

Miljøministeriet



Danmarks
Miljøundersøgelser

Vandmiljøplanens
Overvågningsprogram 1992

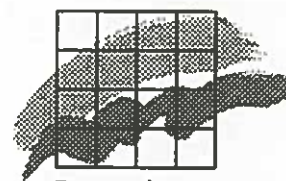
Land- overvågnings- oplande

Faglig rapport fra DMU, nr. 87
1993



Danmarks Miljøundersøgelser
Aarhus Universitet
Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet
Grønåvej 14
8410 Rønde

Miljøministeriet



Danmarks
Miljøundersøgelser

Vandmiljøplanens
Overvågningsprogram 1992

Land- overvågnings- oplande

Faglig rapport fra DMU, nr. 87

Ruth Grant

Gitte Blicher-Mathiesen

Hans Estrup Andersen

Peter Berg

Nikolai Friberg

Brian Kronvang

Afdeling for Ferskvandsøkologi

Jesper Bak

Afdeling for Terrestrisk Økologi

Per Rasmussen

Danmarks Geologiske Undersøgelse

Miljøministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser
November 1993

Datablad

- Titel:** Landovervågningsoplande
- Undertitel:** Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1992
- Forfattere:** R. Grant, G. Blicher-Mathiesen, H. E. Andersen, P. Berg, N. Friberg & B. Kronvang, Afdeling for Ferskvandsøkologi
J. Bak, Afdeling for Terrestrisk Økologi
P. Rasmussen, Danmarks Geologiske Undersøgelse
- Serietittel og nummer:** Faglig rapport fra DMU nr. 87
- Udgiver:** Miljøministeriet,
Danmarks Miljøundersøgelser ©
Udgivelsesår: 1993
- Tegninger:** Kathe Møgelvang
ETB: Harne T. Stephensen
- Bedes citeret:** Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Andersen, H. E., Berg, P., Friberg, N., Kronvang, B., Bak, J. & Rasmussen, P. (1993): Landovervågningsoplande. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1992. Danmarks Miljøundersøgelser. 134 sider. - Faglig rapport fra DMU nr. 87.
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
- ISBN:** 87-7772-120-9
ISSN: 0905-815X
Papirkvalitet: Cyclus
Tryk: Silkeborg Bogtrykkeri
Oplag: 300
Sideantal: 134
Pris: kr. 125,00 (incl. 25% moms, excl. forsendelse)
- Købes hos:** Danmarks Miljøundersøgelser
Afdeling for Ferskvandsøkologi
Vejlsovej 25
DK-8600 Silkeborg
Tlf.nr. 89 20 14 00
Fax 89 20 14 14

Indhold

Forord 7

1. **Sammenfatning af Landovervågningsprogrammet 9**
 - 1.1 Landovervågningsprogrammet 9
 - 1.2 Landbrugspraksis 10
 - 1.2.1 Landbrugspraksis i landovervågningsoplandene 10
 - 1.2.2 Gødningsforbruget i hele landet fra 1984 til 1992 11
 - 1.3 Modelberegning af kvælstofudvaskning fra rodzonen 11
 - 1.4 Målt kvælstof- og fosforudvaskning i oplandene 11
 - 1.5 Landbrugets indflydelse på kvælstofcirkulationen i oplandene 13
 - 1.6 Biologisk måleprogram 14
2. **Indledning 15**
3. **Beskrivelse af oplandene 17**
4. **Beskrivelse af undersøgelsesprogram 19**
 - 4.1 Kortlægning af oplandene 19
 - 4.2 Interviewundersøgelsen 19
 - 4.3 Måleprogram for vandafstrømning og næringsstokoncentrationer 20
 - 4.3.1 Nedbørsstationer og klimadata 20
 - 4.3.2 Jordvandsundersøgelser 20
 - 4.3.3 Drænvandsanalyser 21
 - 4.3.4 Grundvandsanalyser 21
 - 4.3.5 Vandløbsundersøgelser 22
 - 4.4 Biologiske vandløbsundersøgelser 22
 - 4.4.1 Biologiske strukturundersøgelser 22
5. **Landbrugspraksis i landovervågningsoplandene 25**
 - 5.1 Indledning 25
 - 5.2 Landbrugspraksis i landovervågningsoplandene 25
 - 5.2.1 Oplandenes repræsentativitet 25
 - 5.2.2 Interviewundersøgelsens omfang 26
 - 5.2.3 Gødningsforbruget i landovervågningsoplandene 27
 - 5.2.4 Afgrødefordeling og grønne marker 27
 - 5.2.5 Høstudbyttet 28
 - 5.2.6 Forholdet mellem tilført og høstede kvælstofmængder 28
 - 5.2.7 Udbringningstider for husdyrgødning 29

5.2.8	Opbevaringskapaciteten for gylle	29
5.2.9	Udviklingstendenser i tildelte kvælstofmængder i forhold til anbefalede	30
5.2.9.1	Opgørelsesmetode	30
5.2.9.2	Landbrugspraksis i opgørelse af udviklingstendenser	31
5.2.9.3	Nyttevirkning af husdyrgødningens kvælstof	32
5.2.9.4	Tildelt gødning i forhold til de anbefalede mængder	33
5.2.9.5	Udnyttelsesgraden af husdyrgødningens kvælstof	36
5.2.9.6	Forholdet mellem udbragt og anbefalede mængder	36
5.2.9.7	Samlet vurdering af udviklingen i landbrugspraksis	36
5.2.10	Overgødskning	36
5.3	Gødningsforbruget for hele landet fra 1984 til 1992	39
5.3.1	Forholdet mellem udbragt gødning og det anbefalede gødningsbehov	40
5.3.2	Overgødsningen	40
5.3.3	Høstede kvælstofmængder i forhold til tildelt gødning	41
5.3.4	Harmonikravbestemmelser	42
5.4	Sammenfatning	43
5.4.1	Landbrugspraksis i landovervågningsoplandene	43
5.4.2	Udvikling i gødningsforbruget i hele landet	44
6.	Nedbørs og temperaturforhold i oplandene	45
7.	Næringsstofudvaskning fra rodzonen - målinger på stationsmarker	47
7.1	Bekrivelse af stationsmarker	47
7.1.1	Jordbundsforhold	47
7.1.2	Grundvandsniveau	47
7.1.3	Landbrugsmæssig drift	48
7.2	Jordvandsmålinger - vandafstrømning og næringsstofudvaskning	48
7.2.1	Nedbør og vandafstrømning fra rodzonen	48
7.2.2	Næringsstofkoncentrationer i jordvand	50
7.2.3	Kvælstofudvaskning fra rodzonen for årene 1989-92	53
7.2.4	Kvælstofudvaskning fra rodzonen i relation til arealændelsen	54
7.2.5	Fosforudvaskning fra rodzonen	55
7.3	Drænvandsmålinger - vandafstrømning og næringsstofudvaskning	56
7.3.1	Næringsstofkoncentrationer i drænvand	56
7.3.2	Arealspecifik afstrømning og næringsstofudvaskning fra drænsystemer på lerjorde	57

- 7.3.3 Næringsstofudvaskning fra lavtliggende arealer på sandjord 58
- 7.4 Sammenfatning 58
- 8. Modelberegning af kvælstofudvaskning fra rodzonen 61**
 - 8.1 Beskrivelse af modellen 61
 - 8.2 Resultater 63
 - 8.3 Sammenfatning 65
- 9. Grundvand 67**
 - 9.1 Indledning 67
 - 9.2 Årsvariation i nitratindhold og grundvandsstand 67
 - 9.3 Gødningstype og nitratindhold 69
 - 9.4 Sammenfatning 72
- 10. Afstrømning, koncentration og transport af næringsstoffer i vandløb 73**
 - 10.1 Afstrømning 73
 - 10.2 Koncentration af kvælstof og fosfor 75
 - 10.3 Transport 80
 - 10.4 Sammenligning mellem vandløb der afvander dyrkede typeoplønde og landovervågningsvandløbene 82
- 11. Biologiske vandløbsundersøgelser 83**
 - 11.1 Bundlevende alger på finkornet sediment 1992 83
 - 11.1.1 Forskellige faktoreres betydning for algeudviklingen 83
 - 11.1.2 Sammenligning af algebiomassen på finkornet substrat i 1992 med de tre forudgående år 87
 - 11.2 Bundlevende alger på stenet substrat 1992 89
 - 11.2.1 Sammenligning med algebiomassen på stenet substrat for 1992 med de forudgående tre år 90
 - 11.3 Konklusion på fire års algeundersøgelser i LOOP vandløbene 91
 - 11.4 Bunddyr 91
- 12. Sammenstilling og konklusion - Landbrugets indflydelse på næringsstofcirkulationen i landovervågningsoplandene 95**
 - 12.1 Beskrivelse af kvælstoftransporterne i oplandene 96
 - 12.1.1 Det hydrologiske kredsløb 96
 - 12.1.2 Kvælstofkoncentrationer 97
 - 12.1.3 Kvælstoftransporter 98

- 12.2 Landbrugets indflydelse på udvaskning til vandmiljøet 99
- 12.2.1 Gødskningens indflydelse på kvælstofudvaskningen fra rodzonen 99
- 12.2.2 Kvælstofafstrømning til vandmiljøet 100
- 12.3 Udviklingen i landbrugets næringsstofbelastning 101

Sammenfatning af Danmarks Miljøundersøgelses nationale rapporter vedrørende resultaterne af Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1992 103

Referencer 107

Bilag 113

- Bilag I.1 Oversigt over analyseparametre for jordvand, drænvand, grundvand og vandløbsvand 113
- Bilag I.2 Oversigt over stationer og prøvetagning af semikvantitative faunaprøver i 1992 113
- Bilag I.3 Prøvetagningstidspunkt og resultat af de kvantitative el-befiskninger i 1992 114
- Bilag I.4 Prøvetagningstidspunkt og resultat af makrofytundersøgelser i 1992 114
- Bilag II.1 Datamateriale til opgørelse af tildelte kvælstofmængder i forhold til de anbefalede mængder for 4 husdyrtæthedsgrupper i 1992 115
- Bilag II.2 Datamateriale til opgørelse af tildelte kvælstofmængder i forhold til de anbefalede for 4 brugstyper i 1992 115
- Bilag III Månedsnedbør for LOOP 1 - LOOP 6 for perioden 1989 - 1992 116
- Bilag IV.1 Ejendoms- og markoplysning for stationsmarker 118
- Bilag IV.2 Nedbør, afstrømning samt N ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{-N}$) og P ($\text{PO}_4\text{-P}$) udvaskning fra rodzonen 124
- Bilag IV.3 Grundvandspejlinger m.u. terræn for 1992 130
- Bilag IV.4 Jordvand 1992. Kemiske analyseparametre for det ordinære program (årsmedian værdier) 131
- Bilag IV.5 Jordvand 1992. Kemiske analyseparametre for udvidede program (gennemsnitsværdier) 132
- Bilag IV.6 Drænvand 1992. Kemiske analyseparametre (årsmedianværdier) 133

Danmarks Miljøundersøgelser 134

Forord

Denne rapport er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser som et led i den landsdækkende rapportering af Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Overvågningsprogrammet blev iværksat efteråret 1988. Dette er fjerde rapportering af programmet.

Hensigten med Vandmiljøplanens overvågningsprogram er at undersøge effekten af de reguleringer og investeringer, som er gennemført i forbindelse med Vandmiljøplanen (1987). Systematisk indsamling af data gør det muligt at opgøre udledninger af kvælstof og fosfor til vandmiljøet samt at registrere de økologiske effekter, der følger af den ændrede belastning af vandmiljøet med næringssalte.

Danmarks Miljøundersøgelser har som sektorforskningsinstitution i Miljøministeriet til opgave at forbedre og styrke det faglige grundlag for de miljøpolitiske prioriteringer og beslutninger. En væsentlig del af denne opgave er overvågning af miljø og natur. Det er derfor et naturligt led i Danmarks Miljøundersøgelsers opgave at forestå den landsdækkende rapportering af overvågningsprogrammet inden for områderne: Ferske vande, Marine områder, Landovervågning og Atmosfæren.

I overvågningsprogrammet er der en klar arbejdsdeling og ansvarsdeling mellem amtskommunerne og Københavns og Frederiksberg kommuner og de statslige myndigheder.

Rapporterne "Ferske vandområder - vandløb og kilder" og "Ferske vandområder - søer" er således baseret på amtskommunale data og rapporter af overvågningen af de ferske vande.

Rapporten "Marine områder - fjorde, kyster og åbent hav" er baseret på amtskommunale data og rapporter af overvågningen af fjorde og kystvande samt Danmarks Miljøundersøgelsers overvågning af de åbne havområder.

Rapporten "Landovervågningsoplande" er baseret på data indberettet af amtskommunerne fra 6 overvågningsoplande, og er udarbejdet i samarbejde med Danmarks Geologiske Undersøgelser.

Endelig er rapporten "Atmosfærisk deposition af kvælstof og fosfor" baseret på Danmarks Miljøundersøgelsers overvågningsindsats.

Bagest i denne rapport findes en sammenfatning af resultaterne fra samtlige overvågningsrapporter fra Danmarks Miljøundersøgelser.



1. Sammenfatning af Landovervågningsprogrammet

1.1 Landovervågningsprogrammet

Landovervågning

I Vandmiljøplanens Landovervågningsprogram undersøges næringsstofudvaskningen fra landbrugsarealer til vandmiljøet. Overvågningsprogrammet blev startet i 1988/89 i 6 små landbrugsdominerede vandløbsoplande, hvert på 5-15 km²:

Sandjordsoplande Nordjylland, Oddebæk
Ringkøbing/Viborg, Barslund Bæk
Sønderjylland, Bolbro Bæk

Lerjordsoplande Storstrøm, Højvads Rende
Fyn, Lillebæk
Vejle/Århus, Horndrup Bæk

1989 udgjorde en startperiode, mens 1990 var første år med en fuldstændig dataserie.

Undersøgelserprogram

Undersøgelserprogrammet består af:

- Jordprofilundersøgelse, herunder en jordbundsklassificering af oplandene; samt en hydrogeologisk og kvartærgeologisk kortlægning af oplandene.
- Årlig interviewundersøgelse om landbrugsdriften blandt samtlige lodsejere i oplandene vedrørende arealanvendelse, gødningsforbrug, husdyrhold m.v.
- Måleprogrammer: klimastationer, jordvandsstationer, drænvandsstationer, grundvandsstationer, vandløbsstationer.

Amterne er ansvarlige for indsamling af data fra interviewundersøgelsen og måleprogrammet i de enkelte oplande. Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Geologiske Undersøgelse er ansvarlige for den faglige koordinering samt databehandling og rapportering af hele Landovervågningsprogrammet.

Modelberegninger på oplandsniveau

Undersøgelserprogrammet giver mulighed for, at der på længere sigt kan foretages modelberegning af kvælstofudvaskning fra rodzonen på oplandsniveau samt beregning af total næringsstofftransport fra oplandene.

Rapportering

Nærværende rapport giver en analyse af landbrugets gødningsanvendelse, et eksempel på oplandsberegning af kvælstofudvaskning fra rodzonen samt en beskrivelse af måleresultater for 1989-92. Rapporten indeholder endvidere en foreløbig vurdering af næringsstoffcirkulationen i oplandene, samt landbrugets indflydelse herpå.

1.2 Landbrugspraksis

Med Vandmiljøplanens vedtagelse i 1987 blev der stillet krav til, at landmændene udarbejdede sædskifte og gødningsplaner, at 65 % af det dyrkede areal skulle være "grønt" om efteråret og at opbevaringskapaciteten til husdyrgødning skulle øges.

Formål

Formålet med dette års opgørelser er at beskrive virkningerne af Vandmiljøplanens tiltag på landbrugets gødningsforbrug og udnyttelsesgrad af husdyrgødning. Dette gøres dels ved at beskrive udviklingen i landbrugspraksis i landovervågningsoplandene fra 1990 til 1992 og dels ved at beskrive udviklingen i gødningsforbruget for hele landet i perioden fra 1984 til 1992.

Landovervågningsoplandene

1.2.1 Landbrugspraksis i landovervågningsoplandene

I de seks landovervågningsoplande foretages en interviewundersøgelse af landbrugets arealanvendelse. Opgørelserne for årene 1990 til 1992 dækker driftsårene fra 1989/90 til 1991/92.

Oplandenes repræsentativitet

Oplandene er udvalgt med henblik på at repræsentere landsgennemsnittet bedst muligt med hensyn til jordbund, klima, størrelsesfordeling, husdyrtæthed, bedrifttypesammensætning, afgrødefordeling med mere for landbrugsdriften i oplandene. Oplandene vil dog nødvendigvis adskille sig fra landsgennemsnittet på enkelte punkter. Den væsentligste forskel er et højere husdyrtryk i oplandene på 1,15 DE/ha i forhold til landsgennemsnittet på 0,87 DE/ha i 1992 og at oplandene har større andel af grovsandede jordtyper end hele landet. Dette bevirker, at gødningsniveauet for oplandene ikke er repræsentativt for landet som helhed. Oplandene er imidlertid repræsentative for landet hvad angår landbrugspraksis for de enkelte bedriftstyper i oplandene.

Høstudbyttet

Det gennemsnitlige høstudbytte i de seks landovervågningsoplande var ca. 20 % lavere i 1992 end i 1991. For hele landet var høsten 17 % lavere i 1992 i forhold til de 5 tidligere år. På grund af den dårlige høst i 1992 er der derfor en væsentlig kvælstofmængde, som er i overskud i marksystemet, hvoraf en stor del sandsynligvis vil blive udvasket fra rodzonen.

Grønne marker og opbevaringskapacitet

I de seks landovervågningsoplande udgør grønne marker 69% af arealet og opfylder dermed lovkravet om grønne marker. 33 % af ejendommene med mere end 31 DE opfylder lovkravet om 9 måneders opbevaringskapacitet for husdyrgødningen og 74% af ejendommene har en opbevaringskapacitet over 6 måneder.

Udviklingen i landbrugspraksis

Fra 1990 til 1992 steg forårs-/sommerudbringningen af husdyrgødning fra 56% til 63% hvilket medførte en lille stigning i nyttevirkningen af husdyrgødningen. Med stigningen i nyttevirkningen reduceredes handelsgødningsforbruget således, at der er en lille forbedring i udnyttelsen af husdyrgødningen.

I Landovervågningsoplandene er der en overgødskning i forhold til den økonomisk optimale mængde på 20-30% af arealet. Overgødskningen er størst på husdyrbrug med meget høje husdyrtætheder.

Udvikling i gødningsforbruget i hele landet

1.2.2 Gødningsforbruget i hele landet fra 1984 til 1992

Udviklingen i handelsgødningsforbruget i forhold til det anbefalede gødningsbehov er gradvis forbedret fra 1984 til 1992. Forskellen mellem udbragt gødning og det anbefalede gødningsbehov viser et fald fra 202 til 165 mio. kg N fra 1984 til 1992.

Andelen af forårs-/sommerudbringning af husdyrgødning er steget væsentlig siden Vandmiljøplanens vedtagelse. Dette har medført en stigning i den mængde af husdyrgødningens kvælstof, der er til nytte for afgrøderne, men da handelsgødningen stadig udgør ca. 90 % af den anbefalede gødningsmængde, kan udnyttelsen af husdyrgødningen stadig forbedres.

Overgødskningen

Den største overgødskning er på ejendomme med store husdyrhold i forhold til det areal som husdyrgødningen kan spredes på. Iflg. Danmarks Statistik er der 14 % af husdyrbrugene i hele landet, der ikke opfylder kravet til husdyrtæthed.

1.3 Modelberegning af kvælstofudvaskningen fra rodzonen

Med en empirisk model er der gennemført beregninger af udvaskning fra rodzonen i Lillebæk oplandet (LOOP 4). Beregninger udført for normal årsafstrømning viser en lille stigning i udvaskning fra 51 kg N/ha pr. år i 90/91 og 91/92 til 58 kg N/ha pr. år i 92/93. Denne stigning tilskrives en stigning i husdyrholdet i oplandet. Ved korrektion fra normal årsafstrømning til aktuel årsafstrømning bliver udvaskningen 61 kg N/ha pr. år i 90/91 og 58 kg N/ha pr. år i 91/92. Modellen tager ikke højde for øvrige klimatiske betingede variationer i udvaskning. De modelberegnedede udvaskningsværdier for oplandet ligger på samme niveau som de målte udvaskninger ved stationsmarkerne. Modellen vurderes som et egnet værktøj til overslagsberegninger over den udvaskningsmæssige effekt af ændringer i landbrugspraksis.

1.4 Målt kvælstof- og fosforudvaskning i oplandene

Nedbør og afstrømning fra rodzonen på stationsmarkerne

I de 6 oplande blev der igennem den 4-årige overvågningsperiode 1989-92 målt gennemsnitlige nedbørsmængder på henholdsvis 78%, 113%, 92% og 95% af normal årsnedbøren. 1992 var et atypisk år med en meget mild vinter, ekstrem tørke i maj-juli og store nedbørsmængder i august og november. De nævnte nedbørsforhold har forårsaget en variation i vandafstrømning fra rodzonen på gennemsnitlig 220 mm i 1989, 468 mm i 1990, 393 mm i 1991 og 422 mm i 1992.

Målt N- og P-udvaskning fra rodzonen

Udvaskningen af kvælstof fra rodzonen blev ved stationsmarkerne i årene 1989-92 målt til gennemsnitlig 74 kg N/ha år⁻¹ i lerbjordsoplandene og til gennemsnitlig 154 kg N/ha år⁻¹ i sandjordsoplandene. Udvaskningens størrelse i de enkelte år var i nogen

grad afhængig af afstrømningsmængden; i 1992 blev dog målt en meget stor udvaskning, som må henføres til de atypiske klimaforhold.

Den mindste udvaskning blev målt ved planteavlsbrugene og for husdyrbrugene steg udvaskningen med stigende husdyrtæthed.

Udvaskning af fosfor fra rodzonen har været lav; denne blev for stationerne i lerjordsoplandene målt til gennemsnitlig 0,14 kg P/ha år⁻¹ og for stationerne i sandjordsoplandene til 0,06 kg P/ha år⁻¹. Den højere udvaskning på lerjordene må tilskrives, at enkelte stationer bidrager med særlig store mængder.

Målt N- og P-udvaskning fra drænsystemer

Drænvandsundersøgelser i to lerjordsoplande har i måleperioden vist en afstrømning af nitratkvælstof fra drænedede arealer på gennemsnitlig 19,6 kg N/ha år⁻¹. Afstrømning af opløst orthofosfat fra drænen har i samme periode udgjort gennemsnitlig 0,04 kg P/ha år⁻¹.

I de to lerjordsoplande har udvaskning af organisk kvælstof fra drænen i 1990-1992 udgjort ca 6% af total kvælstof, mens udvaskningen af partikulært fosfor fra drænen har udgjort ca 28% af total fosfor.

Stoftransport i vandløb

En opsplittning af vandløbshydrograferne for de 6 oplande viser, at en stor del af overskudsnedbøren hurtigt når frem til vandløbene i de lerede oplande, mens afstrømningen i de sandede oplande hovedsagelig sker via grundvand. Den årlige overfladenære andel af afstrømningen til vandløbene udgjorde i måleperioden 32-55% for vandløb i lerjordsoplandene og 13-18% for vandløb i sandjordsoplandene. For transporten af totalkvælstof i vandløbene betyder dette, at der er tydeligt højere koncentrationsniveau i vandløbene, der afvander lerede oplande.

Den totale kvælstofudvaskning til vandløbene fra dyrkede arealer har i undersøgelsesperioden ligget på gennemsnitlig 24,7 kg N/ha år⁻¹ i lerjordsoplandene, og på gennemsnitlig 12,7 kg N/ha år⁻¹ i sandjordsoplandene. Til sammenligning anføres at udvaskningen fra naturarealer i undersøgelsesperioden lå på 2,1-2,3 kg N/ha år⁻¹.

Det totale tab af fosfor fra dyrkede arealer til vandløb har i måleperioden ligget på 0,2-0,4 kg P/ha år⁻¹; der var ingen entydig forskel mellem lerjords- og sandjordsoplandene. Til sammenligning anføres at tabet fra naturoplande i samme periode lå på ca. 0,08 kg P/ha år⁻¹.

Grundvandskvalitet i oplandene

Grundvandsspejlet ligger generelt højt i oplandene - gennemsnitlig 1 - 3 m under terrænen.

Det øvre grundvand i såvel lerjords- som sandjordsoplandene er tydeligt påvirket af landbrugsdriften, med nitratkoncentrationer på over 11,3 mg NO₃-N/l (50 mg NO₃/l). Der er igennem måleperioden ikke set tendens til fald i nitratindholdet.

For alle oplande aftager såvel nitratindholdet som årsvariationen i dette med dybden. Mest markant er faldet fra 1,5 - 3 m under terræn.

I perioder (efterår/vinter) med stor nedsivning og stigende grundvandsstand medfører udvaskning af kvælstof en stigning i grundvandets nitratindhold.

Analyser i to oplande har vist, at nitratindholdet i det øvre grundvand ved marker tilhørende husdyrbrug var væsentlig højere end ved marker tilhørende planteavlsbrug. De mindste nitratindhold i det øvre grundvand er fundet under naturarealer; koncentrationerne er her mindre end 1,1 mg NO₃-N/l (5 mg NO₃/l).

1.5 Landbrugets indflydelse på kvælstofcirkulationen i oplandene

Kvælstofcirkulation i oplandene

På baggrund af måleresultater er opstillet en foreløbig vurdering af kvælstofcirkulationen i oplandene.

I lerjordsoplandene er årligt tilført ca 130 kg N/ha med handelsgødning, 66 kg N/ha med husdyrgødning og 18 kg N/ha ved kvælstoffixering og atmosfærisk deposition, i alt ca 214 kg N/ha. Med afgrøderne er årligt fjernet ca 137 kg N/ha. Der er således netto tilført jorden ca 77 kg N/ha. Udvasningen fra rodzonen har i måleperioden udgjort ca 74 kg N/ha; af denne udvaskning er ca 34% nået ud til vandløbene.

I sandjordsoplande er årligt tilført ca 131 kg N/ha med handelsgødning, 114 kg N/ha med husdyrgødning og ca 25 kg N/ha ved kvælstoffixering og atmosfærisk deposition, i alt ca 270 kg N/ha. Afgrøderne har årligt fjernet ca 128 kg N/ha; således er der netto tilført jorden ca 142 kg N/ha. Udvasningen fra rodzonen har udgjort ca 154 kg N/ha; af denne udvaskning er ca 8% nået ud til vandløbene.

Gødningens indflydelse på kvælstofudvaskningen

Kvælstofudvaskningen fra rodzonen har i måleperioden ligget på et niveau omkring mængden af nettotilført kvælstof. Denne sammenhæng er en effekt dels af den aktuelle gødningstilførsel i måleperioden dels en effekt af gødningstilførslen gennem længere tid, og dermed opbygning af en letomsættelig humuspulje i jorden. For at opnå en reduktion i kvælstofudvaskningen må nettotilførslen af kvælstof mindskes, dvs. husdyrgødningen må udnyttes bedre og handelsgødningstilførslerne nedsættes i forhold hertil. Specielt på brug med stor husdyrintensitet, er der behov for at øge udnyttelsen af gødningen.

Udviklingen i gødningspraksis og kvælstofudvaskning

På grund af store klimatiske betingede variationer i kvælstofudvaskningen igennem måleperioden er det ikke muligt at drage konklusion over udviklingen i målt kvælstofudvaskning og belastningen af vandmiljøet. Fra Ferskvandsovervågningspro-

grammet har en analyse af udviklingstendenser imidlertid vist, at kvælstoftransporten i vandløb har været uændret siden Vandmiljøplanens iværksættelse når der tages højde for klimatiske variationer. Undersøgelserne i Landovervågningsprogrammet af landbrugets arealanvendelse viste dog, at der i perioden fra 1990 til 92 er sket en forbedring i udnyttelsen af husdyrgødningen og i fordelingen af denne. Ændringerne er dog små i forhold til den samlede kvælstofcirkulation i dyrkningssystemet, hvorfor en reduktion af kvælstofudvaskningen vil være relativ beskedent.

1.6 Biologisk måleprogram

Biologiske undersøgelser er udført i landovervågningsoplandene i perioden 1989-92. Programmet er hermed afsluttet. Følgende konklusioner kan trækkes frem:

Konklusion på fire års algeundersøgelser

For finkornet og stenet substrat samlet er der sket en reduktion af maksimum algebiomassen på syv ud af ni undersøgte strækninger i de fire år prøvetagningen har foregået. Selvom der er fundet en klar sammenhæng mellem koncentrationen af uorganisk fosfor og algebiomassen på finkornet substrat, kan fosforkoncentrationen langt fra alene forklare det observerede fald. Det må overordnet konkluderes, at algeudviklingen er betinget af en lang række faktorer der virker i samspil, og at det derfor er meget vanskeligt at kvantificere betydningen af et enkelt sæt af faktorer såsom ændringen i næringsstofkoncentrationerne på det lille antal stationer i landovervågningsoplandene.

Bunddyr

For alle årene samlet (1989-92) ses der kun en lille ændring i forureningsgraden med tiden, og de ændringer der ses går i retning af, at tilstanden er blevet bedre.

2. Indledning

Landbrugets næringsstofudledning

Inden for landbrugserhvervet er der gennem de sidste 30 år sket en strukturændring, der har medført større koncentration af husdyr på færre brug. Dette betyder, at større mængder husdyrgødning spredes på mindre arealer. Handelsgødningforbruget er samtidig steget fra ca. 40 kg N/ha i 1960 til ca. 134 kg N/ha i 1992. Endvidere er afgrødevalget ændret radikalt. Således er græsarealet omtrent halveret siden 1960 og udgør i dag ca. 1/6 af det dyrkede areal. Disse ændringer i landbrugets gødningsanvendelse har medført et øget tab af næringsstoffer fra landbrugsjorde. I overvågningsperioden 1989-92 har landbrugets bidrag udgjort ca. 80% af den totale kvælstofbelastning af vandmiljøet.

Overvågning af landbrugsoplande, grundvand og vandløb

Med vedtagelsen af Vandmiljøplanen i 1987 indførtes en række tiltag overfor landbruget med det formål at begrænse næringsstofudledningen. For at følge op på effekten heraf iværksattes Landovervågningsprogrammet. Målet med dette program er, at kortlægge udviklingen i landbrugspraksis, at bestemme næringsstofvaskningen fra rodzonen under de aktuelle forhold mht. landbrugspraksis, og desuden at bestemme næringsstoftransporten til vandløbene og betydningen for grundvandskvaliteten.

Landovervågningen udføres i 6 små veldefinerede landbrugsoplande (5-15 km²). Udvælgelsen af disse oplande er foretaget med den hensigt at få dækket et bredt spektrum af faktorer som jordbundstype, husdyrhold, ejendomsstørrelse, afgrødefordeling og gødningsforbrug. Sammen med klimaforholdene er disse faktorer bestemmende for størrelsen af næringsstofvaskningen.

Rapportering

De fleste amter har foretaget en vurdering af arealanvendelsen samt næringsstofvaskningen fra de enkelte målestationer. I denne rapport er foretaget en overordnet sammenstilling af resultater fra de 6 oplande. Opgørelser over gødningspraksis og arealanvendelse er sammenlignet med de to forrige års resultater. Desuden beskrives næringsstofvaskningen fra rodzonen på stationsmarkerne, kvaliteten af det øvre grundvand i oplandene samt næringsstofafstrømningen til vandløbene. Til slut i rapporten sammenkobles hovedresultaterne til en foreløbig beskrivelse af næringsstofcirkulationen i landbrugsøkosystemer, og landbrugets effekt herpå vurderes.

Der er i denne rapport især lagt vægt på at beskrive kvælstofcirkulation i landbruget, mens der for fosfor kun omtales udvaskning fra rodzonen og transporten i vandløb.

Biologiske forhold i vandløbene beskrives, og næringsstofkoncentrationernes betydning herfor diskuteres. Det biologiske måleprogram afsluttes hermed.

Beregning af kvælstofvaskning på oplandsniveau

Et væsentligt mål i Landovervågningsprogrammet er at modelberegne kvælstofvaskningen fra rodzonen på oplandsniveau. Til dette formål var det oprindeligt påtænkt at anvende rodzonemodellen DAISY på samtlige marker i oplandene. Modellen er

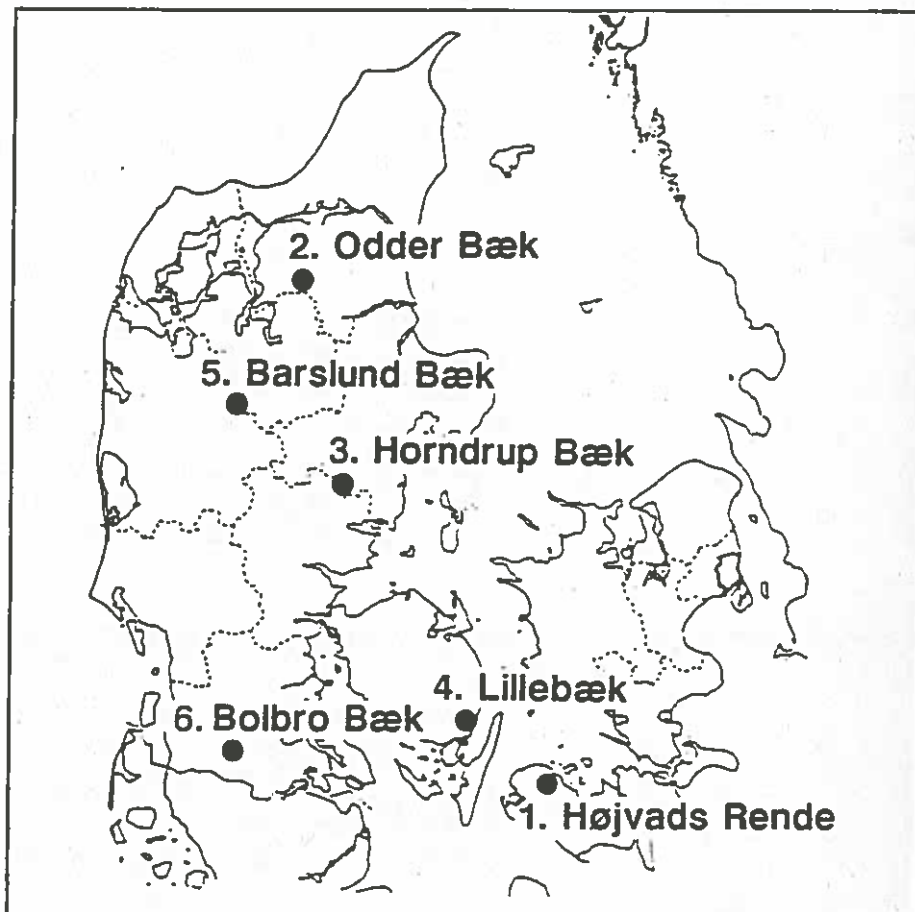
imidlertid stadig under videreudvikling; endvidere er det blevet klart, at inputdata til modellen i flere tilfælde er manglende eller utilstrækkelige. Det er derfor besluttet at anvende de meget simple og mindre datakrævende udvaskningsfunktioner. Disse er udarbejdet af Statens Planteavlsvforsøg og videreudviklet af Danmarks Miljøundersøgelser. I denne rapport beskrives udvaskningsfunktionerne. Beregning af kvælstofudvaskning på oplandsniveau præsenteres for et overvågningsopland. I 1994 vil foreligge en oplandsberegning for samtlige oplande.

Rapportens udarbejdelse

Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi er ansvarlig for rodzone- og vandløbsprogrammet, mens Danmarks Geologiske Undersøgelse er ansvarlig for grundvandsprogrammet. Rapporten er koordineret af Danmarks Miljøundersøgelser.

3. Beskrivelse af oplandene

Beliggenheden af de 6 overvågningsoplande (LOOP 1-6) er vist i Figur 3.1. Nedenfor er givet en kortfattet beskrivelse af oplandene.



Figur 3.1 Oversigt over landovervågningsoplandenes placering.

Storstrøm

LOOP 1, Højvads Rende (Storstrøms Amtskommune).

Oplandet udgør ca. 980 ha. Den nordøstlige del er præget af et bakket terræn med mange lavninger og mosearealer, den vestlige del er svagt bakket, mens den sydlige del er karakteriseret ved et fladt landskab. De øvre jordlag består af moræneler og sandlag, og herunder i 35-45 m's dybde findes skrivekridt. De dominerende jordtyper i oplandet er klassificeret som sandblandet ler (80%) og lerjorder (14%). Skov udgør 27% af oplandsarealet, resten er i landbrugsmæssig drift.

Nordjylland

LOOP 2, Odderbæk (Nordjyllands Amtskommune).

Oplandet udgør ca. 1140 ha. Den nordlige og vestlige del er karakteriseret ved et småbakket terræn, mod øst er landskabet svagt kuperet, og i den sydlige del er terrænet markant fladt. Jordlagene består af vekslende ler og sandlag til stor dybde; i den øverste meter findes overvejende sand. De dominerende jordtyper i op-

landet er klassificeret som grovsandet jord (72%) og finsandet jord (17%). Skov udgør ca. 2% af oplandsarealet, omtrent resten er i landbrugsmæssig drift.

Vejle/Århus

LOOP 3, Horndrup Bæk (Vejle/Århus Amtskommune).

Oplandet udgør ca. 530 ha. Det er karakteriseret ved et stærkt kuperet terræn med Ejer Baunehøj beliggende i den sydlige del. Jordlagene består overvejende af moræneler med morænesand og -grus i små isolerede områder. Smeltevandssand findes i vandløbsdalene. De dominerende jordtyper i oplandet er klassificeret som sandblandet ler (70%) og lerblandet sand (24%). Skov udgør 18% af oplandsarealet, resten anvendes til landbrugsmæssig drift.

Fyn

LOOP 4, Lillebæk (Fyns Amtskommune).

Oplandet udgør ca. 470 ha. Det fremtræder som et svagt skrånede terræn ned mod Storebælt. Jordlagene består overvejende af moræneler med indslag af smeltevandssand og ler. I de dybere jordlag findes et sammenhængende sandlag. De dominerende jordtyper i oplandet er klassificeret som sandblandet ler (86%) og lerblandet sand (4%). Skov udgør 2% af oplandsarealet, 89% anvendes til intensiv landbrugsdrift, og 9% af arealet er veje, byer m.v.

Ringkøbing/Viborg

LOOP 5, Barslund Bæk (Ringkøbing/Viborg Amtskommune).

Oplandet udgør ca. 1470 ha. Området er en typisk hedeslette med okkerpåvirkninger. Jordtyperne i oplandet er klassificeret som grovsandet jord (90%) og humusjord (10%). Flyvestation Karup udgør en del af oplandsarealet (ca. 13%); skov findes i ca. 22% af arealet, mens omtrent resten anvendes til landbrugsmæssig drift.

Sønderjylland

LOOP 6, Bolbro Bæk (Sønderjyllands Amtskommune).

Oplandet udgør ca. 1330 ha og er karakteriseret ved et fladt terræn, der skråner svagt fra nordøst mod sydvest. Jordtyperne i oplandet er klassificeret som grovsandet jord (67%), lerblandet sandjord (18%) og humusjord (14%). Mere end 99% af arealet er i landbrugsdrift; 0,4% er skov.

4. Beskrivelse af undersøgelsesprogram

Oversigt

I dette afsnit gives en kortfattet beskrivelse af undersøgelsesprogrammet; for en mere detaljeret beskrivelse henvises til tidligere overvågningsrapporter fra Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) (Grant *et al.*, 1991) og Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) (Rasmussen & Gosk, 1990). Med hensyn til etableringen henvises til etableringsrapporter fra DGU (DGU, 1989 a-f) og Hedeselskabet (Hedeselskabet, 1989 a-d). Programmet består af følgende komponenter:

- Kortlægning af oplandene med hensyn til jordtype og geologi
- Interviewundersøgelse blandt landmændene i oplandene
- Måleprogram for vandafstrømning og næringsstofkoncentrationer i samtlige dele af vandkredsløbet; stationsnettet består af:
 - Nedbørsmålere
 - Jordvandsstationer
 - Drænstationer
 - Grundvandsstationer (øvre grundvand)
 - Vandløbsstationer
- Måleprogram for biologiske undersøgelser i vandløbene

4.1 Kortlægning af oplandene

Jordtypen kan bestemmes for hver enkelt mark

Jordbundsundersøgelsen blev udført af Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Arealdata og Kortlægning i 1989. I hvert opland er 10-11 jordprofiler detaljeret beskrevet og analyseret; endvidere er der udtaget et stort antal boreprøver. På grundlag heraf er udarbejdet detaljerede jordklassificeringskort. En geologisk jordartskortlægning samt en hydrogeologisk kortlægning blev udført af DGU i 1988/89. På grundlag af jordklassificerings- og jordartskortene er det muligt at henføre hver enkelt mark i oplandene til en beskrevet jordtype.

4.2 Interviewundersøgelsen

Formål

Interviewundersøgelsen udføres hvert år. Det tilstræbes, at samtlige lodsejere og forpagtere i oplandene deltager. Målet med dette undersøgelsesprogram er at indhente oplysninger, som er nødvendige for modelberegning af næringsstofudvaskningen fra enkeltmarker, samt at fremskaffe et statistisk grundlag for vurdering af næringsstofudvaskningen på oplandsniveau.

Interviewprogram

Oplysningerne i interviewprogrammet omfatter:

- Ejendomsniveau - Størrelse, arealudnyttelse og dræning, punktkilder, husdyrhold, produktion af

husdyrgødning samt opbevaringskapacitet for husdyrgødning.

Markniveau - Afgrøder, efterafgrøder, udbytter, anvendelse af afgrøderester, tildeling af handelsgødning og husdyrgødning, udbinding af husdyr samt tidspunkter for alle markoperationer.

I LOOP 1, 2, 4 og 6 udføres undersøgelsen af lokale planteavl-konsulenter, i LOOP 3 af amtet og i LOOP 5 af Hedeselskabet.

4.3 Måleprogram for vandafstrømning og næringsstofkoncentrationer

Der måles løbende på nedbør, vandafstrømning og næringsstofkoncentrationer i samtlige dele af vandkredsløbet. På grundlag heraf foretages beregning over næringsstofudvaskning. Stationsopbygning og måleprogram er kort beskrevet nedenfor.

Måling og beregning

4.3.1 Nedbørsstationer og klimadata

Klimadata for oplandene er indhentet og bearbejdet af Statens Planteavlsforsøg, Afdeling for Jordbrugsmeteorologi. De indhentede data omfatter nedbør, temperatur, potentiel fordampning og global stråling. Oplysningerne er baseret på Statens Planteavlsforsøgs ordinære net af klimastationer i forbindelse med kvadratsundersøgelsen, samt på 1-2 nedbørsstationer opstillet i hvert opland i forbindelse med etableringen af LOOP-programmet.

Formål

4.3.2 Jordvandsundersøgelser

Målet med jordvandsprogrammet er at beregne næringsstofudvaskningen fra rodzonen på udvalgte marker. Til dette formål måles næringsstofkoncentrationen i jordvandet, mens vandafstrømningen fra rodzonen modelberegnes.

Jordvandsstationer

6-8 jordvandsstationer er etableret i hvert opland. En jordvandsstation består af 10 sugeceller til udtagning af jordvand. Cellerne er placeret i et V-formet mønster inden for et areal på 100m² i 90-120 cm dybde. Sugecellerne er af teflontypen; i LOOP 5, Ringkøbing/Viborg dog af keramik. Oversigt over analyseparametre er givet i bilag I.1.

Modelberegning af afstrømning

Vandafstrømningen (perkolationen) fra rodzonen på stationsmarkerne modelberegnes for LOOP 2, 3, 5 og 6 ved hjælp af vandbalancemodellen EVACROP (Olesen og Heidmann, 1990); mens der for LOOP 1 og 4 anvendes rodzonemodellen DAISY (Hansen et al. 1990), idet denne er bedst egnet på de lerede jorde med højt grundvandsspejl.

Udvaskningsberegning

Udvaskningsberegningerne er foretaget på baggrund af de modelberegnete vandafstrømninger og de målte koncentrationer.

4.3.3 Drænvandsanalyser

Formål

Drænvandsprogrammet er iværksat med det formål at bestemme den arealspecifikke næringsstofudledning via drænsystemer. Denne beregning kan foretages, hvor der er tale om veldefinerede drænoplande. Ofte er drænoplandet dårligt afgrænset; her kan imidlertid foretages en kvalitativ vurdering af næringsstofkoncentrationerne i drænvandet.

Drænvandsstationer

I lerjordsoplandene LOOP 1, Storstrøm, og LOOP 4, Fyn, er det vurderet, at henholdsvis ca. 70% og 50% af landbrugsarealet er drænet. I disse oplande er anlagt drænstationer på eksisterende drænsystemer i forbindelse med de 6 jordvandsstationer. Ved 3-4 drænstationer i hvert opland måles vandføringen automatisk; de automatiske stationer er monteret med 30° Thomson overfald og datalogger. Ved de øvrige stationer måles vandføringen manuelt en gang om ugen i perioder, hvor drænene er vandførende; vandføringen bestemmes herefter ved korrelation til de automatiske stationer.

Lerjordsoplandet LOOP 3, Vejle/Århus, er overvejende naturligt afdrænet; mens detaildræning fortrinsvis er begrænset til lavtliggende arealer. Her blev i forbindelse med LOOP-programmets etablering anlagt enkelt dræn på marker med jordvandsstationer. Fra 1993 er disse stationer udgået af måleprogrammet.

I sandjordsoplandet LOOP 2, Nordjylland, er anlagt 2 drænstationer på eksisterende drænsystemer, begge som automatiske stationer.

Der udtages drænvandsprøver til kemisk analyse en gang hver uge i perioder, hvor drænene er vandførende. Oversigt over analyseparametre er givet i bilag I.1.

4.3.4 Grundvandsundersøgelser

Formål

Formålet med grundvandsprogrammet er at overvåge en eventuel næringsstofudvaskning til de øvre, sekundære grundvandsforekomster og eventuelle ændringer i grundvandskvaliteten gennem tiden.

Grundvandsreder

I hvert opland er etableret 20-25 grundvandsreder. To grundvandsreder er placeret ved hver jordvandsstation, mens de øvrige grundvandsreder er fordelt i oplandet. En grundvandsrede består af 2-3 filtre placeret i 1,5 - 5,0 m's dybde. Der er i perioden 1989 og indtil sommeren 1991 foretaget reparation af grundvandsreder med utætte filtertoppe (*Grant et al. 1991*). Der udtages normalt prøver til kemisk analyse op til 6 gange årligt. Oversigt over analyseparametre er givet i bilag I.1.

Dybere borer

Endvidere foretages kemisk analyse på grundvand fra markvandingboringer (LOOP 2, 5, 6) og dybere borer (LOOP 1, 2, 4, 6). Dybden for disse borer varierer mellem 2 og 109 m. LOOP 1, 2 og 6 er placeret sammen med grundvandsovervågningsområder (GRUMO).

Pejleboringer

Ved jordvandsstationer og enkeltliggende grundvandsreder er

etableret pejleboringer i de sekundære grundvandsforekomster. Størstedelen af pejleboringerne er 5 - 7 m dybe, i LOOP 2 dog ned til 20 m dybe.

Formål

4.3.5 Vandløbsundersøgelser

Vandløbsundersøgelserne omfatter målinger af de vandkemiske forhold og vandføringen med det hovedformål, at få en bedre viden om koncentrationen og mængderne af næringsstoffer, der via overfladevand tabes fra landbrugsoplande. Specielt den tidsmæssige udvikling i næringsstoffabet er væsentligt at følge og sammenholde med de øvrige målinger i oplandet af udvaskningen og tabet via drænvand, samt de løbende interviewundersøgelser af ændringer i arealanvendelse og driftsforhold inden for landbruget.

Vandløbsstationer

I hvert opland er der etableret 2-5 vandløbsstationer. Afstrømningen af vand og tabet af næringsstoffer fra hele oplandet via vandløb måles som hovedregel ved en nedstrøms placeret station. I Barslund Bæk (LOOP 5) er der etableret to nedstrøms stationer som til sammen dækker hele oplandet. De øvrige vandløbsstationer er placeret opstrøms for hovedstationen og repræsenterer herved deloplande, typisk oplande til selvstændige vandløbsgrene. Ved hovedstationen(erne) foretages der manuelle målinger af vandføring (Q) og en kontinuerlig registrering af vandstanden til brug for beregning af døgnmiddelvandføringen. Ved de fleste andre stationer i oplandet måles vandføringen kun manuelt og døgnmiddelvandføringen beregnes ved Q-Q korrelation mellem stationen og en eller flere referencestationer. Ved alle stationer udtages vandprøver til kemisk analyse, som hovedregel en gang ugentligt i vinterperioden og hver anden uge i sommerperioden. En oversigt over analysevariable er givet i bilag I.1.

