

Norske scenarier II

2005 - 2006



Sluttrapport for et samarbeidsprosjekt mellom Bioforsk PlanteHelse,
Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) og Mattilsynet.

Prosjektmedarbeidere har vært: Marit Almvik, Marianne Stenrød, Randi Bolli, Kjell
Wærnhus, Gunnhild Riise, Helge Lundekvam, Lars Egil Haugen, Terje Haraldsen,
Roger Holten og Ole Martin Eklo.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	2
2. Feltforsøk.....	2
Feltbeskrivelse.....	2
Sprøyting.....	3
Jordkarakterisering	3
Avrenning	4
3. Nedbrytingsforsøk	5
Metalaxyl	6
Propikonazol	6
4. Sorpsjonsforsøk	6
5. Mikrobiell aktivitet.....	7
6. Simuleringer med PRZM3.....	7
7. Simuleringer med MACRO	8
8. Sammenstilling og konklusjon	8
9. Vedlegg	10

1. Eivind Solbakken, 2006: Kort jordprofilbeskrivelse fra Syverud og Bjørnebekk med bilder	
2. Helge Lundekvam og Gunnhild Riise, 2007: Runoff of metalaxyl and propiconazole from two agricultural fields - SE Norway	
3. Marit Almvik, 2006: Metalaxyl and propiconazole: Field spraying and degradation study in the lab.	
4. Marianne Stenrød, 2006: Sorption of metalaxyl and propiconazole in soil from Syverud and Bjørnebekk, south-eastern Norway	
5. Marianne Stenrød, 2006: Microbial activity in soil from Syverud and Bjørnebekk, south-eastern Norway	
6. Randi Bolli og Ole Martin Eklo, 2007: Comparison of simulations done with the model PRZM3 and measurements of propiconazole and metalaxyl from Syverud and Bjørnebekk - SE Norway	
7. Lars Egil Haugen, 2007: Beskrivelse av data innlagt i databasen tilknyttet FOCUS-MACRO samt resultater fra MACRO - simuleringer for Syverud erosjonsfelt	

1. Innledning

Dette er en avslutningsrapport på prosjektet "Norske scenarier II" som har vært et samarbeid mellom Bioforsk Plantehelse, Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB) og Mattilsynet. Prosjektet er gjort som et oppdrag for Mattilsynet, finansiert over "Handlingsplanen for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler". Prosjektet har hatt som mål å etablere modell-scenarier for modellene MACRO og PRZM3 til beregning av overflateavrenning av plantevernmidler i forbindelse med godkjenning av nye plantevernmidler i Norge.

Det er i prosjektet gjennomført avrenningsmålinger fra forsøksarealer på Syverud og Bjørnebekk i Ås med ugrasmidlet metalaksyl og soppmidlet propikonazol i korn. Disse midlene har vært brukt som modellstoffer og representerer henholdsvis et mobilt og et lite mobilt pesticid. Avrenningsdata fra feltene har gitt data for kalibrering og validering av modellene MACRO og PRZM3. I tillegg er det også gjort sorpsjon, nedbrytingsstudier og studier av mikrobiell aktivitet i laboratoriet med jord fra begge lokalitetene for å gi steds spesifikk data til bruk i modellene.

Bioforsk Plantehelse har vært ansvarlig for koordineringen og gjennomføringen av prosjektet, sprøyting av feltene i henhold til God Eksperimentell Praksis (GEP), nedbrytingsforsøk med jord fra feltene, målinger av mikrobiell aktivitet og simuleringer med PRZM3. UMB har hatt ansvar for feltforsøkene og oppsamling av vann, ansvar for sorpsjonsforsøk gjennomført ved og av Bioforsk Plantehelse og simuleringer med MACRO. Bioforsk Lab har analysert vannprøvene fra feltforsøkene.

2. Feltforsøk

Feltbeskrivelse

Syverud

Feltet består av uplanert lettleire. Rute 3 og 4 har et samlet areal på 402 m². Rutene blir pløyd om høsten og harvet om våren. Halm fra rute 3 blir fjernet og tilført rute 4. Vannproporsjonale prøver ble tatt både fra overflateavrenning og grøfteavrenning.

