

Vegetasjonssoner som tiltak mot avrenning av plantevernmidler og næringsstoffer i nedbørfelt

Av Nina Syversen og Ketil Haarstad

Nina Syversen og Ketil Haarstad
er ansatt som forskere på Jordforsk

Sammendrag

Vegetasjonssoner mellom dyrket mark og vassdrag har vist seg å være effektive tiltak for å redusere partikler og partikkelbundne næringsstoffer fra jordbruksområder til vann og vassdrag. Effekten av plantevernmidler og løste næringsstoffer er imidlertid lite undersøkt. Effekten av vegetasjonssoner på avrenning av utvalgte plantevernmidler og næringsstoffer er derfor undersøkt både i felt og i et laboratorieforsøk. Feltforsøkene er utført i Heiabekken i Østfold fylke, hvor en stor andel av nedslagsfeltet består av grønnsaksproduksjon. Resultatene fra bekken viser mange funn av plantevernmidler og høye konsentrasjoner av næringsstoffer, spesielt nitrogen. Det var imidlertid få funn av plantevernmidler i grunnvann fra åker og vegetasjonssona langs bekken. Om sommeren var det ofte en vannstrøm fra bekken og ut i vege-

tasjonssona langs bekken, noe som muliggjør rensing av bekkevannet inn i sona. Laboratorieforsøket omfattet vegetasjonssøyler med normal biologisk aktivitet og jordsøyler med lav biologisk aktivitet. Forsøket viste god renseseffekt ved begge behandlinger; over 60 % for alle plantevernmidler tilsatt, bortsett fra dimetoat som hadde en renseseffekt på ca. 35 %. Kjemisk binding var viktigere rensesmessig for plantevernmidlene enn biologisk nedbrytning. Resultatene viser at vegetasjonssoner har god kapasitet til å holde tilbake plantevernmidler. Det var en utvasking av næringsstoffer fra jordsøylene, mens tilbakeholdelsen i vegetasjonssøylene var høy. Forsøkene viser at nedbrytning og binding av plantevernmidler og næringsstoffer i vegetasjonssonen vil være viktig for å hindre avrenning til vann og vassdrag.

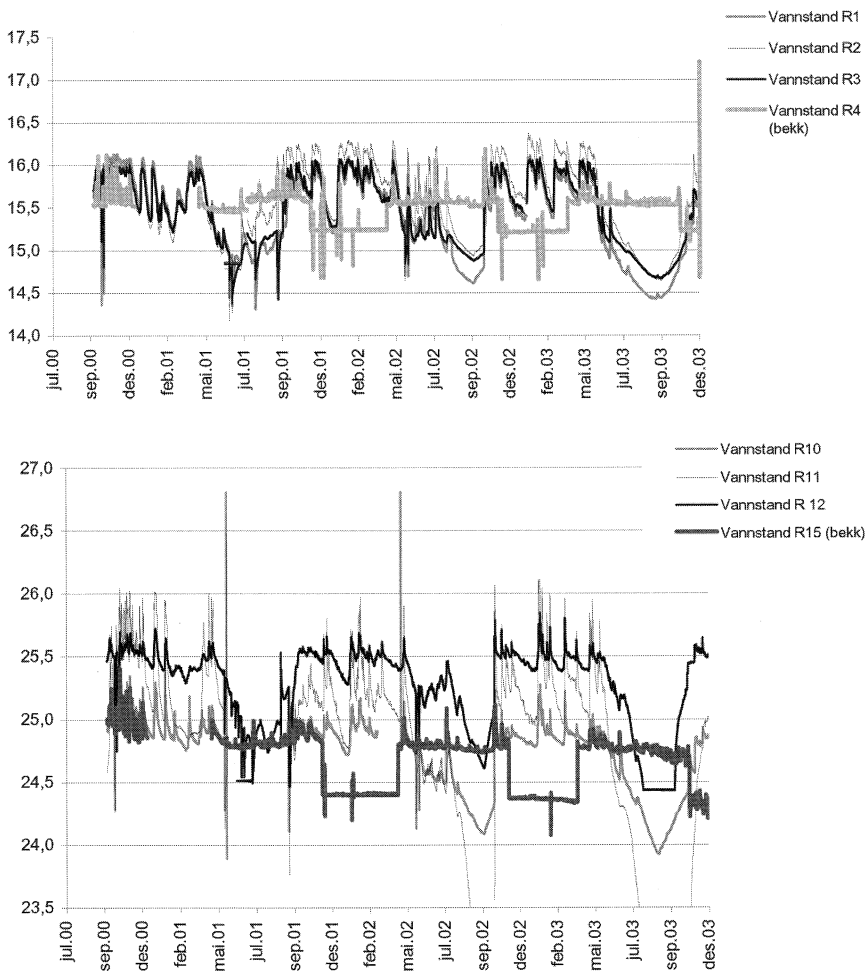
Tap av plantevernmidler og næringsstoffer til miljøet er uønsket pga. en rekke mulige skadelige effekter både i vannforekomster og oppover i næringskjeden. Overvåking av avrenning fra intensiv landbruksproduksjon, f.eks. grønnsaksproduksjon, har vist at stoffene mer eller mindre gjenfinnes alt etter hvor mye de brukes. Plantevernmidler og næringsstoffer kan både holdes tilbake og brytes ned i miljøet pga. prosesser som sedimentering, binding til partikler, biologisk nedbrytning, spredning, fortykning og fordampning. Hastigheten til prosessene varierer imidlertid mye avhengig av en rekke miljøfaktorer i nedbørfeltet.