Beregning af tab fra det åbne, dyrkede land

I rapporten er der foretaget en beregning af næringsstoffabet fra det åbne, dyrkede land på følgende måde: Fra den målte totale transport af kvælstof og fosfor er fratrukket eventuelle bidrag fra punktkilder (rensingsanlæg, regnvandsbetingede udløb), samt bidraget fra den del af oplandet, der ikke er dyrket (naturbidraget). I tabet fra det åbne, dyrkede land indgår således landbrugsbidraget og bidraget fra spredt bebyggelse.

4.4 Biologiske Vandløbsundersøgelser

I lighed med de foregående tre år er der udført biologiske struktur- og procesundersøgelser i vandløbene i landovervågningsoplandene.

Formål

4.4.1 Biologiske strukturundersøgelser

For at vurdere effekten af en ændret næringssaltudvaskning på den biologiske struktur i små vandløb er der udført undersøgelser af bundlevende alger, bunddyr, makrofytter og fiskefauna i vandløbene i landovervågningsoplandene.

Bundlevende alger

Indenfor perioden marts til november 1992 er der, på i alt 9

strækninger af 25-200 m længde, foretaget intensive indsamlinger af bundlevende alger. Indsamlingerne er foretaget på henholdsvis finkornet sediment (7 stationer) og stenet substrat (2 stationer). Prøverne blev anvendt til bestemmelse af strækningens algebiomasse udtrykt som mg total klorofyl m^{-2} (for metode se *Rebsdorf et al., 1988* og *Grant et al., 1991*). Prøvetagningsintervallet varierede fra 6 til 56 dage, med størst hyppighed i prøvetagningen i forårsmånederne indtil maksimum i algebiomassen var passeret.

Bunddyr

Semikvantitative faunaprøver i form af standardiserede sparkeprøver (*Andersen et al., 1992*) er indsamlet mindst to gange årligt på 9 stationer. Stationerne er overvejende sammenfaldende med stationerne for indsamling af bundlevende alger. Oversigt over stationer og omfang af undersøgelserne findes i bilag I.2.

For at karakterisere bunddyrssamfundet på den enkelte station, blev bunddyrene inddelt i fire fødekategorier (iturivere, skrabere, samlere og rovdyr), der er baseret på morfologiske og adfærdsmæssige tilpasninger til fødeemner (*Cummins, 1973*). Hos visse arter er fødebiologien dog dårlig kendt og mange arter er ikke udelukkende tilknyttet én bestemt fødekategori, idet nogle er generalister, der udnytter de fødeemner, der er lettest tilgængelige. Inddelingen er foretaget på basis af den eksisterende viden om den enkelte arts dominerende ernæringsform og i nogle tilfælde har det været nødvendigt at dele en art mellem to fødekategorier. Desuden blev forureningsgraden (Viborg-indeks) for stationerne bestemt ud fra bunddyrenes diversitet og antal (*Andersen et al., 1992*), idet dyrene påvirkes af spildevandsudledninger, møddingvand og ajle m.v. gennem ændringer i fødeudbud, sedimentstruktur og iltkoncentration i vandløbet.

El-befiskning

I vandløbene i LOOP 1, 2, 3, 4 og 6 er der 1-2 gange årligt foretaget kvantitative el-befiskninger af 1-3 strækninger pr. vandløb (bilag I.3). I lighed med tidligere år er resultaterne sparsomme og vil ikke blive behandlet i nærværende rapport. Der henvises til amtskommunernes tekniske rapporter over LOOP-vandløbene.

Makrofytter

I LOOP 1, 2 og 6 er der foretaget en beskrivelse af dækningsgraden af makrofytter (bilag I.4). Da der ikke forekommer makrofytter i alle LOOP-vandløbene, vil disse resultater ikke blive behandlet i denne rapport, men der henvises til amtskommunernes tekniske rapporter for en uddybende beskrivelse af makrofyttudviklingen.



5. Landbrugspraksis

5.1 Indledning

Vandmiljøplanen

Med Vandmiljøplanens vedtagelse i 1987 blev der stillet krav til, at landmændene udarbejdede sædskifte og gødningsplaner, at 65% af det dyrkede areal skulle være "grønt" om efteråret og at opbevaringskapaciteten til husdyrgødning skulle øges.

Bedre udnyttelse af husdyrgødning

Udbygning af opbevaringskapaciteten skulle gøre det muligt i højere grad at udbringe husdyrgødningen om foråret, hvorved udnyttelsesgraden af husdyrgødningen kan forbedres. Når husdyrgødningen udbringes om vinteren vil en stor del af kvælstoffet udvaskes med overskudsnedbøren, mens ved udbringning i forårs- og sommermånederne vil husdyrgødningens næringsstoffer i højere grad være tilgængelig for afgrøderne. En forbedret udnyttelse af husdyrgødningen vil alt andet lige muliggøre et mindre forbrug af handelsgødning.

Formål

Formålet med dette års opgørelser er at beskrive virkningerne af Vandmiljøplanens tiltag på landbrugets gødningsforbrug og udnyttelsesgrad af husdyrgødning. Dette gøre dels ved at beskrive udviklingen i landbrugspraksis i landovervågningsoplandene fra 1990 til 1992 og dels ved at beskrive udviklingen i gødningsforbruget for hele landet i perioden fra 1984 til 1992.

Bæredygtigt landbrug

I forbindelse med handlingsplanen for et Bæredygtigt Landbrug trådte en række bekendtgørelser i kraft pr. 1. januar 1993. Opgørelserne i dette kapitel omfatter kun oplysninger frem til 1. januar 1993, hvorved ændringer i landbrugspraksis, som en følge af de nye bekendtgørelser, ikke er beskrevet.

5.2 Landbrugspraksis i landovervågningsoplandene

I de seks landovervågningsoplande interviewes landmændene om landbrugsdriften, herunder afgrødesammensætning, gødningsforbrug og husdyrhold. Interviewundersøgelsen gentages årligt og er nu gennemført i de seks oplande i fire år, hvilket gør det muligt at foretage opgørelser for tre driftsår; fra 1989/90 til 1991/92.

5.2.1 Oplandenes repræsentativitet

Tre sandjords- og tre lerjordsoplande

Landovervågningsprogrammet omfatter tre sandjords- og tre lerjordsoplande. Grovsandede jorder er repræsenteret med en større andel i de 6 oplande end i landet som helhed (51% mod 24% for landet); finsandede og lerblandede sandjorder er repræsenteret med en tilsvarende mindre andel (13% mod 38% for landet). De øvrige jordtyper er repræsentative.

Fordeling af bedriftstyper svarer til landsfordelingen

Andelen af kvægbrug, svinebrug, kvæg- og svinebrug og rene planteavlsbrug i oplandene er som gennemsnit repræsentativ for landet. Fordelingen har endvidere ikke ændret sig væsentlig fra

1990 til 1992. Størrelsesfordelingen af ejendommene i oplandene svarer ret nøje til landsgennemsnittet.

Husdyrtætheden er større i oplandene end for hele landet

Husdyrtætheden i oplandene er imidlertid større end for landet som helhed. I oplandene ligger den gennemsnitlige husdyrtæthed på 1,15 DE/ha, mens gennemsnittet for landet er 0,87 DE/ha i 1992.

5.2.2 Interviewundersøgelsens omfang

På basis af interviewundersøgelsen fra 1989 til 1992 er der foretaget en opgørelse af landbrugspraksis for driftsårene fra 1989/90 til 1991/92. Opgørelsen er foretaget for alle marker, der er omfattet af interviewundersøgelsen, dvs alle marker i oplandene plus en del marker uden for oplandene. Der kan indgå et forskelligt antal marker i forskellige opgørelser, idet manglende data eller normtal kan forhindre beregninger for de enkelte marker. Det maksimale antal marker og ejendomme til rådighed for opgørelsen er angivet i tabel 5.1. I dette kapitel referes til driftsårene som hele årstal.

Tabel 5.1 Omfanget af interviewundersøgelsen fra 1989 til 1992.

	1989	1990	1991	1992
Ejendomme	166	181	183	168
Marker	1103	1253	1310	1366
Areal (ha)	4119	4481	4736	4778
Husdyr (DE)	5556	5777	6104	6065

Forskellen i antal marker og ejendomme som er omfattet af undersøgelsen, skyldes hovedsageligt ændringer i amternes opgørelse samt manglende korrespondance mellem marknumre anvendt de forskellige år bl. a. som følge af omlægninger af markplaner på de enkelte ejendomme eller ændrede forpagtningsforhold mm. Antallet af marker vil generelt stige fra år til år p.g.a. underinddeling af marker.

Ændringer i omfanget af interviewundersøgelsen i 1992

Med det formål, at få så mange hele ejendomme med som muligt, blev der fra 1992 ændret i, hvilke marker i og uden for oplandene, der var omfattet af interviewundersøgelsen. Ved at alle marker fra husdyrbrugene er omfattet af interviewundersøgelsen, er det nu i højere grad muligt at afstemme den producerede husdyrgødning med udbragte mængder fra samtlige husdyrbrug. Ved sammenligning af udviklingstendenser er det følgerlig sikret, at det anvendte datamateriale og de anvendte opgørelsesmetoder er sammenlignelige. Opgørelserne af landbrugspraksis kan på grund af forskellen i husdyrtætheden ikke bruges til at beskrive niveauet af gødskning i hele landet, men materialet kan bruges til at belyse landbrugspraksis for forskellige typer af bedrifter, idet oplandene i denne henseende anses for at være repræsentative.

Opgørelsesmetoder

Opgørelsesmetoderne til landbrugspraksis følger generelt beskrivelsen i Andersen et al. (1992). Til opgørelse af udviklingstendensen i gødningspraksis er den anbefalede kvælstofmængde til

de enkelte marker beregnet på baggrund af Miljøstyrelsens normtal (Hansen, 1990). Til opgørelser af overgødskning på brug med stigende husdyrtætheder og for forskellige bedriftstyper i 1992 er den anbefalede kvælstofmængde beregnet på baggrund af normtal for økonomisk optimal gødskning fra *Håndbog for Plantedyrkning* (1992). Af ændringer i dette års opgørelser er, at Landskontoret for Planteavl har sat normtallene for nyttevirkningen af husdyrgødningen op. Disse ændringer er beskrevet i *Håndbog for plantedyrkning* (1992). I dette års forskellige beregninger er det angivet hvilket normtal der er brugt.

*Handelsgødningsforbruget
131 kg N/ha i 1992*

5.2.3 Gødningsforbruget i landovervågningsoplandene
Gødningsforbruget for hver type gødning samt det gennemsnitlige forbrug for de seks oplande i 1992 er vist i tabel 5.2. Heraf fremgår at handelsgødningsforbruget i 1992 er 131 kg N/ha for de seks oplande, hvilket svarer til forbruget for hele landet.

Til markerne i de seks oplande er der gennemsnitlig tildelt 112 kg N/ha som husdyrgødning inklusiv udbinding. Dette er i rimelig overensstemmelse med den producerede mængde på 120 kg N/ha beregnet ud fra husdyrtætheden på 1,15 DE/ha og ved at 1 DE har en gennemsnitlig gødningsproduktion på ca. 104 kg N ab lager (Danmarks Statistik, 1993a). Husdyrtætheden for landet som helhed er 0,87 DE/ha i 1992 (Danmarks Statistik, 1993b), hvilket er 32% lavere end i landovervågningsoplandene.

Afgrødefordeling

5.2.4 Afgrødefordeling og grønne marker
Afgødefordelingen i de seks oplande og for hele landet vises i Tabel 5.3. Arealet med vårkorn, vinterkorn og græsarealer steg nogle få procent fra 1990 til 1992 og arealet med rodfrugter og frøafgrøder i de seks oplande faldt tilsvarende. I forhold til hele landet er der mindre vårkorn, vinterkorn og vedvarende græs og tilsvarende større arealer med rodfrugter og græs i omdrift i oplandene. Afvigelseerne i afgødefordelingen skyldes primært en større husdyrtæthed i oplandene sammenlignet med hele landet. Arealer med braklægning er ind til 1992 endnu kun ringe udbredt.

Lovkravet til grønne marker

Kravet til grønne marker er, at 65% af dyrkningsarealet på landbrugsbedrifter over 10 ha skal være "grønt" om efteråret i perioden fra høst og indtil 20. oktober. Reglerne for hvilke afgødetyper der kan gælde som grønne marker er fastsat i Landbrugsministeriets bekendtgørelse nr. 655 af 9. oktober 1987. Afgøder som kan indgå i grønne marker omfatter vinterkorn, fodermajs, rodfrugter, frøgræs, sene frilandsgrønsager samt frugt og bærekulturer. Desuden kan græsmarksafgrøder, hvor pløjning finder sted efter 20. oktober medtages som grønne marker. Op til 20% af arealet, som indgår i grønne marker, kan erstattes med nedmuldning af halm. I de seks landovervågningsoplande udgør andelen af grønne marker 69% af arealet og opfylder dermed lovkravet om at 65% af landbrugsarealet skal være "grønt" om efteråret.

69% grønne marker i oplandene

Tabel 5.2 Gødningsforbruget og husdyrtrykket i de seks landovervågningsoplande i 1992.

	Lerjordsoplande			Sandjordsoplande			
	Storstrøm	Fyn	Vejle/Århus	Nordjyl.	Ringk./Viborg	Sønderjyl.	LOOP 1-6
Handelsg. (kg N/ha)	142	135	119	118	163	129	131
Husdyrg. + udbinding (kg N/ha)	33	70	114	182	57	137	112
Husdyrtæthed (DE/ha)	0,37	0,67	0,94	1,60	0,54	1,77	1,15

Tabel 5.3 Afgrødefordelingen i de seks landovervågningsoplande fra 1990 til 1992 og for hele landet i 1992.

	Vårkorn	Vårkorn + udlæg	Vinterkorn	Bælgsæd	Rodfrugt	Froafgr.	Græs i omdrift	Vedv. græs	Andet
Landovervågningsoplandene									
Afgrødefordeling 1990 (%)	19,8	6,2	23,5	7,7	13,5	7,6	15,8	5,7	0,3
Afgrødefordeling 1991 (%)	21,4	4,7	26,6	6,3	12,6	7,7	15,5	4,4	0,9
Afgrødefordeling 1992 (%)	21,3	4,4	26,8	5,7	11,1	6,3	17,4	3,7	3,3
Hele landet									
Afgrødefordeling 1992 (%)	27,7	3,8	29,5	4,4	8,0	9,8	9,2	7,3	

20% lavere høst i 1992

5.2.5 Høstudbyttet

Det gennemsnitlige høstudbytte i de seks landovervågningsoplande var ca. 20% lavere i 1992 end i 1991. Værst gik det for vårkorn og vårkorn med udlæg, hvor den høstede kvælstofmængde var henholdsvis 48% og 39% lavere i 1992 end i 1991. Høstudbyttet for de øvrige afgrøder var mellem 9 og 17% lavere i 1992 end i 1991.

For hele landet var høsten i 1992 ca. 17% lavere end gennemsnittet af de 5 tidligere år. Høstudbyttet for korn, foderroer og græsarealer var henholdsvis 23%, 6% og 13% lavere i 1992 end i 1991. Værst gik det også her for vårbyg med en nedgang på 34% i forhold til 1991 (*Danmarks Statistik, 1993c*)

Opgørelse af N balance

5.2.6 Forholdet mellem tilført og høstede kvælstofmængder

For at belyse udvaskningspotentialt for det kvælstof, der opbygges i jorden ved normal landbrugspraksis, er balancen mellem tilført gødning og høstede kvælstofmængder fra markerne beregnet. Tilført gødning defineres i denne sammenhæng som tilført handelsgødning + tilført husdyrgødning inklusiv udbinding. Afgrødernes kvælstofindhold er beregnet efter normtallene i *Vilhelm og Nielsen (1990)*. Balancen giver ikke umiddelbart et udvaskningstal, idet overskydende kvælstof dels tabes ved denitrifikation og dels indgår i jordens omsætningspuljer. Imidlertid giver balancen et billede af tabspotentialt.

Problemer med udbytteopgørelse

Opgørelsen er foretaget for arealer med vårkorn, vårkorn med udlæg, vinterkorn, rodfrugter, græs i og uden for omdrift. Opgørelsen er mest usikker for afgrøder, hvor afgrøden, afgrøderesten eller en evt. efterafgrøde anvendes til foder. Dette skyldes, at selvom alle udbytter skal indberettes som bruttoudbytter, er det usikkert, hvorvidt disse udbytter er brutto- eller nettoudbytter, og usikkerhed om hvorvidt hele udbyttet er oplyst, hvor der er taget flere gange slet og evt. afgræsning af en afgrøde. Balancen kan følgelig undervurdere fraførslen især for græsafgrøder og korn med udlæg.

Balancerne for 1991 og 1992

I tabel 5.4 er kvælstofbalancerne detaljeret beskrevet for 1992 mens der for 1991 er vist et sammendrag. I 1992 blev tilført i alt 243 kg N/ha, mens der med høstede afgrøder blev fjernet 119 kg N/ha. Til sammenligning skal anføres, at der i 1991 blev høstet 153 kg N/ha. På grund af den dårlige høst i 1992 er der derfor en væsentlig kvælstofmængde, som er i overskud i marksystemet, hvoraf en stor del sandsynligvis vil blive udvasket fra rodzonen. Som forventet er forholdet mellem høstet kvælstof og tildelt kvælstof størst for kornafgrøderne og mindst for rodfrugter, som traditionelt får mest husdyrgødning.

Tabel 5.4 Gødningstildelinger til afgrødegrupper i de seks landovervågningsoplande samt anbefalet mængde og høstet i 1992 og den procentvise høstet kvælstofmængde i forhold til tilført gødning i 1992 og 1991.

	Vårkorn	Vårkorn + udlæg	Vinterkorn	Rodfrugt	Græs omd.	Vedv. græs
marker areal (ha)	338	70	272	99	274	89
areal (%)	1017	212	1282	416	831	176
	21,6	4,9	25,2	10,2	17,3	4,3
Handelsgødning (kg N/ha)	102	97	151	106	158	116
Husdyrgødning (kg N/ha)	68	128	89	215	112	22
Udbinding (kg N/ha)	3	15	0	0	46	134
Anbefalet mængde (kg N/ha)	120	151	168	148	-	-
Effektivt tildelt N (kg N/ha)	119	143	184	191	-	-
1992						
Total tildelt (kg N/ha)	172	240	240	321	317	272
Høstet (kg N/ha)	64	90	139	132	165	129
Høstet/tildelt x 100 (%)	38	43	56	48	56	54
Tildelt-høstet 1992 (kg N/ha)	103	118	102	147	133	111
1991						
Tildelt-høstet 1991 (kg N/ha)	20	50	59	164	135	94

7%'s stigning i forårs-/sommerudbringning af husdyrgødning

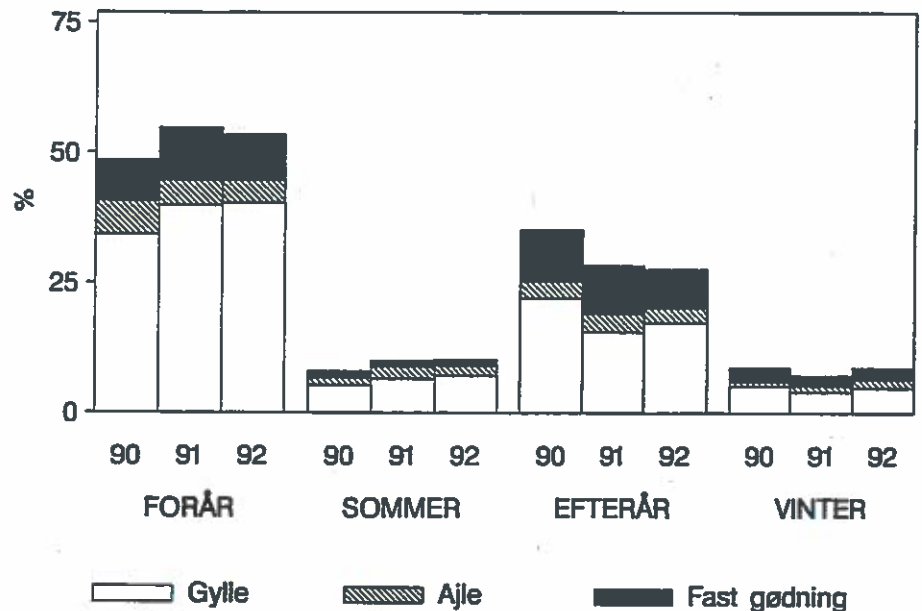
5.2.7 Udbringningstider for husdyrgødning

Den sæsonmæssige udbringning af husdyrgødning i de seks oplande er vist i figur 5.1 for 1990 til 1992. Opgørelsen er for udbragt husdyrgødning uden den gødningsmængde der efterlades ved afgræsning. Heraf ses at den største husdyrgødningsmængde gives i forårsmånederne. I 1992 blev der således udbragt 58% af gyllen i forårsmånederne, 26% om efteråret og kun 6% om vinteren. Fra 1990 til 1992 steg forårsudbringningen fra 48 til 53% af den samlede udbringning af husdyrgødning og sommerudbringningen steg fra 8 til 10%. Således er forårs-/sommerudbringningen i alt steget fra 56% i 1990 til 63% i 1992.

33% af husdyrbrugene med mere end 31 DE opfylder lovkrauet

5.2.8 Opbevaringskapaciteten for gylle

Det aktuelle krav til opbevaringskapacitet er 9 måneder for ejendomme med mere end 31 DE og trådte i kraft d. 31. december 1992. I de seks landovervågningsoplande opfyldte 33% af ejendommene med mere end 31 DE dette krav, mens 74% af ejendomme med mere end 31 DE havde en opbevaringskapacitet på over 6 måneder. Af tabel 5.5 fremgår, at ejendomme med en opbevaringskapacitet på over 9 måneder ikke konsekvent har en større forårs-/sommerudbringning af husdyrgødning. Dette forhold må ses i sammenhæng med en væsentlig større husdyrtæthed for disse ejendomme.



Figur 5.1 Udbringningstider for husdyrgødning fra 1990 til 1992.

Tabel 5.5 Fordelingen af ejendomme med mere end 31 DE efter opbevaringskapacitet for gylle.

	< 6 mdr.			6 - 9 mdr.			> 9 mdr.		
	90	91	92	90	91	92	90	91	92
Antal ejendomme	15	12	10	22	20	16	8	13	13
Marker	180	112	125	289	305	247	82	148	141
Areal (ha)	785	453	634	1053	1073	775	299	608	550
DE/ha	1,7	2,6	1,9	2,0	1,7	1,9	2,1	2,5	2,5
% forår-/sommerudbr. af husdyrg.	57	70	78	56	67	62	66	74	71

5.2.9 Udviklingstendenser i tildelte kvælstofmængder i forhold til anbefalede

5.2.9.1 Opgørelsesmetode

En beskrivelse af udviklingstendenser i landbrugspraksis kan ansues på flere måder. En aktuel synsvinkel er at vurdere landbrugets gødningspraksis i forhold til landbrugets aktuelle anbefalinger. Da anbefalingerne til landbruget i disse år ofte ændres samtidig med, at det tager en vis periode inden ændringerne slår igennem i praksis, vil en aktuel synsvinkel kun i ringe grad beskrive hvad der reelt sker i praksis. I stedet er der anvendt en konservativ synsvinkel til at beskrive ændringer i landbrugspraksis, hvor de samme normtal og opgørelsesmetoder anvendes over alle tre driftsår. Anbefalede mængder er efter Hansen (1990) med de justeringer der er beskrevet i Andersen et al. (1992). Således er f.eks den anbefalede kvælstofmængde til vinterraps sat til 240 kg N/ha i alle tre driftsår, selvom anbefalingerne er ændret til 200 kg N/ha i 1992 (Håndbog for plantedyrkning, 1992). Ved beskrivelse af udviklingstendenser er desuden anvendt normtal for nyttevirkning fra 1991 i alle tre driftsår (Håndbog for plantedyrkning, 1991). Dog er N-prognosens anbefalinger fulgt hvert år.

Ændringer i landbrugspraksis

Fire afgrødegrupper

Opgørelserne er lavet for fire afgrødegrupper; vårkorn, vinterkorn, rodfrugter og frøafgrøder. Rodfrugter omfatter fabriksroer og fodersukkerroer, men ikke kartofler. Grunden til at disse fire afgrødegrupper er opgjort for sig selv er, at gødningstildelinger og anbefalede mængder for græsafgrøder er meget svær at definere. Det er f.eks. svært at opgøre en udnyttelsesgrad af den husdyrgødning, der efterlades ved afgræsning. Da mange græsarealer anvendes som en kombination af græsningsarealer og sletafhøstning vil en opgørelse af udnyttelsesgraden blive ugenomsommeligt. Desuden er det ofte problematisk at fastsætte den anbefalede mængde til græs ved afgræsning, da nogle arealer kun afgræsses i korte perioder. De fire afgrødegrupper udgør til sammen 66%, 69% og 66% af landbrugsarealet i oplandene for henholdsvis 1990, 1991 og 1992.

Relativ ændring i afgrødefordelingen; Arealet med roer og frøafgrøder bliver mindre

5.2.9.2 Landbrugspraksis i opgørelse af udviklingstendenser

Datamaterialet til opgørelse af udviklingstendenser i landbrugspraksis er vist i tabel 5.6. Heraf fremgår, at i perioden fra 1990 til 1992 ændres den relative fordeling af de fire afgrødegrupper, således at arealet med roer falder 4% og frøafgrøder 2%, mens arealer med vinterhvede og vårkorn stiger tilsvarende. Den anbefalede kvælstofmængde falder med 5 kg N/ha i perioden. Fra 1990 til 1992 stiger tildelingen af husdyrgødning med 6 kg N/ha, som opvejes af en nedgang i handelsgødningsforbruget på 10 kg N/ha.

Tabel 5.6 Data til beskrivelse af udviklingstendensen i tildelt gødning i forhold til de anbefalede mængder for 4 afgrødegrupper i perioden fra 1990 til 1992.

	1990	1991	1992
marker areal	684	795	877
	2734	3171	3300
<i>Afgrødefordeling</i>			
vårkorn (%)	30,8	31,3	32,5
vinterkorn (%)	36,5	39,0	40,9
roer (%)	20,9	18,4	17,0
frøafgrøder (%)	11,8	11,3	9,6
areal af total (%)	64,4	68,3	65,5
<i>Gødningstildelinger</i>			
handelsgødning (kg N/ha)	139	134	129
husdyrgødning (kg N/ha)	91	94	97
total tildelt (kg N/ha)	230	228	226
<i>Udnyttelse af gødning</i>			
anbefalet mængde (kg N/ha)	155	154	150
effektivt tildelt N (kg N/ha)	172	169	165
total tildelt-anbef. (kg N/ha)	75	74	76
nyttevirkning (%)	35,7	37,2	37,5 ¹⁾
udnyttelsesgraden af husdyrg. (%)	17,6	21,3	21,6

¹⁾ Nyttevirkningen opgjort efter nye normtal er 44,8% i 1992.

5.2.9.3 Nytttevirkning af husdyrgødningens kvælstof

Nytttevirkningen af kvælstoffet i husdyrgødningen er et tal for hvor meget af husdyrgødningens kvælstof, der kan erstatte tilførsel af handelsgødning. Når der tildeles kvælstof som husdyrgødning, vil en del af kvælstoffet være organisk bundet og ikke umiddelbart tilgængeligt for planterne. En del af husdyrgødningens uorganiske kvælstof vil fordampe ved udbringning, og resten af det uorganiske kvælstof vil i princippet være til nytte for afgrøderne.

Nytttevirkning ved udbringning

Nytttevirkningsprocenten afhænger af udbringningstidspunktet. Relative lave værdier fremkommer, når udbringningen foregår om efteråret eller vinteren, fordi en del af husdyrgødningens uorganiske kvælstof bliver udvasket med overskudsnedbøren. Omvendt er nytteværdien relativ høj om foråret og sommeren, hvor der normalt ikke sker nogen afstrømning fra rodzonen.

Nytttevirkning af forskellige typer af husdyrgødning

Nytttevirkningen opgives i pct. af husdyrgødningens total kvælstof og procenten er højest for ajle, hvor indholdet af uorganisk kvælstof er høj, og lavest for fast gødning, som har et relativt lavt indhold af uorganisk kvælstof.

En opgørelse over den gennemsnitlige nyttevirkning af husdyrgødningen er derfor et udtryk for, på hvilket tidspunkt af året husdyrgødningen er udbragt. Nytttevirkningen giver ikke nogen information om, hvor meget handelsgødning der kan gives oven i husdyrgødningen og heller ikke nogen information om overgødskningens størrelse eller om landmændenes evne til at udnytte husdyrgødningens kvælstofindhold. Derimod er det en forudsætning, at den gennemsnitlige nyttevirkning er høj, for at landmanden kan reducere handelsgødningsforbruget.

Nytttevirkningen steg 2%

I landovervågningsoplandene er den gennemsnitlige nyttevirkning af udbragt husdyrgødning henholdsvis 36%, 37% og 38% opgjort for de fire afgrødegrupper for årene 1990, 1991 og 1992. Udviklingstendensen fra 1990 til 1992 er altså en stigning på 2%, hvilket afspejler, at den procentvise stigning i forårs-/sommerudbringning af den totale husdyrgødningsmængde er 7% i samme periode. Den effektive kvælstoftildeling opgøres som handelsgødningen plus nyttevirkningen af husdyrgødningen. Da handelsgødningsforbruget faldt med 10 kg N/ha og nyttevirkningen steg ca. 2%, falder den effektive kvælstoftildeling med 7 kg N/ha i perioden (Tabel 5.6).

Nytttevirkning 46% med nye normtal

Den gennemsnitlige nyttevirkning af udbragt husdyrgødning udregnet med de nye normer for nyttevirkning (*Håndbog for plantedyrkning, 1991*) er 45% for 1992. Grunden til at dette tal er relativt højt er, at normtallene for nytteværdien af husdyrgødningen er sat op (*Håndbog for plantedyrkning, 1992*). De største stigninger i normtallene er for ajle, generelt med 20 til 30% ved udbringning i vinter-, forårs- og forsommermånederne, men også normerne for gylle er sat væsentlig op. Ændringerne i normtallene viser, at der i landbruget arbejdes med at øge udnyttelsen af husdyrgødningen. Disse normtal gør det muligt for den enkelte

landmand at planlægge sin drift med et mindre forbrug af handelsgødning.

Overgødskning

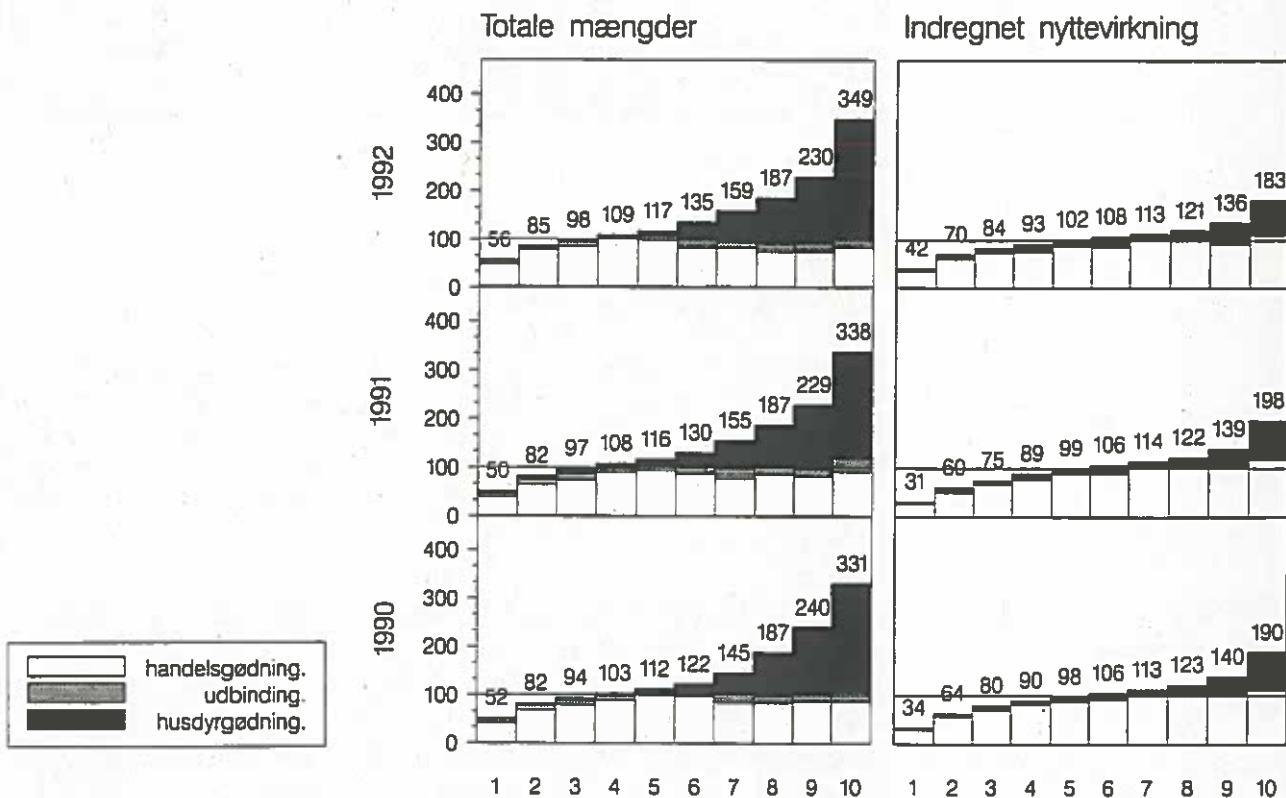
På 20-30% af arealet gødskes der over den anbefalede mængde

5.2.9.4 Tildelt gødning i forhold til de anbefalede mængder

Nyttevirkningen af husdyrgødningen plus handelsgødningstildelingen anvendes når overgødskningen skal vurderes i forhold til de anbefalede mængder.

For alle marker i opgørelsen er der foretaget en beregning af det samlede gødningsniveau i forhold til de anbefalede mængder for økonomisk optimal gødskning for fire afgrødegrupper. På højre side af figur 5.2 vises den tildelte gødningmængde, hvor husdyrgødningens kvælstofmængde er opgjort som nyttevirkningen og det samlede areal er inddelt i 10 arealfraktiler. Denne figur giver et billede af overgødskningens størrelse for de fire afgrødegrupper i landovervågningsoplandene. Hvis der i landbruget gødskes som anbefalet i forhold til det økonomisk optimale ville søjlerne give 100%. I den anbefalede kvælstofmængde tages der ikke hensyn til meget lokale forhold, som f.eks. udbyttensniveauet inden for en enkelt bedrift. Gødningstildelingen inden for en margin på ca. 10% af den anbefalede værdi anses derfor at være inden for det anbefalede område. Af figuren ses at for 10% af arealet gødskes der 83% over det anbefalede i 1992 og for de næste 10% af arealet gødskes der 36% over det anbefalede. Fra 1990 til 1992 er der en lille forbedring i fordelingen af overgødskningen på de fire afgrødegrupper.

Alle marker: Tildelt/anbefalet N (%)



Figur 5.2 Tildelte kvælstofmængder i forhold til anbefalede mængder for afgrødegrupperne vårkorn, vinterkorn, rodfrugter og frøafgrøder, fordelt på 10 arealfraktiler efter stigende gødningstildeling. Opgørelsen viser udviklingstendensen fra 1990 til 1992.

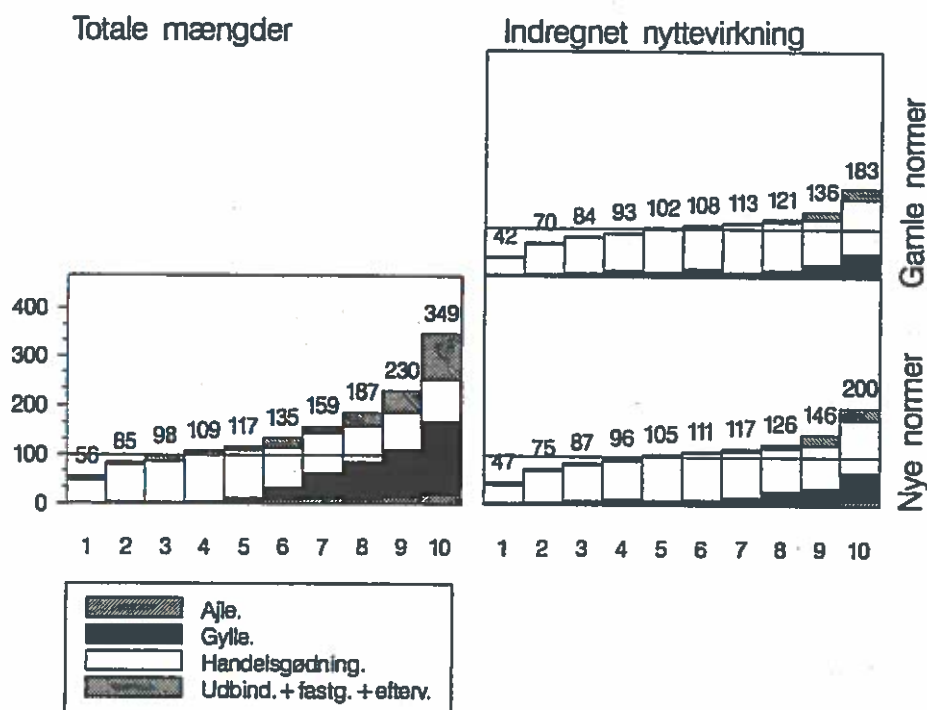
Total gødningstildeling/anbefalede mængder

Til sammenligning viser venstre side af figur 5.2 den totale gødningstildeling i forhold til den anbefalede mængde. Denne del af figuren er et billede af, hvor meget kvælstof der totalt tildeles dyrkningssystemet i forhold til den anbefalede mængde, og viser den relative kvælstofmængde der potentielt kan udvaskes. Procentandelene viser ikke graden af overgødskningen, da en del af den totale tilførte kvælstof i husdyrgødningen er organisk bundet.

Stigende overgødskning p.g.a. nye normtal

I figur 5.3 vises den samme opgørelse med de nye normtal for nyttevirkning af husdyrgødningen fra 1992. Heraf ses, at der sker en stigning i overgødskningen, som alene skyldtes at normtallene for nyttevirkningen af husdyrgødningen er sat op. Selvom de nye normtal for nyttevirkningen kom i 1991, må det forventes en vis periode, inden landbruget har indarbejdet disse i deres gødningspraksis.

Alle marker: Tildelt/anbefalet N (%) 1992

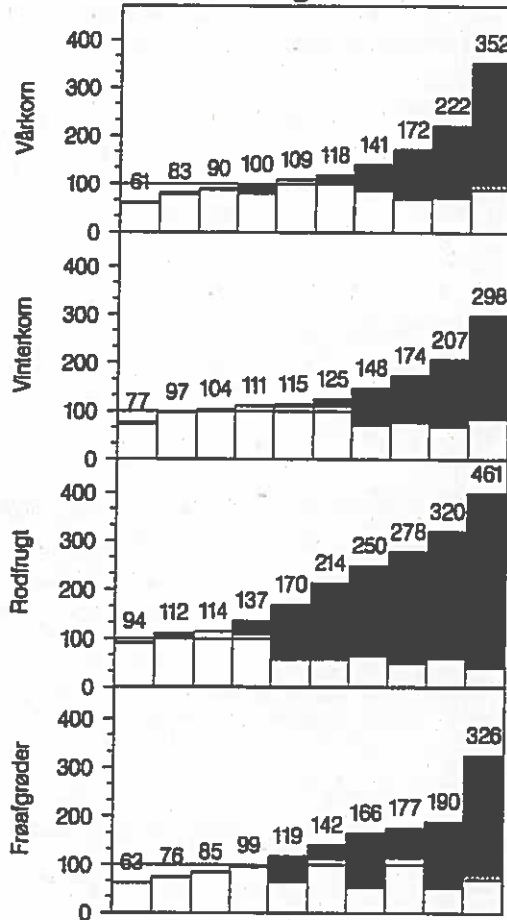


Figur 5.3 Tildelte kvælstofmængder i forhold til anbefalede mængder for afgrødegrupperne vårkorn, vinterkorn, rodfrugter og frøafgrøder, fordelt på 10% arealfraktiler efter stigende gødningstildeling. Opgørelsen gælder for 1992. Nyttevirkningen af tilført gødning er opgjort med henholdsvis nye og gamle normtal. Husdyrgødningen er endvidere opdelt efter type.

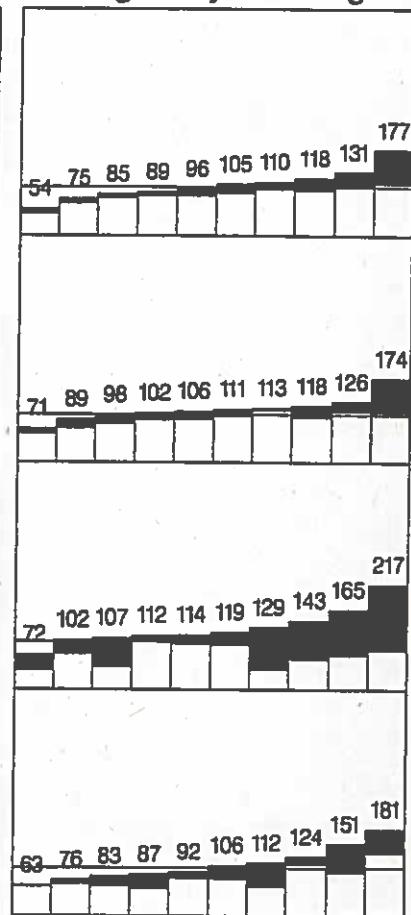
Gødningstype i relation til overgødskning

I figur 5.3 er nyttevirkningen af husdyrgødningen opdelt i forskellige typer af husdyrgødning, henholdsvis gylle, ajle og udbinding + fast gødning + eftervirkning. Figuren viser, at tildelingen af gylle og handelsgødning alene medfører en overgødskning på 66% på 10% af arealet. Desuden viser figur 5.2 og 5.3, at på en stor del af landbrugsarealet i opgørelsen tildeles den anbefalede gødningsmængde stort set som handelsgødning, hvorved husdyrgødningens nyttige kvælstof er i overskud. For at vende

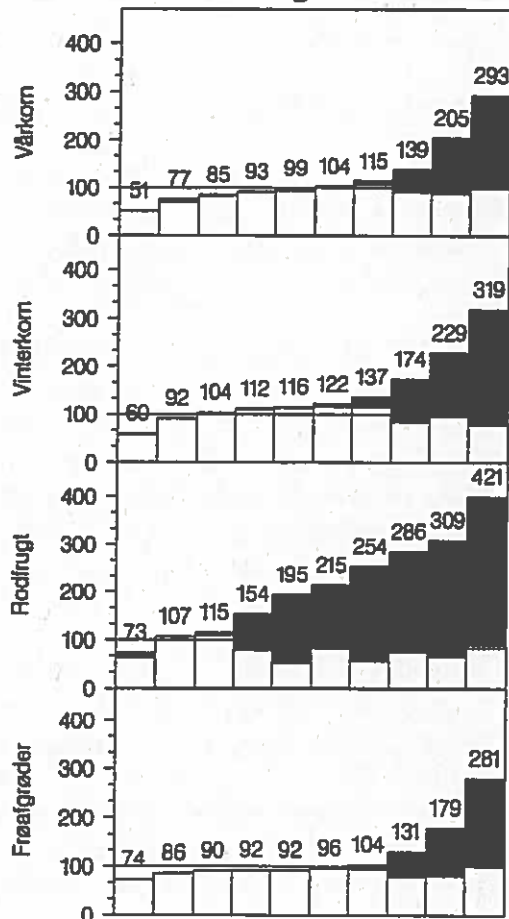
Tildelt/anbefalet N (%) 1992
Totale mængder



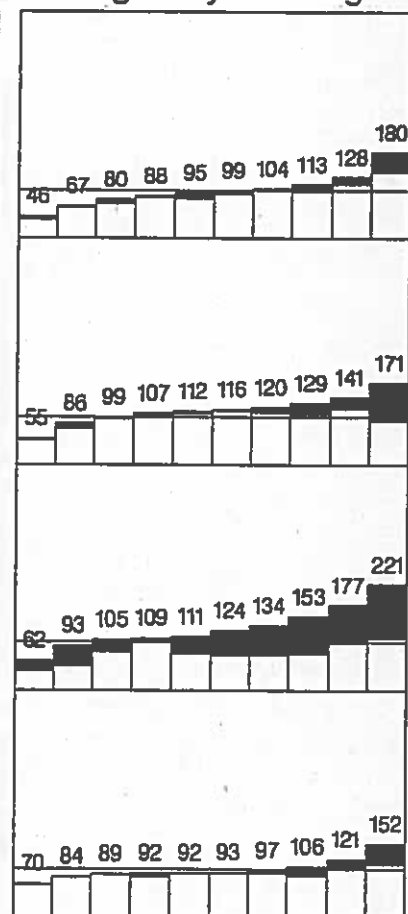
Indregnet nyttevirkning



Tildelt/anbefalet N (%) 1990
Totale mængder



Indregnet nyttevirkning



Figur 5.4 Tildelte kvælstofmængder i forhold til anbefalede mængder for fire afgrødegrupper for henholdsvis 1990 og 1992.



dette må husdyrgødningens nyttige kvælstof indgå som en større andel af den anbefalede mængde og handelsgødningsforbruget tilsvarende reduceres.

Stor overgødskning til rodfrugter

I figur 5.4 vises en opgørelse af tildelt gødning i forhold til anbefalede mængder fordelt på fire afgrødegrupper, henholdsvis vårkorn, vinterkorn, rodfrugter og frøafgrøder for årene 1990 og 1992. Af figurene fremgår, at der til rodfrugter er den største overgødskning, hvor der ca. tildeles dobbelt så meget gødning som det anbefales på 10% af arealet. Denne afgrødegruppe får også langt de største tildelinger af husdyrgødning. Udviklingstendensen fra 1990 til 1992 viser en større overgødskning til frøafgrøder som tildels modsvares af en lavere overgødskning til rodfrugter i 1992 sammenlignet med 1990.

5.2.9.5 Udnyttelsesgraden af husdyrgødningens kvælstof

Udnyttelsesgraden af husdyrgødning udtrykker hvor stor en procentandel af den anbefalede kvælstofmængde, der udgøres af husdyrgødningens kvælstof og beregnes som:

$$\frac{\text{Anbefalet kvælstofmængde} - \text{Handelsgødningskvælstoffet}}{\text{Husdyrgødningens totale kvælstofmængde}} \times 100$$

Lav, men en lille stigning, i udnyttelsen af husdyrgødningen

Udnyttelsesgraden er derfor en vigtig parameter til at udtrykke, hvor godt husdyrgødningen anvendes. For fire afgrødegrupper: Vårkorn, vinterkorn, rodfrugter og frøafgrøder er den gennemsnitlige udnyttelsesgrad af husdyrgødningen i forhold til den anbefalede mængde ca. 18% i 1990 og ca. 22% i 1992. Der er således en lille forbedring i udnyttelse af husdyrgødningen for de fire afgrødegrupper i løbet af de 3 år, men udnyttelsesprocenterne er stadig relativt lave.

5.2.9.6 Forholdet mellem udbragt gødning og anbefalede mængder

Forskellen mellem udbragt gødning og de anbefalede mængder

Betragtes forskellen mellem udbragt gødning og de anbefalede mængder findes et overskud af kvælstof, som er betinget af landbrugspraksis. Fra 1990 til 1992 er denne kvælstofmængde stort set ens for de fire afgrødegrupper.

