

# Hvilke er de kritiske prosessene for modellering av avrenning fra landbruket?

## Har vi tilstrekkelig kunnskap for tiltaksanalyser i landbruket?

Av Lillian Øygarden og Johannes Deelstra

Lillian Øygarden er Dr.scient fra UMB og forskningsleder for klima ved Bioforsk.  
Johannes Deelstra er seniorforsker ved Bioforsk.

Innlegg fagtreff i Norsk vannforening  
22. september 2008

### Sammendrag

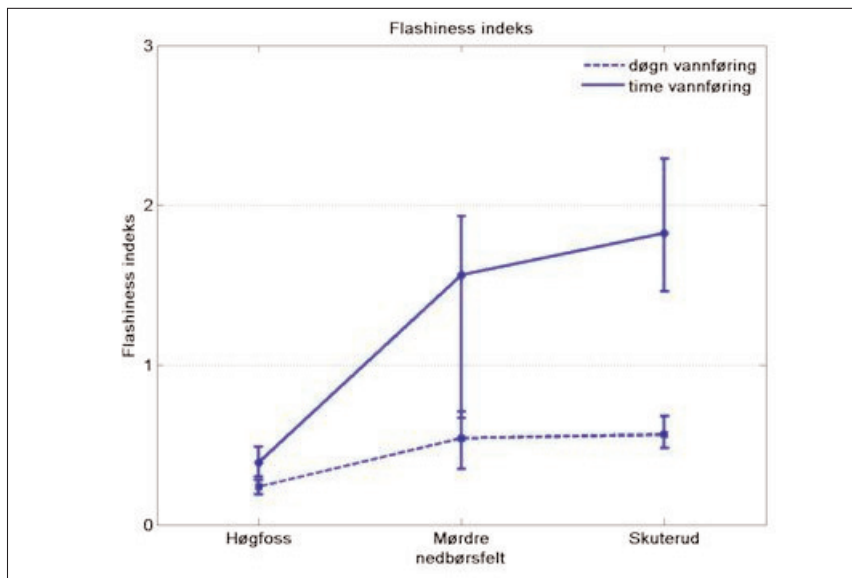
I vannregionene er det nå et omfattende arbeid med å utarbeide tiltaksanalyser. Avrenning fra jordbruksarealer er en av kildene til vannforurensning og det er derfor behov for å dokumentere jordbrukets bidrag og effekter av mulige tiltak. Bidragene er ulike fra områder med korndyrking, husdyrhold og grønnsakdyrking og det er ønskelig med modeller for å kunne beregne effekter av mulige tiltak. Innlegget gir eksempler på noen tema der kunnskapsgrunnlaget er mangelfullt og problemer og usikkerheter dette gir for arbeidet med tiltaksanalyser. Det gis også eksempler på nye tiltak som er under utprøving og til arbeidet med tiltaksveileder for jordbruksarealer.

### Innledning

I forbindelse med iverksettelsen av EU vanddirektiv er det nå under arbeid en rekke tiltaksanalyser i vannregionene. Det innebærer dokumentasjon av miljøtilstand, definering av miljømål, kartlegging av kilder, beregning av behov for reduksjoner og prioritering av tiltak. Dette har gitt behov for økt kunnskap om landbrukets bidrag til vannforurensning og beregning av effekter av mulige tiltak. Det er et ønske om å bruke modeller i dette arbeidet. Dette innlegget omhandler problemer og usikkerheter ved bruk av avrenningsmodeller i forbindelse med tiltaksanalysene og jordbrukets bidrag.

### Modeller tilpasset norske forhold?

Det har over lengre tid vært brukt ulike modeller for beregning av avrenning og stofftap fra jordbruks-



Figur 1. Flashiness indeks basert på time og gjennomsnittlig døgnvrenning

arealer. Dette omfatter enkle beregninger basert på standardkoeffisienter fra jordbruksarealer, enkle empiriske modeller til mer prosessorienterte modeller. Ofte omhandler slike modeller en enkelt faktor, som eksempel nitrogen avrenning eller fosfor avrenning eller erosjonsmodellering.

