

Hvordan ulik vegetasjon påvirker renseprosesser i vegetasjonssoner i jordbrukslandskapet

Av Anne Kristine Søvik, Nina Syversen og Trond Mæhlum

Anne Kristine Søvik, Multiconsult, og Nina Syversen, Asplan Viak, er tidligere forskere ved Bioforsk Jord og miljø. Trond Mæhlum er forskningssjef for fagområdet Naturbasert renseteknologi ved Bioforsk

Sammendrag

I 2003 ble det startet opp et prosjekt for å undersøke effekten av gress kontra trær i vegetasjonssoner. Prosjektet har bestått av to deler. I tillegg til feltforsøk (Mørdre, Nes kommune) har det også vært utført lysimeterforsøk der renseeffekten i kolonner med gress, osp og or har vært undersøkt. I Mørdre var renseeffekten generelt størst for partikler og organisk karbon, nest best for total fosfor og fosfat og lavest for total nitrogen og nitrat. Det var ingen statistisk forskjell i renseeffekt (%) mellom sommer og vinter. Det ble i feltforsøket ikke funnet noen statistisk forskjell i renseeffekt mellom vegetasjonssoner beplantet med gress, og vegetasjonssoner med gress og enkelte løvtrær, verken i sommer- eller vinterhalvåret. Lysimeterforsøket viste høyere retensjon av partikler, fosfor og nitrogen i kolonner med trær enn i kolonner med bare gress. Or viste seg å være like

egnet som treslag i skogkledd vegetasjonssoner som osp. Retensjonen av næringsstoffer i kolonnene var generelt bedre om våren, sommeren og tidlig på høsten sammenlignet med sein høst. Dette indikerer at opptak av næringsstoffer i vegetasjonen kan være en viktig renseeffekt ved denne type forsøk. Tidligere råd om etablering av vegetasjonssoner med tett undervegetasjon med gress, i tillegg til spredt planting med trær, opprettholdes.

Summary

This article entitled “The effect of different types of vegetation in vegetated buffer zones in the agricultural landscape” summarizes the results from a project, which examined the retention effect of nutrients and sediments of grass versus trees. The project has consisted of two parts, a field experiment (Mørdre, Nes Municipality) and a column experi-

ment where the treatment efficiency in columns with grass, aspen and alder has been studied. In Mørdre the retention was highest for particles and organic carbon, second best for total phosphorus and phosphate, and the lowest retention was found for total nitrogen and nitrate. There was no statistical difference in the retention efficiency (%) between the summer and winter season. In Mørdre there was no statistical difference in retention efficiency (%) between buffer zones planted with grass and buffer zones planted with grass and a few trees (aspen), neither for the summer nor the winter season. The results from the column experiment showed that the retention was generally higher in the column with trees compared to the columns with grass. Alder was seen to be just as suitable in buffer zones as aspen. The retention of nutrients was generally better during spring, summer and early autumn compared to late autumn. This could indicate that uptake of nutrients in the vegetation is an important retention mechanism. The vegetation in buffer zones should consist of a dense cover of grass as well as a sparse coverage of trees.

Introduksjon

Effektiviseringen av landbruket etter andre verdenskrig har ført til økt erosjon og tap av næringsstoffer fra jordbruksarealer. Videre er både kantvegetasjon langs bekker og bekkene i seg selv, samt våtmarker blitt fjernet fra jordbrukslandskapet. Avrenning fra jordbruksarealer er en av de viktigste kilder til eutrofiering av

vannforekomster i Norge, og gjeninnføring av naturlige rensesystemer i jordbrukslandskapet som blant annet vegetasjonssoner, kan bidra til redusert avrenning.

Vegetasjonssoner langs vassdrag blir mer og mer utbredt i det moderne landbruket, og har vist seg å være effektive tiltak for å redusere overflateavrenning fra jordbruksarealer (Dillaha m.fl., 1989; Uusi-Kämpä m.fl., 2000; Vought m.fl., 1994; Syversen, 2002a). På begynnelsen av 90-tallet ble det startet opp forsøk som skulle klarlegge i hvor stor grad og under hvilke forhold vegetasjonssoner i Norge ville ha størst effekt på rensing av overflateavrenning. Resultatene viste at renseseffekten er størst i øvre del av vegetasjonssonen, og en bredde på 5-10 m med gress, evt. i kombinasjon med spredt planting med trær, ble anbefalt (Syversen, 1994, Syversen m.fl., 2001). Sedimentasjon ble funnet å være den viktigste rensesprosessen i vegetasjonssoner med overflateavrenning (Syversen, 2002a).

Videre viste resultatene at det var ingen signifikant forskjell i relativ renseseffekt (%) mellom sommer og vinter. Det ble antatt at dette skyldes større avrenningsintensitet om vinteren, noe som fører til løsrivelse av større partikler som dermed lettere sedimenterer i vegetasjonssonen (Syversen, 2003).

