

Nitrogen og fosfor frå jordbruksareal. Utviklinga 1949—79 illustrert med enkel modell

Av Helge Lundekvam

Helge Lundekvam er cand.agric. frå NLH 1968, og no amanuensis ved Inst. for hydroteknikk, NLH.

Redigert foredrag halde ved NJF-symposium nr. 19, Voksenåsen, Oslo, 30.11—2.12. 1981.

Innleiing.

Det er påvist eutrofiering i form av auka algevekst i fleire vassdrag her i landet. Særleg ille er situasjonen i låglands-sjøar på Østlandet som t.d. Årungen og Gjersjøen i Akershus og Vannsjø i Østfold. Også i store, djupe sjøar med smeltevasstilsørsler frå høgfjellet kan eutrofiering merkast, t.d. Mjøsa og Tyrifjorden. På Jæren, i Trøndelag og lokalt elles i landet finst vassdrag med aukande næringsinnhald i vatnet. Spørsmålet er om jordbruksareala eller andre kjelder i hovudsak er ansvarlege for denne utviklinga.

I det fylgjande vil ein gå gjennom dei viktigaste faktorane som verkar på N- og P-transporten.

Med basis i eksisterande kunnskap vert så sett opp enkle modellar for N- og P-tap frå jordbruksareal.

Ved hjelp av modellane og statistiske opplysningar om utviklinga av jordbruksdrifta i Norge og valde føresetnader, vil ein vise den sannsynlege utviklinga i N- og P-tilførslene frå jordbruksareal i tida 1949—1979.

Ved hjelp av modellen kan så illustrert kva verknad ein kan få ved ymse tiltak i norsk landbruk.

Ein har valt ut nokre fylke på Østlandet, Sør-Vestlandet og Trøndelag til nærare studium då det er her eutrofieringsproblema er størst.

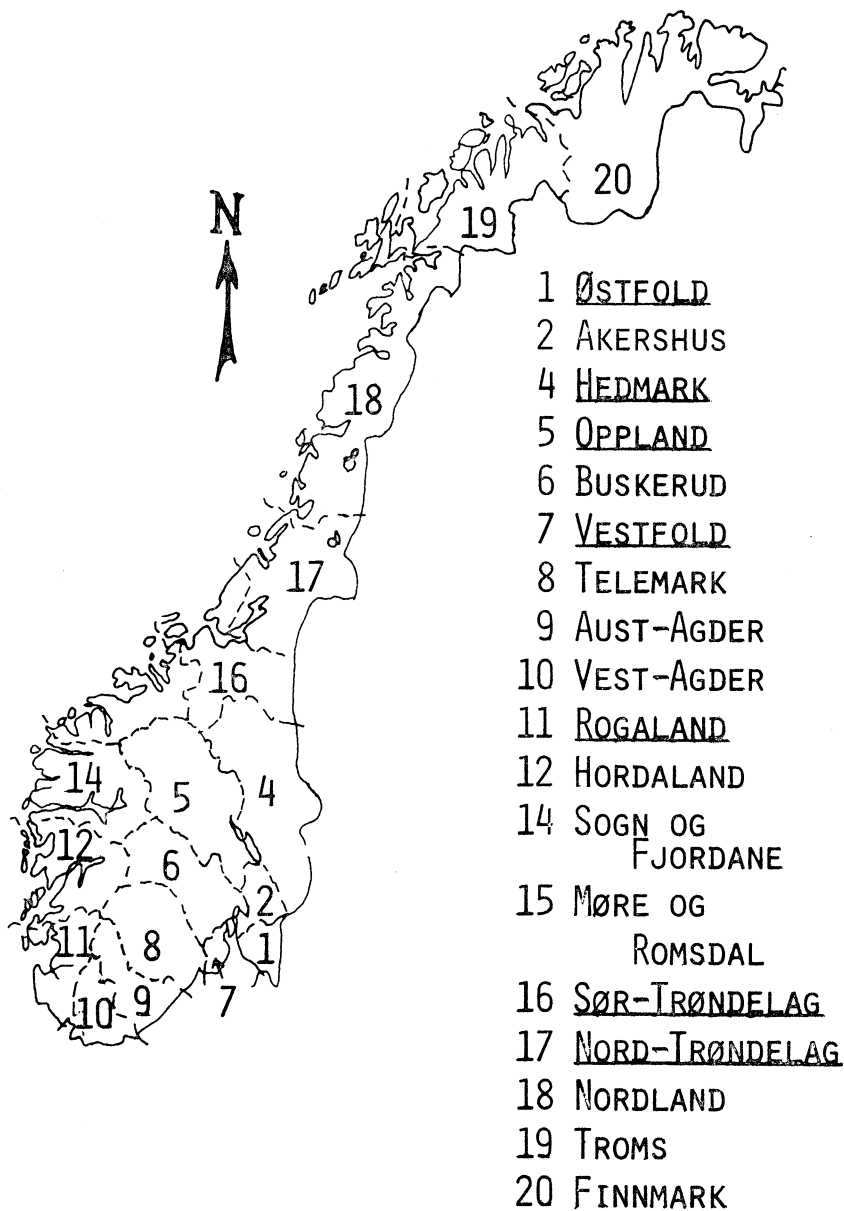
Forskning på enkeltfaktorar.

Rein arealavrenning i Norge er granska i eit fåtal lysimeter- og grøteforsøk. Målingar i eit større tal nedbørfelt (Lundekvam -76) med arealtilførsler og punkt-kjelder i blanding, kan ved differanseutrekning gje opplysning om arealavrenninga.

Faktorar som påverkar stofftransporten frå jordbruksareal er bl.a. 1) Hydrologiske tilhøve (total vassføring og variasjon i denne, nedbør i veksetida og vatning, mengde overflatevatn), 2) Topografi og jordart, 3) Vekstslag og bruk av jord, 4) Type gjødsel, gjødslingsintensitet, tidspunkt for gjødsling og tilføringssmåte.

Punkt 1. Nedbøren på jordbruksareala og den resulterande avrenninga varierer sterkt mellom landsdeler. I tabell 1 er sett opp nedbør og utrekna vassføring for nokre meteorologiske stasjonar.

Avrenninga varierer normalt mellom 150 og 2000 mm frå jordbruksareal. Tek



Figur 1. Oversynskart over Noreg. Dei understreka fylka vert omtala. Fylka vert i seinare figurar og tabellar i hovudsak referert til med fylkesnummer.

