



LANDOVERVÅGNINGSOPLANDE 2007

NOVANA

Faglig rapport fra DMU nr. 709 2009



DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET



[Tom side]

LANDOVERVÅGNINGSOPLANDE 2007

NOVANA

Faglig rapport fra DMU nr. 709 2009

Ruth Grant¹
Lisbeth Elbæk Pedersen¹
Gitte Blicher-Mathiesen¹
Pia Grewy Jensen¹
Birgitte Hansen²
Lærke Thorling²

¹ Danmarks Miljøundersøgelser

² De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland



Datablad

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 709
Titel:	Landovervågningsoplande 2007
Undertitel:	NOVANA
Forfattere:	Ruth Grant ¹ , Lisbeth Elbæk Pedersen ¹ , Gitte Blicher-Mathiesen ¹ , Pia Grewy Jensen ¹ , Birgitte Hansen ² , Lærke Thorling ²
Institutioner, afdelinger:	¹ Afdeling for Ferskvandsøkologi, ² De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland - GEUS
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Aarhus Universitet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsesår:	April 2009
Redaktion afsluttet:	April 2009
Faglig kommentering:	De statslige miljøcentre
Finansiell støtte:	Ingen ekstern finansiering
Omslagsfoto:	Irene Paulsen
Bedes citeret:	Grant, R., Pedersen, L.E., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. 2009: Landovervågningsoplande 2007. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 126 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 709. http://www.dmu.dk/Pub/FR709
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Landovervågningsprogrammet udføres i 6 små landbrugsdominerede oplande. Interviewoplysninger om landbrugspraksis viser, at der igennem overvågningsperioden har været en markant forbedring af udnyttelsen af husdyrgødningen som følge af, at opbevaringskapaciteten er øget, og at en stigende andel af gødningen herved udbringes om foråret og sommeren, samt at der er taget forbedrede udbringningsteknikker i anvendelse. I 2007 udgør kvælstof i handelsgødning ca. 50 % af landbrugets samlede kvælstofkvote. Modelberegninger baseret på oplysning om landbrugspraksis har vist, at kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealerne er reduceret med 43 % fra 1990 til 2007. Målinger har ligeledes vist, at kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet er faldet ca. 26-51 %. Spredningen på tallene er imidlertid meget stor. I Ferskvandsovervågningen er der for vandløb i dyrkede oplande beregnet et generelt fald i kvælstofkoncentrationen på ca. 36 % fra 1989 til 2007.
Emneord:	Landovervågningsoplande, miljøtilstand, overvågning, kvælstofudvaskning, rodzonemålinger, hydrologisk kredsløb
Layout:	Anne-Dorthe Villumsen
Illustrationer:	Grafisk værksted, DMU Silkeborg
ISBN:	978-87-7073-088-4
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	126
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/Pub/FR709.pdf
Supplerende oplysninger:	NOVANA er et program for en samlet og systematisk overvågning af både vandig og terrestrisk natur og miljø. NOVANA erstattede 1. januar 2004 det tidligere overvågningsprogram NOVA-2003, som alene omfattede vandmiljøet.

Indhold

Forord 7

Resumé 8

Konklusion 8
Landovervågningsprogrammet 8
Vandmiljøplanerne 8
Kvælstof 10
Fosforanvendelse i landbruget 13

1 Landovervågningsprogrammet 15

2 Nedbør- og temperaturforhold i oplandene og på landsplan 17

- 2.1 Temperatur 17
- 2.2 Nedbør 17

3 Kvælstofanvendelse i landbruget 19

- 3.1 Handlingsplaner 19
- 3.2 Husdyrtæthed i hele landet og i landovervågningsoplandene 19
- 3.3 Gødningsforbrug og N-behov i hele landet 20
- 3.4 Markbalancer for kvælstof i hele landet og i landovervågningsoplandene 21
- 3.5 Grønne marker og efterafgrøder 23
- 3.6 Håndtering af husdyrgødning 24
- 3.7 Høstudbytter for afgrøderne i 2007 25
- 3.8 Udnyttelse af husdyrgødning 25
- 3.9 Forbrug af kvælstof i forhold til bedrifternes N-kvote 27

4 Kvælstof i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand – målinger 29

- 4.1 Vandafstrømning beregnet med Daisy 29
- 4.2 Kvælstofformer i jordvandet 30
- 4.3 Udvikling i målt kvælstofudvaskning 30
- 4.4 Målt kvælstofudvaskning i relation til lokalitet og landbrugsdrift 32
- 4.5 Målt kvælstoftransport fra dræn 33
- 4.6 Kvælstof i det øvre grundvand 35
- 4.7 Sammenhæng mellem nitrathold i jordvand og i det øvre grundvand 37

5 Kvælstofudvaskning fra rodzonen - modelberegnet 39

- 5.1 NLES4 modellen 39
- 5.2 Resultat af modelberegningen 40

6 Kvælstofafstrømning til vandløb 44

- 6.1 Vandafstrømning fra lerede og sandede oplande 44
- 6.2 Koncentration af kvælstof 45
- 6.3 Tab af kvælstof fra oplandene 46

7 Kvælstofkredsløbet i landbrugsøkosystemer 49

- 7.1 Koncentrationsprofilen i det hydrologiske kredsløb 49
- 7.2 Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb 50

8 Fosforanvendelse i landbruget 52

- 8.1 Fosfor – gødningsforbrug for hele landet og i landovervågningsoplandene 52

9 Fosfor i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand - målinger 55

- 9.1 Måleprogram 55
- 9.2 Fosforudvaskning fra rodzonen til grundvand 55
- 9.3 Fosfortransport fra dræn til overfladevand 58
- 9.4 Fosfor i det øvre grundvand 59

10 Fosforafstrømning til vandløb 62

- 10.1 Koncentration af fosfor 62
- 10.2 Tab af fosfor fra oplandene 63

11 Fosfor i landbrugsøkosystemer 66

- 11.1 Fosforoverskud og tab til overfladevand 66
- 11.2 Fosforkoncentrationer i de forskellige dele af det hydrologiske kredsløb 66

12 Referencer 68

Tema: Klimaforandringernes påvirkning af kvælstofstab fra dyrkede arealer 71

- Indledning 71
- Oplandsmodellering med Daisy 71
- Klimamodel og databehandling 72
- Klimadata 72
- Ændring i nedbør 73
- Øget kvælstofstab med ændret klima 73
- Konklusion og perspektivering 75
- Referencer 76

Bilag 1.1 Markbalance for kvælstof i 1000 tons fra 1990 til 2007 77

Bilag 1.2 Markbalance for kvælstof i kg N/ha fra 1990 til 2007 78

Bilag 1.3 Markbalance for fosfor i 1000 tons P for hele landet fra 1990 til 2007 79

Bilag 1.4 Markbalance for fosfor i kg P/ha for hele landet fra 1990 til 2007 80

Bilag 2 Kvælstof- og fosforbalancer i landovervågningsoplandene, opdelt på brugstyper og husdyrtætheder 81

Bilag 3 Opgørelsesmetoder til markbalancer og N-kvoter 82

- Hele landet 82
- Landovervågningsoplandene 82

Bilag 4 Regler for landbrugets dyrkning af afgrøder og anvendelse af gødning 84

- Regler for grønne marker 84
- Regler for efterafgrøder 84
- Harmonikrav 85
- Regler for udbringning af husdyrgødning 85
- Krav til opbevaringskapacitet 86
- Udnyttelse af husdyrgødning 86

**Bilag 5.1 Afgrøder, gødningstilførsel og oplyste udbytter (kg N/ha)
ved jordvandsstationerne, 1990-2007 87**

**Bilag 5.2 Afstrømning (perkolation) (mm) og udvaskning af N og P
(kg/ha) fra rodzonen ved jordvandsstationerne, 1990/91 –
2006/07 103**

Bilag 6.1 Metodebeskrivelse 118

Hydrografopsplitning 118

Samlet kvælstoftab til vandløb 119

Bilag 6.2 Metodebeskrivelse 120

Opgørelse af kvælstof og fosfor tab 120

Appendiks 1. Beskrivelse af oplandene 121

Kortlægning af alle oplandene 121

Beskrivelse af de enkelte oplande 121

Appendiks 2. Vandmiljøhandlingsplaner 123

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

Forord

Denne rapport er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet som et led i den landsdækkende rapportering af det Nationale program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen (NOVANA), som fra 2004 har afløst NOVA-2003, det tidligere overvågningsprogram. NOVANA er fjerde generation af nationale overvågningsprogrammer med udgangspunkt i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, iværksat efteråret 1988.

Formålet med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram var at undersøge effekten af de reguleringer og investeringer, som blev gennemført i forbindelse med Vandmiljøplan I (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 ændringer i belastningen af vandmiljøet med næringssalte.

Programmet er løbende tilpasset overvågningsbehovene og omfatter såvel overvågning af tilstand og udvikling i vandmiljøet og naturen, herunder den terrestriske natur og luften som udvalgte påvirkninger, miljøfremmede stoffer og tungmetaller.

Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet har som en væsentlig opgave for Miljøministeriet at bidrage til at forbedre og styrke det faglige grundlag for de miljøpolitiske prioriteringer og beslutninger. Som led heri forestår Danmarks Miljøundersøgelsers den landsdækkende rapportering af overvågningsprogrammet inden for områderne ferske vande, marine områder, landovervågning, atmosfæren, samt arter og naturtyper.

I overvågningsprogrammet er der en klar arbejdsdeling og ansvarsdeling mellem fagdatacentre og Miljøministeriets miljøcentre. Fagdatacentret for grundvand er placeret hos De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland - GEUS, for punktkilder hos By- og Landskabsstyrelsen mens fagdatacentre for ferske vande, marine områder, landovervågning, atmosfæren, samt arter og naturtyper er placeret hos Danmarks Miljøundersøgelser.

Denne rapport baseret på data indsamlet af de statslige miljøcentre fra 6 overvågningsoplande og udarbejdet i samarbejde med Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

Konklusionerne i denne rapport sammenfattes sammen med konklusionerne fra de øvrige Fagdatacenter-rapporter i Vandmiljø og natur, 2007, som udgives af Danmarks Miljøundersøgelser, Danmarks og De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland - GEUS.

Resumé

Konklusion

På landsplan er handelsgødningsforbruget reduceret med 52 % i perioden fra 1990 til 2007, mens kvælstofoverskuddet i markbalancen er reduceret med ca. 47 %. Modelberegninger for landovervågningsoplandene har vist, at kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealerne er reduceret med 43 % fra 1990 til 2007. Målinger har ligeledes vist at kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet er faldet ca. 26-51 %. Spredningen på tallene er imidlertid meget stor. I Ferskvandsovervågningen er der for vandløb i dyrkede oplande beregnet et generelt fald i kvælstofkoncentrationen på ca. 36 % i perioden 1989 til 2007.

Landovervågningsprogrammet

I Vandmiljøplanens Landovervågningsprogram undersøges landbrugets gødnings- og pesticidanvendelse samt tab af disse stoffer til vandmiljøet. Fra 2007 er pesticidanalyser udgået af programmet.

Landovervågningsprogrammet startede i 1989. Overvågningen blev under NOVA 2003 udført i 7 små landbrugsdominerede vandløbsoplande på hver 5-15 km². Ved gennemførelsen af NOVANA i 2004 udgik et af oplandene. Således foretages årlig interviewundersøgelse om landbrugspraksis i 6 oplande. I fem af oplandene udføres endvidere målinger af næringsstoftransport i samtlige dele af vandkredsløbet samt pesticidforekomst i det øvre grundvand (figur 1). Disse fem oplande har været med i hele undersøgelsesperioden og anvendes ved opgørelse af udviklingen i landbruget. Oplandene blev udvalgt med henblik på at repræsentere landsgennemsnittet bedst muligt med hensyn til jordbund, klima og landbrugspraksis. I dag er husdyrtætheden i oplandene dog lidt større end for hele landet, henholdsvis 1,0 og 0,87 DE ha⁻¹. Oplandene er ikke nødvendigvis i alle forhold repræsentative for landet, men de kan betragtes som nogenlunde repræsentative, hvad angår landbrugspraksis for de enkelte driftstyper.

Vandmiljøplanerne

Under vandmiljøplanerne er indført en række tiltag, herunder en mere hensigtsmæssig anvendelse af husdyrgødningen, som har medvirket til at nedbringe forbruget af kvælstof i handelsgødning. Herigennem er udvaskningen af kvælstof reduceret. Endvidere er der stillet krav om efterafgrøder i efteråret. Formålet er, at disse afgrøder skal optage det kvælstof, som er tilbage i jorden efter høst, eller som frigives i løbet af vinteren, og som ellers ville blive udvasket. Planerne er kort beskrevet i tabel 1.

Figur 1 Oversigt over landovervågningsoplandenes placering.



Tabel 1 Oversigt over Vandmiljøhandlingsplaner i Danmark.

NPO-handlingsplanen, 1985	Forbud mod direkte udledninger, ingen husdyrgødning på frossen jord, harmonikrav
Vandmiljøplan I, 1987	Krav til opbevaringskapacitet, forbud mod husdyrgødningsudbringning efterår og vinter på ubevokset jord, grønne marker, sædskifte- og gødningsplaner, krav til spildevandsrensning
Handlingsplanen for Bæredygtigt landbrug, 1990 og 1996	Lovpligtig N-normer til afgrøder og lovpligtige gødningsregnskaber, krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning
Vandmiljøplan II, 1998	Vådområder, skovrejsning, miljøvenlig jordbrugsdrift, økologisk jordbrug, yderligere efterafgrøder, nedsatte gødningsnormer, øget krav til udnyttelse af husdyrgødning
Politisk midtvejsevaluering af Vandmiljøplan II, 2001	Ændrede regler for tilskud til retablering af vådområder, reduktion i brødhvedetillæg, opstramninger af normer til græs, efterafgrøder og vinterhvede og byg
Vandmiljøplan III, 2004	Øget krav til efterafgrøder, udnyttelse af husdyrgødning, vådområder, miljøvenlig jordbrugsdrift, skovrejsning, afgift på mineralsk gødning, bufferzoner til sårbar natur og gyllehandlingsplan

Kvælstof

Kvælstofanvendelse i landbruget

Handelsgødningsforbruget af kvælstof for hele landet er faldet fra 394.000 tons N i 1990 til 190.000 tons N i 2007. Kvælstof i husdyrgødning er faldet fra 244.000 til 237.000 tons N i samme periode. Mængderne af kvælstof fjernet fra markerne ved høst har varieret i perioden afhængig af årets høst. Overskuddet i markbalancen er herved faldet fra 375.000 tons N i 1990 til 198.000 tons N i 2007, en reduktion på 47 %.

Data fra landovervågningen for 2007 har vist, at overskuddet af kvælstof er mindst for planteavlsbrug (63 kg ha⁻¹), og noget større for husdyrbrug (83-98 kg N ha⁻¹). Endvidere stiger overskuddet med stigende husdyrtæthed.

Der har igennem overvågningsperioden været en markant forbedring af udnyttelsen af husdyrgødningen, fordi en stigende andel af gødningen udbringes om foråret og sommeren som følge af opbevaringskapaciteten er øget, samt at der er taget forbedrede udbringningsteknikker i anvendelse (tabel 2). De forbedrede udbringningsteknikker betyder at en større andel af husdyrgødningen nedbringes i jorden, dvs. at ammoniakfordampningen til luften reduceres.

Tabel 2 Oversigt over udvikling i nøgleparametre for husdyrgødningsanvendelse i landovervågningen for 1990, 2006 og 2007.

	1990	2006	2007
9 måneders opbevaringskapacitet af flydende gødning, % af dyreenheder	38	71	81
Forårs- og sommer-udbringning af husdyrgødning, % af total N i husdyrgødning	55	91	89
Udbringning med slæbeslanger eller nedfældning, % af total N i flydende husdyrgødning	8	93	90*

*Nedfældning alene tegner sig for 19 % af udbringningen af den flydende husdyrgødning i 2007

Data fra landovervågningen viser, at der i 2007 var et mindre forbrug af kvælstofgødning på 30-40 % af det konventionelt dyrkede areal end kvælstofkvoten på bedriftsniveau tillader. Det mindre forbrug af kvælstofkvoten sker for det første for at landmanden vil undgå sanktioner for overforbrug og derved indlægger en vis sikkerhedsmargin og for det andet fordi kvælstofkvoten på nogle ekstensivt drevne arealer ikke udnyttes fuldt ud. Underforbruget forekommer i størst omfang på kvægbrugene.

I landovervågningen blev der i 2001 registreret efterafgrøder efter 6% reglen på henholdsvis 6,3 % af efterafgrødegrundlaget (dvs. af det areal, hvor der kan dyrkes efterafgrøder). For 2002-04 er det registrerede areal faldet til henholdsvis 3,8, 3,6 og 3,5 %. I 2002 blev der indført krav om at der i gødningsregnskabet skal indregnes en eftervirkning på 12 kg N ha⁻¹ efterafgrødeareal.

I 2005 øgedes kravet til efterafgrøder således at brug med mindre end 0,8 DE/ha stadig skal have 6 % efterafgrøder, mens brug med mere end 0,8 DE/ha skal have 10 % efterafgrøder. Samtidig blev brug med 100 % grønne marker fritaget for krav til efterafgrøder. Det har betydet at arealet der er fritaget for efterafgrøder er øget fra ca. 7 % af landbrugsarealet

i 2003-2004 til 20 % i 2005-07. Det samlede krav til efterafgrøder er her ved reelt kun øget med ca. 0,6 % af hele landbrugsarealet. Data fra Plantedirektoratets gødningsregnskaber svarer hertil.

Udviklingstendenser i kvælstofindholdet i det hydrologiske kredsløb

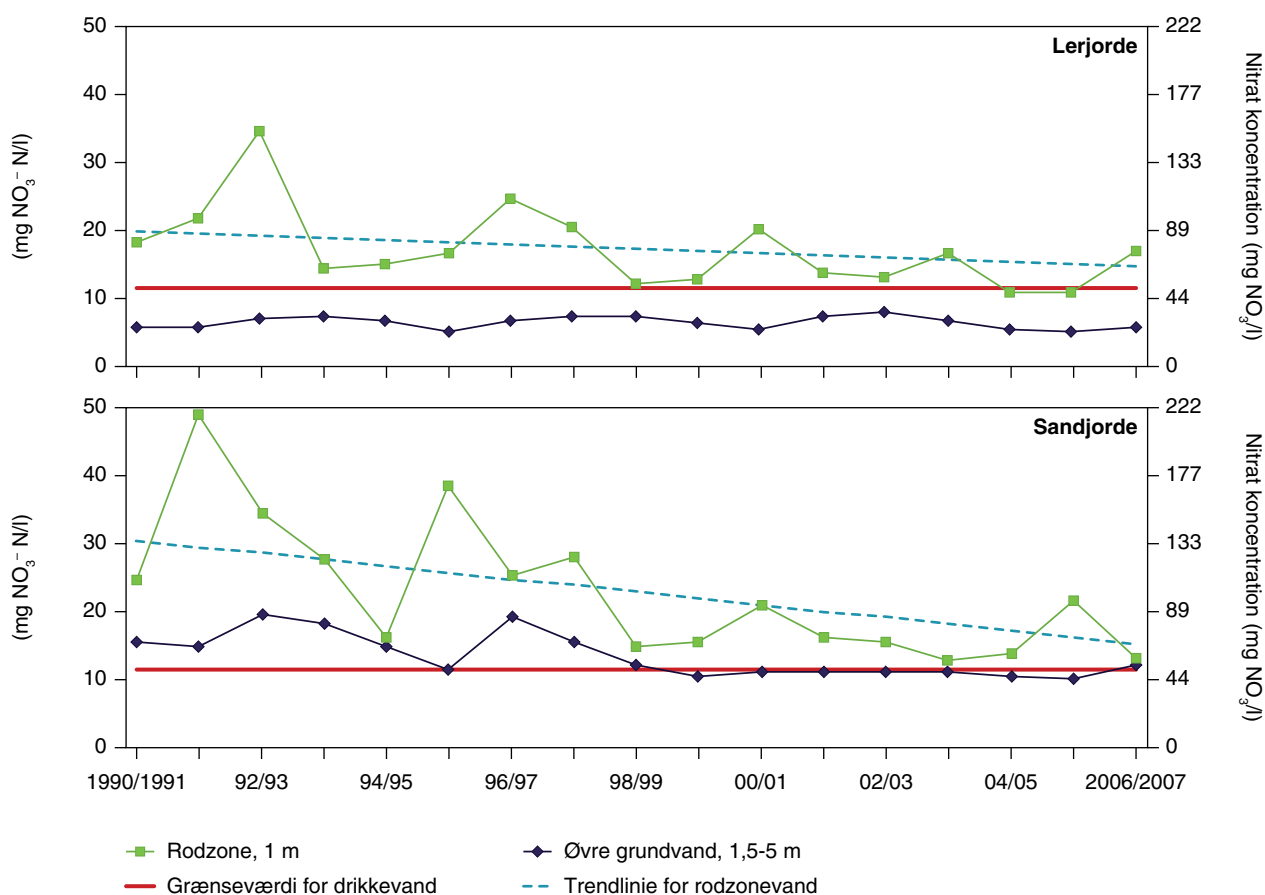
I Landovervågningen måles kvælstofkoncentrationerne i rodzonen på 17 stationsmarker i 3 lerjordsoplande og på 14 stationsmarker i 2 sandjordsoplande. Der er store årsvariationer afhængigt af de klimatiske forhold. En analyse af udviklingstendenser viser et statistisk signifikant fald i de årlige vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer på ca. 26 % for lerjordsoplandene og 51 % for sandjordsoplandene. Spredningen på tallene er imidlertid stor, og med 95 % sandsynlighed er reduktionen mellem 3 og 39 % for lerjordene og mellem 39 og 64 % for sandjordene.