5.2.9.7 Samlet vurdering af udviklingen i landbrugspraksis

Udviklingen i landbrugspraksis

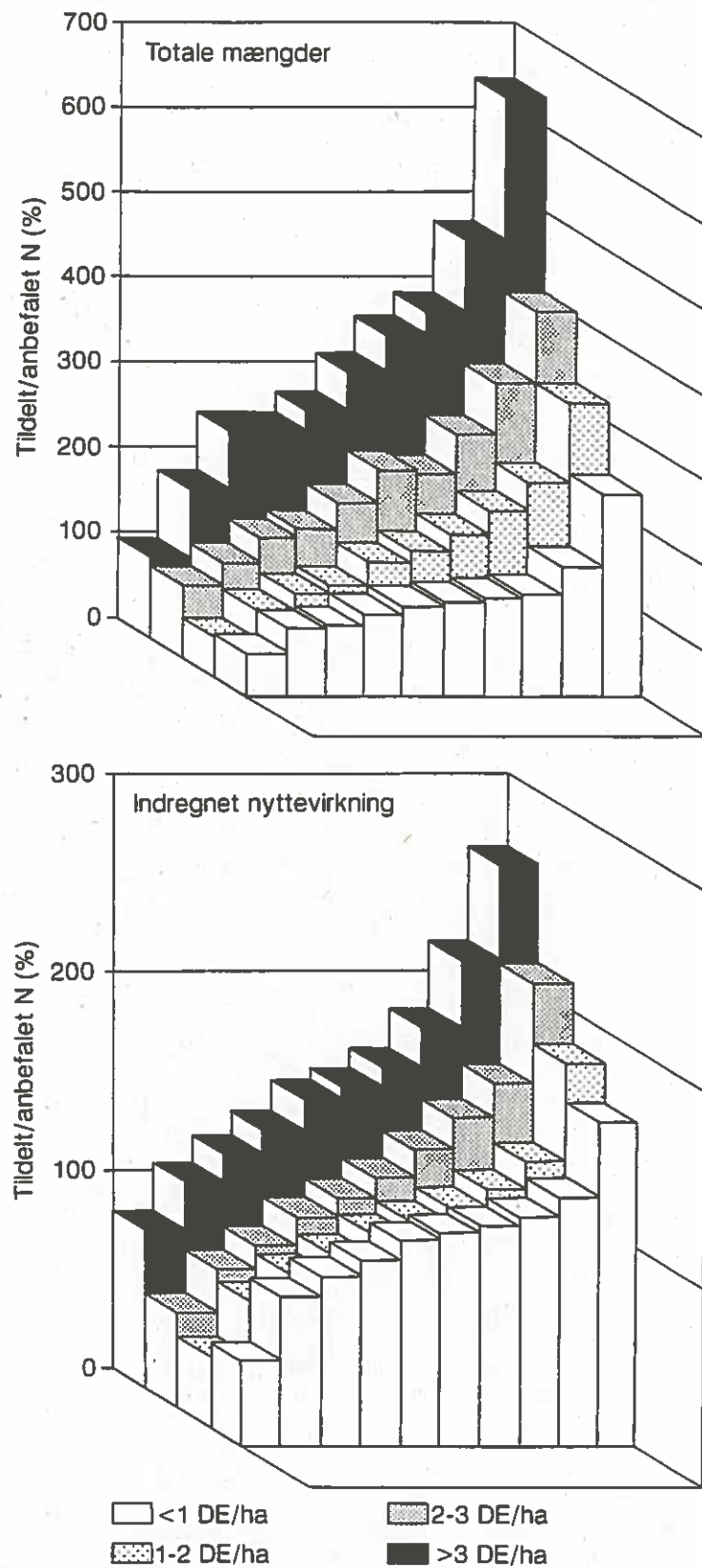
Fra 1990 til 1992 steg forårs-/sommerudbringningen af husdyrgødning fra 56% til 63%, hvilket medførte en lille stigning i nyttevirkningen af husdyrgødningen. Med stigningen i nyttevirkningen reduceredes handelsgødningsforbruget således, at der er en lille forbedring i udnyttelsen af husdyrgødningen, mens overgødskningen stort set er den samme i hele perioden.

5.2.10 Overgødskning

Overgødskning i forhold til ejendomme med stigende husdyrtryk

Til at beskrive overgødskningen på ejendomme med en stor husdyrtæthed i 1992 er tildelte kvælstofmængder opgjort i forhold til de anbefalede mængder for ejendomme grupperet efter husdyrtæthed. Denne opgørelse er illustreret i figur 5.5. Der ses en klar sammenhæng mellem stigende husdyrtætheder og en stigning i overgødskningen. Ejendomme med høj husdyrtæthed viser langt den største overgødskning. Husdyrbrug med husdyrtæt-

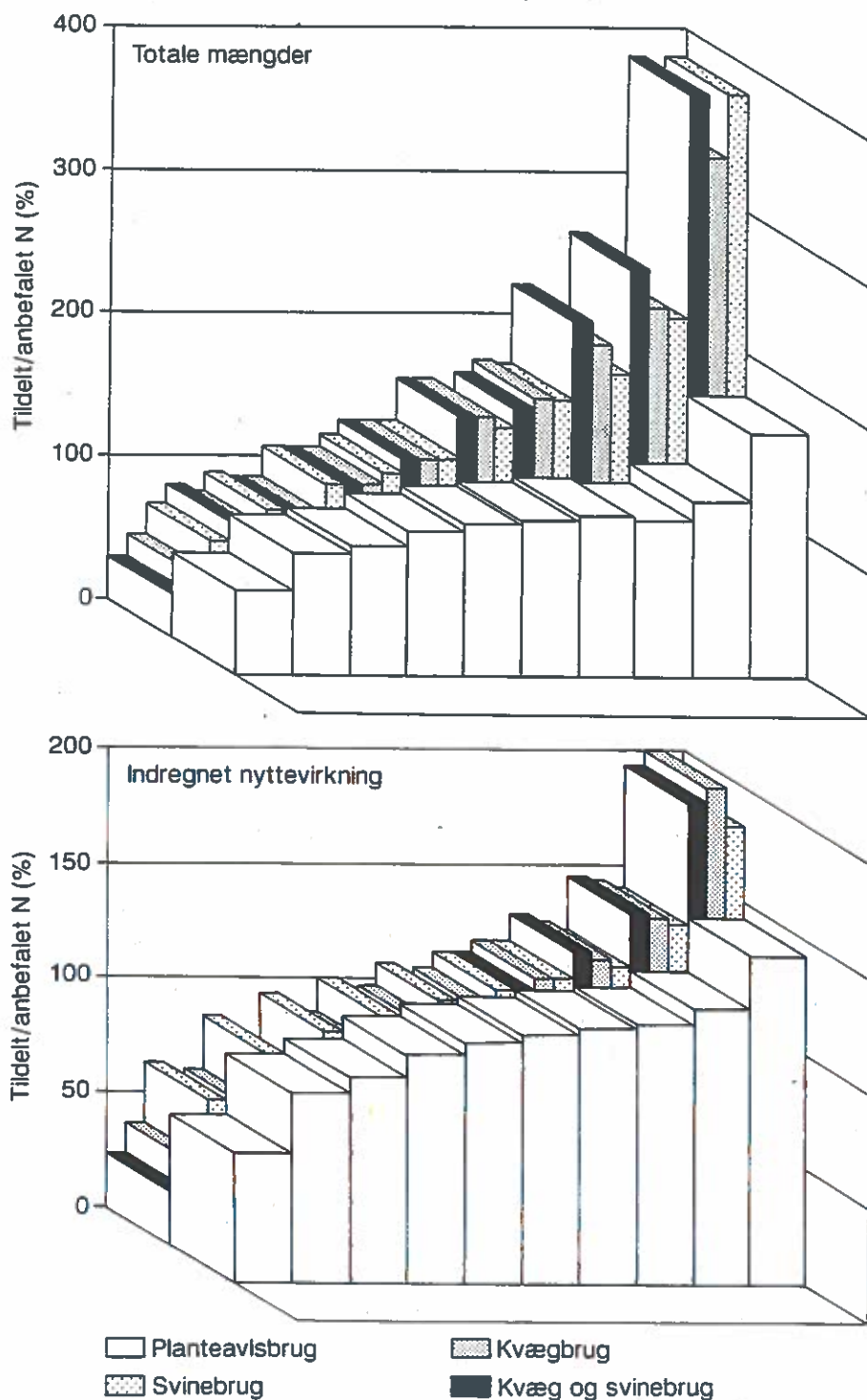
heder på over 2 DE/ha gødsker over det økonomisk optimale på over 40% af deres areal og for brug med mere end 3 DE/ha overgødskes 163% på 10% af arealet. I opgørelsen er der anvendt normer for nyttevirkning fra 1991. Datamaterialet til figuren er vist i Bilag II.1.



Figur 5.5 Tildelte kvælstofmængder i forhold til anbefalede mængder for samtlige arealer inden for fire ejendomsgrupper med stigende husdyrtæthed.

Overgødskningen i forhold til forskellige bedriftstyper

Til at beskrive overgødskningen på forskellige bedriftstyper i 1992 er tildelte kvælstofmængder opgjort i forhold til de anbefalede på bedriftstyperne: kvæg- og svinebrug, kvægbrug, svinebrug og rene planteavlsbrug. Opgørelsen er vist i figur 5.6 og viser at langt den største overgødskning er på kvæg- og svinebrugene samt kvægbrugene, som har en gennemsnitlig overgødskning på henholdsvis 93% og 100% på 10% af deres areal. Den mindste overgødskning er på planteavlsbrugene med ca. 40% på 10% af arealet. I opgørelsen er der anvendt normer for nyttevirkningen fra 1991. Datamaterialet til figuren er vist i Bilag II.2.



Figur 5.6 Tildelte kvælstofmængder i forhold til anbefalede fordelt efter bedriftstype.

5.3 Gødningsforbruget for hele landet fra 1984 til 1992

Gødningsforbruget i landbruget følger ændringer i afgrødesammensætningen, hvor afgrøder som f.eks. vinterhvede og foderroer kræver en større kvælstoftilførsel end vårbyg. Ændringer i typer og antallet af husdyr kan påvirke fordelingen mellem forbruget af handelsgødning og husdyrgødning og kan desuden medføre ændringer i afgrødefordelingen.

Udvikling i forbruget af handelsgødning fra 1984 til 1992

Ved at betragte udviklingen i det anbefalede gødningsbehov i forhold til udviklingen i gødningsforbruget kan det reelt vurderes om handelsgødningens andel af det anbefalede gødningsbehov falder. Derfor er handelsgødningsforbruget, det anbefalede gødningsbehov samt handelsgødningsforbruget i % af det anbefalede gødningsbehov vist for hele landet i perioden fra 1984 til 1992 i tabel 5.7. Det anbefalede gødningsbehov for hele landet er opgjort efter Hansen (1990). Heri er indregnet en korrektion på 10 kg N/ha på arealer, der har fået husdyrgødning året før. Gødningsbehovet er desuden nedsat på græsarealer der afgræsses, på arealer med kløver og på arealer, der året før har været dyrket med ærter, raps, rodfrugter eller frøgræs. Gødningsnormen til vinterraps og vårraps er sat ned til henholdsvis 200 og 140 kg N/ha i 1992 på grund af prisreguleringer. Der er i øvrigt ikke foretaget nogen korrektion i forhold til N-prognosens værdier for jordens indhold af uorganisk kvælstof ved vækstsæssonens start.

Handelsgødningsforbruget angiver den mængde handelsgødning, der er solgt gennem alle danske importører og producenter. Herfra er fratrukket forbruget til skove, private haver, golfbaner og offentlige anlæg, hvilket skønsmæssigt udgør 5 - 6 mio. kg N (iflg. brev af 20. november 1991 fra Danmarks Statistik). Landbrugsjorden tilføres desuden en del slam fra industri og rensningsanlæg som også indeholder kvælstof. Denne mængde udgør ca. 6 mio kg N (Miljøstyrelsen, personlig kommunikation) og indgår

Tabel 5.7 Gødningsforbrug, effektiv gødningstildeling og anbefalet gødningsbehov for hele landet fra 1984/85 til 1991/92.

År	Handelsgødn.-forbruget ¹ (mio. kg N)	Udskilt N i husdyrg. (mio. kg N)	DE i 1000	Udbragt husdyrg. (mio. kg N)	Total udbragt (mio. kg N)	Effektiv husdyrg. (mio. kg N)	Anbef. gødn.behov ² (mio. kg N)	Handelsg. i % af anbef.
1991/92	365	295	2381	208	573	83	408	89,3
1990/91	390	290	2345	204	594	78	422	92,5
1989/90	395	289	2316	203	598	73	424	93,1
1988/89	371	289	2304	203	574	69	406	91,4
1987/88	361	293	2342	206	567	66	388	93,1
1986/87	376	300	2415	212	588	64	398	95,7
1985/86	376	306	2483	216	592	60	397	94,9
1984/85	392	308	2525	215	607	56	405	96,9

¹ I handelsgødningsforbruget er forbruget til skove, private haver og offentlige anlæg trukket fra.

² Anbefalet gødningsbehov efter E. Hansen, (1992).

ikke i denne opstilling over gødningsforbruget. Af tabel 5.7 ses, at handelsgødningens andel af gødningsbehovet var størst i 1984, hvor 97% af det anbefalede gødningsbehov blev givet som handelsgødning og næsten alt kvælstof i husdyrgødningen var i overskud. Denne situation ændredes gradvist frem til 1992 således, at handelsgødningen udgjorde 90% af det anbefalede gødningsbehov og husdyrgødningens andel steg tilsvarende.

Der er altså en lille forbedring i udnyttelsen af husdyrgødningen, men da handelsgødningen stadig udgør ca. 90% af den anbefalede gødningsmængde, kan udnyttelsen af husdyrgødningen stadig forbedres.

5.3.1 Forholdet mellem udbragt gødning og det anbefalede gødningsbehov

Gødningsforbruget

Det totale gødningsforbrug består af handelsgødning og husdyrgødning. En bedre udnyttelse af husdyrgødningen må nødvendigvis tage udgangspunkt i den gødningsmængde som landmanden bringer ud. Derfor bliver den udbragte mængde af husdyrgødningen opgjort som udskilt husdyrgødning af dyr minus den gødningsmængde der efterlades ved afgræsning og minus det kvælstof der fordampes fra stald og lager.

Udskilt N og gødning ved afgræsning

Den udskilte kvælstofmængde fra alle husdyr i landet er foreløbig opgjort af *Danmarks Statistik*, (1993b), og vises i tabel 5.7. Den mængde af gødning der efterlades ved afgræsning er sat til ca. 40 mio. kg N i 1991/92 (*Miljøstyrelsen*, 1992a). Forholdet mellem denne mængde og græsarealet i 1992 er efterfølgende brugt til at opgøre gødningsmængden ved afgræsning i perioden fra 1984/85 til 1990/91. Samme princip er brugt ved opgørelsen af ammoniakfordampning fra stald og lager, hvor ammoniakfordampningen er 47 mio. kg N i 1991/92 (*Miljøstyrelsen*, 1992b) og forholdet mellem dette tal og udskilt kvælstof fra dyr er brugt til at beregne ammoniakfordampningen i perioden fra 1984/85 til 1990/91. Talstørrelserne for gødningen efterladt ved afgræsning og ammoniakfordampningen i perioden fra 1984/85 til 1990/91 må da betragtes som et relativt skøn.

Ammoniakfordampning fra stald og lager

Forskellen mellem tilført og anbefalet N

I tabel 5.8 er opgjort forskellen mellem total udbragt gødning og det anbefalede gødningsbehov fra 1984/85 til 1991/92. Af tabellen ses, at dette tal falder fra 202 til 165 mio kg N i perioden.

Overgødsningen stiger

5.3.2 Overgødsningen

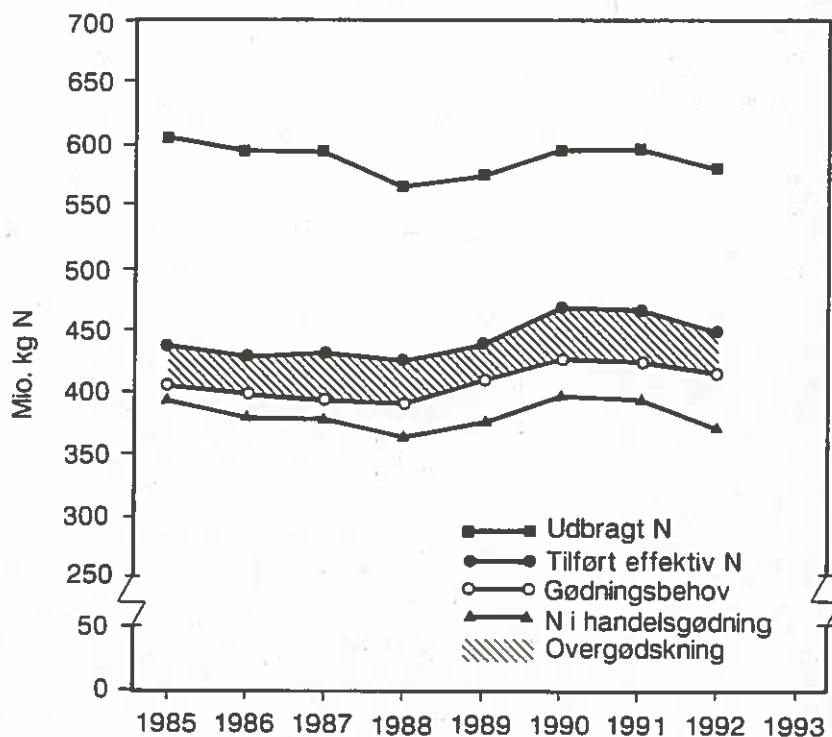
Den kvælstofmængde, der er tilgængelig for afgrøderne angives som effektivt N. Effektivt N består af kvælstof i handelsgødningen samt den del af husdyrgødningen, der er til nytte for planterne. I opgørelsen er nyttevirkningen beregnet ud fra udbragt husdyrgødning uden udbinding og det er forudsat, at den gennemsnitlige nyttevirkning af husdyrgødningens kvælstof var 26% i 1984/85 og at den derefter er øget med 2% om året (*Miljøstyrelsen*, 1992). Nyttevirkningen i 1992 når derved op på 40%. På figur 5.7 vises den total udbragte gødningsmængde, det anbefalede gødningsbehov og effektivt kvælstof. Overgødsning vises som det skraverede felt på figuren som forskellen mellem tilført effek-

Tabel 5.8 Gødningsforbrug, høstede kvælstofmængder, forskellen mellem disse og data til opgørelse af udbragt husdyrgødning opgjort for hele landet fra 1984/85 til 1991/92.

År	Total tildelt gødning (mio. kg N)	N-fiksering (mio. kg N)	Deposition (mio. kg N)	Høstet N (mio. kg N)	Forskel mellem tild. og høstet (mio. kg N)	Udbr. gødn.- anbefalet (mio. kg N)	Græs og grønfr. (ha)	Udbinding ² (mio. kg N)	NH ₃ -ford. ² (mio. kg N)
1991/92	699	28	58	301 ³	398	165	549	40,0	47,0
1990/91	726	33	59	385 ¹	341	172	546	39,8	46,2
1989/90	730	35	58	387 ¹	343	174	546	39,8	45,9
1988/89	707	34	59	366	341	168	549	40,0	46,1
1987/88	707	41	59	341	366	179	545	39,7	46,6
1986/87	728	42	59	341	387	190	553	40,3	47,8
1985/86	735	42	60	357	378	195	572	41,6	48,7
1984/85	743	32	60	382	361	202	597	43,5	49,0

¹ Foreløbige tal. ² Skøn. ³ Høstudbyttet er meget lavt pga. tørke.

det skraverede felt på figuren som forskellen mellem tilført effektivt kvælstof og det anbefalede gødningsbehov. Heraf fremgår at overgødskningen steg fra 1987 til 1992 som en konsekvens af, at andelen af forår-/sommerudbringningen af husdyrgødning er steget. Dette har øget den mængde af husdyrgødningens kvælstof, der er til nytte for afgrøderne, men har ikke medført en tilsvarende reduktion i forbruget af handelsgødning.

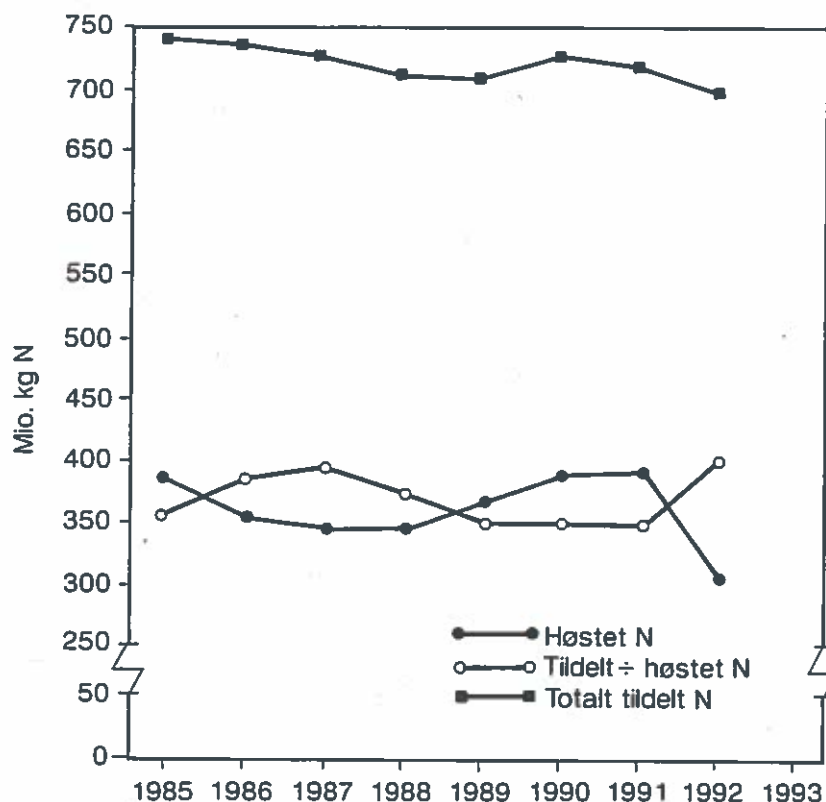


Figur 5.7 Udviklingen i total tildelt kvælstof, tildelt effektivt kvælstof, gødningsbehov og tildelt handelsgødningskvælstof for hele landet i perioden fra 1984/85 til 1991/92 (delvis efter Miljøstyrelsen, 1992)

5.3.3 Høstede kvælstofmængder i forhold til tildelt gødning. Kvælstofmængden i høstede afgrøder for hele landet er opgjort efter Nielsen (1990) og vist i tabel 5.8. Desuden er udviklingen i de

Kvælstof i de høstede afgrøder

høstede kvælstofmængder, tildelte kvælstofmængder og forskellen mellem disse vist i figur 5.8 for hele landet i perioden fra 1984 til 1992. Den tildelte kvælstofmængde er opgjort som handelsgødningsforbruget, kvæstoffikseringen, depositionen og udskilt husdyrgødning fratrukket ammoniakfordampningen fra stald og lager. Kvæstoffikseringen er opgjort efter Nielsen (1990) og depositionen er sat til 21 kg N/ha (Miljøstyrelsen, 1990).



Figur 5.8 Udviklingen i tildelt gødning og høstede mængder for hele landet i perioden fra 1984/85 til 1991/92.

Forskellen mellem tildelt kvælstof og de høstede kvælstofmængder

Af figuren ses, at udviklingen viser et fald i forskellen mellem tildelt og høstet fra 1987 til 1991 som hovedsagelig skyldes stigende høstudbytte i perioden, mens forskellen er ca. 50% højere i 1992 på grund af den dårlige høst i dette år.

Husdyrbekendtgørelsen

5.3.4 Harmonikrøbestemmelser

Den maksimale tilførsel af husdyrgødning er fastlagt i husdyrbekendtgørelsen, bekendtgørelse nr. 1121 af 15. december 1992. På kvægbrug må der højst udbringes husdyrgødning fra 2,3 DE/ha. Og på svinebrug og øvrige brug med husdyr må der udbringes husdyrgødning fra 1,7 og 2,0 DE/ha. Overskydende husdyrgødning skal afsættes til andre bedrifter. Brug med større husdyrtæthed betegnes her som disharmoniske.

Disharmoniske brug i hele landet

Den største overgødskning er på ejendomme med store husdyrtætheder. Iflg. Danmarks Statistik (1992) er der 14% af husdyrbrugene i hele landet, der ikke opfylder kravet til husdyrtætheden. Mens antallet af disharmoniske brug har været konstant i hele landet siden 1982 er arealunderskuddet på disse brug steget med 12 procent. De disharmoniske brug har altså fået flere husdyr i

skulle opfylde kravene skulle deres eget landbrugsareal udvides med 111%. Det vil sige, at godt halvdelen af den producerede husdyrgødning på de disharmoniske brug skal anvendes på andre bedrifter for at opfylde bekendtgørelsen.

5.4 Sammenfatning

Med Vandmiljøplanens vedtagelse i 1987 blev der stillet krav til, at landmændene udarbejdede sædskifte og gødningsplaner, at 65% af det dyrkede areal skulle være "grønt" om efteråret og at opbevaringskapaciteten til husdyrgødning skulle øges.

Formål

Formålet med dette års opgørelser er at beskrive virkningerne af Vandmiljøplanens tiltag på landbrugets gødningsforbrug og udnyttelsesgrad af husdyrgødning. Dette gøres dels ved at beskrive udviklingen i landbrugspraksis i landovervågningsoplandene fra 1990 til 1992 og dels ved at beskrive udviklingen i gødningsforbruget for hele landet i perioden fra 1984 til 1992.

Landovervågningsoplandene

5.4.1 Landbrugspraksis i landovervågningsoplandene

I de seks landovervågningsoplande foretages en interviewundersøgelse af landbrugets arealanvendelse. Opgørelserne for årene 1990 til 1992 dækker driftsårene fra 1989/90 til 1991/92.

Oplandenes repræsentativitet

Oplandene er udvalgt med henblik på at repræsentere landsgennemsnittet bedst muligt med hensyn til jordbund, klima, størrelsesfordeling, husdyrtæthed, bedrifttypesammensætning, afgrødefordeling med mere for landbrugsdriften i oplandene. Oplandene adskiller sig dog fra landsgennemsnittet på enkelte punkter. De væsentligste forskelle er en højere husdyrtæthed i oplandene på 1,15 DE/ha i forhold til landsgennemsnittet på 0,87 DE/ha i 1992, og at oplandene har større andel af grovsandede jordtyper end hele landet. Dette bevirker, at gødningsniveauet for oplandene ikke er repræsentativt for landet som helhed. Oplandene er imidlertid repræsentativt for landet hvad angår landbrugspraksis for de enkelte bedriftstyper i oplandene.

Gødningsforbruget i landovervågningsoplandene i 1992

Handelsgødningsforbruget i 1992 er 131 kg N/ha for de seks oplande, hvilket svarer til forbruget for hele landet. Til markerne i de seks oplande er der gennemsnitlig tildelt 112 kg N/ha som husdyrgødning. Husdyrtætheden for landet som helhed er 0,87 DE/ha i 1992 (Danmarks Statistik, 1992), hvilket er 32% lavere end i landovervågningsoplandene.

Høstudbyttet

Det gennemsnitlige høstudbytte i de seks landovervågningsoplande var ca. 20% lavere i 1992 end i 1991. Værst gik det for vårkorn og vårkorn med udlæg, hvor den høstede kvælstofmængde var henholdsvis 48% og 39% lavere i 1992 end i 1991. For hele landet var høsten 17% lavere i 1992 i forhold til de 5 tidligere år. På grund af den dårlige høst i 1992 er der derfor en væsentlig kvælstofmængde, som er i overskud i marksystemet, hvoraf en stor del sandsynligvis vil blive udvasket fra rodzonen.

Grønne marker og opbevaringskapacitet

I de seks landovervågningsoplande udgør grønne marker 69% af arealet og opfylder dermed lovkravet om, at 65% af landbrugsarealet er "grønt" om efteråret. 33% af ejendommene med mere end 31 DE opfylder lovkravet om 9 måneders opbevaringskapacitet for husdyrgødningen og 74% af disse ejendomme har en opbevaringskapacitet over 6 måneder.

Udviklingen i landbrugspraksis

Fra 1990 til 1992 steg forårs-/sommerudbringningen af husdyrgødning fra 56% til 63%, hvilket medførte en lille stigning i nyttevirkningen af husdyrgødningen. Med stigningen i nyttevirkningen reduceredes handelsgødningsforbruget således, at der er en lille forbedring i udnyttelsen af husdyrgødningen, mens overgødskningen stort set er den samme i hele perioden.

I Landovervågningsoplandene er der en overgødskning i forhold til den økonomisk optimale mængde på 20-30% af arealet. Overgødskningen er størst på husdyrbrug med meget høje husdyrtætheder.

5.4.2 Udvikling i gødningsforbruget i hele landet

Udviklingen i handelsgødningsforbruget i forhold til det anbefalede gødningsbehov er gradvis forbedret fra 1984 til 1992. Forskellen mellem udbragt gødning og det anbefalede gødningsbehov viser et fald fra 202 til 165 mio. kg N fra 1984 til 1992.

Andelen af forårs-/sommerudbringning af husdyrgødning er steget væsentlig siden Vandmiljøplanens vedtagelse. Dette har medført en stigning i den mængde af husdyrgødningens kvælstof, der er til nytte for afgrøderne, men da handelsgødningen stadig udgør ca. 90% af den anbefalede gødningsmængde, kan udnyttelsen af husdyrgødningen stadig forbedres.

Overgødskningen

Den største overgødskning er på ejendomme med store husdyrhold i forhold til det areal som husdyrgødningen kan spredes på. Iflg. Danmarks Statistik er der 14% af husdyrbrugene i hele landet, der ikke opfylder kravet til husdyrtætheden. Mens antallet af disharmoniske brug har været konstant siden 1982 er arealunderskuddet på disse brug steget med 12 procent. De disharmoniske brug har altså fået flere husdyr i forhold til jordtilliggende. Hvis de disharmoniske brug skulle opfylde kravene skulle deres eget landbrugsareal udvides med 111%. Det vil sige, at godt halvdelen af den producerede husdyrgødning på de disharmoniske brug skal anvendes på andre bedrifter for at opfylde bekendtgørelsen.

6. Nedbørs- og temperaturforhold i oplandene

En opgørelse over nedbørsforholdene på årsbasis er vist i tabel 6.1.

Tabel 6.1 Årsnedbør (korrigeret til jordoverfladen) for 1988 - 1992, samt årsnedbør for perioden 1961 - 1990.

LOOP	Normal årsnedbør ¹⁾ mm	Nedbør (mm)				
		1988	1989	1990	1991	1992
1. Storstrøm	614	659	553	766	664	613
4. Fyn	704	829	634	897	772	762
3. Vejle/Århus	875	869	623	1050	762	856
2. Nordjylland	794	918	619	765	628	656
5. Ringkøbing	969	1004	841	1056	826	938
6. Sønderjylland	993	1110	608	1081	830	873

¹⁾ Olesen (1990)

Nedbørsmængder og -fordeling 1988-1992

I 1988 var årsnedbørsmængderne større end normalt for årene 1961-1990. Nedbørsmængderne udgjorde i gennemsnit 109% af normalnedbøren. I sidste halvdel af 1988 blev der i de fleste oplande målt større nedbørsmængder i juli og ved enkelte stationer i august måned end normalt. Derimod var nedbørsmængderne i oktober - december oftest lig med eller lavere end normalnedbøren.

I 1989 faldt der væsentlig mindre nedbør end normalt med et gennemsnit på 78%. Nedbøren i 1989 fordelte sig således, at der i februar - marts og i oktober i de fleste oplande faldt større mængder end normalt; og endvidere faldt der i LOOP1 og LOOP4 meget store nedbørsmængder i løbet af få dage i august måned. I de øvrige måneder var nedbøren lig med eller lavere end normalt.

I 1990 var nedbørsmængderne store; disse udgjorde i gennemsnit 113% af normalnedbøren. De større nedbørsmængder faldt især i januar - februar, juni og i efterårsmånederne.

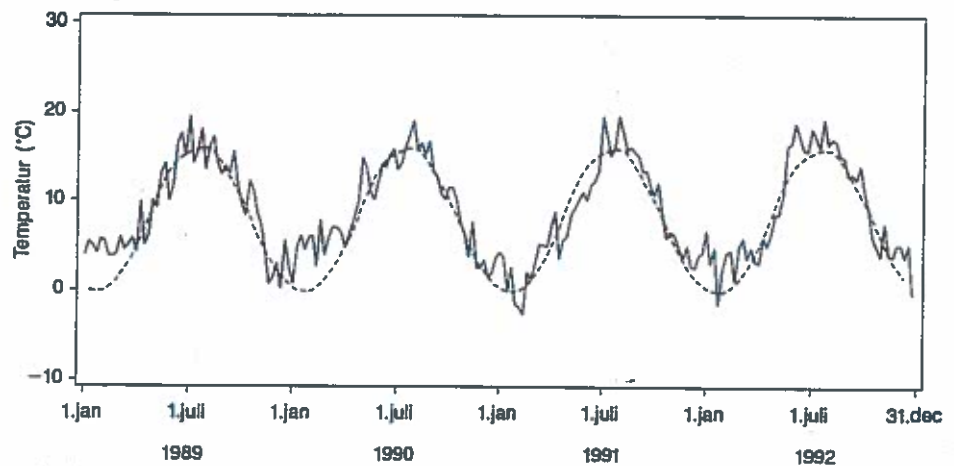
I 1991 udgjorde årsnedbøren i gennemsnit 92% af normalen. Således var nedbørsmængderne for de to oplande på øerne (LOOP 1 og 4) 108% af normalnedbøren, mens nedbørsmængderne for de fire oplande i Jylland (LOOP 2, 3, 5 og 6) var 84% af normalnedbøren. Nedbøren fordelte sig således, at juni og november måneder var mere regnfulde end normalt, mens omvendt juli - august/september var mere tørre. LOOP 5 fik dog ikke del i den høje juni-nedbør, mens LOOP 1 i november fik normale nedbørsmængder.

Årsnedbøren var i 1992 95% af normalnedbøren med værdier på eller over normalen på øerne (108% i LOOP 4) og værdier under normalen i Jylland. Mindst nedbør faldt der i LOOP 2 og LOOP 6 med hhv. 83% og 88% af det normale. Nedbørsfordelingen over året var derimod meget skæv og først og fremmest karakteriseret af den landsdækkende ekstreme tørkeperiode fra den 13. maj til omkring den 10. juli. Når nedbøren alligevel nåede op omkring årsnormalen skyldes det ekstraordinært store nedbørsmængder i august og november.

Månedsnedbøren for de respektive LOOPS for perioden 1989-1992 er vist som histogrammer i bilag III.

Temperatur

Til vurdering af temperaturforholdene i undersøgelsesperioden er der i figur 6.1 vist en sammenstilling af middeltemperaturen for landet i perioden 1989 - 1992 og temperaturnormalen for perioden 1961 - 1990. Det fremgår, at vintrene 1988/89, 1989/90 og 1991/92 var usædvanlig milde, mens vinteren 1990/91 havde mere normale temperaturforhold.



Figur 6.1. Middeltemperaturen for landet beregnet på ugebasis. Normalen repræsenterer månedsgennemsnit af perioden 1961 -1990.

7. Næringsstofudvaskning fra rodzonen - målinger på stationsmarker

I dette afsnit gives en beskrivelse af stationsmarkerne mht. jordbundsforhold og arealanvendelse. Resultater fra jordvandsmålingerne præsenteres, og næringsstofudvaskningens størrelse igennem måleperioden og i relation til arealanvendelsen beskrives. Til slut omtales næringsstofudledninger med drænvand.

7.1 Beskrivelse af stationsmarker

7.1.1 Jordbundsforhold

Opdeling af stationsmarkerne

Jordbundskemiske og fysiske parametre for stationsmarkerne i de 6 oplande er beskrevet af *Jensen & Madsen (1990)*, og *Blicher-Mathiesen et al. (1990)*. Nedenfor er givet nogle nøglepunkter.

Oplandene kan inddeles i to hovedgrupper

Lerjordsoplandene	LOOP 1 Storstrøm
	LOOP 4 Fyn
	LOOP 3 Vejle/Århus
Sandjordsoplandene	LOOP 2 Nordjylland
	LOOP 5 Ringkøbing/Viborg
	LOOP 6 Sønderjylland

For lerjordsoplandene er 14 stationsmarker klassificeret som sandblandet ler (jb nr.6), mens 4 marker er klassificeret som lerjorde (jb nr.7). Jordene i LOOP 1 er yderligere karakteriseret ved at have et højt kalkindhold i lagene umiddelbart under rodzonen (gns. 16% i 100-130 cm dybde).

For sandjordsoplandene er 19 stationsmarker klassificeret som grovsandet jord (jb nr.1), mens 2 stationsmarker er klassificeret som lerblandet sandjord (LOOP 2) og en stationsmark som sandblandet lerjord (LOOP 6). For jordene i LOOP 2 er der ofte fundet et lerholdigt lag i eller umiddelbart under rodzonen. Jordene i LOOP 5 er karakteriseret ved at have et noget højere indhold af grovsand end jordene i LOOP 6 og LOOP 2.

7.1.2 Grundvandsniveau

Jordene har højtliggende grundvandsniveau

En oversigt over grundvandsniveauet på stationsmarkerne er vist i bilag IV.3 for 1992. Markerne er karakteriseret ved at have et højtliggende grundvandsspejl; i gennemsnit over forsøgsperioden har dette ligget i ca 1.0-5.0 m's dybde; ved enkelte stationer dog dybere. I LOOP 1 (Storstrøm) og LOOP 6 (Sønderjylland) har grundvandet ved en del stationer dog ligget væsentlig højere i længere perioder, dvs. grundvandet har i disse perioder stået over rodzonedybde og dermed også over sugecellerne. Prøver fra jordvandsstationerne har i disse perioder således bestået af det øvre grundvand.

7.1.3 Landbrugsmæssig drift

Landbrugsmæssige forhold vedrørende de enkelte stationsmarker kan findes i bilag IV.1. Til vurdering af stationsmarkernes repræsentativitet i oplandene er der i tabel 7.1 og 7.2 vist de gennemsnitlige dyretætheder og afgrødefordelinger i overvågningsperioden for såvel stationsmarker som for oplandene.

Tabel 7.1 Gennemsnitlige husdyrhold (DE/ha) på ejendomme med stationsmarker samt i de 6 oplande, 1989 - 1992.

	Lerjordsoplande			Sandjordsoplande		
	LOOP 1	LOOP 4	LOOP 3	LOOP 2	LOOP 5	LOOP 6
Stationsmarker (DE/ha)	0.04	0.45	0.78	1.7	0.52	1.5
Oplande (DE/ha)	0.39	0.63	0.86	1.7	0.56	1.6

Tabel 7.2 Afgrødefordeling (%) på stationsmarkerne samt i oplandene, 1989-92

	39 marker	LOOP 1-6
Vårbyg	21	21.6
Vårbyg m/udlæg	12	5.2
Vinterkorn	23	25.1
Frøafgrøder (raps)	5	6.9
Bælgsæd (ærter)	5	6.8
Rodfrugter	18	12.5
Græs+grøntfoder i omdrift	15	15.8
Vedv. græs	-	5.1
Andet	-	1.0

Sammenfattende kan anføres, at den gennemsnitlige dyretæthed på ejendomme med stationsmarker i lerjordsoplandene er lidt mindre end for oplandene som helhed, mens dyretætheden på ejendomme med stationsmarker i sandjordsoplandene svarer udmærket til tætheden i oplandene. Afgrødefordelingen på stationsmarkerne svarer nogenlunde til fordelingen i oplandene; dog udgør vårkorn/vårkorn m. udlæg og rodfrugter en lidt større andel på stationsmarkerne, mens vedvarende græs ikke indgår i afgrødefordelingen på stationsmarkerne.

På denne baggrund kan de nedenfor beskrevne næringsstofudvaskninger fra rodzonen og med drænvand anses for niveaustørrelser for oplandene.

7.2 Jordvandsmålinger - vandafstrømning og næringsstofudvaskning

7.2.1 Nedbør og vandafstrømning fra rodzonen

Vandafstrømningen fra rodzonen er modelberegnet for de enkelte stationsmarker (bilag IV.2). Modelberegningerne forudsætter, at der sker en endimensional nedsivning gennem rodzonen uden

preferential flow. Nedsivningsmønsteret er naturligvis mere kompliceret; specielt på de lerede jorde (LOOP 1, 4, og 3), hvor makroporeflow kan forekomme. Overfladisk afstrømning kan endvidere forekomme på kuperet terræn (specielt LOOP 3) i visse tilfælde. Hvor sådanne afstrømningsforhold forekommer vil nedsivningen, dvs afstrømningen fra rodzonen være overvurderet. Fejlkilder af denne art vil være mere usandsynlige på sandjorde.

I tabel 7.3 er vist de gennemsnitlige afstrømninger for stationsmarkerne i oplandene; endvidere er afstrømningsmængderne sammenholdt med nedbørsmængderne.

Tabel 7.3 Nedbør (incl. vanding) og gennemsnitlig afstrømning fra rodzonen, 1989-92 i de 6 landovervågningsoplande.

LOOP	Nedbør + vanding (mm)				Afstrømning (mm)			
	1989	1990	1991	1992	1989	1990	1991	1992
Lerjorde								
1. Storstrøm	553	766	664	613	60	254	248	163
4. Fyn	634	897	772	762	196	374	350	344
3. Vejle/Århus	623	1050	762	859	194	541	404	496
Gennemsnit	603	904	733	745	160	389	334	334
Sandjorde ¹⁾								
2. Nordjylland	631	792	628	663	197	347	267	343
5. Ringk./Viborg	941	1116	919	1044	423	672	585	722
6. Sønderjyllands	658	1109	874	916	239	623	503	588
Gennemsnit	743	1006	807	876	286	547	452	511

¹⁾ Vanding forekommer ved én stationsmark i LOOP 2, ved 7 stationsmarker i LOOP 5 og ved 4 stationsmarker i LOOP 6. De gennemsnitlige vandingsmængder til markerne i LOOP 5 og 6 har udgjort henholdsvis 110 mm og 33 mm pr. år.

Variation i afstrømning gennem årene

Det fremgår, at 1989 var et ekstremt tørt år, 1990 et relativt fugtigt år, mens 1991 i nedbørsmæssig henseende var et mere normalt år. 1992 havde som gennemsnitsbetragtning en normal nedbørsmængde, men fordelingen over året var atypisk med meget store mængder i marts-april, i august og i november, mens sommermånederne maj-juli var meget tørre (jvf afsnit 6). Dette har medført store udsving i afstrømningerne de enkelte år. I 1989 var afstrømningerne således kun ca det halve af 1990 niveauet; mens afstrømningerne i 1991 og 1992 var noget lavere eller på samme niveau som i 1990.

Geografisk placering

Det ses endvidere, at såvel nedbørs- som afstrømningsmængderne har været stigende fra den østlige til den vestlige del af landet. Som gennemsnit for perioden 1989-92 er således fundet de mindste afstrømningsmængder for lerjordoplandet LOOP 1; her er gennemsnitlig 27% af nedbøren gået til afstrømning. Større afstrømningsmængder er beregnet for LOOP 2-4, hvor gennemsnitlig 43 % af nedbøren er strømmet gennem rodzonen. De største afstrømningsmængder er fundet for sandjordene i LOOP 5 og 6. I

disse to oplande foretages vanding ved en del stationer i vækstperioden; i gennemsnit er 57% af nedbør og vanding gået til afstrømning.

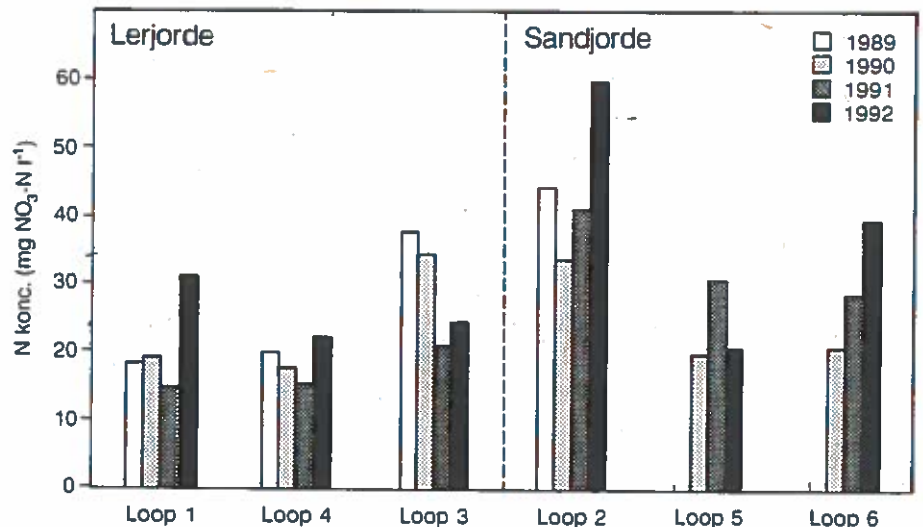
Vandføringsvægtede jordvandskoncentrationer

7.2.2 Næringsstofkoncentrationer i jordvand

Der er foretaget ugentlige målinger af jordvandskoncentrationer mht. pH, NO₃-N, NH₄-N og PO₄-P. De betydende parametre for næringsstofudvaskningen, NO₃-N og PO₄-P er præsenteret som vandføringsvægtede koncentrationer i tabel 7.4. Der er valgt denne præsentationsform for bedre at kunne sammenligne koncentrationsniveauer mellem forskellige arealer og mellem forskellige dele af vandkredsløbet. Årsmedianværdier for det ordinære jordvandsprogram findes i bilag IV.4, og årsværdier for det udvidede program fremgår af bilag IV.5.

Niveau for nitratkoncentrationer i oplandene

Variationen i vandføringsvægtede nitratkoncentrationer mellem oplandene er summeret i figur 7.1. For jordene i lerjordsoplandene lå koncentrationerne på gennemsnitlig 23.3 mg/l i 1990, på 16.9 mg/l i 1991 og på 26.3 mg/l i 1992, mens koncentrationerne for stationerne i sandjordsoplandene lå på gennemsnitlig 24.6 mg/l i 1990, på 33.3 mg/l i 1991 og på 40.0 mg/l i 1992. Der er således tydeligt højere nitratkoncentrationer i jordvandet på sandjordene end på lerjordene. Med hensyn til årsvariation er set en markant stigning i koncentrationsniveau i 1992 i forhold til tidligere år; LOOP 5 er dog en undtagelse herfra. Stigningen må tilskrives de ekstreme klima- og vækstforhold i 1992.



Figur 7.1 Vandføringsvægtede nitratkoncentrationer i jordvand for årene 1989-92; gennemsnitsværdier for stationsmarkerne inden for de enkelte oplande.

Nitratkoncentrationer ved enkelte stationer

i) lerjordsoplande

I lerjordsoplandet LOOP 1 er der igennem måleperioden målt relativt høje nitrat-koncentrationer ved station 101 og 106. I denne sammenhæng må det understreges, at der ved de samme stationer også er fundet meget høje fosforkoncentrationer i jordvandet. Der er ingen umiddelbare forhold i landbrugspraksis, som kunne betinge de høje nitratkoncentrationer. Jordfysiske forhold er sandsynligvis en vigtig parameter for udvaskningen på disse jorde. Ved station 104 er endvidere i 1992 målt særlig høje nitratkoncentrationer; dette kan hænge sammen med, at denne mark

Tabel 7.4 Næringsstofkoncentrationer i jordvand (vandføringsvægtede koncentrationer), 1989-91.

