

Landbruket som forurensere

Av Bengt Rognerud

Bengt Rognerud er forsker i Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd.

*Innlegg holdt i Norsk Vannforening
29. januar 1980.*

Norge har rikelig tilgang på vann sett i forhold til både areal og folkemengde. Fra lang tid tilbake har landet gjort seg nytte av denne ressurs i flere sammenhenger. Jordbruksvatning har sannsynligvis vært brukt i mange hundre år i de mest nedbørfattige jordbruksstrøkene. Det kan vises til rettssaker på 1500-tallet som behandler tvister om vann. I Norriges Bescriuelse i 1632 har Peder Claussøn Friis omtalt vatningsanlegg.

I dag har vi klare bestemmelser i Vassdragsloven av 1940 om uttak av vann, om prioritering av ulik bruk og om almenhetens rettigheter.

Interessen for vannforekomstene har økt sterkt de senere år samtidig som vannet har fått enda større betydning for flere brukerinteresser. De almene interesser blir stadig sterkere markert, og dette har ført til interessemotsetninger og konflikter i flere vassdrag. Utviklingen i ulike næringer har også ført til større belastning på vannforekomstene både i form av større uttak av vann og i form av en økning av tilførte stoffer.

Det er ikke vanskelig i dag å få bred tilslutning til tanken om å verne om vassdragene. Problemene melder seg imidlertid så snart det blir behov for å begrense bruken av vannet, og å prioritere bruker-

interessene i vassdrag da dette i mange tilfeller har økonomiske konsekvenser for brukerne. De ansvarlige myndigheter har dessuten næringspolitiske målsettinger å ta hensyn til. Eksempelvis nevnes at St. meld. nr. 32 (1975-76) om norsk ernærings- og matforsyningspolitikk, der det heter at vi skal øke vår sjølforsyningsgrad av mat med ca. 10% på energibasis. Dette vil bl.a. ha innvirkning på vannforekomstene på en eller annen måte.

Vannforekomstene har vært i søkelyset i lengre tid også på grunn av den økende forurensningen som det moderne samfunnet har ført med seg. Etterhvert er det blitt behov for en samlet vurdering, slik den ble skissert i St. meld. nr. 107 (1974-75). Om arbeidet med en landsplan for bruken av vannressursene. Videreføringen av dette arbeidet er kommet igang i og med etableringen av Vannressursutvalget som skal arbeide for en mer samordnet vannressursforvaltning.

Mandatet for Vannressursutvalget har som eget punkt vatningsanlegg og senkingsanlegg. Videre er vannbruksplanlegging, der alle påvirkninger på vassdraget trekkes inn, en sentral oppgave for å få en optimal og avballansert utnyttelse av vassdragene.

Forutsetningen for en tilfredsstillende helhetsløsning er at en har full oversikt over hva de ulike interessenter tilfører

vassdraget og hvilke behov for vann og krav til kvalitet de har.

Landbruket virker inn ved punktvis og diffuse tilførsler, og det medfører også endret vassføring. En kan tale om:

- Kvantitative virkninger
- Kvalitative virkninger.

I mange tilfeller vil disse to typer virkninger være innbyrdes avhengige.

Det er i dette korte innlegget ikke mulig å gi en fullstendig oversikt. En har derfor valgt å peke på noen forhold som har aktuell interesse.

Dyrking av skogbevakste arealer.

Intersepsjon, dvs. mengden av nedbør som fanges opp av vegetasjonen, i skog er betydelig større enn i annen vegetasjon. Skogen har dessuten et rotsystem som tar opp vann og næringsstoffer en meget stor del av vekstperioden. På grunn av bl.a. god ventilasjon kan transpirasjonen i skog bli høy, og vannomsetningen er derfor på mange måter mer ideell med hensyn til stofftap enn på jordbruksarealer og da spesielt åpne åkerarealer.

Flere undersøkelser viser da også at snauhogst av skog betyr høyere grunnvannsnivå og større avrenning. Sterkest er virkningen ved hogst av eldre og tett skog med minimal eller ingen bunnvegetasjon. Det kan gå flere år før det etableres et nytt plantebestand til å ta opp vann og næringsstoffer. Forholdene ligger tilrette for tap av fosfor i noen grad, men særlig nitrat-tapet kan bli betydelig.