I det øvre grundvand ses en reduktion i kvælstofkoncentrationen på sandjord, mens der ingen markant ændring ses for lerjord. Variationer i rodzonevandets kvælstofindhold følges af tilsvarende variationer i det øvre grundvand, blot med ca. et års forskydning og mere udjævnet i grundvandet.

Kvælstofkoncentrationen i rodzonevandet har i hele perioden ligget over EU's krav til drikkevand. Der er dog tendens til at koncentrationerne nærmer sig denne grænseværdi. På lerjord har koncentrationerne i det øvre grundvand ligget under grænseværdien for drikkevand i hele perioden, og på sandjord har koncentrationerne siden 1999/00 ligget på niveau med grænseværdien for drikkevand (figur 2).

Kvælstofudvaskning fra hele det dyrkede areal i landovervågningsoplandene er modelberegnet ved hjælp af N-LES4 modellen på baggrund af data fra interviewundersøgelsen og ved et gennemsnitsklima for en 15-årig periode, 1990-2005. Her er fundet et fald i den modellerede kvælstofudvaskning på 43 % i perioden fra 1990/91 til 2006/07.

En statistisk analyse af de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i vandløbene i oplandene viser et fald, som er statistisk signifikant (95 %) i fire ud af de fem oplande. Reduktionen er i størrelsesordenen 20-47 % for perioden 1989/90-2003/04. I 63 landbrugsdominerede oplande i Ferskvandsovervågningen er der fundet et fald i kvælstofkoncentrationen i vandløbene på gennemsnitlig 36 % i samme periode.

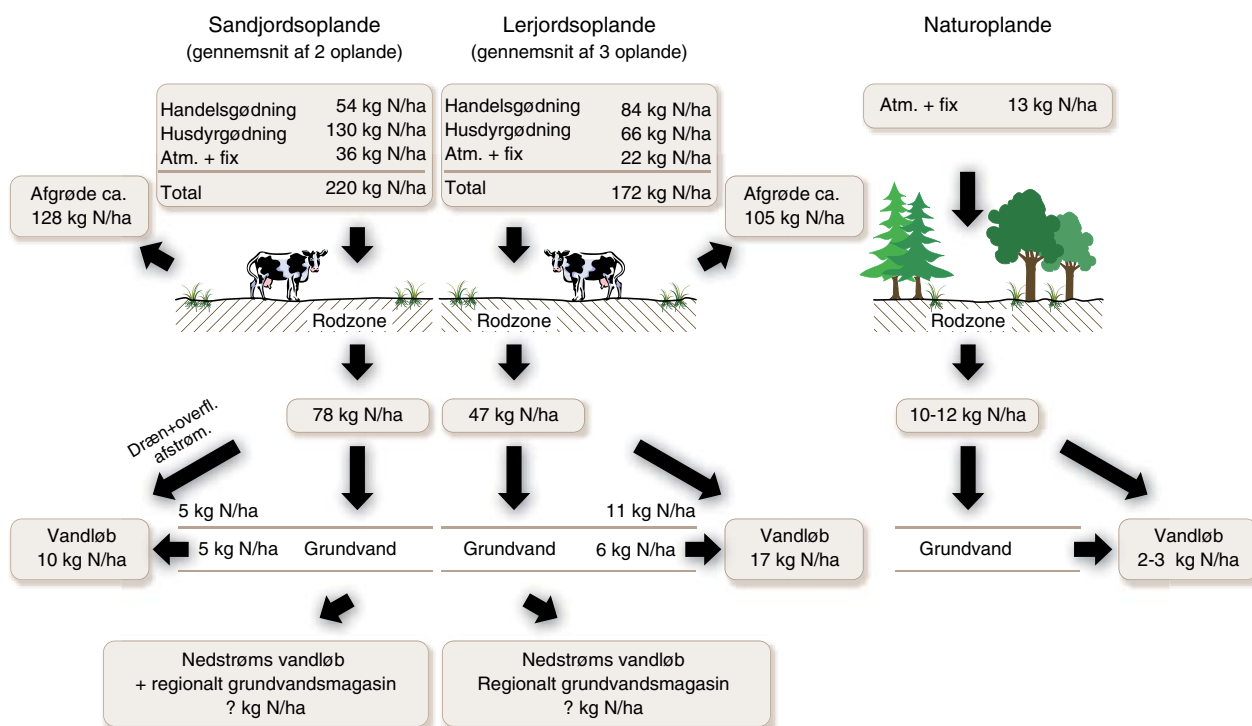


Figur 2 Udviklingen i målte kvælstofkoncentrationer i perioden 1990/91 til 2006/07 for rodzonevand og det øvre grundvand i tre lerjord- og to sandjordsoplande.

Kvælstofkredsløbet for de seneste 5 år, 2002/03-2006/07, er skitseret i figur 3.

Den modelberegnete (N-LES4) årlige kvælstofudvaskning fra rodzonen er 47 kg N ha⁻¹ på lerjorde og 78 kg N ha⁻¹ på sandjorde. På såvel lerjordene som sandjordene er udvaskningen mindre end nettotilførslen, idet der også sker tab ved ammoniakfordampning og denitrifikation. Udvasningen er væsentlig større fra sandjordene end fra lerjordene. Til trods herfor er kvælstoftransporterne i vandløbene væsentlig højere i lerjordsoplandene (17 kg N ha⁻¹) end i sandjordsoplandene (henholdsvis 7 og 13 kg N ha⁻¹ for de to oplande). Dette skyldes, at vandafstrømningen på lerjordene sker gennem de øvre jordlag, mens vandafstrømningen på sandjordene i højere grad sker gennem de dybere reducerede grundvandsmagasiner. Dette afstrømningsvand har været udsat for en betydelig grad af reduktionsprocesser, og vandet har forholdsvis lave kvælstofkoncentrationer.

Det årlige kvælstofkredsløb (2002/03 – 2006/07)



Figur 3. Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for de hydrologiske år 2002/03-2006/07 (og tilhørende landbrugspraksis 2002-2006). Tilførsel og fraførsel af kvælstof er baseret på data fra interviewundersøgelsen og udvaskningen er modelberegnet med N-LES4 for alle marker i oplandet. NB! Vandløbs-transport i landbrugsoplandene er korrigeret for naturarealer og spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer det dyrkede areal inkl. spredt bebyggelse.

Fosforanvendelse i landbruget

Kravet i Vandmiljøplan I med hensyn til fosfor i landbruget antages at være opfyldt med stop for de direkte udledninger fra gårdene. Der var ingen krav i forhold til fosforgødsning. På landsplan er der sket en reduktion i forbrug af fosfor med handelsgødning fra 40.600 tons P i 1990 til 13.400 tons P i 2007, mens fosfortilførsel med husdyrgødning er faldet fra 54.600 til 45.900 tons P. Fosforoverskuddet i marken er herved faldet med ca. 68 % i perioden og udgjorde i 2007 ca. 12.200 tons P, svarende til 4,5 kg P ha⁻¹.

Data fra landovervågningen for 2005 har vist, at der på planteavlslugene blev tilført mindre fosfor end der blev fjernet med afgrøderne (overskud på -0,5 kg P ha⁻¹), mens der på husdyrbrugene blev tilført 4,9-5,3 kg P ha⁻¹ mere, end der blev fjernet.

Fosfor i vandmiljøet

Ved ca. 75 % af jordvandsstationerne har de gennemsnitlige koncentrationer af opløst ortho-P ligget på 0,01-0,02 mg P l⁻¹, mens der ved ¼ af stationerne har været koncentrationer på 0,10-0,48 mg P l⁻¹ i nogle få år eller i hele perioden.

I det øvre grundvand har mediankoncentrationen af ortho-P ligget på mindre end ca. 0,01-0,015 mg P l⁻¹, mens mediankoncentrationen af total P har ligget på 0,02-0,08. I 20-30 % af alle grundvandsanalyserne har der været markant højere fosforindhold, over 0,1 mg P l⁻¹.

Tab af fosfor til vandløbene har i gennemsnit for perioden 1990-2007 udgjort 0,21-0,51 kg P ha⁻¹ pr år for landovervågningsoplandene. Det er altså kun en lille del af nettotilførslen til marken, der tabes til overfladevand. Langt hovedparten ophobes i overfladejorden eller nedvaskes til dybere jordlag.

Fosfortabet til vandløb er lille i forhold til de fosformængder der tilføres i landbruget, men det har økologiske effekter. Således kan de koncentrationer, der forekommer i vandløbene i dag (0,08-0,17 mg total P l⁻¹), give anledning til eutrofiering i søerne.

Tab af fosfor til vandløbene skyldes erosion fra marker og brinker, drænvandstab samt udledninger fra spredt bebyggelse. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at også udvaskning af fosfor med jordvand og grundvand kan bidrage til P tabet, idet der på nogle lokaliteter og i nogle år måles høje fosforkoncentrationer i disse medier.

I grundvandet er koncentrationen af total P betydelig højere end koncentrationen af ortho-P. Dette kunne tyde på, at opløst organisk P i grundvandet også kan bidrage til tab af fosfor.

Tema: Klimaforandringernes påvirkning af kvælstoftab fra dyrkede arealer

Modelberegninger med Daisy i 5 landovervågningsoplande har vist at de forventede klimaændringer med uændret landbrugspraksis vil føre til øget tab af kvælstof fra de dyrkede arealer, både som udvaskning af nitrat fra rodzonen og frigivelse af frit kvælstof til atmosfæren fra denitrifikation. Det øgede tab skyldes øget nedbrydning af den organiske pulje i jorden.

For at dæmme op for konsekvenserne af den øgede udvaskning af nitrat er det afgørende, at landbrugsdriften i størst muligt omfang tilpasses de ændrede klimabetingelser. Der kan blive tale om

- at introducere efterafgrøder med øget fokus på effektiv optagelse af kvælstof i de perioder udenfor den egentlige vækstsæson, hvor der frigives organisk bundne kvælstof – fortrinsvis i efteråret.
- at importere/udvikle nye sorter af eksisterende afgrøder, der i højere grad end de eksisterende er i stand til at udnytte en lang vækstsæson.
- at indføre nye afgrøder, der er bedre tilpasset et varmere klima.
- at anvende større grad af flerårige afgrøder

Den øgede nedbrydning af den organiske pulje i jorden kan på sigt få stor betydning for miljøet og bæredygtigheden af landbrugsproduktionen. Når det organiske stof i jorden nedbrydes, vil der også blive frigivet kulstof i form af CO₂, der kan være forstærkende i forhold til klimaforandringerne. I forhold til produktionen af afgrøder vil en nedbrydning af jordens organiske pulje på sigt medføre ringere næringsstofindhold i jorden og dermed dårligere vækstbetingelser for planterne.

1 Landovervågningsprogrammet

Med vedtagelsen af Vandmiljøplan I i 1987 blev det samtidig besluttet at igangsætte et overvågningsprogram til at følge op på effekten af de vedtagne tiltag. Landovervågningsprogrammet blev iværksat i 1989. Målet med dette program er at kortlægge udviklingen i landbrugspraksis, at bestemme næringsstofudvaskningen og næringsstoftransporten til vandløbene samt at vurdere landbrugets betydning for grundvandskvaliteten.

Ved revision af programmet i 1998 (NOVA 2003) blev overvågningsprogrammet udvidet fra 6 til 7 overvågningsoplande med årlig kortlægning af landbrugspraksis, og der blev etableret yderligere 20 oplande, hvor landbrugspraksis blev kortlagt én gang i NOVA 2003-perioden (figur 1.1, appendix 1). Endvidere blev der i 1998 inkluderet miljøfremmede stoffer.

Fra 2004 (NOVANA) udgik et af de oprindelige landovervågningsoplande. Endvidere blev analyseprogrammet for pesticider i drænvand og vandløb nedlagt. Derimod er der under NOVANA foretaget opprioritering af arbejdet med næringsstofbalancer på ejendomsniveau samt analyse af risiko for P udvaskning fra jorden. Kortlægningen af landbrugspraksis i de 20 oplande er ikke videreført under NOVANA.

I forbindelse med Strukturreformen i 2007 udgik yderligere måleprogram for uorganiske sporstoffer, pesticidindhold og andre miljøfremmede stoffer i det øvre grundvand (5 oplande) pga. besparelser

Undersøgelsesprogrammet bestod i 2007 af følgende komponenter:

Interviewundersøgelse blandt landmændene i oplandene, markniveau og ejendomsniveau

Måleprogram for vandafstrømning og næringsstofkoncentrationer i samtlige dele af vandkredsløbet (5 oplande); stationsnettet består af:

Jordvandsstationer

Drænstationer

Grundvandsstationer (øvre grundvand)

Vandløbsstationer.

Miljøcentrene står for de årlige interviewundersøgelser samt målinger i vandkredsløbet og kvalitetssikring af data. Danmarks Miljøundersøgelser og De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland - GEUS foretager sammenstilling af data og landsdækkende vurderinger som offentliggøres i denne rapport.

Årets LOOP-rapport omfatter kvælstof og fosfor. Da der fra 2007 ikke længere analyseres der for pesticider, uorganiske sporstoffer og organisk mikroforurening i 2007, udgår disse emner af LOOP rapporten. Opgørelser vedr.

næringsstof balancer på ejendomsniveau vil blive afrapporteret i et særskilt notat, når data foreligger.

Dette års rapport indeholder endvidere et tema om klimaforandringernes betydning for kvælstoftabet fra dyrkede arealer belyst ved modelberegning.

Data fra Landovervågningen blev i 2003 anvendt i forbindelse med slut-evalueringen af VMP II og i 2008 ved midtvejsevalueringen af VMP III. Dette arbejde er offentliggjort på Danmarks Miljøundersøgelser og Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultets hjemmesider. Endvidere anvendes data fra Landovervågningen i de årlige rapporter, der skal fremsendes til EU-kommissionen i forbindelse med Danmarks Undtagelse fra Nitratdirektivet.

Figur 1.1. Oversigt over landovervågningsoplandenes beliggenhed.



2 Nedbør- og temperaturforhold i oplandene og på landsplan

Temperaturen i vintermånederne har betydning for mineraliseringen af organisk bundet kvælstof i jorden. Jo højere temperatur, jo mere kvælstof kan der frigives. Temperatur og vindforhold er afgørende for fordampningen af vand. Om sommeren overstiger fordampningen oftest nedbøren, mens der om vinteren stort set ingen fordampning forekommer. Lav fordampning medfører, at der er et større overskud af vand, der kan sive gennem rodzonen og medtage opløste næringsstoffer. Derfor forekommer den største udvaskning af næringsstoffer om vinteren.

Mængden af nedbør og fordampningen er bestemmende for hvor meget vand, der siver gennem jorden og har dermed afgørende betydning for den aktuelle udvaskning af næringsstoffer de enkelte år.

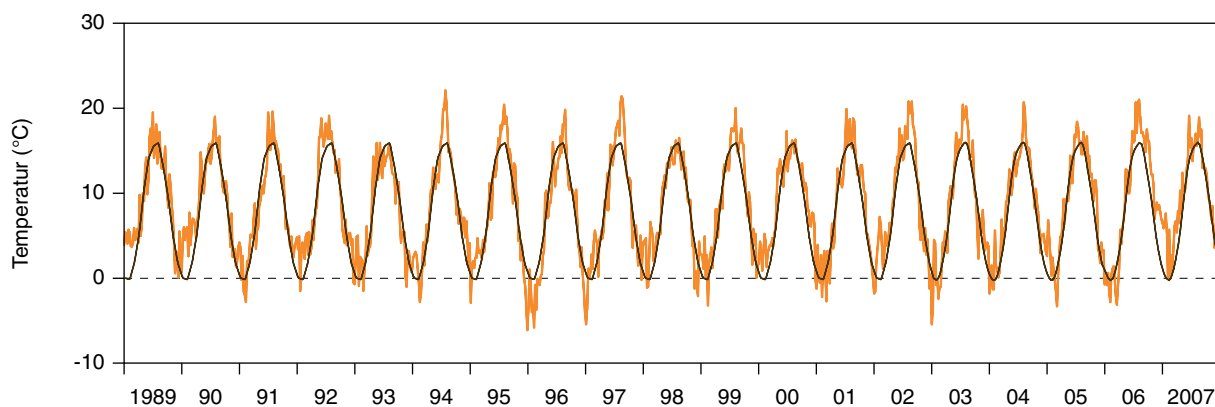
2.1 Temperatur

Året 2007 blev det hidtil varmeste år, der er registreret herhjemme. Gennemsnitstemperaturen for året var 9,5 °C, mens normaltemperaturen er 7,7 °C. Året var præget af en usædvanlig lun vinter, og forår, mens temperaturerne for sommeren og efteråret lå tæt på de normale (Figur 1.1). Desuden var 2007 temmelig solrigt med 14 % flere solskinstimer end normalt.

2.2 Nedbør

Nedbøren i kalenderåret 2007 for landet blev som gennemsnit 866 mm mod normalt 712 mm, hvilket gør året til det tredje vådeste i overvågningsperioden (ukorrigerede værdier, Cappelen, 2008). Især i vintermånederne januar og februar samt i sommermånederne juni og juli faldt der forholdsvis mere nedbør end normalt, mens der i april, oktober og november faldt mindre nedbør end normalt, (ukorrigerede værdier, Cappelen, 2008).

Nedbøren er ikke jævnt fordelt i landet, som det fremgår af tabel 2.1. Sønderjylland og Midt- og Vestjylland får normalt mere nedbør end landet som helhed, og især Storstrøm og Vestsjælland får ofte mindre nedbør end landsgennemsnittet. Da efterårsmånederne for 2006 også var forholdsvis fugtige blev det hydrologiske år 2006/07 meget vådt. For LOOP-oplandene lå nedbørsmængderne for det hydrologiske år 2006/2007 således væsentligt over gennemsnittet for overvågningsperioden og var mellem 2. og 5. højeste nedbørsmængde i overvågningsperioden (Tabel 2.1).



Figur 2.1. Middeltemperaturen for landet, beregnet på ugebasis for 1989-2007. Normalkurven repræsenterer månedsgennemsnit af perioden 1961-1990.

Tabel 2.1. Årsnedbør korrigeret til jordoverfladen (Allerup et al., 1998) for hydrologiske år (1.6.-31.5.) for 1990–2007 for oplandene samt gennemsnit for perioden

LOOP	Mean																
	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07
1. Storstrøm	895	721	613	994	873	448	587	704	773	858	537	910	731	652	748	712	845
4. Fyn	887	785	715	1040	1099	399	671	806	932	1018	687	1022	740	739	871	749	983
3. Vejle/Århus	985	851	806	1189	1168	530	779	842	1025	1040	599	978	916	844	984	827	1065
7. Vestsjælland	870	799	683	1123	1001	446	574	762	872	902	680	946	809	682	804	651	1041
2. Nordjylland	819	784	666	907	1024	499	728	860	1065	1112	897	1071	898	889	898	819	1147
6. Sønderjyll.	1110	957	947	1271	1347	550	857	1065	1325	1268	948	1267	1009	942	1308	880	1263

3 Kvælstofanvendelse i landbruget

I 6 små landbrugsdominerede vandløbsoplande på hver 5-15 km² foretages årlig interviewundersøgelse om landbrugspraksis (figur 1.1). I fem af oplandene udføres desuden målinger af næringstoftransport i samtlige dele af vandkredsløbet. Disse fem oplande har været med i hele undersøgelsesperioden og anvendes ved opgørelse af udviklingen i landbruget. Oplandene er udvalgt med henblik på at repræsentere landsgenemsnittet bedst muligt med hensyn til jordbund, klima og landbrugspraksis. Oplandene vil dog ikke nødvendigvis i alle forhold være repræsentative for landet, men de kan betragtes som nogenlunde repræsentative, hvad angår landbrugspraksis for de enkelte bedriftstyper.

I det følgende er vist en opgørelse af husdyrhold og næringsstofforbrug for hele landet og i landovervågningsoplandene. Efterfølgende er der foretaget en analyse af landbrugspraksis på baggrund af detailldata fra interviewundersøgelsen.

3.1 Handlingsplaner

Under vandmiljøplanerne er indført en række initiativer, som især har til formål at nedbringe forbruget af kvælstof i handelsgødning (tabel 3.1). Endvidere er der stillet krav til sædskifterne i form af plantedække om vinteren. Formålet er, at disse afgrøder skal optage det kvælstof, som er tilbage i jorden efter høst, eller som frigives i løbet af vinteren, og som ellers ville blive udvasket. I 2003 blev VMP III vedtaget.

