakte makroporer fra overflaten og nedover.

Svært få prøver ble samlet opp fra rute 3 og 4. I disse rutene infiltrerte det aller meste av vannet og forsvant nedover i profilet, evt ut med drenerør. I disse rutene var jorda under ploglaget noe mer sandig, uten det samme leirlaget ved 30 cm som man så i de andre to rutene.

Selv om forsøket gikk over kort tid, dvs ca en dag, kan ikke faktorer som aerob mikrobiell nedbrytning, fotolyse, hydrolyse eller binding til jord, utelukkes. Alle disse faktorene kan være med å forklare at man finner igjen lavere konsentrasjoner i sigevann og grøftevann enn det man tilsatte i utgangspunktet. I tillegg vil man selvsagt ha en viss fortykning i jordvannet. På grunn av at vannet gikk forbi det opprinnelig planlagte oppsamlingssystemet, ble prøver tatt fra selve grøftene med mer eller mindre jevne mellomrom. Grøftene ble tømt for hver gang en prøve ble tatt, men restvannet ble ikke samlet opp pga de store mengdene. Det foreligger derfor ingen mulighet til å beregne en massebalanse i dette forsøket.

**Tabell 1:** Konsentrasjoner av plantevernmidler i avrenning og sigevann/grøftevann fra vegetasjonssoner i forsøk med simulert overflateavrenning. Den teoretiske utgangskonsentrasjonen for morstoffet, i mg/L, står i parentes i hver kolonneoverskrift.

	id	Tid	Benzovindiflupyr, mg/L (94)	Clopyralid, mg/L (100)	Fluroxyppyr, mg/L (200)	MCPA, mg/L (1000)	Prothioconazole -desthio, mg/L (350)	Trifloxystrobin, mg/L (300)
<b>Tank 1</b>	1		80	88	0.9	927	77	196
<b>Tank 2</b>	3		73	86	0.7	883	65	62
<b>Tank 3</b>	5		80	86	0.7	900	76	202
<b>Tank 4</b>	7		75	91	0.8	936	74	102
<b>Rute 1, ktrl., overflatevann</b>	9	12:50	18	34	0.81	264	9	32
	10	13:45	12	40	0.69	325	8	5
	11	14:45	18	57	0.86	460	10	14
	12	15:40	15	49	1.00	385	8	7
<b>Rute 1, ktrl., drensrør</b>	13	10:58	19	31	0.42	274	12	4
<b>Rute 1, ktrl., grøft</b>	14	10:42	21	28	0.46	262	11	67
	15	11:15	18	31	0.34	281	10	6
	16	11:45	19	31	0.37	249	9	72
	17	12:15	16	32	0.57	263	9	48
	18	12:45	14	35	0.52	290	9	4
	19	13:15	17	20	0.40	174	7	92
	20	13:45	12	10	0.29	91	5	25
	21	14:10	19	45	0.60	381	9	12
	22	14:25	10	27	0.50	225	5	2
	23	14:40	16	49	0.72	414	10	3
	24	15:15	14	50	0.74	383	8	6
<b>Rute 2 overflate</b>	25	11:45	24	56	1.19	472	17	17
	26	12:45	37	73	1.53	606	30	12
	27	13:45	26	70	1.20	606	22	7
	28	14:35	30	71	1.41	616	27	27
<b>Rute 2 grønft</b>	29	10:42	33	59	1.67	464	20	22
	30	11:15	27	44	1.05	335	18	17
	31	11:40	23	53	1.13	407	17	1
	32	12:15	22	54	0.94	440	12	1
	33	12:40	19	49	0.97	386	13	1
	34	13:15	26	60	1.03	489	15	22
	35	13:45	27	63	1.15	511	13	38
	36	14:15	24	65	1.07	540	12	12
	37	14:25	27	53	1.17	523	14	10
	38	14:34	22	60	1.17	493	12	32
<b>Rute 3 grønft</b>	39	14:35	15	74	1.05	492	6	27
<b>Rute 4 grønft</b>	40	13:35	14	40	0.49	295	6	0
	41	14:50	3	10	0.40	69	1	4

