

631.85
B42

NPo-forskning fra Miljøstyrelsen

Nr. A8 1990

Næringsstof- udvaskning fra arealer i landbrugsdrift



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

6-1. 1985 : 22. 11
P. 112
R. 2

Om NPo-forskningsprogrammet

NPo-forskningsprogrammet skal tilvejebringe viden om, hvordan kvælstof (N), fosfor (P) og organisk stof (o) omsættes i jord og påvirker søer, vandløb, fjorde, hav og grundvand.

Denne rapport er een af de ca. 50, der udsendes som et resultat af NPo-forskningsprogrammet. Med Miljøstyrelsen som ansvarlig for programmets gennemførelse er der sat ca. 70 NPo-projekter i gang ved 25-30 institutioner.

Op gennen 1970'erne og i 80'ernes begyndelse kom der en stigende erkendelse af, at udledninger af næringsstoffer kunne blive en trussel mod livet i vandløb m.v. – og af at der kunne ske en nitratforurening af grundvandet. Den eksisterende viden blev i 1984 samlet af Miljøstyrelsen i den såkaldte NPo-rapport.

Rapporten førte til, at Folketinget i 1985 vedtog de første indgreb for at begrænse forureningen med næringsstoffer – ved at stille krav om, hvordan landbruget skal opbevare og sprede husdyrgødningen.

For at skaffe en større viden om næringsstofferne indvirkning på naturen afsatte Folketinget samtidig 50 mill. kr. til dette forskningsprogram – som løber fra 1985 og frem til udgangen af 1990.

NPo-forskningsprogrammet blev yderligere aktuelt med Folketingets vedtagelse af Vandmiljøplanen i 1987. Her vil NPo-programmets resultater indgå som et vigtigt baggrundsmateriale for vurderingen af Vandmiljøplanens virkninger.

Til at sikre den faglige og økonomiske afvejning af forskningen blev der nedsat en styringsgruppe, som således har haft det øverste ansvar for NPo-programmets gennemførelse. Desuden blev der nedsat tre koordinationsgrupper, som hver har haft det faglige ansvar for deres område: jord og luft, grundvand og overfladevand.

Rapporterne udsendes i serien »NPo-forskning fra Miljøstyrelsen« – som er opdelt i A, B og C publikationer:

- A er rapporter om jord og luft
- B er rapporter om grundvand
- C er rapporter om vandløb, søer og marine områder

Miljøstyrelsen har været sekretariat for arbejdet og har sammen med koordinationsgrupperne stået for redaktionen af denne rapportserie.

1033

**NPo-forskning fra Miljøstyrelsen
Nr. A8 1990**

Næringsstof- udvaskning fra arealer i landbrugsdrift

Bjarne Hansen

Det Danske Hedeselskab

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
Strandgade 29
1401 København K

**Miljøministeriet
Miljøstyrelsen**

INDHOLDSFORTEGNELSE

	side
SAMMENDRAG	5
1. INDLEDNING	6
2. MATERIALER OG METODER	8
2.1. Arealanvendelse og gødningsforbrug	8
2.2. Jordfysiske og -kemiske analyser	10
2.3. Analyser af jordvand	11
2.4. Beregningsmetoder	12
3. RESULTATER	14
3.1. Klima og vandbalance	14
3.2. Analyser af jordvand	19
3.2.1. Kvælstof i jordvand	22
3.2.2. Fosfor i jordvand	27
3.2.3. Kalium i jordvand	28
3.2.4. Organisk stof i jordvand	29
3.3. Nedvaskning fra rodzonen	30
3.3.1. Nedvaskning af kvælstof	32
3.3.2. Nedvaskning af fosfor	35
3.3.3. Nedvaskning af kalium	36
3.3.4. Nedvaskning af organisk stof	36
4. DISKUSSION OG KONKLUSION	37
5. LITTERATURLISTE	42
6. BILAG	44
7. REGISTRERINGSBLAD	46

Sammendrag

Nedvaskningen af N, P, K og organisk stof er undersøgt på arealer i almindelig landbrugsdrift. Formålet var hovedsagelig at få et bedre kendskab til nedvaskningen efter anvendelse af husdyrgødning i praktisk landbrug.

- Nedvaskning af N Der har været store variationer i nedvaskningen af $\text{NO}_3\text{-N}$, på sandjord varierende fra 19 til 154 kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$ og på lerjord fra 29 til 117 kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$. Nedvaskningen af tot-N skønnes at have været 5-30 kg N/ha større. Der er især fundet små nedvaskninger for græsarealer, 20-25 kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$. Nedvaskning af $\text{NH}_4\text{-N}$ vil normalt være mindre end 1 kg/ha på mineraljord. U hensigtsmæssig anvendelse af husdyrgødning kan forøge nedvaskningen af N betydeligt.
- Nedvaskning af P Nedvaskningen af tot-P er beregnet til gennemsnitlig 0.6 og 1.3 kg P/ha årligt på henholdsvis sand- og lerjord og mængderne af $\text{PO}_4\text{-P}$ til henholdsvis 0.2 og 0.1 kg/ha. Større nedvaskning af $\text{PO}_4\text{-P}$ på sandjord end på lerjord skyldes hovedsagelig større nedsivning. Beregnet nedvaskning af tot-P, især på lerjord, skal dog tages med forbehold.
- Nedvaskning af K Der er målt en meget stor nedvaskning af K på sandjord, gennemsnitlig 72 kg/ha mod 8.1 kg/ha årligt på lerjord. Nedvaskningen på de undersøgte sandjordsarealer har dog formodentlig været større end normalt på sandjord.
- Nedvaskning af organisk stof Beregning af nedvaskningen af organisk stof er usikker med den anvendte analysefrekvens, men nedvaskningen har været betydelig, især på sandjord.

1. INDLEDNING

Formål	Formålet med projektet var at bestemme nærings-saltnedvaskningen fra rodzonen på arealer med varierende gødningspraksis, afgrødevalg og jordbundsforhold samt fremskaffe data fra praktisk landbrug til afprøvning af rodzonemodellen DAISY, der udvikles i et andet NPo-projekt (Hansen et al., 1990b).
Baggrund	Det nuværende kendskab til nedvaskningen af plan-tenæringsstoffer fra rodzonen på dyrkede arealer er på mange områder mangelfuld. De hidtil udførte undersøgelser af nedvaskning fra rodzonen er næsten alle udført efter tilførsel af handels-gødning og som regel ved tilførsel af "normale" gødningsmængder.
Husdyrgødning	Undersøgelser af den praktiske landbrugsdrift i nogle mindre oplande (Hansen, 1985, 1986, 1990) har vist, at husdyrgødning, bl.a. på grund af for lille opbevaringskapacitet, tidligere ofte blev tilført markerne på uheldige tidspunkter og i for store mængder. På grund af forbedringer af opbevaringskapaciteten og en øget indsats for forbedret anvendelse af husdyrgødningen, må det forventes, at nedvaskningen efter tilførsel af husdyrgødning reduceres væsentlig.
Tidligere undersøgelser	Der er tidligere kun gennemført få undersøgelser af nedvaskning efter tilførsel af husdyrgødning. For at den reduktion i nedvaskningen fra landbrugsarealer, der kræves af myndighederne, skal opnås, må en stor del heraf imidlertid ske ved en forbedret anvendelse af husdyrgødning. Det er derfor vigtigt, at kendskabet til nedvaskningen

ved forskellig anvendelse af husdyrgødning forbedres.

Undersøgelserne i dette projekt er derfor hovedsagelig udført på arealer, der er tilført husdyrgødning. Det var oprindeligt planlagt hovedsagelig at gennemføre undersøgelserne på arealer, der var tilført husdyrgødning det pågældende år og derfor i de fleste tilfælde flytte undersøgelserne til nye arealer næste år. Bl.a. af hensyn til modelberegninger blev det senere besluttet, at fortsætte undersøgelserne på de først udvalgte arealer. Derfor er kun ca. halvdelen af undersøgelserne udført på arealer, der er tilført husdyrgødning det pågældende år.

2. MATERIALER OG METODER

Undersøgte lokaliteter	Undersøgelserne er udført under markforhold på almindelig dyrkede arealer i de to NPo-værkstedsområder ved Rabis bæk i Karup kommune og Syv bæk i Ramsø kommune.
Sandjordsarealer	Området ved Rabis er en del af Karup hedeslette og består af smeltevandssand. Jordtypen er grovsand (JB 1) eller lerblandet grovsand (JB 3).
Lerjordsarealer	Området ved Syv består hovedsagelig af moræneler og jordtypen er hovedsagelig sandblandet ler (JB 5-6) eller lerjord (JB 7).
	Til karakterisering af arealerne blev der i forskellige dybder udtaget jordprøver til jordbundskemiske og -fysiske analyser. Desuden blev der indsamlet oplysninger om arealanvendelse og gødningstilførsel mv. så lang periode forud som muligt og i selve forsøgsperioden.
Forsøgsperiode	Prøvetagningen blev påbegyndt foråret 1987 på 2 sandjordsarealer ved Rabis. Efteråret 1987 blev antallet af lokaliteter øget med yderligere 4 på sandjordsarealer ved Rabis og 4 på lerjordsarealer ved Syv. Prøvetagningen blev afsluttet i april 1990. Nedsivningen efter vinterperioden var da næsten ophørt.
Benævnelse af lokaliteter	Sandjordsarealerne ved Rabis benævnes i det følgende S1 - S6 og lerjordsarealerne ved Syv benævnes L1 - L4.

2.1. Arealanvendelse og gødningsforbrug

Tidligere arealanvendelse	Da nedvaskningen af næringsstoffer påvirkes af tidligere arealanvendelse og gødsning, blev der
---------------------------	--

indsamlet oplysninger om arealanvendelse og gødningsforbrug så lang periode forud som muligt. Afgrøder og gødningstilførsel årene forud for forsøgsperioden er vist i tabel 2.1.

Tabel 2.1. Afgrøder (Afg) og gødningstilførsel i handelsgødning (Ha) og husdyrgødning (Hu) på forsøgslokaliteterne før forsøgsperioden. Gødningsmængder er angivet som N:P:K i kg/ha. For husdyrgødning er angivet totale N-mængder.

Lokalitet		1982	1983	1984	1985	1986
S1	Afg Ha Hu	Byg m. udl 70: 8:18	Græs 115:15:35	Græs 115:15:35	Vårbyg 70: 8:18	Vårbyg 70: 8:18
S2	Afg Ha Hu	Byg m. udl 69: 9:18 155:21:162	Græs 170:23:45	Græs 215:26:52	Vårbyg 105:12:24	F.suk.roer 72: 8:16 605:77:160
S3	Afg Ha Hu	Byg 90:29:86	Kartofler 90:45:98 250:32:240	Byg m. udl 90:29:86	Græs 290:45:102	Græs 290:45:102
S4	Afg Ha Hu		Græs 225:50:160	Vårbyg 110:15:65	F.suk.roer 70: 0: 0 165:21:162	Vårbyg 110:15:65
S5	Afg Ha Hu		V.hvede 150:36:128	F.suk.roer 70: 0: 0 175:22:70	Vårbyg 110:15:65	Vårbyg 110:15:65
S6	Afg Ha Hu		Vårbyg 120: 0: 0		Vårbyg 110:15:65	Hør 50: 0: 0
L1	Afg Ha Hu	Raps 130: 0: 0 ajle	V.hvede 145: 0: 0 ajle	V.hvede 145: 0: 0 ajle	Vårbyg 75: 0:0	Vinterbyg 145: 0: 0
L2	Afg Ha Hu	Byg m. udl 52: 8: 0	Vårbyg 68: 8:23	Vårbyg 100:12:36	F.suk.roer 125: 9:27 400:95:290	Vårbyg 100:12:36
L3	Afg Ha Hu	Vårbyg 100: 0: 0	Vårbyg 100: 0: 0	Vårbyg 100: 0: 0	Vårbyg 100: 0: 0	Raps 130: 0: 0 135:45:65
L4	Afg Ha Hu	Vårbyg 105:20:50	Vårbyg 105:20:50	Raps 175:21:42	Vårbyg 103:20:49	V.hvede 147:28:70

Desuden blev der indsamlet oplysninger om tidspunkter for pløjning, såning, høst samt gødnings-tilførsel og -tidspunkt, vanding mv. i forsøgsperioden. Disse oplysninger omtales nærmere i afsnit 3.

