

Plantenæringsstoffer fra landbruk som forurensning i vassdrag

Av Gotfred Uhlen

Gotfred Uhlen er professor ved Norges Landbrukshøgskole.

Innlegg på seminar i Norsk Vannforening 8. november 1984.

Tap av plantenæringsstoffer ved avrenning fra landbruksarealer har alltid vært et viktig fagfelt for landbruksforeningen. I de seinere par tiår har miljøaspektene av dette stått mest i fokus for oppmerksomheten. Avrenning av plantenæring fra arealene representerer «gjødsling på feil sted» og i utgangspunktet skulle derfor landbrukets og miljøvernets interesser være sammenfallende. Dette betyr ikke at slike avrenninger, f.eks. i kg-N pr. dekar fra dyrket jord kan bringes ned på det samme lave nivå som for naturmark. Oppdyrkingen av jorda, og produksjon av planter, er forbundet med omsetninger som gir store konsentrasjoner av nitrat og andre næringsstoffer i væskefasen. Det finnes ikke alternativer som helt kan forhindre dette. Oppdyrkingen av jorda er et bevisst inngrep i naturen med mange konsekvenser.

Jordbrukets ekstra bidrag med plantenæringsstoffer med miljømessige effekter dreier seg i første rekke om:

1. Økt nitratkonsentrasjon i grøftevann, og grunnvann, fra dyrkede arealer.
2. Ekstra fosforavrenning med overflatevann fra dyrkede og gjødslede arealer.

Fosfor ansees som det viktigste stoff for eutrofiering av innlandssjøer, men det er

likevel når det gjelder nitrogentilførslene at landbruket betyr mest. I forhold til andre tilførsler, er jordbruksarealenes bidrag av fosfor ofte relativt små, mens nitrogentilførslen fra jordbruk kan være den største kilde i mange innsjøer og vassdrag.

Det er ikke minst i de siste 10—20 år, utført mange undersøkelser med sikte på å måle utvasking av N og P fra landbruk. Teknikk og metodikk har variert fra undersøkelser i større nedbørsfelt/områder til små lysimeterceller. Et hovedproblem er at avrenning av næringsstoffer varierer, kanskje med en faktor på 10, fra år til år og fra sted til sted. Forsøk på å bestemme såkalt normaltall, i kg N pr. dekar, eller prosent utvasket av tilført N i kunstgjødsel, er derfor lite realistisk. Som et eksempel på variasjoner og mengder av utvasket N i kg pr. dekar gjengis tall fra feltysimeterforsøk på Ås i tabell 1.

Forsøksparsellene (3,75 m x 20 m) ligger i hellendeterreng (1:20). Ved anlegg er plassert plastfolielag i 90 cm's dybde, og på sidene av hver parsell, slik at alt sigevann kommer til avløp. I tillegg fanges også overflateavrenningene opp fra hver parsell. I løpet av en 10 årsperiode med middel nedbør 716 mm, målte en 195 mm sigevann og 160 mm overflatevann i middel for parseller med korn.

Jorda på feltet er relativ moldrik (3% C) noe sandholdig lettleire (20—25% leire).

Tabell 1. N-avrenning Ås 1974—81. Kg N/dekar 1 år.

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Brakk — ugjødslet	11,8	8,1	12,4	9,7	6,1	8,2	7,5	7,3
Korn — ugjødslet	4,8	4,0	4,2	2,0	1,4	1,9	1,6	1,1
Korn 10 kg N	3,7	5,2	9,4	2,9	1,2	1,9	1,5	1,0
Korn 20 kg N (15)	4,6	6,9	13,2	5,9	3,0	5,0	4,3	2,0
Eng 15 kg N	4,4	0,8	2,9	1,9	0,4	0,7	0,6	pløyd
Eng 30 kg N (25)	—	2,9	9,0	4,6	0,8	2,0	2,5	opp

Tallene i tabellen er sum for $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+ - \text{N}$ i grøftevann og overflatevann, men nitrat i grøftevann utgjør største delen.