**Tabell 2:** Målte konsentrasjoner av plantevernmidlene i % av målt utgangskonsentrasjon i tankene.

	Prøve nr.	Benzovindiflupyr	Clopyralid	Fluroxypyr	MCPA	Prothioconazole-desthio	Trifloxystrobin
Rute 1, ktrl. overflatevann	9	24	38	104	29	13	23
	10	16	46	89	36	10	4
	11	24	65	111	51	13	10
	12	19	56	128	42	11	5
Rute 1, ktrl. drenerør	13	25	35	54	30	17	3
Rute 1 grøft	14	28	32	59	29	15	47
	15	24	36	44	31	14	4
	16	25	36	48	27	13	51
	17	21	37	73	29	12	34
	18	18	40	67	32	12	3
	19	22	23	51	19	9	66
	20	15	12	37	10	7	18
	21	25	51	77	42	12	9
	22	13	30	64	25	7	1
	23	21	56	93	45	14	2
	24	18	57	95	42	11	4
Rute 2 overflate	25	31	64	152	52	24	12
	26	48	84	196	67	42	9
	27	34	80	154	67	30	5
	28	40	81	181	68	37	19
Rute 2 grøft	29	42	67	214	51	28	15
	30	36	50	135	37	24	12
	31	30	61	144	45	24	1
	32	29	62	120	48	16	1
	33	24	56	124	42	17	1
	34	34	68	132	54	21	15
	35	35	72	147	56	17	27
	36	32	74	137	59	16	8
	37	35	61	150	57	19	7
	38	29	68	150	54	16	23
Rute 3 grøft	39	19	84	134	54	9	19
Rute 4 grøft	40	18	46	63	32	8	0
	41	4	12	51	8	2	3

#### Konsentrasjoner av bromid i sigevann og grøftevann

Bromid er en markør som ofte benyttes for å relativt enkelt vurdere vanntransport i jord. Bromid er vannløselig og inert og følger vannstrømmene uten å brytes ned eller bindes til partikler i særlig grad. De målte konsentrasjonene er en del lavere enn de man har i tanken, noe som indikerer at vannet fra tankene faktisk blir fortynnet til en viss grad på veien gjennom vegetasjonssonene og at det er en del vann til stede i jorda. Det er også her vanskelig å se noe bestemt mønster i konsentrasjonene, men det er en indikasjon at konsentrasjonene er høyere i grøftevannet fra kontrollruta, dvs den pløydte ruta. Dette er da motsatt av det man ser for plantevernmidlene.

**Tabell 3:** Målte konsentrasjoner av bromid i vannprøver fra vegetasjonssoner.

	Prøve nr	Tid	Br, ppm (µg/L)	% av kons. i tankblanding
<b>Tank 1</b>			6240	
<b>Tank 2</b>			6915	
<b>Tank 3</b>			6734	
<b>Tank 4</b>			7149	
<b>Rute 1 overflatevann</b>	<b>9</b>	12:50	2328	34
	<b>10</b>	13:45	3042	45
	<b>11</b>	14:45	2446	36
	<b>12</b>	15:40	3850	57
<b>Rute 1 drenerør</b>	<b>13</b>	10:58	2362	35
<b>Rute 1 grøft</b>	<b>14</b>	10:42	1684	25
	<b>15</b>	11:15	1928	29
	<b>16</b>	11:45	2282	34
	<b>17</b>	12:15	2530	37
	<b>18</b>	12:45	2788	41
	<b>19</b>	13:15	2372	35
	<b>20</b>	13:45	1646	24
	<b>21</b>	14:10	2706	40
	<b>22</b>	14:25	2742	41
	<b>23</b>	14:40	2288	34
	<b>24</b>	15:15	1612	24
<b>Rute 2 overflate</b>	<b>25</b>	11:45	3252	48
	<b>26</b>	12:45	3430	51
	<b>27</b>	13:45	2842	42
	<b>28</b>	14:35	3122	46
<b>Rute 2 grøft</b>	<b>29</b>	10:42	3396	50
	<b>30</b>	11:15	2152	32
	<b>31</b>	11:40	2074	31
	<b>32</b>	12:15	938	14
	<b>33</b>	12:40	1780	26
	<b>34</b>	13:15	1284	19
	<b>35</b>	13:45	1232	18
	<b>36</b>	14:15	1988	29
	<b>37</b>	14:25	1162	17
	<b>38</b>	14:34	1626	24
<b>Rute 3 grøft</b>	<b>39</b>	14:35	2182	32
<b>Rute 4 grøft</b>	<b>40</b>	13:35	2726	40
	<b>41</b>	14:50	314	5

