

Jordbrukets nitrogen- og fosforutslipp – status og trender

Av Marianne Bechmann

Marianne Bechmann er forskningssjef ved Bioforsk Jord og miljø.

Innlegg på fagtreff i Norsk vannforening 7. mars 2011.

Sammendrag

Jordbrukets næringsstoffavrenning utgjør et vesentlig bidrag til de totale næringsstofftilførsler til ferskvann i Norge. Næringsstofftapene fra jordbruksarealer drives av nedbøren, og økt nedbør fører generelt til økte tap av både nitrogen og fosfor. Transportveier for avrenningen påvirker fordelingen mellom nitrogen- og fosfortap. Overflateavrenning gir høye fosfortap, mens avrenning gjennom jorda fører til at nitrogentapet blir stort. Fosfortapene fra jordbruksarealer henger dessuten sammen med erosjon og partikkeltap på arealene, mens nitrogentapene henger sammen med nitrogentilstanden i jorda.

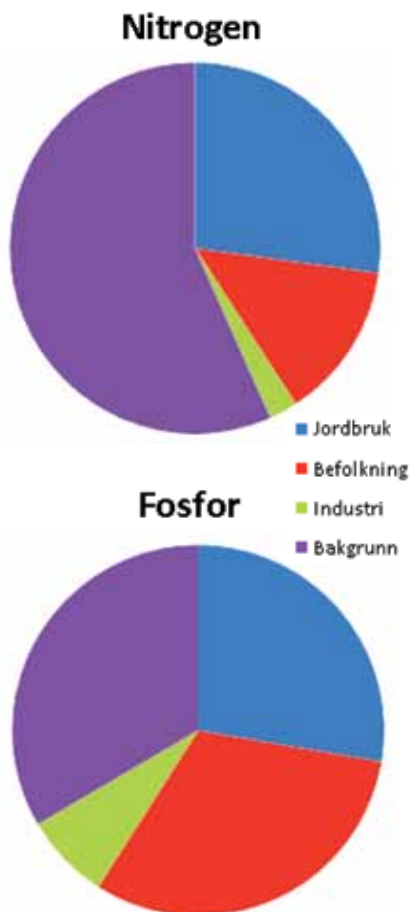
Redusert jordarbeiding fører til reduksjon i både nitrogen- og fosfortapene sammenlignet med pløying på høsten. Andre tiltak, slik som fangvekster, bidrar til å redusere nitrogentapene, men kan føre til økte tap av fosfor.

Overvåking av jordbruksdominerte nedbørfelt viser ikke tydelige effekter av

tiltaksgjennomføring på jordbruksarealene. Endringer i været og evt. driftsendringer i jordbruket kan være med på å redusere effekten av tiltakene. Omfattende tiltaksgjennomføring og målretting av tiltakene er nødvendig for å oppnå målbare reduksjoner i nitrogen og fosfortapene fra jordbruket.

Introduksjon

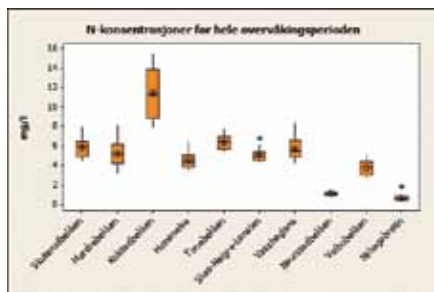
Jordbruket utgjør en betydningsfull kilde til nitrogen og fosfor i vannforekomster i Norge. Ifølge Teofil-rapporten utgjør tilførsler som er direkte forårsaket av jordbruksdrift 25-30 % av de totale landbaserte tilførsler for nitrogen og fosfor (Selvik et al., 2006) (figur 1). I figur 1 omfatter bakgrunnsavrenning også den delen av avrenningen fra jordbruksarealer som ville vært der hvis det ikke var jordbruksdrift på arealet. Bakgrunnsavrenningen omfatter dessuten avrenning fra skog og annen utmark. For nitrogen utgjør bakgrunnsavrenningen mer enn 50 % av totale tilførsler fra landbaserte kilder, mens bakgrunnsavrenning av fosfor utgjør rundt 30 % av de totale landbaserte tilførsler (Selvik et al., 2006).