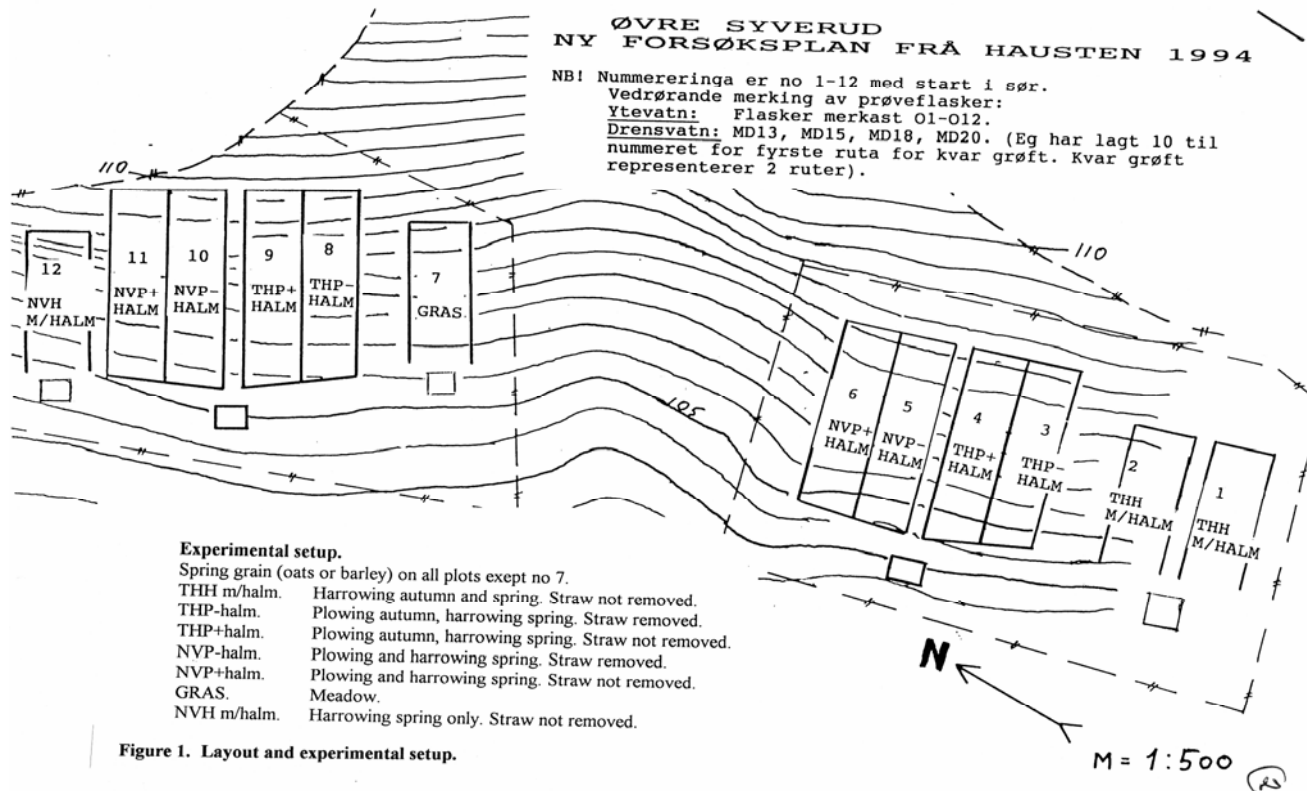


Figure 1. Layout and experimental setup.

Figur 1. Feltkart over Syverud.

Bjørnebekk

Feltet består av planert mellomleire. Rutene som ble sprøytet har en lengde på 21 m og en bredde på 8 m (178 m²). Rute 3 blir pløyd om høsten, og rute 6 om våren. Helningen i terrenget er 13 %. Overflateavrenning ble innsamlet i nedkant av feltet og ledet inn i et "prøvehus", hvor det ble tatt vannproporsjonale prøver ved hjelp av et vippekar. Vannføringen ble registrert automatisk med dataloggere (oppløsning 5 min).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Harr aut	Wint. Wheat Straw re-moved	Plow aut	Harr aut	Plow aut	Plow spring	Wint. Wheat Straw re-moved	Harr spring Ekstra straw added	Harr spring Straw re-moved	Harr spring Ekstra straw added	Plow spring

Figur 2. Feltkart over Bjørnebekk. Rute nummer 1 lengst mot nord.

Sprøyting

Det ble utført sprøyting av begge feltene i henhold til retningslinjer for God Eksperimentell Praksis (GEP). Sprøytingen ble gjennomført 16. juni 2005 da kornet var gjennomsnittlig 41±5 cm på Syverud og 36±4 cm på Bjørnebekk. Plantene dekket 52 % av jordoverflata på begge feltene. Midlene det ble sprøytet med var propikonazol (Tilt Top), metalaksyl (Ridomil MZ) og bromid (KBr).

Jordkarakterisering

I juni 2006 ble jord fra 0-20 og 20-40 cm tatt med randomiserte stikk med jordbor fra Syverud og Bjørnebekk. Fra Syverud ble jorda fra rute 3 og 4 blandet, mens på Bjørnebekk ble det tatt ut separate prøver fra hver av rutene (ruter 3 og 6). Jordprøvene ble analysert ved Institutt for Plante- og miljøvitenskap (IPM) ved UMB (Tabell 1 og Tabell 2).

Tabell 1. Jordkarakterisering av jord fra Syverud og Bjørnebekk.