2.2. Jordfysiske og -kemiske analyser

Til karakterisering af arealerne blev der på hver lokalitet udtaget jordprøver til bestemmelse af vandretention, volumenvægt, hydraulisk ledningsevne, tekstur samt indhold af C, tot-N og tot-P i 4 dybder, 0-20 cm, 20-40 cm, 40-70 cm og 70-100 cm.

Jordtyper

Tekstur og jordtype i pløjelaget på forsøgslokaliteterne er vist i tabel 2.2. Teksturen i de enkelte dybder på lokaliteterne er vist i bilag 1. Det fremgår af tabel 2.2, at jordtypen på lokalitet S2, S3 og S6 er grovsand (JB 1), på lokalitet S1, S4 og S5 grov lerblandet sand, på lokalitet L2 og L4 sandblandet ler (JB 5-6) og på lokalitet L1 og L3 lerjord (JB 7).

Tabel 2.2. Tekstur i pløjelaget på forsøgslokaliteterne.

	LOKALITET									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	L1	L2	L3	L4
Humus	3.7	3.4	2.6	3.0	4.5	2.3	2.2	2.6	2.3	2.2
Ler <.002 mm	5.2	3.5	4.5	6.0	7.2	4.6	17.0	13.4	17.1	13.7
Silt .002-0.02	9.7	5.3	5.9	7.0	10.4	4.7	19.2	22.9	20.6	13.6
Finsand .02-.2	31.6	13.8	19.6	19.2	28.4	9.0	38.6	39.9	38.0	40.7
Grovsand 0.2-2	49.8	74.0	67.4	64.8	49.5	79.4	23.0	21.2	22.0	29.8
Jb-nr	3	1	1	3	3	1	7	5	7	5

Der er især på lokalitet S2, S3, S4 og S6 et stort indhold af grovsand.

Vandkapacitet

Den plantetilgængelige vandmængde i 0-50 og 0-100 cm dybde er vist i tabel 2.3. For sandjordsloka-

liteterne er kun vist den tilgængelige vandmængde i 0-50 cm dybde, da rodtybden her sjældent vil være større. Volumenvægt, porøsitet, vandindhold ved forskellig pF-værdier og mættet hydraulisk ledningsevne i forskellig dybde på lokaliteterne er vist i bilag 2.

Tabel 2.3. Plantetilgængelig vandmængde, mm, i 0-50 og 0-100 cm dybde på forsøgslokaliteterne.

Dybde	Lokalitet									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	L1	L2	L3	L4
0 - 50 cm	114	71	90	90	112	62	75	74	79	79
0 -100 cm							152	155	153	140

Der er især på lokalitet S2 og S6 kun lille tilgængelig vandmængde i rodzonen, hvilket er i god overensstemmelse med teksten, der er vist i tabel 2.2.

2.3. Analyser af jordvand

Prøvetagning

Jordvandets kemiske sammensætning undersøges ved at udtage jordprøver, hvorefter jordvandet ekstraheres i laboratoriet. Der er udtaget jordprøver i 4 dybder, 0-20 cm, 20-40 cm, 40-70 cm og 70-100 cm. Prøver fra 70-100 cm dybde er dog analyseret hyppigere end fra de øvrige dybder.

Analyseprogram

Det ekstraherede jordvand er analyseret for NO₃-N og i en del af prøverne desuden for pH, COD, NH₄-N, tot-N, PO₄-P, tot-P og K. Prøver, der kun analyseres for NO₃-N, ekstraheres efter samme metode, som anvendes i Kvadratnetsundersøgelsen, dvs. at ca. 100 g jord tilføres 200 ml 1 N KCl og rystes, hvorefter NO₃-koncentrationen i det "fortyndede" jordvand bestemmes og NO₃-koncentra-

tionen i jordvandet beregnes ud fra fortyndingsgraden.

Trykmembran-
udstyr

Da denne metode ikke kan anvendes til stoffer, der adsorberes eller udfældes i jorden, blev der udviklet udstyr til ekstraktion af vand fra jordprøverne ved det aktuelle vandindhold efter trykmembranmetoden, hvor jordvandet ved overtryk presses gennem en finporet membran. Denne metode fungerede tilfredsstillende for prøver fra de første arealer, hvor undersøgelserne blev påbegyndt. Senere viste det sig, at denne metode for nogle jordtyper var for langsom. Derfor blev vandprøverne fra foråret 1988 ekstraheret ved centrifugering.

Centrifugering

Centrifugering af jordprøverne blev foretaget ved ca. 3000 G. Jordvandet blev ikke filtreret ved centrifugeringen og da der kunne være enkelte jordpartikler i det ekstraherede jordvand, blev dette centrigeret igen og derefter dekanteret fra jordpartiklerne.

Prøvehyppighed

Hyppigheden for udtagning af prøver til analyse for $\text{NO}_3\text{-N}$ i 70-100 cm dybde er afpasset efter overskudsnedbøren. Det er tilstræbt, at disse prøver er udtaget for hver 15-20 mm overskudsnedbør. Det var planlagt at gennemføre fuld analyseprogram 2 gange årligt. For tot-P blev analyserne dog udført hyppigere.

2.4. Beregningsmetoder

Ved bestemmelse af nedvaskning af plantenæringsstoffer fra rodzonen på bevoksede arealer må den nedsivende vandmængde og koncentrationerne af de pågældende næringsstoffer i det nedsivende

jordvand kendes. Koncentrationerne er i dette projekt bestemt som beskrevet i afsnit 2.3.

Vandbalancer

De nedsivende vandmængder er beregnet på grundlag af klimadata fra klimastationerne, der er opstillet i de to NPo-værkstedsområder (Olesen, 1990). Beregningerne er foretaget ved hjælp af programmet EVACROP, der beregner daglige vandbalancer for forskellige afgrøder ud fra døgn middeltemperatur, nedbør og potentiel fordampning (Olesen & Heidmann, 1990).

Klimastationerne i de to værkstedsområder er oprettet efteråret 1987 og har fungeret fra 01.11.1987. Da prøvetagningen ved Rabis er påbegyndt foråret 1987, er der for dette område indtil 01.11.1987 anvendt nedbørsdata fra Meteorologisk Instituts station MI21360 ved Høgild vandmølle umiddelbart vest for området samt temperatur og potentiel fordampning beregnet efter Penman på grundlag af klimadata fra Forsøgsanlæg Foulum (Olesen, 1988).

Beregning af nedvaskning

De nedvaskede næringsstofmængder er beregnet ved at multiplicere daglig nedsivning med daglige stofkoncentrationer i dybden 70-100 cm. Daglig nedsivning fås umiddelbar ved ovennævnte vandbalanceberegninger. Da der ikke foreligger daglige analyser af jordvand, er koncentrationer for dage mellem prøvetagninger beregnet ved lineær interpolation mellem nærmeste foregående og efterfølgende analyse.

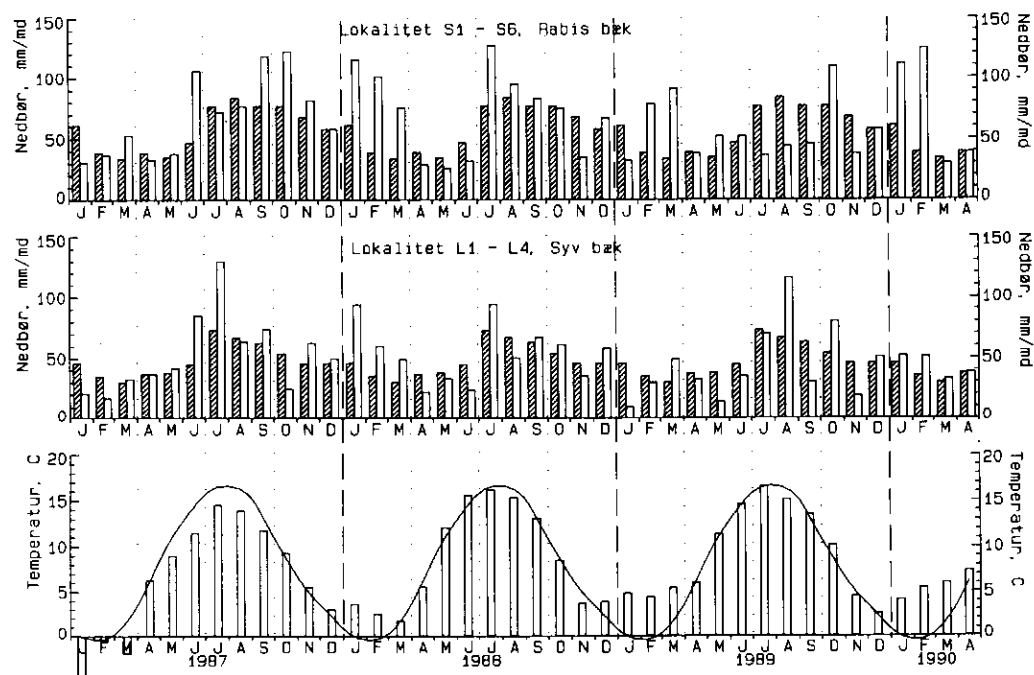
3. RESULTATER

3.1. Klima og vandbalance

Som omtalt i afsnit 2.4 er vandbalance og ned-sivning for forsøgslokaliteterne beregnet på grundlag af klimadata fra klimastationerne, der blev oprettet i de to NPo-værkstedsovråder.

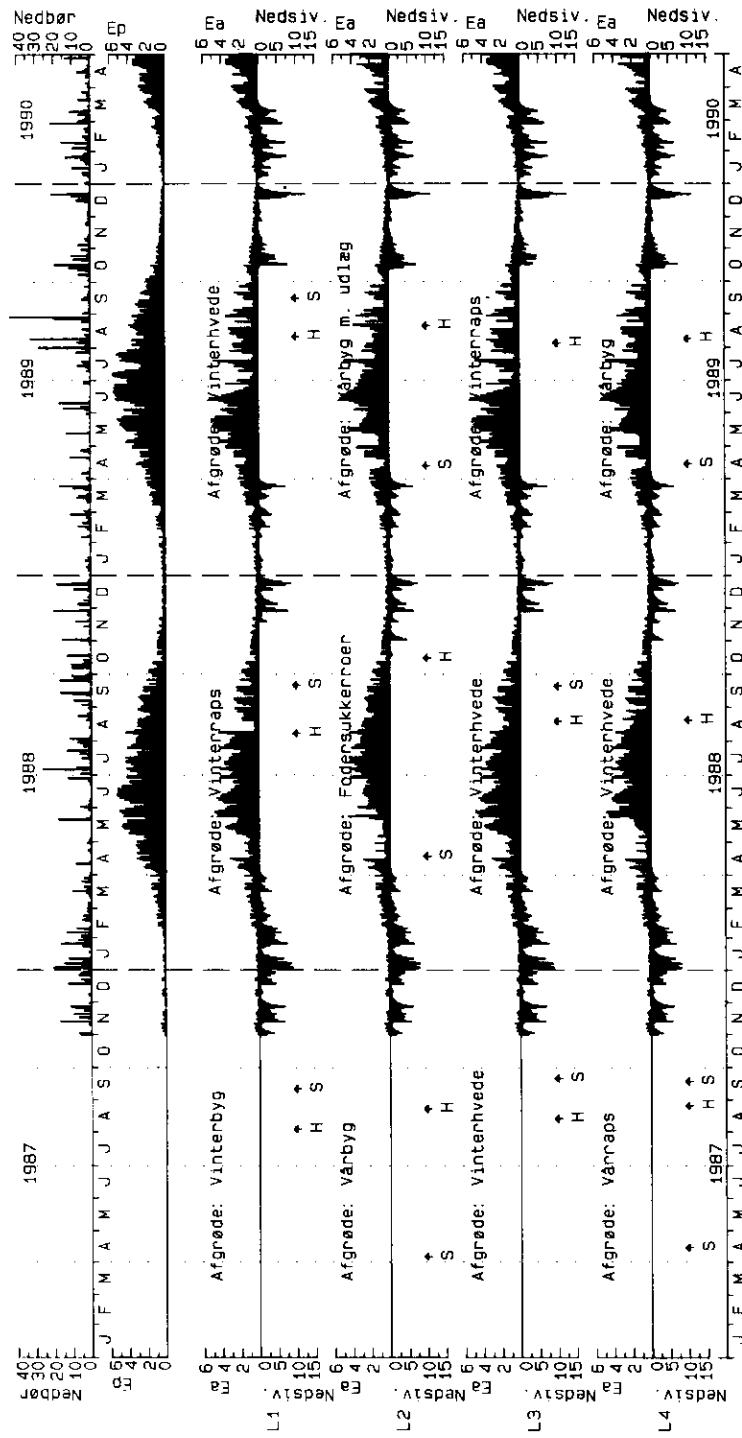
Nedbør og temperatur

For både nedbør og temperatur har der været væsentlige afvigelser fra normalen i forsøgsperioden, figur 3.1.