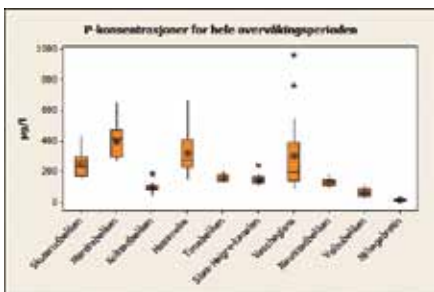
Figur 1. Landbaserte tilførsler av nitrogen og fosfor til norskekysten (Selvik et al., 2006).

Nitrogen- og fosforkonsentrasjoner i jordbruksbekker

Næringsstoffavrenning fra jordbruket varierer med drift, geologiske forhold og klima. I Program for Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) overvåker vi jordbruksdrift og avrenning fra jordbruksdominerte nedbørfelt som repre-



Figur 2. Nitrogenkonsentrasjoner i jordbruksbekker.

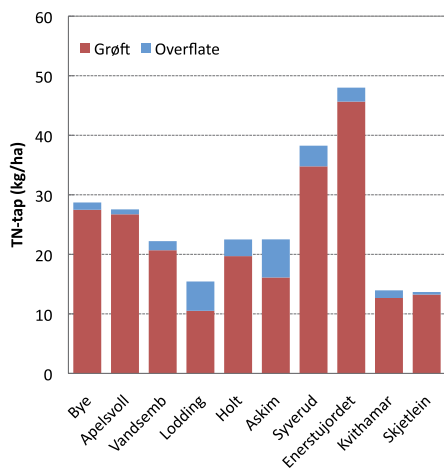


Figur 3. Fosforkonsentrasjoner i jordbruksbekker.

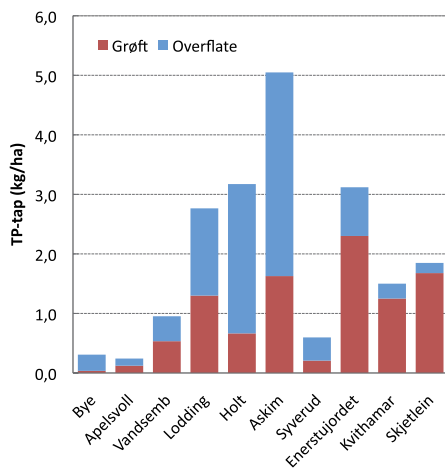
senterer de viktigste produksjoner og jordbruksområder i Norge. JOVA startet i 1992 og den nåværende rammeplanperiode går fra 2010-2015. Høyeste nitrogenkonsentrasjoner finnes i Kolstadbekken på Hedmarken og høyeste fosforkonsentrasjoner finnes i bekker fra områder med betydelig erosjon (Skuterud og Mørde i figur 2 og 3). Analysene fra JOVA har vist en høyere andel løst fosfor i avrenning fra husdyrområder (35-42 %) sammenlignet med kornområder på Østlandet (23-29 %).

Strømningsveier for nitrogen og fosfor i jordbruksarealer

Jordbruksarealenes hydrologi er ofte påvirket av dreneringssystemer, som har til



Figur 4. Nitrogentap (kg/daa) med grøfte- og overflatevann i norske lysimeterforsøk (Kværnø og Bechmann, 2010).



Figur 5. Fosfortap (kg/daa) med grøfte- og overflatevann i norske lysimeterforsøk (Kværnø og Bechmann, 2010).