I EU prosjektet EUROHARP ([http://www.euroharp.org/showart\\_open\\_area.php?art=31](http://www.euroharp.org/showart_open_area.php?art=31)) ble en rekke ulike modeller som er brukt i Europa testet for et utvalg av nedbørfelt. Vansjø - Hobølvassdraget – Morsa var et av disse felt der de europeiske modeller ble testet. Resultatene (French 2007) viste bla. at flere av modellene ga rimelig god simulering av hydrologiske forhold på større skala, men det var stor forskjell ved modellering på mindre skala, se figur 1. Det er i min-

dre skala planlegging av tiltak på jordbruksarealer foregår. Noen modeller kunne modellere nitrogen rimelig godt, men for fosfor var det større forskjeller. Ved bruk av modeller er det særlig norske vinterforhold som ofte ikke er inkludert i slike modeller. Dersom hydrologien ikke er riktig blir heller ikke modellering av næringsstoffavrenning riktig. Norske jordbruksarealer er gjennomgående systematisk grøftet og dette er det også mange modeller som ikke kan håndtere. Det er fremdeles mye å hente før en har harmonisert beregningsverktøyet og modellering av diffus avrenning på en skala som er egnet for tiltaksplanlegging, på gårds og skifte nivå. Dette betyr også at utviklingen og testingen av modeller brukt for norske nedbørfelt må fort-

sette å utvikles i Norge. Her er det et potensiale for videre samarbeid mellom ulike forskningsmiljø.

Flashiness indeks prøver å gi et uttrykk for hvor fort avrenningen skjer i et nedbørfelt. Dersom den beregnes på døgnbasis er den lik summen av forskjellen mellom gjennomsnittlig døgnavrenning delt på summen av årsavrenningen.

$$FI_{day} = \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - q_{i-1}|}{\sum_{i=1}^n q_i}$$

Dersom den beregnes på bakgrunn av timeverdier er summen (over streken) lik forskjellen mellom time verdier for avrenningen. FI beregnet på gjennomsnittlig døgnavrenning er lavest for Høgfoss (Vansjø - Hobøl) som er et stort nedbørfelt, sammenliknet med overvåkingsfeltene Mørdre og Skuterud. Dersom vi beregner FI på bakgrunn av timeverdier ser vi en dramatisk økning i FI for Skuterud og Mørdre som er fraværende for Høgfoss. Hovedårsaken til den store økningen er arealet for Skuterud og Mørdre som er betydelig mindre sammenliknet med Høgfoss. Dette tyder også på at i Skuterud og Mørdre er det store endringer i vannføringen innenfor et døgn som kan ha stor betydning for næringsstofftap og erosjon. Når en bruker /tester ulike modeller må en være klar over slike skalaeffekter.

#### **Akkumulert avrenning, næringsstofftap og tap av suspendert stoff for Skuterud feltet**

Tabell 1 viser at 50 % av avrenningen (gjennomsnitt for 15 år) skjer på 26

dager mens 50 % av årstapet av suspendert stoff og fosfor skjer på henholdsvis 12 og 16 dager. 90 % av avrenningen skjer på 118 dager, mens det tar kun henholdsvis 66 og 80 dager for suspendert stoff og fosfor. Dette viser at avrenningen skjer innenfor et begrenset antall dager hvert år, og at tapet av suspendert stoff og fosfor er knyttet opp mot korte episoder med høy avrenning.

	Avrenning	SS	TP	TN
%	Antall dager			
50	26	12	16	23
90	118	66	80	106
100	365	365	365	365

Tabell 2. Akkumulert avrenning, næringsstofftap (total fosfor TP, total nitrogen TN og tap av suspendert stoff for Skuterud feltet)

Landbruksforvaltningen har også ønsket at det i forbindelse med vanddirektivet og tiltaksplanlegging utvikles enklere analyseverktøy som forvaltningen selv kan bruke. Dette stiller også krav til forenklinger av modeller og krav om brukervennlighet. En kan tenke seg en blanding i noen enkle verktøy (kalkulatorer, statistiske oversikter) forvaltningen kan gjøre, men at mer kompliserte oppgaver gjennomføres hos forskningsmiljøene. Bioforsk har for tiden et slikt verktøy under utvikling.