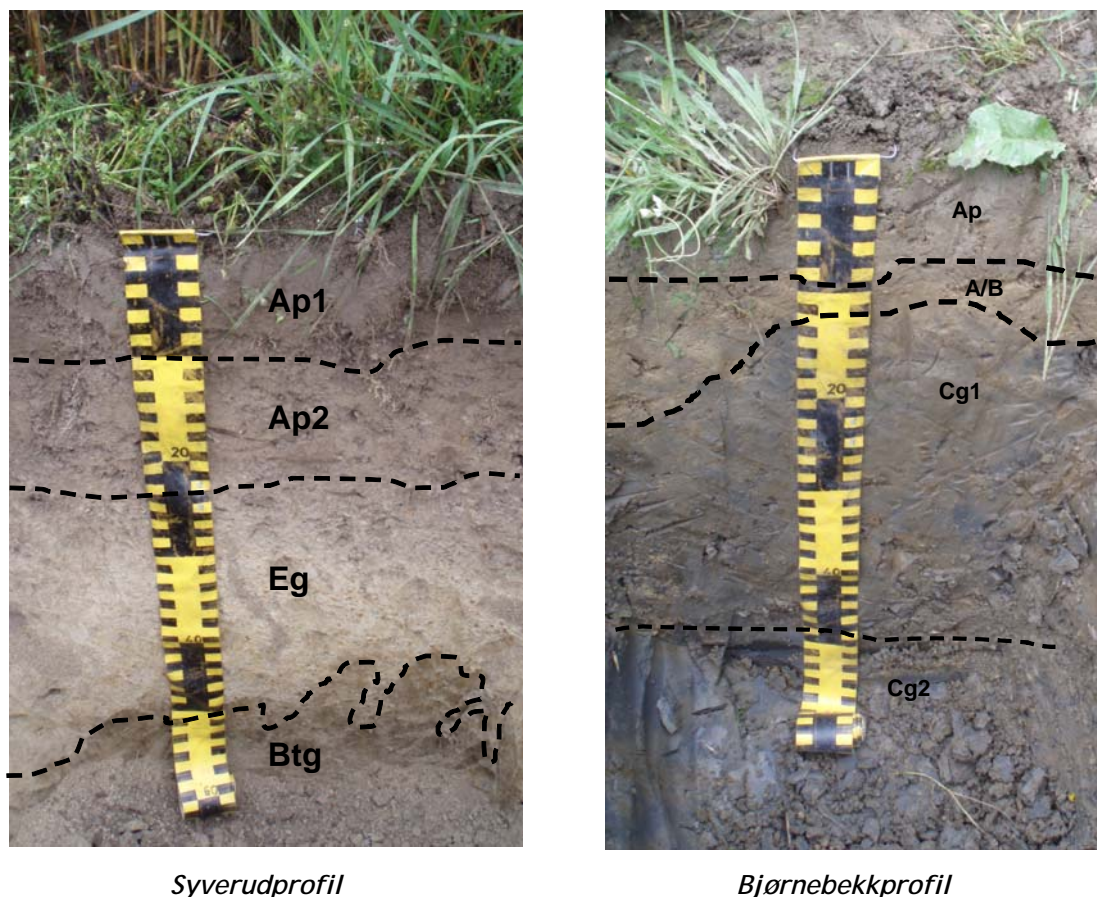
Felt	Sjiktcode	Rute	Dybde cm	Tot C %	Tot N %	CEC meq 100g ⁻¹	Al-oxalat %	Fe-oxalat %	pH
Syverud	Ap	3 og 4	0-20	2.9	0.24	16.4	0.25	0.67	5.35
	Eg	3 og 4	20-40	1.9	0.16	14.0	0.24	0.67	5.37
Bjørnebekk	Ap, A/B	3	0-20	1.3	0.10	13.7	0.16	0.78	6.19
	Ap, A/B	6	0-20	1.4	0.11	16.6	0.19	0.84	5.87
	Cg	3	20-40	0.5	0.04	14.7	0.16	0.78	6.69
	Cg	6	20-40	0.5	0.05	17.2	0.16	0.79	6.22

Tabell 2. Kornfordeling (%) for Syverud og Bjørnebekk.

Felt	Sjiktcode	Rute	Dybde cm	Sand (mm)				Silt (mm)		Leir (mm)
				2-0.6	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.02	0.022-0.006	0.006-0.002	<0.002
Syverud	Ap	3 og 4	0-20	4.8	9.1	11.4	16.2	18.1	14.5	25.9
	Eg	3 og 4	20-40	4.8	9.4	11.6	16.7	17.9	14.1	25.5
Bjørnebekk	Ap, A/B	3	0-20	0.1	0.9	4.7	18.1	30.3	16.9	28.9
	Ap, A/B	6	0-20	0.3	1.6	8.7	21.5	26.4	15.2	26.2
	Cg	3	20-40	0.1	0.2	1.4	12.6	28.2	16.4	41.0
	Cg	6	20-40	0.1	0.5	3.9	14.8	27.3	17.7	35.7

Det er små forskjeller mellom rute 3 (høstpløying) og rute 6 (vårpløying) på Bjørnebekk. Jorda fra rute 6 har imidlertid en noe høyere kationebyttekapasitet og noe lavere pH.

24. august 2006 ble det utført jordprofilbeskrivelse av Eivind Solbakken fra Norsk institutt for skog og landskap (se vedlegg 1). Det ble også samlet inn jordprøver fra de ulike sjiktene for analyse. Bilder av jordprofilene ble tatt (Figur 3).



Figur 3. Jordprofil fra Syverud og Bjørnebekk med jordsmonnsjiktbetegnelser. Profilene ble gravd ut fra området mellom forsøksrutene. Foto av Eivind Solbakken.

Avrenning

Avrenning av pesticidene, metalaktyl og propikonazol ble undersøkt i dreisvann og overflatevann fra Syverud og i overflatevann fra Bjørnebekk. Jorda på Syverud har god aggregatstruktur, stor infiltrasjonskapasitet og liten erosjonsrisiko, mens jorda på Bjørnebekk er planert mellomleire og svært erosjonsutsatt. På Syverud skjer en stor del av avrenningen i form av grøfteavrenning, og i ruteforsøk med høstpløying ble vannet som forlot feltet separert i grøfteavrenning og overflateavrenning. På erosjonsutsatt jord som på Bjørnebekk, vil jordarbeiding i stor grad påvirke jordtapet fra rutene. I denne undersøkelsen inngikk ruter med høstpløying (HPL) og vårpløying (VPL).