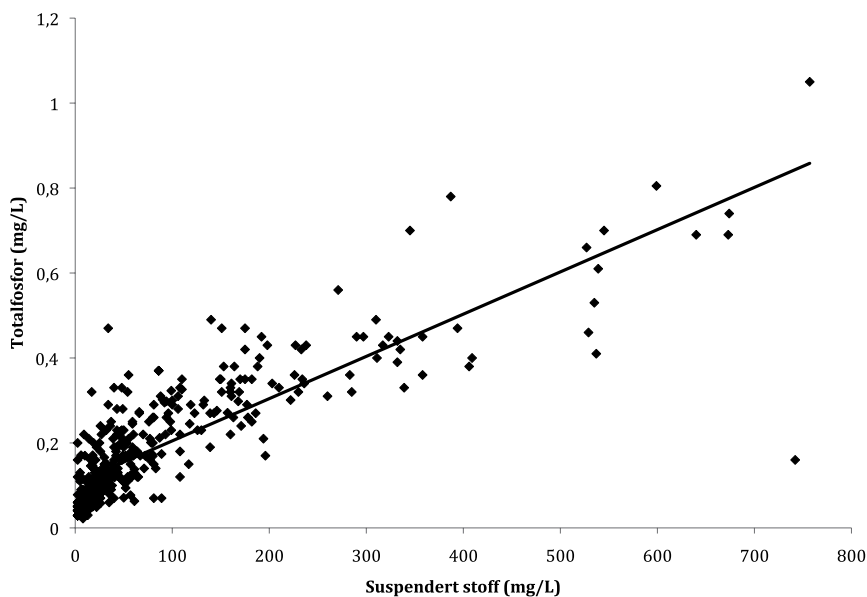
formål å fremme opptørking av arealene på våren og høsten, samt å unngå vannmetting av jorda i vekstsesongen. Dreneringssystemene gir to hovedtransportveier for vann fra jordbruksarealer, overflateavrenning og grøfteavrenning. Fordelingen mellom de to strømningsveiene har stor betydning for hvilke tiltak som bør settes inn for å redusere avrenningen og hvordan disse tiltakene virker. F.eks. virker vegetasjonssoner langs vassdrag i hovedsak på overflateavrenningen, mens fangdammer reduserer næringsstoffkonsentrasjonene i avrenning fra både overflate- og grøftevann. Det er gjennomført en rekke undersøkelser av nitrogen- og fosfortransport fra jordbruksarealer fordelt på grøfte- og overflatevann, figurene 4 og 5.

Resultatene viser at nitrogen først og fremst tapes via grøfteavrenning, mens den dominerende transportvei for fosfor er via overflateavrenning.

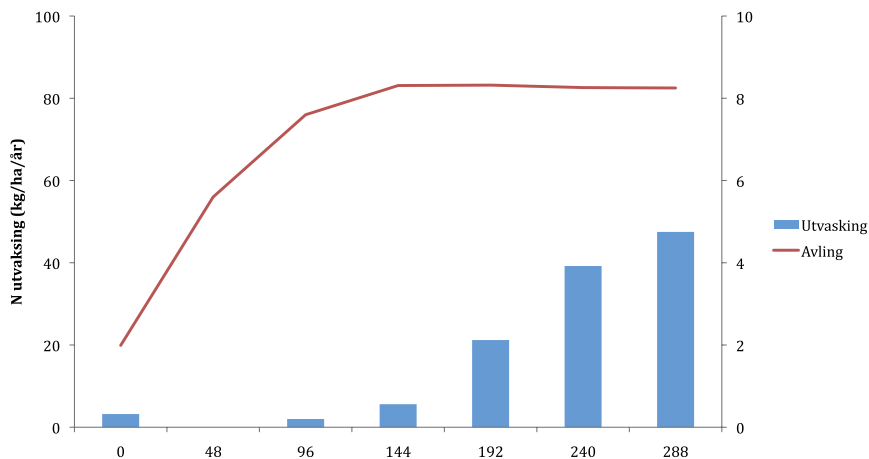
Prosesser for avrenning av nitrogen og fosfor fra jordbruksarealer