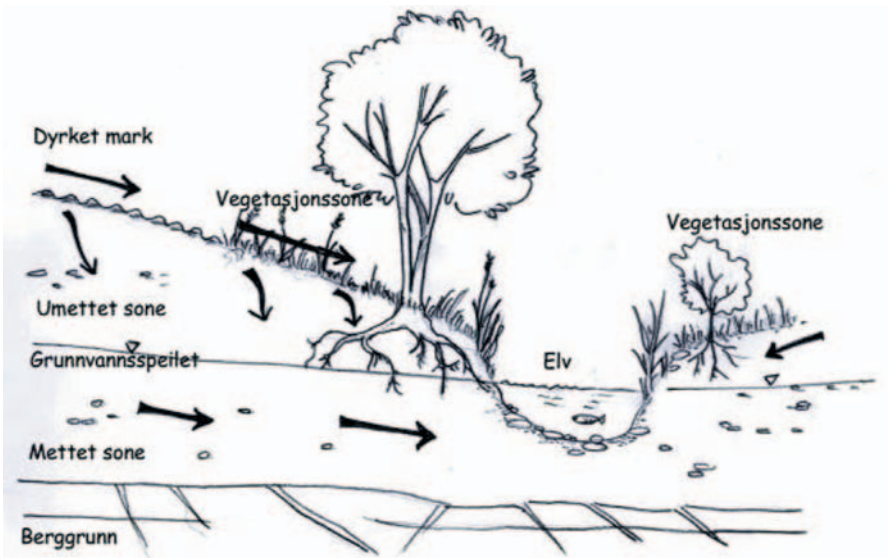
Denne artikkelen presenterer resultatene fra prosjektet "Videreutvikling av vegetasjonssoner og deres renseseffekt" som er gjennomført med støtte fra Statens landbruksforvaltning og finansiert med midler over Jordbruks-

avtalen. Prosjektet startet opp våren 2003, og ble avsluttet sommeren 2007.

I dette prosjektet er effekten av gress kontra trær i vegetasjonssoner blitt undersøkt i et feltforsøk i tillegg til et lysimeterforsøk der renseeffekten av or i forhold til osp også har vært undersøkt. Årsaken til at det har vært spesiell fokus på treslaget or er at or fikserer nitrogen (N). Det er dermed usikkert om renseeffekten til or er dårligere med hensyn på N enn for andre treslag. Or er et treslag som hører naturlig hjemme langs bekker og vassdrag, og er dermed et ønskelig treslag å plante til i vegetasjonssoner.

Renseprosesser i vegetasjonssoner

Vann som renner av fra dyrket mark kan nå et vassdrag via strømning gjennom jord og grunnvann eller via overflatestrømning, figur 1. Overflateavrenning fører ofte til erosjon på jordet, og de eroderte jordpartiklene kan føre med seg både næringsstoffer og plantevernmidler. Fosfor (P) bindes sterkt til jordpartikler og vil dermed ofte tilføres en vegetasjonssone via overflateavrenning. Nitrat (NO_3^-) derimot vil ofte følge vannet ned igjennom jordsmonnet og strømme med grunnvannet gjennom vegetasjonssonen.



Figur 1. Strømningsveier gjennom en vegetasjonssone: overflateavrenning samt strømning i umettet og mettet sone (vist med piler). Illustrasjon: A.K. Søvik, modifisert versjon av tegning av R. Skøyen.

Det er flere prosesser i vann, jord og vegetasjon som påvirker renseprosessene i vegetasjonssoner. De viktigste renseprosessene regnes å være: 1) sedimentering av jordpartikler og stoffer bundet til disse partiklene, 2) infiltrasjon av overflatevann, 3) sorpsjon og mikrobiell nedbrytning av stoffer i jord og 4) opptak av stoffer i vegetasjon. Hvilke renseprosesser som er aktive avhenger av om transporten av forurensningsstoffet skjer via overflatestrømning eller strømning i jord og grunnvann.

Sedimentasjon er den viktigste renseprosessen i vegetasjonssoner med overflateavrenning. Hvor mye som sedimenterer i vegetasjonssonen er blant annet avhengig av type vegetasjon. Vegetasjon som ligger flat langs bakken vil ha en redusert effekt i forhold til tett, oppreist vegetasjon. Ved at partikler sedimenteres i vegetasjonssonen vil også stoffer bundet til partiklene bli sedimentert, og dermed holdes tilbake i vegetasjonssonen.

Infiltrasjon er en annen viktig renseprosess ved at små jordpartikler infiltreres sammen med vannet, og holdes tilbake i jorden ved filtrering. Likeledes reduseres den totale vannmengden som renner gjennom sonen. Infiltrasjonskapasiteten er normalt høyere i en vegetasjonssone enn på et jordbruksareal. Et permanent vegetasjonsdekke med et godt utviklet rotsystem vil normalt føre til en bedre jordstruktur enn for pløyd jord, og dette virker positivt inn på infiltrasjonskapasiteten. Infiltrasjonen er normalt høyere om sommeren enn om vinteren. Om vinteren vil tele i jorden ha en negativ innvirkning på infiltrasjonskapasiteten.