Tapet av pesticider varierte for de ulike feltene, avhengig av pesticid, jordtype, jordbearbeiding og hydrologisk strømningsmønster innen det enkelte felt. Generelt forsvant begge pesticidene svært langsomt fra feltene. Med unntak av overflateavrenning på Syverud, ble begge pesticidene påvist i avrenning 1,4 år etter sprøyting. Avrenning av det mobile pesticidet metalaktyl var noe større enn for propikonazol som bindes sterkere til jord. For alle feltene var tapet < 1 % av tilsatt mengde pesticid over en periode på 1,4 år etter sprøyting (juni 2005 - oktober 2006). Avrenningen av begge pesticidene var generelt større på jord som er erosjonsutsatt (Bjørnebekk) sammenlignet med jord

med god aggregatstruktur (Syverud). Imidlertid var tapet av propikonazol via grøftevannet på Syverud (HPL) like stort som via overflateavrenning på Bjørnebekk (VPL).

Hydrologien er sterkt styrende for avrenning av pesticider. Sommeren 2005 var relativt nedbørsfattig, og omfattende avrenning skjedde først 100 dager etter sprøyting. Videre var det stor avrenning etter pløying i midten av oktober 2005, og i avrenningsepisoder i januar 2006, april 2006 (omfattende snøsmelting) og høsten 2006. Vinteren 2006 var snørik, noe som i stor grad påvirker teledybden og avrenningsforholdene under avsmelting.

Både på Bjørnebekk (HPL) og Syverud (HPL) viste overflateavrenningen en markert topp av begge pesticider i tilknytning til avrenningsperioder påfølgende høst etter sprøyting. I grøfteavrenningen på Syverud viste metalaxyl tilsvarende topper under avrenningsperioder påfølgende høst etter sprøyting for siden å avta i konsentrasjon. Avrenningen av propikonazol i grøfteavrenning på Syverud viste imidlertid et jevnere forløp med gjennomgående lavere konsentrasjoner (< 0,1 µg/l). Selv om propikonazol i enkelte perioder var under deteksjonsgrensen i grøfteavrenningen på Syverud, viste propikonazol ikke tegn til nedgang over en periode på 1,4 år. Mye av avrenningen fra Syverud infiltreres gjennom jorda og forlater jorda som grøfteavrenning og overflateavrenningen er generelt lav. Dette medfører at tapet av pesticider gjennom grøftene er større enn på overflaten. Tapet av pesticider var høyere på jord med høstpløying (HPL) sammenlignet med vårpløying (VPL). Dette har sammenheng med at avrenningen (mm) fra HPL var mye høyere enn VPL. På Bjørnebekk var det samsvarende middelkonsentrasjon av metalaxyl (HPL 0,53 µg/l og VPL 0,51 µg/l) og propikonazol (HPL 0,13 µg/l og VPL 0,14 µg/l) for de to rutefeltene. VPL hadde generelt lavere toppkonsentrasjon av pesticider, men en lengre hale med høyere konsentrasjoner i siste del av perioden. Dette indikerer at avrenningsforløpet mellom HPL og VPL er forskjellig, men ikke nedbrytningstiden for pesticidene.

Stort partikkeltap ble registrert på Bjørnebekk i forbindelse med avrenningsepisoder rett etter pløying. Det var ingen direkte sammenheng mellom konsentrasjon av propikonazol og partikler i overflateavrenningen fra Bjørnebekk. Manglende sammenheng kan ha følgende forklaring. Propikonazol viser sterk binding i jord og vil derfor holde seg i det øverste topplaget av jorda. Ved høstpløying blandes propikonazol dypere ned i jorda, og blir følgelig mindre utsatt for overflateerosjon. Nedbør rett etter høstpløying fremmer partikkeltap på overflaten, men ikke tilsvarende tap av pesticider som befinner seg i dypere sjikt. I grøfteavrenning fra Syverud viste forholdstallet mellom propikonazol og turbiditet en økende tendens, noe som kan indikere at partiklene i grøftevannet blir anrikt på propikonazol med tiden. Dette har trolig sammenheng med lang nedbrytningstid og at transport av pesticidet ned igjennom jorda er en langsom prosess.

Kontrollerte feltforsøk med avrenning av pesticider gir verdifull informasjon om transport, binding og nedbrytning av pesticider som er essensielt ved modellering av pesticiders oppførsel i miljøet.

3. Nedbrytingsforsøk

Det er gjennomført nedbrytingsforsøk med pesticidene metalaksyl og propikonazol i topp- (0-20 cm) og undergrunnsjord (20-40 cm) fra forsøksfelt på Syverud og Bjørnebekk, i henhold til intern metode (T01) basert på OECD guideline 307 (2002). Toppjorda på Syverud er en lettleire, mens toppjorda på Bjørnebekk er en siltig mellomleire. Jorda fra de to rutene på hvert felt ble blandet. Forsøket ble utført ved 20°C i laboratoriet med jord fuktet til 60 % WHC. Inkubasjonsperioden var 12 uker.

Tabell 3 viser resultatene fra nedbrytingsforsøket.