Tabell 1. Normalnedbør (1931-60) og estimert avrenning, og dagar med frost og snø i 1977 for nokre meteorologiske stasjonar.

Stasjon	Fylke	Nedbør 1931-60 mm/år	Estimert avrenning mm/år	I 1977 dagar med Min.temp. < 0°C	Snø- dekke
Ås	Akershus	785	455	145	152
Eidsberg II	Østfold	750	425	139	130
Torp	Vestfold	975	640	134	155
Kise	Hedmark	563	300	152	159
Vinstra	Oppland	409	150	184	139
Obrestad	Rogaland	1104	790	89	13
Førde	Sogn og Fjordane	1977	1800	115	86
Værnes	Sør-Trøndelag	817	600	141	102
Namdalseid	Nord-Trøndelag	1115	950	170	144

ein med utmarka med fjell, ligg avrenninga vesentleg høgare. Totalt for heile Norge er medelavrenninga 1180 mm av ein nedbør på 1415 mm, (Otnes og Ræstad -78).

Aukande vassføring medfører normalt større stofftransport, men lågare konsentrasjonar. Ein ser her bort frå korttidsvariasjonar.

Fordeling av vassføring og stofftransport innan år er viktig. Lundekvam (-81) har t.d. funne at 70—80% av stofftransport og vassføring føregår i samband med flaumar og på 2—3 månader i tida september—mai i Østfold og Rakkestad.

Tabell 1 viser at tal kalde dagar og dagar med snødekke og dermed sjansen for vinterflaumar varierer. På kysten er haust-vinterflaumar vanleg, i innlandet vårflaum.

Periodar med frosen bakke og dermed overflateavrenning er vanleg. Overflateavrenning er også påvist ved intenst regn på leirjord, særleg planert leirjord, jamvel i vekstsesongen (Hove, pers. oppl., Uhlen -78).

Overflateavrenninga er dårleg granska. I Ås, Akershus har Uhlen (-81) funne 45% overflatevatn i tida 1971—80 frå åkerparsellar på leirjord. I tida 1974—76 har Uhlen (-78) vist at ein fekk mest overflateavrenning frå brakka jord. Eng gav noko meir overflatevatn enn radvekstar som atter gav meir enn vårkorn. Lundekvam (-81) har i 1977—79 funne 29% (1—47%) overflatevatn frå eng i Ås varierende med snødekket. I kystnære område i Sogn og Fjordane fylke har Tveitnes (-77) funne 22% overflatevatn frå eng.

Telen er ikkje alltid tett. Det er fleire gonger funne grøfteavrenning ved snøsmelting sjølv med tele i bakken. Grøftevatn kan verte prega av overflatevatn om det finst større kanalar i jorda (sprekker, markganger etc.), (Bjerve -81).

Overflatevatn frå dyrka mark har under elles like tilhøve høgare innhald av fosfor (sjå tabell 2) og partiklar enn grøftevatn. Ved overflatespreiing av husdyrgjødsel t.d. vert overflatevatnet i periodar svært rikt på dei fleste næringsstoff. Dette er grunnen til at kunnskap om overflateavrenning er viktig.

Tabell 2. Innhald av fosfor i overflatevatn og grøftevatn.

Vekst og handsaming	Konsentrasjon av totalfosfor		O/G	Kjelde merknad
	O = overflatevatn	G = grøftevatn		
Eng, ugjødsla	0,200	0,073	2,7	Lundekvam 1981.
Eng, vinterspreidd husdyrgjødsel	5,5	0,253	22	Gjeld åra 1977-79
Eng, året etter husdyrgjødsling	0,71	0,106	6,7	
Vårkorn, handelsgjødsel	0,12	0,075	1,6	
Vårkorn, handelsgjødsel	0,133	0,097	1,4	Basert på
Eng - " -	0,292	0,090	3,2	Uhlen (-78)
Poteter - " -	0,194	0,083	2,3	Gjeld åra
Brakk, ugjødsla	0,192	0,097	2,0	1975-76

Det går fram av tabell 2 at P-innhaldet i overflatevatn i sterkare grad enn i grøftevatn er avhengig av vekst og tilført husdyrgjødsel.

Vedrørende nitrogen er innhaldet 0,5—20 g høgare i grøftevatn enn i overflatevatn.

I året 1974 med sterk jorderosjon fann Uhlen (-78) fylgjande konsentrasjonar av total-P: Brakk 3,3, radvekstar 1,8, vårkorn 0,68, eng 0,25 alt i mg/l. Vedrørende P-tap er altså eng særleg heldig i år med erosjon, elles motsett.

Jorderosjon og tap av partikulært P aukar med hellingsgraden. Uhlen (-78) har såleis funne at jordtapet auka mellom 2,2 og 3,4 gonger når hellinga auka frå 4,5 til 9%.

I år med svært tørr tommar og våt haust har forfattaren påvist langt høgare årsmedelkonsentrasjon av NO₃-N i avlaupsvatn frå jordbruksareal enn i år med meir optimal sommarnedbør. Vatning og ettergrøder kan redusere N-tap grunna tørke i veksetida.

Punkt 2 om topografi og jordart er delvis omtala. Vedrørende jordart må påpeikast at oskefattig mosemyr held svært

dårleg på fosfor (Sorteberg -75), men også noko meir omsette myrtypar ser ut til å tape fosfor (Tveitnes -77, Lundekvam -77). Elles bind mineraljord fosfor godt, unntak kan vere sandjord med lite finpartiklar og lite Fe- og Al-innhald.

Nitrattapet til vatn varierer med C/N-forholdet i jorda og red./oks-tilhøva. Det er ofte låge NO₃-kons. i vatn frå lite omsett myr. Leirjord er variabel. Sandjord og lettare morenejord kan gje større NO₃-tap, og moldjord med lågt C/N-forhold store tap.

Punkt 3, Vekstslag og bruk av jord. N-tapet aukar vanleg med avtakande veksetid for kulturplantene, særleg er skilnaden stor mellom vårkorn og gras. Jord utan plantevekst, brakk, er særleg utsett for N-tap.

Dette er illustrert i tabell 3 der vekstane har fått «normal» gjødsling. Forsøka er utført på leirjord i Ås. Forfattaren har i større jordbruksfelt på leirjord i Østfold funne som i tabellen at N-tapa med vatn frå vårkorn er ca. 3 gonger større enn frå engareal ved «normal» gjødsling.