Figur 3.1. Månedlig nedbør og middeltemperatur i forsøgsperioden. Skraverede søjler viser normalnedbør i områderne (Viborg og Roskilde amt) og kurven viser normal middeltemperatur for landet. Ikke skraverede søjler viser nedbør de enkelte måneder i samme amter og middeltemperatur for hele landet i perioden.

Temperatur	<p>Temperaturen var sommeren 1987 under normalen. Alle 3 vinterperioder har temperaturen imidlertid været betydelig højere end normalt, især vinteren 1988/89 og 1989/90. Der har ikke været frostperioder af betydning de 3 vinterperioder og de usædvanlig høje vintertemperaturer har givet gode muligheder for mineralisering af kvælstofforbindelser og deraf følgende nedvaskning af $\text{NO}_3\text{-N}$.</p>
Nedbør	<p>Nedbøren har i Viborg amt været ca. 20 % større og i Roskilde amt 5 % større end normalt som gennemsnit for hele perioden. Der er især faldet store nedbørsmængder i perioden indtil marts 1988, hvor nedbøren i begge områder været ca 50 % større end normalt.</p> <p>I 1989 har den årlige nedbør været nær normalen i Viborg amt, men med en anden fordeling. Nedbøren i februar og marts har således været 2-3 gange større end normalt. I Roskilde amt har nedbøren i 1989 været 7 % mindre end normalen. Store nedbørsmængder 27.-28. august har betydet, at nedbøren denne måned var dobbelt så stort som normalt. I 1990 er der i januar og februar faldet store nedbørsmængder, især ved Rabis, hvor nedbøren disse måneder har været 2-3 gange større end normalt.</p>
Fordampning og nedsivning	<p>Beregnet aktuel fordampning og nedsivning på de enkelte lokaliteter er vist i figur 3.2. For sandjordslokaliteterne ved Rabis er beregning af vandbalance foretaget for hele året 1987, selvom prøvetagning først er påbegyndt i april på 2 lokaliteter og slutningen af oktober på de øvrige 4 lokaliteter. For lerjordslokaliteterne ved Syv er beregningerne kun udført fra begyndelsen af november, da prøvetagningen blev påbegyndt og klimastationen i værkstedsområdet blev oprettet.</p>



Figur 3.2. Daglig nedbør og potentiel fordampning ved klimastationerne samt beregnet aktuel fordampning og nedsisvning, mm, på forsøgsarealerne, side 16 sandjordsarealer ved Rabis bæk og denne side lerjordsarealer ved Syd bæk. Så-, høst- og vandingstidspunkter er vist med henholdsvis "S", "H" og "V". Kun 3 arealer, S3, S4 og S5 er vandet, alle med 30 mm eller 33 mm pr vanding. Lokaliteternes numre er vist i venstre side af figuren.

Aktuel fordampning	Sammenligninger af aktuel fordampning for de enkelte lokaliteter og potentiel fordampning for samme område viser, at der for alle lokaliteter har været perioder, hvor fordampningen har været reduceret væsentlig på grund af vandmangel eller manglende plantevækst.
Vanding	Der er vandet på 3 af sandjordslokaliteterne, S3, S4 og S5, i forsøgsperioden. Der er ikke vandet på lerjordslokaliteterne. Vandingstidspunkterne er vist i figur 3.2, hvor også så- og høsttidspunkter er vist. Der er på alle 3 lokaliteter tilført 30-33 mm pr vanding.
Nedsivning	<p>I 1987 har der på sandjordslokaliteterne været nedsivning en stor del af sommeren på grund af de store nedbørsmængder. Ingen af forsøgsarealerne er vandet dette år. De øvrige år er nedsivningen sluttet ca. 1. april og er begyndt igen i oktober eller november på både sand- og lerjordsarealer. På sandjordslokaliteterne S4 og S5, der er vandet og S6, hvor vandkapaciteten er lille, har der dog været mindre nedsivning sommeren 1988. Vanding på lokalitet S4 og S5 har dette år ifølge beregningerne medført nedsivning i forbindelse med vanding og i slutningen af vækstperioden, dog kun i mindre mængder.</p> <p>I 1989 er nedsivningen begyndt næsten samtidig, 15.-20. oktober, på vandede og ikke vandede sandjordsarealer. Vanding synes således ikke at have medført større nedsivning dette år.</p>
Oversigt over vandbalancer	I tabel 3.1 er vist en oversigt over vandbalancer for de enkelte lokaliteter i forsøgsperioden. Det fremgår heraf, at der kun har været mindre forskelle i den aktuelle fordampning på lerjordslokaliteterne. Det samme gælder de ikke vandede sandjordslokaliteter.

På grund af større nedbørsmængder har den årlige nedsivning i sandjordsområdet været 150-250 mm større end i lerjordsområdet, dvs ca. dobbelt så stor.

Tabel 3.1. Oversigt over nedbør (P) plus vanding (I), aktuel fordampning (Ea) og nedsivning (R) i mm på forsøgslokaliteterne. Beregningsperioder 1. april - 31. marts. Den potentielle fordampning er beregnet til 427 mm, 455 mm og 581 mm ved Rabis og 431 mm, 572 mm og 630 mm ved Syv i henholdsvis 1987/88, 1988/89 og 1989/90. Den årlige normalnedbør er 696 mm ved Rabis og 580 mm ved Syv.

Lokalitet	1987/88*)			1988/89			1989/90		
	P+I	Ea	R	P+I	Ea	R	P+I	Ea	R
S1	1120	365	757	779	388	394	843	422	430
S2	1120	375	746	779	371	410	843	425	434
S3	1120	374	747	779	367	414	933	465	476
S4	1120	364	758	845	389	460	919	488	436
S5	1120	364	758	845	366	482	975	529	461
S6	1120	371	750	779	361	420	843	376	475
gns.	1120	369	753	801	374	430	893	451	452
L1	364	52	317	614	449	170	721	450	277
L2	364	52	317	614	427	192	721	430	295
L3	364	52	317	614	462	157	721	458	268
L4	364	52	317	614	435	185	721	430	294
gns.	364	52	317	614	443	176	721	442	284

*) for L1 - L4 perioden 01.11.1987 - 31.03.1988

3.2. Analyser af jordvand

Analyser af jordvand

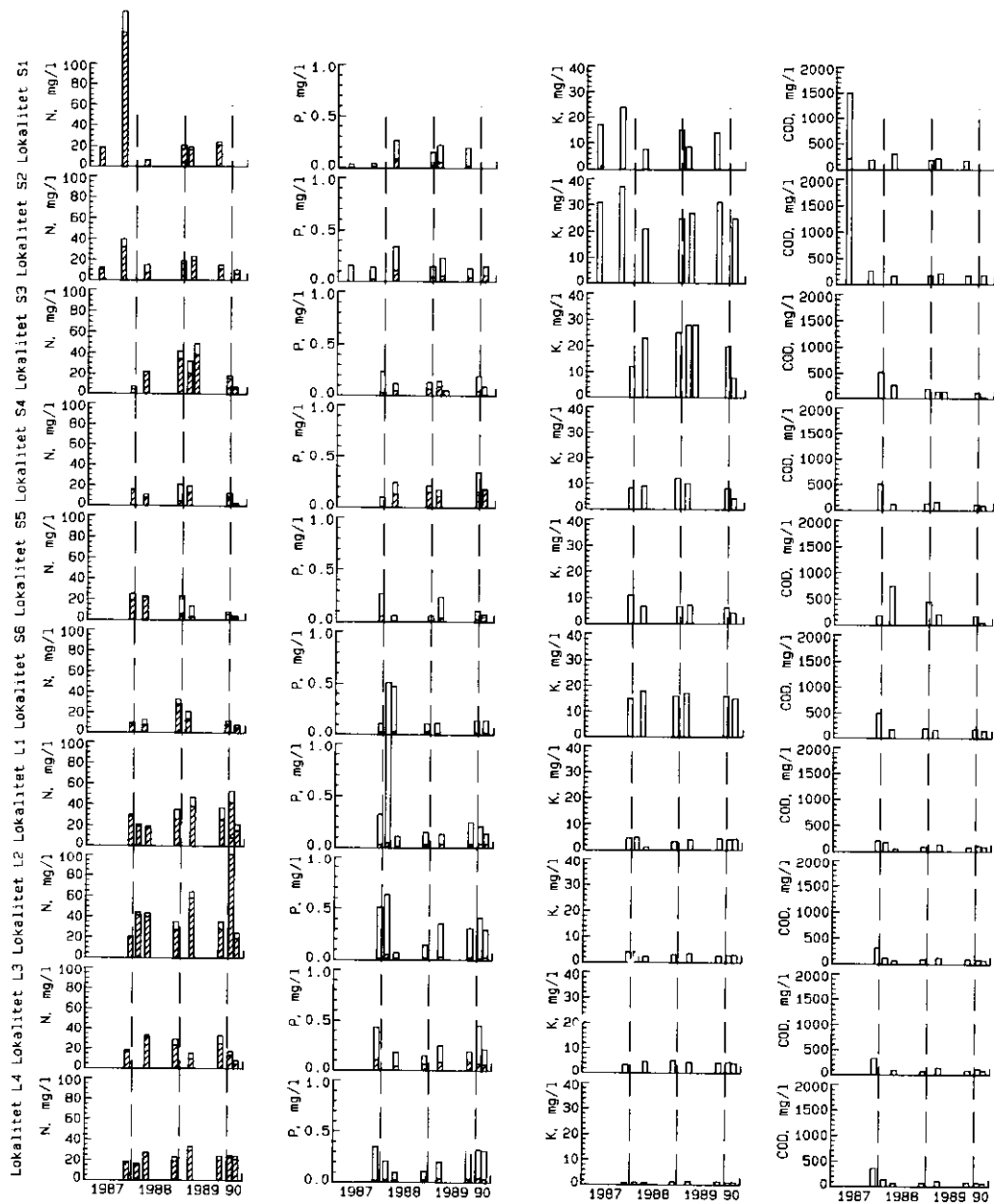
Ekstraktion af jordvand og analyser er udført som beskrevet i afsnit 2.3. Størstedelen af prøverne er kun analyseret for NO₃-N, idet der forventes, at være de største variationer for denne analyseparameter og omkostninger ved ekstraktion af jordvand og analyser reduceres væsentlig, når der kun analyseres for denne parameter.

De øvrige stoffer, der er analyseret, adsorberes og/eller udfældes i jorden og der må forventes mindre variationer over tiden for disse analyseparametre. Derfor var det fra begyndelsen planlagt kun at analysere for de øvrige stoffer 2 gange årligt. Da der for P blev konstateret store variationer fra prøvetagning til prøvetagning og i enkelte tilfælde meget store koncentrationer, blev der foretaget et antal ekstra analyser for tot-P.

Analyseresultater Resultater for prøver fra 70-100 cm dybde, hvor hele analyseprogrammet er gennemført, er vist i figur 3.3 og gennemsnitskoncentrationer for de enkelte analyseparametre ved disse analyser samt forsøgsperiode og nedsvivning i perioden er vist i tabel 3.2. Da arealet ved lokalitet S1 udgik af landbrugsdrift og blev anvendt til andet formål (grusgrav) fra efteråret 1989, sluttede prøvetagningen her i oktober 1989.

Tabel 3.2. Forsøgsperiode, nedsvivning, mm, og gennemsnitskoncentrationer for de enkelte analyseparametre på de undersøgte arealer. Kun analyser, hvor hele analyseprogrammet er udført.