Vegetasjonssoner langs bekker og vassdrag har de senere åra fått økt fokus i forbindelse med tiltak mot avrenning av plantevernmidler fra jordbruksområder til nedenforliggende vassdrag. Vegetasjonssoner er et anbefalt tiltak i forbindelse med Handlingsplanen for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (1998-2002) (Landbruksdepartementet, 1998). Vegetasjonssoner kan redusere overflateavrenningen og faren for lekkasje av partikkelbundne plantevernmidler og næringsstoffer til vassdraget. Bunnfelling av partikler og partikkelbundne stoffer er en viktig renseprosess i vegetasjonssoner med overflateavrenning. Tilbakeholdelse og nedbrytning av løste stoffer i rotsonen til vegetasjonssoner er imidlertid lite undersøkt i Norge. Målsettingen med undersøkelsen har vært å klarlegge hvorvidt rotsonen i vegetasjonssoner har effekt på tilbakeholdelse av utvalgte plantevern-

midler og næringsstoffer ved avrenning fra grønnsaksarealer. Målsettingen er undersøkt både i felt og i laboratorieforsøk.

Feltforsøk

Feltforsøket ble gjennomført i Heiabekken i Østfold ved å sette ned grunnvannsbrønner i åker i ulik avstand fra vegetasjonssonen, i vegetasjonssonen og i bekken. Det dyrkes grønnsaker og korn i området. Periodevis var det en vannstrøm fra åker og mot vegetasjonssonen (mest om vinteren), mens det i andre perioder; spesielt om sommeren, var en vannstrøm fra bekken og inn i vegetasjonssonen (fig. 1). Om sommeren er det en betydelig vanning av åkerarealene, men dette er ikke nok til å snu vannstrømmen. Dette betyr at løste plantevernmidler og næringsstoffer både kan renses i rotsonen på veg fra åker til bekk, og motsatt fra bekk mot vegetasjonssone. Heiabekken er ifølge Ludvigsen og Lode (2004) det vassdraget som har hyppigst funn og størst andel funn over grense for miljøfarlighet av plantevernmidler i det nasjonale jordsmonnsovervåkningsprogrammet (JOVA). Det er også påvist høye konsentrasjoner av f.eks. nitrogen i bekken. Da vannstrømmen om sommeren for det meste er fra bekk mot vegetasjonssone, og konsentrasjon av stoffene i bekken er høyest i samme periode, kan vegetasjonssoner være et effektivt tiltak. Variabel retning på vannstrømmen, gjør imidlertid renseseffekten i vegetasjonssona vanskelig dokumenterbar.