#### **Har tiltaksanalysene gjort bruk av modeller vanskeligere?**

Etter algekatastrofen i Nordsjøen i 1989 kom det i gang omfattende

jordsmonnsskartlegging av jordbruksarealene i områdene som grenser til Nordsjøen. Dette førte til utarbeidelse av erosjonsrisikokart der jordbruksarealene ble klassifisert i fire erosjonsrisikoklasser. Fra 1991 ble det innført tilskudd til bønder som endret jordarbeiding fra høstpløying til mindre jordarbeiding om høsten – lett høstharving (uten pløying) eller å la arealene ligge uberørt i stubb gjennom vinteren. Tilskuddene ble etter hvert differensiert etter erosjonsrisikoen på arealene. Det ble utarbeidet tabeller/sammenhenger over reduksjon i erosjonsrisiko dersom bøndene endret vekst og jordarbeiding i forhold til om arealene var høstpløyd, tabell 2. Denne relative risiko (C-faktor) ble mye brukt i rådgivningssammenheng for å motivere bøndene til å endre jordarbeiding. Denne relative risikovurdering gir ikke tall på jordtap det enkelte år, men en gjennomsnittsverdi for risiko dersom en bestemt jordbrukspraksis gjennomføres over mange år. Den gir også bare risikoen for flateerosjon og noe rilleerosjon.

Driftspraksis/jordarbeiding	Reduksjonseffekt
Høstpløyd	0
Høstkorn med pløying	0
Lett høstharving	0,5
Stubb + direktesådd høstkorn	0,8
Stubb + vårpløying	0,85
Stubb + direktesådd vårkorn	0,89
Stubb + korn med fangvekster	0,9

Tabell 2. Reduksjonshindrende effekt av ulike typer jordarbeiding.

Ved utarbeidelsen av tiltaksplaner har behovet for kunnskap endret seg, mens planleggingsverktøyene ikke har det. Nå ønskes det ikke bare svar på hvordan endring i risiko endres ved endring i driftsform og jordarbeiding. Nå ønskes svaret som en tilførselsberegning som angir verdi for hvor mye partikler og særlig fosfor som ender ute i vassdragene (elver, bekker, innsjøer). En ønsker en angitt verdi i kg eller tonn som så ofte sammenlignes med noen målinger av vannkvalitet. Forskingen kan her ha problemer med å gi ønsket svar (nøyaktighet /usikkerhet) fordi en ved bruk av verktøy for risikovurdering ikke inkluderer alle prosesser i et nedbørfelt.

Et eksempel vil klargjøre dette. En landbruksrådgiver kan gi råd til bonden om at dersom han/hun skifter fra høstpløying til stubb så vil generell erosjonsrisiko for flateerosjon reduseres med ca 85 %. På veien fra bondens jorde vil det imidlertid også inngå flere andre prosesser i nedbørfeltet som eks. retensjon i landskapet. Denne vil variere mye etter lokal topografi, avstand til vannforekomst etc. Den mengden partikler som er løstrevet ved flateerosjon på et jorde er ikke den samme som endelig havner ut i vassdraget. I landskapet vil det også kunne foregå erosjon i forsengkninger, erosjon rundt hydrotekniske anlegg etc. Betydningen av denne erosjonen er ikke med i risikovurderingene men vil øke erosjonsbidraget fra landbruket.

I tiltaksplanene skal en sammenligne jordbrukssektorens bidrag med andre sektorer og derfor må en i slike

sammenhenger også inkludere betydning av disse kilder der en ofte ikke har innhentet kunnskap om omfang, lokalisering og behov for tiltak. For en del av disse tiltak mangler det også verdier av kostnadseffektivitet. Det kan mangle dokumentasjon av effektene eller av kostnadene. Det er i slike sammenhenger et behov for å videreutvikle eksisterende planleggingsverktøy, men også for at de som skal lage slike planer får med alle relevante kilder og estimerer usikkerhet i dem. Kilder der en i dag ikke har nok kunnskap eller data, må estimeres med stor grad av usikkerhet og her er det behov for utvikling for bedre beslutningsgrunnlag for videre tiltaksanalyser.

I de fleste forsøk med tiltak testes bare ett tiltak, eks effekt av ulik jordarbeiding eller av ulike bredder av vegetasjonssoner. I den planlegging som nå foregår i tiltaksanalyser planlegges ofte en kombinasjon av ulike tiltak. Slike samspilleffekter er ofte ikke prøvd ut i forsøk.