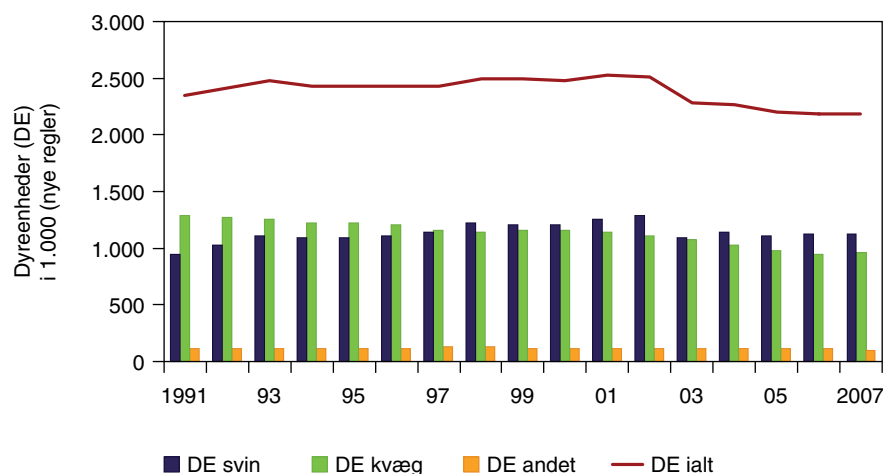
Tabel 3.1. Oversigt over Vandmiljøhandlingsplaner i Danmark

NPO-handlingsplanen, 1985	Forbud mod direkte udledninger, ingen husdyrgødning på frossen jord, harmonikrav
Vandmiljøplan I, 1987	Krav til opbevaringskapacitet, forbud mod husdyrgødningsudbringning efterår og vinter på ubevokset jord, grønne marker, sædskifte- og gødningsplaner, krav til spildevandsrensning
Handlingsplanen for Bæredygtig landbrug, 1990 og 1996	Lovpligtige N-normer til afgrøder og lovpligtige gødningsregnskaber, krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning
Vandmiljøplan II, 1998	Vådområder, skovrejsning, miljøvenlig jordbrugsdrift, økologisk jordbrug, yderligere efterafgrøder, nedsatte gødningsnormer, øget krav til udnyttelse af husdyrgødning
Politisk midtvejsevaluering af Vandmiljøplan II, 2001	Ændrede regler for tilskud til retablering af vådområder, reduktion i brødhvedetillæg, opstramninger af normer til græs, efterafgrøder og vinterhvede og byg
Vandmiljøplan III, 2003	Øget krav til efterafgrøder, udnyttelse af husdyrgødning, vådområder, miljøvenlig jordbrugsdrift og skovrejsning

3.2 Husdyrtæthed i hele landet og i landovervågningsoplandene

Husdyrtætheden for hele landet udgjorde i 2007 0,87 DE ha⁻¹. Dette er omtrent det samme som i 2006, hvor husdyrtætheden var 0,86 DE ha⁻¹.

Figur 3.1. Udvikling i dyreenheder (DE) i 1000 for hele landet i perioden 1991 til 2007.



Når der ses bort fra de ændringer, der skyldes ændret beregningsmetode i 2003, har det totale antal dyreenheder (DE) været nogenlunde stabilt i perioden siden 1991. Fordelingen af dyreenhederne mellem svin, kvæg og andre dyr er derimod ændret markant gennem perioden. I 1991 udgjorde kvæg knap 60 % af dyreenhederne. I de efterfølgende år har kvæg og svin nærmet sig hinanden og har i perioden 1993-97 udgjort nogenlunde det samme antal dyreenheder. I 1998 var andelen af svine-dyreenheder for første gang større end kvægandelen (figur 3.1).

Husdyrtætheden i landovervågningsoplandene er i 2007 1,0 DE/ha for LOOP 1-6, og 0,87 når LOOP 7 medregnes (tabel 3.2). Dette svarer til husdyrtæthederne i de tidligere år. I 2006 blev der dog beregnet lidt større dyretætheder. Det er usikkert, om dette er reelt eller skyldes usikkerheder.

Tabel 3.2. Husdyrtæthed (DE/ha) for de seks landovervågningsoplande og for Danmark i 2005-2007.

	2005	2006	2007
1. Storstrøm	0,21	0,21	0,20
7. Vestsjælland	0,41	0,28	0,21
4. Fyn	1,05	1,01	0,85
3. Vejle/Århus	1,17	1,07	1,14
2. Nordjylland	1,46	1,61	1,33
6. Sønderjylland	1,05	1,71	1,49
LOOP 1-4, 6	0,99	1,12	1,00
LOOP 1-4, 6, 7	0,89	0,98	0,87
Danmark	0,92	0,87	0,87

3.3 Gødningsforbrug og N-behov i hele landet

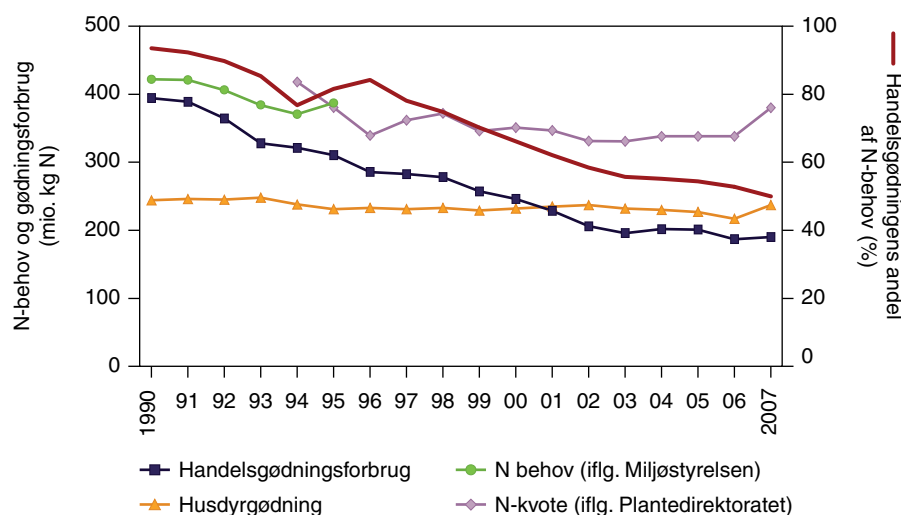
Landbrugets kvælstofkvote er beregnet ud fra afgrødernes optimale N-behov. Fra 1999 og frem er gødningsnormerne reduceret med minimum 10 % i forhold til det økonomisk optimale behov som følge af vedtagelsen af Vandmiljøplan II (se bilag 3). I sidste del af perioden har reduktionsprocenten dog ligget på 14-15 %. I figur 3.2 er forbrug af gødning samt N-kvoter vist (N-kvoten er opgjort af L. Knudsen i henhold til Plan-

tedirektoratets regler (personlig komm.)), kvoten indeholder korrektion for eftervirkning af efterafgrøder og for N-prognosen).

I 2003-05 har der været en negativ N-prognose på 2.000-25.000 tons N, mens der i 2007 var en positiv prognose på 7.000 tons N. Dette afspejles tydeligt i kurven for N-kvoten. De store udsving i N-kvoten afspejles ikke fuldt ud i forbruget af handelsgødning. Det kan skyldes at der i 2006 er sket en lageropbygning af handelsgødningskvælstof ude hos landmændene på grund af stor negativ prognose, og at dette lager er brugt i 2007 som konsekvens af den positive prognose.

Handelsgødningens andel af landbrugets kvælstofkvote var størst i 1990, hvor 94 % af landbrugets kvælstofkvote blev dækket af handelsgødning, og næsten alt kvælstof i husdyrgødningen var i overskud (figur 3.2). Dette forhold er ændret gradvist frem til 2007, hvor handelsgødningen udgør omkring 50 % af landbrugets kvælstofkvote. Forbruget af N som handelsgødning kan variere gennem årene, hvis forbruget/produktionen af husdyrgødning ændres. I perioden fra 1990 til 1993 var produktionen af husdyrgødning ab lager plus udbindingen omkring 245 mio. kg, mens denne faldt til ca. 230 mio. kg i 1995. Herefter har husdyrgødningsmængden været omtrent konstant, dog med nogle mindre udsving.

Figur 3.2. Udviklingen i landbrugets kvælstofkvote, forbrug af N i husdyrgødning og N i handelsgødning for hele landet i perioden 1990 til 2007. Desuden handelsgødningens andel af N-behovet i pct.



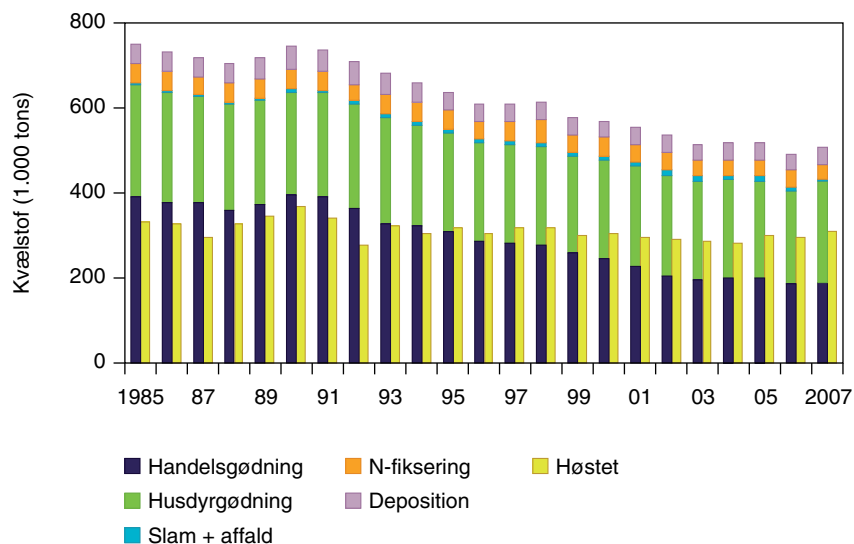
3.4 Markbalancer for kvælstof i hele landet og i landovervågningsoplandene

For at belyse tabspotential for kvælstof i forbindelse med landbrugsproduktion er der foretaget en opgørelse over input og output på markniveau for hele landet og i landovervågningsoplandene. Input består i denne sammenhæng af tilført kvælstof med handelsgødning og husdyrgødning, inklusiv udbinding samt kvælstoffixering og atmosfærisk deposition (se bilag 3 for opgørelsesmetoder til markbalancer).

Handelsgødningsforbruget er faldet markant siden 1990. Data fra Danmarks Statistik viser, at handelsgødningsforbruget af kvælstof er faldet fra 395.000 tons N i 1990 til 190.000 tons N i 2007. Kvælstof i husdyrgødningen er faldet fra ca. 244.000 til 237.000 tons N i samme periode.

Mængden af kvælstof fjernet fra markerne med høstede afgrøder har varieret i perioden afhængig af årets høst. Samlet set er nettotilførslen (kvælstofoverskuddet på markerne) herved reduceret fra 375.000 tons N i 1990 til 198.000 tons N i 2007, en reduktion på 47 %. Opgørelserne på landsplan er vist i figur 3.3 (datagrundlaget findes i bilag 1).

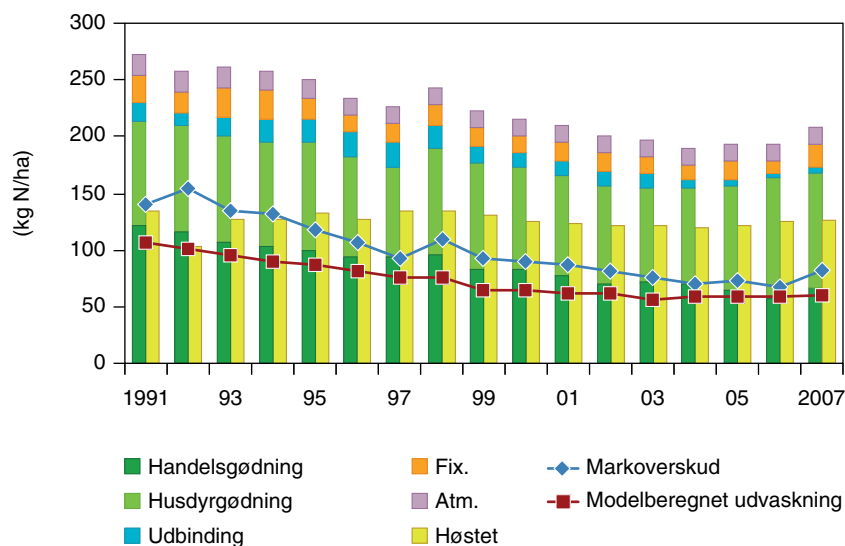
Figur 3.3. Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark, 1985 til 2007



I landovervågningsoplandene er der registreret en reduktion i N-overskuddet på 42 %, altså en lidt mindre reduktion end på landsplan (figur 3.4 og tabel 3.3).

For landet såvel som for landovervågningsoplandene er kurven for overskuddet fladet ud siden 2003-04.

Figur 3.4. Markbalance for kvælstof i landovervågningsoplandene 1-4, 6 for 1991-2007.

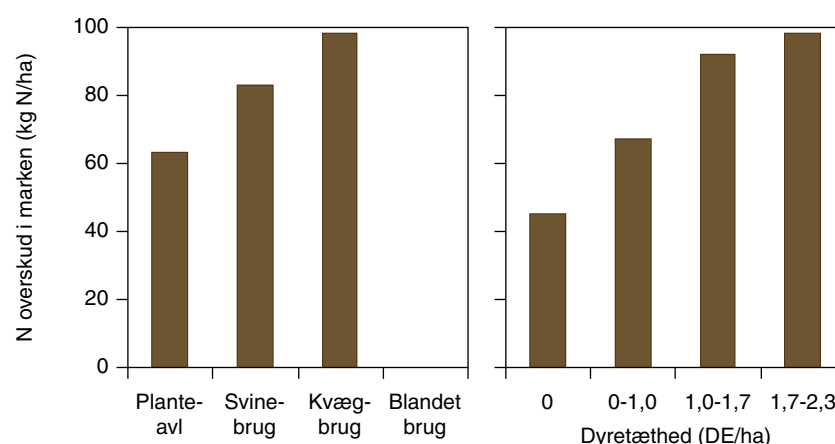


Tabel 3.3. Sammenligning af gødningsforbrug og N-markoverskud i landovervågningsoplandene og for hele landet for årene 1991 og 2007.

		Handels- gødning	Husdyr- gødn.+ slam	N-fiks.	N-atm.	Total tilført	N høst	N over- skud
		kg N ha ⁻¹						
1991	Hele landet	140	91	14	19	264	123	141
	LOOP	121	110	23	19	273	132	140
2007	Hele landet	70	80	13	15	178	113	65
	LOOP	66	106	20	15	207	126	81

På baggrund af detailldata fra interviewundersøgelsen er det fundet, at kvælstofoverskuddet i marken er mindst for planteavlsbrug, noget større for svinebrug og størst for kvægbrug. Endvidere stiger overskuddet med stigende husdyrtæthed (figur 3.5). Datagrundlaget findes i bilag 2.

Figur 3.5. N-overskud i marken for forskellige brugstyper samt for brug grupperet med stigende husdyrtæthed, data fra 2007.



3.5 Grønne marker og efterafgrøder

Siden 1987 har der været krav om, at der skulle være vintergrønne marker på 65 % af arealet. Kravet er ophørt fra 2004. Fra 1999 har der endvidere været krav om, at der skal være efterafgrøder på 6 % af et nærmere defineret efterafgrødegrundlag. Dette tiltag blev i 2002 fulgt op af et krav om indregning af en eftervirkning på 12 kg N ha⁻¹ efterafgrødeareal. Fra 2005 er kravet skærpet således, at bedrifter med mindre end 0,8 DE ha⁻¹ stadig skal have efterafgrøder på 6 % af efterafgrødegrundlaget, mens bedrifter med mere end 0,8 DE ha⁻¹ skal have efterafgrøder på 10 % af efterafgrødegrundlaget (se bilag 4 mht. regelgrundlag). Kravet om indregning af eftervirkning er herefter defineret til henholdsvis 17 og 25 kg N ha⁻¹ efterafgrødeareal. Krav om grønne marker og lovpligtige efterafgrøder gælder for bedrifter med et jordtilliggende større end 10 ha.

Fra 2003 ændredes udformningen af regelsættet for efterafgrøder således, at bedrifter yderligere er undtaget fra kravet om efterafgrøder, hvis efterafgrødegrundlaget er mindre end 2 ha, eller hvis mindst 90 % af efterafgrødegrundlaget udgøres af 1-årig brak eller afgrøder med græsudlæg, inklusiv græsudlæg indeholdende bælplanter.

Fra 2005 modificeres reglerne yderligere således, at bedrifter er undtaget fra krav om efterafgrøder, hvis arealet er fuldt ud tilsået med grønne

marker. Såfremt bedrifter har etableret plantedække med grønne marker, så det ikke er muligt at etablere et fuldt efterafgrødeareal, er der endvidere kun krav om etablering af pligtige efterafgrøder på de resterende arealer.

Opgørelsen af lovpligtige efterafgrøder for landovervågningen er vist i tabel 3.4. Det kan udledes heraf, at der var fritagelse for efterafgrøder på ca. 7 % af landbrugsarealet i 2003-2004, mens fritagelsen var steget til ca. 20 % af landbrugsarealet i 2005-2007. Det øgede krav til efterafgrøder fra 2005 har således reelt betydet en stigning i kravet på ca. 0,6 % af landbrugsarealet. Stramningen af kravet til efterafgrøder i 2005 var en del af VMP III. Forventningen var, at det ville medføre et øget areal med efterafgrøder på ca. 40.000 ha. Hvis data fra landovervågningen ekstrapoleres til landsplan betyder det imidlertid, at kravet kun øges med ca. 16.000 ha. Data fra Plantedirektoratets gødningsregnskaber svarer hertil (Waagepetersen et al., 2008).

For landovervågningsoplandene i 2007 er der opgjort krav om lovpligtige efterafgrøder på 8,6 % af efterafgrødegrundlaget for de bedrifter, hvor der er krav til efterafgrøder (dvs. bedrifter med 100 % grønne marker indgår ikke i denne opgørelse)(tabel 3.4). For det samme år er det etablerede efterafgrødeareal opgjort til 6,2 % af efterafgrødegrundlaget.

Tabel 3.4. Opgørelse af lovpligtige efterafgrøder i landovervågningen for årene 2001-2007.

	Fritaget		Pligtige efterafgrøder				Hele landet	
	Antal ejendomme	Areal ha	Antal ejendomme	Areal ha	Efterafgrøder Grundlag %	Krav i % af grundlag	Etabl. Efterafgrøder i % af grundlag	Krav i % af hele arealet
2001			153	7436	69,1	6,0	6,3	4,1
2002			151	7735	65,4	6,0	3,8	3,9
2003	45	551	105	7179	73,5	6,0	3,6	4,1
2004	37	515	101	6900	71,8	6,0	3,5	4,0
2005	52	1613	82	5584	75,0	7,7	4,5	4,5
2006	49	1653	84	5837	73,3	8,1	4,7	4,6
2007	46	1222	85	6262	72,1	8,6	6,2	5,2

3.6 Håndtering af husdyrgødning

Gennem vandmiljøplanerne er der indført en række krav til landbruget vedrørende husdyrgødningens anvendelse (se bilag 4 for gødningsregler).

Krav til opbevaringskapacitet har medført, at godt 81 % af den flydende husdyrgødning i 2007 blev opbevaret i gødningsbeholdere med mindst 9 måneders opbevaringskapacitet eller derover. For hele landet udgjorde denne andel knap 90 % i 2006. Forårs-/sommerudbringningen (marts-august) af den flydende husdyrgødning udgjorde i 2007 89 % af den samlede mængde husdyrgødningskvælstof. Af den flyende husdyrgødning gives 7,9 % til græs og udlæg i den forlængede planperiode august-oktober, og 1,4 % gives til vinterraps i august til september. Udbringning af den flydende husdyrgødning med slæbeslanger eller ved nedfældning lå på 90 % i 2007 (tabel 3.5).

Den forbedrede anvendelse af husdyrgødningen samt krav til udnyttelse af husdyrgødningen har ført til, at husdyrgødningen udnyttes bedre, således at handelsgødning udgør en mindre andel af afgrødernes samlede N-behov i 2007 (fig. 3.2). Forbedringerne har været størst i begyndelsen af perioden.

Tabel 3.5. Oversigt over udvikling i nøgleparametre for husdyrgødningsanvendelse i land-overvågningen for 1990, 2006 og 2007.

	1990	2006	2007
9 måneders opbevaringskapacitet			
af flydende gødning, % af dyreenheder	38	71	81
Forårs- og sommerudbringning af husdyrgødning, % af total N i husdyrgødning	55	91	89
Udbringning med slæbeslanger eller nedfældning, % af total N i flydende husdyrgødning	8	93	90*

*Nedfældning alene tegner sig for 19 % af udbringningen af den flydende husdyrgødning i 2007

3.7 Høstudbytter for afgrøderne i 2007

Afgrødefordeling, udbytter og høstet kvælstof for hele landet og Land-overvågningsoplandene er opgjort for salgsafgrøder og grovfoder for 2007, data ses i tabel 3.6. I LOOP-oplandene er der mere majs og efterafgrøder og mindre vedvarende græs samt øvrige afgrøder end i hele landet. Desuden er udbyttet af korn, majs, helsæd og efterafgrøder lidt højere i LOOP-oplandene end i hele landet. Disse forskelle medfører, at der gennemsnitligt høstes lidt mere kvælstof i LOOP-oplandene end i hele landet (jvf. tabel 3.3).