P-tapet er oftast større frå gras enn korn og skuldast mest overflatevatnet,

Tabell 3. N-tap og N-konsentrasjonar i vatn frå ulike vekster.

Vekst, gjødsling	N-tap eller N-konsentrasjon	Referanse, merknad
Brakk, ugjødsla	87 kg/ha/år	Frå Uhlen (-81).
Vårkorn, tilført 100 kg N/ha	37 - " -	Gjeld åra 1975-80
Eng, tilført 150 kg N/ha	12 - " -	
Vårkorn, tilført 120 kg/ha	8,4 mg/l	Frå Bjerve (-81)
Eng, tilført 200 kg N/ha	2,7 "	Grøftevatn 1979-80

men med jorderosjon er P-tapet størst frå korn. Innhaldet av PO₄-P er høgare i overflatevatn frå gras enn korn (Uhlen -78).

Punkt 4, gjødsling. Ved vinterspreiing av husdyrgjødsel er påvist store P-tap opptil (7—9) % av tilført P pr. 100 mm overflatevatn (Uhlen -78, Lundekvam-81).

Overflatespreiing av husdyrgjødsel om hausten har óg gjeve store P-tap og N-tap. Vinterspreiing av husdyrgjødsel er no forbode, om det medfører skadeleg urei-

ning av vassdrag eller grunnvatn. Helst skal husdyrgjødsla spreiaast om våren og nedfellast straks, som gjev minst tap, eller pløyast ned om hausten som gjev rel. små P-tap, men heller store N-tap. I dei eng-rike områda må ein stor del av husdyrgjødsla overflatespreiaast, og små lager og dårleg tid om våren gjer at mykje må haustspreiaast. Dette er uheldig.

Vedrørande handelsgjødsel er påvist aukande N-tap med gjødsling, særleg ved gjødsling utover det plantene treng. Dette går fram av tabell 4.

Tabell 4. N-tap og N-konsentrasjon i vatn ved ulik gjødsling til korn og gras.

N-gjødsling	N-tap eller N-konsentrasjon		Kjelde, merknad
	Korn	Gras	
0	25 kg/ha/år	-	Uhlen (-81),
Gras: 150 kg N/ha/år	37 - " -	12 kg/ha/år	gjeld åra 1975-80.
Korn: 100 - " -			
Gras: 300 - " -	64 - " -	36 - " -	
Korn: 200 - " -			
Gras: 100 kg N/ha/år			Bjerve (-81b)
Korn: 60 - " -	6,3 mg/l	1,2 mg/l	gjeld åra 1979-80
Gras: 200 - " -			
Korn: 120 - " -	8,4 "	2,7 "	
Gras: 300 - " -			
Korn: 180 - " -	13,8 "	5,3 "	

Ulik tilførsle av P i handelsgjødsel har til vanlig ingen verknad på P-innhaldet i grøftevatn. Uhlen (-78) fann heller ingen auke i P-innhald i overflatevatn frå vårkorn med aukande P-gjødsling, derimot auka P-konsentrasjonen i overflatevatn frå gras med P-gjødslinga.

Over lang tid må det vere grunn til å tru at P-gjødslinga vil auke P-innhaldet i eroderte jordpartiklar, og såleis auke P-tapet med overflatevatn også frå åkervekstar.

Vedvordande radsåing/breisåing av handelsgjødsel og eventuell tilføring i fleire omganger er funne små avlingsutslag i Norge.

Modell, føresetnader.

Modellen er brukt som hjelpemiddel til å illustrere utviklinga under valde føresetnader. Føresetnadene avvik truleg på fleire punkt frå det reelle, og modellen er for enkel til å simulere enkelttilfelle. Hovudtrekka i modellen og utviklinga vil ein likevel tru er sannsynlege.

Det er rekna med ein sterk auke i N og P i gjødsel pr. dyr for mjølkeku og geit i tida 1949 til 1979. Også for andre dyr er medrekna auke i gjødselproduksjonen (tabell 5).

Tabell 5. Produksjonstal av næringsstoff brukt i utrekningane (kg/dyr/år).

Dyr	Nitrogen				Fosfor			
	1949	1959	1969	1979	1949	1959	1969	1979
Mjølkeku	42	56	70	84	8,4	11,2	14	16,8
Andre storfe	16	18	21	26	3,3	3,7	4,2	5,1
Svin	8,2	8,7	9,1	10,4	2,0	2,1	2,2	2,5
Sau	7,3	8,4	9,7	10	1,1	1,3	1,5	1,5
Høns	0,34	0,36	0,37	0,40	0,09	0,10	0,10	0,11
Geit	8	10	12	15	1,2	1,5	1,8	2,2

Det er vidare rekna med at ein større del av husdyrgjødsel vert brukt i åker enn eng, men elles er dette ein funksjon av relativt åkerareal. Dei brukte tala for ulike fylke går fram av tabell 6.

Tabell 6. Prosent av husdyrgjødselmengda spreidd på åker (brukt i utrekningane).

År		1949	1959	1969	1979
Fylke	Fylke nr.				
Vestfold	7	70	80	89	95
Østfold	1	69	77	84	92
Hedmark og Oppland	4 og 5	57	70	73	81
Rogaland	11	32	33	30	29
Trøndelag	16 og 17	40	45	48	50

Ein har gått ut frå at ein aukande del tida er vinterspreiing med visse unntak av husdyrgjødsel har vorte spreidd om forboide, dette alternativet er medteke i vinteren og ein mindre del om våren i resultatata. tidsrommet 1949—79, sjå tabell 7. For

Tabell 7. Prosent husdyrgjødsel spreidd til ulike årstider (brukt i utrekningane).

	1949	1959	1969	1979
Vinterspreidd	10	20	30	30
Haustspreidd	50	50	55	60
Vårspreidd	40	30	15	10

Elles er modellen basert på at arealet er samansett av vårkorn og eng og basert på forsøk utført på leirjord i Ås.

1) Nitrogen:

a) Korn:

Grøftevatn: Transport = 17 + 0,00114 N² ved 276 mm

Overflatevatn: Transport = 2,5 + 0,00017 N² ved 149 mm

b) Eng:

Grøftevatn: Transport = 4,4 + 0,00032 N² ved 276 mm

Overflatevatn: Transport = 0,66 + 0,00005 N² ved 149 mm

Transport er i kg/ha/år.