		NO ₃ -N (mg/l)				PO ₄ -P (mg/l)			
		89	90	91	92	89	90	91	92
Lerjorde									
LOOP 1	101	23.8	24.0	13.2	37.2	0.219	0.292	0.345	0.347
	102	8.1	4.9	8.2	32.8	0.010	0.010	0.008	0.069
	103	5.6	17.1	13.8	18.8	0.019	0.010	0.008	0.001
	104	14.5	16.8	24.5	56.4	0.035	0.004	0.008	0.009
	105	23.8	9.9	6.2	17.0	0.009	0.012	0.007	0.008
	106	35.6	42.6	20.2	32.3	0.403	0.485	0.491	0.355
LOOP 4	401	8.8	8.3	7.7	14.9	0.019	0.061	0.027	0.023
	402	12.3	8.3	9.7	15.0	0.011	0.035	0.008	0.009
	403	30.3	29.7	11.4	14.0	0.012	0.037	0.006	0.008
	404	18.5	17.6	15.5	23.3	0.011	0.029	0.006	0.006
	405	13.5	14.4	22.4	27.2	0.007	0.031	0.007	0.006
	406	18.4	24.1	26.2	42.2	0.015	0.031	0.010	0.007
LOOP 3	301	64.1	75.0	41.9	44.9	0.018	0.034	0.072	0.103
	302	65.0	50.0	31.5	40.4	0.036	0.019	0.015	0.007
	303	27.4	25.9	10.1	12.5	0.009	0.009	0.016	0.009
	304	13.3	27.9	24.9	27.0	0.010	0.012	0.008	0.005
	305	13.9	12.9	9.3	10.8	0.012	0.007	0.010	0.020
	306	-	9.5	7.9	5.4	-	-	-	0.004
Sandjorde									
LOOP 2	201	50.8	30.7	18.8	46.3	0.008	0.010	0.007	0.003
	202	46.5	33.7	49.8	81.2	0.007	0.012	0.010	0.006
	203	54.7	60.5	55.2	62.4	0.010	0.013	0.006	0.004
	204	40.9	33.9	45.3	49.9	0.010	0.010	0.006	0.002
	205	25.9	14.8	45.9	48.1	0.011	0.017	0.005	0.003
	206	45.0	27.8	31.3	66.4	0.011	0.010	0.007	0.003
LOOP 5 ¹⁾	501	-	(12.7)	33.6	20.4	-	-	-	-
	502	-	(18.1)	36.2	23.0	-	-	-	-
	503	-	(26.6)	30.9	37.7	-	-	-	-
	504	-	(35.5)	45.6	25.6	-	-	-	-
	505	-	(18.8)	29.7	20.6	-	-	-	-
	506	-	(13.0)	21.6	15.7	-	-	-	-
	507	-	(11.3)	31.2	19.7	-	-	-	-
	508	-	(21.9)	13.8	-	-	-	-	-
LOOP 6	601	-	36.6	35.6	38.9	-	0.011	0.011	0.010
	602	-	6.4	16.8	32.9	-	0.011	0.012	0.010
	603	-	7.7	11.2	32.7	-	0.011	0.010	0.011
	604	-	29.2	60.0	49.4	-	0.010	0.011	0.010
	605	-	26.3	5.7	31.1	-	0.013	0.013	0.011
	606	-	15.4	9.8	13.2	-	0.011	0.010	0.011
	607	-	23.8	64.8	63.5	-	0.010	0.011	0.160
	608	-	19.5	23.7	52.5	-	0.011	0.010	0.016

¹⁾ usikre målinger i 1990 på grund af ringe funktion af jordvandsstationerne; primo 1991 blev sugecellerne udskiftet til keramikceller, hvorefter fosformålingerne er udgået.

har fået husdyrgødning, samt at der har været dyrket ærter på marken i 1992 efterfulgt af ekstrem stor nedbør i årets sidste måneder.

I LOOP 4 er målt høje nitratkoncentrationer ved station 403 i måleperiodens første år og ved station 406 igennem hele perioden, dog specielt i 1992. Disse observationer falder sammen med at der ved station 403 i den nævnte periode er givet husdyrgødning samt dyrket ærter, og at der ved station 406 årligt er tilført

ret store mængder husdyrgødning. De øvrige stationer har ikke modtaget husdyrgødning i måleperioden.

I LOOP 3 er der ved station 301 og 302 målt meget høje nitratkoncentrationer i jordvandet; niveauet har dog været aftagende igennem måleperioden indtil 1991 og er igen steget svagt i 1992. Begge ejendomme har husdyr, men der er ingen umiddelbar årsag til disse høje koncentrationer; dog oplyses det, at ejendom 301 tidligere har haft mindre jordtilliggende, således at husdyrtætheden kan have været betydelig større. Begge stationer ligger tæt på gårdene. Endvidere indgår ærter og kløver i sædskiftet på disse arealer.

På skovjorden i LOOP 3, station 306 er målt lave nitratkoncentrationer, ca 8 mg N/l. I 1992 var koncentrationsniveauet ved skovjorden betydeligt lavere end ved samtlige dyrkede arealer i oplandene; mens der i de tidligere år har været målt lignende lave koncentrationer på enkelte landbrugsarealer på såvel sandjord som lerjord.

ii) sandjordsoplande

I sandjordsoplandet LOOP 2 er der målt høje nitratkoncentrationer ved samtlige jordvandstationer, og specielt i 1992 har koncentrationsniveauet ligget ekstremt højt. At nitratkoncentrationerne i LOOP 2 er højere end ved de øvrige sandjordsoplande må henføres til det høje husdyrtryk samt en betydelig mindre nedbør og vandafstrømning end ved LOOP 5 og 6.

I LOOP 5 og 6 har nitratkoncentrationerne ligget på omtrent samme niveau i 1990 og 1991. I 1992 adskiller LOOP 5 sig som nævnt ovenfor fra de øvrige oplande ved at der generelt er målt lavere koncentrationer end det foregående år. Dette må nok henføres til at nedbørsoverskudet og nedsivningen på de grovsandede jorde i LOOP 5 er så stor, at udvaskningen er mere eller mindre uafhængig af nedbørsforholdene de enkelte år.

I LOOP 6 forekommer stor spredning i nitratkoncentrationer mellem stationerne, specielt i 1991 og 1992. Generelt er de lavere værdier målt ved station 602, 603, 605 og 606, og de højere værdier ved station 601, 604, 607 og 608. Denne forskel kan eventuelt skyldes et højere grundvandsniveau i vinterperioderne, og dermed et større reduktionspotentiale for førstnævnte gruppe af stationer.

Ammonium

Indholdet af ammoniumkvælstof ($\text{NH}_4\text{-N}$) har været lav ved alle målinger (bilag IV.4), overvejende mellem 0.01 og 0.1 mg N/l. Enkelte meget høje værdier er dog set ved LOOP 5 (*Ringkøbing/Viborg Amtskommune, 1993*).

Fosfor

Bestemmelse af orthofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) i jordvand ekstraheret med sugeceller kan ikke betragtes som en absolut værdi, men som en værdi defineret af metoden (*Hansen et al., 1991*).

De målte indhold af orthofosfat har været lave. En undtagelse er dog LOOP 1 station 101 og 106, hvor der er målt høje koncentrationer. Denne observation må betegnes som reel, idet de høje

koncentrationer har været konstante i måleperioden og i nogen grad genfindes i drænvandet og i grundvandet. Stationerne adskiller sig yderligere ved at have relativt høje nitratkoncentrationer i jordvandet, og desuden ved at kaliumindholdet i såvel jordvand som drænvand er højere end ved de øvrige stationer i lerjordsoplandene (bilag IV.5 og 6). Desuden er der ved to stationer i 1992, station 301 og station 607, set en markant stigning i de vandføringsvægtede fosforkoncentrationer; disse er fremkommet ved meget høje målinger på enkelte datoer med stor vandafstrømning. De nævnte forhold skyldes sandsynligvis heterogene strømningforhold i jorden, såsom makroporeflow.

7.2.3 Kvælstofudvaskning fra rodzonen for årene 1989-92.

De årlige kvælstofudvaskninger fra rodzonen er vist i bilag IV.2 for de enkelte stationsmarker. I tabel 7.5 er præsenteret de gennemsnitlige udvaskningsværdier for oplandene, og i figur 7.2 er disse værdier sammenholdt med de årlige vandafstrømninger fra rodzonen. Udvasningen er angivet som nitrat- og ammoniumkvælstof; ammonium udgør dog oftest kun ½-1 %.

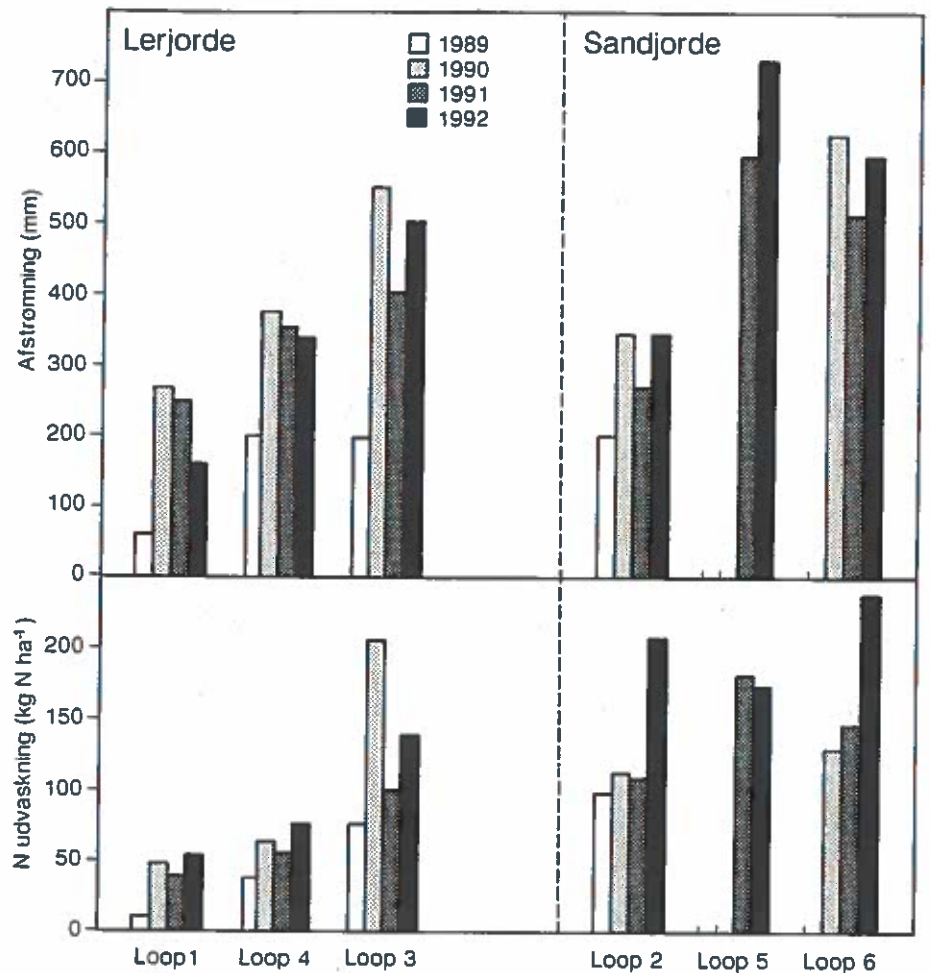
Tabel 7.5 Gennemsnitlige udvaskning af uorganisk kvælstof (nitrat + ammonium) fra stationsmarkerne i oplandene for årene 1989-92. (I parentes er angivet minimum og maximum værdier).

	N-udvask (kg N ha ⁻¹ år ⁻¹)						
	1989	1990	1991	1992	1989 - 1992		
Lerjorde							
LOOP 1	14	48	36	52	38	(22-58)	
LOOP 4	33	62	54	78	57	(35-92)	
LOOP 3	<u>73</u>	<u>205</u>	<u>90</u>	<u>136</u>	<u>126</u>	(51-230)	
Gns.	40	99	60	89	74		
Sandjorde							
LOOP 2	93	115	111	204	130	(83-177)	
LOOP 5	-	133 ¹⁾	181	173	162	(107-262)	
LOOP 6	-	<u>130</u>	<u>145</u>	<u>232</u>	<u>169</u>	(75-293)	
Gns.	-	126	146	203	154		

¹⁾ Usikker bestemmelse i 1989 og 1990 på grund af ringe funktion af jordvandsstationerne.

Årsvariation i målt N-udvaskning

Som tidligere omtalt har der været store variationer i nedbør og vandafstrømninger over den 4-årige måleperiode 1989-92. Dette har medført store udsving i N-udvaskning mellem de enkelte år, som vist i figuren. På lerjordsarealerne følger N-udvaskningens størrelse variationerne i vandafstrømningen i perioden 1989-91, mens der i 1992 er set en stigning i udvaskning, som ikke kan forklares ud fra afstrømningerne. I de to sandjordsoplande LOOP 2 og 6 har udvaskningen i 1990-91 stort set været uafhængig af afstrømningerne, mens der i 1992 ligeledes er set en stigning i N-udvaskning, som ikke alene kan forklares ud fra afstrømningerne.



Figur 7.2 Afstrømning og kvælstofudvaskning fra rodzonen for årene 1989-92; gennemsnitværdier for stationsmarkerne inden for de enkelte oplande.

LOOP 5 adskiller sig herfra. De særlige udvaskningsforhold i 1992 var også tydeligt at spore i jordvandets nitrat indhold og må tilskrives de ekstreme klimaforhold - en mild vinter med mulighed for stor mineralisering og efterfølgende udvaskning under kraftig nedbør i marts-april, samt en tør sommer med lille næringsstofoptagelse i afgrøderne og derfor stort udvaskningspotentiale under kraftig nedbør i november.

Udviklingen i N-udvaskning

De nævnte klimabetingede variationer i kvælstofudvaskning fra rodzonen medfører, at der på nuværende tidspunkt ikke kan konkluderes over udviklingen i N-udvaskning på stationsmarkerne.

Variation i målt N-udvaskning mellem oplande og marker

7.2.4 Kvælstofudvaskning fra rodzonen i relation til arealanvendelsen

Variationerne i kvælstofudvaskning mellem oplande og mellem marker er vurderet på baggrund af gennemsnitværdier for den 4-årige måleperiode (tabel 7.5). Fra stationsmarkerne i de 3 lerjordsoplande målt i denne periode en gennemsnitlig N-udvaskning på 74 kg N/ha år⁻¹. Der har været stor forskel på oplandene; således blev der målt en gennemsnitlig årsudvaskning på 38 kg N/ha ved LOOP 1, 57 kg N/ha ved LOOP 4 og 126 kg N/ha ved LOOP 3. Ved LOOP 1 og 4 lå måleintervallet på 22-92 kg N/ha år⁻¹ og ved LOOP 3 på 51-230 kg N/ha år⁻¹. For de 3

sandjordsoplande blev der i samme periode målt en gennemsnitlig kvælstofudvaskning på 154 kg N/ha år⁻¹, med et måleinterval på 75-293 kg N/ha.

Der er således set en stigende kvælstofudvaskning fra den østlige til den vestlige del af landet. Dette skyldes større nedbør, lettere gennemtrængelig jorde og større husdyrtæthed mod vest.

N-udvaskning i relation til brugstype og gødningsforbrug

Variationen i kvælstofudvaskning mellem markerne indenfor oplandene kan henføres til forskelle i landbrugspraksis som vist i tabel 7.6. Her er stationsmarkerne inddelt i grupper af rene planteavlsbrug og husdyrbrug med stigende dyretæthed. Fra planteavlsbrugene er fundet den mindste udvaskning, og for husdyrbrugene stiger udvaskningen med stigende dyretæthed. Det ses af tabellen, at der er sammenhæng mellem kvælstofudvaskningen for de nævnte grupper og nettotilførslen af kvælstofgødning, dvs. mængden af tilført kvælstof minus kvælstof fjernet med afgrøder.

Tabel 7.6 Kvælstoftilførsler og -udvaskninger for typeinddelinger af 39 stationsmarker. Gennemsnit for 1989-92.

Kvælstofbalancer (kg N/ha år ⁻¹)								
Brugstype	Dyreenheder DE/ha	N-tilførsler			N-udvaskning			n
		Total tilført ¹⁾	Fjernet afgrøde	Netto tilført	gns.	min.	max.	
Planteavlsbrug	0	159	127	32	65	22	131	12
Husdyrbrug	0-1	216	131	95	119	37	230	10
Husdyrbrug	1-2	310	165	145	160	83	293	14
Husdyrbrug	>2	319	141	178	170	124	216	2
Økologisk	1.2	78	37	41	51	-	-	1

¹⁾ Heri indgår tilførsel med handelsgødning, husdyrgødning, N-fixering samt atmosfærisk deposition (10 kg N/ha år⁻¹) fra kilder udenfor dansk landbrug.

²⁾ Fjernet med høstede afgrøder.

7.2.5 Fosfor udvaskning fra rodzonen

Udvaskning af ortho-P fra de enkelte stationsmarker fremgår af bilag IV.2. I tabel 7.7 er vist de gennemsnitlige udvaskninger fra de 6 oplande.

Tabel 7.7 Gennemsnitlig udvaskning af PO₄-P fra rodzonen på stationsmarkerne i oplandene for årene 1989-92.

P udvaskning (kg PO ₄ -P/ha)									
Lerjorde					Sandjorde				
	89	90	91	92		89	90	91	92
LOOP 1	0.10	0.34	0.38	0.21	LOOP 2	0.02	0.04	0.02	0.01
LOOP 4	0.03	0.14	0.09	0.04	LOOP 6	-	0.07	0.05	0.18
LOOP 3	0.04	0.09	0.04	0.14					

P-udvaskningen fra stationsmarkerne blev i perioden 1989-92 beregnet til gennemsnitlig 0.14 kg P/ha år⁻¹ for lerjordsoplandene og til 0.06 kg P/ha år⁻¹ for sandjordsoplandene. Årsagen til udsvingene mellem oplande og mellem de enkelte år er beskrevet ovenfor med hensyn til P koncentrationer i jordvand og skal summeres her: på enkelte arealer i LOOP 1 forekommer stor P-udvaskning på grund af fysiske/kemiske forhold i jorden; på andre arealer kan lejlighedsvis forekomme stor P transport i jordvandet, som f.eks i 1992 under stærk nedbørsintensitet, hvilket tyder på nedvaskning af overfladestoffer gennem makroporer.

7.3 Drænvandsmålinger - vandafstrømning og næringsstofudvaskning

7.3.1 Næringsstofkoncentrationer i drænvand

Der er foretaget ugentlige målinger af drænvandskoncentrationer mht pH, NO₃-N, NH₄-N, opløst PO₄-P og total P. De vandføringsvægtede koncentrationer for disse parametre er vist i tabel 7.8, mens årsmedian værdier for hele drænvandsprogrammet fremgår af bilag IV.6. For LOOP 3 ikke er foretaget vandføringsmålinger, hvorfor der her kun er beregnet årsmedianværdier.

Tabel 7.8 Næringsstofkoncentrationer i drænvand (vandføringsvægtede koncentrationer), 1989-92.

		NO ₃ -N (mg/l)				PO ₄ -P (mg/l)				Total P (mg/l)			
		89	90	91	92	89	90	91	92	89	90	91	92
Lerjorde													
LOOP 1	102	14.1	8.6	6.8	13.6	0.017	0.024	0.021	0.023	0.019	0.029	0.027	-
	103	10.7	13.0	9.4	16.5	0.013	0.019	0.013	0.013	0.016	0.021	0.015	0.017
	104	15.3	9.2	15.9	27.0	0.012	0.008	0.013	0.013	0.013	0.010	0.013	-
	105	19.6	16.1	¹⁾	15.1	0.016	0.034	¹⁾	0.016	0.018	0.043	¹⁾	0.017
	106	20.0	15.1	11.8	18.8	0.245	0.236	0.144	0.190	0.245	0.240	0.139	0.180
LOOP 4	401	-	13.7	6.3	15.5	-	0.014	0.014	0.026	-	0.021	0.016	0.288
	402	-	13.5	12.2	15.8	-	0.012	0.011	0.027	-	0.018	0.024	0.044
	404	-	23.8	20.0	19.2	-	0.007	0.011	0.011	-	0.010	0.016	0.017
	406	-	41.3	34.0	47.1	-	0.060	0.012	0.051	-	0.096	0.034	0.162
Sandjorde													
LOOP 2	251	5.2	9.1	9.7	12.5	-	0.022	0.016	0.015	0.130	0.089	0.079	0.079
	201	-	36.7	28.9	32.5	-	0.010	0.032	0.021	-	-	-	0.028

¹⁾ skovdræn tilsluttet i første halvdel af 1991

Nitratkoncentrationer

For lerjordsoplandene har de gennemsnitlige vandføringsvægtede nitratkoncentrationer ligget på 17.1 mg N/l i 1990, på 15.4 mg N/l i 1991 og på 21.0 mg N/l i 1992. Der er således for drænvand ligesom for jordvand set en generel stigning i nitratkoncentrationer i 1992 i forhold til tidligere år. For sandjordsoplandet LOOP 2 har nitratkoncentrationerne ved én drænstation varieret mellem 28.9-36.7 mg N/l, og ved et stort lavtliggende drænet areal er der i perioden 1989-92 set en jævn stigning i nitratkoncentrationer fra 5.2 til 12.5 mg N/l.

Ammoniumkoncentrationer

Koncentrationerne af NH₄-N har været lave i drænvandet. Oftest har de ligget på et endnu lavere niveau end ved jordvandsanalyserne. En undtagelse er dog drænstationerne i LOOP 2, Nordjyl-

land, hvor der er målt ret høje koncentrationer af ammonium i drænvandet, 0.16-0.37 mg NH₄-N/l (bilag IV.6).

Fosforkoncentrationer

Koncentrationerne af opløst PO₄-P har ligeledes været lave og af samme størrelsesorden som ved jordvandsanalyserne. Ved LOOP 1, station 106 er der dog målt høje koncentrationer af PO₄-P som beskrevet under jordvandsmålingerne. Koncentrationerne af total P har i flere tilfælde været noget højere end koncentrationerne af PO₄-P, hvilket er et udtryk for, at der i drænvandet er partikulært og/eller organisk bundet fosfor. Specielt i 1992 har der været meget høje koncentrationer af total P ved enkelte stationer i LOOP 4 (station 401 og 406). Disse forhold må igen henføres til de ekstreme klimaforhold i 1992, hvorunder f.eks makroporeflow kan have stor betydning.

7.3.2 Arealsspecifik afstrømning og næringsstofudvaskning fra drænsystemer på lerjorde.

Den arealsspecifikke afstrømning og næringsstofudvaskning fra drænsystemer er opgjort på årsbasis i tabel 7.9. I opgørelsen indgår lerjordsoplandene LOOP 1 og 4, samt det lavtliggende areal i sandjordsoplandet LOOP 2. For de øvrige stationer er der ikke målt drænvandsafstrømning eller oplandsbeskrivelsen er mangelfuld. I 1989 var drænvandsafstrømningerne små og beregningerne usikre, hvorfor disse ikke vil blive tillagt stor vægt.

Drænvandsafstrømning

For 5 drænstationer i LOOP 1 er den gennemsnitlige drænvandsafstrømning beregnet til 212 mm i 1990, 120 mm i 1991 og 105 mm i 1992. For de 4 drænstationer i LOOP 4 er den gennemsnitlige drænvandsafstrømning tilsvarende beregnet til 131 mm i 1990, 145 mm i 1991 og 94 mm i 1992. Der var således lidt mindre drænvandsafstrømning i 1992 end de tidligere år. Drænvandsafstrømningerne udgjorde i gennemsnit 65% af afstrømningen fra rodzonen i LOOP 1 og 30% af afstrømningen i LOOP 4.

Tabel 7.9 Arealsspecifik afstrømning og næringsstofudvaskning fra dræn for 1989-92.

	Dræn opl. ha	1989					1990					1991					1992				
		Afstr. mm	Tot.N kg/ha	NO ₃ -N kg/ha	Tot.P år ¹	PO ₄ -P	Afstr. mm	Tot.N kg/ha	NO ₃ -N kg/ha	Tot.P år ¹	PO ₄ -P	Afstr. mm	Tot.N kg/ha	NO ₃ -N kg/ha	Tot.P år ¹	PO ₄ -P	Afstr. mm	Tot.N kg/ha	NO ₃ -N kg/ha	Tot.P år ¹	PO ₄ -P
Lerjord																					
LOOP 1																					
102	2.2	165	-	23.8	0.032	0.028	320	-	27.4	0.093	0.078	145	-	9.9	0.039	0.030	160	-	21.7	-	0.036
103	5.5	89	10.4	9.5	0.014	0.012	247	35.8	32.1	0.051	0.046	155	16.5	14.5	0.023	0.020	97	16.7	16.0	0.017	0.013
104	2.3	106	-	16.2	0.014	0.013	241	-	22.2	0.023	0.019	104	-	16.5	0.013	0.013	90	-	24.3	-	0.012
105	2.5	76	14.4	14.9	0.014	0.012	187	32.2	30.2	0.080	0.063	-	-	-	-	-	137	21.1	20.0	0.023	0.022
106	2.0	11	2.3	2.2	0.027	0.027	63	10.2	9.5	0.151	0.149	77	9.9	9.1	0.107	0.111	41	7.9	7.7	0.074	0.047
gns.		89	9.0	13.3	0.020	0.018	212	26.1	24.3	0.080	0.071	120	13.2	12.5	0.046	0.044	105	15.2	18.1	0.038	0.032
Lerjord																					
LOOP 4																					
401	1.0	33	-	4.0	-	0.000	78	11.2	10.7	0.016	0.011	73	4.8	4.6	0.012	0.010	42	6.9	6.5	0.121	0.011
402	4.5	105	9.5	13.4	0.053	0.012	217	30.3	29.2	0.039	0.025	218	27.4	26.5	0.053	0.024	168	28.3	26.5	0.074	0.046
404	1.1	63	16.9	15.9	0.060	0.000	131	34.2	31.2	0.013	0.009	189	38.9	37.8	0.031	0.021	87	17.2	16.7	0.015	0.010
405	2.8	-	-	-	-	-	"	-	-	-	-	(20	12.0	11.6	0.014	0.008)	9	1.9	1.8	0.001	0.001
406	2.2	27	10.1	12.4	0.051	0.027	99	42.4	40.9	0.095	0.059	98	35.3	33.4	0.033	0.012	79	40.2	37.2	0.128	0.040
gns.		57	12.2	11.4	0.055	0.010	131	29.5	28.0	0.041	0.026	145	26.7	25.6	0.032	0.017	94	23.2	21.7	0.085	0.027
Sandjord																					
LOOP 2																					
251	33	1004 ²⁾	58.2	51.6	1.605	-	956	98.9	87.3	0.849	0.212	929	98.3	89.9	0.738	0.148	805	108.0	100.9	0.634	0.121

¹⁾ kun lejlighedsvis vandførende - data for denne station ikke medregnet i gennemsnit

²⁾ indeholder grundvandsstilstrømning

Kvælstofudvaskning

Den gennemsnitlige udvaskning af nitrat fra drænene i LOOP 1 blev målt til 24 kg N/ha i 1990, 13 kg N/ha i 1991 og 18 kg N/ha i 1992, mens udvaskningen i LOOP 4 blev målt til 28 kg N/ha i 1990, 26 kg N/ha i 1991 og 22 kg N/ha i 1992. Der er således ikke set den samme entydige stigning i kvælstofudvaskning via dræn som ved jordvandsmålingerne. Nitratudvaskningen gennem dræn har i 1990-92 udgjort henholdsvis 51% og 45% af udvaskningen fra rodzonen i LOOP 1 og 4.

Opgørelsen over udvaskning af total N og nitrat-N viser, at organisk N har udgjort ca. 6% af den totale kvælstofudvaskning.

Fosforudvaskning

Udvaskning af total P blev i 1990-92 målt til gennemsnitlig 0.06 kg P/ha år⁻¹ i LOOP 1 og til 0.05 kg P/ha år⁻¹ i LOOP 4. Af denne udvaskning udgjorde opløst PO₄-P henholdsvis 89% i LOOP 1 og 55% i LOOP 4. Forskellen mellem total P og opløst PO₄-P består på disse lerjorde formodentlig fortrinsvis af partikulært P. Udvas-
kning af partikulært P i LOOP 4 var især at finde ved to stationer, og specielt tydelig i 1992. Ved andre drænvandsundersøgelser er det fundet, at udvaskningen af partikulært P kan udgøre en endnu større andel af den totale udvaskning, fx. *Hansen (1986)* og *Hansen og Petersen (1985)*.

7.3.3 Næringsstofudvaskning fra lavtliggende arealer på sandjord

Som beskrevet ovenfor adskiller station 251 i LOOP 2 sig fra drænstationerne på lerjordene, idet denne afvander et lavtliggende areal (tidligere engområde) med tilstrømmende grundvand. De arealspecifikke afstrømningsværdier baseret på det topografiske opland er derfor meget høje. I 1989 blev der således målt en afstrømning på ca 1000 mm, mens afstrømningen har været jævnt aftagende til ca 800 mm i 1992.

Kvælstofudvaskningen var i samme periode steget fra 52 kg NO₃-N/ha i 1989 til 101 kg NO₃-N/ha i 1992; mens udvaskningen af total P var faldet fra 1.31 kg P/ha i 1989 til 0.63 kg P/ha i 1992.

Kvaliteten af udvasket fosfor fra dette drænsystem adskiller sig fra drænsystemerne på lerjordene ved at opløst PO₄-P kun udgjorde ca. 21% af den totale udvaskning. Den resterende fraktion består formodentlig både af partikulært P samt opløst organisk P, idet der er tale om et tidligere engareal.

7.4 Sammenfatning

Stationsmarker

Undersøgelse af næringsstofudvaskning fra rodzonen er udført på 18 stationsmarker i 3 lerjordsoplande og på 22 stationsmarker i 3 sandjordsoplande. Undersøgellesperioden dækker årene 1989-92.

Nedbør og afstrømning fra rodzonen

I de 6 oplande blev der målt en gennemsnitlig nedbør på 646 mm i 1989, 939 mm i 1990, 747 mm i 1991 og 783 mm i 1992. Disse mængder udgjorde i gennemsnit 78, 113, 92 og 95 % af normal-

nedbøren. I 1992 var nedbøren skævt fordelt med en meget tør sommer og store nedbørmængder i marts/april og november. Disse nedbørsforhold har forårsaget en variation i afstrømning fra rodzonen på gennemsnitlig 220 mm i 1989, 468 mm i 1990, 393 i 1991 og 443 mm 1992.

N-udvaskning fra rodzonen i årene 1989-92

Udvaskningen af kvælstof fra rodzonen blev ved stationsmarkerne i de 3 lerjordsoplande beregnet til gennemsnitlig 40 kg N/ha i 1989, 99 kg N/ha i 1990, 60 kg N/ha i 1991 og 89 kg N/ha i 1992. Tilsvarende blev kvælstofudvaskningen fra stationsmarkerne i de 3 sandjordsoplande beregnet til gennemsnitlig 126 kg N/ha i 1990, 146 kg N/ha i 1991 og 203 kg N/ha i 1992. Den store udvaskning i 1992 skyldes de ekstreme klimaforhold. Der kan på nuværende tidspunkt ikke konkluderes over udviklingen i kvælstofudvaskningen fra stationsmarkerne.

N-udvaskning i relation til landbrugspraksis

Der blev ved stationsmarkerne beregnet den mindste udvaskning fra planteavlsbrugene, og for husdyrbrugene steg udvaskningen med stigende dyretæthed. Der er sammenhæng mellem udvaskningens størrelse og mængden af nettotilført kvælstofgødning.

P-udvaskning fra rodzonen

Udvaskning af fosfor fra rodzonen har været lav; denne blev for stationerne i lerjordsoplandene målt til gennemsnitlig 0.14 kg P/ha år⁻¹ og for stationerne i sandjordsoplandene til 0.06 kg P/ha år⁻¹. Den højere udvaskning på lerjordene må tilskrives, at enkelte stationer bidrager med særlig store mængder.

Drænvandsundersøgelser

Drænvandsundersøgelser i to lerjordsoplande har vist en afstrømning af nitratkvælstof på gennemsnitlig 26 kg N/ha i 1990, 19 kg N/ha i 1991 og 20 kg N/ha i 1992. Disse mængder svarer i gennemsnit til ca 48% af udvaskningen fra rodzonen. Afstrømning af opløst ortho-fosfat fra drænen har i samme periode udgjort gennemsnitlig 0.04 kg P/ha år⁻¹.

I de to lerjordsoplande har udvaskning af organisk kvælstof fra drænen i 1990-1992 udgjort ca 6% af total kvælstof, mens udvaskningen af partikulært fosfor fra drænen har udgjort ca 28% af total fosfor.



8. Modelberegning af kvælstofudvaskningen fra rodzonen

Som led i udarbejdelsen af et værktøj, der kan beregne den integrerede kvælstofudvaskning fra alle marker i landovervågningsoplandene præsenteres i denne rapport modelberegninger af rodzoneudvaskningen i Lillebæk oplandet (LOOP 4). Beregningerne er udført med en model udviklet på Statens Planteavlsvforsøg i 1990-1991 (*Simmelsgaard, 1991*). Modellen er blevet modificeret i samråd med Statens Planteavlsvforsøg (*Simmelsgaard, pers. medd. 1993*) og programmeret af Danmarks Miljøundersøgelser.

8.1 Beskrivelse af modellen

Den anvendte model er empirisk og baseret på et stort antal kontrollerede mark- og lysimeterforsøg. Kvælstofudvaskning er beskrevet som en funktion af tilført gødning (handels- og husdyrgødning), afstrømning fra rodzonen, afgrøde og jordtype (ler eller sand). Modellen består af 3 elementer:

- 1) en tabel over normaludvaskningsværdier for en række afgrøder dyrket på hhv. sand- og lerjord
- 2) eksponentialfunktioner der på grundlag af normaludvaskningsværdier giver udvaskningen som funktion af stigende kvælstoftilførsel
- 3) et formeludtryk til korrektion af udvaskning ved normal årsafstrømning til udvaskning ved aktuel årsafstrømning.

ad 1) Tabel 8.1 viser udvaskningsværdierne for 13 afgrøder ved normalklima og anbefalet gødskningsnorm (normalgødsknings). Værdierne repræsenterer gennemsnit for hele landet. Udvasningsværdien reduceres, hvis en efter- eller vinterafgrøde efterfølger hovedafgrøden. ad 2) Modellen er oprindeligt gyldig i intervallet 0 - 1.5 gange normalgødsknings. Modifikationer udført af Danmarks Miljøundersøgelser har blandt andet muliggjort beregninger for tildelinger af handels- og husdyrgødning udover 1.5 gange normalgødsknings. Denne ekstrapolation har været nødvendig, da tilfælde af ekstrem overgødsning jævnligt observeres. Ekstrapolation udføres ved at forlænge eksponentialfunktionen med en ret linie, der har samme hældning som eksponentialfunktionen ved 1.5 gange normalgødsknings. Der er herved tale om en forsigtig ekstrapolation, der alt andet lige vil give en vis undervurdering af udvaskningen. ad 3) Afstrømning fra rodzonen beregnes med vandbalancemodellen EVACROP (*Olesen og Heidmann, 1990*) på basis af bl.a. klimaoplysninger (temperatur, nedbør, potentiel evapotranspiration). Udtrykket til korrektion af udvaskning ved normal årsafstrømning til udvaskning med aktuel årsafstrømning bruges på 2 måder: i) til transformering af lands-normalværdierne vist i tabel 8.1 til regional-normalværdier. Dvs. at normaludvaskningen i en bestemt region eller et bestemt opland er defineret af forholdet mellem lands-normalklima og

normalklimaet i det pågældende område. Ved normalklima forstås her gennemsnit for perioden 1970-1990. ii) Desuden anvendes udtrykket til at give et skøn over udvaskningen ved aktuelt klima.

Tabel 8.1 Typetal for udvaskning af nitratkvælstof ved normalgødskning, vægtet i forhold til normalafstrømning for hele landet 1970-1990. Y_n , kg pr. ha. (Efter Simmelsgaard, 1991).

Afgrøde	Sandjord (jb 1-3)		Lerjord (jb 4-7)	
	Antal forsøg	Y_n kg/ha	Antal forsøg	Y_n kg/ha
Vårsæd	38	65	45	55
Vintersæd*	4 (12)	45	36 (15)	35
Vinterraps	0	50	0	40
Vårraps	0	70	0	55
Ærter (høst v. modning)	1	75	1	60
Foderroer	1	45	11	30
Fabriksroer	0	40	0	25
Kartofler	0	45	0	30
Vårsæd m. græsudlæg	15	35	26	20
Vårhelsæd m. græsudlæg	0	40	0	25
Græs i omdrift	11	40	13	25
Kløvergræs i omdrift**	-	40	-	25
Vedvarende græs	0	25	0	15

* Det første tal angiver antallet af forsøg, hvor udvaskningen er målt, fra det efter vintersæden er sået til det følgende forår. Tallet i parentes angiver antallet af forsøg, hvor udvaskningen er målt i vinteren efter at vintersæden er høstet.

** Der er ikke skelnet mellem græs og kløvergræs i omdrift.

Da modellen er empirisk er den kun gyldig for forhold svarende til de eksperimenter på hvilke, den er funderet. Det vil sige, at hvis der sker store ændringer i sædskifte eller dyrkningspraksis kan modellen ikke længere bruges. Der har kun været få forsøg til rådighed til opsætning af formeludtrykket for udvaskning fra husdyrgødning. Dette betyder, at der knytter sig en relativt større usikkerhed til udvaskningsberegningen på husdyrgødede marker.

Modellen anvender kun få faktorer i beskrivelsen af kvælstofudvaskningen; for eksempel indgår den enkelte marks dyrkningshistorie ikke og hermed tages størrelsen og sammensætningen af de organiske kvælstofpuljer ikke i betragtning. Det samme gælder gradueringer indenfor de to jordtypeklasser, modellen opererer med. Et gennemsnit af alle de ikke-beskrivne faktorer er indeholdt i normaludvaskningsværdien. Det har den konsekvens, at den aktuelle variation i kvælstofudvaskningen fra mark til mark ikke er velbeskrevet. Modellens output skal betragtes som en gennemsnitlig værdi for f.eks. alle marker med den samme afgrøde i et område eller som en gennemsnitlig værdi for kvælstofudvaskningen i det pågældende område.

Modellen opererer beregningsmæssigt på markniveau. For hver beregning, der skal udføres, kræver modellen data på både op-

lands- og markniveau. Oplandsoplysningerne omfatter værdier for normal- og aktuel afstrømning ud af rodzonen. Markoplysningerne er følgende: areal, hovedafgrøde, efterafgrøde, vinterafgrøde, tilført handelsgødning, tilført husdyrgødning, nytteværdi af husdyrgødning og anbefalet gødningstildeling. Den anbefalede gødningstildeling korrigeres for geografisk beliggenhed, den aktuelle kvælstofprognose og eventuel tilførsel af husdyrgødning til marken året før. Markoplysningerne skal dække et driftsår.

Som modellen er programmeret af Danmarks Miljøundersøgelser udtrages estimater af den årlige kvælstofudvaskning ved normal og ved aktuel årsafstrømning dels på enkeltmarkniveau, dels for hele oplandet. Desuden beregnes den årlige, gennemsnitlige kvælstofkoncentration i jordvæsken, der forlader rodzonen. De årlige værdier refererer til en afstrømningsperiode, dvs. et hydrologisk år. Det betyder med andre ord, at udvaskningen hidrørende fra afgrøder dyrket i driftsåret 90/91 (ca. 1.9.90 - 31.8.91) finder sted i det hydrologiske år 91/92 (1.6.91 - 31.5.92).

8.2 Resultater

Modelberegningen er blevet udført for 3 driftsår - 89/90, 90/91 og 91/92. For driftsåret 88/89 mangler oplysninger om forfrugt og gødningstildelinger i efterår/vinter 1988, og der er derfor ikke udført beregninger for dette driftsår. Ved beregning af aktuel afstrømning kræves klimaoplysninger. Sådanne har ikke været til rådighed for den hydrologiske periode 92/93; aktuel udvaskning er derfor kun beregnet for 2 hydrologiske år.

Tabel 8.2 viser arealanvendelsen i Lillebæk oplandet opdelt på 7 afgrødegrupper. Desuden er der for hver afgrødegruppe vist gennemsnitlig gødningstildeling, gennemsnitlig gødningsnorm samt gennemsnitlig beregnet normaludvaskning. Det ses, at i dette opland er udvaskningens størrelse især bestemt af udvask-

Tabel 8.2 Sammenstillinger af input til og output fra modellen opdelt på hovedafgrødegrupper. Gødning omfatter handels- og husdyrgødning, men ikke gødning i forbindelse med græsning - samtidig er gødningsnormen ca 100 kg N/ha lavere ved græs til afgræsning end græs til slæt. Gødning er vist hhv. uden og med indregnet nyttevirkning. Anbefalelsesnormen er landsnormen gældende i den periode (1971-1990), hvor forsøgene, modellen er baseret på, blev udført. Landsnormen er her korrigeret for geografisk beliggenhed, den årlige N-prognose, evt. tildeling af husdyrgødning året før samt kløverindhold i græsmarkerne. Opgørelsen omfatter kun arealer inden for oplandet.

	driftsår 89/90 - hydrol.år 90/91					driftsår 90/91 - hydrol.år 91/92					driftsår 91/92 - hydrol.år 92/93				
	areal	gødn. total	gødn. eff.	anbef.	normal udv.	areal	gødn. total	gødn. eff.	anbef.	normal udv.	areal	gødn. total	gødn. eff.	anbef.	normal udv.
	%	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	%	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	%	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha
vårkorn	28	138	125	108	55	24	138	114	97	49	29	191	119	106	78
vinterkorn	34	220	182	156	61	30	247	189	155	71	36	235	195	157	54
frø (raps+frøgr.)	10	176	176	176	30	19	219	192	186	35	16	253	194	189	49
bælgsæd	8	2	2	0	40	8	0	0	0	41	2	0	0	0	40
rodfrugt	8	284	169	125	70	8	313	183	123	67	4	295	164	121	73
græs/grøntfoder	11	150	132	93	22	11	124	115	92	24	11	131	127	103	33
vedv.græs	1	98	98	120	11	0	-	-	-	-	2	78	68	111	11
total areal (ha)	404					393					337				

ningen fra vårkorn og vinterkorn, dels pga. de relativt høje udvaskningsniveauer for disse afgrøder, dels pga. deres store arealmæssige vægt. Ved sammenligning på tværs af årene er der forskelle i normaludvaskning, der ikke er umiddelbart indlysende på baggrund af de viste gødningstildelinger og -behov. Dette skyldes, at udvaskningsberegningen er resultat af et samspil mellem flere faktorer end de i tabel 8.2 viste: bl.a. evt. tilstedeværelse af efter- eller vinterafgrøde efter hovedafgrøden, sammensætning af den totale gødningstildeling, nytteværdi af husdyrgødning.

Tabellerne 8.3 og 8.4 viser på oplandsniveau visse inputs til og outputs fra modelberegningen på Lillebæk oplandet. Desuden er der i tabel 8.4 indføjet målte værdier af rodzoneudvaskning og vandløbs-kvælstoftransport til sammenligning.

Tabel 8.3 Oversigt over gødningsforbrug i Lillebæk oplandet. Gennemsnit for hele det dyrkede areal inden for oplandet.

Driftsår	Handelsgødning (kg N/ha)	Husdyrgødning (kg N/ha)	Udbinding (kg N/ha)	Gødning, total, eff. ¹⁾ (kg N/ha)	Gødningsnorm (kg N/ha)
89/90	127	46	16	149	123
90/91	122	66	14	151	125
91/92	124	76	7	154	131

¹⁾ Nyttetværdien af gødning ved udbinding er her sat til 25%.

Tabel 8.4 Modelberegnet udvaskning og afstrømning fra rodzonen. Gennemsnit for hele oplandet. Desuden målt rodzoneudvaskning (gennemsnit for 6 stationsmarker) og målt vandløbstransport (korrigeret for punktkilder og naturarealer).

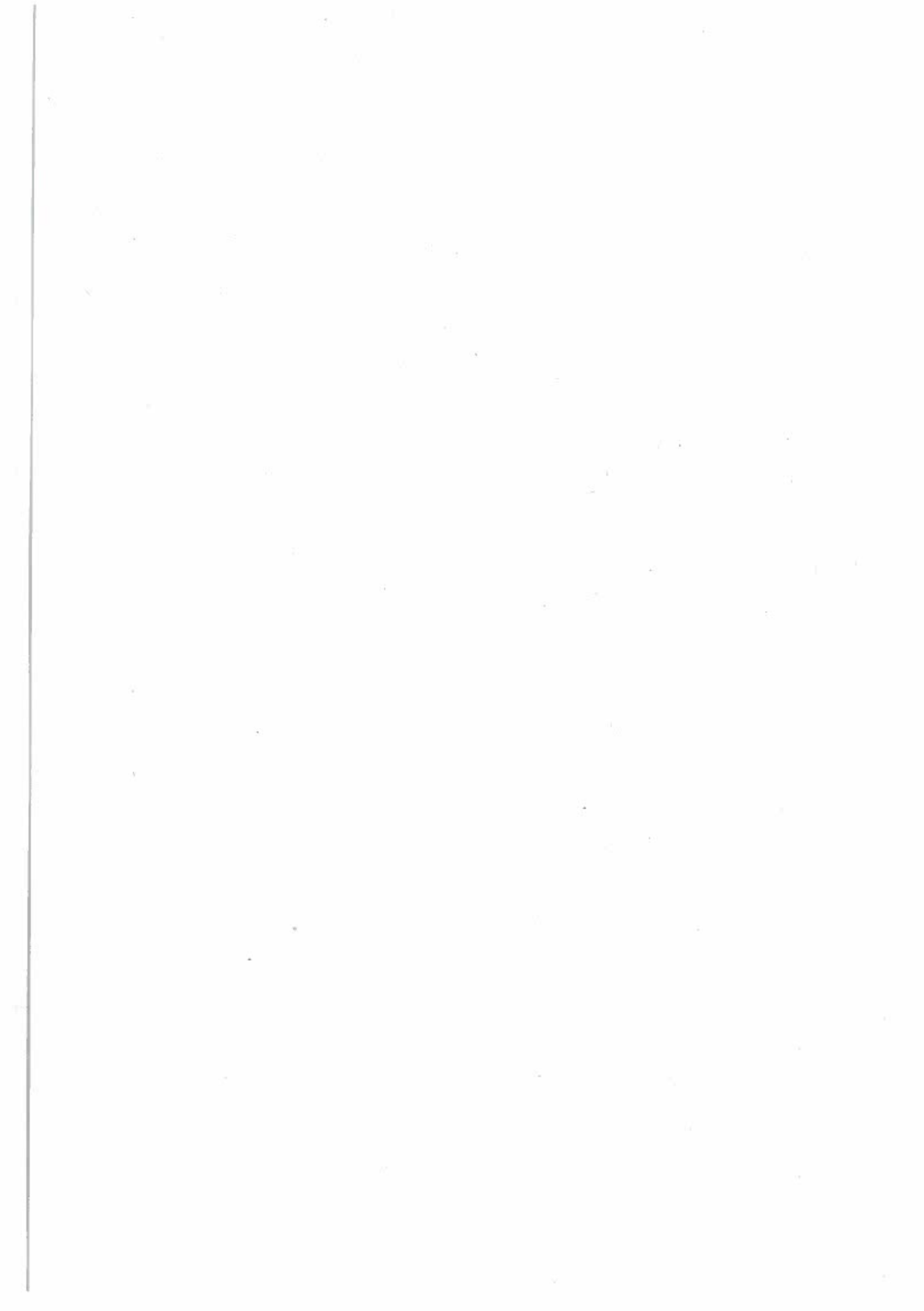
Hydrol. år	Norm.-udvask. (kg N/ha)	Aktuel udvask. (kg N/ha)	Målt udvask. (kg N/ha)	Afstr. mm	Vandløbstransport (kg N/ha)
90/91	51	61	50	399	36
91/92	51	58	63	367	24
92/93	58	-	-	-	-

Modelberegningen viser en lille stigning i normaludvaskningen (klimauafhængig) for de 3 hydrologiske år fra 51 kg N/ha pr år i 90/91 og 91/92 til 58 kg N/ha pr år i 92/93. Stigningen er forventelig set på baggrund af tabel 8.3, der viser en stigning i især anvendelsen af husdyrgødning. Denne forøgede anvendelse må tilskrives en mindre stigning i husdyrholdet i oplandet fra 1991 til 1992 (*Fyns Amtskommune, 1993*). Den aktuelle, dvs. den afstrømningskorrigerede udvaskning er beregnet til 61 kg N/ha i 90/91 og 58 kg N/ha i 91/92. Ved sammenligning af disse beregnede udvaskninger med de tilsvarende målte værdier for rodzoneudvaskning ses en større og modsat rettet årsvariation i de målte værdier. Denne forskel er at forvente, idet der i modelberegningen kun tages højde for variation i årsafstrømning, mens effekten af

Øvrige klimatiske variationer ikke medtages. Således afspejler de modelberegnedes værdier ikke den merudvaskning, der fandt sted i foråret 1992 som følge af den milde vinter med efterfølgende høje nedbørsintensiteter i marts/april. Det væsentligste i denne sammenhæng er imidlertid at bemærke, at niveauet for modelberegnet aktuel udvaskning fra oplandet er af samme størrelsesorden som for de målte udvaskninger ved stationsmarkerne, nemlig henholdsvis 60 kg N/ha pr. år i modelberegningen og 57 kg N/ha pr. år ved målingerne i perioden 1990/1991 - 1991/1992.

