

Modeller for avrenning og stofftransport fra landbruket

Av Knut L. Seip og Kjell Kalgraff

Knut L. Seip og Kjell Kalgraff er ansatt som forskere på Senter for industriforskning.

1. INNLEDNING

Denne artikkelen er en oppfølging av en artikkel i Vann nr. 1 1985 «Internasjonale avrenningsmodeller. Passer de for Norge?» Vi har nå forsøkt å være mere konkrete, både når det gjelder modellene, og når det gjelder svaret på spørsmålet: Passer de for Norge?

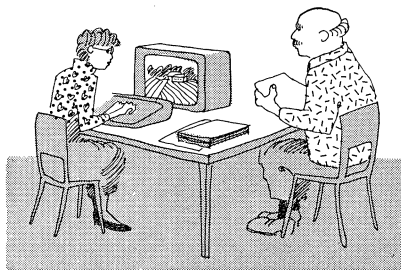
2. BAKGRUNN

Modellene skal på sikt kunne brukes av myndigheter og gårdbrukere i fellesskap for å se på konsekvenser av tiltak mot avrenning og erosjon.

Ca. 60 større vassdrag er i dag sterkt overgjødslet av landbruksforurensninger, i første rekke: Østlandsområdet, på Jæren og i Nord-Trøndelag (Leborg 1984, Vårt felles miljø. SFT). En rekke tiltak innen landbruket kan redusere forurensningene. Vi ønsket å undersøke metoder for å finne ut hvor effektive tiltakene er, og hvordan de virker under skiftende klima- og værforhold. Siden programmet «Avrenning fra landbruksarealer — miljømessige virkninger» ville skaffe fullstendige datasett fra en rekke felt med ulike driftsformer, ble det sett som nærliggende mulighet å tilpasse og/eller utvikle matematiske modeller for avrenning og stofftransport. På sikt tenker vi oss at modellene skal kunne brukes av forvaltningen slik som antydnet i figur 1.

3. OPPLÉGG OG GJENNOMFØRING

Vi prøvet ut to modeller for avrenning og stofftap på Årungens nedbørfelt. Disse er modellen CREAMS, som er en modell for avrenning og stofftransport, og modellen GAMES, som er en ren erosjonsmodell. Vi skal her rapportere fra våre erfaringer med disse to modellene. Under arbeidet har vi fått betydelig hjelp av Frode Rosland og Helge Lundekvam ved henholdsvis GEFO og NLH, foruten god støtte fra en «veiledningsgruppe» satt opp av Bengt



Figur 1.

Gårdbruker og saksbehandler på Landbrukskontoret.

Gårdbrukeren har med seg to datakassetter, en som beskriver neste års dyrkningsplan. Sammen forsøker gårdbrukeren og saksbehandler å finne en dyrkningsplan som reduserer stofftap fra jordene. Data-maskinen beregner konsekvensene av foreslåtte tiltak.

Rognerud ved GEFO. Arbeidet er en del av Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråds program «Avrenning fra landbruksarealer — miljømessige virkninger».

4. RESULTATER OG KONKLUSJON

4.1 Tiltaksmodell

Tiltaksmodeller viser konsekvenser av minsket gjødsling, endring i pløye-metoder o.l.

Vi har brukt to amerikanske modeller for avrenning og stofftap. Først skal vi beskrive modellen CREAMS. Denne er den mest omfattende. Den simulerer avrenning, stofftransport og jordkjemi, og den egner seg godt for å studere virkningene av tiltak. For at modellen skal kunne benyttes kreves det endel data. En liste over slike data, er ført opp i tabell 1.

I tillegg til de data som er ført opp i tabell 1 kan modellene kjøres med mer

komplekse datasett. Videre kan man tenke seg at modellen kjøres i en spørsmål/svar form, der inngangsdata i høyere grad er kunnskap om gårdens daglige drift.