Prosessene som fører til nitrogen- og fosfortap fra jordbruksarealer er prinsipielt forskjellige. Nitrogen transporteres i hovedsak som nitrat løst i jordvæsken, mens fosfor bindes til jordpartikler og i hovedsak transporteres med partiklene ved erosjon, figur 6. I områder med stor husdyrtetthet utgjør partikkelbundet fosfor en mindre del av fosforet. Nitrogentapet påvirkes av N-gjødsling og avling, figur 7, men særlig avrenningen viser god sammenheng med nitrogentapet, figur 8.

Nitrogentapet er forholdsvis jevnt fordelt i perioder med avrenning, mens fosfortapet er mer konsentrert i kortere perioder med kraftig nedbør og erosjon. For Skuterudfeltet (Ås, Akershus) viser figur 6 at 90 % av avrenningen skjer på



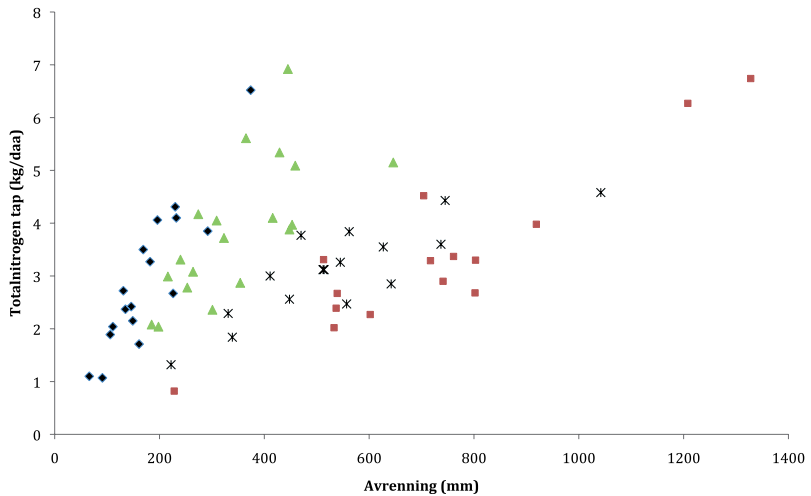
Figur 6. Sammenheng mellom tap av totalfosfor og suspendert stoff i Skuterudbekken, Ås, Akershus.



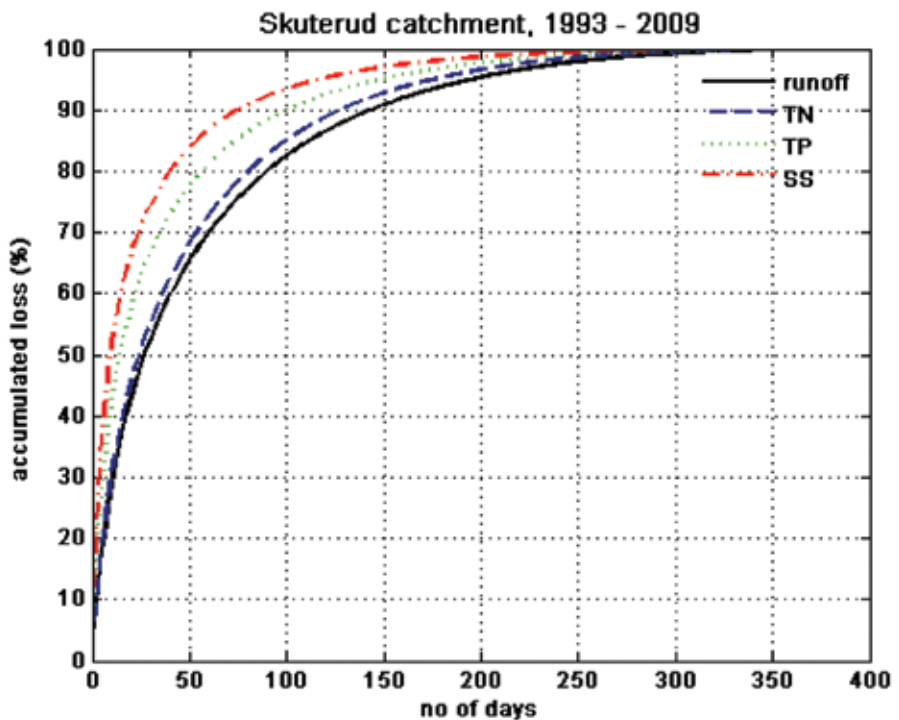
Figur 7. Gjødning, avling og utvasking av nitrogen i undersøkelser fra Rothamsted, UK (Goulding, 2000).