Den store utvasking i 1976 har sammenheng med tørke og sterkt reduserte avlinger, noe som resulterte i en stor mengde nitrat i jorda da høstregnet satte inn. Forholdene når det gjelder været, må sies å ha vært mest normale de siste 4—5 år. Brakk uten plantevekst og uten gjødsling fortsetter å gi store N-mengder i avløpsvann. Mineralisering av nitrogen synes å ha vært bortimot 10 kg pr. dekar og år i denne jorda. Korn dyrking, med 10 kg N pr. dekar i fullgjødsel D, har ikke gitt større utvaskingstap enn ugjødslet korn. Gjødsling har gitt ca. 50% avlingsøkning, og mindre grøftevann på grunn av et større forbruk av vann. 20 kg N i fullgjødsel D pr. dekar årlig har derimot vært en klar overdosering.

Gras dyrking med normalgjødsling har gitt liten utvasking (ca. 10% av brakk), men også her har overdosering virket uheldig. Forsøket omfatter også parseller med radvekster. Potet har i flere år gitt høyere nitratkonsentrasjoner i grøftevann, og større jorderosjon i overflatevann, enn f.eks. korn.

Tallene demonstrerer først og fremst den avgjørende effekt som plantevekst og næringsopptak har for utvasking. Grasmark

står i en særstilling ved at veksten kommer tidlig igang om våren, og at vekst og næringsopptak fortsetter lenge utover høsten. Den relativt beskjedne utvasking i 1981 fra kornparseller også ved sterkeste gjødsling, har sammenheng med svært store avlinger (ca. 600 kg havrekorn + like mye halm pr. dekar).

Nitrogenregnskap.

Nitrogenhusholdningen i jord med plantevekst er meget komplisert. Nitrogen tilført ved gjødsling, og på annen måte, vil sammen med det nitrogen som mineraliseres; i) tas opp av plantevekst; ii) lagres i jorda i organisk stoff (biomasse/humus), og som uorganisk N i profilet; iii) tapes i gassform og iv), tapes ved utvasking.

Nitrat og kloridioner oppfører seg nokså likt ved transport i jord og ved utvasking, da begge i liten grad holdes tilbake ved kjemiske bindinger. Kloridbalansen synes å være relativt enkel. Måling av Cl i avling og avløpsvann gir derfor adskillig grunnlag for vurdering av det tilførte nitrogenets skjebne, og om de målte avløpsmengder er realistiske.

Tabell 2 nedenfor viser meropptatt i kornavling og merutvasket N og Cl som følge av gjødsling (differanse gjødslet ÷ ugjødslet parsell) for perioden 1974—81 i feltlysimeterforsøk, Ås.

Tabell 2. Nitrogen- og kloridbalansen.

N i fullgjødelse kg/daa/år	0	10	18	20
(+ 0,5 kg N i nedbør)				
Merinnhold i % av tilført N:				
I avlinger (korn + halm)	—	44	38	38
Utvasket N	—	7,5	15	17
I avling + utvasket	—	51,5	53	55
I jord, 1980/81 (Total-N)		36	38	40
Differanse (gasstap?)		12,5	9	5
Cl i fullgjødelse kg/daa/år	0	5,3	8,6	10,3
(+ 0,7 kg Cl i nedbør)				
Merinnhold i % av tilført Cl:				
I avlinger (korn + halm)	—	46	44	40
Utvasket i 8 år	—	50	51	55