I figur 2 har vi fremstilt simuleringsresultatene for tap av totalt fosfor fra Storgrava delnedbørfelt for årene 1979—1982 sammen med de observerte verdiene av fosfor som følger med bekker gjennom feltet. Én parameter er benyttet ved kalibrering av modellen mot observasjonene i 1979.

Overensstemmelsen ser rimelig god ut. (For avrenning av vann har vi direkte målinger å sammenligne simuleringsresultatene med. Observerte og simulerte kvartalsvise verdier av avrenning viser en overensstemmelse på $r = 0.6$. Se Seip 1985b).

Noen av de simulerte fosforverdiene er for høye eller for lave pga. feil som er lette å rette. For eksempel tillater ikke

Tabell 1. *Inngangsdata og utgangsdata.*

Meteorologiske data

Nedbør (mm/dag)
Temperatur (månedsmiddel i °C)
Solstråling (månedsmiddel i MJ/mnd.)

Terrengdata

Type areal (sjø, elv, landareal)
Areal (ha)
Forholdstall lengde/bredde av felt
Helling (%).

Jorddata

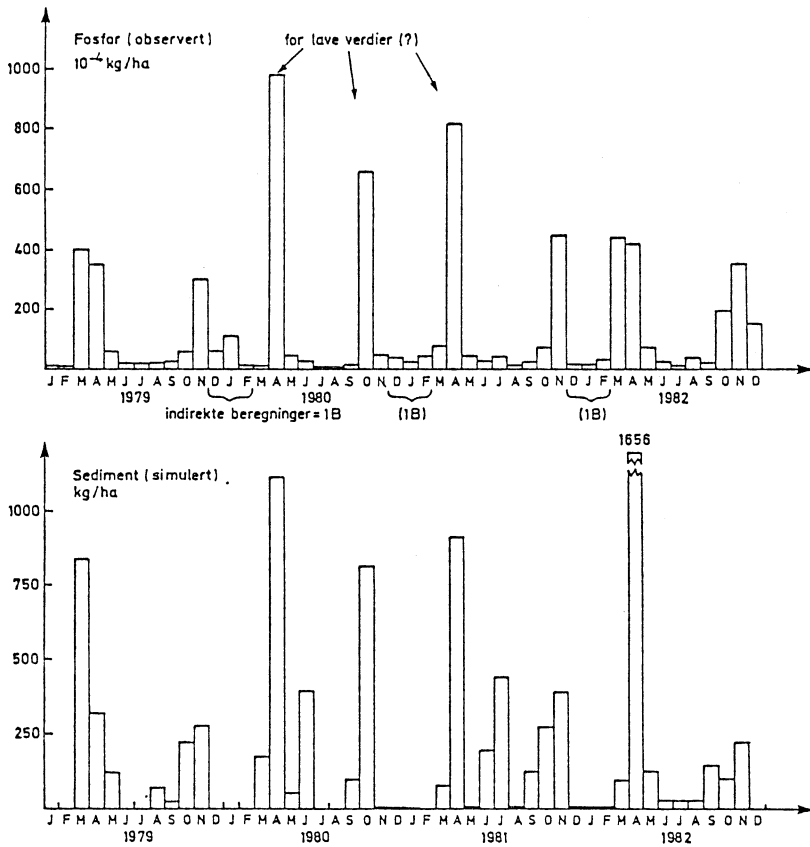
Hydraulisk ledningsevne (m/s)
Porøsitet (m^3/m^3)
Type jord, eller % sand, %silt og % leire
Drenering
Sprekkdannelse og frostegenskaper

Dyrkingsdata

Type vegetasjon (hvete, løvskog)
Data for såing
Dato for gjødsling
Data for bruk av plantevernmidler
Dato for høsting
Mengde høstet
Mengde gjenstående
Mengde gjødsel
Mengde plantevernmidler
Dybde av plogfure
Retning av plogfure i forhold til helling.