150 dager/år, 90 % av nitrogen tapet skjer på 125 dager/år, mens for fosfor og partikler skal det bare 95 og 70 dager til

for å få 90 % av årets tap (figur 9, Deelstra et al., 2010).



Figur 8. Nitrogentapet viser god sammenheng med avrenningen i JOVA-målingene.



Figur 9. Dynamikk i nitrogen- og fosfortapene fra Skuterudfeltet (Deelstra et al., 2010).

Tiltak mot avrenning av nitrogen og fosfor fra jordbruksarealer

Det viktigste tiltaket i forhold til vannkvalitet i norske ferskvannsforkomster har lenge vært redusert jordarbeiding. Redusert jordarbeiding fører til reduksjoner i både fosfor- og nitrogenetap. De største reduksjoner i fosfortap oppnås ved redusert jordarbeiding på arealer med stor erosjonsrisiko. Høstpløying fører til større tap av nitrogen og fosfor sammenlignet med vårploying.

Effekten av ulike jordarbeidingsmetoder på fosfortap relativt til høstpløying er vist i figur 10. Best effekt gir direkte-såing på våren, men på den andre siden har det vist seg å gi økte ugrasproblemer, økt bruk av plantevernmidler og økt risiko for fusarium og redusert kvalitet på kornet.

I tillegg til ovennevnte effekter av direkte-såing, har svenske undersøkelser vist at avrenningen av løst fosfor øker over tid ved denne jordarbeidingsmetoden, figur 11). Det skyldes at fosfor fra gjødsel oppkonsentreres i de øverste jordlagene når jorda ikke vendes.

Redusert jordarbeiding – jordarbeiding uten pløying – har i tillegg til virkningen på fosfortapet også effekt på nitrogenetapet. Ved pløying på høsten øker omsetningen av planterester og frigjøring av nitrogen ved mineralisering. Pløyingen fører samtidig til lavt nitrogenopptak på grunn av manglende plantedekke og dermed øker risiko for utvasking. Overvintring i stubb eller direkte-såing av høstkorn vil gi lavere konsentrasjon av nitrat i jordvæsken og dermed redusere