Loka- litet	Periode	mm	pH	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	K
				←————— mg/l —————→						
S1	apr 87-okt 89	1189	7.4	428	0.110	34.7	39.8	0.031	0.15	12.6
S2	apr 87-apr 90	1590	7.2	513	0.271	14.4	19.2	0.049	0.19	28.1
S3	nov 87-apr 90	1320	7.0	198	0.281	19.6	25.3	0.038	0.14	20.5
S4	nov 87-apr 90	1327	7.3	192	0.173	8.5	13.8	0.120	0.21	8.7
S5	nov 87-apr 90	1374	7.0	305	0.102	9.7	14.5	0.032	0.14	7.1
S6	nov 87-apr 90	1325	7.0	222	0.382	11.7	16.2	0.025	0.18	16.2
L1	nov 87-apr 90	764	7.9	121	0.106	26.4	32.6	0.036	0.36	3.9
L2	nov 87-apr 90	805	8.1	120	0.066	41.8	47.8	0.026	0.34	3.2
L3	nov 87-apr 90	743	8.0	128	0.059	17.6	21.9	0.075	0.27	4.2
L4	nov 87-apr 90	797	7.8	122	0.028	21.5	24.1	0.030	0.24	1.1



Figur 3.3. Analyseresultater fra 70-100 cm dybde, hvor hele analyseprogrammet er udført. Skraverede dele af søjlerne for N og P viser henholdsvis $\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{PO}_4\text{-P}$. Lokaltiteter er vist i venstre side.

3.2.1. Kvælstof i jordvand

Det fremgår af figur 3.3 og tabel 3.2, at langt størstedelen af N i jordvandet findes som $\text{NO}_3\text{-N}$. Mængden af $\text{NH}_4\text{-N}$ i jordvand på mineraljord er under normale forhold minimal.

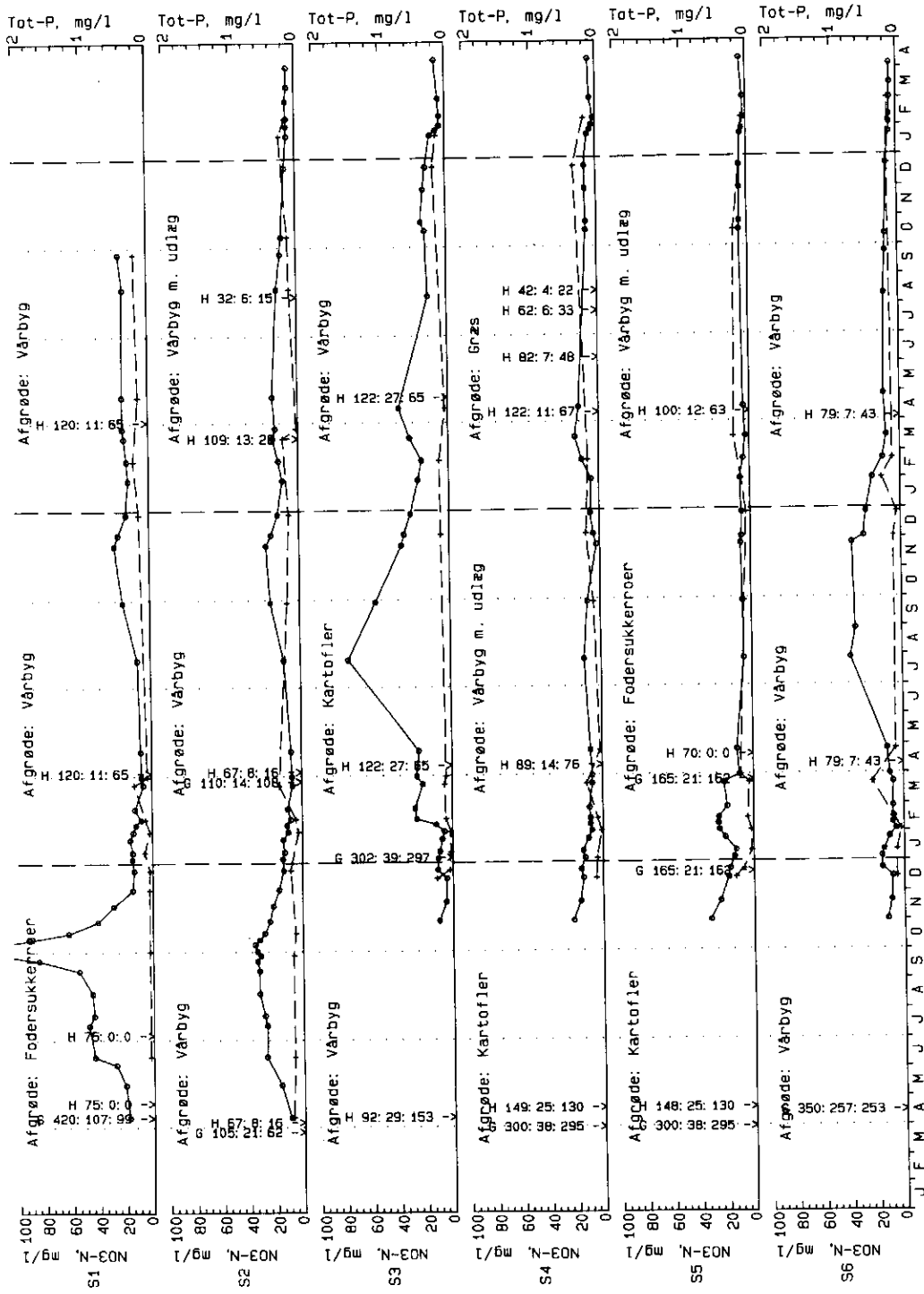
Organisk N	Differencen mellem $\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NH}_4\text{-N}$ og tot-N (den øverste uskraverede del af søjlerne for N i figur 3.3) må formodes hovedsagelig at være organisk N. Den gennemsnitlige difference mellem $\text{NO}_3\text{-N}$ og tot-N har for de fleste lokaliteter været ca. 5 mg N/l, for lokalitet L4 dog kun 2.6 mg N/l.
Variationer i N-koncentrationer	Som ventet er der store variationer i N-koncentrationerne og en sikker beregning af nedvaskningen af tot-N kræver som ventet flere prøvetagninger end planlagt og udført her. Da $\text{NO}_3\text{-N}$ udgør så stor en del af den totale N-mængde i jordvandet og analyser af tot-N er langt dyrere, dels på grund af større analyseomkostninger og dels på grund af mere arbejdskrævende ekstraktion af jordvand, synes det dog rimeligt kun at forøge analysehyppigheden for $\text{NO}_3\text{-N}$.
Supplerende $\text{NO}_3\text{-analyser}$	Som nævnt blev der analyseret for $\text{NO}_3\text{-N}$ væsentlig oftere end de øvrige analyseparametre og antallet af tot-P analyser blev forøget noget i forhold til det oprindelig planlagte. Forløbet af koncentrationer af de to analyseparametre i 70-100 cm dybde på de enkelte forsøgsarealer er vist i figur 3.4, hvor også tilførte næringsstofmængder i gødning, gødningstyper og -tilførselstidspunkter er vist. $\text{NO}_3\text{-koncentrationerne}$ har været store sommeren 1987 på de to sandjordsarealer, der var med i

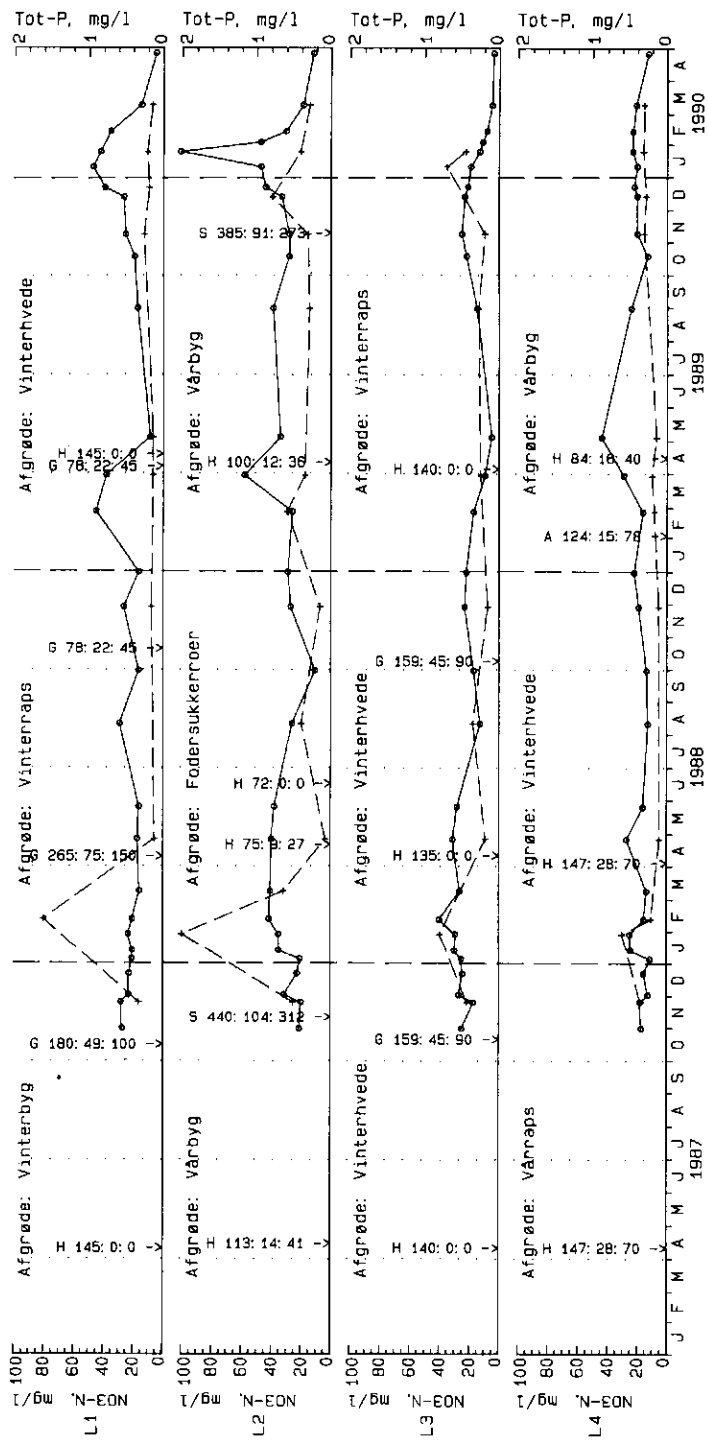
undersøgelserne på dette tidspunkt. Årsagen her- til må søges i de store nedbørsmængder denne sommer med deraf følgende nedsivning fra rodzonen det meste af sommeren, hvor der ved normal nedbør kun vil være lille eller ingen nedsivning i den- ne periode.

Der er især målt store koncentrationer på lokali- tet S1, hvor afgrøden var fodersukkerroer. Her er målt indtil 130 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ i jordvandet i denne dybde. Der er ved prøvetagning d. 12.06.1987 konstateret en NO_3 -front i 20-40 cm dybde. Tilsy- neladende er denne NO_3 -front på grund af de store nedbørsmængder forskudt så hurtigt nedad, at den sent udviklede roeafgrøde ikke har kunnet nå den. På begge sandjordsarealer er NO_3 -koncentrationerne reduceret betydelig i løbet af efterårs- og vin- terperioden.

På de øvrige sandjordsarealer, hvor prøvetagnin- gen først er begyndt i slutningen af oktober 1987, har koncentrationerne været aftagende den første del af perioden. Her er en stor del af nedvask- ningen af $\text{NO}_3\text{-N}$ dette år antagelig sket før prøve- tagningen er påbegyndt. Som det fremgår af figur 3.2, har der også her været betydelig nedsivning i vækstperioden dette år.

På lokalitet S3 og S5 er der konstateret en kraf- tig stigning i NO_3 -koncentrationerne i løbet af henholdsvis februar og januar måned 1988. I begge tilfælde er der tilført gylle ca. 4 uger før forøgelsen i NO_3 -koncentrationer i 70-100 cm dybde er konstateret. Den hurtige nedvaskning af $\text{NO}_3\text{-N}$ efter gylletilførslen skyldes den usædvanlig milde vinter med deraf følgende hurtige nitrifice- ring af $\text{NH}_4\text{-N}$ tilført med gylle samt de store nedbørsmængder i perioden.