Sorpsjon og mikrobiell nedbrytning i jord er viktig både for stoffer som kommer inn i vegetasjonssonen via overflateavrenning for deretter å infiltrere i bakken, og for stoffer som transporteres via mettet eller umettet strømning. Jord med et høyt innhold av leire vil ha en større sorpsjonskapasitet enn jordtyper med høyt innhold av sand og silt. Mye organisk karbon i jorden virker også positivt inn på sorpsjonskapasiteten.

Permanent fjerning ved opptak av næringsstoffer via vegetasjon er normalt høyere i skog enn i gressvegetasjon, da gress som ikke høstes resirkulerer næringsstoffer tilbake til jorden raskere enn i trevegetasjon. Avrenning av for eksempel løst P kan dermed finne sted i løpet av den kalde årstiden. Planter med høy vekstrate har normalt høyere opptak av næringsstoffer enn planter med lav vekstrate.

Forsøksmetodikk

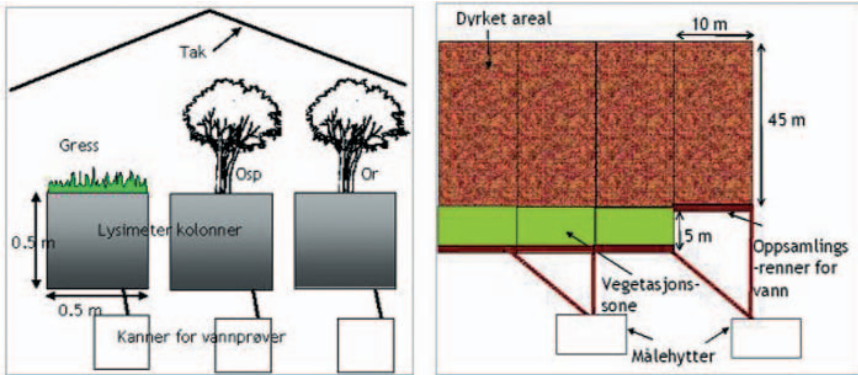
Prosjektet har bestått av to ulike forsøk: et lysimeterforsøk på Ås og et feltforsøk med naturlig avrenning i Nes kommune (Mørdre). I lysimeterforsøket er effekten av gress kontra trær i vegetasjonssoner samt effekt av treslaget or kontra treslaget osp blitt studert. Renseeffekten av bruk av spredte trær (osp) i gresskledd vegetasjonssone kontra vegetasjonssone med bare gress er undersøkt i Mørdre.

Lysimeterforsøk

Rensing av overflateavrenning i rotsonen er blitt undersøkt i lysimetre, se figur 2. Lysimeterforsøket bestod av 12 kolonner fylt med toppjord fra Mørdre-feltet. Det var 4 kolonner med

tett gressvegetasjon, 4 kolonner med treslaget osp og 4 kolonner med treslaget or. Det var ett tre i hver kolonne. Kolonnene hadde fri vertikal

drenering og vannet som perkolerte gjennom kolonnene ble samlet opp i vannkanner. Hele forsøksfeltet var dekket med et tak.



Figur 2. Oppsett av lysimeterforsøk og feltforsøk med naturlig avrenning i Mørdre. Illustrasjon: A.K. Søvik.

En forsøksrunde bestod av to ulike avrenningssimuleringer: Høy avrenning (25 mm/dag) med henholdsvis lav og høy konsentrasjon av næringsstoffer og partikler. I simuleringen med lav konsentrasjon ble det brukt 2 mg N/liter, 0,5 mg P/liter og 500 mg partikler/liter, mens i simuleringen med høy konsentrasjon ble det brukt 8 mg N/liter, 2 mg P/liter og 2000 mg partikler/liter. Suspendert materiale eller partikler (SS) bestod av tørket og siktet jord fra forsøksfeltet i Mørdre. Mengde vann perkolert gjennom kolonnene ble målt, og vannprøven analysert for suspendert materiale (SS), organisk karbon (orgC), total nitrogen (TotN), nitrat (NO_3^-), ammonium (NH_4^+), total fosfor (TotP) og fosfat (PO_4^{3-}). Det ble utført én forsøksrunde sent i september (2004), én sent i juni (2005), én i begynnelsen av

november (2005) (ingen blader på trærne) og én i begynnelsen av april (2006) (ingen blader på trærne).

Feltforsøk i Mørdre

Forsøksfeltene i Mørdre besto av dyrkede felt med vegetasjonssoner i nedre kant (se figur 2). Feltet uten vegetasjonssone fungerte som referansefelt, og prøvene herfra ble betraktet som innløpsprøver til vegetasjonssonene. Vannet ut fra de tre vegetasjonssonene og referansefeltet ble samlet opp i renner som ble ledet til målehytter der det ble tatt ut volumproporsjonale vannprøver. Det ble tatt prøver fra feltet hele året igjennom.