#### *Estimering av sorpsjonskoeffisienter*

Sorpsjonskoeffisienter, Kd og Koc ble beregnet for alle stoffene som ble tilsatt i vegetasjonssonene for å kunne vurdere i hvor stor grad binding til jordpartikler kunne forklare de funnene som ble gjort. Sorpsjonskoeffisienten indikerer forholdet mellom mengden av et plantevernmiddel som er bundet

til partikler og mengden som er løst i vannfasen. Innholdet av organisk materiale i jorda kan ha betydning for sorpsjonen, noe som kan gi stor variasjon i sorpsjonskoeffisientene avhengig av jordtype. Dette tas ikke hensyn til i beregningen av sorpsjonskoeffisienten  $K_d$ , så det er ofte hensiktsmessig å regne om til koeffisienten  $K_{oc}$  som da tar hensyn til innholdet av organisk karbon ( $K_{oc} = K_d * 100 / \% \text{ org. C}$ ). Sammenlignet med resultatene oppgitt i PPDB, ligger verdiene generelt høyere, eller evt i den høyere enden av skalaen, i disse norske jordtypene (Tabell 4). Dette kan både skyldes høyere andel av leire og organisk materiale sammenlignet med jordtypene testet i sammenheng med godkjeningsvurderingene i EU.

**Tabell 4:** Sorpsjonsdata fra jordprøvene i Åsbakken samt verdier fra EUs PPDB.

	Beregnet i jord fra Åsbakken		PPDB	
	Kd (ml/g)	Koc (ml/g)	Kf <sup>a</sup>	Kfoc
Klopyralid	4.2	135	0.03-0.15	3.4-7.3
MCPA	13.7	174	0.05-1.99	38-157
Fluroksypyr <sup>b</sup>	n.a	n.a	0.11-1.9	51-81
Trifloksystrobin	149.8	4839	11.2-325	1642-3745
Benzovindiflupyr	236	7613	31.6-93.3	3172-4507
Protiokonazol-desthio	9.4	303	4.1-13.4	523-625

<sup>a</sup>  $K_d$  beregnes ut fra en lineær kurvetilpasning, mens  $K_f$  baseres på en logtransformasjon av det samme datasettet.  $K_f$  gir ofte en bedre kurvetilpasning, dvs høyere  $r^2$ .

<sup>b</sup> I analysene lette man etter fluroksypyr, ikke det faktiske virksomme stoffet fluroksypyr-meptyl som sannsynligvis var i uspaltet form i disse prøvene.



### Konklusjoner

I dette prosjektet ble det vist at store mengder vann og plantevernmidler raskt kan infiltrere en grasdekket vegetasjonssone, at man kan få lateral transport langs f.eks. leirlag dypere ned i jorda og at makroporer sannsynligvis bidrar til denne raske infiltrasjonen. Konsentrasjonene av plantevernmidler var lavere i vann fra ruta som ble pløyd og harvet, noe som kanskje indikerer at makroporene var blitt kuttet og dermed ikke fungerte like effektivt. Forsøket indikerer at selv om vegetasjonssoner kan være effektive i å få infiltrert store mengder avrenning, kan eventuell forurensing transporteres med dette vannet nedover i jorda og ut til overflatevann via f.eks. tettere jordlag/plogsåle eller drensrør.

Sorpsjonsdataene for disse plantevernmidlene indikerer sterkere binding i denne norske jordtypen sammenlignet med sorpsjonen i jordtyper testet i godkjenningsvurderingene utført i EU på dem samme stoffene. Dette kan skyldes høyere innhold av organisk materiale eller evt høyere andel leire. De målte konsentrasjonene i grøftevannet viser at både mobile forbindelser, som MCPA, og stoffer som bindes sterkt til partikler, som benzovindiflupyr, vil kunne transporteres i høye konsentrasjoner gjennom undergrunnsjorda i en vegetasjonssone.

## 3. Gjennomføring

### Tiltak

Prosjektet hadde som utgangspunkt å følge milepælene/tiltakene i framdriftsplanen presentert i prosjektsøknaden (Tabell 5). Feltforsøket ble likevel ikke startet før i september 2020, selv om planlegging og forberedelser startet tidligere. Dette skyldes først og fremst covid-19-pandemien som medførte nedstengninger og hjemmekontor en lengre periode vår-sommer 2020. Dette gjorde forberedelsene til forsøk vanskelig. Prøveopparbeiding og analyser ble dermed også utsatt og ny nedstengning og hjemmekontorperiode resulterte i ytterligere forsinkelser i forhold til opprinnelig plan. Dette medførte også at planene om å presentere resultatene fra forsøket på den nordisk-baltiske konferansen ble utsatt og det samme da med det meste annen publisering og rapportering fra prosjektet.