8.3 Sammenfatning

Med en empirisk model er der gennemført beregninger af udvaskning fra rodzonen i Lillebæk oplandet (LOOP 4). Beregninger udført for normal årsafstrømning viser en lille stigning i udvaskning fra 51 kg N/ha pr. år i 90/91 og 91/92 til 58 kg N/ha pr. år i 92/93. Denne stigning tilskrives en stigning i husdyrholdet i oplandet. Ved korrektion fra normal årsafstrømning til aktuel årsafstrømning bliver udvaskningen 61 kg N/ha pr. år i 90/91 og 58 kg N/ha pr. år i 91/92. Modellen tager ikke højde for øvrige klimatiske betingede variationer i udvaskning. De modelberegnedes udvaskningsværdier for oplandet ligger på samme niveau som de målte udvaskninger ved stationsmarkerne. Modellen vurderes som et egnet værktøj til overslagsberegninger over den udvaskningsmæssige effekt af ændringer i landbrugspraksis.



9. Grundvand

9.1 Indledning

I dette kapitel sammenholdes årsvariationer i grundvandets nitratindhold i forskellige dybder med variationer i grundvandsstanden.

Nitratindholdet i grundvandet i forskellige dybder vurderes i sammenhæng med øvrige landovervågningsdata i kapitel 12.

For et lerjordsopland (Lillebæk) og et sandjordsopland (Barslund Bæk) vurderes gødningstypens betydning for nitratindholdet i grundvandet. Tilsvarende vurderinger vil næste år blive gennemført for alle oplande.

Af de øvrige analyseparametre for grundvand er følgende behandlet i *Nygaard et al. (1993)*: bicarbonat (alkalinitet), calcium, magnesium, sulfat og klorid.

9.2 Årsvariation i nitratindhold og grundvandsstand

Årsvariationen i det øvre grundvands nitratindhold er i figurerne 9.1 og 9.2 illustreret ved månedsgennemsnit udregnet på grundlag af alle de nitratanalyser, der er foretaget i den pågældende dybde inden for måneden.

Grundvandsstanden er illustreret ved gennemsnit af pejlinger fra to eller tre pejleboringer i hvert opland.

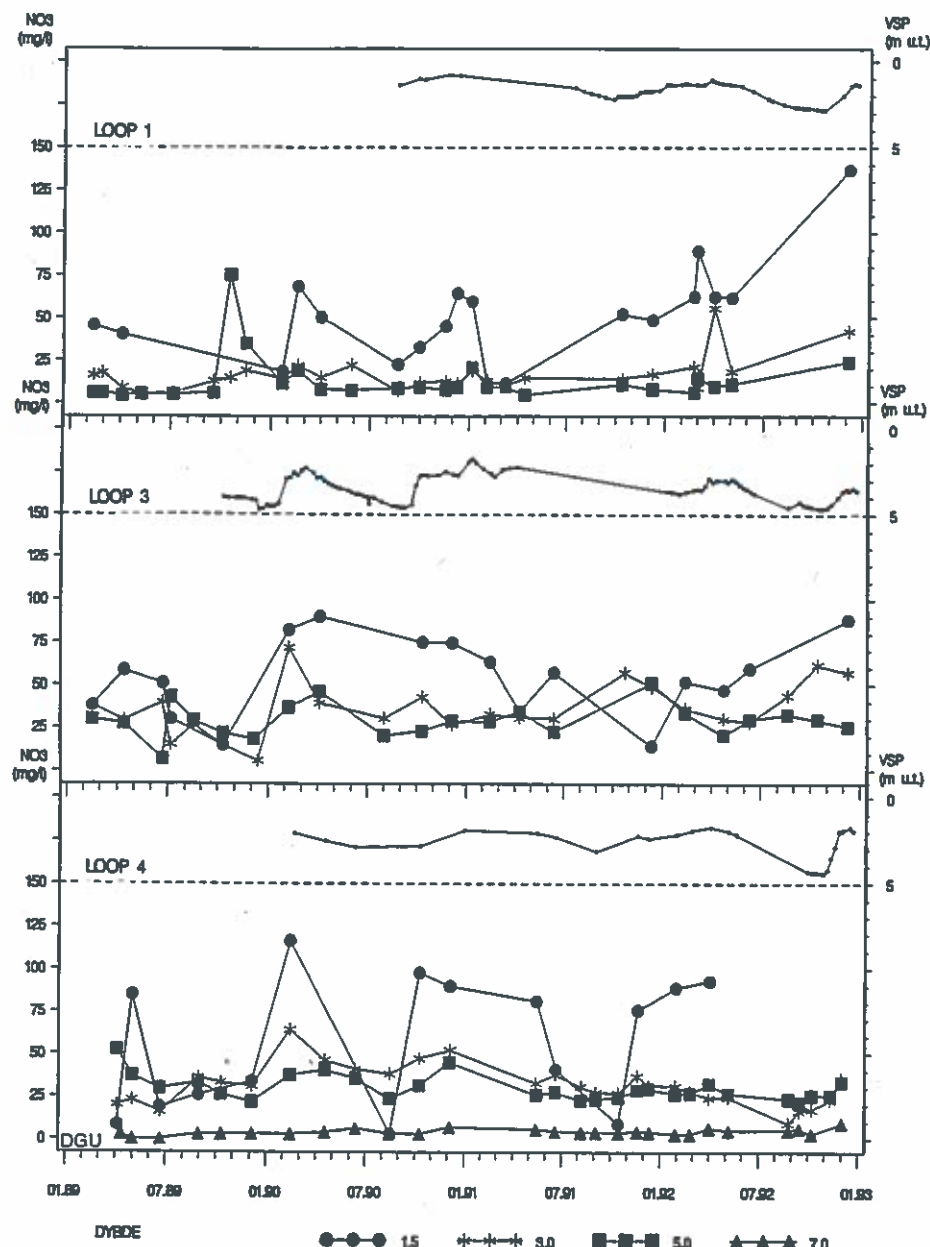
Lerjordsoplande

Såvel den absolutte nitratkoncentration som variationen inden for året aftager med dybden. Dette er mest markant fra 1.5 m til 3 m under terræn (Figur 9.1).

I LOOP 4, hvor iltningsfronten ligger 5 m til 7 m under terræn (Fyns Amtskommune, 1992), er der også et markant fald fra 5 m til 7 m. I 7 meters dybde foretages der dog kun målinger i 2 filtre.

I perioder hvor grundvandsstanden er stigende giver kvælstofudvaskning en stigning i grundvandets nitratindhold. Stigningen optræder mest markant 1.5 m under terræn men også - og tidsmæssigt sammenfaldende hermed - 3 m og 5 m under terræn, hvilket indikerer en hurtig vertikal vand- og nitrattransport gennem de øvre lerede jordlag.

I perioder med mere konstant eller faldende grundvandsstand aftager nitratkoncentrationen. For perioden 1989 til 1992 ses ingen generel tendens til fald i nitratkoncentrationen i det øvre grundvand i de tre lerjordsoplande.

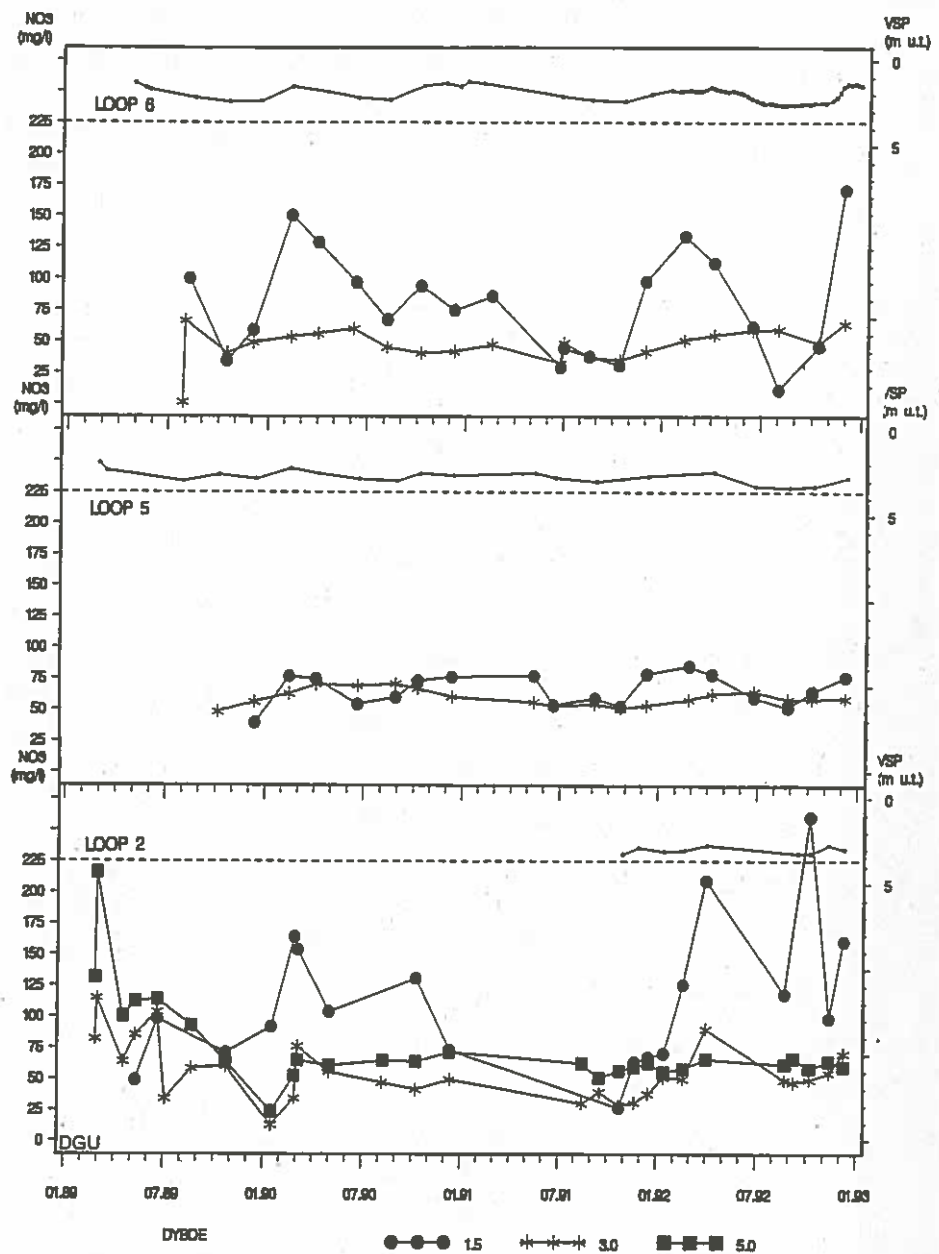


Figur 9.1 Årsvariation for nitrat og grundvandsstand i LOOP 1, 3 og 4, (DYBDE: meter under terræn).

Sandjordsoplande

I LOOP 5 og 6 er der 1.5 meter under terræn en markant årsvariation i nitratindholdet som følger ændringerne i grundvandsstanden (Figur 9.2). Der ses stort set identiske forløb i de to oplande. I starten af perioder med stigende grundvandsstand (efterår/vinter) stiger nitratkoncentrationen markant i 1.5 meters dybde og i perioder med stabil eller aftagende grundvandsstand (sommertid) falder nitratindholdet, ofte til et niveau svarende til nitratindholdet i 3 meters dybde.

I LOOP 2 ligger nitratindholdet i grundvand udtaget 3 og 5 meter under terræn ret konstant på 50 til 75 mg NO_3/l (11.3 - 16.9 mg $\text{NO}_3\text{-N}/\text{l}$) efter det første års indkøringsperiode, hvor der blandt andet blev foretaget reparation af grundvandsboringer. 1.5 meter under terræn er der målt meget høje nitratkoncentrationer på over 200 mg NO_3/l (45 mg $\text{NO}_3\text{-N}/\text{l}$).



Figur 9.2 Årsvariation for nitrat og grundvandsstand i LOOP 2, 5 og 6, (DYBDE: meter under terræn).

9.3 Gødningstype og nitratindhold

Opgørelsesmetode

For at belyse gødningstypens - husdyrgødning og handelsgødning - betydning for det øvre grundvands nitratindhold er grundvandsfiltrene i lerjordsoplandet Lillebæk (LOOP 4) og i sandjordsoplandet Barslund Bæk (LOOP 5) opdelt i 3 grupper:

- grundvandsfiltre beliggende på eller nedstrøms arealer der har modtaget husdyrgødning (eventuelt suppleret handelsgødning) i perioden 1989 til 1992,
- grundvandsfiltre beliggende på eller nedstrøms arealer der udelukkende har modtaget handelsgødning i perioden 1989 til 1992
- grundvandsfiltre beliggende under naturarealer (kun LOOP 5).

Marker som kun er husdyrgødet en enkelt eller få gange i perioden er medtaget i husdyrgødningsgruppen.

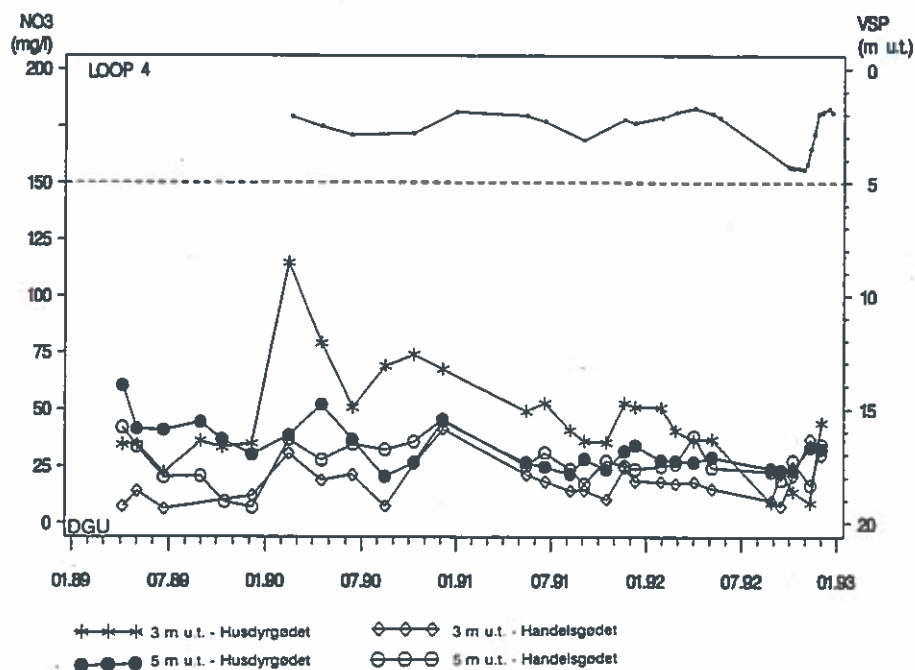
I sandjordsoplandet Barslund Bæk, hvor den dominerende strømning for grundvandet er horisontal, udgør marker beliggende op til 300 m opstrøms grundvandsfiltrene grundlaget for grupperingen.

I lerjordsoplandet Lillebæk skønnes den dominerende strømning for grundvandet i moræneleret tæt ved terræn at være vertikal. Det er derfor primært stationsmarker og kun i enkelte tilfælde tillige opstrøms marker, der ligger til grund for grupperingen.

De filtre i LOOP 5, hvor de opstrøms arealer udgøres af en blanding af gødede og ugødede (natur-) arealer, er udeladt af analysen.

Lerjordsoplandet Fyn

I LOOP 4 aftager nitratkoncentrationen i grundvandet under husdyrgødede arealer fra 3 meter til 5 meter under terræn. Grundvandet såvel 3 meter som 5 meter under terræn under husdyrgødede arealer har et højere nitratindhold end under handelsgødede arealer (Figur 9.3).



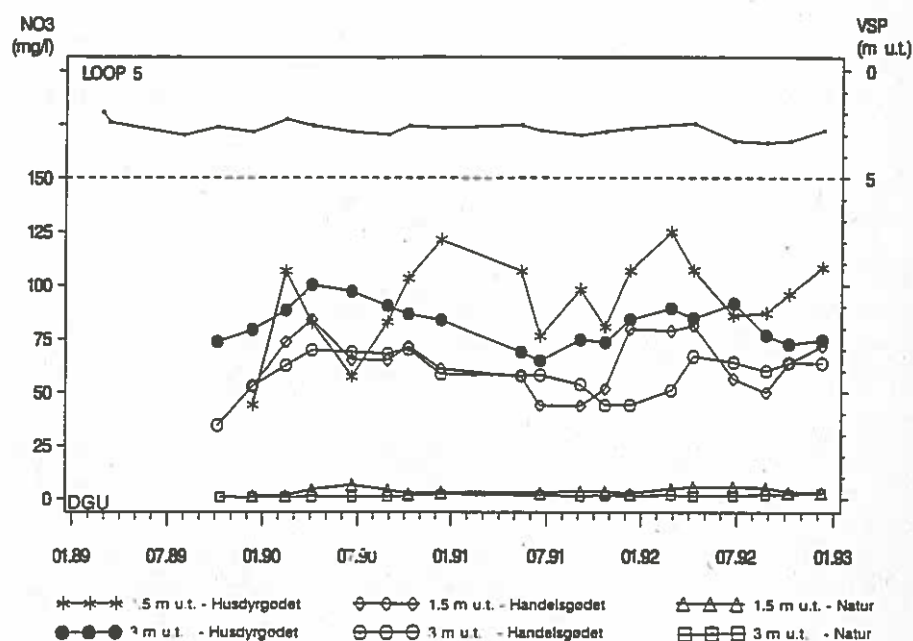
Figur 9.3 Gødningsanvendelse og nitrat i grundvand i LOOP 4.

Under handelsgødede arealer er nitratkoncentrationen i grundvandet 3 meter og 5 meter under terræn på samme niveau og årsvariationerne er sammenfaldende. Dette indikerer en hurtig vertikal nitrattransport og ringe eller ingen nitratomsætning over iltningens fronten.

Nitratkoncentrationen i grundvandet under såvel husdyr- som handelsgødede arealer følger ændringerne i grundvandsstanden. I starten af perioder med stigende grundvandsstand stiger nitratkoncentrationen og i perioder med stabil eller aftagende grund-

vandsstand falder nitratinholdet. Særligt tydeligt ses dette i 3 meters dybde under husdyrgødede arealer i sommerhalvåret 1992, hvor der ikke var noget nedbørsoverskud (Fyns Amtskommune, 1993), og hvor såvel nitratkoncentration som grundvandsstand faldt unormalt meget for perioden.

I LOOP 5 har grundvandet 1.5 meter under terræn under husdyrgødede arealer generelt et højere nitratinhold end i 3 meters dybde (Figur 9.4).



Figur 9.4 Gødningsanvendelse og nitrat i grundvand i LOOP 5.

Under handelsgødede arealer ligger grundvandets nitratinhold på samme niveau i 1.5 og 3 meters dybde, og nitratkoncentrationen er lavere end under husdyrgødede arealer.

Årsvariationerne er størst for de øvre filtre for begge gødningstyper. Nitratkoncentrationen følger ændringer i grundvandstanden, som beskrevet ovenfor for LOOP 4.

I 3 meters dybde i LOOP 5 ses der hverken under husdyr- eller handelsgødede arealer nogen entydig årsvariation eller variation i forhold til vandstandsændringerne af grundvandets nitratinhold.

Under naturarealer er der et konstant og lavt nitratinhold i grundvandet i såvel 1.5 som 3 meters dybde. Årsgennemsnittet er under 5 mg NO₃/l (1.1 mg NO₃-N/l).

Under såvel husdyr- som handelsgødede arealer er nitratinholdet i det øvre grundvand højere i LOOP 5 end i LOOP 4. I LOOP 4 er nitratinholdet i de øverst konstant vandgivende filtre under husdyrgødede arealer på niveau med eller lavere end i de nederste filtre under såvel husdyr- som handelsgødede arealer i LOOP 5.

9.4 Sammenfatning

Efter 4 års målinger af nitratkoncentrationen i det øvre grundvand i 3 lerjordsoplande og i 3 sandjordsoplande ses ingen tendens til fald i nitratindholdet.

Det øvre grundvand er i alle oplande tydeligt påvirket af landbrugsdriften med nitratkoncentrationer på over 50 mg NO₃/l (11.3 mg NO₃-N/l).

For alle oplande aftager såvel nitratindholdet som årsvariationen i dette med dybden. Mest markant fra 1.5 til 3 meter under terræn. I lerjordsoplandet Højvads Rende (LOOP 1) ses et fald i grundvandets nitratindhold til omkring 10 mg NO₃/l (2.3 mg NO₃-N/l) 5 meter under terræn, og i lerjordsoplandet Lillebæk (LOOP 4) til under 5 mg NO₃/l (1.1 mg NO₃-N/l) i 7 meters dybde.

I perioder (efterår/vinter) med stor nedsivning og stigende grundvandsstand medfører udvaskning af kvælstof en stigning i grundvandets nitratindhold.

For LOOP 4 og LOOP 5 er gødningstypen vurderet i forhold til det øvre grundvands nitratindhold.

Det øvre grundvand under husdyrgødede arealer har et højere nitratindhold end grundvandet under handelsgødede arealer.

I begge oplande aftager nitratkoncentrationen i grundvandet under husdyrgødede arealer med dybden.

Under handelsgødede arealer i LOOP 4 er nitratkoncentrationen i grundvandet 3 meter og 5 meter under terræn på samme niveau og årsvariationerne er sammenfaldende. Dette indikerer en hurtig vertikal nitrattransport og ringe eller ingen nitratomsætning over iltringsfronten.

Under såvel husdyr- som handelsgødede arealer er nitratindholdet i det øvre grundvand højere i LOOP 5 end i LOOP 4.

Under naturarealer i LOOP 5 er der et konstant og lavt nitratindhold i grundvandet i såvel 1.5 som 3 meters dybde. Årsgennemsnittet er under 5 mg NO₃/l (1.1 mg NO₃-N/l).

10. Afstrømning, koncentration og transport af næringsstoffer i vandløb

Vandløbsmålinger

Koncentrationen og transporten af kvælstof og fosfor i vandløbene indenfor landovervågningsoplandene afspejler den integrerede respons fra et dyrket afstrømningsområde, der er underlagt forskellige naturgivne betingelser med hensyn til f.eks. klima, geologi og topografi.

Kvælstof

Udvaskningen af kvælstof fra rodzonen på de dyrkede arealer tilføres enten direkte til vandløb med det tilstrømmende overfladenære vand eller nedsiver til grundvand hvormed det efter længere eller kortere tid kan tilføres vandløb. Under vandets passage gennem jorden og våde enge kan nitrat omdannes til frit kvælstof (denitrifikation), der afgasser til atmosfæren (Jacobsen *et al.*, 1990; Ambus og Hoffmann, 1990). Det er derfor kun en del af det udvaskede kvælstof fra rodzonen, der når frem til vandløb.

Hvor de hydrogeologiske forhold betinger, at størstedelen af afstrømningen i vandløbet er grundvand vil effekter af ændringer i f.eks. dyrkningspraksis indenfor oplandet først kunne registreres efter en længere måleperiode, hvorimod ændringer hurtigt vil kunne registreres i vandløb med en stor overfladenær tilstrømning.

Fosfor

Tabet af fosfor fra dyrkede arealer sker både via udvaskning og erosion. Hertil kommer at fosforudledninger fra spredt bebyggelse, mindre bysamfund og i form af eventuelle gårdbidrag kan have stor betydning. De mange kilder til fosfor i vandløb, de enkelte kilders store geografiske variation og den store tidsmæssige variation i tilførslerne gør, at det er svært både at måle og vurdere effekter af eventuelle ændringer i tilførslerne af fosfor til vandløb selv over forholdsvis lange måleperioder.

Indhold

I kapitlet gennemgås resultaterne fra overvågningen i 1992 af vandløbene i de 6 landovervågningsoplande hvad angår afstrømning, samt koncentration og transport af kvælstof og fosfor. Resultaterne fra 1992 i landovervågningsvandløbene sammenholdes med resultaterne fra 1989-91 og med resultaterne fra den landsdækkende overvågning af de ferske vande.

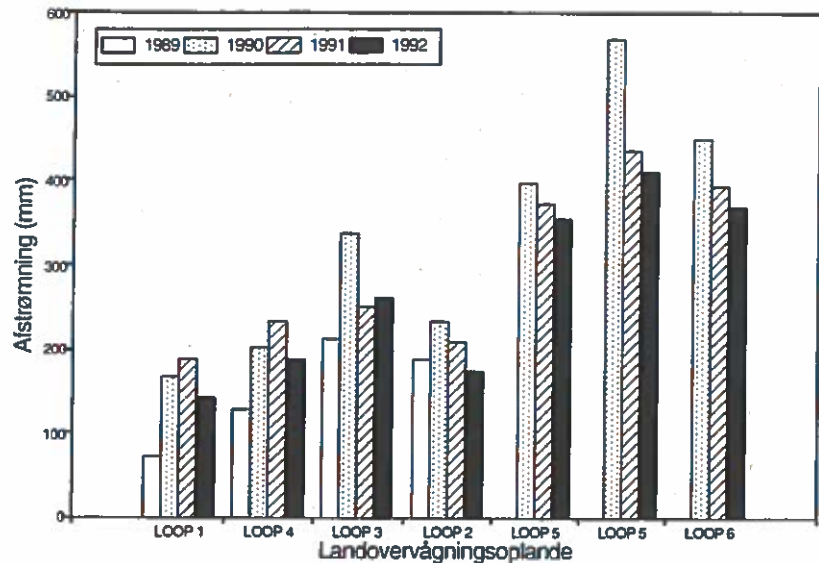
10.1 Afstrømning

Afstrømningen var i 1992 generelt mindre end i 1990 og 1991

Den årlige afstrømning i vandløb varierer betydeligt imellem de enkelte landovervågningsoplande (figur 10.1). Desuden er der en stor variation indenfor de fire år af overvågningsprogrammet. I 1992 var afstrømningen generelt lavere end i både 1991 og 1990, men større end i det første overvågningsår 1989 (figur 10.1).

På grund af de større nedbørsmængder er afstrømningen størst fra de sandede oplande i Vest- og Sønderjylland (LOOP 5: Barslund Bæk) og (LOOP 6: Bolbro Bæk), mens den er mindst fra de

lerede oplande på Øerne, hvor nedbørsmængderne er små (LOOP 1: Højvads Rende) og (LOOP 4: Lillebæk). Omvendt er år til år variationen i afstrømning stor fra de lerede oplande og lille fra de sandede oplande (figur 10.1).



Figur 10.1 Den årlige afstrømning i vandløbene, der afvander de 6 landovervågningsoplande i perioden 1989 til 1992. I LOOP 5 er der to hovedvandløb (Barslund Bæk og Tværmose Bæk).

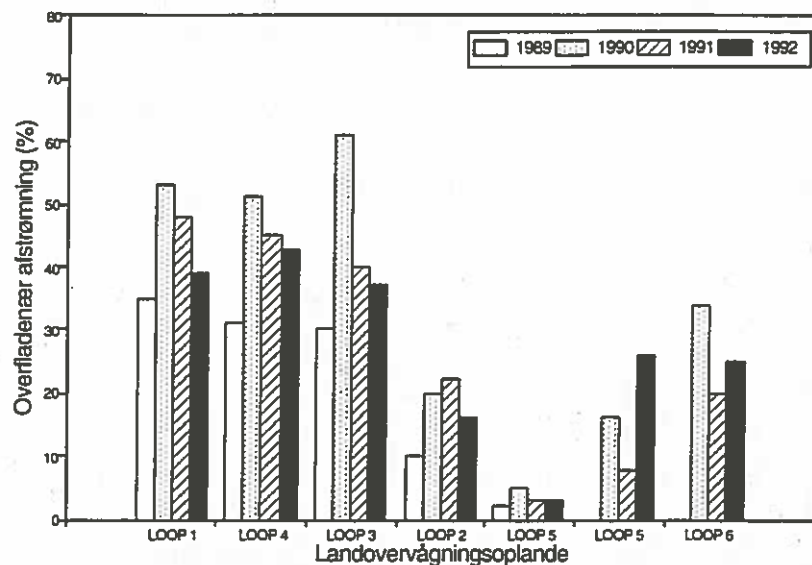
Hydrografopsplitning af afstrømningen

Afstrømningen i de enkelte vandløb er forsøgt opdelt på den del, der tilstrømmer fra henholdsvis grundvand og den mere overfladenære tilstrømning. Opdelingen er foretaget ved en hydrografopsplitning (Andersen et al., 1992). Opsplitningen er gennemført maskinelt og ud fra betingelser om stigning fra dag til dag i afstrømning før stormafstrømning ($\frac{dQ}{dt} = 5 \text{ l s}^{-1}$) og en øget grundvandstilstrømning under basisafstrømning (2%). De anvendte betingelser er holdt ens for alle vandløb. Opgørelsen giver derfor ikke et nøjagtigt mål for henholdsvis grundvands- og den overfladenære tilstrømning, men kan alene anvendes som et mål for betydningen af den overfladenære afstrømning imellem vandløbene.

Grundvands- og overfladenær afstrømning

Hydrografopsplitningen viser, at en stor del af overskudsnedbøren hurtigt når frem til vandløb i de lerede oplande, mens afstrømningen i de sandede oplande hovedsageligt er grundvand (figur 10.2). Den årlige overfladenære andel af afstrømningen udgør i perioden 1989-92 i gennemsnit mellem 32% og 55% for de tre vandløb, som afvander lerede oplande (Højvads Rende, Lillebæk og Horndrup Bæk). I de fire vandløb, som afvander sandede oplande (Odderbæk, Barslund bæk, Tværmose Bæk og Bolbro Bæk), udgør den overfladenære andel af afstrømningen i perioden 1990-92 mellem 13% og 18%. Den overfladenære tilstrømnings betydning var generelt størst i det forholdsvis nedbørsrige år 1990 og mindst i det tørre år 1989.

I vandløbene der afvander de lerede oplande har den overfladenære andel af afstrømningen været faldende i perioden 1990 til 1992 (figur 10.2). Derimod er der i to af vandløbene på sandjord en større andel i 1992 end i 1991.



Figur 10.2 Den overfladenære afstrømnings procentvise andel af afstrømningen i vandløbene, der afvander landovervågningsoplandene i årene 1989-92. I LOOP 5 er der to hovedvandløb (Barslund Bæk og Tværmose Bæk).

10.2 Koncentration af kvælstof og fosfor

Signifikante sammenhænge mellem afstrømning og kvælstofkoncentration

For alle vandløb kan der opstilles signifikante regressionssammenhænge mellem afstrømning og koncentrationen af kvælstof i de enkelte overvågningsår (figur 10.3). Koncentrationen af kvælstof stiger generelt i alle vandløb med stigende afstrømning. I de tre vandløb, der afvander lerede oplande og i Oddebæk, stiger koncentrationen af kvælstof stærkt med stigende afstrømning. Derimod er stigningen svag i vandløbene på de sandede jorder.

Høj kvælstofkoncentration i 1992

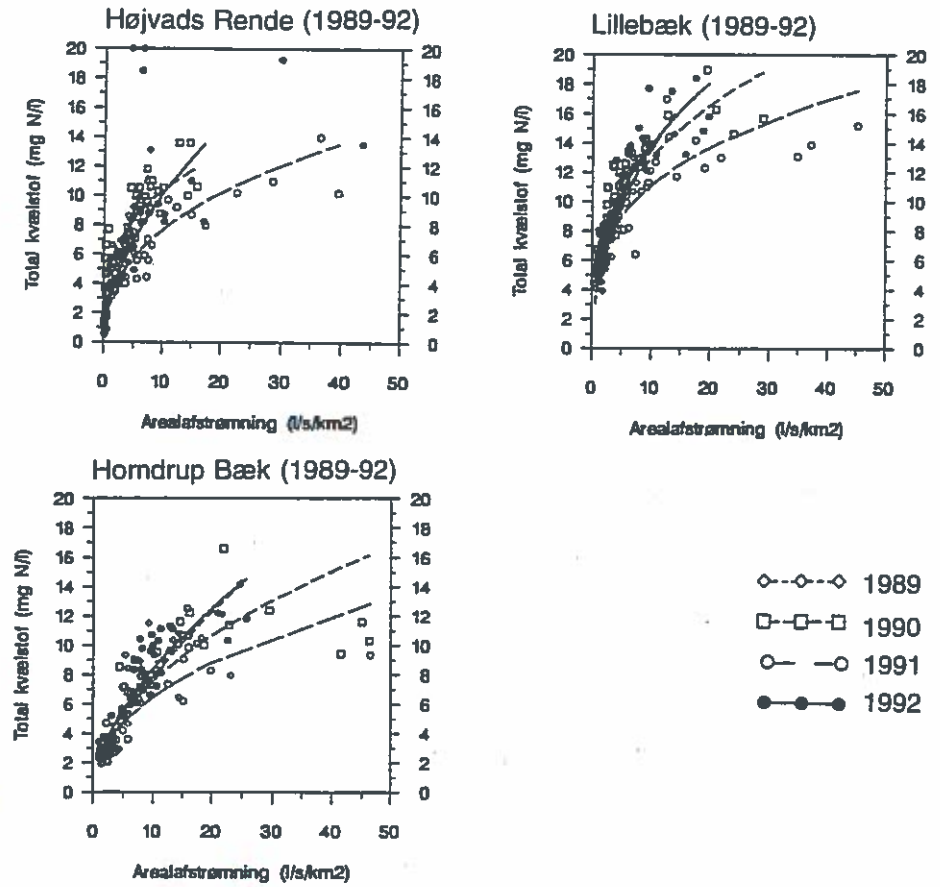
I de fleste af vandløbene var koncentrationen af kvælstof højest i 1992 og lavest i 1991 (figur 10.3). I Oddebæk har der i perioden 1989-92 været en stigning fra år til år i koncentrationen af kvælstof uafhængigt af afstrømningsniveauet. Denne stigning kan ikke umiddelbart forklares, men hænger måske sammen med, at der i oplandet er et meget stort husdyrhold.

I Barslund Bæk måles der i vinterperioden en gang imellem meget høje koncentrationer af kvælstof (figur 10.3). Dette skyldes udledninger af urea fra flyvepladsen, der ligger indenfor oplandet.

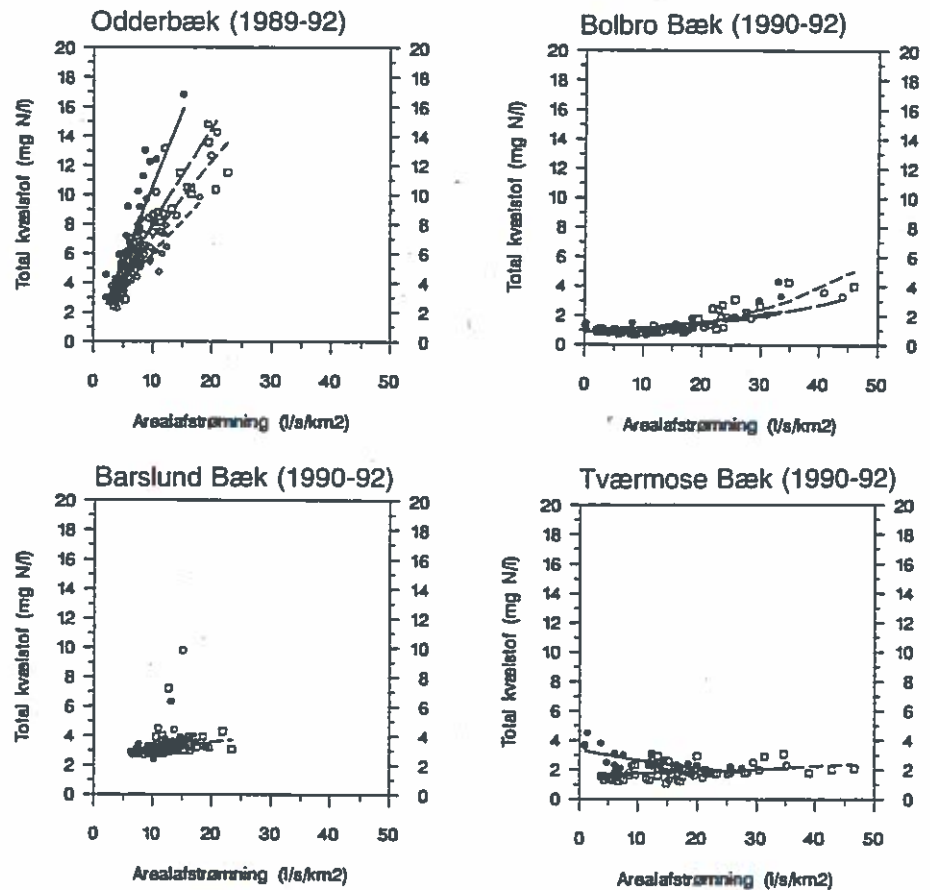
Vandføringsvægtet kvælstofkoncentration var høj i 1992

Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af total kvælstof er vist i figur 10.4. I 1992 var koncentrationen af kvælstof generelt højere end i 1991 og i tre af vandløbene var koncentrationen den højeste, der er registreret i overvågningsperioden. Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af kvælstof er generelt høj i de vandløb, hvor en stor del af afstrømningen fra oplandet sker overfladenært (se figur 10.2). Dette gælder dog ikke for Bolbro Bæk hvor andre forhold må spille en rolle. Både her og i vandløbene der afvander LOOP 5 er koncentrationen af total jern i vandløbet meget høj ($> 2 \text{ mg l}^{-1}$), mens den er lav i de øvrige oplande (omkring $0,5 \text{ mg l}^{-1}$).

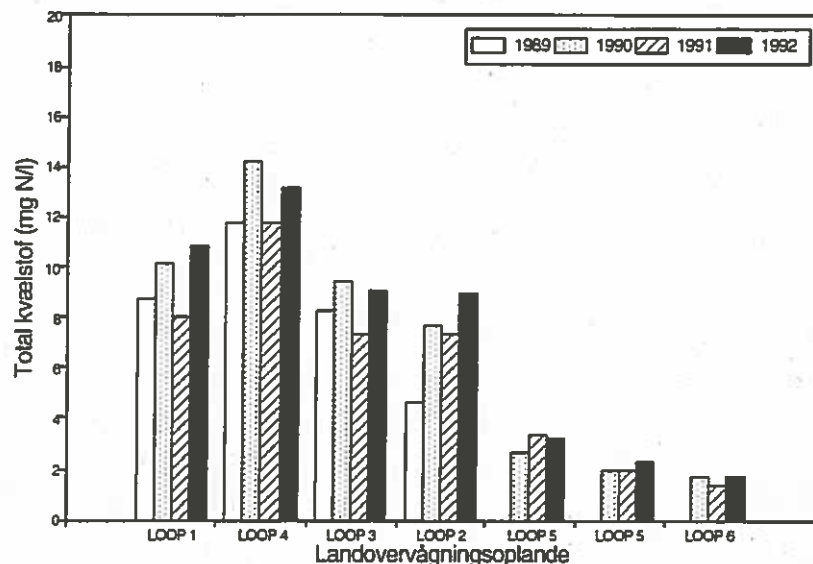
Lerede oplande



Sandede oplande



Figur 10.3 Signifikante regressionsammenhænge mellem koncentrationen af total kvælstof og afstrømningen i perioden 1989 til 1992 for vandløbene, der afvander landovervågningsoplandene.



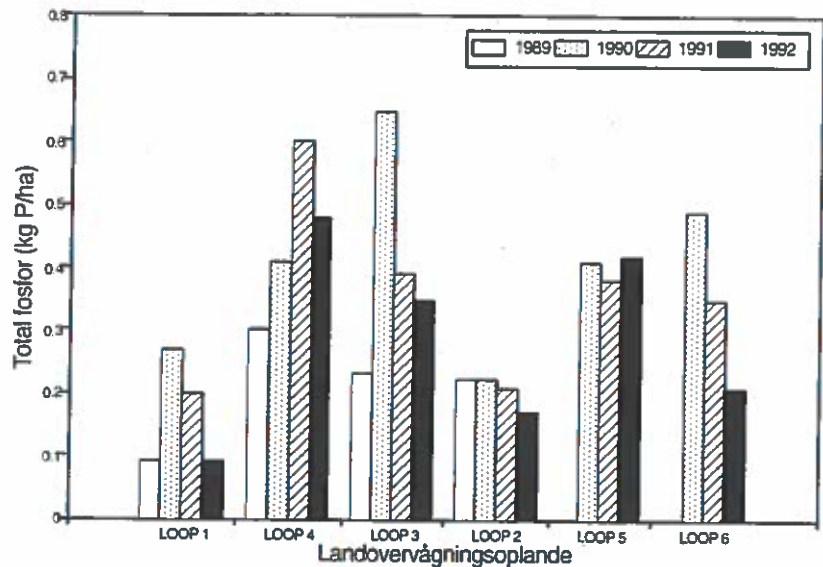
Figur 10.4 Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af total kvælstof i vandløbene der afvander landovervågningsoplandene i årene 1989-92. I LOOP 5 er der to hovedvandløb (Barslund Bæk og Tværmose Bæk).

Den høje jernkoncentration skyldes iltning af pyrit i jorden og den efterfølgende udvaskning af ferrojern til vandløb. Nitrat-kvælstof der udvaskes fra rodzonen vil ved oxidationen af pyrit og organisk stof i jorden blive omsat til frit kvælstof, hvilket formentligt er en del af forklaringen på de lave koncentrationer i disse vandløb (Jacobsen *et al.*, 1990). I Bolbro Bæk kan den høje grundvandsstand og en stor andel af organogene lavbundsjord (14%), formentlig også spille en rolle i kvælstoffjernelsen.

Den vandføringsvægtede fosforkoncentration falder i flere vandløb

Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af total fosfor er vist i figur 10.5. Fosforkoncentrationen er højere i vandløb, der afvander de lerede oplande, end i vandløbene på de sandede jorder. Dette skyldes delvist udledninger af fosfor fra mindre bysamfund, samt en større sandsynlighed for at fosfor fra spredt bebyggelse og gårde når frem til overfladevand på lerede jorder end på sandede jorder. Endvidere kan der være et større fosfortab fra dyrkede marker på lerede jorder end på sandede jorder på grund af hyppigere forekomst af jorderosion og overfladisk afstrømning af fosfor til vandløb, samt makroporeflow og fosfortab via drænvand. De høje jernkoncentrationer i Barslund Bæk, Tværmose Bæk og Bolbro Bæk spiller også en rolle, idet okker er i stand til at adsorbere opløst fosfor, som herefter kan sedimentere på vandløbsbunden og først komme i transport igen under episodicke hændelser i vandløbet.

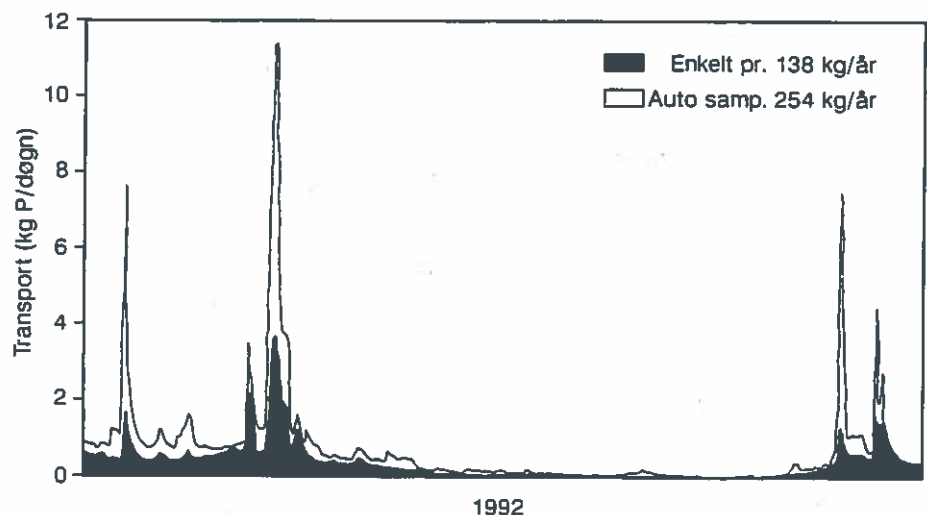
I tre af de syv vandløb er der sket et fald i fosforkoncentrationen fra 1989 til 1992 (figur 10.5). Det markante fald i fosforkoncentrationen i Horndrup Bæk fra 1989 til 1990 skyldes afskæring af en punktkilde i 1989. Derudover kan det konstaterede fald ikke umiddelbart forklares, men årsager som en ændret udledning fra mindre bysamfund og spredt bebyggelse og de bedre opbevaringsforhold for husdyrgødning i landbruget kan muligvis spille en rolle (se nærmere herom i Svendsen *et al.* 1993).



Figur 10.5 Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af total fosfor i vandløbene der afvander landovervågningsoplandene i årene 1989-92. I LOOP 5 er der to hovedvandløb (Barslund Bæk og Tværmose Bæk).

Der er stor usikkerhed på målingerne af specielt partikulært fosfor

Endvidere har den anvendte prøvetagningsstrategi betydning idet store mængder af fosfor transporteres på partikulært bundet form under afstrømningshændelser i vandløbet, som måske ikke bliver målt. I Højvads Rende har Storstrøms amtskommune målt transporten af fosfor kontinuerligt ved brug af automatisk prøvetagning (Storstrøms amt, 1993). De har fundet en meget stor forskel på transporten af fosfor beregnet ud fra enkeltprøver taget med faste intervaller (typisk hver 14'ende dag) og den mere kontinuerligt målte transport (figur 10.6). Fosfortransporten underestimeres især under afstrømningshændelser. Amtet fandt at fosfortransporten i Højvads Rende blev underestimeret med en faktor 1,8 ved brug enkeltprøvetagningen.

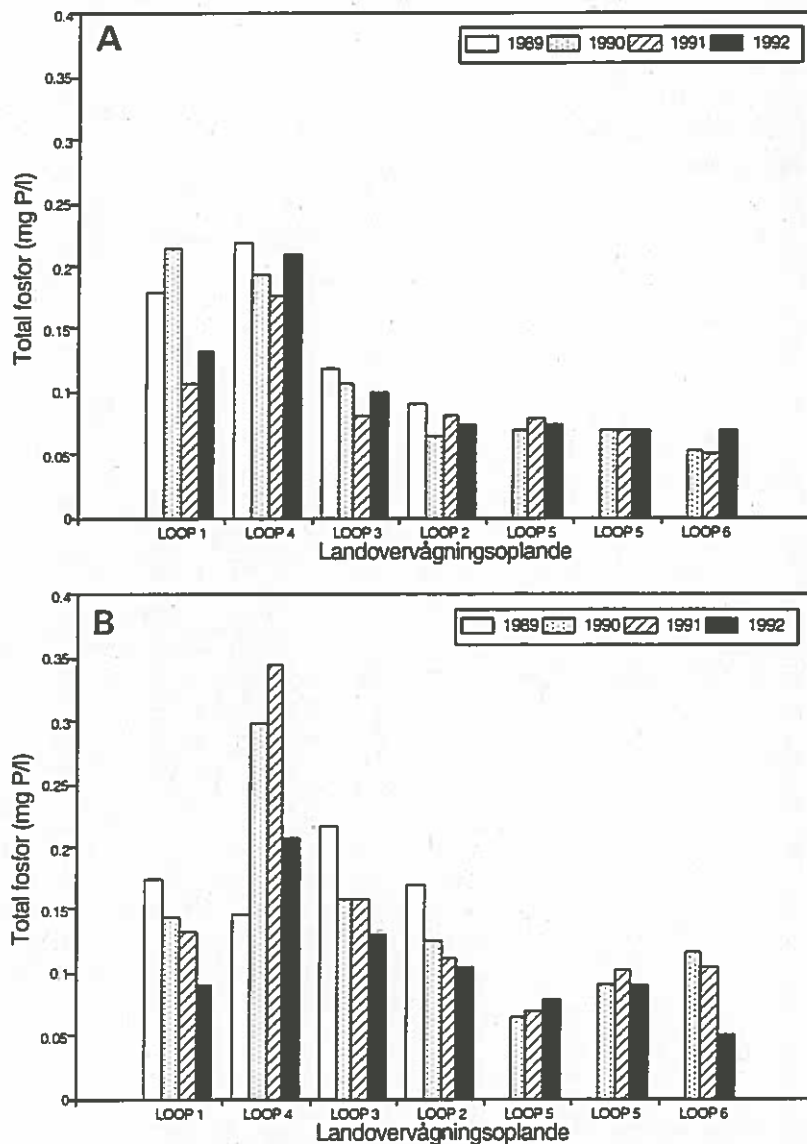


Figur 10.6 Daglig transport af total fosfor i Højvads Rende (LOOP 1) i 1992, beregnet ud fra enkeltvandprøver og automatisk prøvetagning (efter Storstrøms Amt, 1993). Den årlige transport ved de to prøvetagningsmetoder er angivet øverst i figuren.