Dyrkingsprosessen er også et inngrep som legger forholdene til rette for økt stofftap. På de dyrkede arealene får en større mikrobiell aktivitet, raskere nedbryting av organiske materiale og større

stofftap. Særlig nitrat-tapet vil øke, men risikoen for erosjon øker også, og dermed tapet av fosfor.

Går en inn for økt nydyrking som et tiltak for å øke sjølforsyningsgraden, må en også godta de naturgitte virkningene dette har på avrenning og stofftap. En har visse muligheter til å påvirke disse prosessene, men i relativt liten grad.

Et alternativ til den nydyrkingen som er skissert i Stortingsmeldingen, er å ta ut en større del av produksjonspotensialet på allerede dyrkede arealer. Det er imidlertid neppe mulig på det nåværende tidspunkt å nå den skisserte målsettingen på den måten. Utbyggingen av vatningsanlegg gjør imidlertid at vi står bedre rustet enn for få år tilbake.

Siden 1975 er det dyrket vel 80.000 dekar pr. år og hovedtyngden av disse arealene ligger i Hedmark, Oppland, Rogaland og Nord-Trøndelag. Dette er fra før av de større jordbruksfylker. Det er lagt vekt på at den skisserte nydyrkingen for en stor del, 75%, skal legges til næringssvake distrikter. Forurensningsmessig kan dette være gunstig, men det er mindre forenlig med målsettingen om en økning av kornarealet.

Nå er det neppe riktig å trekke altfor generelle slutninger av økt nydyrking. Det er klart at oppdyrking betyr raskere omsetning av stoffer og økt avrenning. Hvor store disse virkningene skal bli, er i høy grad avhengig av klimaet på stedet, jordarten, terrengforholdene og lokaliseringen i forhold til vassdrag. Det er neppe tvil om at en har en mulighet til å påvirke stofftap til vassdrag i og med lokaliseringen av nydyrkingsområdet. At dette i mange tilfelle vil komme i konflikt med andre og viktige kriterier, er det neppe tvil om. Det vil likevel være riktig å trekke inn de foran nevnte forhold som

en del av kriteriene for valg av arealer til dyrking. Hensynet til vannressursene skal også trekkes inn i forbindelse med samfunnsplanleggingen på lengere sikt.

Dreneringssystem og senkingsanlegg.

Drenering av dyrket mark forekommer først og fremst på finkornede jordarter med låg permeabilitet. Hensikten med drenering er å få en raskere opptørring ved en senking av grunnvannsnivået. På lengere sikt vil drenering virke på strukturen i djupere lag og derved øke rot-djupet og reguleringsmagasinet i jorda. Dempingsmagasinet i jorda vil øke, men i en situasjon da hele magasinet er fullt, vil avrenningsintensiteten kunne bli større.

Drenering av myrområder er et inngrep som har noe forskjellig virkning i ulike myrtyper. De soligene myrene med til-løpet fra omkringliggende områder, har ofte et nokså stabilt avløp. Intens nedbør blir i liten grad magasinert i myra (Kos-mosse, Sør-Sverige). Den fører til økt avrenning i en kortere periode for så å sta-

bilisere seg på en mer konstant avrenning igjen.

De ombrogene myrene har betydelig større variasjoner i avrenningen, avhengig av nedbøren til enhver tid. Også her er det nødvendig med en mer detaljert vurdering for å forutsi virkningen på lengere sikt.

Drenering av myrområder vil i første omgang føre til en høyere avrenningsintensitet. Senking av grunnvannsnivået fører til setninger i lite omdannet torvmark og øket omdanning, noe som også på sikt vil dempe avrenningsintensiteten. Økt plantevekst og bedre næringstilstand fører etter hvert til større forbruk av vann. En betydelig del av nedbøren vil kunne fanges opp i myra, men når hele systemet er mettet vil en få en raskere avrenning. Utformingen av dreneringssystemet vil også ha betydning (bl.a. åpne kontra lukkede grøfter.)

Heikurainen (3) har utført en undersø-kelse som viser tendensene i utviklingen ved drenering av et skogbevakst myrområde. Tabell I.