N er handelsgjødsel —N + 50% av husdyrgjødsel —N i kg/ha/år. Det er rekna med 50% sterkare N-gjødsling med

handelsgjødsel til eng enn åker. Likningane over gjeld ved oppjevne vassføringar. Omrekning til aktuelle vassføringar er gjort såleis.

$$T_{\text{aktuell}} = T_{276} \text{ el. } 149 \times \sqrt{\frac{\text{Aktuell vassføring i mm}}{276 \text{ eller } 149}}$$

T_{aktuell} = aktuell transport

$T_{276} \text{ el. } 149$ = utrekna transport ved hhv. 276 og 149 mm vassføring, alt etter om det er tale om grøftevatn eller overflatevatn.

Gjeldande N-gjødslingsområde for modell: 2) Fosfor:

Korn: 0 til ca. 250 kg N/ha/år

a) Generell konsentrasjonsrespons på gjødsling.

Gras: 0 til ca. 350 kg N/ha/år

	<i>Korn, mg/l</i>	<i>Gras, mg/l</i>
Overflatevatn	0,133 (0,33 e)	0,242 + 0,00006xP ²
Grøftevatn	0,09	0,09

e når erosjon er medrekna P er total P-gjødsling kg/ha/år

b) Fosfortap frå husdyrgjødsel.

Vinterspreiing på overflata:

6,5% P-tap pr. 100 mm overflatevatn frå korn og gras.

50% av overflatevatnet medrekna.

Haustspreiing på overflata:

3% P-tap pr. 100 mm overflatevatn frå korn og gras.

Alt overflatevatn er medrekna.

Husdyrgjødsel nedpløgd om hausten:

0,83% P-tap pr. 100 mm overflatevatn frå korn.

Alt overflatevatn medrekna.

Det er rekna med at all husdyrgjødsel spreidd på åker utanom vinteren vert nedpløgd nokså snart.

Utvikling i norsk landbruk.

Av figur 2 går fram at N tilført kvart ha jordbruksareal i form av handelsgjødsel er 3-dobla i tida 1949—79. For fosfor er det knapt ei dobling. Det er stor skilnad i gjødselbruken mellom fylke.

Denne skilnaden er langt større for husdyrgjødsel (figur 3). For landet er det ein moderat auke i husdyrgjødsel —N og —P pr. ha, men for Rogaland er auken stor medan det er ein nedgang i Vestfold og Østfold.

Dette har samanheng med utviklinga i husdyrhaldet som er vist i figurane 4 til 8. Tal mjølkekyr pr. km² jordbruksareal har gått ned, særleg i Vestfold og Østfold.

Det har vore ein auke i svinehaldet i alle fylke. Også tal andre storfe har auka. Rogaland ligg på ein suveren topp når det gjeld husdyrhald og mengde husdyrgjødsel, samstundes har dette fylket størst bruk av handelsgjødsel pr. arealeining.

Jordbruksareal i drift har vist nedgang frå 3,5% av landarealet i 1949 til 3,05% i 1979 på landsbasis (figur 9). Rogaland har hatt ein auke. Fylke rundt Oslofjorden har mest dyrka mark.

I figur 10 er vist endring i arealbruk. Som fylgje av norsk landbrukspolitikkk har alle fylke med gode vilkår for kornproduksjon (låglandet på Østlandet og i Trøndelag) lagt om til korndyrking, medan særleg Vestlandet og Nord-Norge har satsa på engdyrking og mjølkeproduksjon.

Med tanke på utnytting av husdyrgjødsla og fôrressursen halm er dette uheldig.

Figur 11 viser at N i avling har auka, men denne auken er på langt nær så stor som auken av N i gjødsel (figur 12). Det er her rekna med alt N i handels- og husdyrgjødsel.

N-utnyttinga absolutt og relativt har gått ned og dermed har sjansen for N-tap auka sterkt. Ein må rekne med at også utnyttinga av gjødsel-P har gått ned, men mest alt unytta P finst i jorda.

Resultierende N- og P-tap.

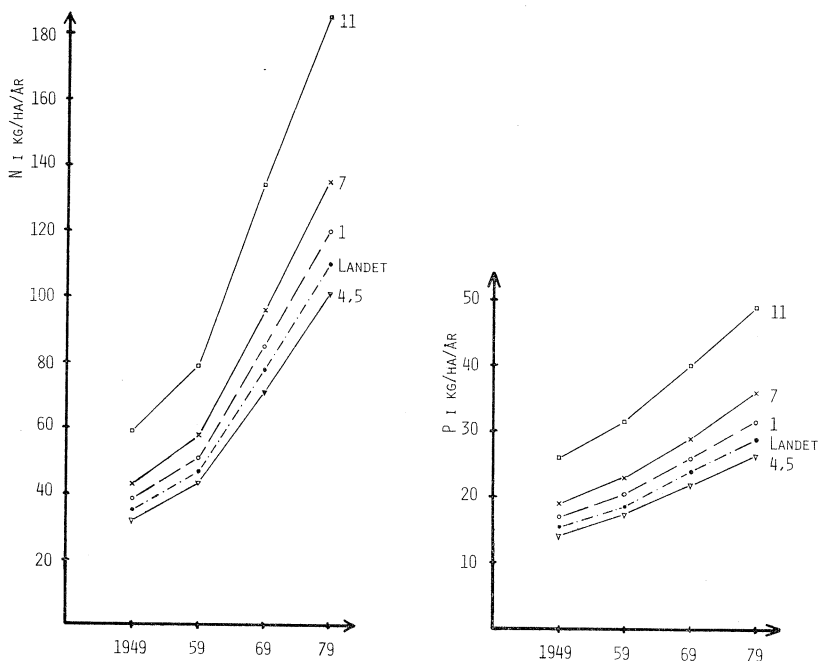
Med basis i utviklinga i norsk landbruk og dei føresetnader som ligg i den skiserte modellen er tapa av P og N rekna

ut for åra 1949, -59, -69 og -79 for nokre fylke.