Jordtypene i feltene er siltig melomleire til siltig lettleire, og vegetasjonssonene bestod av gress og urter eller gress med enkelte spredte trær (osp). Vegetasjonssonene ble ikke

sprøytet eller gjødslet. Tilførselsarealene ble sådd med korn, og i tillegg gjødslet og sprøytet. Tilførselsarealene ble harvet og høsten og lå brakk over vinteren.

Vannprøver ble tatt ut etter hver avrenningsepisode eller så ofte som to ganger om dagen under snøsmeltingen. Vannprøvene ble analysert for suspendert materiale (SS), organisk karbon (orgC), total nitrogen (TotN), nitrat (NO_3^-), ammonium (NH_4^+), total fosfor (TotP) og fosfat (PO_4^{3-}).

Resultater fra lysimeterforsøket

I lysimeterforsøket ble renseprosesser i rotsonen studert. Dermed vil prosesser som sorpsjon, næringsopptak og denitrifikasjon være viktige. Mer detaljert beskrivelse av resultatene fra lysimeterforsøket finnes i Søvik & Syversen (2008).

Mengden partikler, organisk karbon og næringsstoffer i utløpsvannet fra kolonnene var generelt lavere enn i vannet tilsatt kolonnene. En økning fra innløpet til utløpet ble bare observert i noen tilfeller for NH_4^+ , noe som resulterer i negativ renseeffekt. Gjennomsnittlig renseeffekt (\pm standardavvik) i % for alle forsøkene var 88 ± 13 for partikler, 83 ± 17 for organisk materiale, 58 ± 27 for TotN, 72 ± 26 for NO_3^- -N, 4 ± 112 for NH_4^+ -N, 76 ± 22 for TotP og 77 ± 21 for PO_4^{3-} -P.

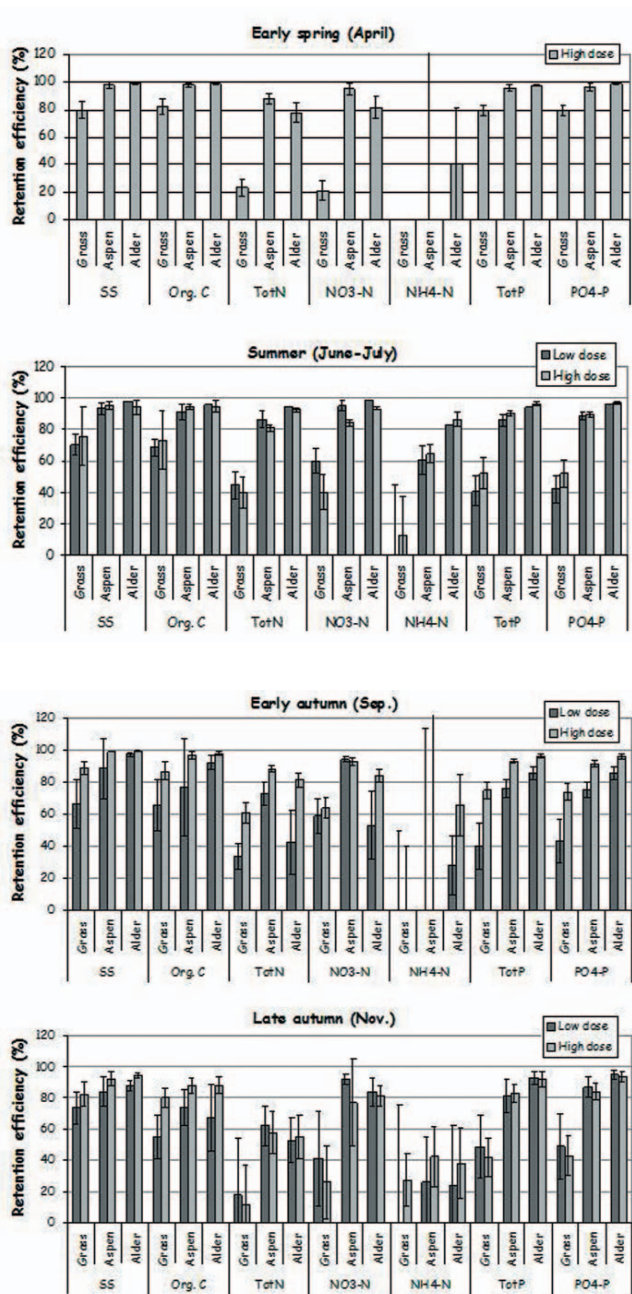
Kolonnene med trær ble funnet å ha en bedre tilbakeholdelse av partikler, TotP and PO_4^{3-} enn kolonnene med gress (figur 3). Dette kan skyldes at trærne har et bedre utviklet rotsystem som igjen holder bedre på jordpartiklene. På et dyrket jorde vil

mesteparten av P i avrenningen forekomme som partikulært P. Opp til 89 % av total P i innløpsvannet til en vegetasjonssone er blitt observert å være partikulært P (Syversen, 2002b). I felt med overflateavrenning er sedimentasjon den viktigste renseprosessen. I lysimeterforsøket ble derimot P tilsatt som PO_4^{3-} , og sorpsjon til jorden og opptak i vegetasjonen vil da være viktig. Bedre tilbakeholdelse av P i kolonner med trær i forhold til gress kan da forklares med et høyere opptak av P i trær enn i gress.