3.8 Udnyttelse af husdyrgødning

Lovbindende kvælstofnormer til afgrøderne indført under Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug betyder, at de enkelte ejendomme har fået lagt loft over deres forbrug af kvælstofgødning. De enkelte ejendomme får hvert år tildelt en kvælstofkvote, som udregnes i forhold til afgrødevalget. Udtrykket "krav til udnyttelse" af kvælstof i husdyrgødning angiver, hvor stor en andel af husdyrgødningens kvælstofindhold der lovmæssigt set skal indregnes under kravopfyldelsen. Under VMP II og med virkning fra 1999 blev kvælstofnormerne reduceret med 10 % i forhold til de økonomisk optimale normer. Endvidere blev der vedtaget øget krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødningen på 5 % point i hvert af årene 2000, 2002 og 2003.

Tabel 3.6. Afgrødefordeling, høstede udbytter og høstet kvælstof for hele landet og i Landovervågningen i 2007, udbytter er uden halm.

Salgsafgrøder												
	Vår- byg	Vinter- hvede	Vinterbyg	Rug	Triticale	Mark-ært	Fabriksroer	Kartofler	Frø	Havre	Vinterraps	Vårraps
Pct. fordeling												
DK (%)	17,0	25,1	6,3	1,1	2,1	0,2	1,5	1,6	3,2	2,1	6,6	
LOOP	18,7	22,7	4,5	0,9	1,7	0,2	2,6	0,2	5,2	1,9	8,1	-
Udbytte												
(hkg/ha)												
DK	48,7	65,8	50,5	44,7	46,5	33,1	572	365		47,5	32,6	
LOOP	58,3	74,8	64,1	62,0	48,6	30,0	564	179		63,2	36,8	-
Høstet N												
(kg N/ha)												
DK	76	103	83	58	67	119	108	107		66,5	94	
LOOP	79	119	95	93	70	115	127	63		83	109	
Grovfoder												
	Efterafgr. ¹⁾	Majs	Foderroer	Helsæd	Græs i omdrift	Vedvarende Græs	Brak	Andet				
Reduktion²⁾	10 %	10 %			10 %	15 %						
Pct. fordeling												
DK (%)	4,7	5,4	0,1	2,2	10,4	8,6	6,6					
LOOP	9,9	8,2	0,3	1,8	10,9	3,2	5,7					
Udbytte (fe/ha)												
DK	970	10.495	12.522	4.627	7.538	2.181						
LOOP	1.474	8.985	12.247	5.344	6.834	2.182						
Høstet N (kg N/ha)												
DK	36	148	107	107	272	91						
LOOP	58	156	143	125	237	77						

1) efterafgrødeareal er kun de høstede efterafgrøder, pct er i forhold til det dyrkede areal.

2) For efterafgrøder, majs, græs i omdrift og vedvarende græs antages et svind, som føres tilbage til marken. Udbytterne fra Danmarks Statistik, og de opgivne udbytter i LOOP reduceres derfor med 10-15 % i henhold til Kyllingsbæk (2005).

Det lovmæssige krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning på ejendomsniveau var i 2007: 75 % for svinegylle, 70 % for kvæggylle, 45 % for dybstrøelse og 65 % for anden husdyrgødning. I udnyttelseskravet indgår både 1. års virkningen og eftervirkningen.

Til beregning af udnyttelsen af kvælstof i husdyrgødningen i landovervågningsoplandene for 2007 er N-kvoten opgjort ved, at der er fratrasket en eftervirkning af de lovpligtige efterafgrøder på 17/25 kg N ha⁻¹ efterafgrødeareal, afhængig af om husdyrtrykket er under/over 0,8 DE/ha. N-kvoten er udbyttekorrigeret i de få tilfælde, hvor landmændene har dokumenteret højere udbytter.

I opgørelsen er medtaget bedrifter over 10 ha og ejendomme, som anvender husdyrgødning. Den gennemsnitlige udnyttelse var ca. 3,5 % point højere end lovkravet i 2007 (tabel 3.7). Der er anvendt et simpelt gennemsnit for at vise det typiske for ejendommene. Økologiske ejendomme er ikke med i opgørelsen.

Gennemsnitstallene dækker dog over store variationer. Omkring 70 % af ejendommene opnåede en udnyttelsesprocent, der var større end minimumskravet, hvis der i opgørelsen accepteres en usikkerhed på 5 % point (tabel 3.8). Omkring 30 % havde en udnyttelse, der var mere end 5 % point under kravet. Sidstnævnte gruppe af ejendomme rådede over ca. 30 % af husdyrgødningen.

Tabel 3.7. Udnyttelse af husdyrgødning i henhold til gældende lovgivning på konventionelle brug i landovervågningsoplandene med anvendelse af husdyrgødning. Opdeling på brugstyper, 2007.

	Antal brug i opgørelsen	Opnået udnyttelse (%)	Krav til udnyttelse (%)	Antal brug som opfylder krav	Areal (ha)	Husdyr-Gødning (tons N)
Kvægbrug	18	66,4	61,6	13	1732	240
Svinebrug	18	75,7	70,0	15	1707	178
Planteavl	28	70,9	70,0	16	1359	112
Alle brug	64	71,0	67,5	44	4746	530

Tabel 3.8 Antal konventionelle brug i procent i forhold til opfyldelse af krav om udnyttelse af deres husdyrgødning på ejendomme i landovervågningsoplandene for år 2007.

	Ejendomme Antal ¹⁾	Opnået udnyttelse	Krav til udnyttelse	Areal ¹⁾	Husdyr-gødning
	64			4953 ha	556 t N
	%	%	%	%	%
Opfyldt krav til udnyttelsen	69	81,2	67,2	68	68
Udnyttelsen er mere end 5 % under kravet	31	48,3	68,1	32	32

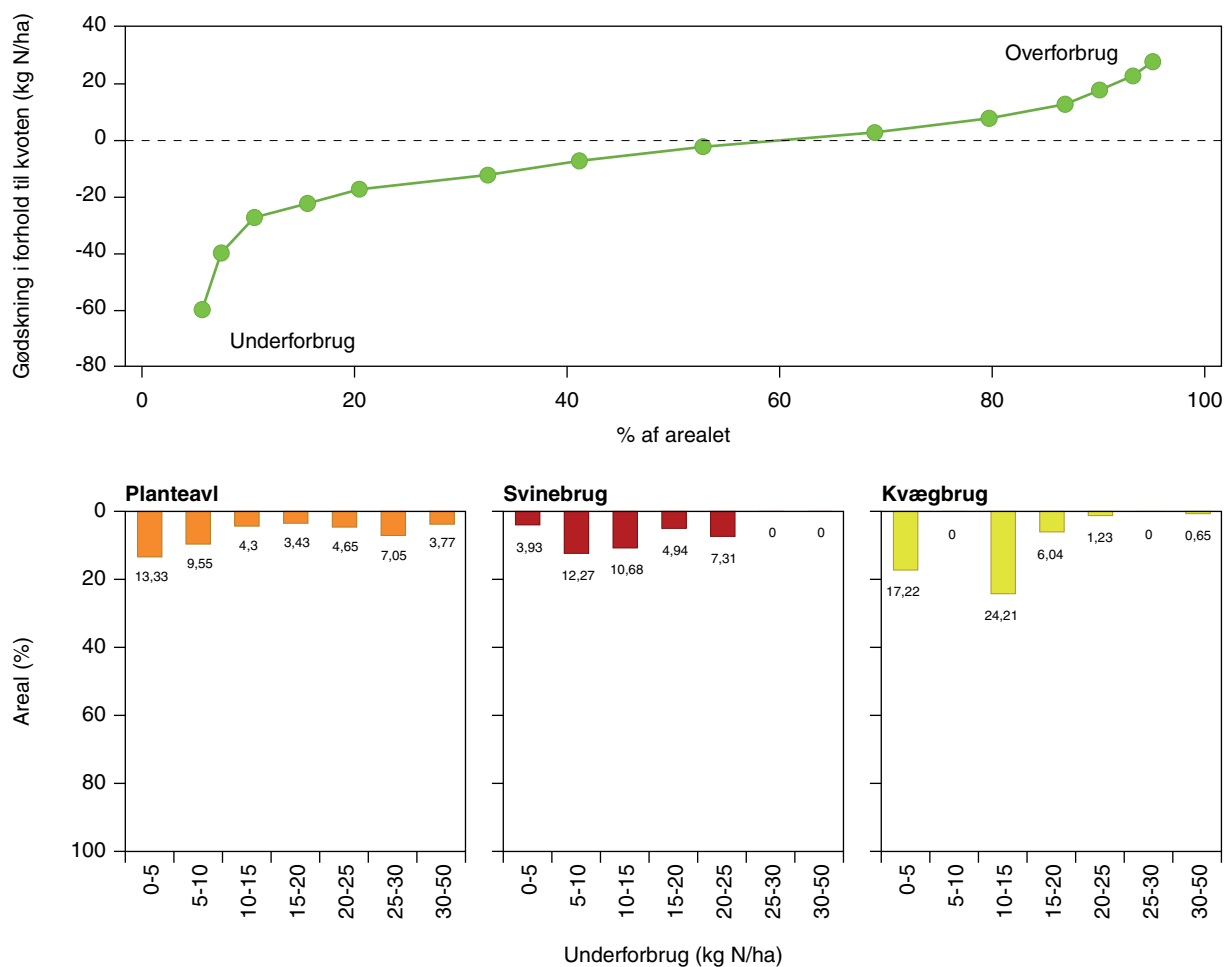
¹⁾ Angiver areal for ejendomme, som anvender husdyrgødning.

Opgørelsen er foretaget på baggrund af standardiserede normer til afgrøderne fra Plantedirektoratet. Dette harmonerer ikke nødvendigvis med det faglige behov. I praksis har landbruget mulighed for at tilpasse normerne til ejendomsspecifikke forhold, hvorfor ovennævnte undersøgelse ikke nødvendigvis svarer til landbrugets egen opgørelse.

3.9 Forbrug af kvælstof i forhold til bedrifternes N-kvote

En opgørelse af henholdsvis over-/underforbrug af kvælstofgødning i forhold til bedrifternes kvoter i 2007 er vist i figur 3.6. Opgørelsen dækker alene konventionelle bedrifter. Dette er, fordi økologiske bedrifter oftest gøder langt mindre end N-normen til afgrøderne tillader. Omkring 10-20 % af det dyrkede areal på de konventionelle bedrifter får mere end 10 kg N ha⁻¹ over bedrifternes kvote (overforbrug), mens et underforbrug på mere end 10 kg N ha⁻¹ registreres på 30-40 % af arealet. Dette svarer til niveauet i 2006.

Når en bedrift tilfører mindre gødning, end kvoten tillader, kan man også sige, at bedriften har "luft" i gødningsregnskabet. Det mindre forbrug af kvælstofkvoten sker for det første for at landmanden vil undgå sanktioner for overforbrug og derved indlægger en vis sikkerhedsmargin og for det andet fordi kvælstofkvoten på nogle ekstensivt drevne arealer ikke udnyttes fuldt ud. Underforbruget forekommer i størst omfang på kvægbrugene (figur 3.6).



Figur 3.6 (øverst). Fordeling af det dyrkede areal på konventionelle bedrifter efter over- og underforbrug af N-gødning i forhold til bedrifternes N-kvota i landovervågningen, 2007. N-forbruget er opgjort som handelsgødningens-N plus kravet til udnyttelse af N i husdyrgødning.

Figur 3.6 (nederst). Fordeling af ikke benyttet N-kvota ("luft" i gødningsregnskabet) på konventionelle brug i landovervågningen, 2007.

4 Kvælstof i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand – målinger

Kvælstofudvaskning fra rodzonen måles ved 31 jordvandsstationer (sugecellefelter) fordelt over 5 oplande. Der foretages ugentlige målinger i perioder med afstrømning. Fagdatacentret har i 2007 gennemført en ny kalibrering af Daisy for jordvandsstationerne i landovervågningen. Disse opsætninger er anvendt til beregning af vandafstrømning fra rodzonen. Den beregnede udvaskning præsenteret i dette kapitel er baseret på målte koncentrationer og den genberegnete Daisy afstrømning.

Dyrkningspraksis og kvælstofudvaskning for de enkelte stationer er vist i bilag 5.1 og 5.2.

De årlige vandføringsvægtede koncentrationer er opgjort som den årlige N-udvaskning divideret med den årlige vandafstrømning.

Transport af kvælstof til overfladevand via dræn måles ved 6 stationer på lerjord og 1 station på et lavtliggende sandjordsareal. Vandafstrømningen måles kontinuert, mens der udtages stikprøver af drænvandet én gang ugentlig.

I det øvre grundvand måles kvælstofindholdet i ca. 20 boringer i hvert af de 5 oplande. Der foretages analyser af grundvandets nitrattindhold 6 gange årligt.

4.1 Vandafstrømning beregnet med Daisy

Idet Daisy regner med kapillær vandbevægelse, vil der på de lerede jorde ved lav nedbør være både en nedad- og opadgående vandtransport og dermed også både nedad- og opadgående kvælstoftransport i jordprofilen. Dette kan betyde, at den beregnede årlige vandafstrømning og udvaskning bliver negativ. I disse tilfælde sættes de årlige værdier til 0. Beregningen af årlige vandføringsvægtede koncentrationer kan også slå forkert ud i forhold til målinger af nitratkoncentration i jordvandet ved de lave afstrømninger. Dette er specielt et problem ved LOOP 1. Ved trendanalyser og ved opgørelse af gennemsnit af årlige vandføringsvægtede koncentrationer er derfor udeladt stationer i de år, hvor vandafstrømningen er mindre end 10 mm. Endvidere er stationerne i LOOP 1 udeladt for årene 2000/01 og 2003/04, idet de beregnede vandføringsvægtede koncentrationer adskiller sig væsentligt fra de målte nitratkoncentrationer i jordvandet.

I figur 4.1 ses, at vandafstrømningen i 2005/06 var den næst laveste i måleperioden efter 1995/96, mens vandafstrømningen i 2006/07 var betydeligt højere (40-75 %) end gennemsnittet for måleperioden.

4.2 Kvælstofformer i jordvandet

Jordvandets kvælstofindhold består overvejende af nitrat-N (tabel 4.1). Organisk N (beregnet som forskellen mellem total N og nitrat N) kan dog i visse tilfælde også udgøre en ikke ubetydelig andel. I oplandene er det fundet, at organisk N udgør 5-22 % af total N. Indholdet af ammonium N er lavt ved alle stationer, overvejende mellem 0,01 og 0,1 mg N l⁻¹.

Tabel 4.1. Gennemsnitlige årlige koncentrationer af total N og nitrat N (*simple middelværdier af målinger*) for årene 2002-2007.

	Tot-N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	Forskel %
Lerjorde			
LOOP 1	18,1	17,2	5,0
LOOP 4	10,6	9,8	7,5
LOOP 3	10,1	7,9	22,1
Sandjorde			
LOOP 2	12,2	11,2	8,6
LOOP 6	18,1	15,5	14,4

4.3 Udvikling i målt kvælstofudvaskning

Udviklingen i kvælstofudvaskning fra rodzonen og i kvælstofkoncentration i rodzonevandet er vist som gennemsnit for henholdsvis sand- og lerjordene i figur 4.1. Der er en betydelig klimatisk betinget årsvariation i vandafstrømningen. Dette betyder også store årlige udsving i kvælstofudvaskningerne. De årlige vandføringsvægtede koncentrationer er i sagens natur korrigerede for variationer i vandafstrømningen. De vandføringsvægtede koncentrationer indeholder dog stadig effekten af variationer i kvælstofomsætning i jorden som følge af forskelle i temperatur og jordfugtighed.

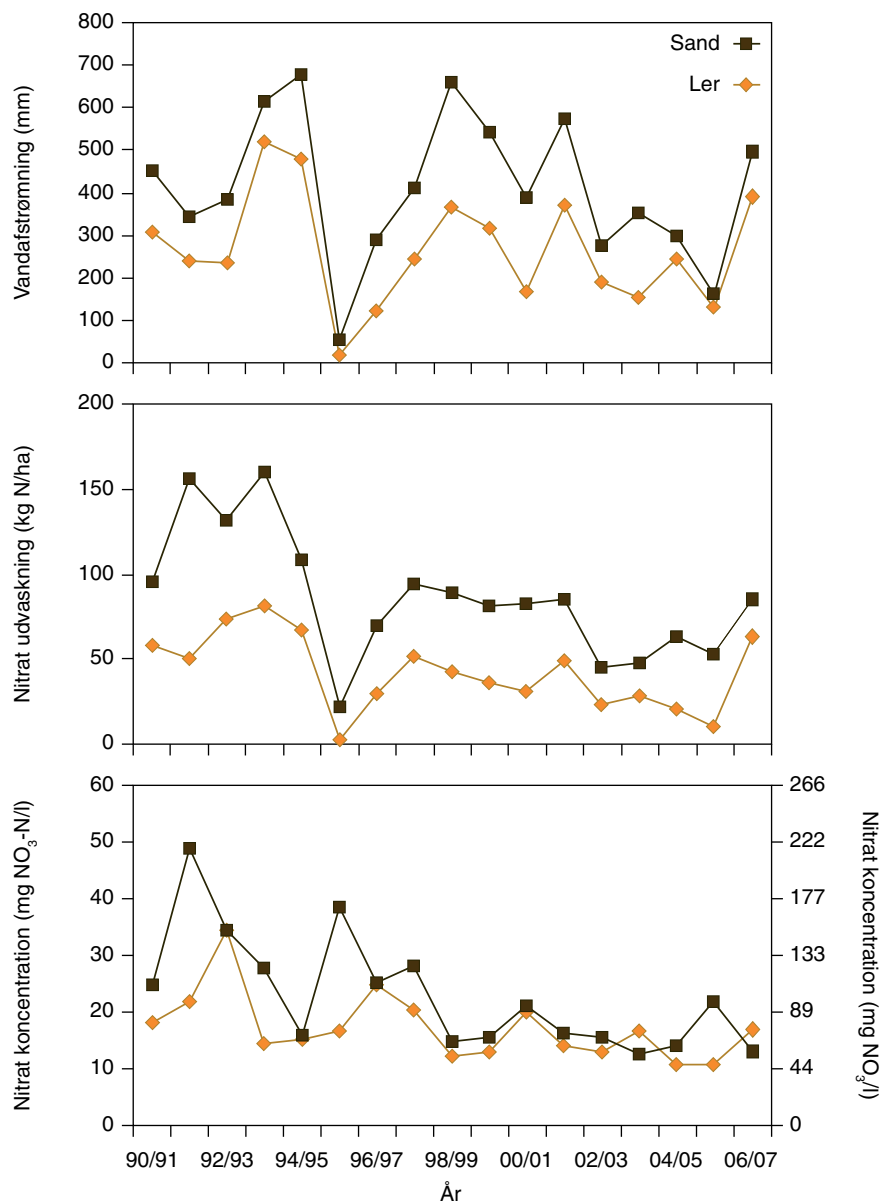
Det ses, at kvælstofkoncentrationen siden 2002/03 har været nogenlunde konstant, mens udvaskningen overordnet set følger ændringer i vandafstrømning.

Der er udført en statistisk analyse af udviklingen i de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer for perioden 1990/91- 2006/07, dvs. for en 16-års periode. Hertil er anvendt en 'Kendall sæson test' (Hirsch & Slack, 1984). Dette er en ikke-parametrisk statistisk test, som er robust mod sæsonvariationer. Analysen er foretaget på grupper af målestationer. Der er først udført en statistisk test for hver station, og disse tests er herefter kombineret til en overordnet test.

Udviklingen er opgjort for målestationer i henholdsvis sandjords- og lerjordsoplande. Der er for begge oplandstyper fundet et signifikant fald (95 % niveau) i de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i jordvandet (tabel 4.2). Faldet er på lerjordene 0,31 mg N l⁻¹ per år og på sandjordene 0,95 mg N l⁻¹ per år. Ved en udjævning over den 16-årige måleperiode svarer det til, at koncentrationerne gennemsnitlig er faldet fra ca. 20 til 15 mg N l⁻¹ på lerjordene og fra 30 til 15 mg N l⁻¹ på sandjordene. Herved kan der opgøres et fald i kvælstofkoncentrationerne på 26 % for lerjordsoplandene og på 51 % for sandjordsoplandene. Spredningen på

tallene er imidlertid meget stor, og med 95 % sandsynlighed er reduktionen i udvaskningen mellem 3 og 39 % for lerjordene og mellem 39 og 64 % for sandjordene. På grund af det begrænsede antal stationer og effekten af klimapåvirkningen skal de aktuelle reduktionsstørrelser dog tages med et vist forbehold. For det første kan der ved overvågningsperiodens start have været en pulje af ophobet kvælstof i jorden, som i de første år har givet anledning til forhøjede kvælstofkoncentrationer og hermed en overvurdering af reduktionen. Endvidere skal det tages i betragtning, at stationerne repræsenterer det dyrkede areal uden brak og vedvarende græs.

Figur 4.1. Udvikling i vandafstrømning samt målinger af N-udvaskning og N-koncentrationer i rodzonevandet i 1990/91-2006/07. (Til beregning af de gennemsnitlige vandføringsvægtede koncentrationer er stationer i år med afstrømninger mindre end 10 mm udeladt. Endvidere er årene 2000/01 og 2003/04 for LOOP 1 udeladt, idet de vandføringsvægtede koncentrationer adskiller sig markant fra de målte koncentrationer pga. stor opadgående vandtransport om sommeren).



Tabel 4.2. Udvikling i i vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i jordvand i Landovervågningen i perioden 1990/91-2004/05. (I parentes er angivet 95 % konfidensinterval for udviklingen).