Figur 1. Vannstand i grunnvannsrør (R1-R3 og R10-12) i vegetasjonssonen og bekken (R4 og R15) i to områder i Heiabekken, Råde kommune

Det er tatt ut vannprøver fra grunnvannsrørene i perioder på året hvor faren for rester av plantevernmidler er antatt størst (mai-oktober). Samtidig er det analysert for ulike næringsstoffer. Det var få funn av plantevernmidler i både grunnvann fra åker og i vegetasjonssonen. De funnene som er gjort, er stort sett fra perioden mai-

juni; dvs. like etter hovedsprøyting. Enkelte funn er også gjort i august og september. Det er gjort funn av metribuzin, linuron og bentazon i grunnvann fra åker og i vegetasjonssone. Prøvene inneholdt stort sett lave verdier av plantevernmidler. Ugrasmidlet bentazon er funnet kun i vegetasjonssonen. Dette tyder på at

rester av stoffet er blitt holdt tilbake i vegetasjonssonen fra tidligere. JOVA-programmet har gjort funn av stoffet i vannprøver fra bekken både før og i prosjektperioden. Både bruken av stoffet i nedslagsfeltet og antall funn i bekken er imidlertid gått ned de siste årene. Stoffet er mer persistent mot nedbrytning enn tidligere antatt, er vannløselig og binder seg til jord. Det

er gjort funn av stoffet flere år etter at bruken er opphørt i nedslagsfeltet. Nedbrytning og binding av bentazon i vegetasjonssonen vil være viktig for å hindre avrenning av stoffet til bekken.

Det var flere funn av plantevernmidler i bekken; funnene er gjengitt i tabell 1. Bekkeprøven er tatt ut i umiddelbar nærhet til grunnvannsrør i det sørligste feltet (R4).

Tabell 1. Funn av plantevernmidler i Heiabekken, Råde.

Aktivt stoff	Handelsprep.	Type middel	Bruk	Funntidspunkt
2,4-D		Ugras	Er gått ut av produksjon	16.5.00, 26.6.00, 30.5.02
2,6-diklorbenzamid (BAM)	Caseron/Prefix	Ugras	Brakkingsmiddel, er gått ut av prod.	16.5.00, 24.10.00, 25.6.01
Diklorprop	Actril	Ugras	Korn	30.5.02
Linuron	Afalon	Ugras	Bl.a. potet, gulrot	16.5.00, 26.6.00, 25.6.01, 30.5.02
MCPA	bl.a Actril, Triagran, Weedex	Ugras	Korn	30.5.02
Mekoprop	Duplosan, Optika	Ugras	Korn	26.6.00
Metalaksyl	Ridomil, Apron	Sopp	Bla. gulrot, rot- og kruspersille, løk, potet	16.5.00, 26.6.00, 24.10.00, 25.6.01
Metamitron	Goltix	Ugras	Jordbær, rødbeter	26.6.00
Metribuzin	Sencor	Ugras	Potet og gulrot	16.5.00, 26.6.00, 24.10.00, 25.6.01, 30.5.02

Det var høye konsentrasjoner av nitrogen i bekkevannet, ofte over 20 mgN/l. Høyeste målte verdi var 29 mgN/l. Det meste av dette forelå som nitrat. Prøvene er tatt ut i vekstsesongen og gjenspeiler intensiv produksjon i området. Grunnvannsbrønner i vegetasjonssona nær bekken hadde i flere episoder høyere nitrogen-verdier enn grunnvanns-

brønner i større avstand fra bekken. Dette kan forklares ved at vannstrømmen går fra bekken og inn i vegetasjonssona i vekstsesongen, hvor det sannsynligvis skjer en nedbrytning og omdanning av nitrogen. Fosfor følger omtrent samme mønster som nitrogen. En stor andel av fosforet forelå som fosfat.