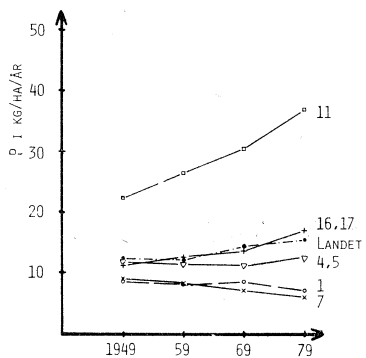
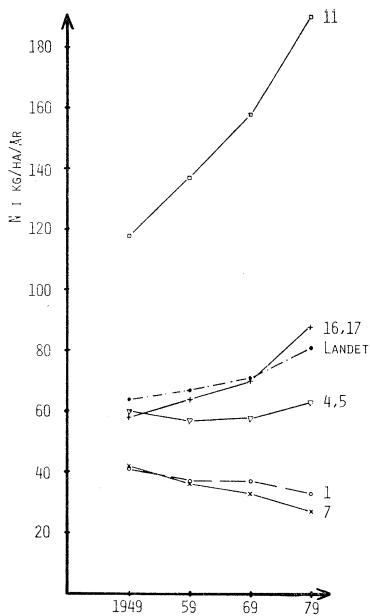
Resultata for N går fram av figur 13. Det har vore bortimot ei 3-dobling av N-tapa frå 1949 til 1979. Rogaland ligg på topp på grunn av sterk gjødsling. Det er nokså sikkert dårleg utnytting av husdyrgjødsla som er utslagsgjevande, handelsgjødselbruken er meir rimeleg i høve til avlingsnivået i fylket.

For kornfylka Vestfold og Østfold skuldast auken i N-tap omlegging til korn dyrking og sterkare N-gjødsling.

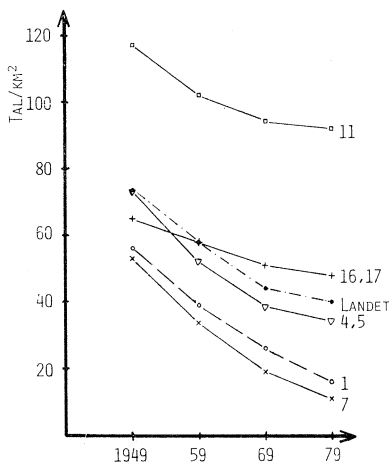
Modellen overvurderer N-tapa i Trøndelag og undervurderer N-tapa i Hedmark /Oppland; verknader av klima, jordart og driftstilhøve kan spele ei rolle her.



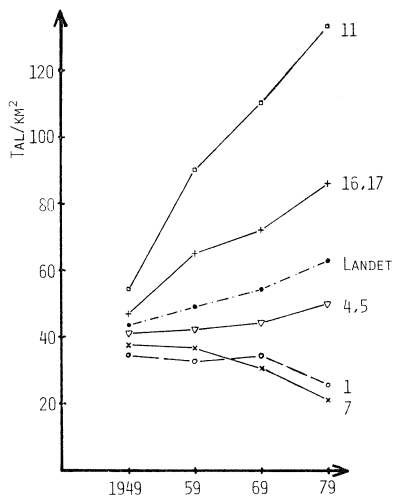
Figur 2. N og P i handelsgjødning på jordbruksareal. (Fylke nr. 16 og 17 (Trøndelag) ligg nær landsmedelen).



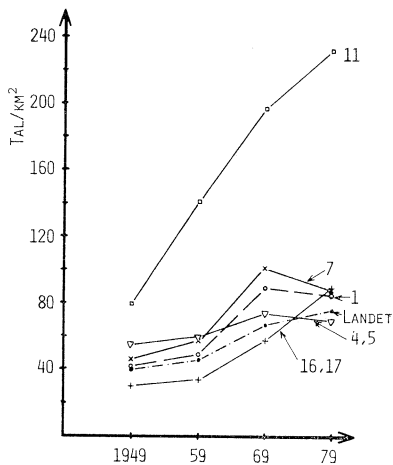
Figur 3. N og P i husdyrgjødsel på jordbruksareal.



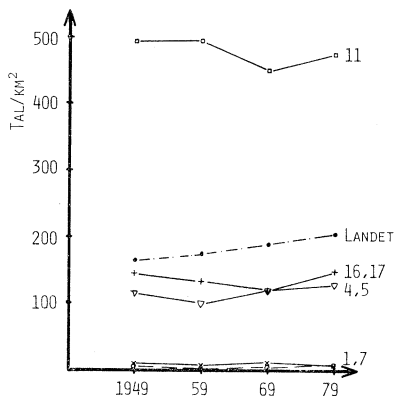
Figur 4. Mjølkekyr på jordbruksareal.



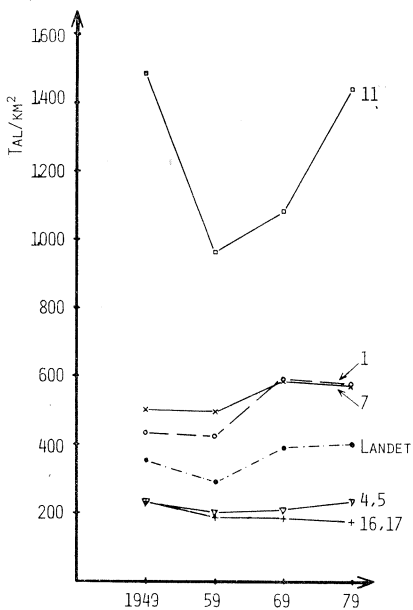
Figur 5. Andre storfe på jordbruksareal.



Figur 6. Gris på jordbruksareal.



Figur 7. Sau på jordbruksareal.



Figur 8. Høner på jordbruksareal.

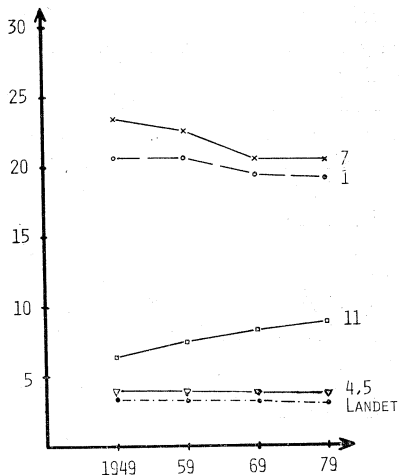
Figur 14 viser resultat for P-tap. Kvart fylke er representert ved 2 liner, med og utan jorderosjon.

P-tapa frå jordbruksareal har auka sterkt i Rogaland, ca. 70% frå 1949 til 1979. Også i Trøndelag har det vore ein tydeleg auke. For kornfylka Vestfold og Østfold har det kanskje vore ein auke i P-tapa når erosjon er medrekna, elles ein nedgang.