Figur 3.4. Koncentrationer af $\text{NO}_3\text{-N}$ og tot-P i jordvand i 70-100 cm dybde på de undersøgte lokaliteter. Fuldt optrukne linier viser $\text{NO}_3\text{-N}$ og stiplede linier tot-P. Desuden er vist afgrøder samt tidspunkter for tilførsel af handelsgødning (H), gylle (G), staldgødning (S) og ajle (A). Tallene angiver tilførte næringsstoffer (N:P:K) i kg/ha. For husdyrgødning er angivet totale N-mængder.

På lokalitet S3 er koncentrationerne af ukendte årsager forøget yderligere i denne dybde i løbet af sommeren 1988, selvom der ifølge vandbalanceberegningerne ikke skulle være nedsivning i denne periode.

Forøgede N-koncentrationer på ubevoksede arealer

På sandjordsarealer, der ikke er bevokset om efteråret, er der en klar tendens til, at NO_3 -koncentrationerne forøges i løbet af efteråret og derefter reduceres igen i løbet af vinteren, når overskudsnedbøren når en vis størrelse. Denne reduktion af NO_3 -koncentrationerne i løbet af vinteren ville antagelig have været større ved mere normale, dvs. lavere, vintertemperaturer, idet mineraliseringen i løbet af vinterperioden derved ville reduceres.

De stigende NO_3 -koncentrationer i efterårsperioden på sandjordarealer ses ikke, hvor der har været en etableret afgrøde, f.eks. græs eller udlæg efter byg, i efterårsperioden. Koncentrationerne i 70-100 cm dybde under disse afgrøder har generelt været lave, som regel omkring 5 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ og kun sjældent over 10 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$. Desværre er der ingen tilfælde, hvor en efterårssået afgrødes virkning på sandjord kan ses.

Mindre variationer på lerjord

På lerjordsarealerne er årstidsvariationerne i NO_3 -koncentrationerne i 70-100 cm dybde mindre. Vinteren 1989/90 har nedsivningen dog været så stor, at der på lokalitet L1 og især L2 er konstateret en forøgelse af NO_3 -koncentrationerne i løbet af vinteren. Lokalitet L2 har været ubevokset efteråret 1989. På lokalitet L4 kan tilsvarende forøgelse dog ikke konstateres, selvom dette areal også var ubevokset i efterårsperioden.

Større N-koncentrationer på lerjord

Koncentrationerne af $\text{NO}_3\text{-N}$ i 70-100 cm dybde har gennemsnitlig været større på lerjordsarealerne end på sandjordsarealerne. Dette hænger dog sammen med den væsentlig større nedsivning i området med sandjord, hovedsagelig på grund af større nedbør. Medvirkende er dog også det langt større vandindhold og den større roddebyde på lerjord, der bevirker, at der skal langt større overskudsnedbør til at nedvaske $\text{NO}_3\text{-N}$ under rodzonen på lerjord end på sandjord. Overskudsnedbøren i vinterperioden vil normalt være større end vandmængden i rodzonen på sandjordsarealer, dvs. at næsten hele NO_3 -mængden i rodzonen om efteråret vil udvaskes i løbet af vinteren. På lerjordarealer vil overskudsnedbøren som regel være mindre end vandmængden i rodzonen og næste års afgrøde vil kunne optage den del af $\text{NO}_3\text{-N}$, der ikke nedvaskes under rodzonen.

3.2.2. Fosfor i jordvand

Store variationer i P-koncentrationer

For tot-P er der fundet store variationer i koncentrationerne, både over tiden på de enkelte lokaliteter og mellem de enkelte lokaliteter. I enkelte tilfælde er der fundet meget høje koncentrationer af tot-P. Tot-P-koncentrationerne har været størst på lerjordsarealerne. De meget store koncentrationer, der er fundet i nogle tilfælde, har alle været på lerjord.

Differencen mellem tot-P og $\text{PO}_4\text{-P}$ kunne formodes at være organisk P. Der synes dog ikke at være sammenhæng mellem nævnte differencer og organisk stof, COD, i de enkelte prøver, figur 3.3. Koncentrationerne af tot-P har været forøget på alle 4 lerjordslokaliteter ved prøvetagninger i januar - februar 1988, især på L1 og L2, hvor lerindholdet i den nederste del af rodzonen er

størst. Dette sammen med de store nedbørsmængder sommeren og efteråret 1987, der må formodes at have medført nedsivning og dermed stort vandindhold i jorden det meste af sommeren og efteråret, kan give mistanke om, at der lokalt i lerjorderne har været tilstrækkelig anaerobe forhold til, at det har medført en frigørelse af P.

Variationer
i PO_4 -P

Variationen i koncentrationerne af PO_4 -P er væsentlig mindre end for tot-P og der synes ikke at være højere koncentrationer på lerjord end på sandjord som for tot-P.

Tilsyneladende er en større analysehyppighed nødvendig for at bestemme nedsivningen af tot-P med rimelig sikkerhed. En af årsagerne til de store variationer i de målte P-koncentrationer kan også være usikkerhed ved prøvetagningen. Ved sammenligning af forskellige metoder til bestemmelse af P i jordvand, hvor der er analyseret på enkeltstik, er der fundet meget store variationer mellem enkeltstikkene, især på lerjord, Hansen et al. (1990a). Der synes således at være en stor rumlig variation i P-koncentrationerne i jordvandet.

3.2.3. Kalium i jordvand

Stabile K-kon-
centrationer

Koncentrationerne af K synes at være nogenlunde stabile på de fleste lokaliteter. Der synes dog at være en tendens til, at K-mængden i jordvandet øges efter tilførsel af husdyrgødning på sandjordslokaliteterne, hvilket må tilskrives, at der ofte tilføres langt større K-mængder i husdyrgødning end der er behov for. Da adsorptionskapaciteten er lille på disse grovsandede jorde, kan der kun tilbageholdes begrænsede mængder K.

Største K-koncentrationer på sandjord

Koncentrationerne af K i jordvandet under rodzonen er gennemgående væsentlig større på sandjordsarealerne end på lerjordsarealerne. Der er dog også store forskelle mellem arealer med samme jordtype. Nedvaskningen af K synes på de fleste arealer at kunne beregnes med rimelig sikkerhed med denne analysehyppighed.

3.2.4. Organisk stof i jordvand

Store COD-værdier

Ved analyse af de første prøver fra lokalitet S1 og S2 blev der konstateret meget høje COD-værdier, 1500 og 2400 mg O₂/l. Til kontrol af, om de meget høje COD-værdier skyldes oxidation af andet end organisk stof, blev der for 4 prøver også bestemt TOC. Resultaterne viste et COD/TOC-forhold på 3.0-3.7. Dette forhold er ofte ca. 4. Resultaterne tyder således på, at de høje værdier skyldes organisk stof og ikke oxidering af uorganiske forbindelser. De meget høje værdier kan skyldes, at der var tilført husdyrgødning til arealerne vinteren før og tidligt om foråret, hvilket muligvis har medført nedvaskning af en mindre del af det organiske stof, der er tilført.

Ved de øvrige analyser har COD-værdierne været væsentlig lavere, men dog stadig ret høje, som regel i intervallet 100-500 mg O₂/l, men der har været betydelige variationer. Disse koncentrationer svarer til, hvad der ofte findes i husspildevand. Så store mængder organisk stof er ikke ønskelig i recipienterne, men det må antages, at størstedelen af det organiske stof omsættes ved biologisk aktivitet i jordvand og grundvand. Dette kan medføre andre positive effekter, f.eks. denitrifikation af nedsivende NO₃-N.

3.3. Nedvaskning fra rodzonen

Beregnings-
metoder

Beregning af nedvaskning af næringsstoffer under rodzonen er foretaget som beskrevet i afsnit 2.4. Beregning af tot-N efter denne metode vil som tidligere omtalt være meget usikker på grund af for få analyser i forhold til variationen i koncentrationer af tot-N. Derfor er nedvaskningen af tot-N skønnet ved at antage, at differencen i koncentrationer af NO₃-N og tot-N for de enkelte lokaliteter har været som i gennemsnittet af analyser med fuldt analyseprogram, tabel 3.2, dvs. ca. 5 mg/l. Den således beregnede difference mellem nedvaskning af NO₃-N og tot-N er derefter lagt til den beregnede nedvaskning af NO₃-N, der er langt mere sikker på grund af hyppigere prøvetagning.

Beregnet
nedvaskning

Den beregnede årlige nedsivning i mm og nedvaskning af næringsstoffer på de enkelte lokaliteter er vist i tabel 3.3, hvor også afgrøderne er vist. Da anvendelse af husdyrgødning kan have stor indflydelse på nedvaskningen, er også vist i hvilke tilfælde nedvaskningen har været påvirket heraf, enten til den pågældende afgrøde eller ved udbringning i løbet af beregningsperioden til næste års afgrøde. Desuden er vist om arealet har været bevokset i efterårs- og vinterperioden.

Der er ikke beregnet nedvaskning for lokalitet S1 i 1989/90 fordi prøvetagningen som tidligere omtalt blev afsluttet i oktober måned 1989 og nedsivning fra rodzonen ifølge vandbalanceberegningerne først er begyndt på dette tidspunkt.

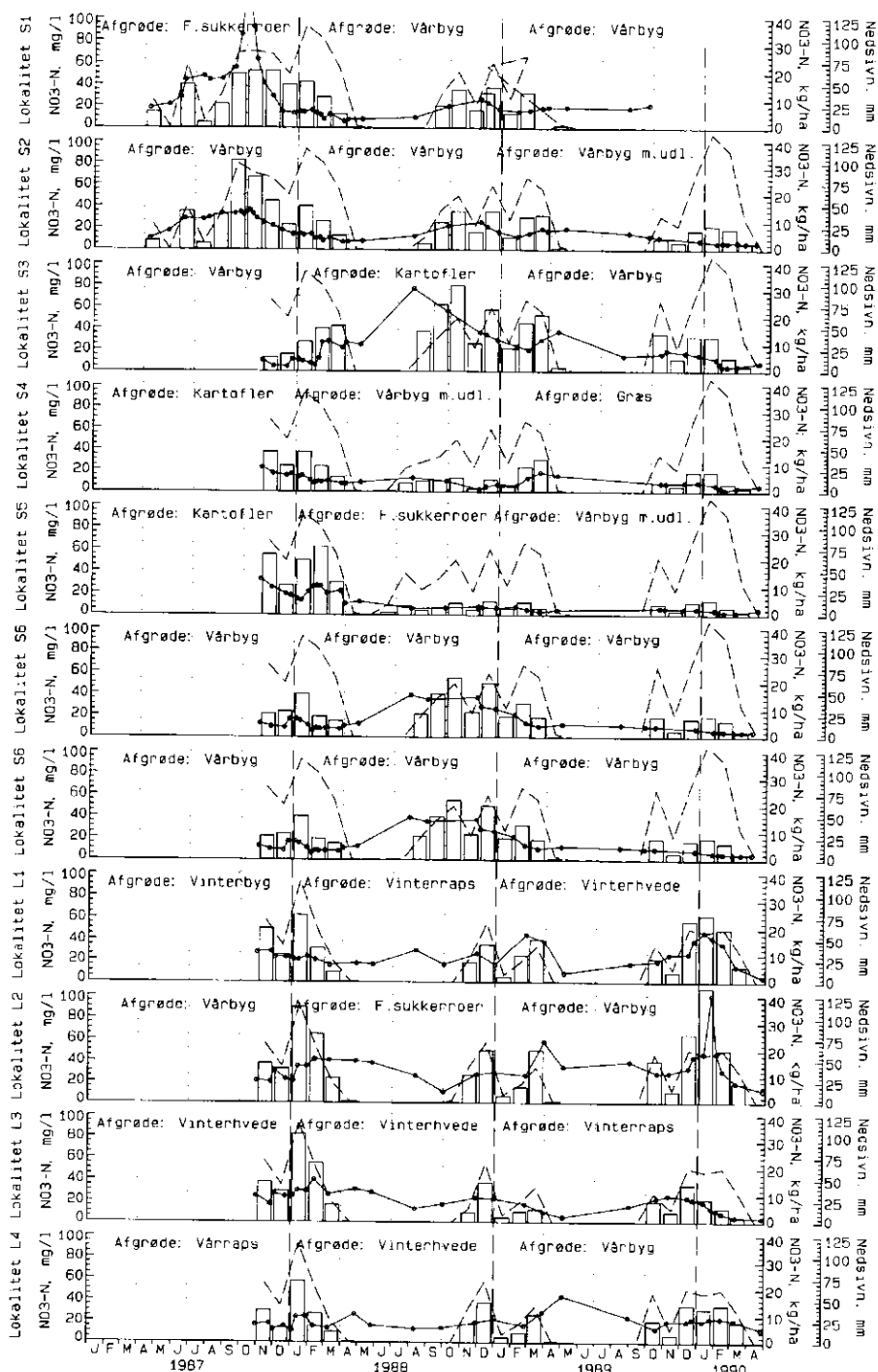
Tabel 3.3. Afgrøder, årlig nedsvivning, mm, og nedvaskning, kg/ha, fra rodzonen på de undersøgte arealer. Desuden er under Hu angivet om der er tilført husdyrgødning til afgrøden eller (i beregningsperioden) til en efterfølgende afgrøde. Under B er angivet om arealet har været bevokset i efterårs- og vinterperioden. Beregningsperioden er, hvor andet ikke er angivet, fra 01.05 til 30.04.