Tabell 3. Halveringstider (i dager) av pesticidene i toppjord og undergrunnsjord fra Syverud og Bjørnebekk.

Jord	Sjikt	Metalaksyl ($t_{1/2}$)	Propikonazol ($t_{1/2}$)
Syverud	0-20 cm	38	281
	20-40 cm	32	389
Bjørnebekk	0-20 cm	107	144
	20-40 cm	546	172

Den mikrobielle aktiviteten i undergrunnsjorda fra Syverud var signifikant høyere enn i undergrunnsjorda fra Bjørnebekk. Overflatejorda fra Syverud hadde høyere, men ikke signifikant høyere mikrobiell aktivitet enn Bjørnebekkjorda (se kapittel 5). Vi forventet derfor raskest nedbryting i Syverudjorda.

Metalaksyl

Halveringstidene for metalaksyl viser en raskere nedbryting i Syverud enn i Bjørnebekk, som forventet. At halveringstiden for metalaksyl er noe lengre i toppjorda (38 dager) på Syverud enn i undergrunnsjorda (32 dager) skyldes en sterkere binding av metalaksyl i toppjorda enn i undergrunnsjorda, dvs. pesticidet er noe lettere tilgjengelig for mikrobiell nedbryting i undergrunnsjorda.

Det som ikke var forventet, var at nedbrytingen skulle være så langsom i Bjørnebekkjorda ($t_{1/2} > 100-550 <$ dager). Årsaken er trolig lav mikrobiell aktivitet/ikke tilpasset aktivitet her. Binding av metalaksyl til leirmineraler utgjør trolig ikke en viktig faktor for nedbrytingshastigheten, siden sorpsjonen ble funnet å være svært lav ($K_d < 1$).

I litteraturen opererer man med halveringstider for metalaksyl ved 20°C på mellom 19-70 dager. Tidligere forsøk i norske jordarter har vist halveringstider for metalaksyl på mellom 21-68 dager. Den lange halveringstida for metalaksyl i jorda fra Bjørnebekk er således ganske oppsiktsvekkende.

Propikonazol

Til tross for høyere mikrobiell aktivitet i Syverudjorda, ble propikonazol brutt ned langsommere her enn i Bjørnebekkjorda. Dette har sammenheng med sterk binding av propikonazol til det organiske materialet i Syverud. Jorda fra Syverud har minst dobbelt så stort innhold av organisk materiale som jorda fra Bjørnebekk (se Tabell 1).

Raskere nedbrytingshastighet i Syverud toppjord i forhold til undergrunnsjorda skyldes at den mikrobielle aktiviteten er dobbelt så stor i overflatejorda (se Tabell 4).

Selv om den mikrobielle aktiviteten i undergrunnsjorda fra Bjørnebekk var lav, så var også propikonazols sorpsjon til undergrunnsjorda 3 ganger lavere enn i overflatejorda. Disse faktorene gjør derfor at halveringstiden ikke blir så forskjellig i overflatejorda i forhold til undergrunnsjorda som man ellers kunne forvente.

En dansk studie på nedbryting av propikonazol i ulike typer toppjord (0-20 cm) gav halveringstider på 106-444 dager for propikonazol. Verdiene som ble funnet i vårt forsøk samsvarer med dette.

Resultatene viser at Bjørnebekkjorda har liten evne til å bryte ned metalaksyl men god evne til å bryte ned propikonazol. Dette kan ha sammenheng med at feltet har vært sprøytet med propikonazol i tidligere år. En mikrobiell adaptasjon for propikonazol i form av en lag-fase på nedbrytingskurvene ble imidlertid ikke observert. Nedbrytingskurvene viste sterk tilpasning til 1. ordens kinetikk med $r^2 > 0.918$ i Bjørnebekkjord.

4. Sorpsjonsforsøk

Det er gjennomført sorpsjonsforsk med pesticidene metalaksyl og propikonazol i topp- (0-20 cm) og undergrunnsjord (20-40 cm) fra forsøksfelt på Syverud og Bjørnebekk i Ås, i henhold til OECD guideline 106 (1997).

Sorpsjonsisotermene for metalaksyl viste god tilpasning til lineære ($r^2 > 0,96$) og Freundlich ($r^2 > 0,97$) isotermer i hele det undersøkte konsentrasjonsområdet (0,5-8,0 mg/l) i topp- og undergrunnsjord i begge de undersøkte områdene. Metalaksyl er et mobilt pesticid og sorpsjonen av metalaksyl var generelt lav ($K_d < 1$), men noe sterkere i jord fra Bjørnebekk sammenliknet med jord fra Syverud. På Syverud viser bindingen av metalaksyl sammenfall med mengde organisk karbon i jorda, ved at toppjorda viste større binding av metalaksyl enn undergrunnsjorda. Bjørnebekk viste motsatt trend ved at bindingen til undergrunnsjorda var høyere enn for toppjorda, noe som indikerer binding til andre forbindelser i jord enn organisk materiale.