Bioforsk har også på oppdrag for Statens Landbruksforvaltning, SLF utarbeidet en tiltaksveileder til bruk ved planlegging av tiltak som kan redusere erosjon og næringsstoffavrenning. Her finnes en nærmere beskrivelse av ulike typer tiltak. Veilederen kan lastes ned fra: [www.bioforsk.no/tiltak](http://www.bioforsk.no/tiltak)

Etter hvert som ny kunnskap kommer til vil nettsidene oppdateres. Det arbeides med å utvikle eksempler på tiltaksanalyser for typeområder som eks; kornområder, grønnsaksområder, husdyrområder.

### **Kunnskapsbehov**

Arbeidet med tiltaksanalyser i de ulike vannregionene har avdekket behov for kunnskap på flere områder. Her gis noen eksempler.

#### Tiltaksplanlegging i områder med grønnsakdyrking

I områder med åpen åker, vesentlig korndyrking har det vært hovedfokus på å redusere erosjon og fosforavrenning ved å endre jordarbeiding. Grunnlaget for beregningene er jordsmonnkartene og de avledete erosjonsrisikokartene. Disse kartene beregner risiko under forutsetning av at arealene høstpløyes. Fra oversikter over utbetalte tilskudd finnes opplysninger om den faktiske arealbruken på jordbruksarealene, faktisk drift. Ved hjelp av planleggingsverktøyet "GIS – Avrenning" (Grønlund og Turtumøygard, 2001) kan en beregne erosjon ved dagens drift og også effekt av ulike scenarier der en legger inn ulik gjennomføringsgrad av jordarbeidingstiltak.

Arbeidet med tiltaksplaner for Morsa avdekket at det var behov for andre tiltak og andre beregningsmåter for bidragene fra grønnsaksarealer. Disse arealer er ofte lokalisert til lettere jordarter der erosjonsrisikoen i følge erosjonsrisikokart er lav. Det kan være sandjorder med liten helling og mindre risiko for overflateavrenning. Grønnsaksarealer kan imidlertid ha høye verdier for fosfor i jorda etter flere år med sterk gjødsling. Målinger i bekker i grønnsaksområdene i Vestre Vansjø (Bechmann, 2006 ) dokumenterte høy fosforavrenning fra arealer med grønnsakdyrking og at

mye av denne avrenningen foregikk gjennom drencsystemet. Det pågår nå et eget prosjekt rundt Vestre Vansjø for å teste ut tiltak for å redusere fosforavrenning, nærmere beskrivelse og illustrasjoner av tiltak på nettsidene; <http://www.bioforsk.no/dok/senter/jordmil/aas/vestrevansjo/index.html>

Det er tiltak som redusert gjødsling til ulike grønnsakskulturer, bruk av fangvekster, rensing av grøfteavrenning, nye rensefiltre i fangdammer.

#### Avrenning av næringsstoffer gjennom drencsvann

Målinger i bekker i bl.a Vestre Vansjø har avdekket stor fosforavrenning gjennom drencsystemet. Også gjennom overvåkingsprogrammet JOVA er det i de siste årlige rapporter diskutert at mer av totalavrenningen skyldes tap gjennom drencsystemet. Det er nå under utprøving ulike filtermaterialer bl.a. LECA for å kunne rense grøftevann for fosfor. Så langt er det satt i gang pilotanlegg med vannprøvetaking av renseseffekter av ulike filtre. Både effekter av tiltak og kostnader med slike anlegg er lite dokumentert. Også fordelingen mellom overflatevann og drencsvann i felter har betydning for prioritering mellom tiltak. Betydningen av de skjulte transportveier.

#### Erosjon i bekkeskråninger

De siste år med økende nedbør om høsten og ustabile vintre med vekslende fryse-/tineepisoder kombinert med vinterregn har ført til ustabile skråninger og muligheter for mer erosjon i bekkeskråninger. Omfanget av slik erosjon og planlegging av

tiltak med kostnader kan bli viktig i noen av tiltaksplanene framover, men også her er det mangelfullt kunnskapsgrunnlag. Ved en forventet endring i klima med økende høstnedbør og mer ustabile vintre kan en forvente at slike prosesser i nedbørfeltet vil få større betydning og dermed utløse behov for tiltaksplanlegging.