Lok.	År	Afgrøde	Hu	B	mm	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	K
S1	87-88	F.suk.roer	+	-	727	2050	0.58	138.	175.	0.19	0.29	77.
	88-89	Vårbyg	-	-	390	837	0.39	75.	95.	0.16	0.64	47.
S2	87-88	Vårbyg	+	-	716	2690	2.49	147.	181.	0.41	1.05	217.
	88-89	Vårbyg	+	-	409	768	0.74	76.	96.	0.23	0.72	104.
	89-90	Byg m.udl.	-	+	430	806	0.88	32.	53.	0.25	0.78	115.
S3	87-88 ¹⁾	Vårbyg	-	-	432	1810	0.08	56.	81.	0.15	0.43	70.
	88-89	Kartofler	+	-	417	709	0.81	154.	178.	0.26	0.51	109.
	89-90	Vårbyg	-	-	473	342	1.26	51.	78.	0.09	0.62	66.
S4	87-88 ¹⁾	Kartofler	+	-	434	1550	0.41	55.	78.	0.26	0.42	38.
	88-89	Byg m.udl.	-	+	460	682	0.51	47.	71.	0.61	0.71	41.
	89-90	Kløvergræs	-	+	434	458	1.35	25.	48.	0.69	0.99	27.
S5	87-88 ¹⁾	Kartofler	+	-	434	1764	0.44	90.	111.	0.17	0.54	41.
	88-89	F.suk.roer	+	-	484	2114	0.35	28.	51.	0.08	0.66	34.
	89-90	Byg m.udl.	-	+	457	530	0.65	19.	41.	0.18	0.49	24.
S6	87-88 ¹⁾	Vårbyg	+	-	431	1580	0.60	48.	67.	0.13	0.67	71.
	88-89	Vårbyg	-	-	423	787	1.07	104.	123.	0.14	0.66	68.
	89-90	Vårbyg	-	-	472	768	2.53	32.	53.	0.11	0.68	73.
L1	87-88 ¹⁾	Vinterbyg	+	+	317	596	0.18	71.	91.	0.12	3.0	15.0
	88-89	Vinterraps	+	+	170	189	0.10	49.	60.	0.06	0.24	6.1
	89-90	Vint.hvede	+	+	277	274	0.14	86.	103.	0.11	0.58	11.8
L2	87-88 ¹⁾	Vårbyg	+	-	318	750	0.10	100.	119.	0.05	3.9	11.1
	88-89	F.suk.roer	+	-	192	181	0.15	60.	72.	0.04	0.59	5.6
	89-90	Vårbyg	-	-	294	248	0.23	117.	135.	0.07	1.3	8.5
L3	87-88 ¹⁾	Vint.hvede	+	+	317	813	0.15	88.	102.	0.29	1.9	11.9
	88-89	Vint.hvede	+	+	157	152	0.10	29.	36.	0.12	0.30	7.2
	89-90	Vinterraps	-	+	268	276	0.20	41.	53.	0.21	1.2	11.4
L4	87-88 ¹⁾	Vårraps	-	+	318	756	0.09	56.	64.	0.08	1.3	2.9
	88-89	Vint.hvede	-	-	185	160	0.05	39.	44.	0.06	0.26	2.4
	89-90	Vårbyg	+	-	294	217	0.10	60.	68.	0.11	0.90	3.3

1) 01.11.1987 - 30.04.1988

3.3.1. Nedvaskning af kvælstof

Beregnings- sikkerhed	På grundlag af variationerne i NO_3 -koncentrationerne mellem prøvetagningerne (se figur 3.4) skønnes, at nedvaskningen af NO_3 -N kan beregnes med god sikkerhed med den anvendte prøvfrekvens. Prøvefrekvensen har været mindre på lerjordsarealerne end på sandjordsarealerne, men større vandindhold og mindre overskudsnedbør bevirker, at koncentrationerne er mere stabile på lerjorderne.
Gennemsnitlig NO_3 -nedvaskning	Den gennemsnitlige beregnede nedvaskning af NO_3 -N for sandjords- og lerjordsarealerne har været henholdsvis 69 og 66 kg NO_3 -N/ha årligt. Der er dog uden tvivl nedvasket betydelige mængder sommeren og efteråret 1987 før prøvetagningen er begyndt på de sidste 8 lokaliteter. På de to sandjordslokaliteter, hvor prøvetagningen er påbegyndt foråret 1987, var der en betydelig nedvaskning i denne periode, figur 3.5. Den beregnede nedvaskning på disse lokaliteter i perioden før prøvetagningen blev påbegyndt på de øvrige var således henholdsvis 73 og 92 kg NO_3 -N/ha. Hvis udvaskningen har været tilsvarende på de øvrige arealer i samme periode, vil det således forøge gennemsnittet for den 3-årige periode med ca. 25 kg NO_3 -N/ha. Det skal dog tages i betragtning, at nedbøren, især 1987/88 har været unormal stor og at temperaturen har været unormal høj i vinterperioderne med deraf følgende større muligheder for N-mineralisering og nedvaskning.
På sandjord nedvaskes mineralsk N	Af figur 3.5 ses desuden, at de usædvanlig store nedbørsmængder på sandjordsarealerne ved Rabis i januar og februar 1990 kun har medført en begrænset ekstra nedvaskning af NO_3 -N, fordi dette stort set var nedvasket på dette tidspunkt.



Figur 3.5. Månedlig nedsvivning (stiplede linier), nedvaskning af $\text{NO}_3\text{-N}$ (søjler) samt koncentrationer af $\text{NO}_3\text{-N}$ (fuldt optrukne linier) på forsøgslokaliteterne.

På lerjordsarealerne har nedbøren og nedsivningen været mindre i denne periode, men nedvaskningen af $\text{NO}_3\text{-N}$ har været betydelig større. $\text{NO}_3\text{-N}$ vil ofte være nedvasket fra sandjordarealer på denne årstid men ikke på lerjorder på grund af større vandindhold. Her forstærkes dette yderligere af den større nedbør på sandjordsarealerne.

Mindre nedvaskning fra græs

Nedvaskningen af $\text{NO}_3\text{-N}$ har været klart mindre på arealer, hvor der har været en etableret afgrøde hele året end på arealer, hvor der er sået en ny afgrøde hvert år og arealet således har været ubevokset en kortere eller længere periode. Desværre har der ikke været efterårssåede afgrøder på sandjordsarealerne, så det kan ikke konstateres, hvor effektive disse er til at reducere nedvaskningen af $\text{NO}_3\text{-N}$. Det kan dog frygtes, at der i efterårsperioden ofte vil nedvaskes $\text{NO}_3\text{-N}$ under roddybden før en nysået afgrøde har tilstrækkelig roddybde. Efterårssåede afgrøder på lerjordsarealerne synes ikke at have været så effektive til at reducere nedvaskningen som græsafgrøder har været det på sandjorden.

Mindre nedvaskning på vandede arealer

Nedvaskningen af $\text{NO}_3\text{-N}$ har været mindre på sandjordsarealer, der er vandet, end på uvandede. På arealer med vandet græs eller byg med udlæg (lokalitet S4 i 1988 og 1989 samt S5 i 1989) har den årlige nedvaskning således kun været 20-25 kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$. En passende vanding på disse arealer kan tilsyneladende sikre en effektiv optagelse af mineralsk N i rodzonen i vækstperioden og derved reducere nedvaskningen.

Nedvaskning af $\text{NH}_4\text{-N}$

Nedvaskningen af $\text{NH}_4\text{-N}$ er usikker med den anvendte analysefrekvens på 2-3 analyser årligt. Nedvaskningen af $\text{NH}_4\text{-N}$ har dog været minimal, på sandjordsarealer mindre end 1 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$ og på lerjordsarealer mindre end 0.5 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$ årligt.

Nedvaskning af
tot-N

Direkte beregning af nedvaskning af tot-N med den anvendte analysefrekvens er som ventet usikker på grund af store variationer i koncentrationerne. Formentlig fås det bedste skøn over nedvaskningen af tot-N ved at antage, at forskellen mellem koncentrationerne af $\text{NO}_3\text{-N}$ og tot-N har været som i gennemsnittet af prøver, hvor begge analyseparametre er bestemt. Skøn over nedvaskningen af tot-N beregnet på denne måde viser en gennemsnitlig nedvaskning af tot-N på 93 kg N/ha og 79 kg N/ha på henholdsvis sandjordsarealerne og lerjordsarealerne. Som for $\text{NO}_3\text{-N}$ skal tages i betragtning, at der må antages at have været en betydelig nedvaskning sommeren og efteråret 1987 på lokalitet S3-S6 og L1-L4 før prøvetagningen er påbegyndt. Hvis nedvaskningen i efteråret 1987 har været som på de undersøgte arealer (S1 og S2) har den gennemsnitlige nedvaskning været 25-35 kg/ha større.

3.3.2. Nedvaskning af fosfor

Nedvaskning
af tot-P

Nedvaskning af tot-P er beregnet til gennemsnitlig 0.6 kg P/ha for sandjordarealer og 1.3 kg P/ha for lerjordsarealer og nedvaskning af $\text{PO}_4\text{-P}$ til gennemsnitlig 0.2 og 0.1 kg/ha for henholdsvis sand- og lerjordsarealerne. På grund af metodeproblemer skal mængderne dog tages med nogen forbehold.

Den større nedvaskning af $\text{PO}_4\text{-P}$ på sandjordsarealerne skyldes især større overskudsnedbør og dermed større nedsivning. Årsagen til større koncentrationer af tot-P og større variationer heri på lerjord end på sandjord kendes ikke. Da der ikke findes tilstrækkelig afprøvede metoder til ekstraktion af jordvand til bestemmelse af disse koncentrationer, er der et stort behov for udvikling og afprøvning af metoder.

3.3.3. Nedvaskning af kalium

Beregnings-
usikkerhed

Med den lille analysefrekvens og variationen i koncentrationerne (se figur 3.3) er der for enkelte af sandjordsarealerne nogen usikkerhed på den beregnede nedvaskning af K. På lerjordsarealerne er koncentrationerne mere stabile og analysefrekvensen synes at være tilstrækkelig til at beregne en rimelig sikker nedvaskning af K.

Nedvaskede
K-mængder

Der er dog ingen tvivl om, at der på sandjordsarealerne har været en meget stor nedvaskning af K. Nedvaskningen er beregnet til gennemsnitlig 72 kg K/ha og 8.1 kg K/ha for henholdsvis sandjords- og lerjordsarealerne. Nedvaskningen på disse sandjordsarealer har uden tvivl været større end der generelt findes på sandjord. En af årsagerne hertil kan være, at der er udvalgt arealer, der er tilført husdyrgødning, som ikke tilføres efter K-behov.

3.3.4. Nedvaskning af organisk stof

beregnet nedvaskning af organisk stof er usikker med den anvendte analysefrekvens. Nedvaskningen har dog været betydelig og mængderne har været klart større på sandjord end på lerjord. Der er især ved de første analyser fundet meget store koncentrationer af organisk stof. Da der som for P ikke er tilstrækkelig afprøvede metoder til ekstraktion af jordvand til disse analyser, skal analyseresultaterne tages med et vist forbehold.