Kolonnene med trær hadde stort sett bedre renseeffekt for N enn kolonnene med gress (figur 3). Høyere tilbakeholdelse av N i kolonner med trær kan delvis skyldes et høyere opptak i trær sammenlignet med gress, og delvis skyldes denitrifikasjon pga bedre tilgang på organisk materiale (bedre utviklet rotsystem). Det antas at denitrifikasjon ikke vil være en avgjørende renseprosess da det hovedsaklig er aerobe forhold i kolonnen.

Forskjellen i renseeffekt for N mellom or og osp var omtrent lik på årsbasis, figur 3. Dermed er or trolig like velegnet som osp i skogskledde vegetasjonssoner.

I lysimeterforsøket ble det funnet at tilbakeholdelsen av næringsstoffene P og N generelt var bedre om våren, sommeren og tidlig høst enn sent på høsten. Dette kan indikere at opptak i vegetasjonen har spilt en viktig rolle. For partikler og organisk karbon der filtrering i jorden trolig var den viktigste mekanismen, var det mindre forskjell mellom de ulike årstidene.



Figur 3. Middelerverdi og standardavvik for renseeffekt (%) for partikler (SS), organisk karbon, TotN, NO₃-N, NH₄⁺-N, TotP og PO₄³⁻-P avhengig av vegetasjon (gress, osp og or), årstid samt høy og lav tilsatt konsentrasjon. Bare positive renseeffekter er vist.

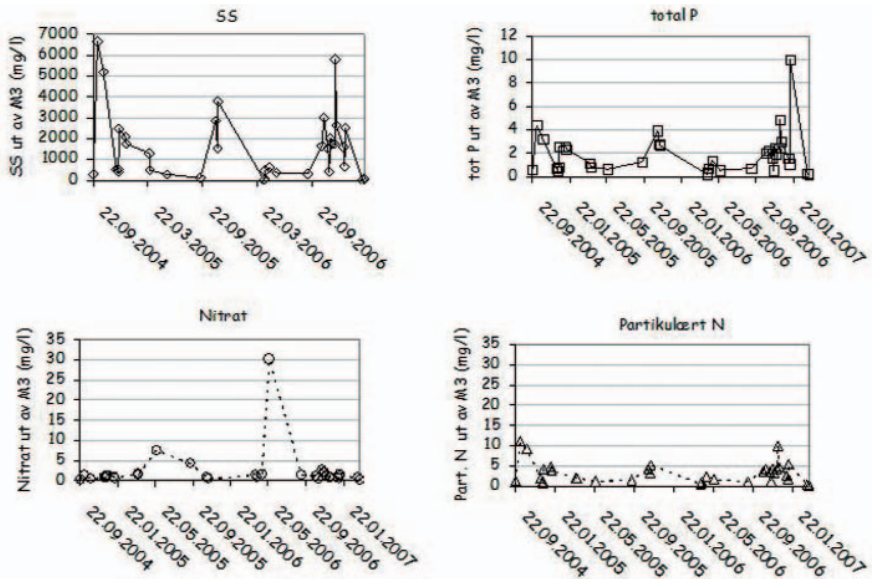
Resultater fra feltforsøket i Mørdre

Avrenning

Resultatene fra feltforsøket viste at selv om det var mest nedbør i sommerhalvåret, var avrenningen størst i vinterhalvåret. Dette skyldes stor avrenning om våren i snøsmeltingsperioden samt redusert infiltrasjonskapasitet i vinterhalvåret på grunn av frost i bakken. Det er derfor viktig å studere effekt av vegetasjonssoner i vinterhalvåret.

Konsentrasjonen av partikler og total P i avrenningsvannet var størst om høsten, vinteren og i løpet av snøsmeltingen, figur 4. Det var imidlertid store variasjoner fra år til år. Konsentrasjonen av fosfat i avrenningsvannet

var generelt like stor eller større enn konsentrasjonen av partikulært P – i motsetning til tidligere forsøk hvor partikulært P utgjorde hoveddelen av det totale P i avrenningsvannet (Syversen, 1997). En forklaring kan være at jorden i tilførselsarealene begynner å bli mettet med P slik at mindre fosfat bindes til jorden og dermed er det mer fosfat i avrenningsvannet. En annen årsak kan være endringer i gjødselsrutinene. I de første årene med feltforsøk lå tilførselsarealene brakk gjennom sommeren. I de siste årene er det imidlertid dyrket korn og arealene har vært gjødslet. Dette kan ha ført til større avrenning av løst P.