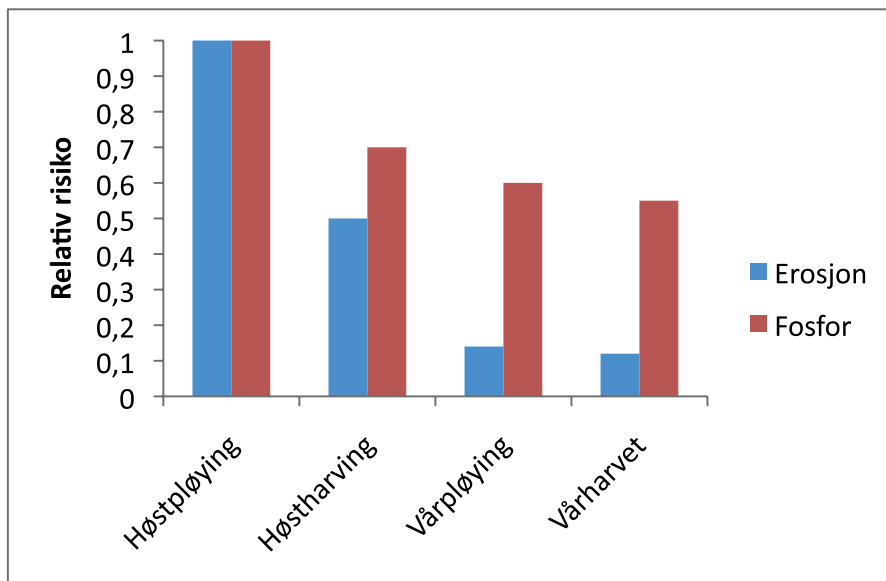
risiko for utvasking av høye konsentrasjoner av nitrogen. Redusert jordarbeiding er dermed et tiltak som fører til redusert avrenning av både nitrogen og fosfor.

Konflikter mellom tiltak mot avrenning av nitrogen og fosfor

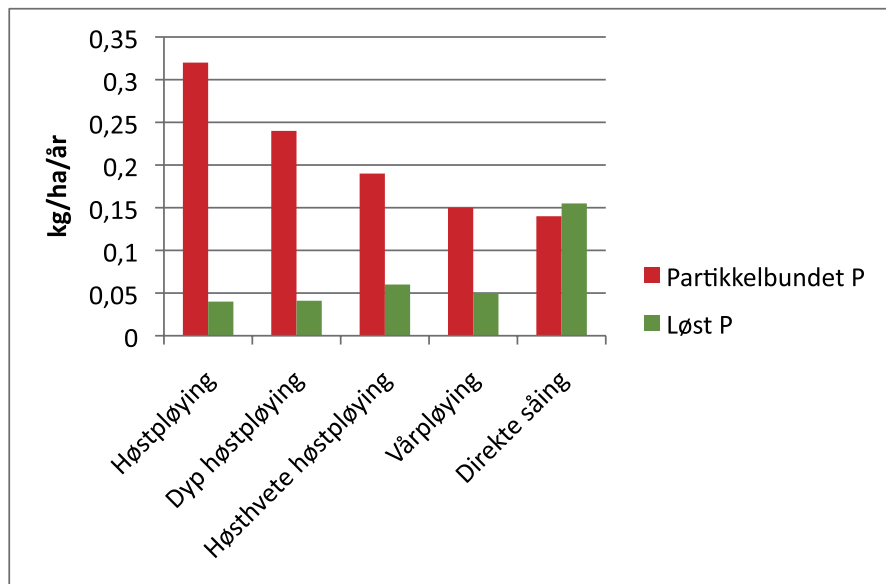
Et jordbrukstiltak som brukes for å redusere nitrogenavrenningen er etablering av fangvekster. Fangveksten såes normalt sammen med kornet og når kornet høstes vil fangveksten få lys til å vokse og dermed ta opp nitrogen fra jorda slik at risiko for nitrogen utvasking reduseres. Når det gjelder fosforavrenning er det vist at fangveksten kan bidra til økt avrenning av løst fosfor. Det skjer ved utfrysing fra plantemassen gjennom vinteren. Spesielt i ustabile vinterperioder med mange fryse-/tineperioder er risiko for utfrysing av fosfor stor. Figur 12 viser økningen i vannløselig fosfor ved utfrysing fra plantemateriale.

Etablering av fangvekster som bidrar til å redusere nitrogenavrenningen kan altså føre til økte konsentrasjoner av fosfor i avrenningen.