Opland	Antal st.	Målt N-konc. (vandføringsvægtede) mg N l ⁻¹		Beregnet ændring i N-konc.
		90/91-94/95	02/03-06/07	mg N l ⁻¹ per år
Lerjorde	17	20,6	14,6	-0,31 (-0,09 til -0,52)
Sandjorde	14	29,5	15,5	-0,95 (-0,66 til -1,32)

4.4 Målt kvælstofudvaskning i relation til lokalitet og landbrugsdrift

Den målte udvaskning baseret på Daisy vandafstrømninger er i tabel 4.3 opgjort for de enkelte oplande og for forskellig landbrugsdrift. Opgørelsen dækker den sidste femårs-periode, 2002/03-2006/07.

Udvaskningen er stærkt påvirket af landbrugsdrift. Fra en skovjord i Østjylland blev udvaskningen målt til 17 kg N/ha, mens udvaskningen fra landbrugsjord, angivet som gennemsnit for de enkelte oplande i perioden 2002/03-2006/07, har varieret mellem 24 og 78 kg N/ha pr år.

Udvaskningen på landbrugsjord er mindst i Storstrøm og på Fyn og størst i Nord- og Sønderjylland. Dette skyldes for det første, at jorderne er mere sandede og nedbøren større i Vest- end i Østdanmark. Forskellen er yderligere kædet sammen med forskelle i husdyrtæthed, således at husdyrtætheden, specielt med hensyn til kvæg, er størst i Vestdanmark.

Det fremgår endvidere, at kvælstofudvaskningen er mindst for planteavlbrug, større for svinebrug og størst for kvægbrug. Desuden stiger udvaskningen med stigende husdyrtæthed. Forskellen skyldes for det første husdyrgødningsmængderne, men også brugstypernes fordeling inden for landet.

Der er en betydelig forskel mellem N-overskud og målt N-udvaskning, specielt ved stationerne ved Vejle (LOOP 3) og på Fyn (LOOP 4). Det er muligt, at denne forskel skyldes stor denitrifikation på disse to lerjorde med stor husdyrgødningstilførsel og forholdsvis højt grundvandsspejl. Dette understøttes af et sideløbende arbejde med Daisy N-modellering.

Tabel 4.3. Kvælstofudvaskning, kvælstofbalance samt vandafstrømning for jordvandsstationer opdelt på oplande, brugstyper og husdyrtæthedsgrupper, årsgennemsnit for den sidste femårs-periode, 2002/03-2006/07.

	N-udv kg N ha ⁻¹	afstrøm. mm	total tilf. ¹⁾ kg N ha ⁻¹	N-høst kg N ha ⁻¹	N overskud kg N ha ⁻¹
Oplande					
Lerjorde:					
Storstrøm	31	155	152	109	43
Fyn	24	194	212	121	91
Vejle	33	321	213	126	87
Sandjorde:					
Nordjyll	41	324	189	135	54
Sønderjyll	78	485	250	172	78
Brugstype					
Plante	28	243	146	98	48
Svin	38	333	188	106	82
Kvæg	58	338	267	189	78
Dyretætheder					
0	28	246	145	99	46
0-1	28	285	215	153	68
1-1,7	60	368	225	129	96
1,7-2,3	66	345	290	214	76

¹⁾ Tilført med handelsgødning, total husdyrgødning, deposition og N-fiksering.

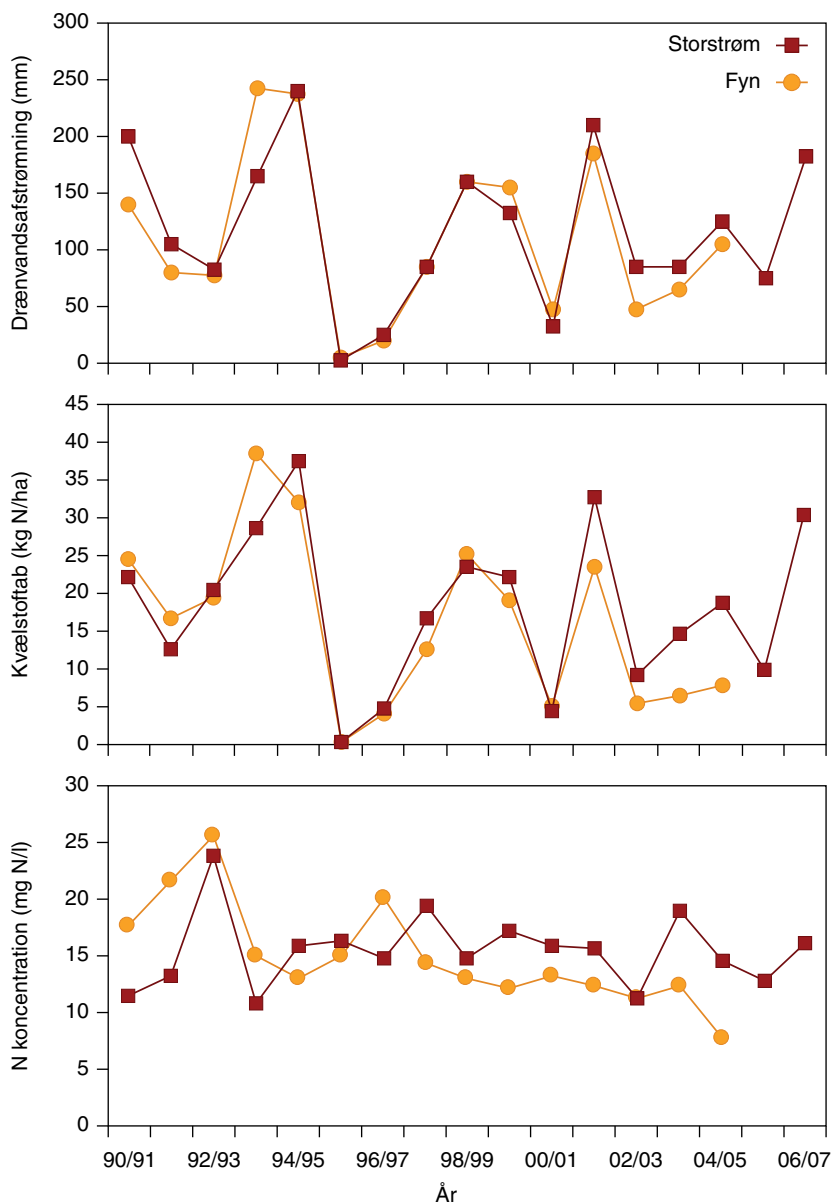
4.5 Målt kvælstoftransport fra dræn

4.5.1 Kvælstoftransport fra dræn på lerjorde

Der måles på drænvand i henholdsvis Storstrøms og Fyns oplande, figur 4.2 (LOOP4 ikke opdateret for 2006/07). Drænvandsafstrømningen har ligesom afstrømningen fra rodzonen varieret betydeligt igennem måleperioden afhængig af de klimatiske forhold. Som gennemsnit for hele måleperioden 1990/91-2006/07 udgjorde drænvandsafstrømningen 61 % af afstrømningen fra rodzonen i Storstrøm og 45 % af afstrømningen på Fyn.

De gennemsnitlige koncentrationer af nitrat-N i drænvand har igennem måleperioden meget nøje fulgt variationerne for jordvandet. Transport af nitrat fra drænene har i måleperioden udgjort henholdsvis 55 % og 42 % af udvaskningen fra rodzonen i Storstrøm og Fyn.

Figur 4.2. Målinger af drænvandsafstrømning og kvælstoftab fra lerjordsoplande. Bemærk, at kvælstoftabet er givet som nitrat-N. Sammenholdes koncentrationerne af $\text{NO}_3\text{-N}$ og total N for de stationer, hvor begge parametre er bestemt, fremgår at $\text{NO}_3\text{-N}$ udgør 96 % af total N. Koncentrationerne af $\text{NH}_4\text{-N}$ har været lave i drænvandet. Ofte har de ligget på et endnu lavere niveau end i jordvandet.



4.5.2 Kvælstoftransport fra dræn på et lavtliggende areal på sandjord

Næringsstofudvaskningen bestemmes fra et lavtliggende areal i Nordjylland. Arealet er et tidligere engareal med tilstrømmende grundvand. De arealspecifikke afstrømninger baseret på det topografiske opland er derfor høje. Den gennemsnitlige vandafstrømning har således ligget på 1008 mm år^{-1} i perioden 2001/02-2005/06, og årsvariationerne har været langt mindre end på lerjordene.

Nitratkoncentrationerne har i samme periode ligget på gennemsnitlig 5,3 mg N l^{-1} , hvilket er lavt sammenlignet med de nitratkoncentrationer, der forekommer i rodzonevandet i oplandet i Nordjylland i samme periode (14,8 mg N/l). Der sker antagelig en vis denitrifikation i det tilstrømmende grundvand. Fosforkoncentrationerne er derimod høje, se kapitel 9.

4.6 Kvælstof i det øvre grundvand

Grundvandets indhold af kvælstof måles i landovervågningsoplandene i såvel overvågningsboringer, der udelukkende bruges til dette formål, som i dybere boringer. Overvågningsboringerne er filtersat mellem 1,5 og 5 m under terræn. Prøvetagningsfiltre placeret dybere end 5 m under terræn er overvejende markvandingsboringer.

I grundvand angives kvælstofkoncentrationer traditionelt i nitrat (NO_3), mens der i de øvrige medier anvendes nitrat-kvælstof ($\text{NO}_3\text{-N}$). I dette afsnit om grundvand opretholdes denne tradition, bl.a. for at kunne henvise til EU-reglerne for drikkevand. I næste afsnit (afsnit 4.7) foretages en sammenligning af kvælstofkoncentrationer i grundvand med koncentrationerne i jordvandet, hvor der er omregnet til nitrat-N.

EU's krav til drikkevand er en maksimal grænseværdi på $50 \text{ mg NO}_3\text{l}^{-1}$.

Ligesom ved sidste års rapportering af det øvre grundvand gælder det for dette års rapportering, at datagrundlaget ikke er helt komplet. Dette skyldes de store omlægninger af dataindberetningsstrukturen i forbindelse med kommunalreformen. Specielt har der været problemer med indberetningen til den fælles offentlige database Jupiter fra Fyns Amt, hvor der er sket tekniske fejl. Det betyder, at der er omtrent 40-60 % færre nitratanalyser fra LOOP 4 for de hydrologiske år 2005/06 og 2006/07 i forhold til gennemsnittet for de tidligere 5 hydrologiske år. Det vurderes, at antallet af nitratanalyser fra de 4 andre landovervågningsoplande (Loop 1, 2, 3 og 6) for det hydrologiske år 2006/2007 er omtrent på niveau med antallet fra de tidligere hydrologiske år.

4.6.1 Nitratkoncentrationen ned gennem det øvre grundvand

Den gennemsnitlige nitratkoncentration i grundvandet fra 2002-2007 i forskellige dybder under terræn i de 5 landovervågningsoplande fremgår af tabel 4.4. Antallet af nitratanalyser, som ligger til grund for de beregnede gennemsnitlige nitratkoncentrationer, varierer fra 20 analyser (Loop 4, 10,9 m under terræn) til 411 nitratanalyser (Loop 6, 3 m under terræn).

I lerjordsoplandene ses et markant fald i nitratindholdet med dybden fra 1,5 til 5 meter under terræn som følge af den geokemiske betingede nitratreduktion, som finder sted relativt tæt på terræn (tabel 4.4). I lerjordoplandet Loop 4, hvor der er målinger til 10,9 m under terræn, viser de gennemsnitlige nitratkoncentrationer, at nitratfronten ligger omkring 10 m under terræn, da grundvandet bliver reduceret og nitratfrit omkring 11 m under terræn.

I sandjordsoplandene ses der ikke et tilsvarende fald i nitratkoncentrationerne i det øverste grundvand. Dette har sandsynligvis flere årsager. For det første er der fra sandjordsoplandene ikke ligeså mange data som fra lerjordsoplandene fra de enkelte intervaller. Det relative konstante nitratindhold i sandjordsoplandene i de øverste 1,5 - 5 m under terræn på ca. $33 - 53 \text{ mg/l}$ kan også skyldes iltede forhold, og at nitratreduktionen foregår dybere nede i grundvandsmagasinet end i lerjordsoplandene (tabel 4.4).

Nitratkoncentrationerne fra hvert interval repræsenterer desuden et gennemsnit, som er dannet på baggrund af et stort antal nitratanalyser (fra 20 til 411) med en vis spredning, som kan forklares ved store lokale variationer i nitratreduktionsforholdene, og at grundvandets strømningsveje til de enkelte filtre ikke nødvendigvis er horisontal, men har et mere kompliceret strømningsmønster.

Tabel 4.4. Gennemsnitlig nitratkoncentration i grundvand opgjort på filterdybder for perioden 2002-2007. Gennemsnit er baseret på alle målinger foretaget i perioden i det angivne dybdeinterval. Filtre placeret i dybder mellem 1,5 og 5 meter under terræn er overvågningsfiltre, mens prøvetagningsfiltre placeret dybere end 5 meter under terræn overvejende er markvandingsboringer. I parentes er angivet antallet af analyser i hvert dybdeinterval.

Dybde (m u.t.)	Loop 1 leropland (mg NO ₃ l ⁻¹)	Loop 3 leropland (mg NO ₃ l ⁻¹)	Loop 4 leropland (mg NO ₃ l ⁻¹)	Loop 2 sandopland (mg NO ₃ l ⁻¹)	Loop 6 sandopland (mg NO ₃ l ⁻¹)
1,5	100 (27)	57 (23)			43 (252)
3	40 (260)	29 (400)	29 (107)	33 (84)	53 (411)
5	7 (365)	43 (164)	22 (226)	42 (404)	
5,1-10			7 (51)		
10,9			1 (20)		

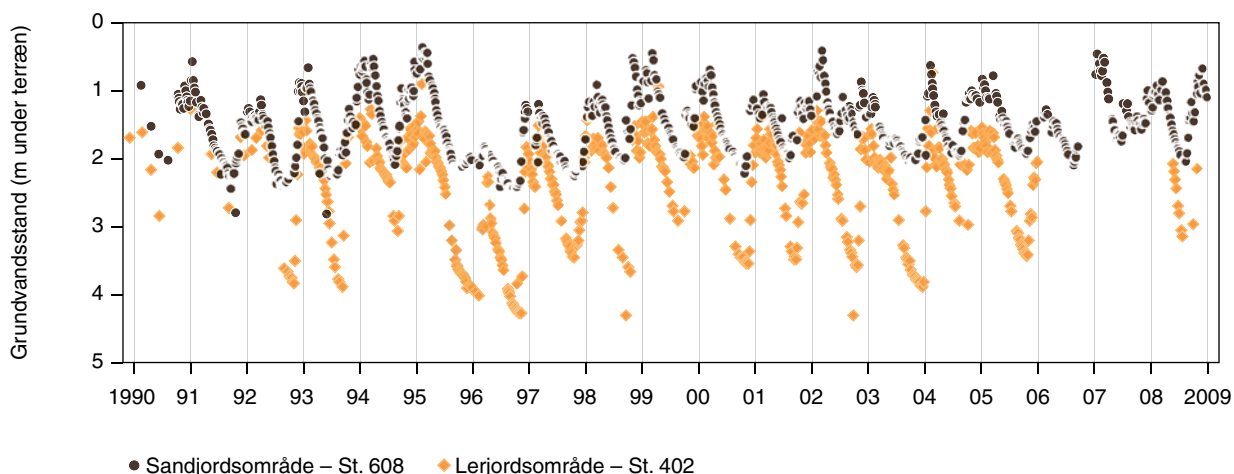
4.6.2 Udviklingen i nitratkoncentrationer

Grundvandsstanden måles ugentlig i vinterhalvåret ved hver jordvandsstation i de fem landovervågningsoplande, og i sommerperioden måles grundvandsstanden månedligt. I figur 4.3 ses typiske tidsserier for vandstandsvariationerne i de sandede oplande og i de lerede oplande med høj vandstand i vinter og lav vandstand i sommerperioden med største udsving på stationen (402) på lerjord. Der ses ikke nogen overordnet tendens til en udvikling siden 1990 i vandstanden på de 2 udvalgte stationer for hele perioden som helhed.

Den tidlige udvikling i det øvre grundvands nitratindehold for de 3 ler-oplande og for de 2 sandoplande fremgår af figur 4.4. Der er beregnet et gennemsnitligt nitratindehold for hvert hydrologisk år for prøvetagningsfiltre placeret mellem 1,5 og 5 meter under terræn. Datagrundlaget er de 82 grundvandsfiltre, der er prøvetaget mest regelmæssigt gennem overvågningsperioden 1990-2007 med ca. 6 analyser pr. år. Der er ikke så hyppige analyser fra 1,5-meter filtre i leroplandene på grund af udtørring, hvorfor kun 1 af de 82 filtre er et 1,5-meter filter fra et leropland.

I sandoplandene ses et fald i nitratkoncentration igennem overvågningsperioden. Dog har der været store variationer i nitratindeholdet, svingende fra ca. 90 mg NO₃ l⁻¹ i 1992/93 til omkring 50 mg NO₃ l⁻¹ siden 1999/2000. Over de sidste 8 hydrologiske år (1999/2000 til 2006/2007) har det gennemsnitlige nitratindehold ligget forholdsvist konstant omkring grænseværdien for nitrat i drikkevand på 50 mg NO₃ l⁻¹, svarende til ca. 11 mg NO₃-N l⁻¹.

For overvågningsperioden som helhed ses ingen markante ændringer i nitratkoncentrationen i det allerøverste grundvand i leroplandene. Her har nitratindeholdet ligget relativt konstant omkring 25-35 mg NO₃ l⁻¹, svarende til omkring 6-8 mg NO₃-N l⁻¹.



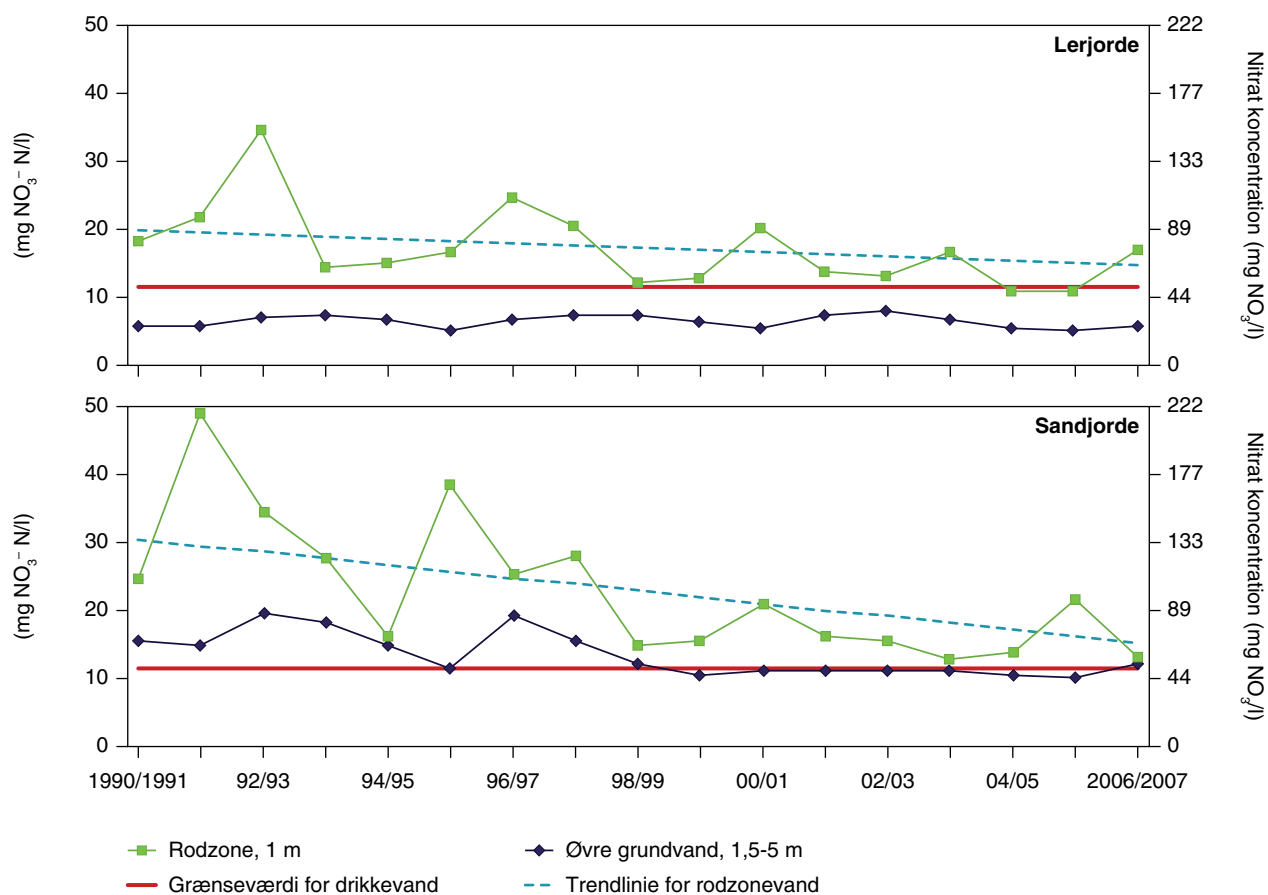
Figur 4.3. Karakteristisk tidsserie for grundvandsstanden i lerområder (St. 402, DGU nr. 165.335) og sandområder (St. 608, DGU nr. 159.960).