På grunnlag av forsøkene er det ikke mulig å vurdere om sorpsjonsisotermene for propikonazol er lineære innenfor det undersøkte konsentrasjonsområdet (0,1-1,6 mg/l) i de to jordtypene. Variasjonen mellom gjentakene ble stor grunnet høy viskositet og inhomogenitet i tilsetningsløsningen med Tilt Top Gel. Propikonazol er et lite mobilt pesticid som generelt viser stor grad av binding til organisk materiale i jord. Forsøkene indikerte en sammenheng mellom sorpsjon og innhold av organisk karbon, med sterkest sorpsjon i Syverud toppjord ($K_d=25,7$), etterfulgt av Syverud undergrunnsjord ($K_d=17,3$) og Bjørnebekk toppjord ($K_d=20,9$), og svakest sorpsjon i Bjørnebekk undergrunnsjord ($K_d=5,7$). Fordelingskoeffisienter korrigert for jordas innhold av organisk karbon viste høye verdier for propikonazol (K_{oc} : 791-1536).

Supplerende forsøk for propikonazol ved den midlere konsentrasjonen 2 mg/kg jord, uten den viskøse Tilt Top Gel formuleringen, viste liten variasjon mellom gjentakene og bekrefter at Tilt Top Gel trolig forårsaket den store spredningen i sorpsjonsisoterm-studien. Forsøkene viste også at sorpsjonen av propikonazol ikke påvirkes av tilstedeværelse av Ridomil mz (metalaxyl og mankozeb).

5. Mikrobiell aktivitet

Tabell 4. Mikrobiell aktivitet i jord fra Bjørnebekk og Syverud

Lokalitet	Prøvetakingsdyp (cm)	Mikrobiell respirasjon (mg CO ₂ -C kg ⁻¹ tørr jord 24t ⁻¹)
Syverud	0-20	9.8 (± 0.8) *
	20-40	5.1 (± 0.9) *, †
Bjørnebekk	0-20	8.5 (± 0.2) **
	20-40	3.3 (± 0.2) **, †

*, ** og † indikerer statistisk signifikant forskjell når $p < 0.05$.

($p=0.055$ med ANOVA for jordprøver fra Bjørnebekk 0-20 i forhold til Syverud 0-20.)

Observert mikrobiell aktivitet viser at resultatene fra nedbrytingsforsøkene beskrevet i kapittel 3 delvis kan forklares ut fra forskjellen på generell mikrobiell aktivitet. Jord fra Bjørnebekk har generelt lavere mikrobiell aktivitet enn jord fra Syverud, noe som også kunne forvente ut fra jordstruktur. Den mikrobielle aktiviteten minket med økende jorddybde. Dette samsvarer med den generelle observasjonen i jord at tilgjengelig substrat og biomasse minker med dybden.

Den målte mikrobielle aktiviteten gjenspeiler forskjellen i den relative aktiviteten de ulike jordtypene og ulik dybde. På grunn av den store variasjonen til denne parameteren, bør ikke denne ekstrapoleres i tid og rom. De målte verdiene er innenfor variasjonen til tidligere målte verdier fra andre undersøkelser i Norge med sandjord og sandig siltjord hvor den samme metodikken er brukt (i.e. Stenrød, 2005; Stenrød et al., 2006).

6. Simuleringer med PRZM3

Det er gjennomført sammenligninger mellom simulerte data av pesticidene propikonazol og metalaxyl og observerte målinger fra forsøksfeltene på Syverud og Bjørnebekk. Modellen som er brukt er PRZM3. Dette er en modell som blir brukt i EU for godkjenning av plantevernmidler i overflatevann. EU har utviklet ulike scenarier for bruk ved godkjenning, men de dekker ikke forhold som er spesielle for Norge slik som mye nedbør, snødekke, frysing og tining. Målet med prosjektet var derfor å utvikle scenarier som tar hensyn til spesielle norske forhold som nevnt ovenfor. Simuleringene ble utført i tre steg; en ukalibrert simulering etterfulgt av kalibrering ved å justere sensitive parametere, og til slutt en validering av modellen. Med ukalibrert simulering menes at første års observasjoner fra felt sammenlignes med resultatet av første simulering med bruk av stedspecifikke data for klima, jordsmonn, nedbryting og binding av pesticid uten tilpassing. Kalibrering tillater å endre på parametere innenfor den målte variasjonen. Å validere betyr å bruke kalibrerte scenarier mot andre års observasjoner uten å endre noe unntatt meteorologiske data og pesticid egenskaper hvis nye pesticider blir introdusert. Hydrologidelen av modellen må alltid kalibreres først pga av at pesticidet følger vannet gjennom jordprofilen. Kjennskap til vannstrømningen er viktig for å få en rett beskrivelse av pesticider i jord.

De kalibrerte simuleringene (2001 - 2002) av overflatevann og grøftevann fra Syverud og Bjørnebekk var tilfredstillende. For den validerte simuleringen (2005 - 2006) på Syverud var forskjellen mellom observerte og simulerte verdier 23 % for grøftevann og 74 % for overflatevann. For den validerte simuleringen på Bjørnebekk var forskjellen mellom observert og simulert verdier 14 % (overflatevann).

Mengde propikonazol i overflatevann fra både Syverud og Bjørnebekk ble overestimert, som igjen førte til en underestimert mengde propikonazol i grøfteavrenning (Syverud). For metalaksyl ble det simulert for mye i begynnelsen av perioden på begge feltene. Dette gjenspeilet seg igjen i at det ble simulert for lite metalaksyl i grøfteavrenning fra Syverud.

Da dette året kunne betegnes som noe spesielt særlig i forhold til vinterklima ble det vedtatt å fortsette med ytterligere et års feltforsøk for å prøve å få en bedre tilpassning av modellen.