Døgnvariationer i fosforkoncentrationen er registreret

Fyns amt har endvidere konstateret, at der i Lillebæk er meget store døgnvariationer i koncentrationen af fosfor på grund af spildevandstilledninger fra den spredte bebyggelse (Fyns amt, 1993). Der er konstateret døgnvariationer på mellem 0,2 mg P l⁻¹ og 0,5 mg P l⁻¹, med de laveste koncentrationer morgen og formiddag og de højeste omkring midnat. Endnu mere udprægede døgnvariationer har Danmarks Miljøundersøgelser målt i dræn, der modtager spildevand fra spredt bebyggelse (upubl. data).

Resultaterne af fosformålingerne i enkelte vandløb vil derfor typisk underestimere det sande billede (Kronvang og Bruhn, 1990). På grund af de ofte meget høje og stærkt fluktuerende fosforkoncentrationer under afstrømningshændelser er det nærliggende at analysere forholdene under henholdsvis stabile afstrømningsperioder, hvor erosionstilførsler af fosfor ikke spiller nogen særlig rolle, og under afstrømningshændelserne. Denne analyse er foretaget i landovervågningsvandløbene på baggrund af hydrografopsplitningen.



Figur 10.7 Årsmiddelkoncentration af total fosfor i vandløbene der afvander landovervågningsoplandene i årene 1989-92 under perioder med henholdsvis basisafstrømning (A) og stormafstrømning (B). I LOOP 5 er der to hovedvandløb (Barslund Bæk og Tværmose Bæk).

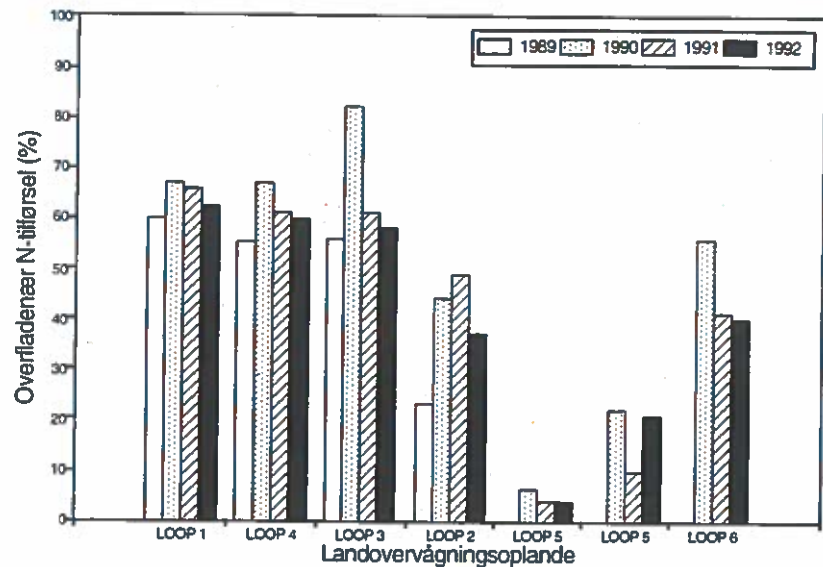
Den årlige middelkoncentration af fosfor i de to perioder viser, at der ikke så entydigt kan konstateres et fald i de stabile afstrømningsperioder, men at der istedet forekommer et fald i perioderne med afstrømningshændelser (figur 10.7). Denne tendens peger på at også klimatisk betingede faktorer påvirker det fald, der er konstateret i de 3 af vandløbene. En nærmere tolkning må dog afvente resultaterne fra endnu et år og fra den igangsatte anvendelse af intensive stationer i overvågningsprogrammet for de ferske vande (se *Svendsen et al., 1993*).

10.3 Transport

Opsplitningen af hydrografen og de simple modeller for sammenhængen mellem koncentrationen af kvælstof og afstrømningen har muliggjort en minimumsberegning af kvælstoftabet fra oplandene til vandløb via overfladenær afstrømning fra rodzonen og via grundvand.

Stor kvælstoftilstrømning med overfladenært vand i de lerede oplande

I figur 10.8 er vist hvor stor en andel af arealtabet af kvælstof, der fra rodzonen via overfladenær afstrømning hurtigt når frem til vandløb. I de fire år er den gennemsnitlige årlige andel stor fra de lerede oplande (57-72%), mens den er meget mindre i de tre år fra de sandede oplande (26-32%).



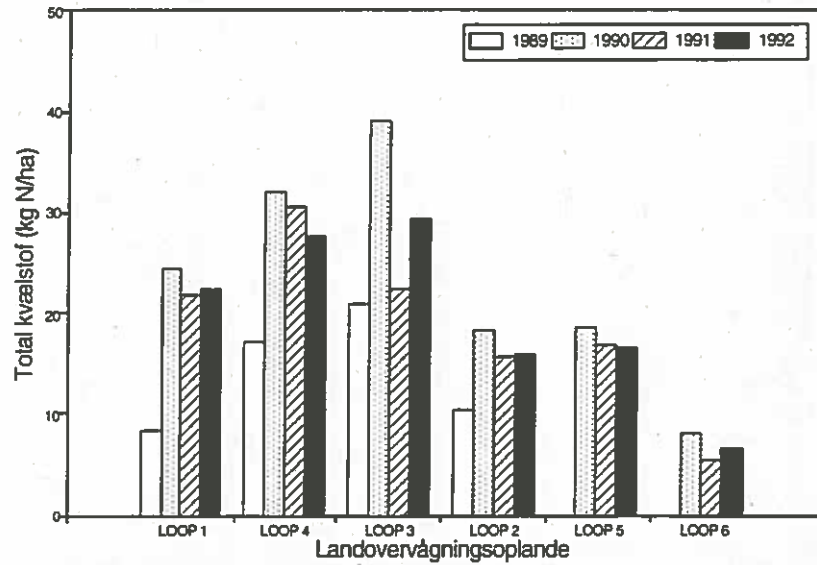
Figur 10.8 Den procentvise andel af den totale kvælstoftransport i vandløbene, der afvander de enkelte landovervågningsoplande, der fra rodzonen, via overfladenær tilstrømning, hurtigt når frem til vandløb i perioden 1989 til 1992. I LOOP 5 er der to hovedvandløb (Barslund Bæk og Tværmose Bæk).

Større tab af kvælstof til vandløb fra lerede end fra sandede arealer

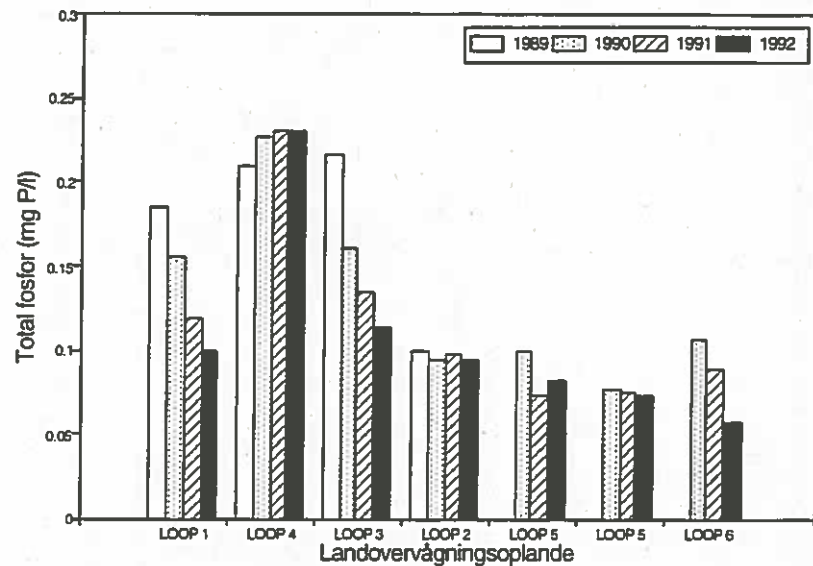
I figur 10.9 er gennemsnitstabet af kvælstof og fosfor fra de dyrkede arealer indenfor landovervågningsoplandene vist. I LOOP 5 er der medregnet en kvælstoftilførsel via ureaudledninger fra flyvepladsen, hvis omfang endnu er ukendt. Der ses at være en meget stor forskel i tabet af kvælstof mellem oplandene

Generelt større tab af kvælstof i 1992 end i 1991

domineret af en overfladenær tilstrømning og oplandene hvor størstedelen af tilstrømningen sker fra grundvandsmagasiner. I 1992 var tabet af kvælstof fra de dyrkede arealer generelt større end i 1991, men mindre end i 1990. I 1992 var kvælstoftabet til vandløb fra de dyrkede arealer $19,8 \text{ kg N ha}^{-1}$ imod $18,9 \text{ kg N ha}^{-1}$ i 1991. Det beregnede tab af kvælstof fra de dyrkede arealer til vandløb kan sammenholdes med tabet af kvælstof fra udyrkede arealer i årene 1989-92, der lå på $2.1\text{-}2.3 \text{ kg N/ha}$ (Svendsen *et al.*, 1993).



Figur 10.9 Arealtabet af total kvælstof til vandløb fra de dyrkede arealer i de 6 landovervågningsoplande i årene 1989 til 1992. I LOOP 5 er der medregnet en kvælstoftilførsel fra brugen af urea på flyvepladsen, hvis omfang endnu er ukendt.



Figur 10.10 Arealtabet af total fosfor til vandløb fra de dyrkede arealer i de 6 landovervågningsoplande i årene 1989 til 1992.

Tabet af fosfor fra de dyrkede arealer er mindre i 1992 end i 1991

Tabet af fosfor fra de dyrkede arealer til vandløb viser ingen entydige forskelle mellem de lerede og de sandede oplande (figur 10.10). I 1992 var det gennemsnitlige tab af fosfor til vandløb fra de dyrkede arealer på $0,29 \text{ kg P ha}^{-1}$ imod $0,36 \text{ kg P ha}^{-1}$ i 1991. I tabet indgår også eventuelle fosforudledninger fra spredt be-

byggelse, gårde mv. til vandløb. Potentielt kan disse udledninger betyde meget for fosfortabet. Gennemsnittet af de årlige fosfortab fra de dyrkede arealer i oplandene ligger på mellem 0.2-0.4 kg P ha⁻¹ hvilket er på samme niveau som målt fra omkring 70 små landbrugsoplande i Danmark (Svendsen et al., 1993). Til sammenligning er det årlige tab fra udyrkede arealer på omkring 0.08 kg P/ha (Svendsen et al., 1993).

10.4 Sammenligning mellem vandløb der afvander dyrkede typeoplande og landovervågningsvandløbene

Vandløbene i de 6 landovervågningsoplande ligner meget de 72 vandløb, der afvander dyrkede oplande uden punktkilder i overvågningsprogrammet for de ferske vande

Den gennemsnitlige årlige afstrømning i vandløb der afvander de 6 landovervågningsoplande var i 1992 på 249 mm. I de 72 vandløb under overvågningsprogrammet for de ferske vande, der afvander dyrkede oplande uden punktkilder, var afstrømningen i 1992 som gennemsnit 202 mm. Disse vandløb har en oplandsstørrelse der i gennemsnit kun er lidt større end for landovervågningsoplandene (tabel 10.1).

Den vandføringsvægtede koncentration og arealtabet af kvælstof og fosfor var som gennemsnit i 1992 forholdsvis ens mellem landovervågningsvandløbene og de 72 vandløb i overvågningsprogrammet for de ferske vande (tabel 10.1).

Den gode overensstemmelse mellem de 6 vandløb i landovervågningsoplandene og de 72 vandløb uden punktkildetilførsel i overvågningsprogrammet for de ferske vand tyder på, at landovervågningsoplandene er rimeligt repræsentative hvad angår det dyrkningsrelaterede tab af kvælstof og fosfor til vandløb.

Tabel 10.1 Sammenligning mellem gennemsnitlige resultater i 1992 fra de 6 hovedvandløb i landovervågningsoplandene og de 72 vandløb, der afvander dyrkede oplande uden punktkilder i overvågningsprogrammet for de ferske vande.

	LOOP vandløb (n = 6)	Overvågningsvandløb dyrkede oplande (n = 72)
Oplandsstørrelse	7,8 km ²	11,8 km ²
Afstrømning	249 mm	202 mm
<u>Kvælstof</u>		
Vandføringsvægtet koncentration	7,9 mg N l ⁻¹	9,2 mg N l ⁻¹
Arealtab	16,3 kg N ha ⁻¹	18,7 kg N ha ⁻¹
<u>Fosfor</u>		
Vandføringsvægtet koncentration	0,113 mg P l ⁻¹	0,120 mg P l ⁻¹
Arealtab	0,26 kg P ha ⁻¹	0,24 kg P ha ⁻¹

11. Biologiske vandløbsundersøgelser

11.1 Bundlevende alger på finkornet sediment 1992

Årstidsvariation

På alle syv vandløbsstationer starter algevæksten på finkornet substrat i begyndelsen af april (Fig. 11.1). Algeudviklingen følger på hovedparten af stationerne et eksponentielt forløb frem til algebiomassen når sit maksimum (B_{max}). Efter at B_{max} er opnået klinger algebiomassen af mod et niveau der for de fleste stationer svarer til det, der var før algeudviklingen startede i begyndelsen af april.

Maximumsbiomasse

Maximumbiomassen på de undersøgte strækninger varierer fra 84 mg klo. m^{-2} i Bolbro Bæk til 901 mg klo. m^{-2} i Højvads Rende, st. 1 (Tabel 11.1). Højvads Rende, st. 1 og 2, adskiller sig med hensyn til størrelsen af B_{max} klart fra alle de øvrige undersøgte strækninger. Disse to strækninger opnår desuden deres maximumsbiomasse i slutningen af april, hvilket er væsentlig tidligere end de øvrige strækninger, der alle har B_{max} i slutningen af maj/begyndelsen af juni.

Tabel 11.1 Algeudvikling - finkornet substrat 1992

Station	Tidspkt. for B_{max}	B_{max} (mg chl m^{-2})	PO ₄ -P umiddelbart før B_{max} ($\mu g l^{-1}$)	PO ₄ -P middel for vækstperioden ($\mu g l^{-1}$)
Oddebæk, Farsø	Ultimo maj	112	52	42
Oddebæk, Sdr. Gislum	Primo juni	181	25	44
Bolbro Bæk	Primo juni	84	2	4
Hondrup Bæk	Medio juni	221	80	75
Lillebæk	Ultimo maj	93	153	105
Højvads Rende 1	Ultimo april	901	30	41
Højvads Rende 2	Ultimo april	839	30	41

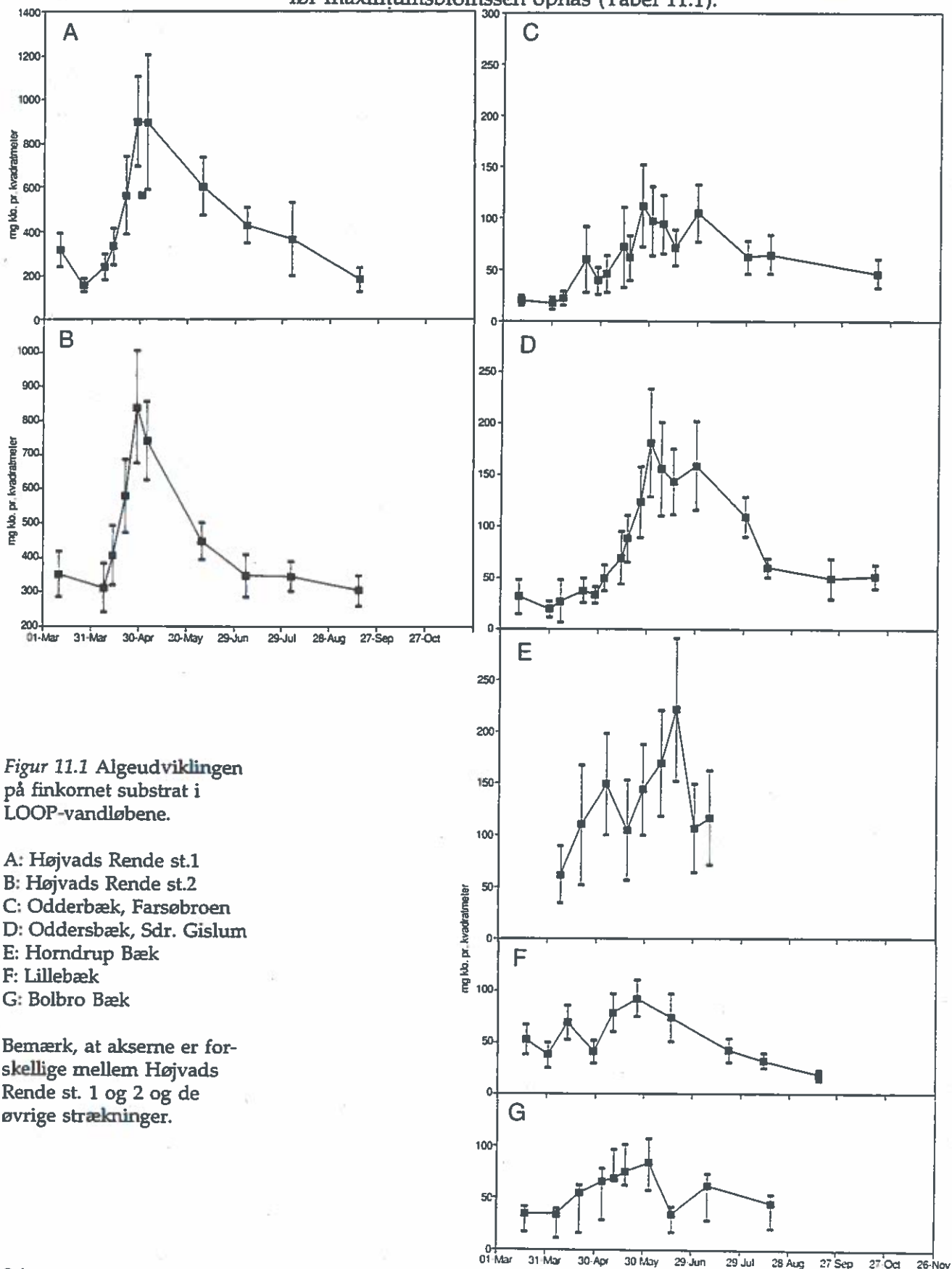
11.1.1 Forskellige faktors betydning for algeudviklingen

Det overordnede formål med de biologiske undersøgelser i vandløbene i landovervågningsoplandene er, at kunne dokumentere effekter af reducerede udledninger af kvælstof og fosfor. Det er imidlertid velunderbygget, at udviklingen af bundlevende alger er betinget af en lang række faktorer, og at fosfor og kvælstof kun udgør en del af disse. Det er derfor væsentligt at betragte disse faktorer samlet. I 1992 var kvælstofkoncentrationer i alle vandløbene, i lighed med forgående år, så høje sammenlignet med fosfor, at kvælstof ikke har været begrænsende for algevæksten. Derfor vil der i det følgende blive fokuseret på fosfor og andre faktors regulerende betydning for algevæksten.

Fosfors betydning for algeudviklingen

I 1992 er der ikke fundet nogen sammenhæng (lineær regression, $p > 0.05$) mellem maximumsbiomassen og middelkoncentrationen

af fosfor i vækstperioden fra 1 april til 30 juni (Tabel 11.1), hvilket ikke er overensstemmelse med tidligere resultater (Kjeldsen, 1994). I lighed med tidligere år (Andersen et al., 1992) er især Lillebæk atypisk i kraft af et lille B_{max} og en meget høj fosforkoncentration, men også Horndrup Bæk, og tildels de to strækninger i Odderbæk, afviger fra det forventede. Der er heller ikke fundet nogen sammenhæng mellem B_{max} og fosforkoncentrationen umiddelbart før maximumsbiomassen opnås (Tabel 11.1).



Figur 11.1 Algeudviklingen på finkornet substrat i LOOP-vandløbene.

- A: Højvads Rende st.1
- B: Højvads Rende st.2
- C: Odderbæk, Farsøbroen
- D: Odderbæk, Sdr. Gislum
- E: Horndrup Bæk
- F: Lillebæk
- G: Bolbro Bæk

Bemærk, at akserne er forskellige mellem Højvads Rende st. 1 og 2 og de øvrige strækninger.

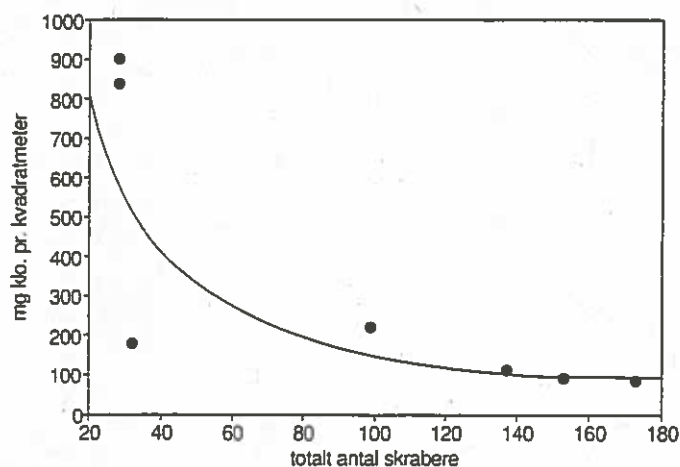
Lysets betydning for algeudviklingen

Lys er nødvendigt for at algerne kan udvikle sig, og det er i flere undersøgelser fundet at tilgangen af lys til vandløbet er af afgørende betydning for algeudviklingen (Sand-Jensen et al., 1988, Friberg & Kjeldsen, 1994). Der er imidlertid ikke noget der tyder på, at lyset, udtrykt som den gennemsnitlige lystilgang i vækstperioden, alene kan forklare forskellene i algebiomassen mellem strækningerne (lineær regression, $p > 0.05$). Imidlertid var der en høj lysindstråling i 1992 og sammenholdt med en lav vandstand i vækstperioden må det forventes at algerne ikke var begrænset af lys i det meste af vækstperioden.

Tilstedeværelsen af makrofyter kan være betydende for udskygning af bundlevende alger, og kan måske være med til at forklare faldet i algebiomasse efter B_{max} på de fem strækninger i LOOP 1,2 og 5 hvor makrofytter forekommer (bilag I.4 og Fig 11.1). Imidlertid er det nødvendigt med lysmålinger ved bunden for med sikkerhed at kunne klarlægge betydningen af makrofyter for skygningen af de bundlevende alger.

Invertebratgræsseres betydning for algeudvikling

At skrabere, der bl.a. lever af alger på faste overflader, kan regulere biomassen af bentiske alger er især dokumenteret på sten (f.eks. Lamberti et al, 1992), men sidste års landovervågningsrapport (Andersen et al., 1992) viste at mængden af skrabere også på finkornet substrat kunne forklare noget af variation i B_{max} mellem strækningerne. I år ses (Fig. 11.2) der en tendens til en sammenhæng mellem antallet af skrabere i vækstperioden og størrelsen af B_{max} , selvom Odderbæk, Sdr. Gislum, helt falder udenfor det generelle billede. 75 % af variationen i B_{max} kan forklares ud fra antallet af skrabere i 1992 mod kun 37 % i 1991 (Andersen et al, 1992), men den observerede sammenhæng er ikke statistisk signifikant (non-lineær regression, $p > 0.05$). De meget stabile fysiske forhold der karakteriserede vækstperioden i 1992 (se nedenfor) må forventes at give mulighed for at biologisk regulering, såsom algegræsning, kan få betydning. Invertebratsamfundet opdelt på fødebiologiske kategorier er mere detaljeret beskrevet på nedenfor.

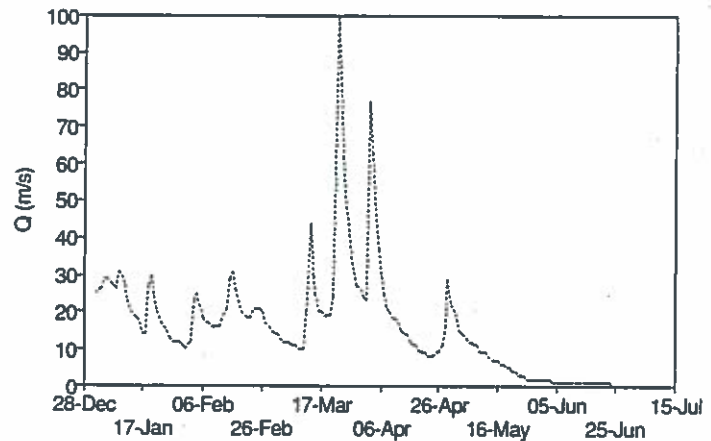


Figur 11.2 B_{max} på finkornet substrat som funktion af antallet af skrabere i forårsperioden.

Vandføringens betydning for algeudviklingen

Store vandføringer og dermed høje vandhastigheder kan være meget betydende for algeudviklingen. I 1992 var den væsentligste

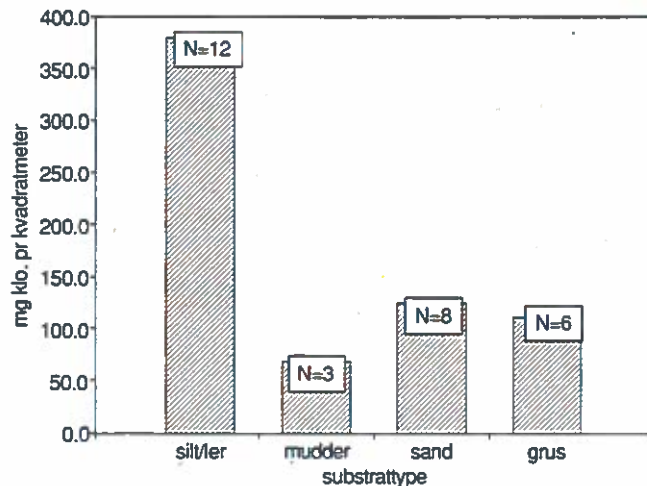
del af vækstperioden fra slutningen af april til slutningen af juni karakteriseret af meget stabil og lav vandføring. Marts og tildels april var imidlertid karakteriseret af store svingninger i vandføringen, både på ler- og sandjorde (Fig. 11.3) og det er først efter at disse svingninger aftager i frekvens og intensitet at algevæksten påbegyndes (Fig. 11.1). Desuden medfører den lavere vandstand at lysforholdene ved bunden forbedres, og det kan også være en medvirkende årsag til at algevæksten begynder når vandføringen falder.



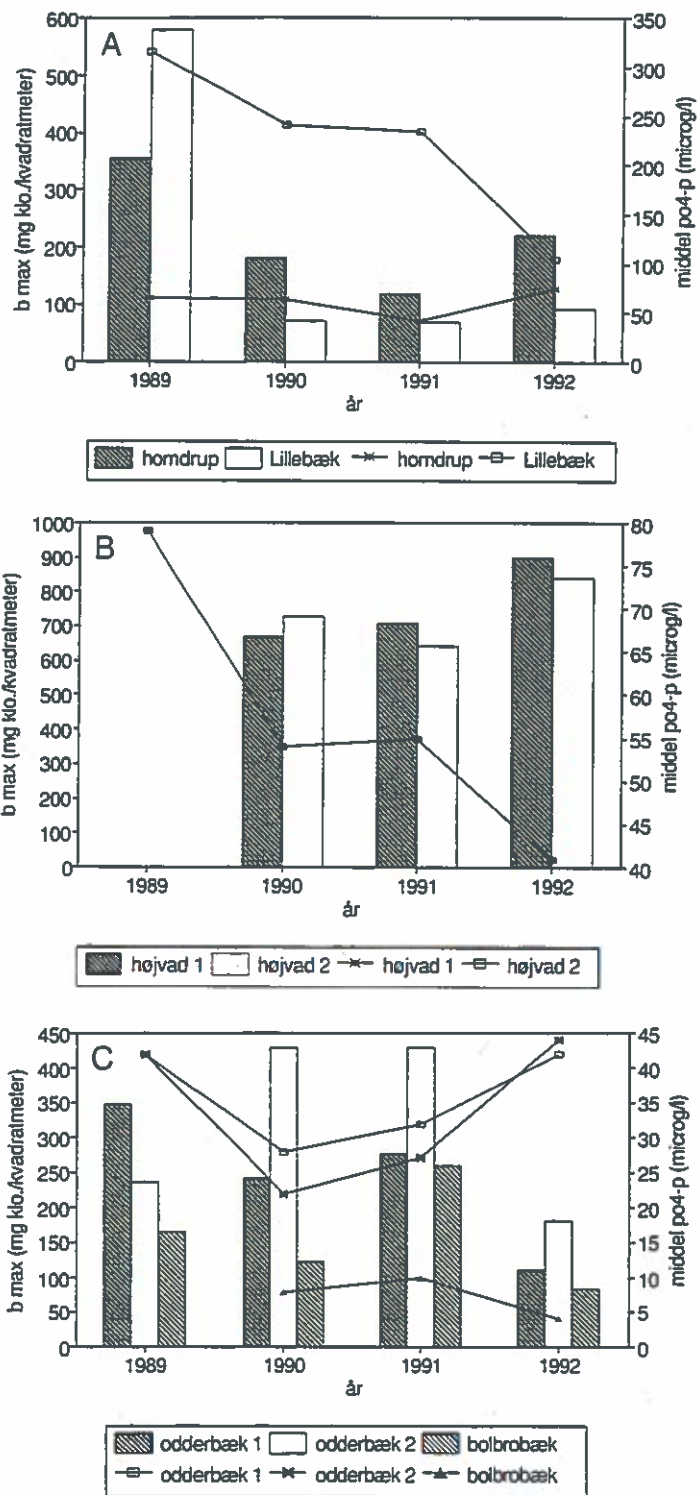
Figur 11.3 Eksempel på de store svingninger i vandføringen i marts/april 1992, og den efterfølgende meget hydrologisk stabile periode (data fra Lillebæk).

Substratets betydning for algevæksten

På kurverne over algeudviklingen på de enkelte strækninger kan det ses at 95% konfidensgrænserne er meget brede omkring B_{max} . Denne variation mellem prøverne kan tildels forklares ud fra substrattyperne (Fig. 11.4) på nogle strækninger, især Oddebæk, Farsøbroen, og Horndrup Bæk, men det skal bemærkes, at ingen af de observerede forskelle er statistisk signifikant forskellige (Kruskal Wallis test, $p > 0.05$) pga. at der er stor variation på klorofylmængden også indenfor de enkelte substrattyper. En analyse af hvor dybt prøverne er taget, eller hvorvidt prøven er taget ved bredden eller i midten af vandløbet, kan heller ikke umiddelbart forklare variationen på prøverne ved maksimalbiomasse.



Figur 11.4 Fordelingen af algebiomasse på forskellige substrattyper ved B_{max} . N angiver antallet af prøver for hver substrattype (data fra Horndrup Bæk).



Figur 11.6 Udviklingen i B_{max} og i koncentrationen af uorganisk fosfor (PO_4 -P) i vækstperioden fra 1989 til 92 på finkornet substrat.

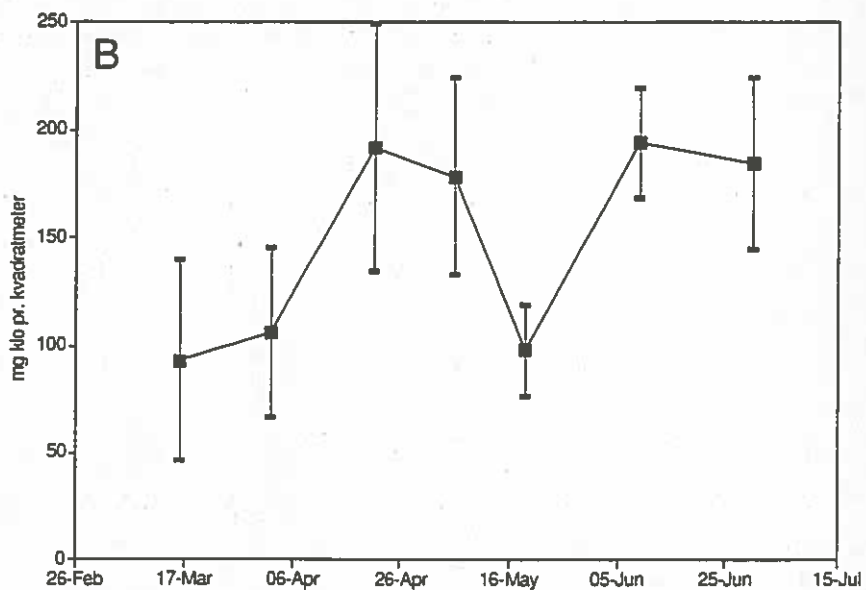
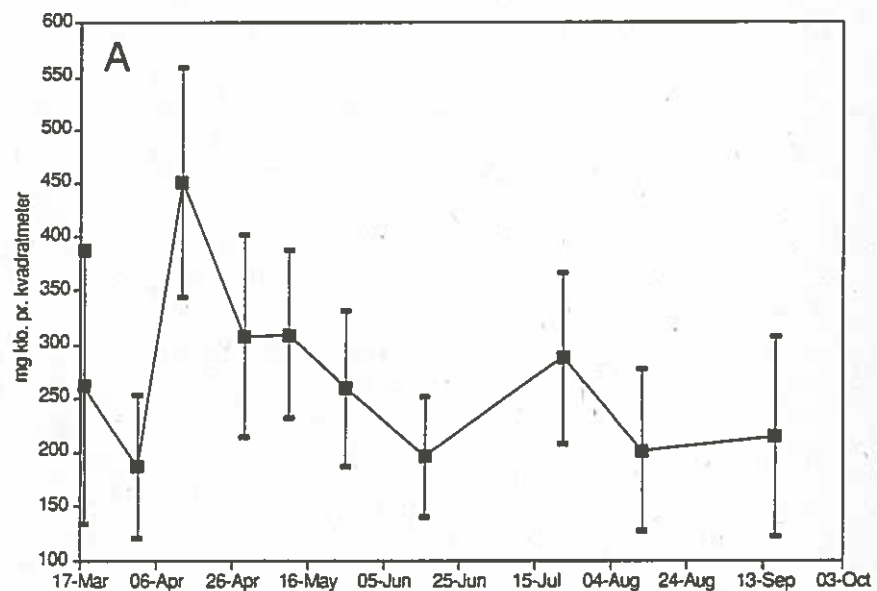
I 1991 havde hydrologiske faktorer såsom høje vandføringer og deres frekvens formentlig væsentlig indflydelse på algebiomassens udvikling på finkornet substrat, mens den mere hydrologiske stabile periode omkring B_{max} i 1992 kan have medført, at biologisk regulering i form af græsning kan have haft betydning.

11.2 Bundlevende alger på stenet substrat 1992

For bundlevende alger på stenet substrat blev B_{max} registreret medio april for Lillebæks vedkommende, mens algeudviklingen i Horndrup Bæk var totoppet (Tabel 11.2 og Fig. 11.7)

Tabel 11.2. Tidspunkt og størrelse for B_{max} sammenholdt med fosfor koncentrationen umiddelbart før B_{max} og som middel i vækstperioden.

	Tidspunkt for B_{max}	B_{max} (mg chl m^{-2})	PO_4 -P konc. umiddelbart før B_{max} ($\mu g l^{-1}$)	Middel PO_4 -P konc. i vækstperioden ($\mu g l^{-1}$)
Horndrup Bæk	primo juni (ultimo april)	194 (191)	87 (112)	103
Lillebæk	medio april	451	46	196



Figur 11.7 Udviklingen i algebiomassen på sten i 1992.

A: Lillebæk

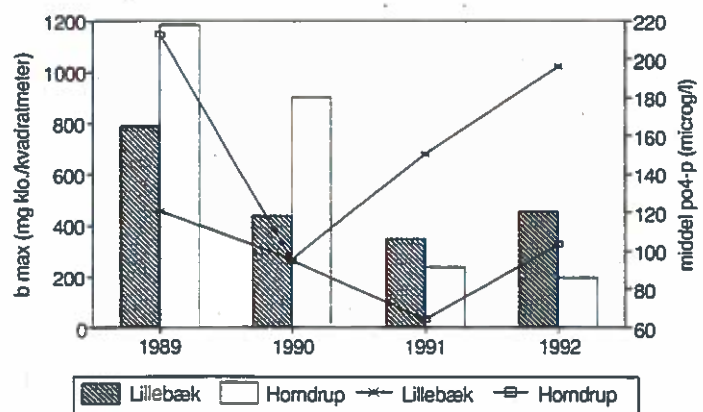
B: Horndrup Bæk

Lillebæk udviser et tidligt og relativt højt B_{max} , hvorefter algebiomassen hurtigt klinger af til et niveau der svarer til halvdelen af maksimal algebiomassen. Sammenhængen mellem algevækst på sten og fosfor er ikke entydig, og selvom fosfor koncentrationen er relativ lav umiddelbart før B_{max} kan dette ikke forklare forløbet, da der senere i perioden er rigeligt med fosfor uden at algevæksten af den grund stiger. Vandføring i perioden omkring B_{max} kan formentlig forklare noget af forløbet (Fig. 11.3, der er ingen væsentlig forskel på vandføringsregimet på finkornet og sten substrat). B_{max} etableres i stabil periode efter at der har optrådt store vandføringssvingninger og algebiomassen falder igen i forbindelse med en vandføringstop, hvorefter vandføring bliver stabil og faldende i resten af vækstperioden. Imidlertid forbliver algebiomasse på det samme lave niveau og det kan muligvis skyldes at den reguleres af invertebratgræsning. 80 % af invertebratfaunaen på stenene i Lillebæk udgøres af skraberne (*Fyns Amt, 1993*) og, analogt med finkornede substrat, er det sandsynligt at de meget stabile hydrologiske forhold har bevirket at skraberne har kunnet regulere algebiomassen.

Forløbet i Horndrup Bæk kan ikke tilskrives hverken fosfor koncentrationen eller afstrømningsændelser, men skyldes formentlig biologiske forhold (*Århus Amt, 1993*). Der er i 1992 konstateret en eksplosiv tilvækst i bestanden af slørvingen *Brachyptera risi*, der for en stor del lever af at skrabe alger fra stenoverflader, og det er formentlig masseforekomsten af denne slørvinge der har undertrykt algeudvikling.

11.2.1 Sammenligning med algebiomassen på stenet substrat for 1992 med de forudgående tre år

Sammenlignet med de forgående år er B_{max} på sten i Horndrup Bæk på samme niveau som i 1991 og derfor væsentlig lavere end de to første prøvetagningsår (Fig. 11.8). I Lillebæk er B_{max} steget i forhold til 1991 og er på samme niveau som i 1990. Det kan ses af figuren, at der ikke er nogen sammenhæng mellem fosforkoncentrationen og B_{max} over årene. Formentlig er det andre faktorer der har betydning, og disse kan variere fra år til år. I et stabilt hydrologiske forår som i 1992 er det formentlig de biologiske reguleringsmekanismer der dominerer, mens det er hydrologien der er bestemmende for algeudviklingen i et mere ustabil år som 1991 (*Fyns Amt, 1992; Århus Amt, 1993*).



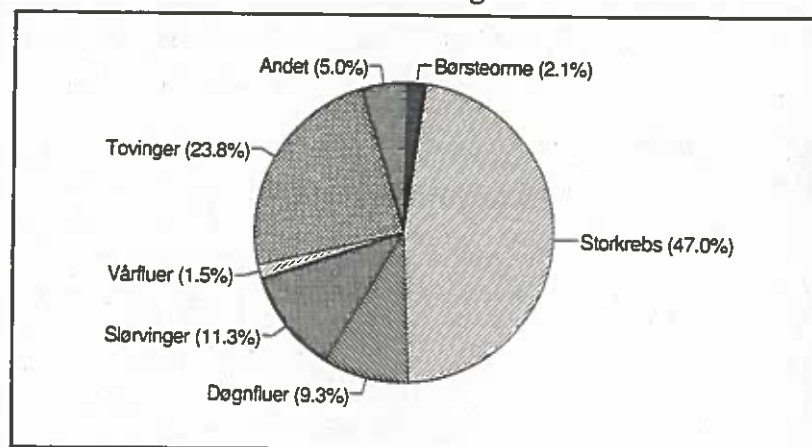
Figur 11.8 Udviklingen i B_{max} og i koncentrationen af uorganisk fosfor ($PO_4\text{-P}$) i vækstperioden fra 1989 til 92 på sten.

11.3 Konklusion på fire års algeundersøgelser i LOOP vandløbene

For finkornet og stenet substrat samlet er der sket en reduktion af maksimum algebiomassen på syv ud af ni undersøgte strækninger på de fire år prøvetagningen har foregået. Selvom der for LOOP vandløbene er fundet en klar sammenhæng mellem koncentrationen af uorganisk fosfor og algebiomassen på finkornet substrat, kan fosforkoncentrationen langt fra alene forklare det observerede fald. Det må helt overordnet konkluderes, at algeudviklingen er betinget af en lang række faktorer der virker i samspil, og at det derfor er meget vanskeligt at kvantificere betydningen af et enkelt set af faktorer såsom ændringen i næringsstofkoncentrationerne på det lille antal stationer i landovervågningsoplandene.

11.4 Bunddyr

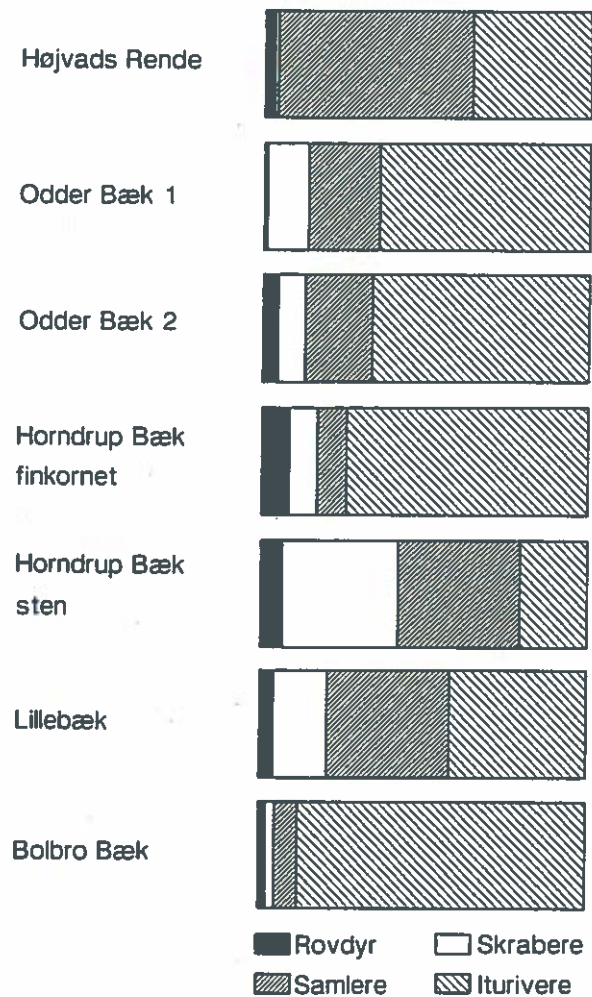
Næsten 50 % af bunddyrsfaunaen i LOOP vandløbene udgøres af ordenen storkrebs (Fig. 11.9), og det er næsten udelukkende ferskvandstangloppen *Gammarus pulex* der repræsenterer denne orden på undersøgelsesstrækningerne. Den næst højest repræsenterede orden er tovingerne, og det er hovedsaglig kvægmyg og dansemyg der dominerer denne orden. Højvadsrende er det af LOOP vandløbene, der har langt flest tovinger, hovedsagligt dansemyg fra underfamilien *Tanytarsini*. Over 99 % af de slørvinger, den tredje hyppigste orden, der er registreret i LOOP vandløbene stammer fra vandløbstrækningerne i Horndrup Bæk. Der er imidlertid registreret slørvinger i alle LOOP vandløb i 1992 med undtagelse af Lillebæk. Sammenlignet med bunddyrsfaunaen i 1990 og 1991 er der kun sket få ændringer frem til 1992, men der er tendens til at antallet af børsteorme er faldet mens antallet af slørvinger er steget. Dette kunne tyde på en forbedring af de fysiske forhold eller vandkvaliteten gennem de tre sidste år.



Figur 11.9 Fordelingen på ordner af bunddyrsfaunaen i LOOP-vandløbene.

Funktionelle fødekategorier

Tilsammen dominerer samlere og iturivere på alle de undersøgte strækninger om foråret (Fig. 11.10), hvilket skyldes de mange *Gammarus*, der er ituriver, og de mange tovinger som helt over-



Figur 11.10 Fordelingen af smådyrsfaunaen på funktionelle fødekategorier.

vejende er samlere. Kun i Horndrup Bæk, Rødekærvej, udgør skrabere en væsentlig andel af bunddyrene, og det er døgnfluen *Baetis rhodani* og slørvingen *Brachyptera risi* der er de dominerende skrabere på denne strækning. Denne fordeling på fødebiologiske kategorier er i overensstemmelse med resultaterne fra 1990 og 1991 (Andersen et al., 1992), og styrker antagelsen af, at primærproduktionen formentlig ikke er nogen væsentlig fødekilde i LOOP vandløbene set samlet.

Forureningsgrad i LOOP vandløbene

Forureningsgraderne i LOOP vandløbene varierer fra I (uforurenet) på alle Horndrup Bæk strækningerne til III (stærkt forurenet) i Højvads Rende. For alle årene samlet ses der kun en lille ændring i forureningsgraden med tiden, og de få ændringer der ses går i retning af, at tilstanden er blevet bedre. Dette ses primært for Lillebæk og Højvads Rende i 1992 sammenlignet med de foregående år, hvor den dårligst forureningsgrad har ændret sig fra at være IV til at være III for Højvads Rende og II-III for Lillebæk. Dette betyder ikke nødvendigvis at tilstanden er blevet forbedret, men det kan skyldes at prøvetagningsfrekvensen er blevet nedsat i disse vandløb og at periodiske forureninger derfor ikke bliver fanget. Dette sandsynliggøres af, at især sprøjtegifte i de forgående år har været under mistanke for at give ophav til den dårlige forureningstilstand i Lillebæk (Mogensen & Spliid, 1991). Samlet må det konkluderes, at LOOP vandløbene ikke er væsentligt

belastet med organisk stof og har relativt gode iltforhold, hvilket bevirker at variationen i forureningsgrader mellem strækningerne mere er betinget af f.eks fysiske forhold eller brug af sprøjtegifte i oplandet end af iltforholdene.

Tabel 11.3 Udvikling i forureningsgrader i LOOP vandløbene fra 1989-92.

	1989			1990			1991			1992		
	middel	bedst	dårligst	middel	bedst	dårligst	middel	bedst	dårligst	middel	bedst	dårligst
Højvads Rende	II-III	II-III	IV	II-III	II-III	III-IV	II-III	II-III	IV	III	II-III	III
Odderbæk, Farsøbroen	II-III	II-III	II-III	II	II	II	II	II	II	II	II	II
Odderbæk, Sdr. Gislum	II-III	II-III	II-III	II	II	II	II	II	II	II	II	II
Horndrup, Sortholmsvej	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Horndrup, Rødekærvej	II	I-II	II	I-II	I	II	I	I	I	I	I	I
Horndrup, Ballegård	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Lillebæk	II-III	II	IV	II-III	II-III	IV	II-III	II-III	III	II-III	II-III	II-III
Bolbro	I-II	I-II	II	I-II	I-II	II	I-II	I-II	I-II	II	I-II	II



12. Sammenstilling og konklusion - Landbrugets indflydelse på næringsstofcirkulationen i landovervågningsoplandene.

Sammenstilling af måleresultater og opgørelser

Dette afsnit sammenstiller hovedresultaterne fra de enkelte delprogrammer i landovervågningen til en samlet beskrivelse af næringsstoftransporter i landbrugsøkosystemer. Landbrugets næringsstofbidrag til vandmiljøet vurderes. Til disse sammenstillinger anvendes gennemsnitsværdier for overvågningsperioden 1989-92. Til slut ridses udviklingen i landbrugets næringsstofbelastning op.

Der gøres opmærksom på, at sammenstillingen med hensyn til rodzone og grundvandsdata er baseret på stationsnettet, og ikke på oplandsdækkende beregninger. Det er hensigten, at oplandsberegninger for kvælstofudvaskning fra rodzonen skal medtages ved næste afrapportering. Hertil er det planen at anvende udvaskningsfunktionerne beskrevet i afsnit 8. Disse baseres på opgørelser på hydrologisk år, hvorfor næste afrapportering i langt højere grad vil tage udgangspunkt i hydrologiske år.