**Tabell 5:** Opprinnelig framdriftsplan for prosjektperioden 2020.

	2020			
	1	2	3	4
Milepæler fordelt over prosjektperioden				
<b>Feltforsøk</b>		x		
<b>Prøveopparbeiding og plantevernmiddeanalyser</b>			x	
<b>Informasjon og formidling</b>				
Informasjon Nordisk-Baltisk møte/workshop			x	
NIBIO-POP med praktiske anbefalinger om vegetasjonssoner som tiltak for redusert avrenning av plantevernmidler				x
<b>Publisering/Sluttrapportering</b>				x

### Forsøksfeltet

Feltforsøket ble lagt opp som et simuleringsforsøk der målsettingen var å simulere en større avrenningsepisode fra et kornfelt inn i en vegetasjonssone med bredde på 6 meter. Vann med plantevernmidler og bromid (Tabell 4) ble tilsatt i overkant av vegetasjonssonene og evt overflateavrenning skulle så samles opp i nedre del av vegetasjonssonen.

Feltet ligger i en vestvendt helling med veletablert grasmark i Åsbakken på NMBU. Hellingen er på 9-

13 % og jordtypen, WRB-enhet Umbric Epistagnic Albeluvisol (Siltic) med signatur EKo6KSi3 CD2, er et kompleks mellom to jordtyper, **EKo6** og **KSi3**. Den første er en havavsetning, mens den andre er en strandavsetning. EKo6 skal være den dominerende og gir klassifikasjonen. KSi3 er en Dystric Cambisol. I praksis betyr dette at både leire og sand finnes innenfor dette området (Tabell 6). **CD** angir hellingsklasse 9-15 %. 2 er et anslag for steininnhold (0,1 – 2 % ned til 0,5 m dyp). 2 indikerer da at man her har finsand i matjordlaget (Kilden, Eivind Solbakken, 2020 pers. medd.).

**Tabell 6:** Oversikt over egenskapen til jordtypene i forsøksområdet i Åsbakken, NMBU.

Kartkode	Sjikt nr	Sjikt	Øvre grense, cm	Nedre grense, cm	Sand, %	Silt, %	Leir, %	Org. C, %	Tetthet	Tot. Por.	rvvol13	rvvol42
EKo6	1	Ap	0	25	10	73	17	3.5	1.09	59.73	48.38	10.13
EKo6	2	Eg	25	50	5	79	16	0.3	1.5	43.94	36.8	9.21
EKo6	3	Btg	50		3	72	25	0.1	1.65	41.54	36.17	14.55
KSi3	1	Ap	0	25	64	28	8	2.7	1.42	43.65	31.92	7.33
KSi3	2	Bw	25	75	73	20	7	0.64	1.75	35.49	21.45	4.93
KSi3	3	BC	75		73	20	7	0.65	1.86	34.91	20.53	5.2



**Figur 3:** Kart over området i Åsbakken ved NMBU, med forsøksfeltet markert midt i bildet ([www.kilden.nibio.no](http://www.kilden.nibio.no)).

Ved graving gjorde man følgende observasjon av jorda i rutene;

**Rute 1 (kontrollrute):** Leire under plogsjiktet ned mot ca 50 cm dyp.

**Rute 2:** Leire under plogsjiktet ned mot ca 50 cm dyp.

**Rute 3:** Mer stein og grus under plogsjiktet og ned mot 50 cm dyp, mindre eller lite leire.

**Rute 4:** Mer stein og grus under plogsjiktet og ned mot 50 cm dyp, mindre eller lite leire. Dette indikerer at de to søndre rutene har jordtype EKo6 og de to nordre rutene Ksi3.

Det ble benyttet 4 ruter på 3x6 meter (Figur 4). Rutene ble avgrenset med stålplater ca 10-15 cm ned i jorda for å redusere lateral/sideveis transport av vann. Den ene ruten ble pløyd og harvet for å få bar jord. Denne ruten skulle fungere som en kontroll. En grøft ble gravd ut nederst på hver rute og det ble lagt ned en renne for å kunne samle opp overflateavrenning fra rutene (Figur 5).