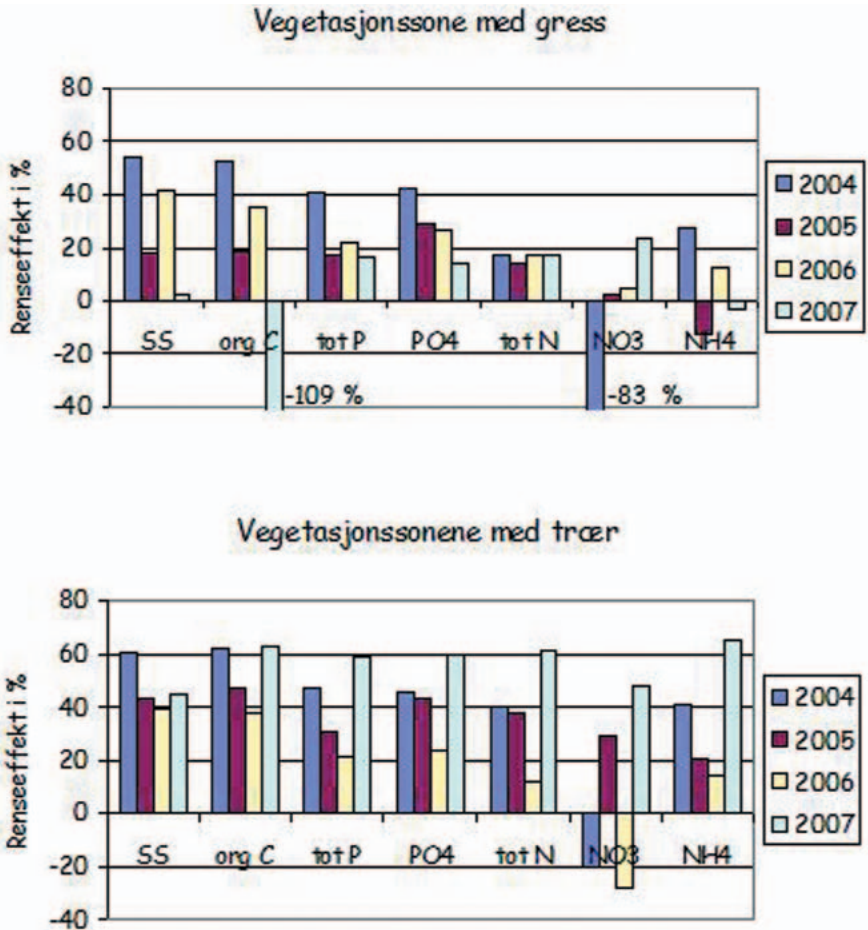
Figur 4. Avrenning av partikler (SS), total P, nitrat og organisk (partikulært) N ut av referansefeltet (M3) i forsøksperioden. Mønsteret for organisk karbon er identisk med mønsteret for SS, men med lavere verdier. Konsentrasjonen av ammonium var neglisjerbar i forhold til nitrat og organisk N.

Nitrogen i avrenningsvannet bestod hovedsakelig av nitrat og organisk N, figur 4. Konsentrasjonen av nitrat i avrenningsvannet var høyest om våren og sommeren, mens konsentrasjonen av organisk N var høyest om høsten og vinteren. Avrenning av nitrat kommer trolig fra tilført N-gjødsel om sommeren, mens organisk

N følger avrenningen av partikler som er høyest om høsten og vinteren.

Renseeffekt

Renseeffekten varierer mye fra år til år, figur 5. Lav prosentvis renseeffekt i noen år skyldes enkeltepisoder med svært liten tilbakeholdelse eller stor utspyling fra sonen.



Figur 5. Gjennomsnittlig renseeffekt i % per år, for vegetasjonssonen med gress (øverst) og de to vegetasjonssonene med gress/trær (nederst). Året 2004 omfatter bare høsten, mens året 2007 bare omfatter snøsmeltingsepisoden.

Den gjennomsnittlige renseeffekten for hele perioden er høyest for vegetasjonssonen med gress/trær i forhold til sonen med bare gress, tabell 1. De

negative tallene for nitrat skyldes flere episoder med utspyling av nitrat. Tallene er beregnet ut fra 36 enkelt-episoder.

%	SS	Org C	Tot P	PO ₄ ³⁻	Tot N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
Gress	33	18	23	28	16	-11	6
Gress/Trær	45	48	34	38	31	-1	28

Tabell 1. Gjennomsnittlig renseeffekt i % for vegetasjonssonen med gress og de to vegetasjonssonene med gress/trær for perioden høst 2004 til og med våren 2007.

Ved å gjøre en statistisk sammenligning av renseeffekten i de tre sonene ble det imidlertid funnet at bortsett fra noen unntak var renseeffekten i de tre sonene ikke signifi-

kant forskjellig, verken mellom de to sonene med gress/trær, eller mellom sonene med gress/trær og sonen med bare gress, tabell 2.