4.7 Sammenhæng mellem nitratindehold i jordvand og i det øvre grundvand

Figur 4.4 viser kvælstofindholdet i jordvandet sammenholdt med indholdet i det øvre grundvand (1.5-5 m dybde). Der ses et betydeligt fald i kvælstofkoncentrationen i vandet fra det forlader rodzonen, til det når ned i det øvre grundvand. Dette skyldes denitrifikationsprocesser under stedvis reducerede forhold i den umættede zone og den øvre mættede zone. Under vandets videre transport ned gennem den mættede zone sker yderligere nitratreduktion (jf. tabel 4.4).

Sammenstillingen viser endvidere, at udviklingen i jordvandets kvælstofindhold oftest følges af samme udvikling i grundvandet, men med ca. et års forsinkelse og mere udjævnet.

Kvælstofkoncentrationen i rodzonevandet har i hele perioden ligget over EU's krav til drikkevand. Der er dog tendens til, at koncentrationerne nærmer sig denne grænseværdi. Denitrifikationsprocesser i de øvre jordlag medfører lavere koncentrationer i det øvre grundvand. På lerjord har koncentrationerne i det øvre grundvand ligget under grænseværdien for drikkevand i hele perioden, og på sandjord har koncentrationerne siden 1999/2000 ligget på niveau med grænseværdien for drikkevand.



Figur 4.4. Udviklingen i målte kvælstofkoncentrationer i perioden 1990/91 til 2006/07 for rodzonevand og det øvre grundvand i tre lerjord- og to sandjordsoplunde.

5 Kvælstofudvaskning fra rodzonen - modelberegnet

Målinger af kvælstofudvaskning fra rodzonen udføres på 5-8 felter i hvert opland, hvor et felt udgør ca. 100 m² (kapitel 4). Idet udvaskningen er påvirket af en lang række faktorer, kan det ikke forventes, at målingerne er repræsentative for hele oplandet. For at få et repræsentativt estimat for udvaskningen fra oplandene er det nødvendigt at foretage en modelberegning. I de tidligere år er NLES3-modellen blevet anvendt (Kristensen et al., 2003). Næste generation af modellen, NLES4, er udviklet i 2008 til brug for midtvejsevaluering af VMP III i efteråret 2008 (Kristensen et al., 2008). NLES4-modellen er estimeret på grundlag af et større antal nyere måledata, hvorfor NLES4 antages at beskrive nuværende dyrkningspraksis på mere solidt grundlag end NLES3. Samtidig er modellens respons for N-tilførsel blevet mindre, hvilket betyder, at den ikke er velegnet til at beskrive kvælstofudvaskningen tilbage i tid, hvor gødningstilførsel i mange tilfælde oversteg normen ret betydeligt. I NLES3 blev vandafstrømningen bestemt med EVACROP (Olesen og Heidmann, 1990), mens vandafstrømningen i NLES4 opgøres med Daisy. For 2000 og fremover er udvaskningen bestemt med NLES3 og NLES4 rimelig ensartede (se nedenfor).

5.1 NLES4 modellen

NLES4 modellen er en empirisk model udviklet på baggrund af 1467 observationer for årlig kvælstofudvaskning. Heraf er de 409 observationer fra Landovervågningen. I princippet vil det sige, at oplysning om landbrugspraksis og målinger fra jordvandsstationerne i Landovervågningen bliver anvendt til opskalering til oplandsniveau på baggrund af information om landbrugspraksis fra interviewundersøgelsen.

5.1.1 Modellens effekter

Modellen består af en række multiplikative effekter for

- vandafstrømning (opdelt i 3 perioder for henholdsvis året og året før)
- jordens lerindhold
- jordens humusindhold
- tilgængelighed af kvælstof bestående af følgende additive effekter:
 - N-niveau (gennemsnit af 5 foregående år)
 - handelsgødningens-N opdelt på forårs- og efterårstilførsel
 - husdyrgødningens NH₄-indhold opdelt på forårs- og efterårstilførsel
 - N-fiksering og afgræsnings-N
 - effekt af afgrøden (sommerforfrugt, vinterforfrugt, årets hovedafgrøde, efterårsbevoksning i året)
 - jordens C-indhold som udtryk for jorden N-indhold
 - teknologieffekt.

Ved udvikling af modellen blev der ikke fundet nogen signifikant og meningsfuld effekt af lufttemperaturen, husdyrgødningens organiske indhold, samt udbyttet.

5.1.2 Grundlag for modelberegning af vandafstrømning og kvælstofudvaskning i oplandene

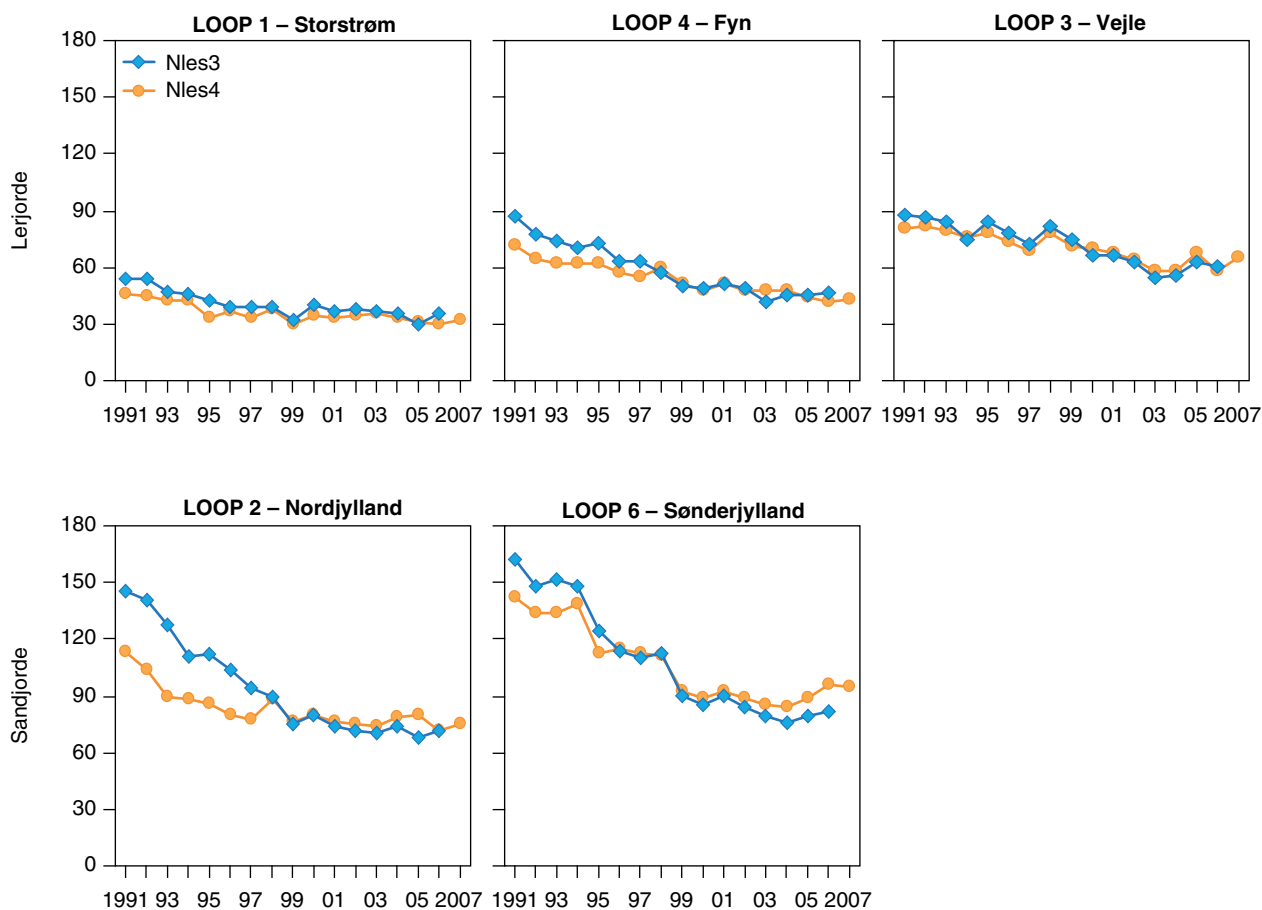
Vandafstrømning fra rodzonen er beregnet med Daisy (Petersen et al., 2008) på basis af oplysninger om klima, afgrøde og jordtype. Nedbørsparemetre er i henhold til Plauborg et al., 2002. De årlige værdier refererer til det agro-hydrologiske år fra 1. april til 31. marts.

Modelberegningen er gennemført på baggrund af interviewdata for 17 driftsår 1990/1991 - 2006/2007. Hvert driftsår er gennemregnet med klimadata for 15 agro-hydrologiske år (1990/1991 – 2004/05), og der er efterfølgende beregnet gennemsnit over de 15 agro-hydrologiske år. Denne fremgangsmåde er valgt af to grunde: (i) for at neutralisere effekten af det enkelte års klima for derved at tydeliggøre betydningen af afgrødesammensætning, gødningsforbrug og gødningshåndtering, (ii) for alligevel at inkorporere den klimatiske variation, idet udvaskningen ikke er en lineær funktion af afstrømningen. Generelt N-niveau til de enkelte marker og for et enkelt år er antaget at være lig bedriftens gennemsnitlige gødningsforbrug det pågældende år. Herved antager man, at årets gødskningspraksis har været gældende for en årrække.

5.2 Resultat af modelberegningen

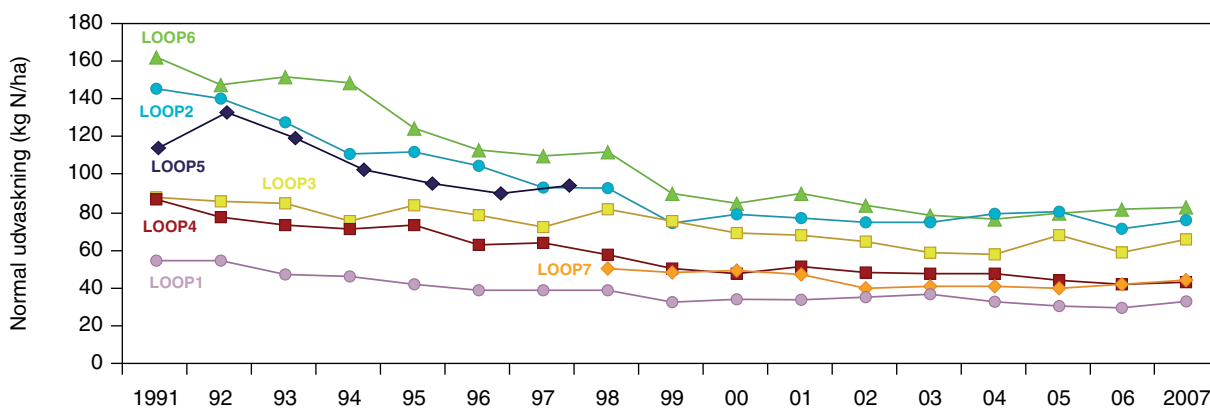
En sammenligning af udvaskningerne opgjort med henholdsvis NLES3 og NLES4 er vist i figur 5.1 for årene 1991-2006. Før 1998 er der en betydelig forskel mellem resultaterne fra de to modelversioner, men herefter er modelresultaterne ret ensartede. Som gennemsnit for perioden 1999-2006 opnås følgende N-udvaskninger:

	NLES3 Kg N/ha	NLES4 Kg N/ha
Loop1	35,4	32,7
Loop4	47,4	47,3
Loop3	63,0	64,4
Loop2	72,8	76,5
Loop6	83,9	89,0



Figur 5.1. Sammenligning af NLES3 og NLES4 anvendt på fem landovervågningsoplande, 1991-2007.

Det er herefter valgt at modellere udvaskningen fra 1990 til 1999 med NLES3 og fra 2000 og fremover med NLES4. Resultaterne er vist i figur 5.2 for de enkelte oplande, mens udvaskningen er grupperet efter jordtype er vist i tabel 5.1.



Figur 5.2. Modelberegnet N-udvaskning for 6 landovervågningsoplande, 1991-2007. For 1991-99 er anvendt NLES3 og for 2000-07 NLES4.

Tabel 5.1. Beregnet udvaskning ved gennemsnitsklima for driftsårene 1990/1991 – 2006/2007 (NLES3 fra 1990 til 1999, og NLES4 fra 2000 og fremefter). Den anvendte gennemsnitlige vandafstrømning er 290 mm for lerjord og 500 mm for sandjord. LOOP 7 indgår ikke i denne opgørelse, idet der ikke er en fuld tidsserie.

	Sandjord (LOOP 2 og 6)	Lerjord (LOOP 1, 3 og 4)	Gennemsn. sand/ler ¹⁾
	Kg N ha ⁻¹		
1990/1991	154	76	107
1991/1992	144	72	101
1992/1993	139	68	96
1993/1994	129	64	90
1994/1995	118	66	87
1995/1996	109	60	80
1996/1997	102	58	76
1997/1998	101	60	76
1998/1999	83	53	64
1999/2000	83	50	63
2000/2001	83	51	64
2001/2002	80	49	61
2002/2003	77	47	59
2003/2004	78	46	59
2004/2005	80	47	63
2005/2006	77	43	57
2006/2007	79	47	60

¹⁾ hvert opland vægter ens. Herved vil gennemsnittet nogenlunde repræsentere jordtypefordelingen på landsplan (Børgesen og Grant, 2003).

Den modelberegnete rodzone-udvaskning af N er faldet 49 % på sandjordene (Nordjylland og Sønderjylland) og 39 % på lerjordene (Storstrøm, Fyn og Vejle) over perioden på 17 år. Ved vægtning af jordtyperne i forhold til landet svarer det til et gennemsnitligt fald på ca. 43 %. I 2005/06 var der i 5 oplande et lille fald i udvaskningen, hvilket må ses sammen med et fald i handelsgødningsforbruget som følge af den store negative kvælstof-prognose (kap. 3.8). Udvasningen er da også steget igen i 2006/07.

I tabel 5.2 er opstillet en markbalance for oplandene opgjort som gennemsnit for perioden 2002-2006 (svarende til de hydrologiske år 2002/03-2006/07) samt en opgørelse af tabsposterne for samme periode. Udvasningen er modelberegnet som beskrevet ovenfor. Denitrifikationen er estimeret til 7-14 kg N ha⁻¹ i henhold til en simpel model, 'Simden', af Vinther og Hansen (2004) baseret på jordtypen, handelsgødnings- og husdyrgødningsforbruget. Ammoniakfordampning i forbindelse med udbringning af husdyrgødning er antaget at svare til fordampningen på landsplan i henhold til gødningstyper (Mikkelsen, 2008, pers. medd.). For oplandene vurderes ammoniakfordampningen herved at udgøre 1-11 kg N ha⁻¹.

Tilbage er en rest, som indeholder eventuelle ændringer i jordens kvælstofpulje samt usikkerheder ved opgørelserne. Ændringer i jordens kvælstofpuljer er meget svære at kvantificere. I nedenstående opgørelse er ændringer i jordpuljen og usikkerhederne derfor opgjort som et restled. Dette udgør fra -12 til +9 kg N ha⁻¹, og der er ingen systematisk forskel mellem oplandene.

Tabel 5.2. Nøgletal fra beregningen af udvaskning for Landovervågningsoplandene vist som gennemsnit for 5-års perioden 2002-2006 (svarende til de hydrologiske år 2002/03-2006/07) for hvert af de 6 LOOP oplande. Tallene gælder det totale, dyrkede areal. 'Rest' er differencen mellem summen af gødning, fixering og atmosfærisk deposition og summen af høst, udvaskning, ammoniakfordampning og denitrifikation. Input- og output-værdier er aktuelle værdier for 5-års perioden, dog er udvaskningen opgjort ved et gennemsnitsklima for perioden 1990/91-2004/05.

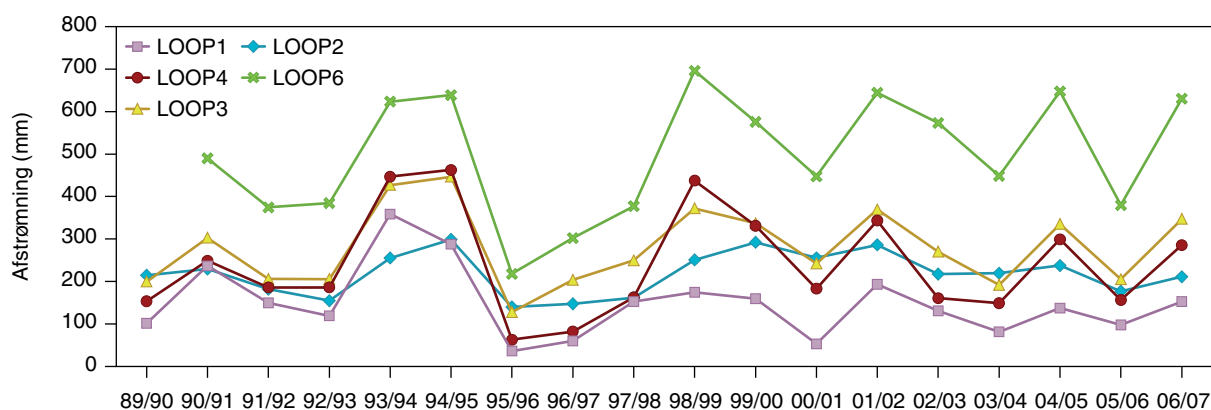
År	Markbalancen							Tabsposterne			
	Handels- gødning	Husdyr- gødning	Fixering	Udbinding	Atm. deposition	Høst	Land- brugets balance	Model Udvask- ning	Denitrifi- kation	NH ³ fordamp	Rest + jordpulje
kg N ha ⁻¹								kg N ha ⁻¹			
Lerjorde											
Storstrøm	110	15	5,1	1,4	13	108	38	33	12	1	-8
Vestsj.	106	37	6,6	1,2	13	95	69	44	13	3	9
Fyn	72	84	6,2	2,3	13	104	74	46	14	7	7
Vejle	70	91	5,0	6,6	13	102	84	61	14	8	1
Sandjorde											
Nordjylland	49	123	17,7	13,2	13	134	82	76	7	11	-12
Sønderjylland	58	113	23,2	11,5	13	121	98	89	8	10	-9

6 Kvælstofafstrømning til vandløb

Næringsstofafstrømningen til vandløb måles i de fem landovervågningsoplande, hvor der også måles på jordvand og grundvand. Vandafstrømningen måles kontinuert, og der udtages stikprøver af vandløbsvandet én gang hver 2. uge. Opgørelser af vandafstrømning samt koncentration og transport af kvælstof er foretaget for hydrologiske år, dvs. perioden fra 1. juni til 31. maj det efterfølgende år. Der foreligger målinger fra 17 hydrologiske år: fra 1989/90 til 2006/2007, for ét opland dog kun fra 1990/91-2006/07.

6.1 Vandafstrømning fra lerede og sandede oplande

Den årlige afstrømning i de 5 vandløb varierer betydeligt (figur 6.1). Afstrømningen er mindst i Højvads Rende i Storstrøm og stiger for vandløbene mod vest med den største afstrømning i Bolbro Bæk i Sønderjylland. Dette mønster følger nedbørsmængderne (jvf. kapitel 2).



Figur 6.1. Afstrømningen i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 1990/91 til 2006/07. Til beregningerne anvendtes de oplandsarealer, der fremgår af Appendiks 1.

Afstrømningen i de enkelte vandløb er forsøgt opdelt i en overfladenær og en grundvandsnær afstrømningsdel. Det såkaldte baseflow-indeks angiver forholdet mellem grundvandsandelen (baseflow) og den totale afstrømning (værdier mellem 0 og 1). Opdelingen er foretaget efter en metode beskrevet af Institute of Hydrology (1993) på baggrund af daglige afstrømninger i de fem vandløb. Opgørelsen er foretaget for data fra 1989/90-2006/07. Opgørelsen giver et godt mål for forskellen i nedbørsrespons imellem de enkelte vandløb. En beskrivelse af modellen findes i bilag 6.1.

Opgørelsen giver ikke et mål for, hvor hurtigt tilstrømningen foregår for hver af de to komponenter. Den giver heller ikke informationer om, hvor i jorden strømningen foregår og opholdstiden for vandet i de enkelte magasiner. Modellen viser overordnet, om hurtigt eller langsomt tilstrømmende vand præger et opland. Opgørelsen giver indirekte et fingerpeg om, hvorvidt strømningen forgår overfladisk og overfladenært eller dybt i jorden. Tendensen er, at hurtigt tilstrømmende vand primært er overfladeafstrøm-

ning eller overfladenært vand (fx tilstrømning via drænrør og makroporer), hvorimod langsomt tilstrømmende vand primært kommer fra dybere dele af jorden og grundvandet.

Modelberegningen viser, at hurtigt tilstrømmende vand udgør en større andel af den samlede afstrømning i de lerede oplande (0,37-0,46) i forhold til de sandede oplande (0,15-0,24). I de sandede oplande kommer mere af vandet (0,76-0,85) ved langsom tilstrømning end i de lerede oplande (0,54- 0,63) (tabel 6.1).

Tabel 6.1. Opdeling af vandafstrømningen i de fem landovervågningsvandløb i to afstrømningskomponenter (hurtigt tilstrømmende vand og langsomt tilstrømmende vand) som gennemsnit for perioden 1989/90-2006/07.