**Figur 4:** Skjematiske oversikt over forsøksrutene benyttet i dette forsøket.



**Figur 5:** Oppsamlingsrenner nederst i vegetasjonssone.

#### *Tilsetting av vann, plantevernmidler og bromid*

Fire 1000-liters plasttanker ble fylt med rent springvann og tilsatt plantevernmidler og bromid (Tabell 7). Doseringen ble redusert ift standard arealdosering med tanke på at dette forsøket skulle simulere en avrenningsepisode fra et kornfelt og inn i en vegetasjonssone. Hver tank ble plassert ovenfor hver sin forsøksrute. Hver tank ble koplet til en pumpe (Gardena hagepumper 3500/4,

kapasitet 3600 l/h) som pumpet vann inn i rutene iht til en på forhånd bestemt vanningsrate på ca 3 liter per minutt (Krzeminska et al., 2020). Vanlige Gardena hageslanger og slangekoplinger ble benyttet mellom tankene og pumpene. Vanningsraten ble overvåket og justert med flowmetere (Gardena) montert på utløpet fra hver pumpe (Figur 6). Pumpene ble så koplet til 3-meters dyseslanger i overkant av hver rute. På hver av disse slangene var det montert 21 dryppdyser (Kärcher Rain System) med ca 15 cm mellomrom. Dysene har en kapasitet på 0-10 liter/time pr dyse. Disse ble skrudd helt opp for å få maksimal mengde vann ut.

Tilnærmet alt vannet ble pumpet inn i rutene, dvs ca 1000 liter på hver av de 18 m<sup>2</sup> store rutene, noe som tilsvarer en vannmengde på ca 55 mm omregnet til nedbør.

Løsningen i tankene ble holdt i sirkulasjon ved hjelp av lensepumper (Biltema lensepumper/ nedsenkbar pumpe DP 252.) for å sikre størst mulig grad av homogenitet i løsningen og redusere utfelling.

**Tabell 7:** Dosering av plantevernmidler og bromid benyttet i forsøket.

		Kons. v.s. i tank		Dosering av prep.		Kons. prep. i tank (g/L)	Kommentar
<b>Ariane S</b>	Fluroksypyr	200	µg/ml	100	mL/daa	5.48	50 % av NAD (200 ml/daa)
	Klopyralid	100	µg/ml				
	MCPA	1000	µg/ml				
<b>Delaro SC325</b>	Trifloksystrobin	300	µg/ml	40	mL/daa	2	40 % av NAD (100 ml/daa)
	Protiokonazol	350	µg/ml				
<b>Elatus Plus</b>	Benzovindiflupyr	93.75	µg/ml	18.75	mL/daa	0.94	25 % av NAD (75 ml/daa)



**Figur 6:** Vanntankene ble koplet til en pumpe og videre til dyseslanger som fordelte vannet inn i vegetasjonssonene ihtt en rate på ca 3 liter/minutt. Slangene som ble benyttet var standard Gardena hageslanger (½", d=13 mm) med koplinger og overganger.

### *Oppsamling av vann og analyser*

Målsettingen var å samle opp overflateavrenning, dvs vann som rant ned i oppsamlingsrennene og videre ned i oppsamlingsdunkene. I kontrollruten og rute 2 fikk man noe overflateavrenning (Figur 7), men mesteparten av vannet kom ut lenger ned i jordprofilet, dvs via åpne makroporer, langs leirsjiktet på 30 cm eller via drenerør. Dette medførte at vannet gikk forbi oppsamlingssystemet og fylte opp grøftene (Figur 8). Dette vanskeliggjorde prøvetakingen og det ble vanskelig å få kontroll på mengdene/volumene som rant ut av rutene. Grøftene måtte lenses med jevne mellomrom og prøver ble tatt direkte fra grøftevannet. Prøvene ble samlet inn i 150 ml polykarbonatflasker og ble senere samme dag fryst ned.

Prøvene ble senere analysert for plantevernmidler på LC/MS-MS. Pga svært høye konsentrasjoner ble prøvene fortynnet 20 000 ganger før analyse.

Bromidanalysene ble gjort med et Mettler Toledo ph/ion apparat koplet til en ioneselektiv elektrode (Thermo Fisher Scientific, Orion 9635BNWP).



**Figur 7:** Overflateavrenning i kontrollruta. Denne avrenningen infiltrerte etter hvert, men ble samlet opp i rennene i enden av vegetasjonssonen.



**Figur 8:** Det meste av vannet lekket ut via åpne makroporer i jordprofilen, langs leirlaget ved 30 cm eller via drenerørrene. Grøftene ble fylt opp av plantevernmiddeleløsning og måtte lense fortløpende. Prøver måtte tas direkte fra grøftene.