Laboratorieforsøk

Laboratorieforsøket omfattet jord-søyler med og uten vegetasjon fra Heiabekken. Plantevernmidler ble tilsatt på toppen av søylene og ble valgt ut på bakgrunn av funn i Heiabekken. Både ugrasmidler, soppmidler, og insektmidler ble brukt (tab. 2). Det er gjennomført to forsøk hvor plantevernmidler tilsvarende 1/50 og 1/5 av tillatte maksimal dose er tilsatt. Det ble tilsatt nitrogen i 3 nivåer (1, 5 og 20 mg/l) i hvert forsøk med lav (6 uker) og høy dose (6 uker) plantevernmidler. Fosfor tilsatt var 0,2 mg/l i begge forsøk. Jordsøylene var sterilisert for å simulere lav biologisk aktivitet, mens vegetasjonssøylene hadde normal biologisk aktivitet (fig. 2). Reduksjon i tilførte plantevernmidler indikerer kjemisk binding til jordsøyler og kjemisk binding/biolo-

gisk nedbrytning i vegetasjonssøyler. Hydraulisk belastning til søylene tilsvarte 28 mm/dag (2 l pr dag). Det ble tatt ut vannprøver i utløpet av søylene for analyse av plantevernmidler og næringsalter.



Figur 2. Søyleforsøk hvor effekten av planter på nedbrytning av plantevernmidler og næringsalter er undersøkt. Søyler med planter ble sammenlignet med søyler med kun jord, med lav biologisk aktivitet.

Tabell 2. Utvalgte plantevernmidler (handelsnavn i parentes)

Ugrasmidler	Soppmidler	Skadedyrsmidler
Aklonifen (Fenix)	Fluazinam (Shirlan)	Azinfosmetyl (Gusathion)
Linuron (Afalon)	Iprodion (Rovral)	Diazinon (Basudin)
Metamitron (Goltix)	Metalaksyl (Ridomil, Apron)	Dimetoat (Perfekthion)
Metribuzin (Sencor)		
Propaklor (Ramrod)		
Klorprofam		

Kjemiske egenskaper til jorda er vist i tabell 3. Kationebyttekapasiteten var ca. 10 meq/100 g jord. Plantetil-

gjengelig fosfor var høy; 20 mg/100 g jord. C/N-forholdet var 13.

Tabell 3. Kjemiske egenskaper for jorda brukt i laboratorieforsøket. Alle verdier har benevning mg/kg tørr stoff.

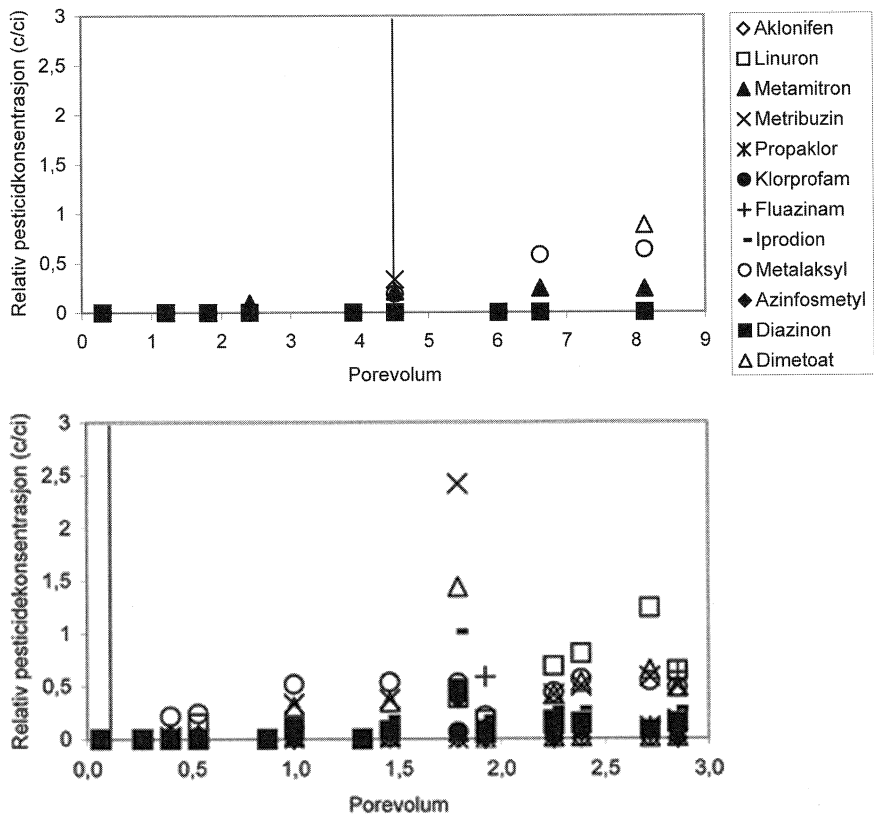
pH	Fosfor	Aluminium	Jern	Nitrogen	Karbon	Organisk karbon
6.0	1220	6940	17200	16	321	210

Oppholdstiden i jordsøylene (lav biologisk aktivitet) var høyere enn i plantesøylene med normal biologisk aktivitet. Dette kan skyldes rotkanaler som drenerer vannet raskere i plantesøylene. En annen årsak kan være at jorda er pakket hardere i jordsøylene.