7. Simuleringer med MACRO

MACRO er en endimensjonal modell for simulering av den vertikale transporten av vann og ioner i jord. Modellen har vært benyttet som verktøy i forbindelse med godkjenning av plantevernmidler innenfor EU (FOCUS-MACRO). Dette verktøyet er under utprøving for norske forhold og et av hovedspørsmålene har vært om vi trenger egne scenarier eller om en kan benytte eksisterende EU-scenarier. Arbeidet ble satt i gang i høsten 1999 under prosjektet: "Norske scenarier og modellvalidering" ved daværende Landbrukstilsynet. I dette prosjektet ble det utført feltforsøk på to antatte representative jordtyper, siltig mellomleire på Rustad, Ås og siltig sand Heia, Råde. MACRO ble parametrisert for isoproturon og metalaksyl for begge disse feltene på grunnlag av feltforsøk. Modellsimuleringene indikerte forekomsten av episoder med relativt høyt innhold av plantevernmidler i drenevannet, men dette kunne ikke verifiseres ut fra data innsamlet fra feltforsøkene. Dette sammen med manglende data for modellkalibrering av erosjonsdelen i PRZM-modellen var grunnlaget for igangsettelsen av forsøk med plantevernmidler i tilknytning til erosjonsfeltene ved IPM. I denne rapporten omtales resultatene fra MACRO-simuleringene (Macro 4.3) tilknyttet forsøkene på Syverud, Ås. I tillegg til dataene fra 2005/2006 er også tilgjengelige data for propikonazol fra 2001 benyttet slik simuleringsperioden omfatter 2001-2006 for dette midlet.

Simuleringene viste etter parametrisering en god tilpasning mellom målt og simulert drenevannsmengde og tidspunkt for avrenning av drenevann. Simuleringene viste ingen utvasking av brom eller plantevernmidler i den første dreneepisoden høsten 2005, mens en slik utvasking ble målt. Simulert akkumulert mengde utvasket brom og metalaksyl var på våren 2006 omtrent det samme som målt akkumulert mengde utvasket i løpet av høsten 2005. Forskjeller i akkumulert mengde er i første rekke tilknyttet de tidligste dreneringsepisodene høsten 2005. Propikonazol påvist med lave konsentrasjoner i drenevannet ble ikke simulert med modellen. MACRO-simuleringene viser en god tilpasning for vannbalanse og plantevernmidlet metalaksyl som i liten grad adsorberes i jord. Foreslår at Mattilsynet kjører gjennom FOCUS-MACRO for Rustad, vårkorn og for sprøytemidlet metalaksyl som en sjekk på et mulig referanse-scenario.

8. Sammenstilling og konklusjon

EU har utviklet ulike modell scenarier for bruk ved godkjenning av nye plantevernmidler, men spørsmålet har vært om de dekker forhold som er spesielle for Norge med hensyn til nedbør, snødekke, frysing og tining. Målet med prosjektet var derfor å utvikle scenarier for modellene MACRO og PRZM3, som tar hensyn til spesielle norske klimaforhold som nevnt ovenfor. Det ble utført avrennings-målinger av metalaksyl og propikonazol fra forsøksarealer på Syverud og Bjørnebekk i Ås og sorpsjons- og nedbrytningsstudier for å skaffe stedsspesifikke data til bruk i modellene. Jorda på Bjørnebekk er planert mellomleire som er svært erosjonsutsatt, mens jorda på Syverud har god aggregatstruktur, stor infiltrasjonskapasitet og liten erosjonsrisiko. Generelt var begge pesticidene persistente i begge feltene. Med unntak av overflateavrenning på Syverud, ble begge pesticidene påvist i avrenning 1,4 år etter sprøyting. For begge feltene var tapet < 1 % av tilsatt mengde pesticid over en periode på 1,4 år etter sprøyting. Avrenning av begge pesticidene var generelt større på jord som er erosjonsutsatt (Bjørnebekk) sammenlignet med jord som har god

aggregatstruktur (Syverud). Både på Bjørnebekk og Syverud viste overflateavrenningen en markert topp av begge pesticider i tilknytning til avrenningsepisoder påfølgende høst etter sprøyting. Mye av avrenningen fra Syverud infiltreres gjennom jorda og forlater den som grøfteavrenning og dermed vil overflateavrenningen være generelt lav. Dette medfører at tapet av pesticider gjennom grøftene er større enn på overflaten.

Hydrologidelen er sterkt styrende for avrenning av pesticider. Sommeren 2005 var relativt nedbørsfattig og omfattende avrenning skjedde først 100 dager etter sprøyting. Ellers var det stor avrenning etter pløying i midten av oktober 2005 og i avrenningsepisoder i januar 2006, april 2006 og høsten 2006. Vinteren 2006 var snørik noe som påvirker teledybden og avrenningsforholdene under avsmelting. Når det gjelder hydrologien så greier modellen PRZM3 å simulere flesteparten av de avrenningsepisodene som er nevnt ovenfor. Imidlertid overestimerer modellen overflateavrenning i forhold til grøfteavrenning for Syverud i perioden november til mars, som er den kritiske perioden med vinterklima som skiller Norge fra mange andre land i Europa. Dette greier ikke modellen å ta hensyn til. Modellen overestimerer også overflatevann fra feltet på Bjørnebekk for samme perioden. MACRO-modellen simulerte mengder og tidspunkt for avrenning av drengsvann tilfredsstillende i forhold til målinger (resultater kun fra Syverud). MACRO simulerte også bromid, som er en tracer for vannbevegelsen, men simuleringene viste ingen utvasking av bromid i den første drengsepisoden høsten 2005 selv om det ble målt. Simulert akkumulert mengde utvasket bromid var på våren 2006 omtrent det samme som målt akkumulert mengde utvasket i løpet av høsten 2005.