Modellen overvurderer tapa frå Trøndelag og Hedmark/Oppland. Dette kan ha med anslått mengde overflatevatn, bruk av husdyrgjødsel, jordart etc. å gjere. Målingane kan og vere unøyaktige (differansar).

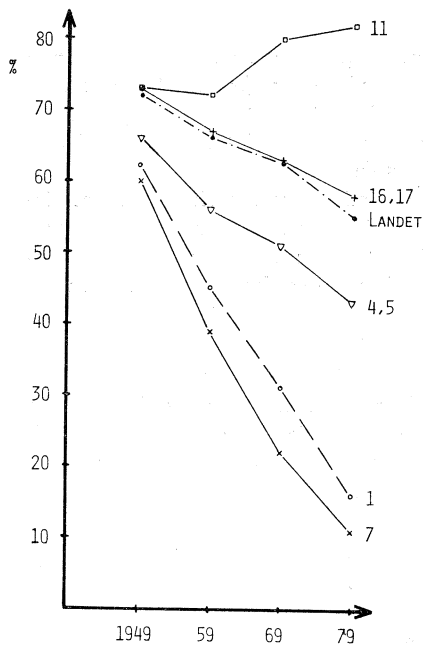
I tabell 8 er oppsett P-tap i 1979 etter kjelde, her er og medteke vassføring og % overflatevatn brukt for dei ulike fylka.

Det går fram at i kornfylka Vestfold og Østfold har erosjon og overflatevatn



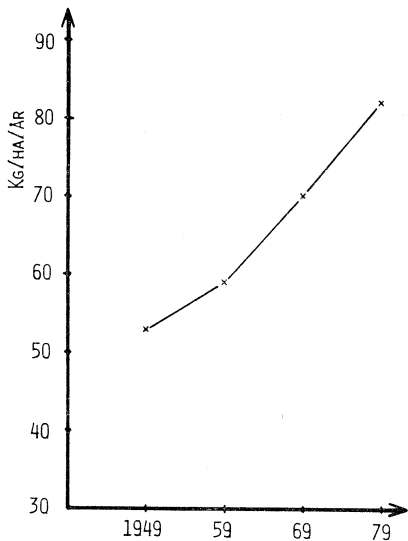
Figur 9.

Jordbruksareal i drift i % av landareal. (Fylke 16 og 17 har 3,7% i heile perioden).



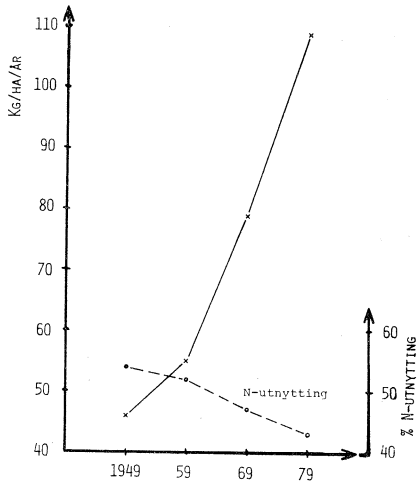
Figur 10.

Eng og beite i % av jordbruksareal.



Figur 11.

Nitrogen i avling. (Det er rekna med korn på alt åkerareal).



Figur 12.

N i gjødsel ÷ N i avling, og N-utnytting i % av gjødsel-N. (Både handelsgjødsel-N og teoretisk husdyrgjødsel-N er medrekna).

meir å seie enn tap frå husdyrgjødsel. I Rogaland har erosjon lite å seie, medan tap frå husdyrgjødsel og vanleg overflatevatn er viktig. Dei andre fylka er i mellomstilling.

Det må merkast at eit forbod mot vinterspreiing av husdyrgjødsel vil medføre ein auke i haustspreiinga, slik at nedgangen i totaltapet ikkje vert så stor som tabellen viser.

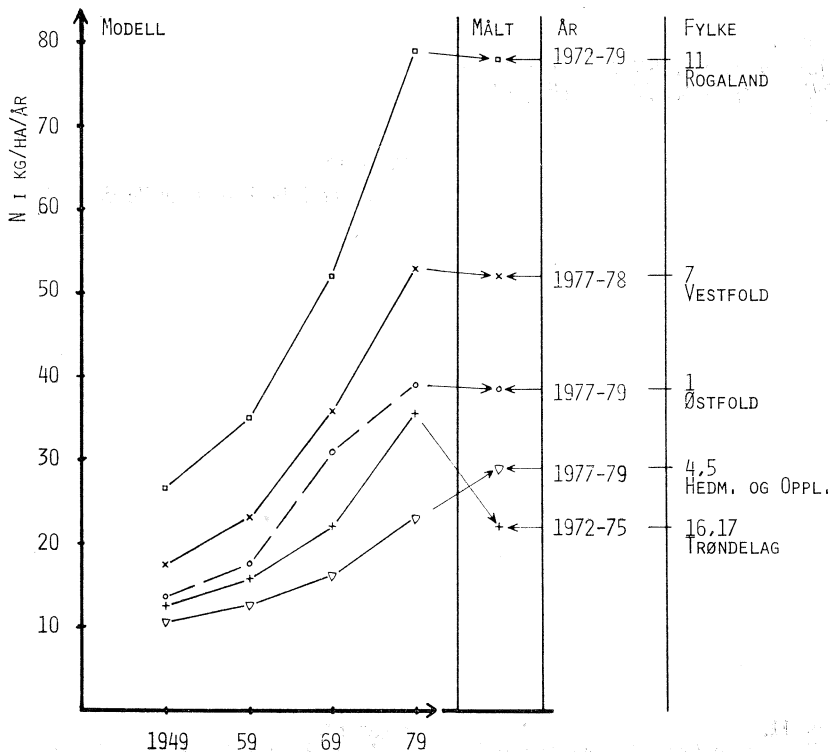
Diskusjon og konklusjon.

Limnologar har lenge hevda at fosfor er avgrensande for algevekst i vatn. Ut frå dette har landbruksareala medført

eutrofiering av vatn i Rogaland og Trøndelag og då også i andre fylke med intensivering av husdyrproduksjonen.

Også i Hedmark/Oppland kan jordbruksareala verka eutrofierande. I fylka kring Oslofjorden, med mest markert omlegging frå husdyr- til kornproduksjon kan fosfortilførselene frå areal ikkje forklare den tiltakande algeveksten, og det er i desse fylka problema er størst.