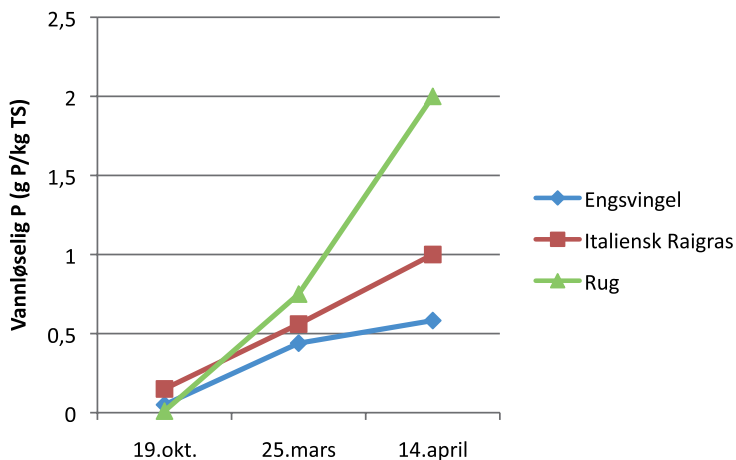
Vegetasjonssoner langs vassdrag er også et tiltak som kan føre til konflikt mellom nitrogen og fosfor dersom det ikke gjennomføres med varsomhet. I enkelte områder gjødsles vegetasjonssonene med nitrogen for å øke grasproduksjonen på områdene. Dersom det gjødsles med lave mengder vil nitrogen sannsynligvis bidra til å øke både nitrogen- og fosforopptaket i plantene uten at det fører til økt nitrogenavrenning. Ved fjerning



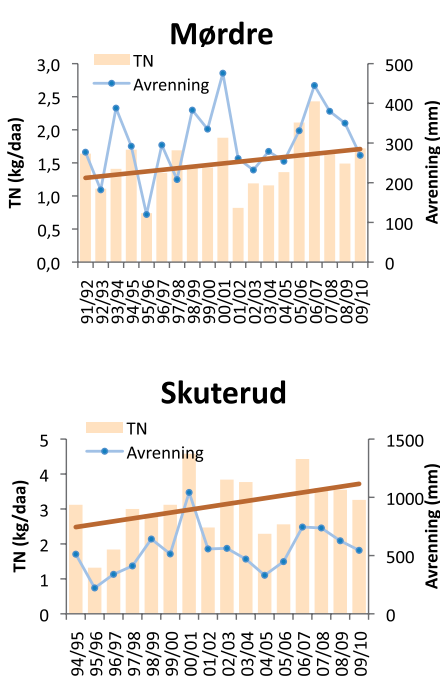
Figur 10. Effekt av jordarbeiding på fosfortap (modelleringsresultater fra Lundekvam, 2002).



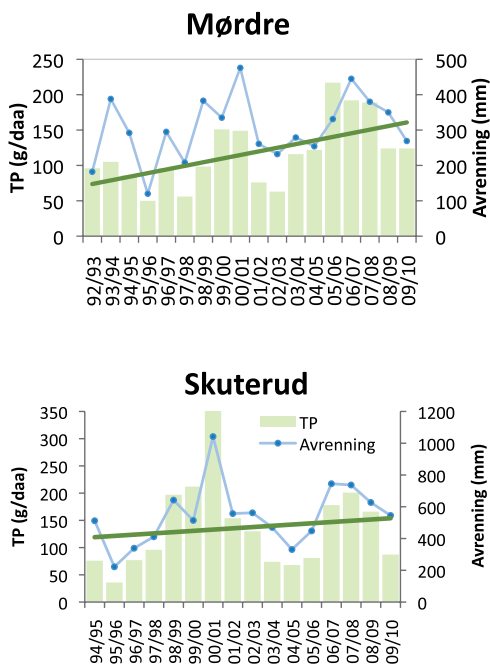
Figur 11. Effekt av jordarbeiding på tap av partikulært og løst fosfor (Ulen og Kalisky, 2005).



Figur 12. Utfrysing av fosfor fra plantemateriale (Øgaard, pers. medd.).