Forsøk med lav konsentrasjon av plantevernmidler

Fem plantevernmidler ble funnet i utløpsvannet fra jordsøyer med lav biologisk aktivitet: Metamitron,

metribuzin, metalaksyl, diazinon og dimetoat (fig. 3, øverst). I plantesøyer med normal biologisk aktivitet, ble det funnet flere midler. Midlene ble funnet i utløpsvannet på et tidligere tidspunkt og hadde høyere konsentrasjon sammenlignet med jordsøyer med lav biologisk aktivitet. Midlene som ble funnet med høyest konsentrasjon var linuron, metribuzin, fluazinam, iprodion og dimetoat (fig. 3, nederst).



Figur 3. Relativ plantevernmiddekkonsentrasjon (utløp/innløp) fra jordsøyer med lav biologisk aktivitet (øverst) og plantesøyer med normal biologisk aktivitet (nederst). Vertikal linje viser gjennombruddstidspunkt for et tracerforsøk gjennomført (NaCl).

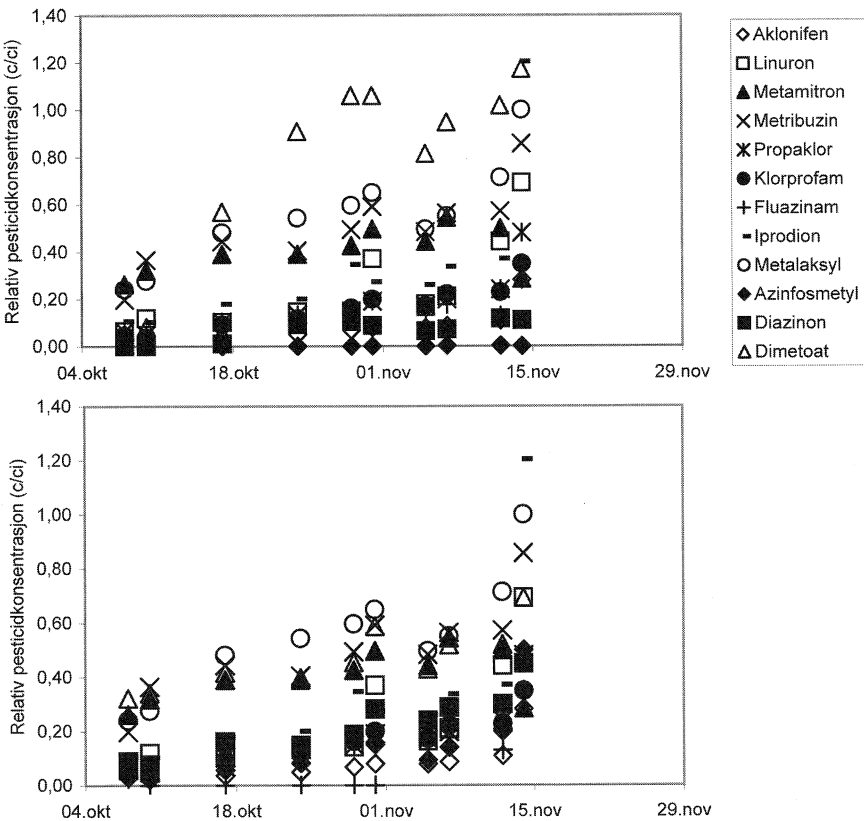
Det var ingen forskjell i renseeffekt for næringssalter ved tilsetning av forskjellige konsentrasjoner av nitrogen til plantesøyene. Datagrunnlaget er lite, men dette antyder at vegetasjonszoner har stor evne til å holde tilbake nitrogen i rotsonen. Det var også høy renseeffekt for fosfor i plantesøyene. Det var utvasking av både organisk stoff, nitrogen og fosfor i jordsøylene med lav biologisk aktivitet.