	Gennemsnit for perioden: 1989/90-2006/07	
	Langsomt strømmende vand	Hurtigt strømmende vand
Højvads Rende (LOOP 1)	0,56	0,44
Lillebæk (LOOP 4)	0,54	0,46
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,63	0,37
Odderbæk (LOOP 2)	0,76	0,24
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,85	0,15

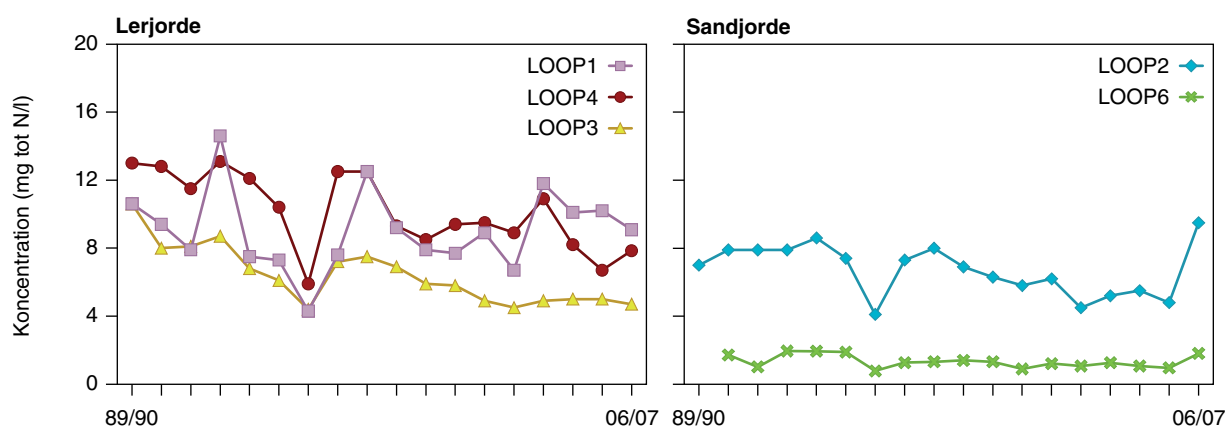
6.2 Koncentration af kvælstof

6.2.1 Sandede og lerede oplande

Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af total kvælstof er i gennemsnit større for de lerede oplande end for de sandede oplande (figur 6.2). Uorganisk kvælstof ($\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NH}_4\text{-N}$) udgør 82-92 % af total kvælstof i 4 oplande, mens den uorganiske andel i det okkerpåvirkede vandløb Bolbro Bæk kun udgør ca. 63 % af total kvælstof.

I det sandede opland til Bolbro Bæk forekommer lave kvælstofkoncentrationer. Dette skyldes omsætning af nitrat i grundvandet til frit kvælstof ved iltning af pyrit og frigivelse af ferrojern (Jacobsen et al., 1990). At pyritiltning forekommer, sandsynliggøres af 3-4 gange højere jernkoncentrationer i Bolbro Bæk end i de øvrige fire vandløb (ca. $1,8 \text{ mg l}^{-1}$ sammenlignet med ca. $0,5 \text{ mg l}^{-1}$). Vandløbskoncentrationen i dette opland kan ikke nødvendigvis betragtes som repræsentative for sandjordsoplände generelt.

Koncentrationen af kvælstof i det andet sandede opland, Odderbæk, er betydeligt højere end koncentrationen i Bolbro Bæk. Dette skyldes formentlig, at der i Odderbæks opland kun er en mindre andel organogene og okkerpotentielle lavbundsområder, og at en del af Odderbæks opland er drænet.



Figur 6.2. Vandføringsvægtet koncentration af total kvælstof i de fem landovervågningsvandløb for hydrologiske år i perioden 1989/90 til 2006/2007.

6.2.2 Udviklingstendenser

Ved hjælp af en ikke-parametrisk test, hvor der korrigeres for vandføringen på de dage, hvor vandprøverne er taget, er det muligt at undersøge, om der igennem overvågningsperioden er sket ændringer i koncentrationen af kvælstof. Testen tager hensyn til forskelle i afstrømning, men ikke til at jordens kvælstofpulje ændres mellem tørre og våde år. Testen udnytter, at der er sammenhæng mellem afstrømning og koncentration af kvælstof. Metoden er nærmere beskrevet af *Larsen (1996)*.

Den statistiske test viser, at der i 4 af de 5 oplande er sket et signifikant fald i koncentrationen af total kvælstof gennem 15-års perioden 1989-2004 (tabel 6.3 – ikke opdateret med 2005-, 2006- og 2007-målinger). I Højvads Rende er der en *tendens* til fald i koncentrationen i overvågningsperioden. For vandløbene med signifikant fald i kvælstofkoncentration over 15-års perioden er ændringen –20 % til –47 % af 1989-niveauet.

Tabel 6.2. Trend i vandløbskoncentration af total kvælstof i perioden 1989/90-2003/04 med relativ ændring i forhold til 1989. ***: 1 %-niveau, **: 5 %-niveau, n.s.: ikke signifikant

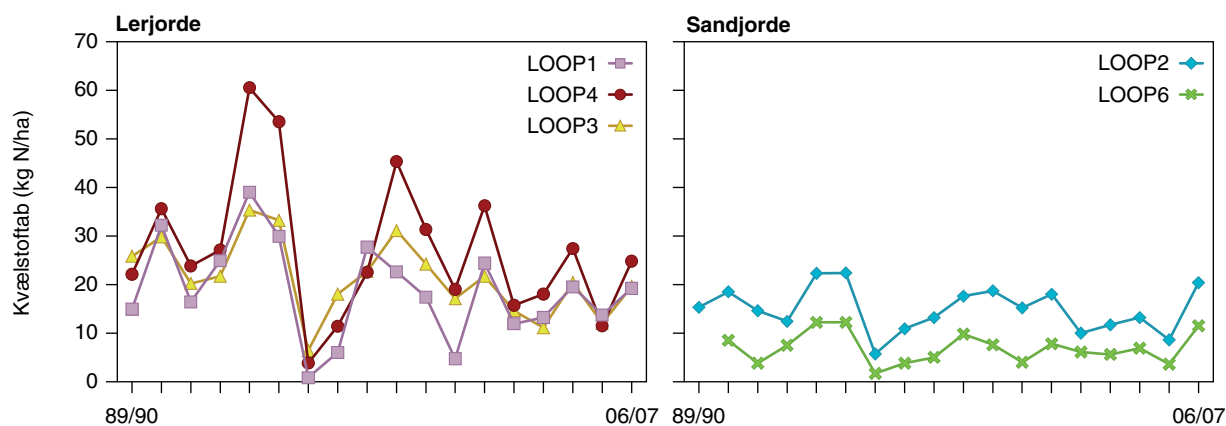
	Total kvælstof	Relativ ændring	Signifikans-niveau
	mg N l ⁻¹ år ⁻¹	%	
Højvads Rende (LOOP 1)	-0,030	-9,1	n.s.
Lillebæk (LOOP 4)	-0,157	-26,6	***
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,154	-33,7	***
Oddebæk (LOOP 2)	-0,080	-19,6	**
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,036	-46,8	***

6.3 Tab af kvælstof fra oplandene

6.3.1 Sandede og lerede oplande

Den målte transport af kvælstof i vandløbet kan omregnes til et tab fra landbrugsarealer ved at fratrække udledninger fra punktkilder og naturarealer i oplandet fra det observerede i vandløbet (se bilag 6.2). I det beregnede tab fra landbrugsarealer indgår udledninger af kvælstof fra spredt bebyggelse og gårde.

Kvælstoftabet fra de dyrkede arealer er større i de tre lerede oplande (19-25 kg N ha⁻¹) end i de to sandede oplande (12-20 kg N ha⁻¹) i 2006/07. Lignende forskelle var også til stede i de foregående 1990/91-2005/06 (figur 6.3). Det beregnede tab af kvælstof fra de dyrkede arealer til vandløb kan sammenholdes med tabet af kvælstof fra udyrkede naturoplande, der i 2007 udgjorde ca. 3,1 kg N ha⁻¹ (Bøgestrand, 2009 Personlig. komm.).



Figur 6.3. Tabet af total kvælstof fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år for perioden 1989/90 til 2006/2007.

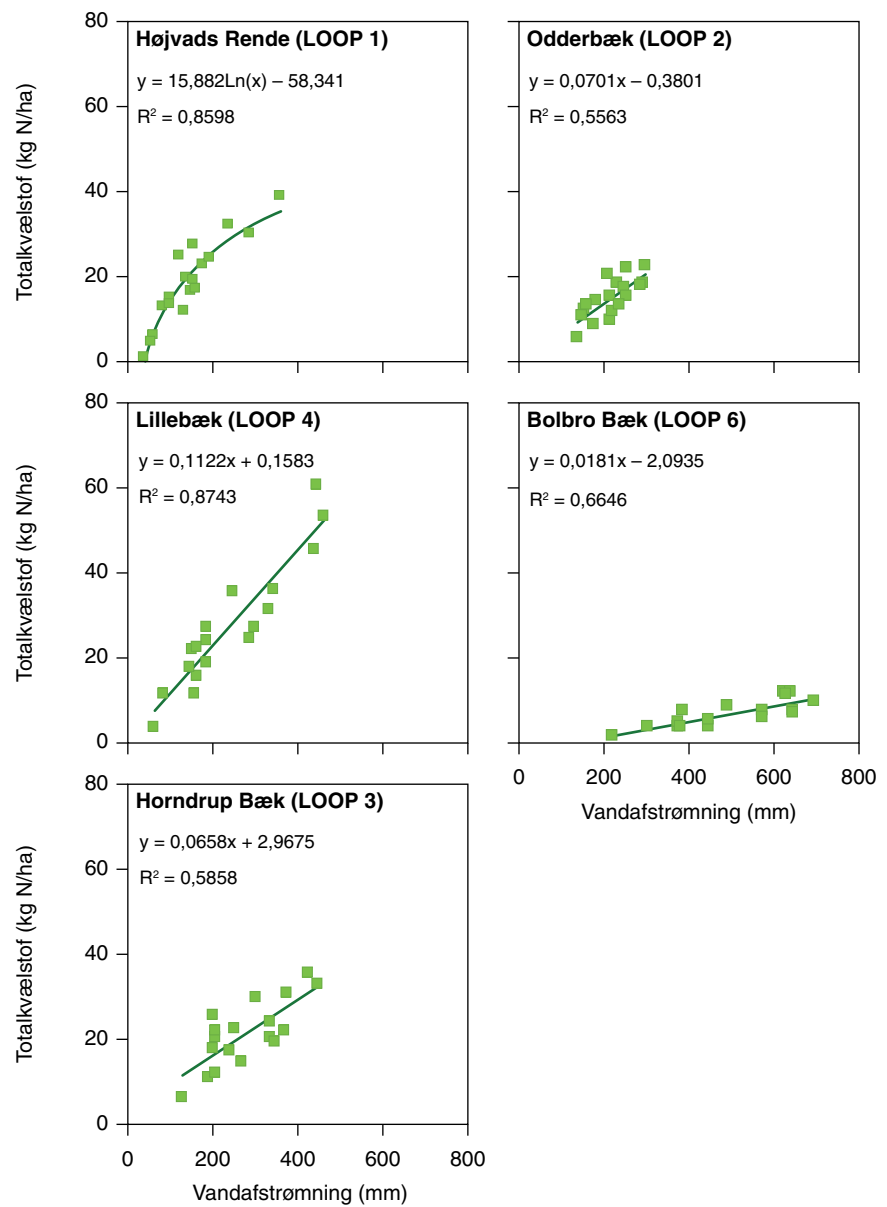
6.3.2 Sammenhæng mellem kvælstoftab og vandafstrømning

Tabet af kvælstof fra de dyrkede arealer er meget styret af nedbørsmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte måleår. For de fem vandløb kan der således opstilles signifikante sammenhænge mellem den årlige afstrømning og det årlige tab af total kvælstof. Det årlige kvælstoftab fra landbrugsarealer stiger i de enkelte oplande med stigende afstrømning (figur 6.4). Ved stigende afstrømning stiger kvælstoftabet mest fra det lerede Lillebæk opland. I det grovsandede Bolbro Bæk opland stiger kvælstoftabet fra dyrkede arealer derimod kun svagt ved stigende afstrømning.

For to af de lerede oplande (Lillebæk og Horndrup Bæk) samt for de to sandede oplande (Oddebæk og Bolbro Bæk) stiger kvælstoftabet lineært med stigende afstrømning. For det lerede Højvads Rende opland følger kvælstoftabet derimod nogenlunde en logaritmisk kurve. Dette betyder, at stigningstakten i udvaskningen falder med stigende afstrømning. Dette kan evt. forklare med, at mængden af udvaskbare kvælstof-forbindelser i rodzonen i dette oplande er begrænset af andre faktorer end nedbøren, fx mineralisering og eventuelt en fortyndingseffekt, når den udvaskbare kvælstofpulje er ved at være udtømt.

Spredningen på de viste sammenhænge i figur 6.4 kan delvist tilskrives, at der er en række parametre ud over afstrømningen, som påvirker tabet af kvælstof, herunder temperaturen og ændret landbrugspraksis.

Figur 6.4. Sammenhænge mellem årligt kvælstoftab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2006/07, for Odderbæk dog kun indtil 2005/06.



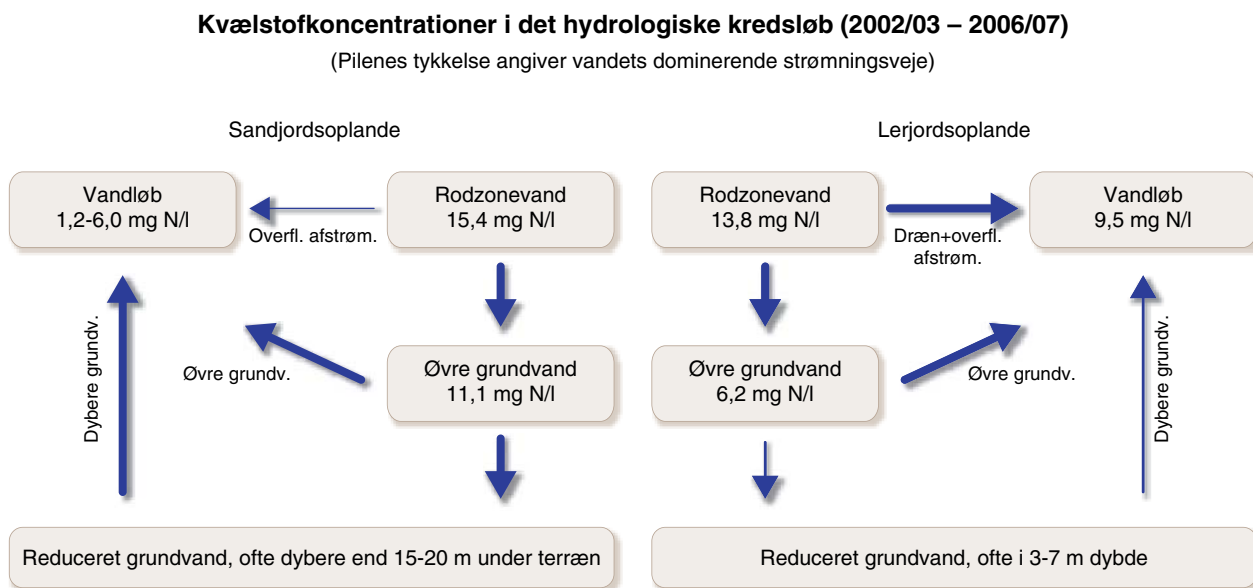
7 Kvælstofkredsløbet i landbrugsøkosystemer

I dette afsnit sammenstilles hovedresultaterne fra målinger og modelberegninger i de fem landovervågningsoplande til en samlet beskrivelse af næringsstoftransporter i henholdsvis sandede og lerede landbrugsøkosystemer. Der er anvendt data fra de sidste 5 år, 2002/03-2006/07.

7.1 Koncentrationsprofilen i det hydrologiske kredsløb

Kvælstofkoncentrationerne i de forskellige dele af kredsløbet er vist i figur 7.1.

Der er et markant fald i kvælstofkoncentrationerne fra rodzonen og ned til det øvre grundvand. Dette skyldes denitrifikationsprocesser under stedvis reducerede forhold i jorden og i det allerøverste grundvand. Dybere i grundvandet vil der normalt være reducerende forhold, og her vil kvælstofindholdet falde til under detektionsgrænsen.



Figur 7.1. Gennemsnitlige målte koncentrationer i rodzonevand (1 m u.t.), det øvre grundvand (fra det øverste filter med vand i 1,5-5 m u.t.) og i vandløbet for henholdsvis tre lerjords- og to sandjordsoplande, 2002/03-2006/07.

Lerjordsoplande er præget af en hurtig respons på nedbørshændelser, dvs. oplandene er karakteriseret ved overfladenær strømning, herunder afstrømning gennem dræn. Det vand, der strømmer ud til vandløbene, har derfor kun i ringe grad været udsat for reduktionsprocesser, og vandet har forholdsvis høje kvælstofkoncentrationer.

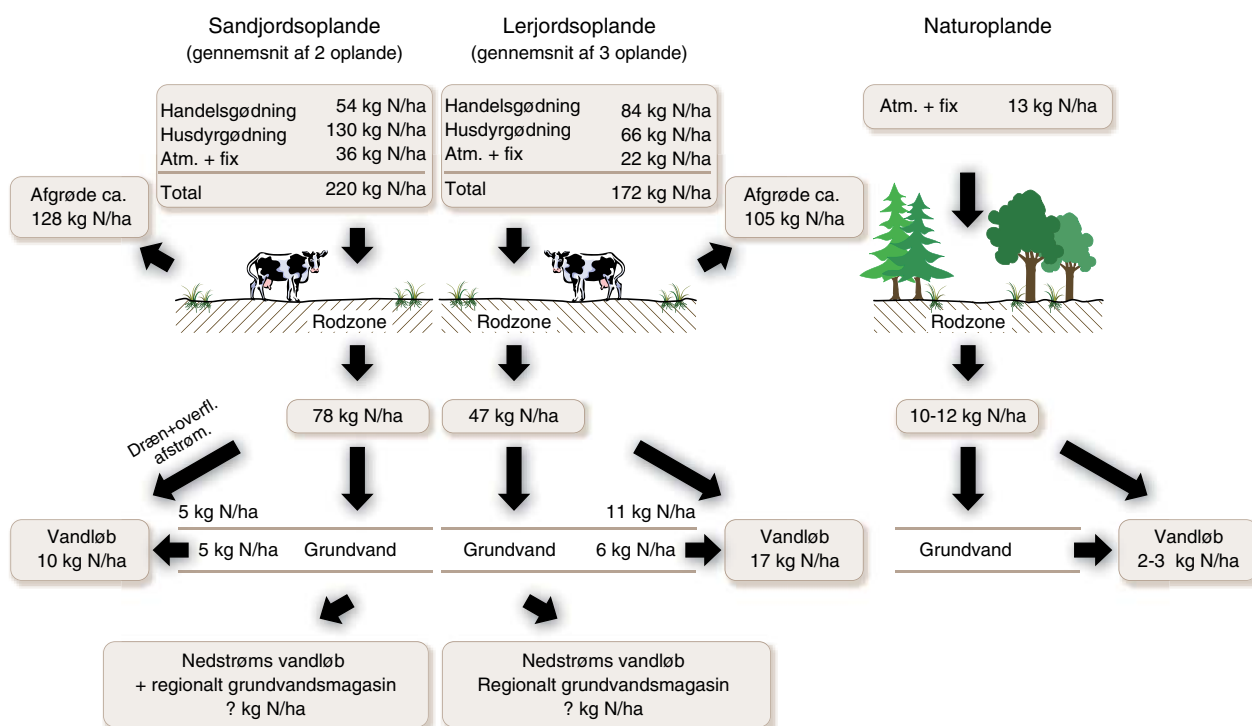
Sandjordsoplande er derimod præget af en forholdsvis langsom respons på nedbørshændelse og er karakteriseret ved, at en større andel af det vand, der strømmer ud til vandløbene, er fra det dybere grundvand.

Dette afstrømningsvand har været udsat for en betydelig grad af reduktionsprocesser, og vandet har forholdsvis lave kvælstofkoncentrationer.

7.2 Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb

Det overordnede strømningsmønster for vandet har betydning for hvor meget kvælstof, der strømmer af til vandløbene (figur 7.2).

Det årlige kvælstofkredsløb (2002/03 – 2006/07)



Figur 7.2. Skematiskering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for årene 2002/03-2006/07. Kvælstofbalancen er fra interviewundersøgelsen 2002-2006, mens udvaskningen er modelberegnet for alle marker i oplandene med N-LES4 med et gennemsnitsklima for perioden fra 1990 til 2005. Vandløbstransport i landbrugsoplandene er korrigeret for naturarealer og spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer det dyrkede areal inkl. spredt bebyggelse. Opdeling i overflade og grundvandskomponenter er beskrevet i afsnit 6.1.

I lerjordsoplandene er den årlige nettotilførsel til marken ca. 68 kg N ha^{-1} . Den modelberegnete udvaskning (NLES) fra rodzonen i oplandet har i perioden udgjort ca. $47 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Øvrige tabsposter i form af ammoniakfordampning og denitrifikation og eventuel ændring i jordpuljen kan herved opgøres til ca. $21 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca. $17 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$; det svarer til, at gennemsnitlig ca. 36 % af rodzoneudvaskningen er nået til vandløbene.