Effekten af nedvasket organisk stof er usikker, men det vil formodentlig nedbrydes biologisk i de dybere jordlag og kan muligvis medvirke til f.eks. biologisk nedbrydning af nedvasket $\text{NO}_3\text{-N}$.

4. DISKUSSION OG KONKLUSION

Beregning af nedvaskning	Nøjagtigheden ved beregning af nedvaskning fra rodzonen afhænger bl.a. af hvor sikkert koncentrationerne i det nedsivende grundvand kan bestemmes. Denne bestemmelse kræver en tilstrækkelig analysehyppighed og en egnet metode til udtagning af jordvand.
Metodesammenligning	<p>Et sideløbende projekt, hvor forskellige metoder til bestemmelse af næringsstoffkoncentrationer i jordvand sammenlignes (Hansen et al. 1990a), har vist sammenlignelige resultater for NO₃-N ved ekstraktion af jordprøver i laboratoriet og udtagning i sugeceller, når udtagningen sker over en kortere periode, dvs. få dage.</p> <p>Også for K synes den nævnte undersøgelse at vise, at der er rimelig overensstemmelse mellem disse metoder, når der anvendes en type sugeceller, der ikke adsorberer K.</p> <p>For NH₄-N, PO₄-P og tot-P er resultaterne i ovennævnte undersøgelse ikke entydige, men der synes at være en meget stor rumlig variation for disse analyseparametre. Resultaterne tyder på, at der er visse metodeproblemer med de sammenlignede metoder, hvilket kan være medvirkende til de store variationer, der er fundet i koncentrationer af tot-P på nogle lokaliteter.</p>
Prøvernes repræsentativitet	Ovennævnte undersøgelse belyser ikke, hvor repræsentativ det ekstraherede jordvand er for det nedsivende jordvand, og der foreligger så vidt vides heller ikke andre undersøgelser, der belyser dette. På jorder med strukturdannelse, dvs. især

lerjorder, kan der være "mikroporer" i de dannede aggregater og væsentlig større "makroporer" mellem disse. Ved kraftig nedsivning må det forventes, at nedsivningen hovedsagelig sker i makroporerne, hvor koncentrationer antagelig kan være forskellig fra den gennemsnitlige koncentration i jordvandet og i de ekstraherede jordvandsprøver. På sandjord uden strukturdannelse er dette problem antagelig minimal, men der vil her, som på andre jordtyper, være en rumlig variabilitet i hydraulisk ledningsevne og dermed i nedsivningen. Dette problem er der dog søgt at tage højde for ved udtagelse af minimum 16 stik pr. prøve.

Nødvendig
analysehyppighed

Den nødvendige analysehyppighed afhænger bl.a. af, hvor hurtigt koncentrationerne i det nedsivende jordvand ændres. For stoffer, der er opløst i jordvandet som f.eks. $\text{NO}_3\text{-N}$, må der forventes ret hurtige ændringer, idet disse stoffer følger det nedsivende vand. Andre stoffer, der adsorberes og/eller udfældes, er mindre mobile og koncentrationerne må forventes at være mere stabile. Der må desuden tages hensyn til, om der kan ske en omsætning af de pågældende stoffer eller om adsorption eller udfældning af disse kan påvirkes af andre faktorer, f.eks. ændret luftskifte i jorden og dermed ændret iltforsyning.

Analysehyppighed
for N

Variationerne i NO_3 -koncentrationerne tyder på, at den anvendte analysehyppighed har været passende. En tilsvarende analysehyppighed må forventes at være nødvendig for tot-N. Da omkostningerne ved bestemmelse af tot-N i jordvand er betydelig større og $\text{NO}_3\text{-N}$ udgør langt størstedelen af tot-N, valgtes her at reducere analysehyppigheden for tot-N og skønne en difference mellem $\text{NO}_3\text{-N}$ og tot-N på grundlag af de prøver, hvor der blev analyseret for både $\text{NO}_3\text{-N}$ og tot-N. Da forskellen mellem $\text{NO}_3\text{-N}$ og tot-N i nogle tilfælde

tilsyneladende udgør en væsentlig del af tot-N, ville en hyppigere analysehyppighed for tot-N være ønskelig. For $\text{NH}_4\text{-N}$ er en større analysehyppighed også nødvendig for en pålidelig bestemmelse af de nedvaskede mængder, men da de nedvaskede $\text{NH}_4\text{-mængder}$ på mineraljord normalt er minimal, er analysehyppigheden ikke forøget.

Analysehyppighed for P	For P har der været større variationer i koncentrationerne end forventet, især for tot-P på lerjord. Også for $\text{PO}_4\text{-P}$ har der været en nogen variationer på en del lokaliteter, muligvis på grund af de ovenfor nævnte metodeproblemer. Den beregnede nedvaskning af P skal derfor tages med nogen forbehold.
Analysehyppighed for K	For K synes den anvendte analysehyppighed at være tilstrækkelig på lerjordsarealerne, mens en større analysehyppighed tilsyneladende ville være ønskelig på nogle af sandjordsarealerne.
Nedvaskning af N	Der har været store variationer i nedvaskningen af N de enkelte år på de enkelte lokaliteter, på sandjordsarealer varierende fra 19 til 154 kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$ årligt og på lerjordsarealer varierende fra 29 til 117 kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$ årligt. Variationen har været større end i tidligere undersøgelser, f.eks. Simmelsgaard (1985). Der er især fundet små nedvaskninger af $\text{NO}_3\text{-N}$ for græsarealer, ca. 20 kg/ha årligt. Denne mængde er dog større end for marginaliserede græsarealer, der ikke gødes (Christensen et al. 1990). Der har ikke indgået arealer, hvor græs er pløjet i undersøgelsesperioden, men erfaringer viser, at nedvaskningen af N kan være stor efter en pløjet græsmark.
N-nedvaskning efter gylle-tilførsel	Der er i to tilfælde fundet betydelige nedvaskninger af $\text{NO}_3\text{-N}$ på sandjord umiddelbart efter tilførsel af gylle i henholdsvis december og

januar måned. Det viser, at tilførsel af husdyrgødning på tidspunkter, der ellers anses som hensigtsmæssige, også kan medføre en forøget nedvaskning af N.

Den gennemsnitlige nedvaskning af $\text{NO}_3\text{-N}$ pr år har været 69 og 66 kg/ha for henholdsvis sandjords- og lerjordsarealer. Dertil kommer, at der sommeren og efteråret 1987 har været en betydelig nedsivning på de 8 arealer, hvor prøvetagningen først er påbegyndt efteråret 1987. På de to undersøgte arealer var nedsivningen i denne periode henholdsvis 73 og 92 kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$. Den årlige nedvaskning af tot-N skønnes at have været 5-30 kg N/ha større end for $\text{NO}_3\text{-N}$, størst ved stor overskuds- nedbør og nedsivning. Nedvaskningen af $\text{NH}_4\text{-N}$ har været minimal. Ved vurdering af de målte nedvaskninger skal det dog tages i betragtning, at der har været usædvanlige klimatiske forhold i forsøgsperioden, især større nedbør og højere vintertemperaturer end normalt.

Med de store variationer i nedvaskningen er det undersøgte antal lokaliteter for lille til, at der på grundlag af disse resultater kan skønnes en gennemsnitlig nedvaskning for større områder. Resultaterne viser dog, at der er store variationer i nedvaskningen af N fra landbrugsarealer og at nedvaskningen er meget afhængig af arealanvendelse og gødningstilførsel, herunder især anvendelse af husdyrgødning.

Nedvaskning af P Den beregnede nedvaskning af P skal af ovennævnte grunde tages med nogen forbehold, især for lerjordsarealer. Nedvaskningen af tot-P er beregnet til gennemsnitlig 0.6 kg P/ha og 1.3 kg P/ha for henholdsvis sand- og lerjordsarealer og mængderne af $\text{PO}_4\text{-P}$ til henholdsvis 0.2 kg/ha og 0.1 kg/ha.

Den større nedvaskning af PO_4 -P på sandjord skyldes især større overskudsnedbør og nedsivning.

Sammenlignes med PO_4 -mængder i drænvand ved drænvandsundersøgelser på lerjord (Pedersen, 1983), er der god overensstemmelse med disse, når det tages i betragtning, at kun en del af afstrømningen et sket gennem dræn på disse arealer.

Nedvaskning af K Nedvaskningen af K er beregnet til gennemsnitlig 72 kg K/ha og 8.1 kg K/ha for henholdsvis sand- og lerjordsarealerne. Analysefrekvensen synes ikke helt at have været tilstrækkelig på nogle sandjordsarealer, men der er ingen tvivl om, at der på sandjordsarealerne har været en meget stor nedvaskning af K.

Nedvaskningen på disse sandjordsarealer har uden tvivl været større end der generelt findes på sandjord. Nedvaskningen af K har således været større end det nettoindkøb af K på landbrug i sandjordsområder, der er beregnet i tidligere undersøgelser (Hansen, 1985, 1986, 1990). Nettoindkøb af K i sandjordsområder har i disse undersøgelser som regel været 40-50 kg K/ha årligt. En af årsagerne til den større nedvaskning af K kan være, at der er udvalgt arealer, der er tilført husdyrgødning, som ikke tilføres efter K-behov. På disse meget grovsandede arealer er adsorptionskapaciteten for lille til, at der kan tilbageholdes større mængder K og unødvendig tilført K vil ofte nedvaskes.

6. LITTERATUR

Christensen, N., V. Ernstsen, F. Jørgensen & F.P. Vinther (1990): Ændringer i næringsstofomsætningen på marginaliseret landbrugsjord. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. A13.

Hansen, B. (1985): Landbrugets potentielle bidrag til næringssaltbelastning af vandløb og grundvand i to mindre oplande. Rapport til Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium.

Hansen, B. (1986): Undersøgelse af husdyrhold, gødningsanvendelse m.v. i 5 mindre landbrugsområder. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr 1, 1986.

Hansen, B. (1990): Kortlægning af landbrugsdriften i to områder i Danmark. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. A2.

Hansen, B., J. Djurhuus, N. Christensen, O.S. Jacobsen & C.C. Hoffmann (1990a): Analyse af jordvands sammensætning. Metodesammenligning. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, nr A17.

Hansen, S., H.E. Jensen, N.E. Nielsen, H. Svendsen (1990b): DAISY. A soil plant system model. Danish simulation model for transformation and transport of energy and matter in the soil plant atmosphere system. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. A10.

- Olesen, J. E. & T. Heidmann (1990): EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Statens Planteavlsvforsøg, Afd. for Jordbrugsmeteorologi. Arbejdsnotat nr. 9.
- Olesen, J. E. (1988): Jordbrugsmeteorologisk årsoversigt 1987. Statens Planteavlsvforsøg. Beretning nr. S1924, pp 84.
- Olesen, J. E. (1990): Klimastationer i NPo-værkstedsområder. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. B17.
- Pedersen, E. F. (1985): Drænvandsundersøgelser 1971 - 81. Tidsskrift for Planteavl, Beretning nr. S1667.
- * Simmelsgaard, S. E. (1985): Vandbalance og kvælstofudvaskning på 4 jordtyper. III. Kvælstofkoncentration, -udvaskning og -balance. Tidsskrift for Planteavl 89: 101-154.