Forsøk med høy konsentrasjon av plantevernmidler

Antallet samt konsentrasjonen av

plantevernmidler funnet i utløpsvannet fra jordsøyler med lav biologisk aktivitet økte i dette forsøket i forhold til forrige forsøk (fig. 4, øverst).

Det er imidlertid funn av omtrent samme antall midler i plantesøyler med normal biologisk aktivitet i forhold til forrige forsøk. Konsentrasjonen til midlene i utløpsvannet er også relativt like (fig. 4, nederst). Dette viser at vegetasjonen har stor kapasitet til å holde tilbake plantevernmidler, selv med høy konsentrasjon av plantevernmidler tilsatt.



Figur 4. Relativ plantevernmiddekkonsentrasjon (utløp/innløp) fra jordsøyler med lav biologisk aktivitet (øverst) og plantesøyler med normal biologisk aktivitet (nederst).

Det var heller ikke her noen forskjell i renseseffekt mellom forskjellige konsentrasjoner av nitrogen tilsatt i plantesøylene. Renseseffekten for nitrogen er likevel totalt sett lavere i dette forsøket enn i forsøket med lav konsentrasjon av plantevernmidler tilsatt. Det var utvasking av både organisk stoff, nitrogen og fosfor i jordsøylene med lav biologisk aktivitet.

Gjennomsnittlig renseseffekt

Tabell 4 viser høy gjennomsnittlig renseseffekt både for lav og høy konsentrasjon av plantevernmidler. Alle midler har en renseseffekt på over 60 % bortsett fra dimetoat som har en renseseffekt på ca. 35 %. Renseseffekten ved tilsetning av lav konsentrasjon av plantevernmidler var som forventet høyere enn ved høy konsentrasjon av plantevernmidler. Lav biologisk aktivitet (jordsøyer) hadde også høyere renseseffekt enn normal biologisk aktivitet (plantesøyer). Årsaken til dette kan være lengre oppholdstid i jordsøyer enn i plantesøyer. Resultatene indikerer at kjemisk adsorpsjon var viktigere enn biologisk nedbrytning under de gitte forhold.

Når det gjelder næringsstoffer, har vi den motsatte tendensen som for plantevernmidler; høyere renseseffekt i plantesøyer enn i jordsøyer.

Årsaken til dette kan være opptak av næringsstoffer i plantene i plantesøylene. Det var også utvasking av næringssalter fra jordsøylene pga steriliseringsmetoden i det første forsøket. Dette antas også å ha hatt betydning.

Det var høyere renseseffekt for TOC og nitrogen ved tilsetning av lav i forhold til høy konsentrasjoner av plantevernmidler. Årsaken til dette kan være at tilsetning av høye konsentrasjoner av plantevernmidler førte til en lavere biologisk aktivitet (nedvisning av plantene), noe som har ført til lavere opptak av næringssaltene i plantene. Konsentrasjonen av de fleste plantevernmidlene tilsatt (høy konsentrasjon) var over miljøfarlighetsgrensen for alger, vannplanter og dafnier. Dette betyr at det biologiske systemet i plantesøylene høyst sannsynlig ble satt ut av funksjon ved tilsetning av høy konsentrasjon av plantevernmidler. Enkelte konsentrasjoner av plantevernmidler tilsatt ved lav dose var også over miljøfarlighetsgrensen.

Forsøket med tilsetning av lav konsentrasjon av plantevernmidler har størst relevans i forhold til faktiske funn i naturen. Det har bare unntaksvis blitt gjort funn av plantevernmidler i bekker eller grunnvann tilsvarende konsentrasjoner i forsøket med høye konsentrasjoner av plantevernmidler.