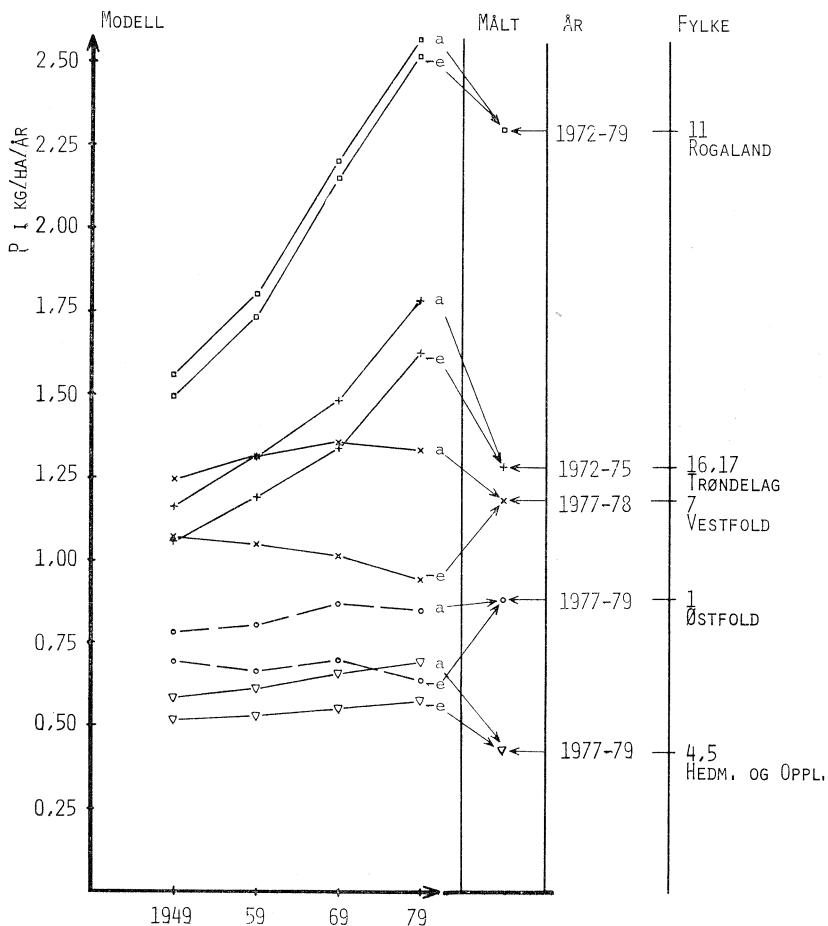
N/P-forholdet i vatn frå areal (tab. 9) ligg så høgt at N frå areal neppe kan ha noko å seie for algeveksten utan at det samstundes vert tilført eit P-overskot frå andre kjelder.



Figur 13. Utrekna N-tap etter modell og målt N-tap.

Dei endelege konsentrasjonane i vassdraga avheng av hydraulisk fortynning som atter avheng av relativt jordbruksareal og nedbør. I tabell 9 er konsentrasjonane i vatn frå jordbruksareala, og for fylka og N/P-forholda utrekna. Det viser at P-konsentrasjonane i vatn frå jordbruksareal er høgast og N/P-høvet lågast i

Trøndelag og Rogaland. På fylkesbasis vert derimot både N- og P-konsentrasjonane høgst i Østfold og Vestfold p.g.a. større prosent jordbruksareal. Dei resulterande P-konsentrasjonane er likevel i alle høve låge. Det er sjølvstakt variasjon mellom vassdrag innan fylke.



Figur 14. Utrekna P-tap etter modell og målt P-tap. (a: alt med, -e: ÷ erosjon).

Tabell 8. P-tap i 1979 fordelt på antekne kjelder.

Fylke	Vass- føring (mm) Est.	Over- flate- vatn Est.	Total	Transport etter modell kg/ha/år				Berre grøfte- vatn x	Målt P-tap kg/ha/år
				Frå erosjon	Frå haust- spreiing	Frå vinter- spreiing	Frå vanleg overfl. vatn		
Vestfold	640	35 %	1,33	0,39	0,064	0,134	0,37	0,58	1,18 d
Østfold	425	30 %	0,84	0,21	0,047	0,09	0,33	0,38	0,88 d
Hedmark og Oppland	280	35 %	0,69	0,11	0,081	0,123	0,21	0,25	0,43 hu
Rogaland	860	15 %	2,57	0,05	0,66	0,48	0,73	0,77	0,20 ha
Trøndelag	550	35 %	1,78	0,16	0,36	0,33	0,62	0,50	2,3 e+b

x Her er all avrenning rekna som grøftevatn.

Est. = estimert normalvassføring

d = utrekna som differens (total - punktkjelder)

hu = areal tilført husdyrgjødsel

ha = handelsgjødsel, einssidig korn i 20 år

e+b = areal brukt som eng og beite, tilført husdyrgjødsel

Eit anna moment er at 30—80% av total-P frå areal er partikkelbunde og såleis ikkje har full verknad på algevekst. Dette gjeld særleg fosfor som sit fast på erodert jord.

Vidare vert som tidlegare nemt det meste av areal-P tilført vassdraga på kort tid. Dette P kan såleis knapt nyttast i det heile i rennande vatn og berre til ein viss grad i sjør. Botnfelling, ev. frigiering og resirkulasjon av P i innsjøane er her sentrale punkt som ein veit for lite om.

For å få redusert tilførselene frå jordbruksareala av N og P er rett bruk av husdyrgjødsel eit sentralt punkt i husdyrfylka. Kontroll med erosjon og overflatevatn vil redusere P-tapa i kornfylka. N-gjødsling etter det plantene treng, bruk av ettergrøder, hindre at jord ligg brakk, dyrking av planter med lang veksetid, optimalisering av veksefaktorar er stikkord når det gjeld N-tap. Det må strekast under at det i praksis vil vere uråd å oppnå heilt ideelle forhold. I Norge er

Tabell 9. Konsentrasjonar i vatn frå jordbruksareal og fylke med jordbruksareal, etter modell, år 1979.