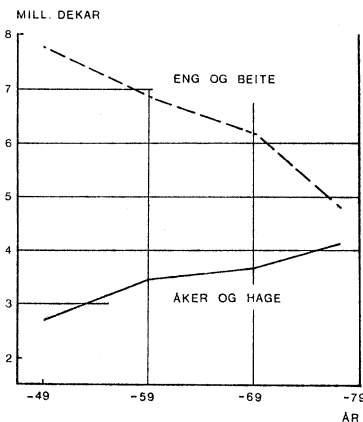
Tabell 1. *Langtidsvirkninger ved drenering av skogbevakst myr.*
Etter Heikurainen.

	% av nedbøren		
	Uberørt område	Nylig drenert	Drenert i lang tid (20—50 år)
Intersepsjon	5	6	20
Evaporasjon	35	20	15
Transpirasjon	10	11	20
Total	50	37	55
Overfl. avr.	35	35	25
Sigev. avr.	15	28	20
Total	50	63	45

Etter lang tid har en fått noe mindre avrenning og overflateavrenningen er redusert i forhold til sigevannavrenning. Dette som et eksempel. Virkningen av en nedbørmengde vil også være avhengig av situasjonen før nedbøren kommer.

Virkninger av åpen åker og grasarealer.

Utviklingen i jordbruket de siste 30 år viser en betydelig økning av areal med åpen åker og en reduksjon av areal med eng og beite (permanent grasvekst). Fig. 1. På Østlandet er grasarealet redusert til ca. 40% av arealet i 1949. Rogaland er det eneste fylket der eng- og beitearealet har økt de siste 30 år.



Figur 1.
Utviklingen i bruken av jordbruksarealet fra 1949 til 1977.

Åkerarealet på Østlandet har økt til ca. 170% av arealet i 1949. Åkerarealet har også økt betydelig i Trøndelag. I de øvrige fylkene er åkerarealet noe redusert.

Utviklingen i retning av mer åpen åker og mindre grasarealer er for en stor del

en følge av landbrukspolitikken og strukturendringer innen jordbruket. Den har negative sider forurensningsmessig.

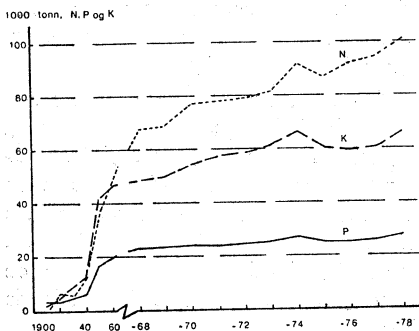
Areal med permanent grasdekké har mindre avrenning enn åpne åkerarealer. Strukturen i overflata er mer åpen og næringsopptaket foregår over et lengere tidsrom. Grasdekket bremser overflateavrenningen og en større del av avrenningen skjer i form av sigevann.

Tap av fosfor fra arealer skjer i stor grad i forbindelse med overflateavrenning og erosjon (partikkeltransport). Løst fosfor tapes også i noen grad med sigevann i makroporesystemet der vatnet får liten kontakt med kolloidmaterialet i jorda. Avrenningen skjer dessuten raskt i de store porene og oppholdstiden blir da kort.

Erosjon skjer i første rekke i perioder med intens overflateavrenning, slik en kan ha det ved snøsmelting og intens nedbør. Jord uten vegetasjonsdekke og med stort innhold av finkornet materiale, slemmes lett igjen og infiltrasjonsevnen avtar. Fosfor bundet til jordpartiklene følger med erosjonsmaterialet, og det samme gjelder gjødsel som er spredd på overflata. Organisk materiale som f.eks. slam minsker erosjonen, men løste stoffer følger med vannet som renner av.

Jorda inneholder vanligvis betydelige mengder fosfor, avhengig av bl.a. innholdet av kolloidmateriale. En dansk undersøkelse (2) angir 100 kg P pr. dekar. Bindingskapasiteten kan være langt høyere, 100—3 000 kg P. I grovkornet jord og til dels i myr er P-innholdet mindre. P i tilført gjødsel utgjør en liten tilvekst. Uhlen (7) fant at innholdet av Tot.-P i overflatevann hadde sterk sammenheng med mengden av jordpartikler og innholdet av P i pløyselaget.