Utgangsdata fra modellen

Avrenning (mm/år)
Snødybde (mm vann ekvivalenter)
Mengde fosfor (kg P/år)
Mengde nitrogen (kg N/år)
Mengde stofftransport (kg/år)

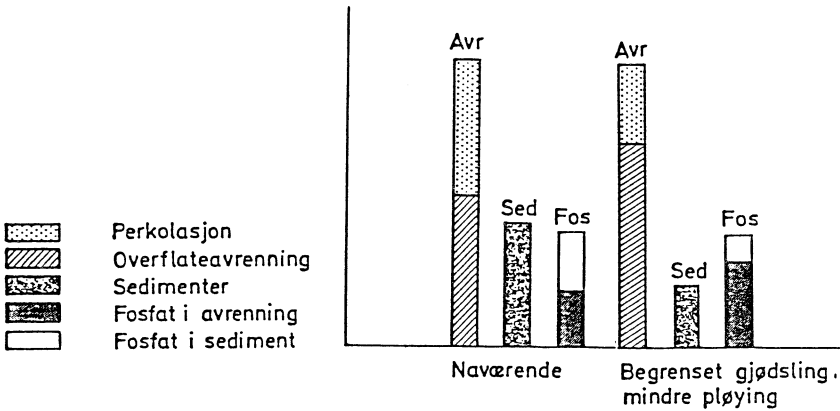


Figur 2. Totalt fosfor som funksjon av tiden for Storgrava nedbørfelt.

den nåværende versjonen av CREAMS-modellen avrenning i måneder med gjennomsnittstemperatur under 0°C, dvs. i månedene desember, januar og februar på Ås. Med rettelser i rutinen som beskriver avsmelting, og med ytterligere noen endringer der vi ser at norske forhold adskiller seg fra forutsetningene i modellen, skulle denne kunne gi vesentlig bedre resultat. (Se Kalgraff 1985).

Vi har for Årungen nedbørfelt laget et tenkt eksempel på hvordan modellen

kan brukes. Anta at vi vil se på virkningene av a) begrenset gjødsling b) mindre pløying. I modellen beskriver vi tiltaket a) ved å sette tilførslene kg/ha av P (fosfor) og N (nitrogen) lavere enn normalt. Tiltak b) beskrives ved å anta at plogfurene er lavere, den delen av gjødslen som ligger i det øverste jordlaget større, jordporøsiteten mindre, fordampningen mindre og Manning's n for ruhet mindre. Vi fant som resultat at mindre pløying ga mindre erosjon og dermed mindre



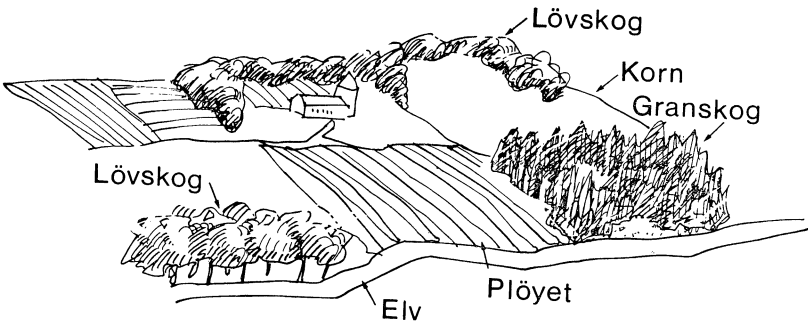
Figur 3. Virkning av tiltak mot næringstap fra jordbruket. Fosfor i erosjonsmateriale blir mindre, og fosfor i avrenning større. Samlet er imidlertid tilførselen omtrent like stor som tidligere, og tiltaket i dette tilfellet ikke særlig effektivt.

næringsstoffer til sjøen fra erosjonsmateriale. Imidlertid ble overflateavrenningen større. Samlet ble det totale fosfortap bare litt mindre enn uten tiltak. Resultatet er vist i figur 3. Modellen er dokumentert Seip, (1985b).