	Hele året			Sommer			Vinter		
	gress/ trær	gress/ trær	gress	gress/ trær	gress/ trær	gress	gress/ trær	gress/ trær	gress
SS	48 ^A	43 ^A	33 ^A	61 ^A	50 ^A	61 ^A	45 ^A	42 ^A	27 ^A
OrgC	49 ^A	46 ^A	34 ^A	49 ^A	39 ^A	49 ^A	49 ^A	48 ^A	31 ^A
TotP	33 ^A	35 ^A	23 ^A	9 ^A	-0,3 ^A	24 ^A	38 ^{AB}	42 ^A	23 ^B
PO ₄ ³⁻	39 ^A	37 ^A	28 ^A	32 ^A	7 ^A	33 ^A	41 ^A	35 ^A	34 ^A
TotN	32 ^A	30 ^A	16 ^A	23 ^A	-4,5 ^A	29 ^A	33 ^A	37 ^A	14 ^B
NO ₃ ⁻	11 ^A	-14 ^A	-11 ^A	24 ^A	-35 ^A	23 ^A	8 ^A	-9 ^A	-17 ^A
NH ₄ ⁺	22 ^{AB}	34 ^A	7 ^B	23 ^A	31 ^A	27 ^A	22 ^{AB}	34 ^A	2 ^B

Ulike bokstaver indikerer at retensjonen (%) for en parameter er signifikant forskjellig mellom vegetasjonssonene. Like bokstaver indikerer ikke signifikant forskjell.

Tabell 2. Gjennomsnittlig retensjon (%) av de ulike kjemiske parametrene for de tre vegetasjonssonene. I de tre første kolonnene er data fra hele året tatt med, i de neste tre kolonnene er det bare tatt med data fra sommerhalvåret, og i de tre siste kolonnene er det tatt med data fra vinterhalvåret. Negative tall indikerer utslipp fra vegetasjonssonen.

Det meste av overflateavrenningen skjer om vinteren, og det er derfor viktig at vegetasjonssonene virker om vinteren. Tabell 3 sammenligner gjennomsnittlig renseeffekt i sommer-

halvåret med vinterhalvåret. Bortsett fra noen unntak var det lik renseeffekt (%) om sommeren og vinteren eller bedre renseeffekt om vinteren.

	Alle tre sonene		Gress		Gress med spredte trær	
	Sommer	Vinter	Sommer	Vinter	Sommer	Vinter
SS	57 ^A	38 ^A	61 ^A	27 ^A	55 ^A	43 ^A
OrgC	46 ^A	36 ^A	49 ^A	12 ^A	44 ^A	48 ^A
TotP	11 ^B	34 ^A	24 ^A	23 ^A	4 ^B	40 ^A
PO ₄ ³⁻	24 ^A	37 ^A	33 ^A	28 ^A	19 ^B	41 ^A
TotN	16 ^A	28 ^A	29 ^A	14 ^A	9 ^B	35 ^A
NO ₃ ⁻	4 ^A	-6 ^A	23 ^A	-17 ^A	-6 ^A	-1 ^A
NH ₄ ⁺	27 ^A	19 ^A	27 ^A	2 ^A	27 ^A	28 ^A

Ulike bokstaver for sommer og vinter indikerer at retensjonen (%) for en parameter er signifikant forskjellig mellom sommer- og vinterhalvåret. Like bokstaver indikerer ikke signifikant forskjell.

Tabell 3. Gjennomsnittlig retensjon (%) av de ulike kjemiske parametrene for sommer og vinterhalvåret. I de to første kolonnene er data fra alle de tre vegetasjonssonene tatt med, i de neste to kolonnene er det bare tatt med data fra vegetasjonssonen med gress, og i de siste to kolonnene er det tatt med data fra de to sonene med gress/trær. Negative tall indikerer utslipp fra vegetasjonssonen.

Da det er større tetthet i vegetasjonen, opptak av næringsstoffer i vegetasjonen samt lavere avrenningsintensitet om sommeren, hadde man forventet høyere retensjon om sommeren. Høy retensjon om vinteren kan imidlertid forklares med høy avrenningsintensitet som river løs grovere partikler, som igjen sedimenterer lettere i vegetasjonssonen (Syversen, 2003).

Prosentandelen av avrenningen som infiltrerte i vegetasjonssonene

varierte fra null til opp imot 100 % i forsøksperioden. Det var ingen sammenheng mellom prosentandel vann infiltrert og årstid. Det var ingen signifikant forskjell i infiltrasjon mellom vegetasjonssonene, verken når alle data ble sett under ett, eller når sommerhalvåret og vinterhalvåret ble behandlet hver for seg. Dette var overraskende da mer frost i bakken om vinteren burde tilsi at infiltrasjonen avtok.