Bruken av handelsgjødsel i Norge går fram av fig. 2. Fosfor ligger rundt 25.000 tonn, kalium på vel 60.000 tonn og N på ca. 100.000 tonn pr. år. Det har vært liten øking i salget av fosfor, mens kalium og nitrogen har økt noe i 70-åra.



Figur 2.

Bruken av handelsgjødsel i Norge fra 1910 til 1978.

Fordelt på jordbruksarealet utgjør mengdene av handelsgjødsel i middel, 11,3 kg N, 3,1 kg P og 7,5 kg K pr. dekar. Mengdene av husdyrgjødsel kommer i tillegg. Dette er i 1975 anslått til ca. 47.000 tonn N, ca. 10.000 tonn P og ca. 32.000 tonn K. Mengdene av N, P og K i handelsgjødsel og husdyrgjødsel kan ikke sammenlignes direkte hva virkningen angår.

Tapet av P fra arealer skjer først og fremst ved intens avrenning og i perioder med relativt mye vann i vassdragene. Det er grunn til å regne med at virkningen vil være forskjellig fra den en har av en mer jevn tilførsel fra f.eks. husholdningsavløp. Denne tilførselen skjer over hele året med både stor og liten vassføring og vil derfor sannsynligvis ha en annen virkning

på bl.a. algeveksten i vassdraget. En har idag fått dårlig kjennskap til hvordan de ulike typene av P-tilførsel virker i vassdragene.

Nitrogenreservene i pløyselaget i jorda er også store og angis i danske (2) og norske (7) undersøkelser å være henholdsvis 300—600 og 600—800 kg N pr. dekar. Nedbrytingen av det organiske materialet foregår langsomt og stort sett uavhengig av planteveksten. Størrelsen av N-frigjøringen er anslått til en størrelsesorden av 1% pr. år.

Nitrifikasjonen foregår i jordmassen og tapet av nitrat skjer i stor grad med sigevannet. Uhlen (7) fant 95% av $\text{NO}_3\text{-N}$ -tapet i drens vannet i sine undersøkelser. Innholdet av total-N i overflatevannet hadde nær sammenheng med mengden av jordpartikler og N-innholdet i matjordlaget.

Mulighetene for tap av nitrat avhenger av flere faktorer. Temperaturen er viktig, men biologisk aktivitet, geokjemiske og hydrologiske forhold er også av vesentlig betydning for tapet av N. I finkornet jord har en større reguleringsmagasin for vann og en langsommere gjennomstrømning. Mulighetene for plantene til å fange opp nitraten er større enn i en grovkornet jord. Tapet er da også vanligvis mindre i djupe, finkornede masser.

Under reduserende forhold i djupere jordlag skjer en denitrifisering og tap av N til lufta. Det opplyses at 90% av grunnvannet i Danmark er nitratfritt (4), noe som delvis beror på reduserende forhold i djupere jordlag. I mer grovkornet jord vil en ikke ha nevneverdig denitrifikasjon.

Det må være en målsetting å bruke gjødselmengder som er tilpasset plantenes behov. Særlig viktig er dette for N. Over-

dosering av gjødsel vil føre til økt tap med overflatevann og sigevann. Som ek-

sempel refereres her tall fra Askov i Danmark (4). Tabell 2.

Tabell 2. *Avrenning og nitrogenutvasking gjennom drens-system i Sdr. Stenderup, kg/ha.*

År	Avrenning mm	Tilført N/ha, kalkammonsalpeter			
		ON	1N	2N	3N
1973/74	148	12,8	14,3	16,1	17,6
1974/75	249	15,1	17,1	20,9	31,3
1975/76	6	2,0	0,9	0,4	0,1
1976/77	98	3,4	4,9	5,6	15,4
1977/78	207	16,2	18,6	21,3	37,7

Mengden 1N står for 55 kg N/ha til bygg og 75 kg N/ha til høstvekste og raps (1976/77 og 1977/78). Avlingen av korn var størst ved 2N i 1973, -74 og -77, mens den var størst ved 3N i 1975. Avlingen av rapsfrø økte med bare 120 kg pr. hektar ved bruk av 3N i stedet for 2N i 1976.

Vatning i jordbruket.

I de senere år har det vært en meget betydelig økning av arealer som kan vatnes. Med utgangspunkt i jordbruksstillinga i 1969 og anlegg det er gitt tilskott til fram til og med 1979, har en satt opp vatnet areal i de ulike landsdeler.