Fylke	Vass- føring mm	Jord- bruks- areal %	Jordbruksareal				Fylke ^x		
			P-kons.		N/P		N- kons.	P-kons. (alt med)	N/P
			N-kons. (alt med)	mg/l	mg/l	mod. målt			
Vestfold	640	20,4	8,3	0,21	40	44	2,1	0,063	33
Østfold	425	18,9	9,2	0,20	46	44	2,15	0,058	37
Hedmark og Oppland	280	3,7	8,3	0,246	34	67	0,79	0,033	24
Rogaland	860	8,7	9,2	0,30	31	34	1,26	0,049	26
Trøndelag	550	3,7	6,5	0,32	20	18	0,72	0,036	20

* Det er rekna med same avrenning frå utmark som jordbruksareal. Det vil normalt vere større avrenning frå utmark med fjellområde p.g.a. større høgde over havet og dermed større nedbør. Konsentrasjonane for fylke vert såleis lågare enn modellen viser, særleg i Hedmark, Oppland, Rogaland og Trøndelag. Det er rekna med P-kons. = 0,025 mg/l og N-kons. = 0,5 mg/l for utmark.

det lite aktuelt med haustkorn eller bruk av planter med lenger veksetid.

Meir kontrollert N-gjødsling, vatning, betre jordkultur kan nok auke N-utnyttinga, i liten grad også nedpløying av halm.

Erosjon kan reduserast ved mindre haustpløying, pløying på tvers av fallet, terrassering, sedimentasjonsbasseng etc. Redusert pløying kan diverre auke kvekeproblemet.

Høveleg P-gjødsling til myr vil truleg redusere P-tapa frå denne jordarta. Men sidan dyrka myrareal i dei mest utsette distrikta er lite, kan dette totalt sett knapt få nokon stor effekt.

Det må påpeikast at tilføring av meir næringsrikt og kalkrikt vatn til vassdrag som er sterkt oligotrofe frå naturen si side, innan visse grenser verkar positivt på fiskeproduksjon. Såleis er t.d. påvist høg fisketettleik (laksefisk) i elvar på Jæren når desse ikkje er skadeleg påverka av silopressaft (Snekvik -77). Jæren har svært intensivt husdyrbruk.

Eg meiner difor at stofftilførsler frå jordbruksareal sjelden verkar skadeleg på fiskeproduksjon, særleg i rennande vatn.

Derimot kan kulturtekniske tiltak som grøfting, kanalisering, bortgraving av kulpar etc. medføre vanskelegare levekår for fisk ved lågvassføring i små bekker og elvar. Regulering og kunstige kulpar kan rette på dette.

Samandrag.

Det er oppsett ein enkel modell for N- og P-tilførsel frå jordbruksareal. Modellen tek omsyn til mengde grøftevatn og overflatevatn, vekstane korn og gras, bruk av handelsgjødsel og husdyrgjødsel og erosjon. Modellen er brukt til å illustrere utviklinga 1949—79.

I denne tida har ein hatt sterkt aukande åkerprosent på Østlandet (særleg for fylka kring Oslofjorden) og tilsvarende reduksjon i storféhald og grasareal. Bruken av handelsgjødsel har auka sterkt over heile landet, intensiteten i husdyrproduksjonen har auka i husdyrfylka og utnyttinga av husdyrgjødsel har vorte dårlegare.

Modellen viser at N-tapa frå jordbruksareal har auka sterkt i alle fylke. I husdyrfylka mest p.g.a. ringare utnytting av dei aukande husdyrgjødselmengdene, i kornfylka p.g.a. omlegging til korn og sterkare N-gjødsling.

P-tapa frå jordbruksareal har auka mykje i fylke med stor husdyrproduksjon (Rogaland, Vestlandet, Nord-Norge). I dei mest utprega kornfylka (Østfold, Vestfold, Akershus) har det truleg vore ein nedgang i $PO_4\text{-P}$ tilførslene, men ein liten auke i tilførslene av total-P når ein tek med erodert P. I dei andre Østlandsfylka og Trøndelag har det truleg vore ein moderat auke i P-tilførslene frå jordbruksareal. P-tilførsel frå jordbruksareal kan såleis ikkje vere ansvarleg for den observerte eutrofieringa i sjøar i typiske kornfylke, men i husdyrfylka vert jordbruksareala viktigare.

LITTERATUR

- Bjerve, L.*, 1981 a: Forurensninger i et landbruksområde, Ringsaker kommune, Hedmark. Sluttrapport frå NLVF-prosjekt ved Institutt for hydroteknikk, NLH.
- Bjerve, L.*, 1981 b: Handelsingjødselas miljøvirkninger. Sluttrapport frå NLVF-prosjekt ved Institutt for hydroteknikk, NLH.
- Hove, P.*, 1981: Personlege opplysningar om resultat frå erosjonsprosjekt ved Institutt for hydroteknikk og Institutt for jordkultur, NLH.
- Lundekvam, H.*, 1976: Kjemisk kvalitet av avløpsvann fra landbruksområder med vekt på å belyse de regionale forskjeller. Sluttrapport nr. 235 fra NLVF.
- Lundekvam, H.*, 1977: Kjemisk kvalitet i avrenningsvatn frå jordbruksområda i Norge. Nordforsk, publikasjon 1977: 2, s. 207—220.
- Lundekvam, H.*, 1981: Husdyrgjødsel og avlaup frå driftsbygningar. Sluttrapport frå NLVF-prosjekt ved Institutt for hydroteknikk, NLH.
- Otnes og Ræstad*, 1978: Hydrologi i praksis. Ingeniørforlaget.
- Snekvik, Bergheim, Selmer-Olsen og Sivertsen*, 1977: Undersøkelser i fem pressaftforurensede vassdrag på Jæren 1971—76. Meld. NLH, vol 56, nr. 20 og 24.
- Sorteberg, A.*, 1975: Bindingsforhold for P i myrjord med hensyn til tap ved utvasking. NJF, årgang 57, Vol. 1, s. 150.
- Statistisk Sentralbyrå*: Norges Offisielle Statistikk. Jordbruksteljingane 1949, -59, -69 og -79.
- Tveitnes, S.*, 1977: Jordas kapasitet som resipient for husdyrgjødsel. Sluttrapport nr. 252 frå NLVF.
- Uhlen, G.*, 1978: Nutrient leaching and surface runoff in field lysimeters on a cultivated soil. Meld. NLH 57, nr. 27—28.
- Uhlen, G.*, 1981: Nitrogenbalanse i feltlysimeterforsøk. NJF, årgang 63, nr. 3, s. 467—8.