4.2 Identifisering av problemområder

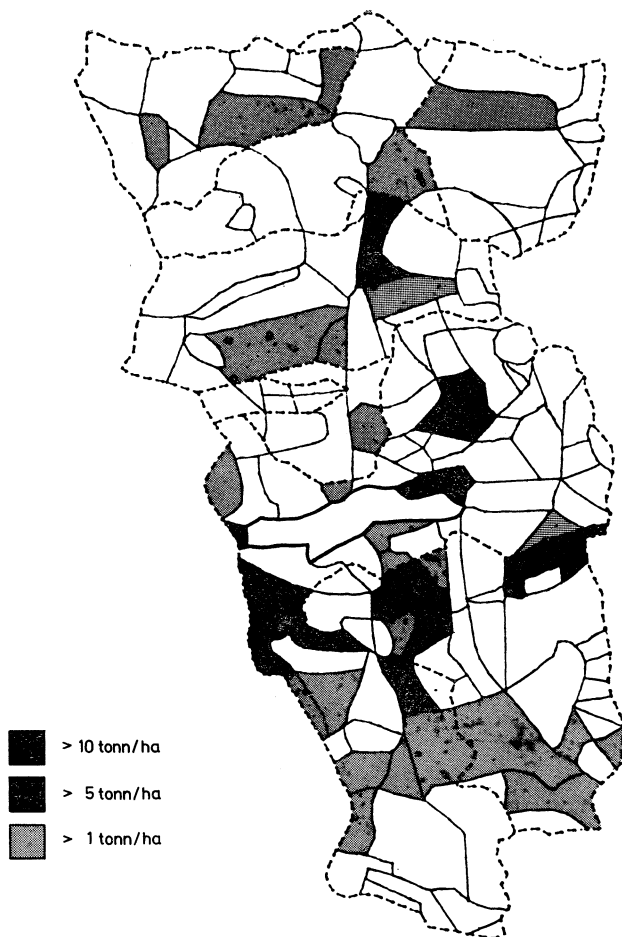
Nedbørsfeltet deles inn i delfelt etter jordtype, dyrkingsmåte og helning. Problemområder identifiseres.

Den andre modellen som var prøvet ut i prosjektet er en modell for erosjon — GAMES. Denne modellen tar utgangspunkt i en oppdeling av et nedbørsfelt i en rekke delnedbørsfelt. Oppdelingen tar hensyn til faktorer som jordens beskaffenhet, hva som dyrkes, delfeltens midlere helning osv. Årungens nedbørsfelt ble det naturlig å dele inn i 197 delfelt. Inngangsdata til modellen består av en undergruppe av de datatypene som er ført opp i tabell 1.



Figur 4. Delfelt.

I modellen GAMES deles et nedbørsfelt opp i delfelt vesentlig etter jordtype, dyrkingsmåte og helning. I datamaskinen representeres nedbørsfeltet ved en matematisk matrise.



Figur 5. *Stofftransport fra delfelt i Årungen nedbørfelt. Simuleringsresultat. Mørke felt avgir mest stoff, grå felt nestmest, osv. Det er stor forskjell på hvor stort stofftapet er fra de enkelte felt.*

Som utgangsdata gir modellen mengde av erosjonsmateriale som leveres fra hvert delfelt, mengden som avsettes i hvert delfelt og netto transport av erosjonsmateriale ut av feltet. Av de 197 felt Årungen nedbørfelt ble delt inn i, var det 4 felt som tilførte Årungen mere enn 10 tonn erosjonsmateriale pr. hektar og 8 felt som

tilførte mellom 5 og 10 tonn pr. hektar, slik som vist i figur 5.

Da GAMES-modellen ble brukt, var det på forsøksbasis. Resultatene i figur 5 gir ikke det endelige svar på hvilke områder som er spesielt utsatt i Årungen nedbørfelt. Blant de felt som er mest erosjonsutsatt, tror vi at det finnes felt som i dag

ikke er dyrket, og som derfor bidrar lite til erosjon så lenge de ikke dyrkes.

Modellen er dokumentert i Sannes og Seip (1985).

4.3 Om anvendeligheten av modeller

Vi mener at modellene GAMES og CREAMS på sikt vil kunne brukes i praktisk landbruksplanlegging.