Tabell 3. *Jordbruksareal i % av totalt areal, vatnet areal i % av jordbruksareal og vann brukt til vatning (60 m³/daa) regnet i mm over landsdelens areal.*

Landsdel	Totalt areal km ²	Jordbr. areal km ²	Jordbr. areal %	Vatnet areal km ²	Vatnet areal av jordbr- areal %	Vann mm
Østlandet	94.666	4.472	4,7	574,7	12,8	0,36
Agder	16.492	271	1,6	49,4	18,2	0,18
Rogaland	9.141	693	7,6	31,2	4,5	0,20
Vestlandet	49.571	1.410	2,8	88,5	6,3	0,11
Trøndelag	41.294	1.378	3,3	19,9	1,4	0,03
Nord-Norge	112.930	781	0,7	4,0	0,5	0,002
Landet	323.894	9.005	2,8	767,7	8,5	0,14

Det viser seg at ca. 75% av arealet som kan vatnes finnes på Østlandet. Forbruket av vann til vatning varierer fra år til år, og en har ingen oversikt som viser hvor

mye vann som fordeles gjennom anleggene. I Danmark er behovet beregnet til ca. 100 mm et vanlig år. I Norge har en med støtte i vannmåling i noen større

fellesanlegg og ut fra klimatiske forhold anslått forbruket pr. år til 60 mm eller 60 m³/da. Dette tilsvarer 46 mill. m³ vann til vatning i hele landet i et midlere år.

På Østlandet utgjør vann til vatning ca. 0,36 mm nedbør over totalarealet, 94.660 km². Det dreier seg om relativt små vannmengder, men forbruket foregår i vekstperioden. Virkningen vil variere med avrenningsforholdene i vassdraget. Et låglandsvassdrag vil være mer utsatt enn et vassdrag med tilløp fra fjellområder. Regner en et forbruk av vann pr. døgn på 400 l pr. person og 1,979 mill. personer på Østlandet, vil dette forbruket utgjøre ca. 290 mill m³ eller ca. 3 mm nedbør over landsdelen. Vann til husholdning skjer med et jevnt uttak over hele året og sammenligningen er gjort for å sammenligne størrelsesorden av de to uttakene. Påvirkningsgraden blir imidlertid langt større ved uttak av vann til vatning da dette skjer over 1—2 mnd.

Det er grunn til å peke på at vatning har ført til en betydelig jevnere produksjon fra år til år. Samtidig er det en betydelig avlingsøkning som faller sammen med målsettingen i Ernæringsmeldinga.

Et annet forhold som også bør framheves er at riktig bruk av vatningsanleggene gir en bedre utnyttelse av næringsstoffene i jorda og dermed reduserer sjansene for tap av stoffer fra arealene (diffuse forurensninger).

Utnyttelsen av nitrogen henger nøye sammen med vannhusholdningen i jorda. Lett tilgang på vann sikrer en jevn vekst og bedre utnyttelse av nitrogenet. I forsøk på Statens forskningsstasjon Kise er det utført forsøk på en tørkesvak jord med N-gjødsling og vatning av poteter (1). Det ble tilført 5 og 15 kg N pr. dekar. Nitratinnholdet i jorda var høyere i 1975 enn i 1976 sist i mai, men det sank

begge år til ca. 1 mg NO₃-N pr. 100 g tørr jord til 15. september. N i knollene går fram av tabell 4.

Tabell 4. Nitrogen opptatt i avling (poteter), kg/daa.

	Tilført N, kg/daa	
	5	15
Tørke under knollvekst	6,9	9,7
Jevn vatning	8,2	12,8

I en svensk undersøkelse (5) på sandjord har en fulgt nitratinnholdet i jordvæsken også den etterfølgende vinter. Nitratinnholdet i jordvæsken var her betydelig høyere den følgende vår på ikke vatnede felt på grunn av en dårligere utnyttelse av N i vekstperioden året før. En del av dette nitrattet var kommet ned under rotsonen.

På de lettere jordartene er det særlig viktig å tilpasse vannmengder og gjødsling etter vekstenes behov. Stor nedbør ved høgt nitratinnhold i jord vil lett kunne føre til tap av N.