### *Sorpsjonsforsøk*

Det ble tatt ut jord fra 0-20 cm (med et jordbor) nedenfor hver forsøksrute som igjen ble slått sammen til en prøve. Omtrent 5 cm torv ble fjernet fra hvert stikk. Jorda ble siktet og lufttørket før forsøket startet. Prøvene ble pre-ekvilibrert i 16 t med 0,01 M CaCl<sub>2</sub>. Etter pre-ekvilibrering ble plantevernmidlene tilsatt etterfulgt av resting i 24 t. Etter resting blir prøvene sentrifugert og filtrert før analyse på LC-MS/MS. Forsøket ble utført med 3 paralleller.

### *Avvik fra opprinnelig prosjektsøknad/beskrivelse*

Opprinnelig plan var å undersøke effekten av vegetasjonssoner med ulik lengde, men pga høy grad av infiltrasjon til tross for tilsetning av store mengder vann og dermed manglende overflateavrenning, så man det ikke formålstjenlig å gjenta samme forsøk med kortere ruter i denne omgang. Da man ikke fikk samlet inn overflateavrenning av betydning og man ikke fikk kontroll på vannvolumet som kom ut av jordprofilen på undersiden av oppsamlingssystemene, fikk man heller ikke generert data som kan benyttes i kalibrering av VFSSMOD.

### *Organisering og samarbeid*

Dette arbeidet er i all hovedsak planlagt og utført av Roger Holten og Randi Bolli ved Avdeling pesticider og naturstoffkjemi NIBIO, men med hjelp og innspill fra Eivind Solbakken (NIBIO, Kart og statistikk), Ole Martin Eklo (Eklo Consulting/NMBU), Attila Nemes (Avdeling hydrologi og vannmiljø, NIBIO), Dominika Krzeminska (Avdeling jord og arealbruk, NIBIO), Kjell Wærnhus (Avdeling skadedyr og ugras i skog-, jord- og hagebruk). Prøveopparbeidelse og analyser av plantevernmidler ble utført av Hans Ragnar Norli og Nina Svendsen, begge ved Avdeling pesticider og naturstoffkjemi NIBIO. Kathinka Lang (Avdeling pesticider og naturstoffkjemi NIBIO) har bidratt til sorpsjonsforsøket. Det har ikke vært organisert noen prosjektgruppe, men møter (elektronisk og/eller fysisk) er blitt avholdt fortløpende ved behov, men mye av kommunikasjon har gått på e-mail grunnet covid19-pandemien.

## 4. Formidling av resultater

Resultatene fra dette prosjektet er per juni 2021 ikke formidlet noe annet sted enn i denne rapporten, men det er planlagt å presentere noen av funnene i en NIBIO POP og en nyhets sak i løpet av forsommeren. Mulig resultatene kan presenteres i en nordisk-baltisk workshop til høsten 2021. Årsaken til at resultatene ikke er formidlet tidligere skyldes bl.a. at analysene ikke har vært ferdige, noe som igjen kan tilskrives covid19-situasjonen samt begrenset kapasitet på lab/instrumenter.

Resultatene fra det nye prosjektet «Transport av plantevernmidler i vegetasjonssoner med makroporestruktur» vil sammen med resultatene fra dette prosjektet forhåpentligvis kunne danne grunnlag for en større NIBIO-rapport og evt en peer review-artikkel.

## Litteratur

- BROWN, C. D., HODGKINSON, R. A., ROSE, D. A., SYERS, J. K. & WILCOCKSON, S. J. 1995. Movement of pesticides to surface waters from a heavy clay soil. *Pesticide Science*, 43, 131-140.
- JARVIS, N. 2020. Reflection on Jarvis (2007), "Review of non-equilibrium water flow and solute transport in soil macropores: Principles, controlling factors and consequences for water quality". *European Journal of Soil Science*, 58, 523–546. *European Journal of Soil Science*, 71, 303-307.
- KRZEMINSKA, D., BLANKENBERG, A.-G. B., BØE, F., NEMES, A. & SKARBØVIK, E. 2020. Renseeffekt og kanterosjon i kantsoner med forskjellig vegetasjonstype. *NIBIO Rapport*.
- NIBIO 2021. Kilden Jordsmonn.
- PEYRARD, X., LIGER, L., GUILLEMAIN, C. & GOUY, V. 2016. A trench study to assess transfer of pesticides in subsurface lateral flow for a soil with contrasting texture on a sloping vineyard in Beaujolais. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 14-22.