Bortimot 100% av tilført Cl er tatt opp eller utvasket, mens disse postene utgjør bare vel halvparten av det tilførte nitrogen. Ved et stort antall jordprøver lyktes det å vise at det meste av restnitrogenet var i ploglaget i form av økt innhold av total-N. En studie av biomassenitrogen og -karbon i denne jorda (L. Bakken, NLH 1982) viste at denne økningen i jorda for en stor del skyldes assimilasjon ved mikroorganismer. Gjødning med uorganisk nitrogen er altså med på å øke jordas N-innhold og moldinnhold. Dette nitrogenet vil gradvis mineraliseres og komme etterfølgende avlinger tilgode, eller også medføre økt utvasking på noe lengre sikt. Jordas N-innhold er bare unntaksvis i likevekt. Tap av N i form av gass, ved NH_3 -avdunstning og særlig ved denitrifikasjon hører med i N-regnskapet. I dette tilfelle tyder tallene på at disse tapene har vært relativt små.

I forsøket er gjødningen med fosfor og kalium variert i takt med nitrogen idet en har brukt fullgjødelse. P og K-innholdet i grøftevannet har vært svært lite, og helt upåvirket av gjødning i de 8 årene.

Fosforavrenning har i dette forsøket vesentlig vært en følge av overflateavrenning, fra parseller med vinterspedd husdyrgjødning, fra gras og andre planterester på overflaten om vinteren, men også ved transport av jord (jorderosjon). Innhold av fosfor i sigevann/grøftevann har i middel vært av størrelsesorden 5 gram pr. dekar og år. Fosforinnholdet i overflatevann har som vist i tabellen vært en god del større, særlig for grasmark. Variasjonene har bl.a. sammenheng med mengdene av overflatevann i de enkelte år (70—260 mm, i middel ca. 160 mm).

Tabell 3. Tap av oppløst fosfor ($PO_4\text{-P}$) i overflatevann.

Vekst	Gjødsling	Fosfor i overflatevann År 1975—81. Gram $PO_4\text{-P}$ /dekar						
		1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Vårkorn	$N_0 P_0 K_0$	8	6	10	1	12	16	7
»	$N_{10} P_{2,5} K_5$	6	8	10	3	19	15	9
»	$N_{20} P_5 K_{10}$	1	6	11	1	18	24	9
Eng	$N_{15} P_0 K_{10}$	31	23	35	21	45	115	57
»	$N_{25} P_5 K_{20}$	51	42	53	14	41	185	67

Den betydelige påvirkning av eng på mengden av fosfor i overflatevann, gjelder også helt uten P-gjødsling, selv om det nok er økt innhold etter gjødsling. Dette fosforet kommer fra nedbrytning og utvasking fra planterester. I 1980 var det en relativt stor gjenvækt av gras som ikke ble høstet.

Husdyrgjødsel spredd på frossen mark, på åker og eng, har gitt svært stor fosforavrenning i overflatevann ved snøsmelting. I forsøk i 1972 og i 1977 hele 1—2 kg $PO_4\text{-P}$ pr. dekar. Disse resultatene gjengis ikke her.

Omfanget av overflateavrenning og jorderosjon er hittil for lite undersøkt under ulike klimaforhold. Jord inneholder bl.a. ca. 0,1% total-P og har også andre uønskede virkninger i vannresipienter.

Jorderosjonen er knyttet til åpen åkerdrift, mens grasmark på den annen side

kan gi stor avrenning av lettløselige fosfater. Det må ellers nevnes at i visse jordtyper, som ombrogen torvmark, og kanskje også i jord med utpregede sprekk-systemer, kan lettløselige fosfater også tapes via grøftesystemene.

For å beskytte drikkevannskilder blir det lagt restriksjoner på de nærmeste arealer. Dette går ofte ut på å forby bruk av husdyrgjødsel, eller også forby oppdyrking og jordbearbeiding av hensyn til sedimenttransport. I lys av det vi har erfart med utvasking fra planterester, kan det imidlertid være betenkelig å overlate slike arealer til å gro igjen med urter og gras som ikke høstes. Det er ellers grunn til å minne om at det er en langsiktig oppgave å bringe jord som er oppdyrket tilbake til naturtilstanden.