På de jordartene som har et større innhold av leire, er sjansene for tap av N mindre. Dette beror bl.a. på en langsommere vannbevegelse i jordmassen og på større vannkapasitet i jorda. Dette er i samsvar med undersøkelser i flere land.

Det er færre undersøkelser der opptak av fosfor er studert i forbindelse med vatning. Sjansene for tap i sigevann er langt mindre og opptaket i planter er ikke så stort.

Vatning er et tiltak som sikrer en jevnere produksjon og i mange distrikter en betydelig høyere produksjon. Det arbeides med å nytte avløpsvann til vatning, noe som vil kunne ha betydning for en bedre utnyttelse av vannressursene. Disponering av forurenset vann på arealer kan

være aktuelle tiltak for å redusere tilførsel av næringsstoffer til eutrofe vannforekomster.

Punktbelastninger.

I dette innlegget har en ikke drøftet tilførsler av stoffer fra silo, halmfluting, gjødsellager og mjølkerom. Forskrifter og tiltak har redusert disse tilførslene i betydelig grad og problemet ligger idag mer på teknisk og administrativt plan.

Konklusjon. . .

Tap av stoffer fra arealer eller de såkalte diffuse tilførsler til vassdragene, er idag en usikker faktor i vurderingen av forurensning i vassdragene. Det foreligger et betydelig antall undersøkelser med til dels svært vekslende tall.

Det er en rekke faktorer som påvirker dette tapet og klima, jordbunnsforhold, produksjon, terrengforhold og lokalisering i forhold til vassdrag. Det er viktig å vurdere både de naturgitte og de driftsmessige faktorene under ett (6).

Ut fra de totale målsettinger der både hensynet til en økt matproduksjon og tapet av næringsstoffer kommer inn, synes det ikke å være hensiktsmessig å gå til

redusert gjødsling. Gjødselmengdene må tilpasses vekstenes behov for å utnytte produksjonspotensialet. Det må legges vekt på en rimelig næringsstoffballanse på arealene. Overdreven bruk av gjødsel vil føre til økt tap av næringsstoffer og er uheldig. Det vil også være forenlig med målsettingen for landbruket å gå inn for en optimal regulering av vanntilgangen på arealene.

Tap av fosfor skjer i stor grad ved overflateavrenning, og den må begrenses så langt det er mulig. Nitrogentapet kan reduseres ved å begrense sigevannsmengdene og ved å legge opp til minst mulig overskudd av nitrat i jorda ved slutten av vekstperioden.

Det er et mål å skaffe bedre informasjon om de faktorene som påvirker stofftapet og sette opp mer detaljerte modeller for beregning av stofftapet. Dette som et grunnlag for å vurdere aktuelle tiltak for å begrense tapet.

Det er viktig at jordbrukeren er motivert for en best mulig utnyttelse av ressursene, og for et produksjonsopplegg som også er tilpasset de målsettingene som er satt opp for utnyttelsen av vannforekomstene.

LITTERATUR

- (1) *Dragland, S.*, 1978: Virkninger av tørkeperioder og to nitrogenmengder på potet-sorten «Saphir.» Forskning og forsøk i landbruket, 29: 277—299.
- (2) *Hansen, L. og E. Frimodt Pedersen*, 1976: Drænvandsundersøgelser 1971—74. Tidsskr. for planteavl 79: 670—686.
- (3) *Heikurainen, L.*, 1972: Hydrological changes caused by forrest drainage. International symposium on the hydrology of march ridden areas, Minsk.
- (4) *Kjellerup, V. og A. Dam Kofoed*, 1979: Kvälstofgødningens indflydelse på drænvandets indhold av plantenæringsstoffer. Tidsskr. for planteavl, 83: 330—348.
- (5) *Linnér, H.*, 1978: Vatten- och kvävehushållningen vid bevattning av en sandjord. Avd. f. lantbrukets hydroteknik, SLU. Rapport 113, 16 s.
- (6) *Otto, A.*, 1980: Gewässerbelastung durch Land- und Forstwirtschaft. Wasser und Boden 32, nr. 1, s. 26—30.
- (7) *Uhlen, G.*, 1978: Nutrient leaching and surface runoff in field lysimetres on a cultivated soil. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole Vol. 57, nr. 27.