#### Planleggingsverktøy - modeller til bruk i husdyrområder

I 2007 ble det også gjennomført evaluering av tiltaksanalyse for Jærvassdragene (Molværsmyr et al. 2008). Modellverktøyet bl. a GIS avrenning er tilpasset områder med stor overflateavrenning og erosjon som viktigste fosforkilde til vassdrag. I Jærvassdragene er det mindre erosjon og åpen åker. Avrenning fra husdyrhold er dominerende fosforkilde. Det er også dokumentert arealer med høyt fosforinnhold etter bruk av husdyrgjødsel. For dette arbeidet ble det utviklet en egen regresjonsmodell for å kunne planlegge effekt av ulike tiltak. Dette er også et eksempel på at det gjennom arbeidet med tiltaksanalyser foregår nyutvikling og modelltilpasninger til forvaltningens behov.

#### Modeller til videre utprøving

Det er pågående aktivitet i flere forskningsmiljø om hvilke modeller som er egnet i arbeidet med hydrologi, næringsstoffavrenning og tiltaksplanlegging for jordbruksarealer. Modell kompetansen må forbedres for å kunne være et viktig element/verktøy innenfor tiltaksplanlegging, rammedirektiv og nedbørfeltforvalt-

ning for øvrig. Samtidig er modell verktøy et viktig element i å forstå prosessene som fører til avrenning, næringsstofftap og erosjon. Tabell 3 gir en oversikt over modeller som er

under uttesting eller skal uttestes i Skuterud-feltet, et av overvåkingsfeltene i JOVA- programmet (Jord og vannovervåking i landbruket).

<b>Model</b>	<b>Anvendelse, status</b>
SWAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SWAT-modellen er anvendt i Vansjø-Hobøl vassdraget (EuroHarp prosjektet).</li> <li>- Er en prosess basert modell som kan simulere avrenning, næringsstofftap og erosjon. Endringer er nødvendig for å kunne simulere norske vinterforhold og hydrologien med intensive grøftesystemer. Samarbeid med SWAT-miljøet er nødvendig. Modellen er delvis parameterisert for Skuterud feltet.</li> </ul>
DRAINMOD	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellen fokuserer sterkt på grøfteavrenning, og har i tillegg en N-komponent samt at den kan simulere vinterforhold .</li> <li>- Deler av denne modellen (kan/skal) anvendes i SWAT</li> </ul>
Soil, COUP, SoilN_NO, SOILN_DB	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellen ble anvendt i Skuterud-feltet (Soil/SoilN_NO) og i Mørdre. COUP blir nå brukt mye i presisjonsjordbruk- /doktorgrads arbeid.</li> <li>- COUP-modellen ble testet av UMB/IPM for Skuterud feltet.</li> </ul>
HBV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydrologi modell, blir mye brukt av NVE, Niva.</li> <li>- Skal kjøres i Skuterud feltet som en del av NFR/Sealink prosjektet sammen med NVE</li> </ul>
INCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Som en del av Sealink prosjektet (NFR) skal den testes i Skuterud feltet</li> </ul>
LISEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opprinnelig en erosjonsmodell. Skal anvendes i arbeidet med å dimensjonere avrenning fra veisystemer</li> </ul>
WEPP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anvendes i doktor grad , UMB</li> </ul>

Tabell 3. Modell oversikt, bruk og erfaringer

### Referanser

Bechmann, et al. 2006. Lokale fosfortilførsler til Vestre Vansjø og Mosseelva.

Bioforsk rapport nr 3. 2006. 21 pp

Bechmann, M., Pengerud, A., Øygarden, L. og Øgaard, A. F. 2006. Tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer rundt Vestre Vansjø. Effekter for hele nedbørfeltet. Bioforsk rapport, vol 1 Nr. 177

French, H. 2007. Modellering av næringsstoff transport i Vansjø-Høbølvassdraget. Resultater fra EU prosjektet Euroharp. Bioforsk rapport vol 2, nr. 10.

Grønlund, A. og Turtumøygaard, S. 2001. Gis avrenning. Beregningsmodell for jordbruksarealer.

Jordforsk rapport 48/01.

Molværsmyr, Å., Bechmann, M., Eggestad, H.O., Pengerud, A., Turtumøygaard, S., Rosvold, E. 2008. Tiltaksanalyse for Jærvassdragene. IRIS rapport 2008/028.