Figur 13. Trender i nitrogentap fra utvalgte nedbørfelt på Østlandet.



Figur 14. Trender i fosfortap fra utvalgte nedbørfelt på Østlandet.

av plantematerialet fjernes også nitrogen og fosfor fra området. Store mengder nitrogenforgjødsel på vegetasjonssoner kan føre til økt risiko for utvasking direkte til vassdrag. Dersom plantemassen ikke fjernes vil det også her kunne bli økt risiko for utfrysing og avrenning av løst fosfor.

Trender i nitrogen og fosfortap

Overvåkingsresultater fra jordbruksområder på Østlandet (Skuterud og Mørdre) viser at det har vært høyere tap av fosfor de senere årene (figur 13 og 14). Avrenningen har økt i samme periode og det er tydelig sammenheng mellom avrenningsmengde og nitrogen- og fosfortap i de utvalgte nedbørfeltene.

Overvåkingen i de utvalgte feltene viser kun i liten grad effekten av tiltaksgjennomføringen i jordbruket. Retensjonsprosesser i nedbørfeltene bidrar til å maskere effekten av redusert jordarbeiding og redusert gjødsling. En del av tiltaksgjennomføringen ble satt i gang allerede før overvåkingsprogrammet startet og effekten blir dermed ikke synlig i trendene. Dessuten har flere værfaktorer vesentlig betydning for avrenningen. For å oppnå signifikante trender i jordbruksdominerte bekker må det en omfattende tiltaksgjennomføring til og selv da er en avhengig av stabile værforhold for å kunne oppnå målbare effekter av tiltakene.

Konklusjon

Nitrogen og fosfor fra jordbruksarealer tapes ved ulike prosesser og transportveier. Det betyr at det ofte også er ulike

tiltak som skal settes inn for å redusere tapene. For enkelte tiltak er det en konflikt mellom nitrogen og fosfor. Fangvekster er et slikt tiltak som reduserer nitrogenavrenningen, men kan føre til økt fosforavrenning. På den andre siden er redusert jordarbeiding et tiltak som reduserer både fosfor- og nitrogentap.

Overvåking i jordbruksdominerte nedbørfelt viser at det er vanskelig å måle effekter av gjennomførte tiltak over de siste to tiår. Nitrogen- og fosfortapene følger økningen i avrenningsmengde som er registrert i perioden. For enkelte overvåkingsfelt kan også endringer i jordbruksdriften være med på å redusere effekten av tiltak som gjennomføres. For å oppnå målbar reduksjon i nitrogen- og fosforavrenning fra jordbruksarealer kreves omfattende tiltaksgjennomføring og lange tidsserier med stabilt vær. Variasjon i rom og tid er en dominerende faktor i jordbrukslandskapet og målretting av tiltakene er nødvendig for god effekt.

Referanseliste

Deelstra, J., Eggestad, H., Iital, A., Jansons, V. & Barkved, L. 2010. Hydrology of small agricultural catchments. Vann, Norsk Vannforening 2010, (3)12.

Goulding, K.W.T. 2000. Nitrate leaching from arable and horticultural land. Soil use and management 16, 145-151.

Kværnø, S. og Bechmann, M. 2010. Transport av jord og næringsstoffer i overflate- og grøftevann. Bioforsk rapport 5/30.

Lundekvam, Helge. ERONOR/USLENO – Empirical erosion models for Norwegian conditions. Norges landbrukshøgskole. Department of Soil and Water Sciences. Rapport no 6/2002, 2002.

Selvik, J.R., Tjomsland, T., Borgvang, S., og Eggestad, H.O. 2006. Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder i 2005, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL2. NIVA rapport 973/2006.

Ulén, B. & Kalisky, T. 2005. Water erosion and phosphorus problems in an agricultural catchment – Need for natural research for implementation of the EU Water Framework Directive. Environ. Sci. Policy 8, 477-484.