Diskusjon og konklusjon

For at planting av trær skal ha en positiv effekt på overflateavrenning må de enten bidra til en mer effektiv sedimentasjon eller en økt infiltrasjon. Det er mest nærliggende å tro at utvikling av et godt rotsystem, kan øke infiltrasjonskapasiteten. Resultatene fra forsøksfeltet i Mørdre viser imidlertid ingen signifikant forskjell i renseeffekt eller mengde infiltrert vann mellom felt med gress og felt med gress/trær. Årsaken til dette er sannsynligvis at rotutviklingen til trærne har foregått over for kort tid eller at antall trær i hvert forsøksfelt var for få til å få en god rotutvikling og dermed høyere infiltrasjonskapasitet i hele vegetasjonssonen.

Kolonneforsøket fra Ås viste imidlertid at trær har en positiv innvirkning på rensing av vann som infiltrerer i rotsonen. Vann som perkolerer gjennom rotsonen til en vegetasjonssone med trær vil dermed mest sannsynlig bli bedre rensert enn vann som perkolerer gjennom rotsonen til en vegetasjonssone med bare gress. Dette kan skyldes høyere opptak av næringsstoffer i trær enn i gress. Vegetasjon vil også spille en viktig rolle med hensyn på denitrifikasjon ved at rotsystemet skiller ut organisk karbon som trengs for denitrifikasjonsprosessen. Ved at trær har et dypere og større rotsystem enn gress, kan mer organisk karbon skilles ut,

noe som øker denitrifikasjonen. Det er også mulig at et godt utviklet rotsystem til trær vil fremme filtrering av partikler i vann som infiltrerer jorden.

Råd om spredd planting av løvtrær i vegetasjonssoner opprettholdes. Det er imidlertid viktig å samtidig ha tett undervegetasjon av gress. Sistnevnte er viktig for sedimentasjonsprosessen. Trærne må derfor ikke stå for tett, da dette ikke vil gi tilstrekkelig lys til en frodig bunnvegetasjon.

Det er vist at or kan fikse store mengder atmosfærisk N_2 og kan dermed være en kilde til N i områder med lave konsentrasjoner av N i jorden. Med økende konsentrasjoner av N i områdene rundt ser det imidlertid ut til at nitrogenfikseringen avtar og at mer N tas opp igjennom røttene Mander m.fl. (1996). Vegetasjonssoner langs vassdrag med bestander av or er trolig effektive rensebarrierer.

Feltforsøkene i dette prosjektet har vært utført i forbindelse med overflateavrenning fra kornarealer på indre Østland. Jordtypen er siltig mellomleire, og gjennomsnittlig helningsgrad er på 14 %. Vegetasjonssonene har vært tilsådd med gress og enkelt trær har vært plantet i to av sonene. Resultatene er ikke direkte overførbare til andre områder der forholdene kan være forskjellig med hensyn på jordarbeiding og produksjon, jordtype, hellingsgrad, vegetasjonstype og klima.

Litteratur

Dillaha T.A., Reneau R.B., Mostaghimi S & Lee D. 1989. Vegetative filter strips for agricultural nonpoint source pollution control. Transaction of ASEA 32: 513-519.

Mander Ü., Vought L.B.-M., Löhmus K. & Kuusemets V. 1996. Nitrogen and phosphorus removal in riparian alder forests. In: Thofelt L. & Englund A. (Eds.) Ecotechnics for a Sustainable Society. Proceedings from Ecotechnics 95 - International Symposium on Ecological Engineering. 29-31 March, 1995, Mid Sweden University, Östersund, pp. 177-188.

Syversen N. 1994. Vegetasjonssoners effekt på avrenning fra jordbruksarealer – sluttrapport. Jordforsk-rapport 6.93.11/1.

Syversen N. 1997. Vegetasjonssoner som tiltak for å redusere overflateavrenning fra kornarealer. Jordforsk-rapport nr. 30/97.

Syversen N. 2002a. Cold-climate vegetative buffer zones as filters for surface agricultural runoff – retention of soil particles, phosphorus and nitrogen. Doctor Scientiarum Theses 2002:12. Agricultural University of Norway.

Syversen N. 2002b. Effect of a cold-climate buffer zone on minimising diffuse pollution from agriculture. Water Sci. Technol. 45: 69-76.

Syversen N. 2003. Vegetasjonssoner som rensefilter for overflateavrenning fra jordbruksmark. Variasjon i renseseffekt gjennom året og over lang tid (1992-2003). Jordforsk-rapport nr. 73/03.

Syversen N., Øygarden L. & Salbu B. 2001. 134Cesium as a tracer to study particle transport processes within a small catchment with a buffer zone. J. Environ. Qual. 45(9): 69-76.

Søvik A.K. & Syversen N. 2008. Retention of particles and nutrients in the root zone of a vegetative buffer zone - Effect of vegetation and season. Akseptert for publisering i Boreal Environment Research.

Vought L.B.-M., Dahl J., Pedersen C.L. & Lacoursière J.O. 1994. Nutrient retention in riparian ecotones. Ambio 23: 342-348.

Uusi-Kämpä J., Braskerud B., Jansson H., Syversen N. & Uusitalo R. 2000. Buffer zones and constructed wetlands as filters for agricultural phosphorus. J. Environ. Qual. 29: 151-158.