Modellene GAMES og CREAMS representerer forsøk på å løse et dilemma om kryssende behov: de skal kreve minst mulig data, men de skal samtidig kunne beskrive virkningen av tiltak tilstrekkelig godt. I det følgende skal vi se litt på sammenhengen mellom andre prosjekt i NLVF's program for avrenning og modellene. I NLVF-prosjektet «Analyse av hydrologiske og hydrokjemiske data frå ulike landsdelar» listes opp faktorer som er viktige for beregning av fosfortap fra dyrket mark: terreng, jordart, arealbruk og vassføring. Disse faktorene er alle med i modellene, og vi tror de er formulert i modellen på en tilfredsstillende måte. Virkning av regnskyll slik det er beskrevet i modellen bør kanskje formuleres annerledes, men det er en ulempe at regnskyll-data sjelden er tilgjengelige. (Sml. prosjektet fra NVFL «Stoffinnhald og -transport med overflatevatn etter ulik jordhansaming»).

Resultatene fra de øvrige prosjektene innen avrenningsprogrammet trekkes inn når data blir tilgjengelige. For eksempel forutsetter CREAMS-modellen at binding og frigjøring av fosfor i erosjonsmateriale, særlig i avrenningsvann, er kjent. Resultater fra prosjektet «Fosfor i erosjonsmateriale» er benyttet i denne sammenhengen, og vi regner at bedre verdier blir tilgjengelige etter hvert.

5. NYE PROBLEMSTILLINGER

Vi har benyttet begge modellene på et avrenningsområde i Norge, og mener at modellene, eller en kombinasjon av dem, vil kunne brukes i praktisk landbruksplanlegging. Men endel arbeid gjenstår. Deler av modellene må endres og tilpasses norske forhold. Noen endringer er allerede utført. Vi har laget en ny snøsmeltingsrutine som tar hensyn til at kortvarige endringer i temperatur i løpet av en måned fører til avrenning også i vintermånedene. Dette gir anledning til å sammenligne observerte og simulerte verdier for snødybde. I formuleringen for lysintensitet ble det tatt med et annet ordens ledd i en Fourierutvikling. Dette sikret at de raske endringer vi finner i lysintensiteten i Norge ble korrekt gjengitt. En oppgave vi står overfor er å formulere beskrivelsene av endringer i jordbrukspraksis slik at de passer for norske forhold, selv om vi tror at mange av erfaringene fra andre land (i første rekke USA) kan overføres til Norge. Endelig må modellens parametre endres, slik at de blir «oversatt» til størrelser som er godt kjent for gårdbrukere og for saksbehandlere på landbrukskontor.

SAMMENDRAG

Avrenning og stofftransport fra landbruket beregnes ved hjelp av to matematiske modeller. Den ene modellen er godt egnet til å se på virkninger av tiltak som hindrer avrenning. Den andre modellen er egnet til å identifisere areal som er særlig utsatt for jordtap. Det gis eksempler på hvilke data som kreves til modellen og på resultater av modellsimuleringer. Resultatene gir etter vår vurdering gode indikasjoner på at modellene, etter noe bearbeidelse, vil kunne brukes ved planlegging av praktiske tiltak i landbruket.

6. LITTERATUR

- Kalgraf, K. 1985. En matematisk modell for snøsmelting anvendt på avrenning fra landbruket. SI-rapport.
- Leborg 1984. Vårt felles miljø, SFT.
- Sannes, P. og Seip, K. L. 1985. Avrenning fra landbruket. En matematisk modell for avrenning fra Årungens nedbørfelt 2. SI-rapport 84 07 09 — 2. 27 sider.
- Seip, K. L. 1985 a. «Internasjonale» avrenningsmodeller — Passer de for Norge? Vann 1: 19—26.
- Seip, K. L. 1985 b. Avrenning fra landbruket. En matematisk modell for avrenning fra Årungens nedbørfelt 1. SI-rapport 84 07 09 — 1. 58 sider.