Sammenfatningen gælder kvælstofkredsløbet

Sammenstillingen er foretaget for kvælstof. Tab af kvælstof fra landbrugsarealer til vandmiljøet sker gennem udvaskning fra rodzonen og videre transport til grundvand og vandløb. Det hydrologiske kredsløb indenfor et opland er afgørende for den tidsmæssige forsinkelse, hvormed vand med dets indhold af kvælstof når frem til vandløbet. Undervejs kan kvælstof fjernes via denitrifikation i jord og våde enge samt ved reduktionsprocesser i grundvandet. Det hydrologiske kredsløb samt kvælstoftransporterne i overvågningsoplandene er beskrevet nedenfor.

Begrænsninger i fortolkningen af fosforkredsløbet

Sammenfatningen medtager ikke fosfor på grund af problemerne med at fortolke fosfortransporterne i vandløb, som beskrevet i afsnit 10. Tab af fosfor fra dyrkede arealer til vandløb sker både via udvaskning og erosion; hertil kommer et bidrag fra gårde og spredt bebyggelse. Sidstnævnte bidrag kan potentielt udgøre en stor del af det samlede tab til vandløbene. Hvor stor en del, der faktisk når ud til vandløbene er imidlertid ikke kendt. Endvidere skal påpeges vanskelighederne i at måle fosfortransporterne på grund af store tidsmæssige variationer i tilførslerne. I Landovervågningen såvel som i Ferskvandsovervågningen af små landbrugsoplande (Svendsen *et al.*, 1993) er set et tydeligt fald i fosforkoncentrationer i vandløbene igennem måleperioden 1989-92. Der kan på nuværende tidspunkt ikke gives en entydig forklaring herpå. Det forventes at intensive vandløbsmålinger igangsat i 1993 vil medvirke til at forbedre beskrivelsen og fortolkningen af fosfortabene fra landbrugsjord.

12.1 Beskrivelse af kvælstoftransporterne i oplandene

12.1.1 Det hydrologiske kredsløb

Det hydrologiske kredsløb i de 6 oplande er beskrevet i tabel 12.1 som gennemsnit for måleperioden 1989-92. Her er angivet nedbøren, fordampning og vandoptagelse af planterne, samt den nedsivende mængde (afstrømning fra rodzonen). Afstrømningen til vandløbene er vist dels som en overfladenær komponent (inklusiv dræning), dels som en grundvandsafstrømning. Endvidere er størrelsen af nedsivningen til de primære grundvandsmagasiner vist.

Nedsivning gennem rodzonen

Det fremgår, at såvel nedbørsmængden som afstrømningen fra rodzonen stiger fra den østlige til den vestlige del af landet; de mindste afstrømningsmængder er således beregnet for Storstrøm (LOOP 1) (gns. 181 mm pr år) og de største mængder i Ringkøbing/Viborg og Sønderjylland (LOOP 5 og 6) (gns 615 mm pr år).

Afstrømning til vandløbene

I lerjordsoplandene er 26-36% af den nedsivende vandmængde hurtigt strømmet til vandløbene som overfladenær afstrømning; heri indgår drænvandsafstrømning. Yderligere 34-43% er via grundvand strømmet til vandløbene; mens 21-40% er medgået til grundvandsopbygning. I sandjordsoplandene er 4-19% af den nedsivende vandmængde strømmet til vandløbene som overfladenær afstrømning, mens yderligere 52-58% er strømmet til vandløbene via grundvand. Afstrømningen til vandløbene i disse områder sker altså med en langt større forsinkelse. 23-30% af den nedsivende vandmængde er medgået til grundvandsopbygning.

Tabel 12.1 Det hydrologiske kredsløb for de 6 overvågningsoplande, angivet som årlige vandtransporter (mm) og den procentvise fordeling. Tabellen repræsenterer gennemsnitsværdier for årene 1989-1992 (LOOP 1-4) og 1990-1992 (LOOP 5-6).

Hydrologisk kredsløb:	Lerjordsoplande						Sandjordsoplande					
	Storstrøm LOOP 1		Fyn LOOP 4		Vejle/Århus LOOP 3		Nordjylland LOOP 2		Ringk./Viborg LOOP 5 ²⁾		Sønderjyll. LOOP 6	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Nedber	649	100	766	100	824	100	679	100	1026 ³⁾	100	966 ³⁾	100
Planteop./fordamp.	468	72	450	59	415	50	390	57	366	36	395	41
Nedsivning	181	28	316	41	409	50	289	43	660	64	571	59
Nedsivning (Dr.vandsafstr.) ¹⁾	181 (92)	100 (51)	316 (53)	100 (17)	409	100	289	100	660	100	571	100
Overfladenær afstr.	65	36	82	26	117	28	35	12	27	4	108	19
Grundvandsafstr.	78	43	107	34	150	37	167	58	368	56	297	52
Total tvandløb	143	79	189	60	267	65	202	70	395 ⁴⁾	60 ⁴⁾	405 ⁴⁾	71 ⁴⁾
Netto til gr.vand	38	21	127	40	142	35	87	30	155	23	133	23

1) Forudsat 70% dræning af landbrugsareal i LOOP 1 og 50% i LOOP 4; opskalering til oplandsniveau usikker.

2) Barslund Bæk + Tværmose Bæk

3) Inklusiv vanding ca. 110mm i LOOP 5 og 33mm i LOOP 6.

4) Oppumpning til vanding: Barslund Bæk + Tværmose Bæk 17%, Bolbro Bæk 6%.

12.1.2 Kvælstofkoncentrationer

Koncentrationer af kvælstof i de forskellige medier af vandkredsløbet er vist i tabel 12.2 som gennemsnit for måleperioden.

Tabel 12.2 Kvælstofkoncentrationer i de forskellige medier af det hydrologiske kredsløb, gennemsnit for årene 1989 - 92 (LOOP 1 - 4) og 1990 - 92 (LOOP 5 og 6). For rodzonevand, drænvand og vandløbsvand er anvendt vandføringsvægtede årskoncentrationer og for grundvand gennemsnitskoncentrationer. Kvælstof er angivet som nitrat-N for rodzonevand, drænvand og grundvand og som total N for vandløbsvand. (I vandløbsvand udgør nitrat N ca 90% af total N).

Hydrologisk kredsløb	Lerjordsoplande			Sandjordsoplande		
	LOOP1 mg N/l	LOOP4 mg N/l	LOOP3 mg N/l	LOOP2 mg N/l	LOOP5 mg N/l	LOOP6 mg N/l
Rodzonevand	21.2	18.9	28.7	44.4	24.9	29.6
Drænvand	14.4	21.9	-	-	-	-
Grundvand 1.5m	12.4	14.5	15.8	23.0	14.1	18.0
Grundvand 3.0m	4.5	7.4	8.1	12.1	13.2	11.0
Grundvand 5.0m	2.3	6.9	6.8	5.7	-	-
Overfl.nær afstr.	14.6	18.5	13.3	16.6	4.0 ¹⁾	2.9
Gr.vandsafstr.	6.4	8.7	5.1	5.3	3.0	1.2
Vandløb	9.5	12.7	8.5	7.2	3.1 (2.1)	1.6

¹⁾ Gælder kun målinger i Barslund Bæk, i parentes er angivet koncentrationer for Tværmose Bæk.

Koncentrationsmønster i lerjordsoplandene

I lerjordsoplandene har kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet ligget i intervallet 19-29 mg N/l. Koncentrationerne i drænvand har som gennemsnitsbetragtning ligget på samme eller lidt lavere niveau. Fra rodzonen og ned gennem det øvre grundvand er observeret en tydelig nedgang i koncentrationsniveau. Undersøgelser af det øvre grundvand (afsnit 9.2) har vist, at der er en meget hurtig respons i årstidsvariationer helt ned til 3-5 m's dybde, hvilket indikerer en hurtig vertikal transport af nitrat gennem de øvre lerede jordlag. I vandløbsvandet har kvælstofkoncentrationerne ligget på 9-13 mg N/l. I det overfladenært afstrømmende vand er beregnet kvælstofkoncentrationer, der svarer til rodzonevandet/grundvand i 1.5 m's dybde; mens der for grundvandsafstrømningen er beregnet koncentrationer, der svarer til målingerne i grundvandet i 1.5-5.0 m's dybde. Dette viser, at afstrømningen til vandløbene overvejende sker gennem disse øvre jordlag.

Koncentrationsmønster i sandjordsoplandene

I sandjordsoplandene har kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet ligget på 25-44 mg N/l. Også her er der set et fald i koncentrationsniveau fra rodzonen og ned gennem det øvre grundvand. I vandløbsvandet har koncentrationerne ligget på 7.2 mg N/l i Nordjylland (LOOP 2) og på 1.6-3.1 mg N/l i Ringkøbing/Viborg og Sønderjylland (LOOP 5 og 6). Disse niveauer er lavere end hvad der måles i grundvandet i 1.5-3 m's dybde. Det fremgår, at der endog i det overfladenært afstrømmende vand til vandløbene er sket en betydelig reduktion i kvælstofkoncentra-

tioner i forhold til rodzonevandet og det allerøverste grundvand. Der kan ikke gives en entydig forklaring herpå. Det kan være at denne "storm-flow" betingede afstrømning består af ældre grundvand, der presses ud til vandløbene under nedbørshændelser, samt at der sker en denitrifikation i de vandløbsnære arealer.

Præsentation

12.1.3 Kvælstoftransporter

I tabel 12.3 er vist de gennemsnitlige kvælstofstrømme for måleperioden 1989-92 for de enkelte landovervågningsoplande. I tabellen er vist kvælstoftilførsler i form af handelsgødning, husdyrgødning, estimeret kvæstoffixering samt tilførsel fra atmosfæren (Nielsen 1990). Kvælstoftilførslerne er baseret på oplandsdækkende opgørelser for de dyrkede arealer (jævnfør interviewundersøgelsen). Med hensyn til kvælstofudvaskningen fra rodzonen og dræn er der tale om gennemsnitsværdier for de 6-8 stationer i hvert opland. Udvasningerne herfra kan tages som niveaustørrelser for oplandene. Kvælstofafstrømningen til vandløbene er baseret på målinger ved hovedvandløbsstationerne. Transporten i dette punkt afspejler den totale afstrømning frem til vandløbet (Kronvang og Thyssen 1987). Den heraf beregnede arealkoefficient er herefter korrigeret for naturarealer og spildevand-sudledninger. Den angivne arealkoefficient repræsenterer således det dyrkede areal, inklusiv spredt bebyggelse.

Kvælstofkredsløbet er herefter skematiseret i figur 12.1 for henholdsvis sandjordsoplande og lerjordsoplande, idet der her er medtaget et skøn over kvælstof fjernet med høstede afgrøder (jævnfør interviewundersøgelsen).

Tabel 12.3 Kvælstofstrømme for det dyrkede areal i de 6 overvågningsoplande. For vandløb er korrigeret for naturarealer og spildevand, men ikke for spredt bebyggelse. Tallene repræsenterer gennemsnitsværdier for årene 1989 - 92 (LOOP 1-4) og 1990 - 92 (LOOP 5-6).

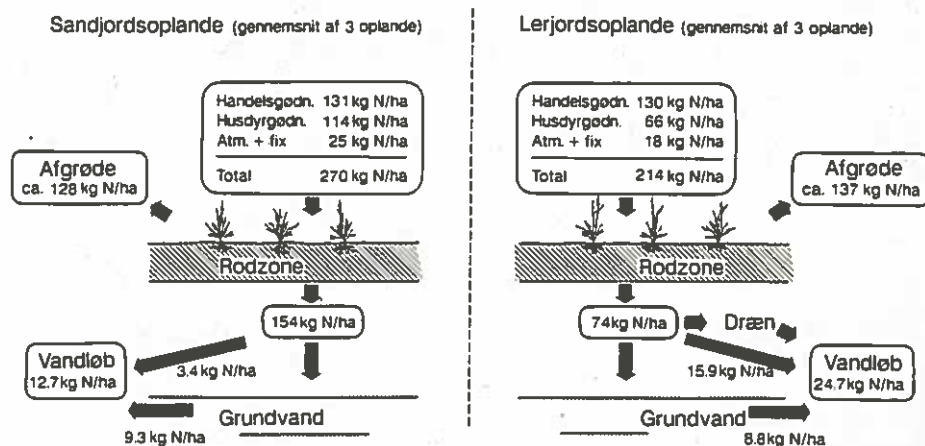
Årlig kvælstofcirkulation												
Kvælstofstrømme	Lerjordsoplande						Sandjordsoplande					
	Storstrøm LOOP1		Fyn LOOP4		Vejle/Århus LOOP3		Nordjylland LOOP2		Ringk./Viborg LOOP5 ³⁾		Sønderjyll. LOOP6	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Handelsgødning	142		123		125		120		150		122	
Husdyrgødning	34		64		99		161		50		132	
Afm. + fixering ¹⁾	15		25		15		25		25		25	
Total tilført	191		212		239		306		225		279	
Udvasket												
Rodzonen	38	100	57	100	126	100	130	100	162	100	169	100
(Drænvand) ²⁾	(12)	(32)	(11)	(19)								
Udv. til vandløb												
Overfladenært	12.5	33	16.5	29	18.7	15	6.0	5	1.0	0.5	3.2	2
Grundvand	6.8	18	10.3	18	9.3	7	9.1	7	15.2	10	3.6	2
Total	19.3	51	26.8	47	28.0	22	15.1	12	16.2	10	6.8	4

¹⁾ Fra atmosfæren regnes 10 kg N/ha år⁻¹ fra kilder uden for landbruget.

²⁾ Forudat 70% dræning af landbrugsareal i LOOP 1 og 50% i LOOP 4; opskalering til oplandsniveau usikker.

³⁾ Barslund Bæk og Tværmose Bæk

Det årlige kvælstofkredsløb (1989-92)



Figur 12.1 Skemativering af kvælstofkredsløbet for henholdsvis lerjords- og sandjordsoplände for årene 1989-92; for sandjordsopländene LOOP 5 og 6 dog kun for årene 1990-92.

Lerjordsoplände

I lerjordsopländene er årligt tilført ca 130 kg N/ha med handelsgødning, 66 kg N/ha med husdyrgødning og 18 kg N/ha ved kvæstoffixering og atmosfærisk deposition, ialt ca 214 kg N/ha. Med afgrøderne er årligt fjernet ca 137 kg N/ha. Der er således netto tilført jorden ca 77 kg N/ha. Udvaskningen fra rodzonen har i måleperioden udgjort ca 74 kg N/ha pr år; hvilket er meget lig nettotilførslen af kvælstof. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca 24.7 kg N/ha pr år; det svarer til at ca 34% af rodzone udvaskningen er nået til vandløbene.

Sandjordsoplände

I sandjordsopländene er årligt tilført ca 131 kg N/ha med handelsgødning, 114 kg N/ha med husdyrgødning og ca 25 kg N/ha ved kvæstoffixering og atmosfærisk deposition, ialt 270 kg N/ha. Afgrøderne har årligt fjernet ca 128 kg N/ha; således er der netto tilført jorden ca 142 kg N/ha pr år. Udvaskningen fra rodzonen har udgjort ca 154 kg N/ha pr år; altså ligget på et lidt højere niveau end nettotilførslerne af kvælstof. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca 12.7 kg N/ha pr år; det vil sige at kun ca 8 % af rodzone udvaskningen er nået ud til vandløbene.

Naturoplände

Til sammenligning med ovennævnte kvælstoftab fra dyrkede arealer til vandløb kan anføres, at tabet fra naturarealer i årene 1989-92 lå på 2.1-2.3 kg N/ha år⁻¹ (Svendsen et al., 1993).

12.2 Landbrugets indflydelse på udvaskning til vandmiljøet

12.2.1 Gødskningens indflydelse på kvælstofudvaskningen fra rodzonen.

Den aktuelle kvælstofudvaskning fra rodzonen er et resultat af en lang række faktorer og processer. Således er sædskiftet, kvælstofgødskningen og jordens humuspuljer afgørende størrelser for den mængde kvælstof der er til rådighed i rodzonen til tabsprocesser under givne forhold med hensyn til klima og jordtype.

Jordens humuspuljer

Mineraliseringsprocesser i jorden har uden tvivl haft en betydelig indflydelse på den store kvælstofudvaskning i måleperioden 1989-92, på grund af milde vintre og atypiske nedbørsforhold, specielt i 1992. Størrelsen af jordens omsættelige humusfraktion er et resultat af mange års intensiv landbrugsproduktion med et højt gødningsniveau. Mineraliseringsprocesser vil derfor også fremover have en stor betydning for kvælstofudvaskningen under gunstige klimabetingelser.

Aktuel gødningsniveau

Det er vist ovenfor, at kvælstofudvaskningen fra rodzonen i måleperioden tilnærmelsesvis har ligget på samme niveau som størrelsen af total tilført kvælstof minus kvælstof fjernet med afgrøderne, når man betragter oplandene som helhed. Denne sammenhæng er en effekt dels af den aktuelle gødningstilførsel i måleperioden, dels en effekt af gødningstilførslerne gennem længere tid, og dermed opbygning af en letomsættelig humuspulje i jorden. For at opnå en reduktion i kvælstofudvaskningen må størrelsen af netto tilført kvælstof mindskes; det vil sige gødningen må udnyttes bedre og tilførslerne nedsættes i forhold hertil. Undersøgelser over landbrugets arealanvendelse (afsnit 5) og målinger over kvælstofudvaskning på stationsmarker (afsnit 7.3.4) har vist, at det er husdyrgødningen og specielt på brug med stor husdyrintensitet, hvor der er behov for at øge indsatsen for en bedre udnyttelse af gødningen.

12.2.2 Kvælstofafstrømning til vandmiljøet

I den 4-årige måleperiode er der fundet en årlig gennemsnits udvaskning fra rodzonen på 74 kg N/ha i lerjordsoplandene og på 154 kg N/ha i sandjordsoplandene. Den større udvaskning på sandjordene end på lerjordene skyldes større nedbør, lettere gennemtrængelig jord og større husdyrtæthed.

Vandløbene

Det er vist, at en stor del af det kvælstof, der forlader rodzonen (15-33%) i lerjordsoplandene hurtigt strømmer til vandløbene gennem dræn og overfladenært vand, mens yderligere 7-18% strømmer via det øvre grundvand til vandløbene. Afstrømningsvandet til vandløbene er således stærkt belastet med landbrugets kvælstofudledning. En eventuel ændring i landbrugets gødningspraksis vil derfor hurtigt slå igennem i vandløbskvaliteten. I sandjordsoplandene derimod strømmer kun en ganske lille del af det kvælstof, der forlader rodzonen (1-5%), hurtigt til vandløbene med overfladenært vand. I disse oplande sker afstrømningen til vandløbene hovedsageligt via dybereliggende grundvand. Under vandets transport nedad i grundvandet sker reduktion af nitrat, hvorfor det afstrømmende vand har lave kvælstofindhold. Det er således fundet, at vandløb i disse oplande er mindre belastet med kvælstof end i lerjordsoplandene til trods for at udledningen fra landbruget er større. En eventuel ændring i landbrugspraksis vil ikke kunne måles i vandløb i sandjordsoplande indenfor overskuelig tid.

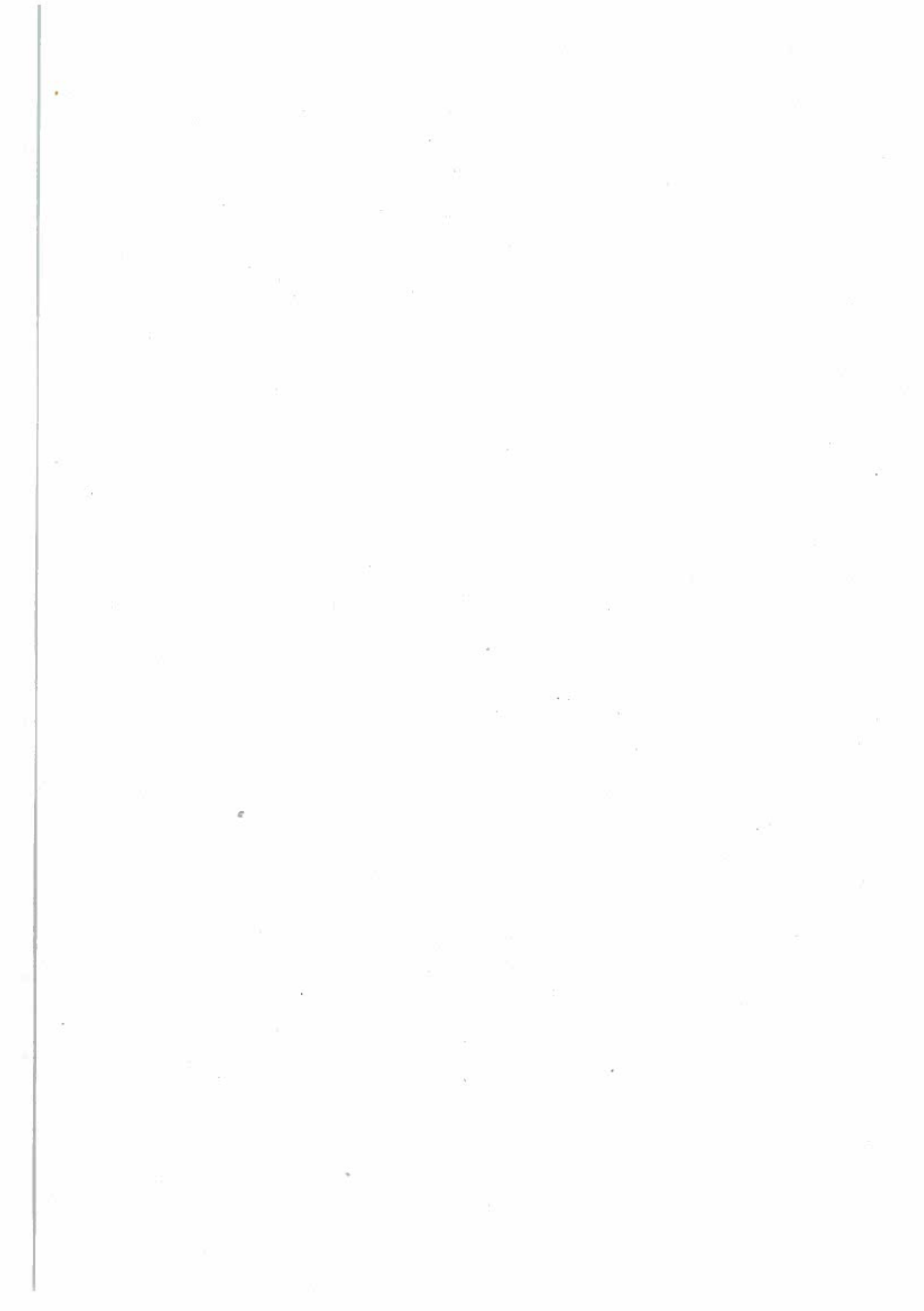
Det øvre grundvand

Det fremgår af sammenstillingen, at det øvre grundvand i alle landovervågningsoplandene tydeligt er påvirket af landbrugsdriften med nitratkoncentrationer over 11.3 mg NO₃-N/l (50 mg

NO₃/l). De beskrevne belastningsforhold, strømningsmønsteret samt kvælstofreduktionsprocesserne i jordprofilen har medført, at grundvandet er stærkere belastet i sandjordsoplandene end i lerjordsoplandene. Analyser, der medtager landbrugets gødningspraksis i to oplande (afsnit 9.3) har vist, at kvælstofindholdet i det øvre grundvand er væsentlig højere på arealer tilhørende husdyrbrug end på arealer tilhørende planteavlbrug. Endvidere er det vist, at grundvandet under udyrkede arealer har de mindste kvælstofindhold (mindre end 1.1 mg N/l). En forbedring af grundvandskvaliteten under dyrkede arealer må igen søges i en bedre udnyttelse af tilført gødning.

12.3 Udviklingen i landbrugets næringsstofbelastning

På grund af store klimatisk betingede variationer i kvælstofudvaskningen igennem måleperioden 1989-92 er det ikke muligt at konkludere over udviklingen i de målte kvælstofudvaskninger og belastningen af vandmiljøet i landovervågningsoplandene. Fra ferskvandsovervågningsprogrammet har en analyse af udviklingstendenser vist, at kvælstoftransporterne i vandløb har været uændret siden Vandmiljøplanens iværksættelse når der tages højde for de klimatiske variationer (Svendsen et al., 1993). Opfølgelsen over landbrugspraksis i landovervågningsoplandene (afsnit 5) har dog vist, at der er sket en forbedring i gødningsanvendelsen i måleperioden. Dette er vist som en stigning i forårs- og sommerudbringning af husdyrgødningen på ca 7% fra 1990 til 1992, en lille stigning i udnyttelsen af husdyrgødningen, samt en bedre fordeling af den samlede gødningsmængde. Forbedringerne er dog små i forhold til den samlede kvælstofcirkulation i dyrkningssystemet, hvorfor reduktion af kvælstofudvaskningen vil være relativ beskeden.



Sammenfatning af Danmarks Miljøundersøgelser nationale rapporter vedrørende resultaterne af Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1992

Tilførslen af fosfor til vandløb, søer og havet falder stadig. Til havet tilførtes der i 1992 16% mindre fosfor end i 1991, selvom vandafstrømningen var den samme. Der er sket et fald i fosfortilførslen fra både punktkilder og det åbne land.

Når der tages højde for variationerne i vandafstrømningen, kan der ikke påvises nogen reduktion i kvælstoftransporten efter Vandmiljøplanens ikrafttræden i de danske vandløb som følge af tiltagene i landbruget. Der er sket en stigning på ca. 14% i vandløbenes kvælstoftilførsel til havet fra 1991 til 1992. Årsagen er primært en tør sommer, hvor planterne ikke kunne optage den udbragte gødning med efterfølgende stor udvaskning til følge.

Danmarks Miljøundersøgelser landsdækkende rapporter om Vandmiljøplanens overvågningsprogram udarbejdes årligt og omfatter: landovervågning, vandløb og kilder, søer, havet og atmosfæren. Det sker på baggrund af data og rapporter fra amtskommunerne og målinger udført af Danmarks Miljøundersøgelser. Rapporterne om Landovervågning er udarbejdet sammen med Danmarks Geologiske Undersøgelse. Rapporterne udkom første gang i 1990 og behandlede resultaterne fra 1989.

Fosfor

Vandløb: Fosforkoncentrationen i de danske vandløb falder stadig. Den vigtigste kilde er fortsat rensningsanlæg, men den bedre spildevandsrensning har medført en reduktion i den vandføringsvægtede fosforkoncentration på ca. 40% siden 1989 i de spildevandsbelastede vandløb. Der er også for første gang påvist et tilsvarende fald i fosforkoncentrationen i vandløb i dyrkede oplande.

Søer: Miljøtilstanden i de danske søer reguleres især af fosfortilførslen. Siden 1989 er der sket en reduktion i de spildevandsbetingede fosfortilførsler til godt en fjerdedel af søerne, men udledninger fra byspildevand og dambrug udgør stadig mere end 25% af den samlede tilførsel til disse søer. Hovedparten af fosfortilførslen til søerne kan dog generelt tilskrives udledninger fra det åbne land - herunder udledninger fra spredt bebyggelse.

Havet: Den lavere tilførsel til havet har medført en lavere fosforkoncentration i hovedparten af kystvandene. Derved er perioden med lave fosforkoncentrationer blevet længere. Overordnet spiller fosfor dog kun en mindre rolle for de biologiske forhold og dermed for miljøtilstanden i de danske farvande på grund af hurtig omsætning af fosfor og frigivelse fra havbunden.

Kvælstof

Vandløb: En statistisk analyse af kvælstoftransporten, hvor der tages højde for år til år variationerne i vandafstrømningen, er

gennemført på data fra 55 vandløb i forskellige regioner. Analysen viser, at der ikke kan påvises nogen reduktion efter Vandmiljøplanens ikrafttræden.

Ca. 80% af det kvælstof, som med vandløbene transporteres til havet, stammer fra landbruget. Således tilføres vandløbene ca. 10 gange så meget kvælstof fra dyrkede arealer som fra udyrkede arealer.

Landbrug: Interviewundersøgelser i seks små landbrugsoplande viser, at de største problemer fortsat ligger i udnyttelsen af husdyrgødningen, og at der på omkring en femtedel af markerne er en overgødsning i forhold til det økonomisk optimale.

Undersøgelsen viser også, at der er sket en lille forbedring i nyttevirkningen af husdyrgødningen, idet forårs- og sommerudbringningen af især den flydende husdyrgødning er steget med 7% siden 1989.

Undersøgelsen har klarlagt, at en forbedring af landbrugenes gødningspraksis hurtigt kan registreres i vandløb, som løber igennem oplande med lerjord. Dette fremgår bl.a. af, at effekten af den tørre sommer og dårlige høst umiddelbart medførte en øget kvælstoftransport. Effekten af en forbedring af gødningspraksis vil derimod være betydeligt forsinket i vandløb, der gennemstrømmer sandjordsoplande.

Atmosfæren: Tilførslen af kvælstofforbindelser fra atmosfæren udgør en stor del af den samlede kvælstoftilførsel til havmiljøet. Heraf kommer en væsentlig del som ammoniak fra danske kilder, især fra landbruget.

I perioden 1988-92 er der målt et svagt fald i den atmosfæriske kvælstoftilførsel; disse ændringer skyldes muligvis klimatiske forhold.

Havet: Kvælstofkoncentrationerne i kystvandene var i foråret 1992 på samme niveau som de tidligere år. Enkelte steder som Svendborg Sund kunne der ses en reduktion i kvælstofkoncentrationen om sommeren på grund af den bedre spildevandsrensning. I fjorde og kystvande er der en betydelig tilbageholdelse/fjernelse af kvælstof, som i 1992 var 10-20% større en tidligere.

Miljøtilstand

Vandløb: Miljøtilstanden i vandløbene øst for Storebælt er tydeligt dårligere end på Fyn og i Jylland. Miljøtilstanden reguleres af såvel fysiske som kemiske forhold, og især forskelle i strømforhold kan forklare forskellene mellem landsdelene. Næringsstoffer spiller en forholdsvis lille rolle for miljøtilstanden, og der kan ikke påvises nogen generel forbedring i perioden 1989-1992, hvilket formodentlig skyldes en dårlig tilstand i 1992 pga. lav vandføring og dermed ringe fortynding af spildevandet.

Søer: Fosforkoncentrationen er af afgørende betydning for miljøtilstanden i de fleste danske søer. Der er således en god sam-

menhæng mellem fosforkoncentrationen i søvandet og søvandets klarhed - sigtddybden. En stor sigtddybde er udtryk for få alger, men generelt skal fosforkoncentrationerne ned under 0,1 mg P/l, før der sker en markant forbedring i sigtddybden. I halvdelen af søerne var fosforkoncentrationerne højere end 0,13 mg P/l, og sigtddybden mindre end 1 meter i sommeren 1992. Sigtdybden i søerne er generelt ikke ændret i perioden 1989-92, men der er tendens til faldende fosforkoncentrationer i søvandet i mange af de mest forurenede søer.

Resultaterne fra Overvågningsprogrammet viser dog også, at ændringer i de biologiske strukturer i søerne kan have afgørende indflydelse på vandets klarhed. F.eks. blev Arreskov Sø klarvandet i 1992, især fordi der kun var få store brasen, men stor forekomst af algeædende dyreplankton. Omvendt blev vandet i Utterslev mose tiltagende uklart formentlig på grund af øget forekomst af dyreplanktonædende fisk (skaller) og dårligere udvikling af undervandsplanterne i søen.

Sammenhængen mellem søvandets fosforkoncentration og sigtddybden kan således forbedres ved inddragelse af dyreplanktonets græsning og (for lavvandede søer) brasenbestandens størrelse.

Havet: Generelt er der ikke observeret markante udviklingstendenser i perioden 1989-1992. I en række østjyske fjorde og Limfjorden er der sket en forbedring af miljøtilstanden med færre alger og klarere vand. Det skyldes en lavere afstrømning og dermed lavere kvælstofbelastning i perioden 1989-1992 i forhold til i begyndelsen af 1980'erne samt fosforfjernelse fra spildevand.

Masseopblomstring af alger observeredes i lighed med tidligere år i mange områder i 1992, og der var indikationer på, at en masseopblomstring af *Chrysochromulina*-alger var giftig. I flere områder blev muslingefiskeriet lukket på grund af risiko for giftstoffer fra planktonalger i muslingerne.

Nedbrydning af alger i bundvandet forårsager forbrug af ilt. På grund af klimatiske forhold varierer iltsvindets størrelse, udbredelse og forekomst i tid. I 1992 forekom iltsvind 1-3 måneder senere end tidligere år, men udbredelse og laveste koncentrationer var på niveau med tidligere år.

Bunddyrene påvirkes bl.a. af mængden af føde og iltforholdene. I Nordsøen, Vadehavet, Skagerak og det nordlige Kattegat er mængden af bunddyr steget igennem 1980'erne, hvilket tolkes som et resultat af øget algemængde og dermed øget føde for dyrene. I Vadehavet synes denne udvikling at være stoppet, og i dele af Nordsøen reduceres faunaen pga. iltsvind i starten af 1980'erne.

I det sydlige Kattegat og Østersøen er der i det sidste årti sket en tilbagegang i faunaen og i enkelte år er faunaen helt forsvundet pga. iltsvind. I det sydlige Kattegat er bunddyrene ved at vende tilbage.

I de fleste kystnære områder er bunddyrsfaunaen uændret for-
armet i forhold til en naturlig basistilstand. Enkelte steder kan der
observeres lokale forbedringer, som enten kan tilskrives bedre
spildevandsrensning eller bedre iltforhold på grund af mindsket
afstrømning.

Dybdeudbredelsen af ålegræs og andre undervandsplanter aftager
med stigende kvælstofkoncentration i vandet. Årsagerne er, at
øget kvælstofkoncentration øger algemængden i vandet og giver
dårlige lysforhold ved bunden. På dybt vand er der således ikke
lys nok. Selvom ålegræs flere steder forsvandt, var der generelt
ikke tale om en reduktion i bestandene.

Ved høje næringsstofkoncentrationer udkonkurreres ålegræs af
søsalat og trådalger. Også i 1992 blev der observeret massefore-
komster af disse alger inderst i de fleste fjorde og beskyttede
kystområder, men der var ingen forandring i forhold til tidligere
år.

Resultaterne viser, at i de fleste kystvande vil en reduktion i
kvælstofbelastningen hurtigt vise sig som mindre algeproduktion,
klarere vand og aftagende iltsvind. Derved øges udbredelsen af
vandplanter og et alsidigt dyreliv etableres igen. I de dybere lag-
delte farvande forsinkes forbedringen af iltforholdene og dermed
bunddyrenes levevilkår.

Referencer

Andersen, H.E, Blicher-Mathiesen, G., Grant, R., Bak, J., Berg, P., Kronvang, B., Kjeldsen, K. og Rasmussen, P. (1992): Landovervågningsoplande. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1991. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 64.

Ambus, P. og Hoffmann, C.C. (1990): Kvælstofomsætning og stofbalance i ånære områder. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, Nr. C13, 67 s.

Blicher-Mathiesen, B., Grant, R., Jensen, C. & Nielsen, H. (1990): Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1989. Landovervågningsoplande - Næringsstofudvaskning fra rodzonen. Danmarks Miljøundersøgelser - Faglig rapport fra DMU, nr. 6 (hovedrapport + bilagsrapport).

Cummins, K.W. (1973): Trophic relations of aquatic insects. Annual Review of Entomology 18: 183-206.

Danmarks Statistik (1991): Brev af 20. november 1991 vedr. arbejdsgruppen omkring handelsgødningsstatistik.

Danmarks Statistik (1993a): Brev af 19. maj 1993 vedr. beslutningsreferat angående omregningsfaktorer fra husdyrkategorier til kg udskilt N, P og K af dyr.

Danmarks Statistik (1993b): Husdyrtætheden i 1992. Statistiske efterretninger nr. 2, 1993.

Danmarks Statistik (1993c): Foreløbige opgørelser til Landbrugsstatistikken.

DGU (1989 a): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Landovervågningsoplande LOOP 1 Højvads Rende. Etableringsrapport for jordvandsstationer og grundvandsstationer. - Intern Rapport nr. 49, 187 pp + bilag.

DGU (1989 b): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Landovervågningsoplande LOOP 2 Odder Bæk. Etableringsrapport for jordvandsstationer og grundvandsstationer. - Intern Rapport nr. 50, 185 pp + bilag.

DGU (1989 c): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Landovervågningsoplande LOOP 3 Horndrup Bæk. Etableringsrapport for jordvandsstationer og grundvandsstationer. - Intern Rapport nr. 51, 201 pp + bilag.

DGU (1989 d): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Landovervågningsoplande LOOP 4 Lillebæk. Etableringsrapport for jordvandsstationer og grundvandsstationer. - Intern Rapport nr. 52, 172 pp + bilag.

DGU (1989 e): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Landovervågningsoplande LOOP 5 Barslund Bæk. Etableringsrapport for jordvandsstationer og grundvandsstationer. - Intern Rapport nr. 53, 219 pp + bilag.

DGU (1989 f): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Landovervågningsoplande LOOP 6 Bolbro Bæk. Etableringsrapport for jordvandsstationer og grundvandsstationer. - Intern Rapport nr. 54, 219 pp + bilag.

Friberg, N. og Kjeldsen, K. (1994): Development of bentic algal biomass in six Danish beech, mixed and coniferous forest streams. Verh. Int. Limnol, in press.

Fyns Amtskommune (1993): Vandmiljøovervågning - Landovervågning 1992, 144 pp.

Fyns Amtskommune (1992): Vandmiljøovervågning. Det særlige landovervågningsopland 1991, 165 pp

Fyns Amtskommune (1991): Vandmiljøovervågning. Det særlige landovervågningsopland 1990, 140 pp.

Fyns Amtskommune (1990): Vandmiljøovervågning. Det særlige landovervågningsopland 1989, 140 pp.

Gosk, E., Nygård, E., Lundsgaard, A. (1990): Status for grundvand og drikkevand i Danmark, 1990, Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Danmarks Geologiske Undersøgelse, Intern rapport nr. 45, 1990.

Grant, R., Bak, J., Berg, P., Skop, E., Rebsdorf, Å., Thyssen, N., Kjeldsen, K. & Rasmussen, P. (1991): Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990. Landovervågningsoplande. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU, nr. 39.

Hansen, B. (1986): Tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til vandløb fra landbrugsområder: Gjelbæk og Rabis Bæk. Rapport til Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium.

Hansen, E. (1990): Normtal for økonomisk optimale N-mængder til landbrugsafgrøder. Miljøstyrelsen. 4 sider.

Hansen, B., Djurhuus, J., Christensen, N., Jacobsen, O.S. & Hoffmann C.C. (1991): Analyse af jordvands sammensætning - metodesammenligning. - NPO-forskning fra Miljøstyrelsen nr. A17, 64 pp.

Hansen, L. & Pedersen, E.F. (1985): Drænvandsundersøgelser 1971-74. Tidsskrift for Planteavl 79: 670-688.

Hansen, S., Jensen, H.E., Nielsen, N.E. og Svendsen, H. (1990): DAISY - A soil plant system model. - NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. A 10. 272 pp.

Hedeselskabet (1989 a): Landovervågningsoplandet Højvads Rende LOOP 1. Afleveringsrapport H.U., Hedeselskabet. 23 pp + bilag.

Hedeselskabet (1989 b): Landovervågningsoplandet Odder Bæk LOOP 2. Afleveringsrapport. H.U., Hedeselskabet. 22 pp + bilag.

Hedeselskabet (1989 c): Landovervågningsoplandet Horndrup Bæk LOOP 3. Afleveringsrapport. H.U., Hedeselskabet. 22 pp + bilag.

Hedeselskabet (1989 d): Landovervågningsoplandet Lillebæk LOOP 4. Afleveringsrapport. H.U. Hedeselskabet. 18 pp + bilag.

Håndbog for Plantedyrkning (1991): Landskontoret for Planteavl. 215 sider.

Håndbog for Plantedyrkning (1992): Landskontoret for Planteavl. 215 sider.

Jacobsen, O.S., Larsen H.V. og Andreassen, L. (1990): Geokemiske processer i et grundvandsmagasin. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, Nr. B10, 45 s.

Jensen, N.H. & Madsen, H.B. (1990): Jordprofilundersøgelse i Vandmiljøplanens landovervågningsoplande. Statens Planteavlsforsøg. Afd. for Arealdata for Kortlægning, 17 pp + bilag.

Kjeldsen, K. (1994): The relationship between phosphorus and peat liomuss of bentic algae in small lowland streams. Ver, int. Ver. Limnol, in press.

Kronvang, B. og Bruhn, A. (1990): Overvågningsprogram. Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb. Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi. 22 pp - Teknisk anvisning.

Kronvang, B. & Thyssen, N. (1987): Transport af kvælstof i vandløb. Vand og Miljø nr. 3: 111-114.

Lamberti, G.A., Gregory, S.V., Hawkins, C.P., Wildmann, R.C., Ashkenas, L.R. and Denicola, D.M. (1992): Plant-herbivore interactions in streams near Mount St. Helens. Freshwat. Biol. 27: 237-247.

Miljøstyrelsen (1992a): Vandmiljø-92. Redegørelse fra Miljøstyrelsen, nr. 2, 1992.

Miljøstyrelsen (1992b): Ammoniakfordampning fra stald og lager. Redegørelse fra Miljøstyrelsen, nr. 1, 1992. 30 sider.

Miljøstyrelsen (1990): Vandmiljø-90. Redegørelse fra Miljøstyrelsen, nr. 1, 1991.

Mogensen, B.B. og Spliid, N.H. (1991): Udvaskning af pesticider fra landbrugsjord. 8 Dansk Planteværnskonference. Pesticider og Miljø 1991. Tidsskrift for Planteavl. Specialserie s 2110: 245-254.

Nielsen, H. (1990): Kvælstofstrømme i dansk landbrug 1980-88. Faglig rapport fra DMU, nr. 3, pp 46.

Nordjyllands Amtskommune (1993): Vandmiljøovervågning. Landovervågning maj 93. Udvaskning fra rodzonen. 32 pp + bilag. Interviewundersøgelse 16 pp + bilag. Vandløb og drænvand 19 pp.

Nordjyllands Amtskommune (1992): Vandmiljøovervågning. Landovervågning. Maj 1992. Udvaskning fra rodzonen. 24 pp + bilag. Interviewundersøgelse. 15 pp + bilag. Vandløb og drænvand. 16 pp + bilag.

Nordjyllands Amtskommune (1991): Vandmiljøovervågning. Landovervågning. Udvaskning fra rodzonen. 10 pp + bilag. Vandløb og drænvand. 16 pp + bilag.

Nordjyllands Amtskommune (1990): Vandmiljøovervågning. Landovervågning. Maj 1990, 41 pp + bilag.

Nygaard, E., Nuegaard, P. og Kristiansen, H. (1993): Grundvandsovervågning 1993. Danmarks Geologiske Undersøgelse.

Olesen, J.E. (1990): Klima til Landovervågningsoplande m.v., Statens Planteavlsvforsøg, Afd. for Jordbrugsmeteorologi. 4 pp.

Olesen, J.E. og Heidmann, T. (1990): EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Statens Planteavlsvforsøg.

Rasmussen, P. og Gosk, E. (1990): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvand i landovervågningsoplandene. Danmarks Geologiske Undersøgelse. Intern rapport nr. 47, 1990. 24 sider + bilag.

Rebsdorf, Aa., Søndergaard, M. & Thyssen, N. (1988): Overvågningsprogram. Vand- og sedimentanalyser i ferskvand - særlig kemiske analyse- og beregningsmetoder. Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium. - Teknisk rapport nr. 21 og publikation nr. 98.

Ringkøbing/Viborg Amtskommune (1993): Vandmiljøovervågning. Landovervågning, 1992. 66 pp + bilagsrapporter.

Ringkøbing/Viborg Amtskommune (1992): Vandmiljøovervågning. Landovervågning 1991. 165 pp.

Ringkøbing/Viborg Amtskommune (1991): Vandmiljøovervågning. Årsrapport for landovervågning nr.5 Barslund Bæk 1990.

Ringkøbing/Viborg Amtskommune (1990): Vandmiljøovervågning. Landovervågning. Maj 1990, 227 pp + bilag.

Sand-Jensen, K., Møller, J. & Olesen, B.H. (1988): Biomass regulation of microbenthic algae in Danish lowland streams. Oikos 53: 332-340.

Simmelsgaard, S.E. (1991): Estimering af funktioner for kvælstofudvaskning. In: Rude, S.: Kvælstofgødning i landbruget - behov og udvaskning nu og i fremtiden. Rapport nr. 62. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut.

Storstrøms Amtskommune (1993): Vandmiljøovervågning. LOOP 1 - Højvads Rende, 1992. 62 pp + bilag.

Storstrøms Amtskommune (1992): Vandmiljøovervågning. LOOP 1 - Højvads Rende, 1991. 61 pp + bilag.

Storstrøms Amtskommune (1991): Vandmiljøovervågning. Landovervågning, LOOP 1 - Højvads Rende, 1989 og 1990, 148 pp + bilag.

Storstrøms Amtskommune (1990): Vandmiljøovervågning. LOOP 1 - Højvads Rende. Afrapportering 1. maj 1990, 160 pp.

Storstrøms Amtskommune (1990): Vandmiljøovervågning. Grundvandsmonitering. Grundvandsmoniteringsområde 35.11 Vesterborg. Storstrøms Amtskommune, maj 1990.

Svendsen, L.M., Erfurt, J., Friberg, N., Græsbøll, P., Kronvang, B., Larsen, S.E. & Rebsdorf, Aa. (1993): Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1992. Ferske vandområder. Vandløb og kilder. Faglig rapport fra DMU, nr. 88.

Sønderjyllands Amtskommune (1993): Vandmiljøovervågning - Landovervågning. Teknisk rapport, maj 93.

Sønderjyllands Amtskommune (1992): Vandmiljøovervågning. - Teknisk rapport, Landovervågning. Maj 1992.

Sønderjyllands Amtskommune (1991): Vandmiljøovervågning. Landovervågning. Maj 1991.

Sønderjyllands Amtskommune (1990): Vandmiljøovervågning. Landovervågning. April 1990, 16 pp + bilag.

Sønderjyllands Amtskommune (1990): Vandmiljøovervågning. Teknisk rapport. Grundvand. Maj 1990.

Vejle/Århus Amtskommune (1993): Horndrup Bæk (LOOP 3) 1989-92. Landbrugsdrift - Næringsudvaskning - stoftransport - vandløbsbiologi. 46 pp + bilag.

Vejle Amtskommune (1992): Landovervågning. Horndrup Bæk, Landbrugsdrift og næringsstofudvaskning 1991.

Vejle Amtskommune (1991): Vandmiljøovervågning. Landovervågning. Horndrup Bæk - afrapportering af resultater for 1990, 31 pp + bilag.

Vejle Amtskommune (1990): Vandmiljøovervågning. Landovervågning - Horndrup Bæk. Landbrugsdrift og næringsstofudvaskning 1990, 53 pp.

Vilhelm, K. & Nielsen, H. (1990): Næringsstofbalancer på landbrugsejendomme. Danmarks Miljøundersøgelser, 57 sider.

Århus Amtskommune (1992): Notat Horndrup Bæk (LOOP 3), 1991. Stoftransport og vandløbsbiologi, juni 1992.

Århus Amtskommune (1991): Horndrup Bæk (LOOP 3) Stoftransport og Vandløbsbiologi.

Århus Amtskommune (1990): Horndrup Bæk (LOOP 3) 1988-89. Stoftransport og Vandløbsbiologi, 137 pp.

Bilag I.1

Oversigt over analyseparametre for jordvand, drænvand, grundvand og vandløbsvand.

Analyseparametre	Jordvand ¹⁾ (Fællesprøve)	Jordvand ²⁾ (Enkeltcelle)	Drænvand ³⁾	Grundvand	Vandløb
pH	x		x	x	x
Nitrat	x	x	x	x	x
Ammonium	x		x	x	x
Total N			(x)	(x)	x
Ortho-P, opløst	x		x	x	x
Total P			(x)		x
Kalium			(x)	x	
Ledningsevne ⁴⁾			(x)	x	x
Alkalinitet ⁵⁾			(x)	x	x
Aciditet ⁵⁾			(x)	(x)	
Organisk stof COD ⁶⁾			(x)		x
Na				x	x
CL				x	
SO ₄				x	
Ca				x	
Mg				x	
Fe				x	

¹⁾ 1-6 gange årligt er foretaget et udvidet analyseprogram (grundvandsprogram)

²⁾ Udført 2 gange årligt

³⁾ (x) kun udført på automatiske stationer

⁴⁾ Er ikke målt hvis total alkalinitet > 1,5 mmol/l

⁵⁾ Hvis pH er mindre end 4,5 målt aciditet, og hvis pH er større end 4,5 er målt alkalinitet.