Halveringstiden for metalaksyl viser en raskere nedbrytning i jord fra Syverud enn i jord fra Bjørnebekk. Metalaksyl er et mobilt pesticid siden sorpsjon av metalaksyl var lav ($K_d < 1$), men noe sterkere i jord fra Bjørnebekk enn i jord fra Syverud. På Syverud viser bindingen av metalaksyl sammenfall med mengde organisk karbon i jorda, ved at toppjorda viste større binding av metalaksyl enn undergrunnsjorda. Bjørnebekk viste motsatt trend ved at bindingen til undergrunnsjorda var høyere enn for toppjorda, noe som indikerer binding til andre forbindelser i jord enn organisk materiale, for eksempel leirminerale. Binding av metalaksyl til leirminerale utgjør trolig ikke en viktig faktor for nedbrytningshastigheten noe som kan være en forklaring på den langsomme nedbrytningen av metalaksyl på Bjørnebekk.

Ved hjelp av modellene PRZM3 og MACRO ble det er gjennomført sammenligninger mellom simulerte data av metalaksyl og observerte målinger fra de to forsøksfeltene. Metalaksyl ble sprøytet første gang i 2005, og tilsvarer første steg som en ukalibrert simulering. PRZM3 predikerer alt for høy overflateavrenning av metalaksyl på begge feltene, spesielt i begynnelsen av perioden. Dette gjenspeilet seg igjen at det ble simulert for lite i grøfteavrenning fra Syverud. Når det gjelder MACRO så viser de observerte dataene at metalaksyl kommer tidligere ut i drengsvannet enn simulert, men totalmengden utvasket innen våren 2006 er tilnærmet den samme. Forskjeller i akkumulert mengde er i første rekke knyttet til de tidligste dreneringsepisodene høsten 2005.

Propikonazol er et lite mobilt pesticid som viser stor grad av binding til organisk materiale i jord noe som kan forklare at det ble brutt ned langsommere i jord fra Syverud enn i jord fra Bjørnebekk selv om den mikrobielle aktiviteten er høyere i Syverudjorda enn Bjørnebekkjorda. Jorda fra Syverud har minst dobbelt så stort innhold av organisk materiale som jord fra Bjørnebekk. Propikonazol adsorberes sterkt til jord og partikulært materiale i vann, men det var ingen direkte sammenheng mellom konsentrasjonen av propikonazol og partikler i overflateavrenningen fra Bjørnebekk. Grunnen kan være at propikonazol vil holde seg i det øverste topplaget av jorda. Ved høstpløying vil propikonazol blandes dypere ned og blir derfor mindre utsatt for overflateerosjon. Nedbør rett etter høstpløying fremmer partikkeltap på overflaten, men ikke tilsvarende tap av pesticider som befinner seg i dypere sjikt. PRZM3 modellen simulerte for mye propikonazol i overflatevann fra både Syverud og Bjørnebekk. Det har blitt påvist lave konsentrasjoner av propikonazol i drengsvannet fra Syverud, men verken PRZM3 eller MACRO har simulert utvasking av dette pesticidet.

Simuleringene med modellen PRZM3 viste en god tilpasning av vannbalansen men resultatene (spesielt for pesticidene) indikerte at modellen har problemer med å ta hensyn til fryse - tine sykluser som er vanlig i det norske klimaet. MACRO simuleringene viste god tilpasning for vannbalanse og det pesticidet som i liten grad adsorberes i jord (metalaksyl).

En videreføring av dette prosjektet vil fortsette i sesongen 2007 - 2008 spesielt med hensyn på metalaxyl som ble sprøytet for første gang på disse feltene i 2005, slik at man får muligheten til å validere dataene for metalaxyl.

9. Vedlegg

1. Eivind Solbakken, 2006: Kort jordprofilbeskrivelse fra Syverud og Bjørnebekk med bilder
2. Helge Lundekvam og Gunnhild Riise, 2007: Runoff of metalaxyl and propiconazole from two agricultural fields - SE Norway
3. Marit Almvik, 2006: Metalaxyl and propiconazole: field spraying and degradation study in the lab.
4. Marianne Stenrød, 2006: Sorption of metalaxyl and propiconazole in soil from Syverud and Bjørnebekk, south-eastern Norway
5. Marianne Stenrød, 2006: Microbial activity in soil from Syverud and Bjørnebekk, south-eastern Norway
6. Randi Bolli og Ole Martin Eklo, 2007: Comparison of simulations done with the model PRZM3 and measurements of propiconazole and metalaxyl from Syverud and Bjørnebekk - SE Norway
7. Lars Egil Haugen, 2007: Beskrivelse av data innlagt i databasen tilknyttet FOCUS-MACRO samt resultater fra MACRO - simuleringer for Syverud erosjonsfelt