Tabell 4. Gjennomsnittlig renseeffekt (%) for plantevernmidler og næringsstoffer, laboratorieforsøk

	Lav biologisk aktivitet	Normal biologisk aktivitet
Aklonifen	100,0	93,1
Klorprofam	99,1	88,9
Linuron	90,3	84,9
Metamitron	75,2	63,9
Metribuzin	60,5	66,4
Propaklor	87,0	74,9
Fluazinam	97,8	92,8
Iprodion	99,6	78,3
Metalaksyl	96,7	62,5
Azinfosmetyl	100,0	90,6
Diazinon	94,7	84,1
Dimethoat	36,3	67,6
TOC	n.e.	44,2
TotN	n.e.	92,7
TotP	n.e.	n.e.

n.e.=negativ effekt

Konklusjoner

- Det var mange funn av plantevernmidler i Heiabekken
- Om sommeren var det ofte en vannstrøm fra bekken og ut i arealene ved siden av bekken. Samtidig var det en gradient av næringsstoffer fra bekken og ut i vegetasjonssonen; med høyest konsentrasjoner i bekken. Vegetasjonssoner langs bekkestrengen kan derfor holde tilbake og rense plantevernmidler og næringsstoffer i bekkevannet. Antall funn av plantevernmidler og konsentrasjon av næringsstoffer er høyest om sommeren.
- Det var få funn av plantevernmidler i grunnvann fra åker og vegetasjonssona. Funnene som er gjort, stammer fra perioden like etter hovedsprøyting.
- Laboratorieforsøket viste god renseeffekt; over 60 % effekt for alle plantevernmidler tilsatt, bortsett fra dimetoat som hadde en rense-

effekt på ca. 35 %. Det var en utvasking av næringsstoffer fra jord-søyler med lav biologisk aktivitet, mens tilbakeholdelsen i plante-søyler med normal biologisk aktivitet var høy (TOC, N).

- Lav konsentrasjon av plantevernmidler tilsatt hadde høyere renseeffekt for både plantevernmidler og næringsstoffer enn tilsetning av høy konsentrasjon av plantevernmidler. Det var imidlertid liten forskjell i renseeffekt for plantevernmidler i søyler med normal biologisk aktivitet og vegetasjon, noe som antyder at vegetasjonssoner har god kapasitet til å holde tilbake plantevernmidler.
- Høy konsentrasjon av plantevernmidler tilsatt hadde en toksisk effekt på den biologiske aktiviteten i planteesøylene. Forsøket med lav konsentrasjon av plantevernmidler tilsatt har størst relevans i forhold til funn i naturen.

- Kjemisk binding var viktigere rensemessig enn biologisk nedbrytning. Oppholdstid vil også være viktig for renseeffekten.

Forsøkene viser at nedbrytning og binding av plantevernmidler og næringsstoffer i vegetasjonssonen vil være viktig for å hindre avrenning til vann og vassdrag.

Referanser

Landbruksdepartementet, 1998. Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler. 1998-2002. 53 s.

Ludvigsen, G.H. og Lode, O. 2004. Oversikt over påviste pesticider i perioden 1995-2002. Resultater fra JOVA: Jord- og vannovervåking i landbruket i Norge. Jordforsk-rapport nr. 17/04. 86 s.

Din rådgiver innen vann og miljø



- **VA-planer og utredninger**
- **Vannbehandling**
- **Avløpsrensing**
Inkludert naturbaserte renseløsninger og slambehandling

- **VA-Transportsystemer**
Konvensjonelle grøfteanlegg
Sanering med ulike NODIG-metoder
Microtunneling - retningsstyrt boring
- **Infrastruktur i boligområder**
- **Byggherrebestand/prosjektledelse**

www.sweco.no



Konsulentselskapet SWECO Grøner AS er et av Norges største konsulent- og rådgivningsmiljø med 450 høyt kvalifiserte medarbeidere. Selskapet har 80 års erfaring og arbeider med prosjekter i Norge og i betydlig grad internasjonalt. SWECO Grøner AS er et helseid datterselskap av SWECO AB. SWECO Grøner AS tilbyr tverrfaglige tjenester innen markedsområdene energi, vann og miljø, bygg og konstruksjoner, areal- og transportplanlegging og tekniske installasjoner. Selskapet er representert over hele landet gjennom kontorer på Lysaker, Bodø, Tromsø, Trondheim, Hamar, Gjøvik, Lillehammer, Sarpsborg, Ski, Stavanger, Porsgrunn og Kristiansand.