⁶⁾ Målt hvor det er relevant

Bilag I.2

Oversigt over stationer og prøvetagning af semikvantitative faunaprøver i 1992.

LOOP vandløb/lokalitet	Prøvetagningstidspunkt	Antal prøvetagninger
1. Højvads Rende		
N.V. Bregneholt	marts/okt.	2
Lille Rosning	marts/okt.	2
2. Oddebæk		
Farsøbroen	jan. - dec.	12
Sdr. Gislum	jan. - dec.	12
3. Homdrup Bæk		
Sortholmvej	marts/jan. (1993)	2
Rødekærvej	marts/jan. (1993)	2
V. Ballegård	marts/jan. (1993)	2
4. Lillebæk		
Fredskovvej	marts - jan. (1993)	4
6. Bolbro Bæk	jan. - nov.	4

Bilag I.3

Prøvetagningstidspunkt og resultat af de kvantitative el-befiskninger i 1992.

LOOP vandløb/ lokalitet	Prøvetagnings- tidspunkt	Fangst
1. Højvads Rende	-	-
2. Oddebæk Farsøbroen	November	0,15 ørred/m ²
3. Hornstrup Bæk Sortholmvej Rødekærvej	Februar (1993) December	0,31 ørred/m ² 1,01 ørred/m ²
4. Lillebæk	-	-
6. Bolbro Bæk Basseklint	Oktober	0 ørred/m ²

Bilag I.4

Prøvetagningstidspunkt og resultat af makrofyttundersøgelser i 1992.

LOOP Vandløb/ lokalitet	Prøvetagnings- tidspunkt	Tidspunkt for max.biomasse	Ca. dækningsgrad v. maximum	Dominerende art
1 Højvads Rende				
St. 1	Jan. - okt.	Aug. - sep.	70	smalbladet
St. 2	Jan. - okt.	Aug. - sep.	40	mærke rørgæs
2 Oddebæk Farsøbroen Sdr. Gislum	Jan. - dec. Jan. - dec.	Maj Maj	25 13	smalbladet mærke smalbladet mærke
3 Hornstrup Bæk	-	-	-	-
4 Lillebæk	-	-	-	-
6 Bolbro Bæk	Marts - aug.	April - juni	60	smalbladet mærke

Bilag II.1

Datamateriale til opgørelse af tildelte kvælstofmængder i forhold til de anbefalede mængder for 4 husdyrtæthedsgrupper i 1992.

	<1 DE/ha	1-2 DE/ha	2-3 DE/ha	>3 DE/ha
Ejendomme	96	43	15	14
Marker	641	507	172	46
Areal (ha)	2343	1757	473	206
DE	792	3033	1277	954
Handelsgødning (kg N/ha)	142	123	117	97
Husdyrgødning (kg N/ha)	31	133	228	325
Udbinding (kg N/ha)	7	20	33	7
Effektiv husdyrg. N (kg N/ha)	12	52	78	120
Anbefalet (kg N/ha)	155	180	180	147
Tildelt gødn.-anbef. (kg N/ha)	25	96	198	282

Bilag II.2

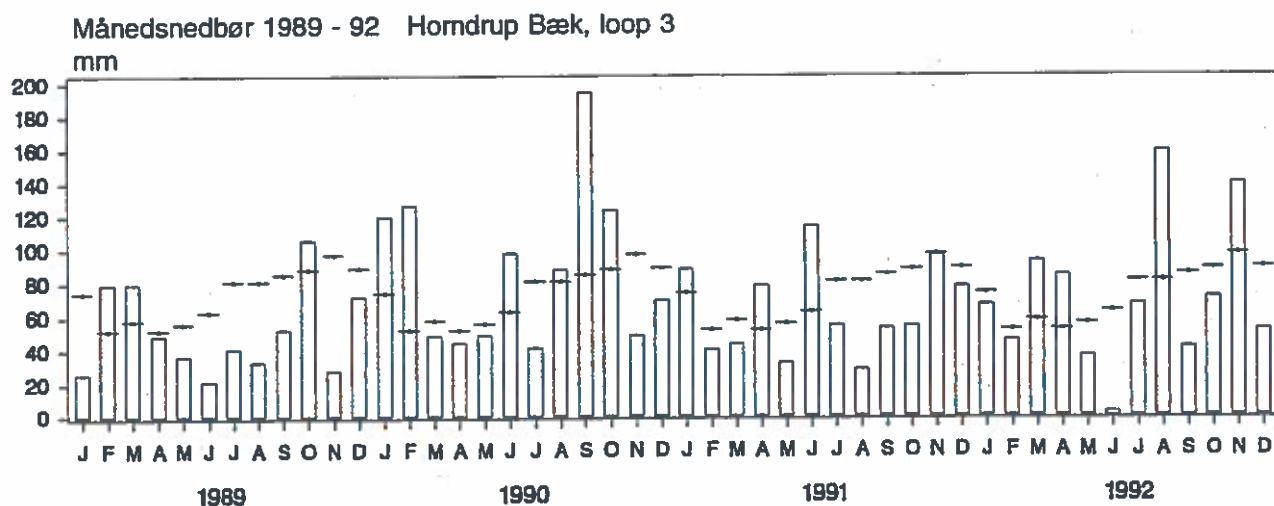
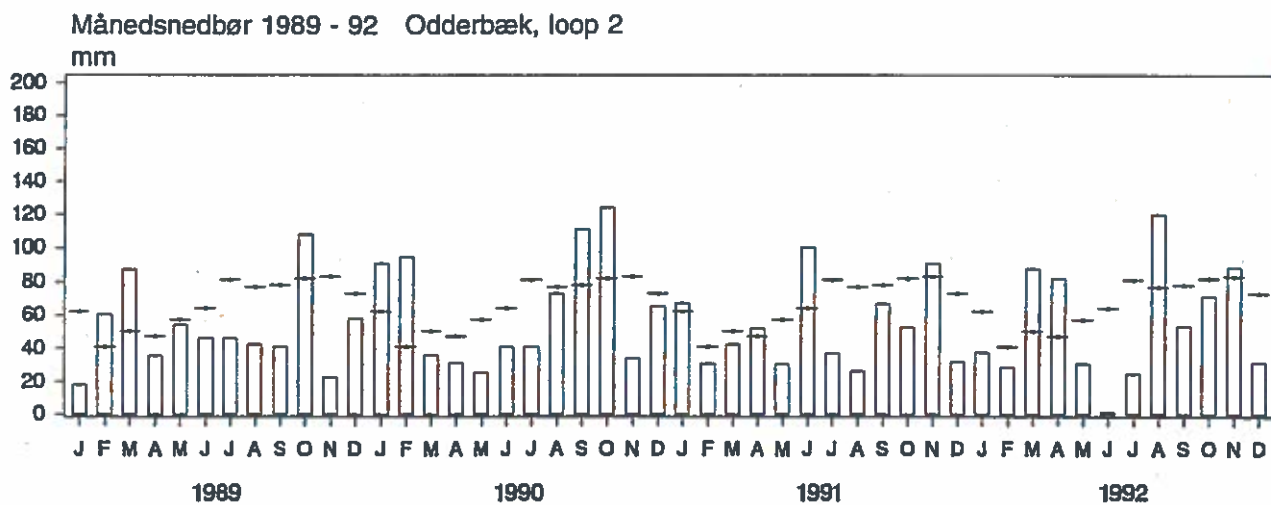
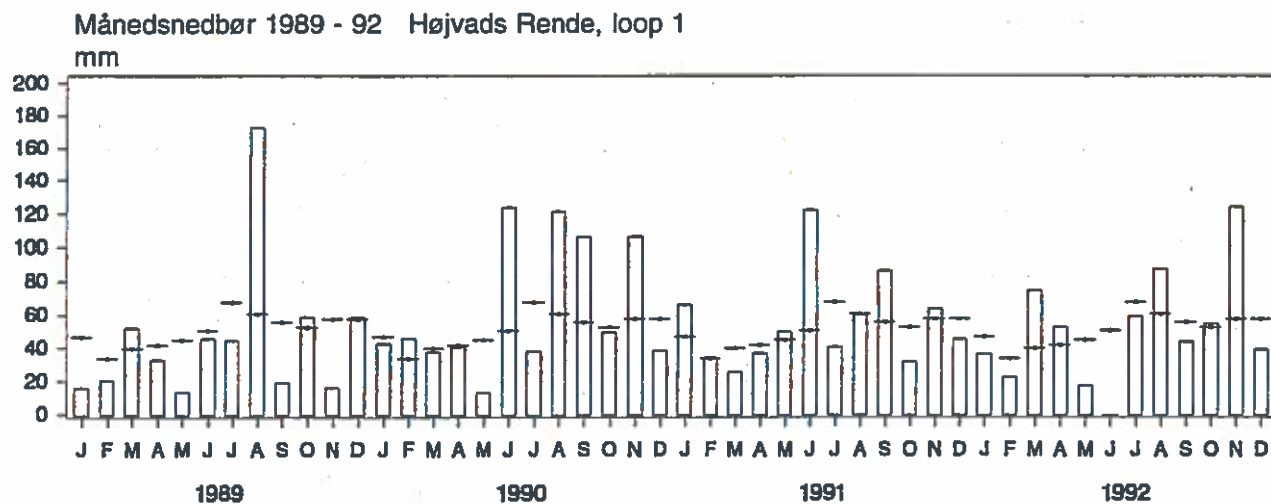
Datamateriale til opgørelse af tildelte kvælstofmængder i forhold til de anbefalede for 4 brugstyper i 1992.

	Kvæg+sv.brug	Kvægbrug	Svinebrug	Planteavlsbrug
Ejendomme	25	48	25	70
Marker	299	535	254	278
Areal (ha)	834	1628	1240	1076
DE	1930	2587	1530	8
Handelsgødning (kg N/ha)	115	132	125	147
Husdyrgødning (kg N/ha)	151	124	114	8
Udbinding (kg N/ha)	28	28	0	2
Eff. husdyrg. (kg N/ha)	53	46	45	4
Anbefalet (kg N/ha)	181	180	156	148
Tild. gødn.-anb. (kg N/ha)	113	104	83	9

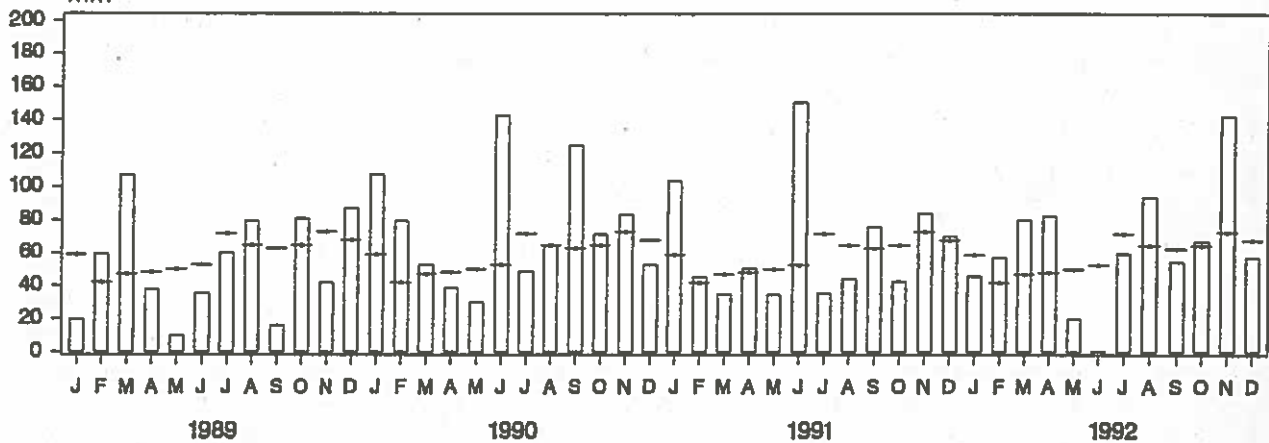
Bilag III

Månedsnedbør for LOOP 1 - LOOP 6 for perioden 1989 - 1992.

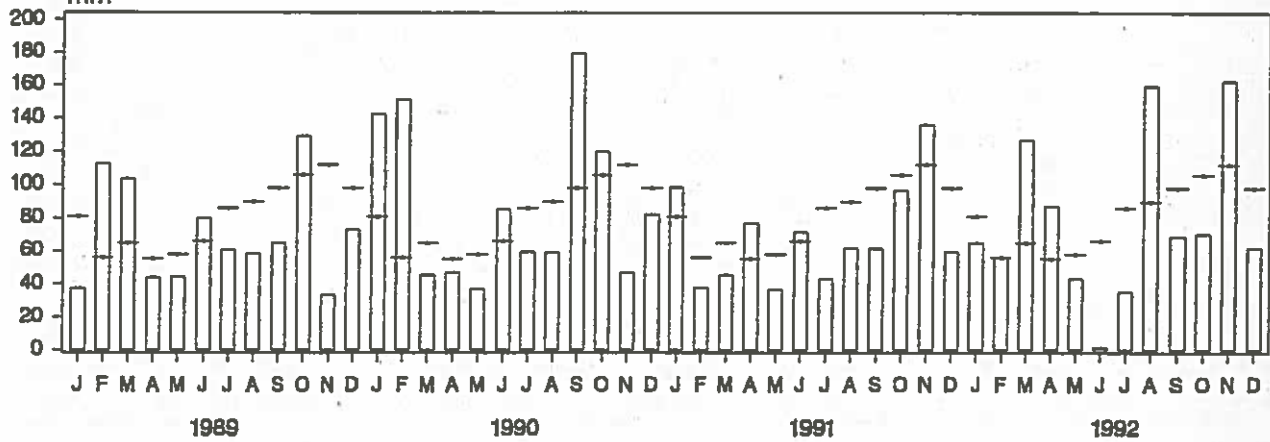
— normal nedbør 1961 - 1989



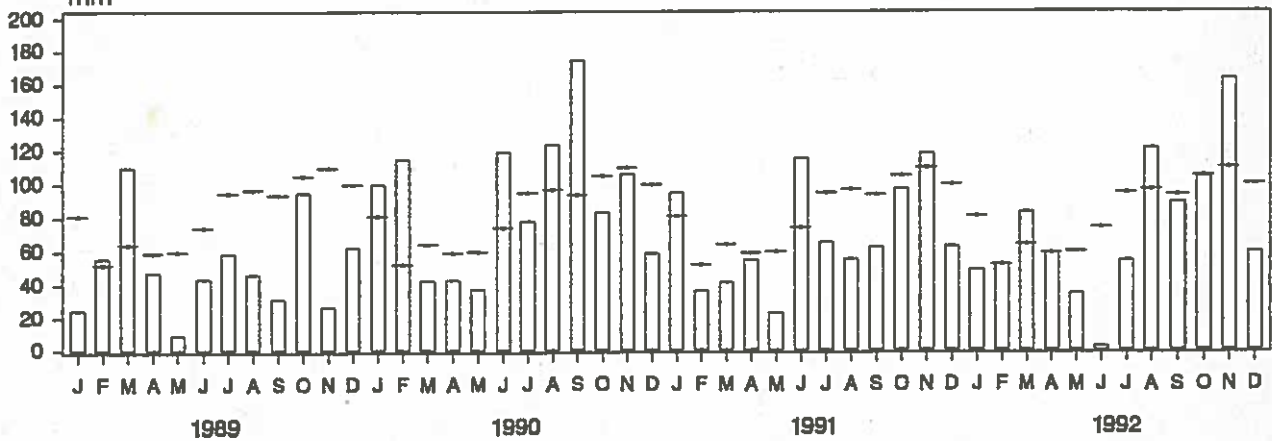
Månedsnedbør 1989 - 92 Lillebæk, loop 4
mm



Månedsnedbør 1989 - 92 Barslund Bæk, loop 5
mm



Månedsnedbør 1989 - 92 Bolbro Bæk, loop 6
mm



Bilag IV.1

Ejendoms- og markoplysning for stationsmarkerne.

Ha = handelsgødning, Hu = husdyrgødning

F = forår, E = efterår, G = afgræsning

LOOP 1

St.	Jb. nr.	År	Brugs-type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf. (kg/ha)		P-tilf. (kg/ha)		N-fjernet m.afgr. (kg/ha)
						Ha	Hu	Ha	Hu	
101	6	1988	plante		ærter/vi.hv.					-
		1989	-	0	vi.hv.	205		25		246
		1990	-	0	roer	128		38		134
		1991	-	0	vårbyg/vi.hv.	110		0		160
		1992	-	0	vi.hv.	202		24		183
102	7	1988	plante		vi.hv./vi.hv.	183		22		-
		1989	-	0	vi.hv.	156		19		211
		1990	-	0	roer	120		38		104
		1991	-	0	vårbyg/vi.hv.	177		21		107
		1992	-	0	vi.hv.	160		19		106
103	6	1988	plante		roer	140		27		-
		1989	-	0	vårbyg	160		50		92
		1990	-	0	vårbyg	66		0		106
		1991	-	0	vårbyg	118		14		104
		1992	-	0	vårbyg	110		14		72
104	6	1988	svin		roer	140	304 ^F	17	120	-
		1989	-	0.5	vårbyg/vi.hv.	101		12		144
		1990	-	0.2	vi.hv.	205	60 ^F	32	13	177
		1991	-	0.1	ærter/vi.hv.	0		0		206
		1992	-	0.2	vi.hv.	172		20		187
105	6	1988	pl. ¹⁾		vårbyg	23		4		-
		1989	-	0	roer	116		22		116
		1990	-	0	roer/vi.hv.	100		30		105
		1991	-	0	vi.hv./vi.hv.	201		0		165
		1992	-	0	vi.hv./vi.hv.	189		11		138
106	6	1988	plante		vi.hv.	208		25		-
		1989	-	0	roer	119		52		124
		1990	-	0	vi.hv./vi.hv.	196		33		227
		1991	-	0	vi.hv.	182		20		173
		1992	-	0	sukkerroer	127		22		86

1) 1982-87 gødet med 30-40 t. staldgødning (kvæg)

LOOP 2

St.	Jb. nr.	År	Brugs-type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf. (kg/ha)				P-tilf (kg/ha)		N-fjernet m. afgr. (kg/ha)
						Ha	Hu			Ha	Hu	
201	4	1988	kvæg		vårbyg + udl.	82	173 ^E			0	30	-
		1989	-	2.0	vårbyg + udl.	107	140 ^E			0	24	144
		1990	-	1.9	roer	108	230 ^F			0	35	258
		1991	-	2.0	vårbyg/udl.	74	148 ^F	204 ^E	7 ^G	0	69	175
		1992	-	1.8	vårbyg	74				0		47
202	1	1988	kvæg		roer	82	28 ^E			0	35	-
		1989	-	2.0	roer	92	234 ^F			0	35	356
		1990	-	1.9	vårbyg + udl.	82	140 ^F	21 ^G		0	20	168
		1991	-	2.0	vårbyg + udl.	91	148 ^F	178 ^E	5 ^G	0	64	175
		1992	-	1.8	bederoer	54	174 ^F			0	32	204
203	1	1988			vårbyg	135				20		-
		1989	kv+sv	1.1	vårbyg	84	165 ^E			14	20	110
		1990	svin	1.0	vårbyg	74	165 ^F			0	20	129
		1991	-	1.0	vårraps/vi.hv	123	138 ^E			0	33	68
		1992	-	0.8	vi.hv.	162				0		107
204	1	1988	kvæg		ærter		130 ^E			0	16	-
		1989	-	2.3	roer	55	150 ^F	104 ^E		0	72	372
		1990	-	2.3	vårbyg + udl.	90	194 ^E	41 ^E		0	43	142
		1991	-	2.2	kløvergræs	192	92 ^E	36 ^G		9	24	270
		1992	-	1.6	kløvergræs	251	126 ^G			13	16	156
205	3	1988	kvæg		ærter/vi.hv.	14				16		-
		1989	-	1.6	vi.hv. + udl.	154	140 ^E			11	16	170
		1990	-	1.3	græs	402	220 ^F			8	26	506
		1991	-	1.3	roer	95	369 ^F			0	44	184
		1992	-	1.0	ærter/vi.hv.	0	98 ^E			12	14	104
206	1	1988	kv+sv		vi.hv.	189				16		-
		1989	-	1.9	ærter/vi.hv.	12				36		135
		1990	-	1.7	vi.hv.	184				8		111
		1991	-	1.7	vårraps	122	118 ^F			0	17	64
		1992	-	1.7	vårbyg	47	108 ^F			0	15	38

LOOP 3

St.	Jb. nr.	År	Brugs-type	DE/ha	Afgroede	N-tilf. (kg/ha)		P-tilf. (kg/ha)		N-fjernet m. afgr. (kg/ha)
						Ha	Hu	Ha	Hu	
301	6	1988	kvæg		vi.byg + udl.	144		12		-
		1989	-	0.5	kløv.græs/vi.hv.	147	138 ^E	9	16	261
		1990	-	0.5	vi.hv./vi.byg	165	138 ^E	0	16	184
		1991	-	1.1	vi.byg + udl.	135	3 ^G	0		225
		1992	-	1.1	græs/vi.hv.	184	92 ^E 75 ^C	24	222	227
302	6	1988	kvæg		ærter/vi.hv.					-
		1989	-	1.1	vi.hv.	170		0		216
		1990	-	1.3	vårbyg + udl.	99		0		163
		1991	-	1.4	kløvergræs	216	113 ^F 59 ^G	0	10	299
		1992	-	1.3	kløvergræs	189	101 ^E 85 ^C	0	12	259
303	6	1988	svin		vårbyg	119				-
		1989	-	0.6	vårrops/vi.hv.	168		42		110
		1990	-	0.5	vi.hv./vi.byg	188		22		134
		1991	-	0.5	vi.byg	168		30		135
		1992	-	0.7	vårbyg + udl.	84	170 ^E	16	41	68
304	7	1988	plante		vårbyg/vi.byg	89		10		-
		1989	-	0	vi.byg/vi.raps	164		31		150
		1990	-	0	vi.raps/vi.hv.	209		23		150
		1991	-	0	vi.hv.	179		32		157
		1992	-	0	vårbyg/vi.hv.	127		27		43
305	6	1988	kv+sv.		havre	0	116 ^F	0	30	-
		1989	-	0.7	vårbyg+ært/vi.hv	0	116 ^F	0	30	45
		1990	-	1.0	vi.hv.	0	70 ^F	0	18	87
		1991	-	2.1	brak/fril.grise	0	88	0	24	0
		1992	-	1.1	vårbyg	0	0	0	0	16
306	6	1988			skov					
		1989								
		1990								
		1991								
		1992								

LOOP 4

St.	Jb. nr.	År	Brugs-type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf. (kg/ha)		P-tilf. (kg/ha)		N-fjernet m. afgr. (kg/ha)
						Ha	Hu	Ha	Hu	
401	7	1988	plante		vårbyg	119		11		-
		1989	-	0	vårbyg	119		11		109
		1990	kvæg ¹⁾	2.9	roer	168		49		278
		1991	-	2.9	majs	165		37		186
		1992	-	3.4	majs	182		18		173
402	6	1988	svin		vi.byg/vi.raps	172		21		-
		1989	-	0.5	vi.raps/vi.hv.	205		25		177
		1990	-	0.5	vi.hv.	175		21		177
		1991	-	0.7	vårbyg+udl(kløv)	108		17		95
		1992	-	0.7	kløverfrø/vi.hv.	0		0		-
403	6	1988	svin		vi.hv.	150	150 ^E	18	48	-
		1989	-	0.5	ært(kons)/vi.hv.		150 ^E	15	48	253
		1990	-	0.5	vi.hv.	160		8		207
		1991	-	0.7	vårbyg/vi.raps	101		0		82
		1992	-	0.7	vi.raps	165		19		147
404	6	1988	pl. ²⁾		vårbyg	115		15		-
		1989	-	0	vårbyg + udl.	99		20		134
		1990	-	0	vårraps/vi.hv.	164		29		105
		1991	-	0	vi.hv.	169		20		155
		1992	-	0	vårbyg/vi.byg	107		0		79
405	6	1988	kvæg	0.5	vi.hv.	140	212 ^E	36	39	-
		1989	-	0.5	roer	102		4		252
		1990	plante	0	vårbyg	107		25		154
		1991	-	0	ærter/vi.hv.	0		34		118
		1992	-	0	vi.hv./vi.hv.	175		32		230
406	6	1988	kvæg		majs	74	260 ^F		39	-
		1989	-	1.4	majs	71	260 ^F	23	40	176
		1990	-	1.4	majs	103	275 ^F	9	42	237
		1991	-	1.5	majs	122	216 ^F	27	27	207
		1992	-	1.3	majs	70	312 ^F	17	48	197

1) Ny forpagter fra 1990. Husdyrholdet ikke medregnet i gennemsnit for stationsmarkerne.

2) Kvægbrug indtil 1986

LOOP 5

St.	Jb. nr.	År	Brugs-type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf. (kg/ha)		P-tilf. (kg/ha)		N-fjernet m. afgr. (kg/ha)
						Ha	Hu	Ha	Hu	
501	1	1988	kv.+sv		roer	144	252 ^F	0	64	-
		1989	-	0.6	ærter/vi.hv.		370 ^E	0	94	168
		1990	-	0.6	vi.hv.	137		26		124
		1991	-	0.6	kartofler	169	136 ^F	0	37	106
		1992	-	0.7	vårbyg + udlæg	132	173 ^E	16	8	69
502	1	1988	kv.+sv		kløvergræs	198		22		-
		1989	-	0.6	kartofler	172		30		83
		1990	-	0.6	ærter/vi.rug			0		135
		1991	-	0.6	vi.rug	148		28		71
		1992	-	0.7	bederoer	183	348 ^F	0	68	157
503	1	1988	kvæg		vårbyg	119		22		-
		1989	-	0.3	vårbyg	134		6		36
		1990	-	0.4	kartofler	119	123 ^E	29	30	46
		1991	-	0.8	vårbyg + udl.	160		15		32
		1992	-	0.7	kartofler	148		40		127
504	1	1988	kvæg		helsæd	331		56		-
		1989	-	1.4	kartofler	212	74 ^E		1	102
		1990	-	1.4	roer	176	247 ^F		51	134
		1991	kv.+sv	1.6	helsæd+udl.	226	80 ^F	28	1	199
		1992	-	2.0	kartofler	251		40		152
505	1	1988	kvæg		vårbyg	127		0		-
		1989	-	1.3	kartofler	213	40 ^F	0	9	58
		1990	-	1.2	ærter/vi.byg	0		22		67
		1991	kv.+sv	0.3	vi.byg	162		31		49
		1992	-	0.3	kartofler/vi.byg	164		36		88
506	1	1988	plante		vårbyg	152		0		-
		1989	-	0	vårbyg + udl.	152		0		100
		1990	-	0	vårbyg + udl.	139		29		106
		1991	-	0	kartofler	208		40		140
		1992	-	0	ærter/vi.hv.	0		20		121
507	1	1988	plante		vårbyg	117				-
		1989	-	0	vårbyg	117				82
		1990	-	0	vårbyg	146		26		49
		1991	-	0	vårbyg	172		14		48
		1992	-	0	vårbyg	143		16		76
508	1	1988	plante		korn	120				-
		1989	-	0	kartofler	184				49
		1990	-	0	vårbyg	149		27		69
		1991	-	0	vårbyg	141		27		53
		1992	-	0	kartofler	176		40		43

LOOP 6

St.	Jb. nr.	År	Brugs-type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf. (kg/ha)		P-tilf. (kg/ha)		N-fjernet m. afgr. (kg/ha)
						Ha	Hu	Ha	Hu	
601	1	1988	svin		vi.raps/vi.hv	165	177 ^E		45	-
		1989	-	3.3	vi.hv./vi.byg	160	38 ^F +85 ^E		52	138
		1990	-	3.3	vinterbyg	121	65 ^F		16	128
		1991	-	2.8	ærter/vi.hv.	0	86 ^F		34	141
		1992	-	2.9	vi.hv./brak	68	208 ^F		53	80
602	5	1988	kv.+sv		roer	165	460 ^F		90	-
		1989	-	1.4	vårbyg + udl.	148		17		87
		1990	-	1.4	kløvergræs	178	25 ^G	21	2	224
		1991	-	1.2	vårbyg/vi.hv.	90		8		137
		1992	-	1.3	vi.hv.	173	329 ^F	19	63	183
603	1	1988	kv.+sv		vi.hv.	176		18		-
		1989	-	1.4	vårbyg + udl.	135		16		87
		1990	-	1.4	kløvergræs	209	115 ^G	25		264
		1991	-	1.2	kløvergræs	207	149 ^F +26 ^G	15	23	231
		1992	-	1.3	vårbyg/vi.hv.	103		0		87
604	1	1988	kv.+sv		vårbyg + udl.	120	280 ^F	35	46	-
		1989	-	1.5	roer	174	55 ^F	34	13	134
		1990	-	1.5	vårbyg + udl.	95		0		156
		1991	-	1.3	vårbyg	81	49 ^F +77 ^E	0	19	97
		1992	-	1.2	vårhv.	34	114 ^F	0	10	90
605	1	1988	kvæg		vårbyg + udl.	*	*	*	*	-
		1989	-	1.8	kløvergræs	342	187 ^F	20	22	279
		1990	-	1.5	byg-helsæd	207	123 ^F	0	15	126
		1991	-	1.8	græs (slet)	283	368 ^F	0	47	252
		1992	-	1.9	græs (slet)	295	179 ^F	0	23	115
606	1	1988	svin		roer	*	*	*	*	-
		1989	-	0.3	vårbyg	82		14		82
		1990	-	0.3	vårbyg	90		14		91
		1991	-	0.2	vårbyg	82	140 ^F	8	34	109
		1992	-	0.2	vårbyg	90		14		60
607	1	1988	kv.+sv		roer	102	81 ^F +470 ^E	30	140	-
		1989	-	1.2	vårbyg + udl.	44	112 ^F	4	30	110
		1990	-	1.1	græs	194	71 ^G	26	9	195
		1991	-	1.4	græs	184	80 ^F + 49 ^G	19	24	182
		1992	-	1.0	vårbyg	32	510 ^E	3	146	73
608	1	1988	kvæg		rug	*	*	*	*	-
		1989	-	1.4	vårbyg + udl.	107		15		87
		1990	-	1.4	græs	135	74 ^G	12	9	168
		1991	-	1.5	græs/vi.hv.	110	274 ^G +77 ^E	6	47	196
		1992	-	1.3	vi.hv.	162	88 ^E	0	12	114

* = ikke oplyst

Bilag IV.2

Nedbør, afstrømning samt N ($\text{NO}_3+\text{NH}_4\text{-N}$) og P ($\text{PO}_4\text{-P}$) udvaskning fra rodzonen for 1989 - 1992.

LOOP 1

St.	År	Nedbør mm	Vand mm	Afstrømning mm	N-udvaskning kgN/ha	P-udvaskning kgP/ha
101	1988	659		234		
	1989	553		105	25	0.230
	1990	766		267	64	0.780
	1991	644		242	32	0.835
	1992	613		218	81	0.757
102	1988	659		189		
	1989	553		62	5.0	0.006
	1990	766		267	13	0.026
	1991	664		245	20	0.020
	1992	613		204	67	0.014
103	1988	659		247		
	1989	553		16	0.9	0.003
	1990	766		211	36	0.022
	1991	664		232	32	0.018
	1992	613		114	27	0.000
104	1988	659		233		
	1989	553		20	2.9	0.007
	1990	766		273	46	0.012
	1991	664		249	61	0.020
	1992	613		117	66	0.011
105	1988	659		211		
	1989	553		80	19	0.007
	1990	766		274	27	0.033
	1991	664		244	15	0.017
	1992	613		165	28	0.014
106	1988	659		192		
	1989	553		87	31	0.350
	1990	766		237	101	1.150
	1991	644		277	56	1.360
	1992	613		133	43	0.472

LOOP 2

St.	År	Ned- bør mm	Vand mm	Afstrømning mm	N-udvaskning kgN/ha	P-udvaskning kgP/ha
201	1988	918		460		
	1989	619		130	66	0.010
	1990	765		290	89	0.029
	1991	628		229	43	0.015
	1992	656		287	133	0.009
202	1988	918		483		
	1989	619		200	93	0.013
	1990	765		350	118	0.043
	1991	628		253	126	0.025
	1992	656		345	280	0.019
203	1988	918		490		
	1989	619		190	104	0.019
	1990	765		380	230	0.049
	1991	628		279	154	0.018
	1992	656		351	219	0.014
204	1988	918		507		
	1989	619		210	86	0.021
	1990	765		360	122	0.036
	1991	628		254	115	0.016
	1992	656		347	173	0.008
205	1988	918		504		
	1989	619	70	170	44	0.018
	1990	765	160	400	59	0.066
	1991	628		301	138	0.015
	1992	656		368	177	0.011
206	1988	918		456		
	1989	619		180	81	0.019
	1990	765		370	103	0.037
	1991	628		284	89	0.020
	1992	656		360	239	0.011

LOOP 3

St.	År	Ned- bør mm	Vand mm	Afstrømning mm	N-udvaskning kgN/ha	P-udvaskning kgP/ha
301	1988	869		390		
	1989	623		220	141	0.040
	1990	1050		540	405	0.186
	1991	762		346	145	0.247
	1992	859		505	227	0.518
302	1988	869		440		
	1989	623		180	117	0.064
	1990	1050		550	275	0.105
	1991	762		378	120	0.057
	1992	859		511	207	0.038
303	1988	869		440		
	1989	623		190	52	0.018
	1990	1050		540	140	0.048
	1991	762		386	40	0.063
	1992	859		461	58	0.040
304	1988	869		440		
	1989	623		150	20	0.015
	1990	1050		580	162	0.072
	1991	762		374	93	0.030
	1992	859		486	132	0.022
305	1988	869		450		
	1989	623		180	25	0.022
	1990	1050		550	71	0.037
	1991	762		537	51	0.053
	1992	859		454	56	0.103

LOOP 4

St.	År	Ned- bør mm	Vand mm	Afstrømning mm	N-udvaskning kgN/ha	P-udvaskning kgP/ha
401	1988	829		381		
	1989	634		216	19	0.064
	1990	897		424	35	0.260
	1991	772		379	29	0.101
	1992	762		370	55	0.085
402	1988	829		349		
	1989	634		211	26	0.023
	1990	897		375	31	0.130
	1991	772		339	33	0.020
	1992	762		374	56	0.034
403	1988	829		328		
	1989	634		188	57	0.023
	1990	897		354	105	0.130
	1991	772		342	39	0.020
	1992	762		308	43	0.025
404	1988	829		343		
	1989	634		173	32	0.019
	1990	897		340	60	0.100
	1991	772		323	50	0.019
	1992	762		317	74	0.020
405	1988	829		342		
	1989	634		192	26	0.014
	1990	897		355	51	0.110
	1991	772		353	79	0.026
	1992	762		356	97	0.021
406	1988	829		410		
	1989	634		196	36	0.029
	1990	897		382	92	0.120
	1991	772		362	95	0.035
	1992	762		339	143	0.024

LOOP 5

St.	År	Ned- bør mm	Vand mm	Afstrømn. mm	N-udvaskning kg N/ha	P-udvaskning kgP/ha
501	1988	1004		600		
	1989	841		450	(39)	(0.023)
	1990	1056	90	700	89	0.032
	1991	826	150	631	212	-
	1992	938	100	671	137	-
502	1988	1004		580		
	1989	841		420	(45)	(0.017)
	1990	1056	60	680	123	0.041
	1991	826	90	531	192	-
	1992	938	125	706	163	-
503	1988	1004		600		
	1989	841		420	(61)	(0.018)
	1990	1056	75	680	181	0.024
	1991	826	45	515	159	-
	1992	938	200	796	300	-
504	1988	1004		610		
	1989	841		410	(65)	(0.228)
	1990	1056	95	690	245	0.075
	1991	826	325	726	331	-
	1992	938	225	825	212	-
505	1988	1004		630		
	1989	841		420	(48)	(0.022)
	1990	1056	88	680	128	0.044
	1991	826	150	593	176	-
	1992	938	200	728	150	-
506	1988	1004		610		
	1989	841		390	(29)	(0.061)
	1990	1056	80	660	86	0.077
	1991	826	120	580	125	-
	1992	938	120	686	109	-
507	1988	1004		610		
	1989	841		430	(43)	(0.031)
	1990	1056	81	640	72	0.071
	1991	826	120	587	183	-
	1992	938	100	697	138	-
508	1988	1004		610		
	1989	841	0	410	(96)	(0.013)
	1990	1056	0	630	138	0.032
	1991	826	0	514	71	-
	1992	938	0	664	-	-

() udvaskning gælder for perioden juli - december 1989.

LOOP 6

St.	År	Ned- bør mm	Vand mm	Afstrømn. mm	N-udvaskning kg N/ha	P-udvaskning kg P/ha
601	1988	1110		640		
	1989	608		210	(55)	(0.005)
	1990	1081		650	238	0.069
	1991	830		494	176	0.052
	1992	873		602	234	0.061
602	1988	1110		650		
	1989	608		190	(5)	(0.003)
	1990	1081		550	35	0.060
	1991	830	25	500	84	0.061
	1992	873		517	170	0.052
603	1988	1110		670		
	1989	608		250	(31)	(0.009)
	1990	1081	30	620	48	0.066
	1991	830	75	502	56	0.052
	1992	873	75	595	195	0.067
604	1988	1110		680		
	1989	608		260	(68)	(0.009)
	1990	1081	30	630	184	0.063
	1991	830	30	498	299	0.048
	1992	873	120	607	300	0.066
605	1988	1110		640		
	1989	608		210	(23)	(0.006)
	1990	1081		590	155	0.075
	1991	830		454	26	0.061
	1992	873		584	182	0.062
606	1988	1110		660		
	1989	608		340	(26)	(0.015)
	1990	1081		630	97	0.071
	1991	830		500	49	0.050
	1992	873		595	79	0.062
607	1988	1110		660		
	1989	608		220	(15)	(0.006)
	1990	1081	70	650	155	0.068
	1991	830	105	531	344	0.060
	1992	873	90	598	380	0.956
608	1988	1110		630		
	1989	608		230	26	
	1990	1081	90	660	129	0.074
	1991	830	120	545	129	0.054
	1992	873	60	601	316	0.097

() udvaskning gælder perioden juli - dec. 1989.

Bilag IV.3

Grundvandspejlinger m.u. terræn for 1992.

Stationsnr.	Gns.	Max.	Min.	Antal målinger
LOOP 1				
101	4,72	5,21	4,36	30
102	2,43	5,14	1,62	36
103	1,56	2,26	1,16	37
104	1,95	3,49	0,96	35
105	1,94	3,21	1,17	34
106	1,42	2,76	0,61	36
LOOP 2				
201	12,72	13,20	12,07	7
202	6,41	6,51	6,36	3
203	1,52	1,60	1,44	3
204	3,29	3,73	2,71	7
205	13,39	13,50	13,28	6
206	2,67	2,72	2,58	7
LOOP 3				
301	4,04	5,13	2,93	40
302	6,23	6,60	5,93	10
303	2,54	6,12	1,54	36
304	3,26	4,34	2,72	40
305	3,11	5,54	1,43	40
306	3,90	5,36	2,53	39
LOOP 4				
401	3,13	4,77	1,55	22
402	2,89	4,10	1,82	22
403	1,83	2,64	0,51	20
404	1,98	3,04	0,91	23
405	6,73	7,14	6,30	8
406	3,11	3,59	2,53	20
LOOP 5				
501	2,30	2,52	1,97	6
502	3,18	3,44	2,84	5
503	2,85	3,11	2,61	6
504	1,92	2,32	1,55	6
505	2,19	2,59	1,84	6
506	2,12	2,37	1,91	5
507	1,70	1,81	1,53	5
508	2,96	3,19	2,74	6
LOOP 6				
601	1,47	1,87	0,97	57
602	1,38	1,82	0,68	56
603	2,29	2,86	1,64	58
604	3,12	3,58	2,55	58
605	1,77	2,29	1,36	53
606	1,35	2,48	0,50	60
607	2,06	2,78	1,28	58
608	1,82	2,47	0,97	55

Bilag IV.4

Jordvand 1992. Kemiske analyseparametre for det ordinære program (årsmedian værdier)

Station	pH	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P mg/l
LOOP1				
101	7.3	22.0	0.014	0.340
102	7.4	0.87	0.008	0.009
103	7.4	12.7	0.011	0.009
104	7.4	35.5	0.014	0.009
105	7.3	10.3	0.007	0.009
106	7.4	40.0	0.009	0.465
LOOP2				
201	6.2	43.6	0.018	0.002
202	6.9	75.4	0.010	0.007
203	7.2	36.6	0.010	0.003
204	6.4	42.0	0.013	0.003
205	6.4	43.1	0.020	0.003
206	5.6	48.5	0.010	0.002
LOOP3				
301	7.5	43.0	0.052	0.010
302	7.0	38.0	0.135	0.007
303	7.3	15.0	0.035	0.008
304	7.3	25.0	0.039	0.004
305	7.2	12.0	0.053	0.006
306	5.3	5.8	0.050	0.003
LOOP4				
401	7.2	14.0	0.027	0.023
402	7.6	6.9	0.031	0.010
403	7.6	4.6	0.014	0.005
404	7.8	23.0	0.010	0.005
405	7.7	24.8	0.013	0.006
406	7.4	35.1	0.011	0.006
LOOP5				
501	-	21.0	0.031	(0.009)
502	-	21.5	0.059	(0.004)
503	-	19.0	0.032	(0.006)
504	-	23.0	0.047	(0.012)
505	-	13.5	0.034	(0.004)
506	-	17.0	0.055	(0.007)
507	-	16.0	0.035	(0.006)
508	-	-	-	-
LOOP6				
601	6.2	31.9	(0.100)	0.010
602	5.4	14.0	-	0.010
603	6.8	16.0	-	0.010
604	6.4	30.0	-	0.010
605	6.3	14.0	(0.100)	0.010
606	6.2	12.0	-	0.010
607	6.8	69.5	(0.100)	0.010
608	5.2	55.0	-	0.010

* måleperiode for loop 5 august-december 89 og for loop 6 juni-december 89.

Bilag IV.5

Jordvand 1992. Kemiske analyseparametre for udvidede program (gennemsnitsværdier)

	Antal må n	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Fe mg/l	Cl mg/l	So ₄ mg/l	Tot.N mg/l	Tot.P mg/l	Alk. mol/l	Ledn. m Sie/m
LOOP 1												
101		-	-	-	-			-	-	-	-	65
102	2	193	10.0	0.25	12.2	0.3	35	60	1.6	0.019	0.14	86
103		135	4.5	0.25	5.3	0.3	37	35	12.7	0.009	0.08	65
104		180	6.2	0.10	6.9	0.3	18	31	33.5	0.015	0.10	81
105		170	7.4	0.25	13.3	0.3	96	82	7.9	0.009	0.09	87
106		213	7.8	11.4	13.2	0.3	73	35	38.5	0.460	0.12	101
LOOP 2												
201	2-3	50	7.9	27.7	18.6	0.035	25	15	45.9	0.010	0.11	52
202		77	10.4	57.8	20.4	0.035	31	30	86.9	0.020	0.40	85
203		139	4.7	4.1	21.5	0.160	37	42	51.8	0.015	1.28	73
204		51	4.5	22.0	17.2	0.030	26	12	38.4	0.010	0.44	50
205		82	6.2	14.9	10.8	0.015	37	22	38.9	0.060	0.17	22
206		89	4.7	28.7	16.9	0.020	50	21	62.5	0.010	0.06	77
LOOP 4												
401	4	75.3		0.25	7.8	0.020	41	48	15.2	0.030	-	47
402		73.0		0.33	7.5	0.013	17	13	12.0	0.019	-	44
403		105		0.15	8.8	0.010	15	16	7.3	0.011	-	56
404		120		0.13	9.8	0.013	30	37	22.4	0.008	-	68
405		107		0.10	6.8	0.013	37	25	24.4	0.011	-	62
406		112		0.28	11.4	0.010	26	32	41.6	0.011	-	68
LOOP 5												
501	(1)-3	38	6.9	16.8	8.8	0.043	24	44	-	-	0.51	36
502		46	5.9	11.2	8.8	0.123	23	32	-	-	0.53	34
503		42	4.7	9.3	9.7	0.010	30	49	-	-	0.86	45
504		48	7.5	9.5	14.3	0.050	21	61	-	-	0.81	46
505		45	5.3	14.1	10.8	0.033	38	83	-	-	0.77	48
506		49	6.7	7.5	8.8	0.065	21	29	-	-	1.18	38
507		42	4.2	13.0	8.0	0.060	13	33	-	-	0.81	33
508		44	5.2	9.3	8.7	0.040	38	12	-	-	1.02	39
LOOP 6												
601	5-6	49	2.3	13.3	13.5	0.116	21	21	24.8		0.10	31
602		71	4.7	5.0	14.3	0.062	34	111	39.6		0.04	36
603		56	5.4	6.8	11.0	0.014	38	19	24.0		0.76	31
604		49	5.2	21.0	18.2	0.020	29	30	35.8		0.14	36
605		42	7.5	3.5	10.5	0.294	24	34	30.2		0.20	27
606		37	5.1	3.8	11.0	0.034	37	36	16.2		0.14	27
607		101	6.0	21.8	22.0	0.022	52	34	38.0		0.44	55
608		85	4.8	21.8	31.0	0.054	55	72	45.0		0.04	54

Bilag IV.6

Drænvand 1992. Kemiske analyseparametre (årsmedianværdier).

	pH	NO ₃ -N	Tot.N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	Tot.P	K	COD	Ledn. m Siem/m
101	6.5	11.7	-	0.030	0.070	-	-	-	58.2
102	7.2	5.1	-	0.005	0.019	-	-	-	80.1
103	7.5	11.8	12.4	0.005	0.010	0.011	0.30	5.0	72.0
104	7.3	22.7	-	0.005	0.011	-	-	-	86.2
105	7.3	11.9	13.1	0.005	0.015	0.015	0.30	9.0	92.0
106	7.7	18.9	19.3	0.007	0.200	0.200	8.40	7.5	95.5
251	6.6	10.5	12.1	0.210	0.015	0.066	2.9	14.0	77.0
201	5.7	27.4	29.2	0.290	0.010	0.015	18.7	14.0	56.0
301	7.1	9.5	-	0.021	0.027	0.046	1.3	-	40.3
302	7.2	10.5	-	0.003	0.040	0.048	1.2	-	43.0
303	6.8	17.0	10.0	0.002	0.017	0.024	2.2	16.0	40.0
304	-	19.0	7.2	0.002	0.020	0.026	1.1	-	35.0
305	7.0	14.0	-	0.004	0.021	0.026	0.5	-	29.0
401	7.3	13.5	13.7	0.010	0.016	0.022	0.20	5.0	53.5
402	7.2	13.9	14.8	0.010	0.013	0.018	0.20	4.1	57.0
404	7.6	18.1	19.1	0.010	0.010	0.014	0.20	5.0	68.5
405	-	-	-	-	-	-	-	-	-
406	7.3	45.7	50.8	0.010	0.011	0.018	1.6	6.7	92.0

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

Danmarks Miljøundersøgelser *Direktion og Sekretariat*
Postboks 358 *Forsknings- og Udviklingssekretariat*
Frederiksborgvej 399 *Afd. for Forureningskilder og*
4000 Roskilde *Luftforurening*
Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi
Afd. for Miljøkemi
Afd. for Systemanalyse

Tlf. 46 30 12 00
Fax 46 30 11 14

Danmarks Miljøundersøgelser *Afd. for Ferskvandsøkologi*
Postboks 314 *Afd. for Terrestrisk Økologi*
Vejløvej 25
8600 Silkeborg

Tlf. 89 20 14 00.
Fax 89 20 14 14.

Danmarks Miljøundersøgelser *Afd. for Flora- og Faunaøkologi*
Grenåvej 12, Kalø
8410 Rønde

Tlf. 89 20 14 00.
Fax 89 20 15 14.

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, særtryk af videnskabelige og faglige artikler, Danish Review of Game Biology samt årsberetninger.

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer. Årsberetning samt en opdateret oversigt over årets publikationer fås ved henvendelse til telefon: 46 30 12 00.

ISBN: 87-7772-120-9
ISSN: 0905-815X