JORDENS TEKSTUR OG INDHOLD AF TOTAL KVÆLSTOF OG FOSFOR

Loka- litet	Dybde cm	Tekstur, vægtprocent					tot-N pct.	tot-P pct.
		Humus	ler <0.002	silt 0.002- 0.02 mm	finsand 0.02- 0.2 mm	grovsand 0.2-2 mm		
S1	0- 20	3.7	5.2	9.7	31.6	49.8	0.19	0.05
	20- 40	2.4	6.1	8.6	32.8	50.1	0.10	0.02
	40- 70	0.8	8.2	10.9	46.1	34.0	0.05	0.01
	70-100	0.2	7.6	5.6	43.8	42.8	0.03	0.01
S2	0- 20	3.4	3.5	5.3	13.8	74.0	0.12	0.06
	20- 40	2.4	4.1	4.4	13.3	75.8	0.08	0.01
	40- 70	0.6	3.1	4.0	22.5	69.8	0.03	0.01
	70-100	0.6	8.0	9.5	50.0	31.9	0.04	0.01
S3	0- 20	2.6	4.5	5.9	19.6	67.4	0.11	0.036
	20- 40	1.6	5.2	4.2	19.4	69.6	0.01	0.017
	40- 70	0.2	2.6	1.8	2.1	93.3	0.00	0.011
	70-100	0.7	4.0	3.0	15.5	76.8	0.02	0.013
S4	0- 20	3.0	6.0	7.0	19.2	64.8	0.09	0.036
	20- 40	1.6	5.3	5.0	13.3	74.8	0.06	0.019
	40- 70	0.3	3.5	3.1	9.4	83.7	0.02	0.013
	70-100	0.6	4.2	4.5	15.6	75.1	0.01	0.013
S5	0- 20	4.5	7.2	10.4	28.4	49.5	0.19	0.053
	20- 40	2.3	6.9	6.9	20.7	63.2	0.10	0.026
	40- 70	0.8	4.5	4.5	13.6	76.6	0.02	0.016
	70-100	0.3	3.6	3.5	13.6	79.0	0.03	0.013
S6	0- 20	2.3	4.6	4.7	9.0	79.4	0.10	0.053
	20- 40	1.8	4.5	4.0	7.2	82.5	0.03	0.025
	40- 70	0.6	2.8	3.7	1.6	91.3	0.02	0.015
	70-100	0.3	2.5	1.7	2.7	92.8	0.02	0.012
L1	0- 20	2.2	17.0	19.2	38.6	23.0	0.16	0.081
	20- 40	1.6	19.3	24.1	38.6	16.4	0.12	0.056
	40- 70	0.5	23.4	19.9	38.3	17.9	0.06	0.048
	70-100	0.2	23.1	25.7	36.7	14.3	0.02	0.042
L2	0- 20	2.6	13.4	22.9	39.9	21.2	0.21	0.125
	20- 40	1.7	15.5	21.2	39.7	21.9	0.12	0.087
	40- 70	0.4	21.7	19.3	39.5	19.1	0.04	0.068
	70-100	0.4	20.4	18.6	41.8	18.8	0.04	0.060
L3	0- 20	2.3	17.1	20.6	38.0	22.0	0.17	0.092
	20- 40	1.2	20.8	18.5	40.1	19.4	0.08	0.063
	40- 70	0.2	21.3	20.7	40.2	17.6	0.03	0.050
	70-100	0.5	20.8	20.3	40.2	18.2	0.06	0.074
L4	0- 20	2.2	13.7	13.6	40.7	29.8	0.17	0.052
	20- 40	1.2	14.2	15.7	31.9	37.0	0.09	0.039
	40- 70	0.6	15.7	15.1	39.9	28.7	0.05	0.041
	70-100	0.1	16.0	17.0	42.5	24.4	0.03	0.037

Volumenvægt, porøsitet, vandretention og hydraulisk ledningsevne.

Lokalitet og dybde cm	Vol. vægt g/cm ³	Porø- sitet vol. %	Vandindhold vol. % ved pF							Tilg. vand vol. %	Hydraul. ledn. evne 10 ⁻⁶ m/sek
			1.0	1.5	1.7	2.0	2.5	3.0	4.2		
S1 10-15	1.41	46.9	43.9	40.8	39.8	36.2	28.5	21.6	8.9	26.3	16.
S1 30-35	1.41	46.7	42.9	37.6	35.5	29.6	21.6	18.0	9.5	20.1	15.
S1 50-55	1.61	39.3	36.6	33.2	31.6	28.4	18.8	13.7	7.0	21.4	10.
S1 75-80	1.72	35.0	32.2	28.4	26.5	22.5	13.8	11.7	6.2	16.3	2.6
S2 10-15	1.44	45.6	42.4	36.8	29.7	24.5	19.9	13.4	6.1	18.4	19.
S2 30-35	1.41	46.6	42.5	35.4	29.2	22.6	16.7	13.3	9.0	13.6	16.
S2 50-55	1.51	42.9	38.6	20.9	14.6	10.3	7.3	5.7	3.2	7.1	104.
S2 80-85	1.54	41.9	39.2	35.4	32.9	29.6	22.0	15.4	6.0	23.6	3.8
S3 10-15	1.51	42.9	37.4	33.9	31.8	28.5	25.0	20.1	7.0	21.5	28.
S3 30-35	1.27	52.1	44.5	38.1	34.4	28.4	20.6	14.8	7.6	20.8	35.
S3 50-55	1.48	44.0	36.6	16.9	10.9	6.8	4.7	3.7	1.2	5.6	190.
S3 80-85	1.51	42.9	36.1	16.3	9.8	5.4	3.8	2.9	1.0	4.4	350.
S4 10-15	1.51	43.2	36.2	32.6	30.2	26.7	22.8	17.8	6.5	20.2	26.
S4 30-35	1.51	43.0	35.2	28.9	25.4	20.8	14.7	10.7	4.6	16.2	28.
S4 50-55	1.60	39.8	33.7	27.5	24.6	20.6	14.3	9.7	3.6	17.0	29.
S4 80-85	1.53	42.4	33.8	14.1	10.9	6.9	5.5	4.8	1.2	5.7	480.
S5 10-15	1.25	52.7	44.0	38.5	36.4	33.9	29.3	22.3	8.3	25.6	32.
S5 30-35	1.39	47.6	39.9	34.4	31.7	27.5	20.3	14.7	6.9	20.6	24.
S5 50-55	1.50	43.2	39.5	30.3	27.9	23.6	17.7	12.8	4.4	19.2	16.
S5 80-85	1.47	44.6	29.7	8.4	7.0	5.5	4.6	3.7	2.1	3.4	1600.
S6 10-15	1.38	47.8	40.4	26.3	22.9	17.6	13.1	9.1	3.2	14.4	64.
S6 30-35	1.52	42.8	34.1	25.5	21.2	15.6	10.5	7.7	3.2	12.4	34.
S6 50-55	1.51	43.1	34.4	24.0	19.1	12.0	7.5	5.6	3.2	8.8	100.
S6 80-85	1.55	41.4	36.0	20.0	11.9	6.6	4.5	3.9	1.0	5.6	290.
L1 10-15	1.52	42.7	37.7	35.9		32.8	30.4	27.4	14.6	18.2	13.
L1 30-35	1.60	39.8	36.4	34.2		29.8	27.4	24.7	18.2	11.6	22.
L1 50-55	1.41	46.7	45.5	43.8		40.2	38.2	35.6	24.9	15.3	32.
L1 80-85	1.39	47.6	48.2	46.7		43.9	41.9	38.9	28.4	15.5	3.1
L2 10-15	1.49	43.7	38.1	36.1		32.4	29.9	26.7	15.5	16.9	580.
L2 30-35	1.87	29.5	31.3	29.0		24.7	22.3	20.1	12.8	11.9	51.
L2 50-55	1.66	37.2	34.0	32.0		27.7	25.5	23.2	10.9	16.8	40.
L2 80-85	1.76	33.5	33.9	31.3		28.2	26.4	24.3	12.4	15.8	3.1
L3 10-15	1.43	45.9	39.8	36.9		31.4	28.1	24.5	13.0	18.4	16.
L3 30-35	1.65	37.8	34.0	30.6		25.6	22.9	20.3	11.1	14.5	17.
L3 50-55	1.73	34.9	32.2	29.7		25.6	23.5	21.3	12.1	13.5	19.
L3 80-85	1.76	33.5	33.9	31.3		28.2	26.4	24.3	12.4	15.8	3.1
L4 10-15	1.61	39.1	37.7	35.0		27.8	23.3	19.2	9.7	18.1	2.2
L4 30-35	1.53	42.3	35.5	29.6		19.7	15.9	13.2	6.6	13.1	30.
L4 50-55	1.54	41.8	38.0	33.8		20.6	12.9	9.5	4.3	16.3	180.
L4 80-85	1.52	42.7	34.3	27.7		13.6	10.2	7.6	4.1	9.5	85.

Registreringsblad

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

Serietitel, nr.: NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, A8

Udgivelsesår: 1990

Titel:

Næringsstofudvaskning fra arealer i landbrugsdrift

Undertitel:

Forfatter(e):

Hanseh, Bjarne

Udførende institution(er):

Det Danske Hedeselskab

Resumé:

Nedvaskning af N, P, K og organisk stof er undersøgt på arealer i almindelig landbrugsdrift. Nedvaskningen af N på sandjord har varieret fra 19 til 154 og på lerjord fra 29 til 117 NO₃-N/ha pr. år. Nedvaskningen har især været lille for græsarealer. Nedvaskning af P skal tages med forbehold på grund af metodeproblemer, men er beregnet til gennemsnitlig 0.6 og 1.3 kg tot-P/ha pr. år for henholdsvis sand- og lerjord. Nedvaskning af K er beregnet til gennemsnitlig 72 og 8.1 kg/ha pr. år på henholdsvis sand- og lerjord.

Emneord:

gødskning; nedsivning; husdyrgødning; landbrug; jordbundstyper; nitrogen CAS 7727-37-9; fosfor CAS 7723-14-0; kalium CAS 7440-09-7

ISBN: 87-503-8794-4

ISSN:

Pris: 55,- (inkl. 22 % moms)

Format: AS5

Sideantal: 48 s.

Md./år for redaktionens afslutning: oktober 1990

Oplag: 450

Andre oplysninger:

Rapport fra koordinationsgruppe A for jord og luft

Tryk: Luna-Tryk ApS, København

NPo-forskning fra Miljøstyrelsen

Rapporter fra koordinationsgruppe A for jord og luft

- Nr. A 1 : Kvælstof- og fosforbalancer ved kvæg- og svinehold
- Nr. A 2 : Kortlægning af landbrugsdriften i to områder i Danmark
- Nr. A 3 : Temperatur og denitrifikation
- Nr. A 4 : Ammoniakafsætning omkring et landbrug med malkekvæg
- Nr. A 5 : Ammoniakmonitoring
- Nr. A 6 : Atmosfærisk nedfald af næringssalte i Danmark
- Nr. A 7 : NH_3 -fordampning fra handels- og husdyrgødning
- Nr. A 8 : Næringsstofudvaskning fra arealer i landbrugsdrift
- *Nr. A 9 : Kvælstofomsætning og -transport i to dyrkede jorder
- *Nr. A10 : Daisy - Soil Plant Atmosphere System Model
- Nr. A11 : Bestemmelse af NH_3 -fordampning med passive fluxmålere
- *Nr. A12 : NH_3 -fordampning fra gyllebeholdere
- *Nr. A13 : Næringsstofomsætning i marginaliseret landbrugsjord
- *Nr. A14 : Regionale beregninger af N-udvaskningen
- *Nr. A15 : Ammoniakfordampning fra bygplanter
- *Nr. A16 : Den mikrobielle biomasses variation i jordbunden
- *Nr. A17 : Analyse af jordvands sammensætning - metodesammenligning
- *Nr. A18 : Atmosfærisk ammoniak og ammonium i Danmark
- *Nr. A19 : Afgasset gylles indflydelse på N-omsætning i jorden
- *Nr. A20 : Simulering af kvælstoftab med SOIL-N-modellen
- *Nr. A21 : Landbrugets gødnings- og arealanvendelse i 1983 og 1989

De med * mærkede titler er ikke trykt på udgivelsesdagen for denne rapport, men forventes trykt i løbet af 1990.

Næringsstof- udvaskning fra arealer i landbrugsdrift

Nedvaskning af N, P, K og organisk stof er undersøgt på arealer i almindelig landbrugsdrift. Nedvaskningen af N på sandjord har varieret fra 19 til 154 og på lerjord fra 29 til 117 $\text{NO}_3\text{-N}$ /ha pr. år. Nedvaskningen har især været lille for græsarealer. Nedvaskning af P skal tages med forbehold på grund af metodeproblemer, men er beregnet til gennemsnitlig 0.6 og 1.3 kg tot-P/ha pr. år for henholdsvis sand- og lerjord. Nedvaskning af K er beregnet til gennemsnitlig 72 og 8.1 kg/ha pr. år på henholdsvis sand- og lerjord.



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

Pris kr. 55.- inkl. 22% moms

ISBN nr. 87-503-8794-4