I sandjordsoplandene er den årlige nettotilførsel til marken ca. $92 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Den modelberegnete udvaskning (NLES) fra rodzonen i oplandet er opgjort til ca. $78 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$, mens øvrige tabsposter og evt. ændring i jordpuljen kan opgøres til $14 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca. 13 kg N ha^{-1} fra oplandet i Nordjylland og 7 kg N ha^{-1} fra oplandet i Sønderjylland. Dette svarer til, at ca. 9-16 % af rodzoneudvaskningen er nået ud til vandløbene.

Opgørelser over hvor stor en andel af kvælstofudvaskningen, der når ud til vandløbene, skal tages med et vist forbehold. For det første kan denitrifikationen i de øvre jordlag være betydelig i landovervågningsoplandene på grund af det relativt høje grundvandsspejl. Dernæst skal det understreges, at det langsomt tilstrømmende vand repræsenterer landbrugspraksis af ældre dato.

På grund af oplandenes beliggenhed i de øverste dele af vandløbssystemet sker der sandsynligvis yderligere afstrømning til nedstrømsliggende vandløbsstrækninger. Dette vand transporterer også kvælstof, hvorfor den mængde kvælstof, der faktisk når ud til vandløbene, kan være større end angivet ved målinger i LOOP oplandene. Dog må det antages, at der her er tale om vand, der har været længere tid undervejs, hvilket betyder, at der kan have fundet kvælstofreduktionsprocesser sted.

I naturoplande er der et kvælstofinput fra atmosfæren på ca. $13 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$, mens der ikke sker nogen fraførsel. Udvasningen fra skov etableret på landbrugsjord vurderes at være i størrelsesorden ca. $10\text{--}12 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ og fra gammel skov på ca. $5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Til sammenligning er kvælstoftransporten fra naturarealer til vandløbene ca. $2\text{--}3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ (Bøgestrand, 2007).

Det kan konkluderes, at kun en del af den kvælstof, der vaskes ud af rodzonen, vil nå ud til vandløbene. Hvor stor denne andel er, er stærkt variabelt og afhænger af lokale forhold.

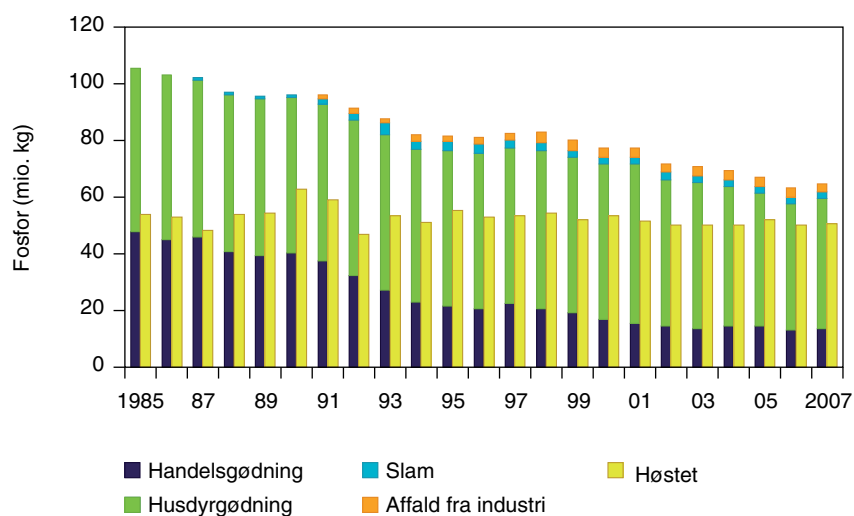
8 Fosforanvendelse i landbruget

8.1 Fosfor – gødningsforbrug for hele landet og i land-overvågningsoplandene

Vandmiljøplan I's krav med hensyn til fosfor i landbruget antages at være opfyldt med stop for de direkte udledninger fra gårdene. Anvendelse af fosfor i husdyrgødning er indirekte reguleret gennem harmonikraverne. Endvidere blev det med vedtagelsen af Vandmiljøplan III i 2004 besluttet at lægge en afgift på 4 kroner pr. kg mineralsk fosfor i foder. Derudover er der ingen generelle krav i forhold til landbrugets fosforgødskning. I forbindelse med VVM og miljøgodkendelser er der muligheder for regulering af fosfor på den enkelte ejendom.

På landsplan er der sket en reduktion i forbrug af fosfor på 10 kg P/ha med handelsgødning fra 1990 til 2007, mens fosfortilførsel med husdyrgødning er reduceret med ca. 3 kg P/ha. Nettotilførslen (også benævnet markoverskuddet) er i perioden reduceret med ca. 9 kg P/ha og udgør i 2007 4,5 kg P/ha, svarende til ca. 12.200 tons P på landsplan (figur 8.1) (datagrundlaget bilag 1).

Figur 8.1. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2007.

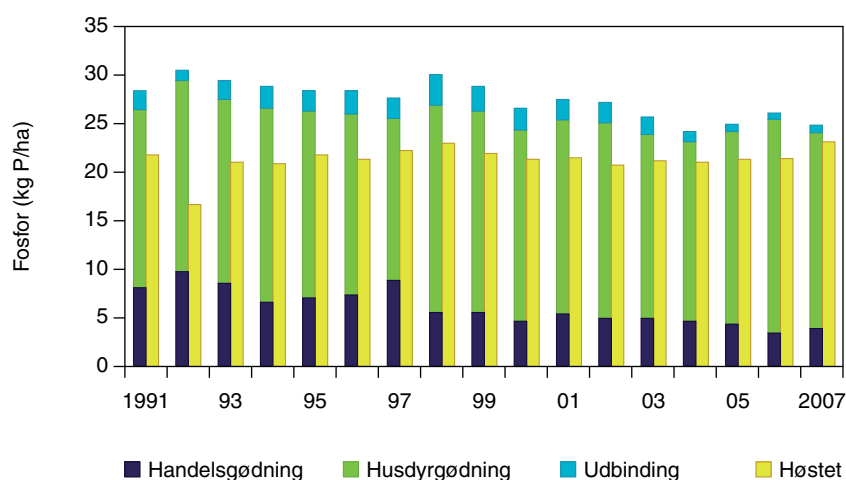


Ved opgørelse af den totale fosforbalance for dansk landbrug fås et større overskud. I 2001/02 udgjorde dette overskud opgjort som glidende gennemsnit over 3 år 30.200 tons P, mens overskuddet for markbalancen for samme år blev opgjort til 24.500 tons P. Idet der ikke er luftformige tab, burde total overskuddet og markoverskuddet på landsplan i princippet være ens. Det er p.t. ikke muligt at afgøre årsagen til forskel i markbalancen og totalbalancen. Der kan være usikkerhed på både fosforindholdet i husdyrgødningen og i de høstede afgrøder.

I Vandmiljøplan III er det en målsætning, at total overskuddet skal reduceres med 50 % i forhold til overskuddet i 2001/02 inden 2015, dels gennem afgiften på foderfosfater, dels gennem en forbedret foderudnyttelse.

I landovervågningen er der registreret et mindre fosforoverskud i markbalancen end på landsplan i 1991 (figur 8.2 og tabel 8.1), hvilket skyldes, at der i landovervågningen blev registreret mindre forbrug af fosfor i handelsgødning. I slutningen af perioden har handelsgødningsforbruget i landovervågningen og på landsplan nærmet sig hinanden, men således at den samlede tilførsel af fosfor er lidt højere i landovervågningen end i hele landet. Da der også fraføres lidt mere fosfor med de høstede afgrøder i landovervågningen end i hele landet, er P-markoverskuddet i landovervågningen og for hele landet meget tæt på hinanden.

Figur 8.2. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for landovervågningsoplandene i perioden 1991 til 2007.

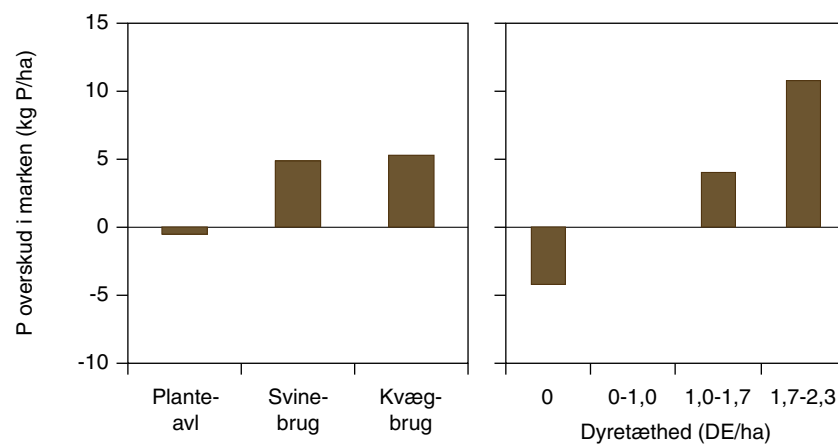


Tabel 8.1. Sammenligning af P-gødningsforbrug og P-overskud i landovervågningsoplandene og for hele landet for årene 1991 og 2007.

		Handelsgødn.	Husdyrgødn.+slam	Deposition	Total tilført	P høst	P overskud
		Kg P/ha					
1991	Hele landet	13,6	21,0		34,6	20,6	14,0
	LOOP	8,1	20,1		28,3	21,8	6,5
2007	Hele landet	4,7	16,2	0,1	22,2	18,4	3,7
	LOOP	3,9	20,9	0,1	24,9	21,5	3,4

Detailldata fra interviewundersøgelsen i landovervågningen viser, at der er stor forskel på markoverskuddet af fosfor, afhængig af brugstype og husdyrtæthed. På planteavlsbrug er der i 2007 et lille fosforunderskud, mens husdyrbrugene har et fosforoverskud på ca. 5 kg P/ha. Overskuddet stiger med stigende husdyrtæthed (figur 8.3). Det skal påpeges, at de opgjorte overskud i landovervågningen, især for husdyrbrugene, er undervurderet i forhold til overskuddet på landsplan.

Figur 8.3. Fosforoverskud i marken i landovervågningen på ejendomme med forskellig brugs-type og husdyrtæthed, 2007.



9 Fosfor i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand - målinger

9.1 Måleprogram

Udvaskning af opløst fosfor fra rodzonen måles ved 31 jordvandsstationer (sugecellefelter) fordelt over 5 oplande. Der foretages ugentlige målinger i perioder med afstrømning. Vandafstrømning fra rodzonen modelberegnes ved hjælp af Daisy (se endvidere kapitel 4.1). Den opgjorte fosforudvaskning er baseret på målte fosforkoncentrationer og den beregnede vandafstrømning fra rodzonen. Dyrkningspraksis og fosforudvaskningen for de enkelte stationer fremgår af bilag 5.1 og 5.2.

Transport af opløst og total fosfor til overfladevand via dræn måles ved 6 stationer på lerjord (Storstrøm og Fyn) og 1 station på et lavtliggende sandjordsareal (Nordjylland). Vandafstrømningen måles kontinuert, mens der udtages stikprøver af drænvandet én gang ugentlig. Endvidere foretages intensiv måling af fosfortransporten fra dræn.

I hvert opland måles opløst og total fosfor i det øvre grundvand (1,5 til 5 meter under terræn)) i omkring 20 boringer. I perioden 1990-1997 blev der årligt foretaget 100-200 grundvandsanalyser for opløst fosfor pr. opland. I ét opland, Vejle, blev der analyseret på ikke filtrerede prøver, hvilket gør at fosfor indholdet er følsom overfor prøvetagningsteknikken.

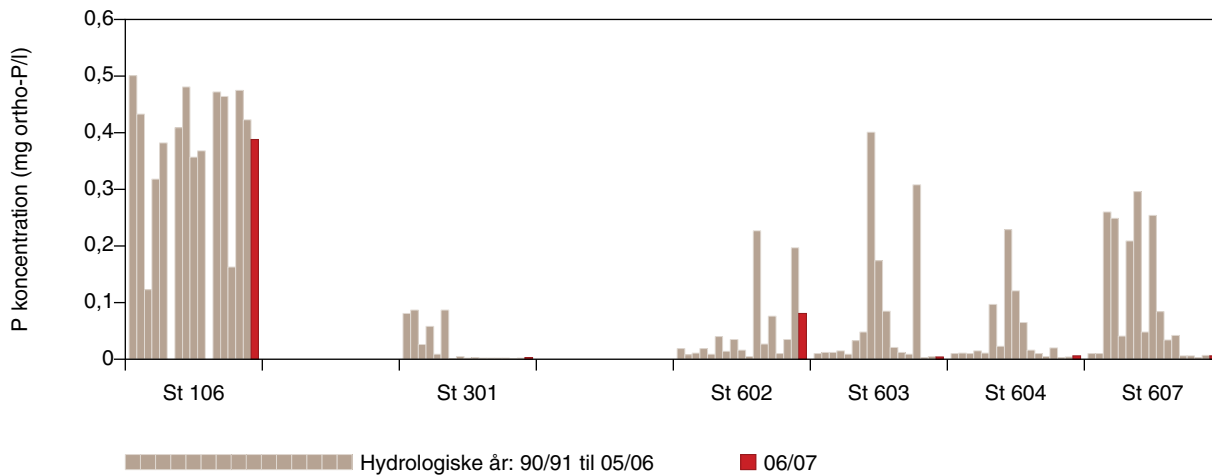
I 2004 blev der fra jordvandsstationerne udtaget jordprøver i 3 dybder, 0-25, 25-50 og 50-100 cm med henblik på at bestemme jordens fosformætningsgrad. Denne undersøgelse blev afrapporteret i 2005.

9.2 Fosforudvaskning fra rodzonen til grundvand

For 25 jordvandsstationer på landbrugsjord har koncentrationerne af ortho-P været lave i hele måleperioden (0,007-0,022 mg P l⁻¹). Ligeledes har udvaskningerne været lave (0,015 – 0,124 kg P ha⁻¹ år⁻¹). Dog har udvaskningen af fosfor i Sønderjylland været lidt større end i de øvrige oplande på grund af en højere koncentration og en større vandafstrømning (tabel 9.1).

Tabel 9.1. Fosforudvaskning fra jorde med lav P mobilitet, 1990/91-2006/07.

	Antal Stationer	Afstrømning mm	P-udvaskning kg P/ha	P-koncentration mg P/l
Lerjorde				
Storstrøm	5	198	0,015	0,007
Fyn	6	245	0,030	0,017
Vejle	4	367	0,032	0,012
Sandjorde				
Nordjylland	6	318	0,044	0,020
Sønderjylland	4	528	0,124	0,022



Figur 9.1. Fosforkoncentrationer ved 6 marker med P mobilitet.

For én station på lerjord i Storstrøm (station 106) har der ved de ugentlige målinger været konstant høje P koncentrationer i jordvandet (gennemsnitlig 0,384 mg P l⁻¹). Høje fosforværdier på denne lokalitet er også målt for drænvand og grundvand. Disse høje fosforkoncentrationer kan sandsynligvis ses som en effekt af jordens meget høje fosfortal (Pt=10,7) og humusindhold på 1,4 % ned til 85 cm dybde. Marken adskiller sig ikke fra de øvrige marker i samme opland med hensyn til jordtype (jb 6) og sædskifte (vinterhvede, vårbyg, ærter og fabriksroer).

Endvidere er der ved én station på lerjord i Vejle målt høje koncentrationer af ortho-P i begyndelsen af måleperioden. Koncentrationen er dog faldet igennem måleperioden og er i 1996/97 på niveau med de øvrige stationer i oplandet.

På sandjorde i Sønderjylland har der ved tre stationer været toppe af høje koncentrationer (årlig vandføringsvægtede koncentrationer på 0,10-0,48 mg P l⁻¹), som er klinget af igen efter ca. 3 år. Årsagen til de høje koncentrationer kan sandsynligvis henføres til meget store P tilførsler med husdyrgødning givet på en gang eller stor afgræsningsintensitet.

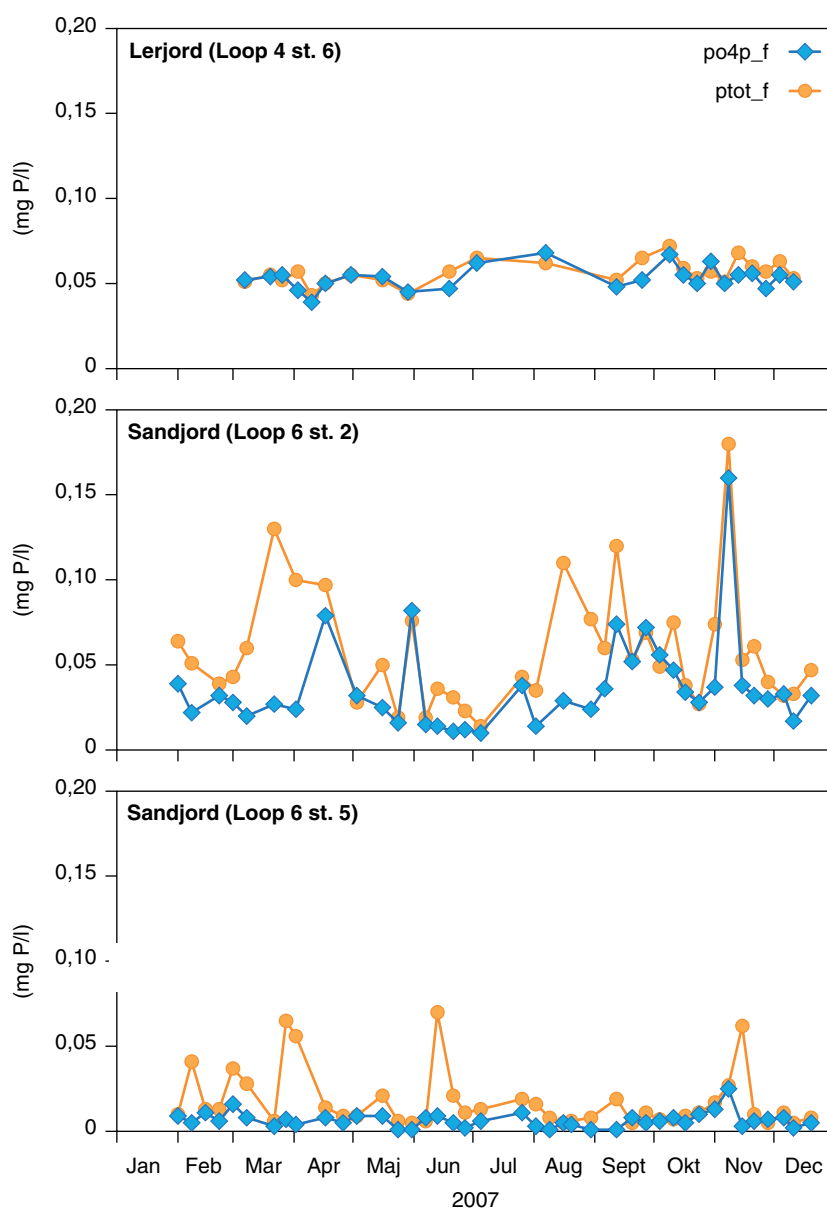
Fosforindholdet i jordvandet ved en skovstation har i hele perioden været lavt, 0,002-0,004 mg P l⁻¹.

I 2007 blev der iværksat en analyse til bestemmelse af organisk fosforindhold i jordvand. Der er målt på opløst ortho-P og total P. Forskellen antages at udgøre opløst organisk P (tabel 9.2). På lerjordene er indholdet af organisk P lavt (0,002-0,004 mg P/l), mens det er noget højere på sandjordene (0,008-0,015 mg P/l). Nedenfor er vist et eksempel fra henholdsvis en lerjord og en sandjord (figur 9.2). De foreløbige resultater tyder på, at organisk fosfor kan nedvaskes, specielt på sandjorde.

Tabel 9.2. Gennemsnitlige koncentrationer af opløst ortho-P og total P på jorde med lav P mobilitet, 2007. Forskellen antages at være opløst organisk P

	Antal stationer	Opløst total P mg P/l	Opløst ortho-P mg P/l	Opløst Organisk P mg P/l
Lerjorde				
Storstrøm	5			
Fyn	6	0,017	0,015	0,002
Vejle	4	0,010	0,006	0,004
Sandjorde				
Nordjylland	6	0,030	0,022	0,008
Sønderjylland	4	0,037	0,023	0,015

Figur 9.2. Eksempel på målinger af opløst ortho-P og opløst total P i jordvandet på en lerjord og en sandjord i 2007.



9.3 Fosfortransport fra dræn til overfladevand

9.3.1 Fosfortransport fra drænedede lerjorde

Fra 5 af de 6 drænairealer på lerjord har koncentrationerne af opløst og total P været ret lave, henholdsvis ca. 0,018 og 0,038 mg P/l (tabel 9.2). Forskellen, 0,020 mg P/l, må på disse lerede højbundsjorde antages at bestå fortrinsvis af partikulært P. Transporten af total fosfor gennem drænene har i gennemsnit af måleperioden ligget på 0,052 kg P ha⁻¹ pr år, fordelt med 0,022 og 0,030 kg P/ha på henholdsvis den opløste og partikulære fraktion. På disse jorde er fosforkoncentrationerne i drænvandet lavere end i de vandløb drænene afvander til (se endvidere tabel 11.1).

Ved én station i Storstrøm har de gennemsnitlige koncentrationer af total P ligget på 0,179 mg P l⁻¹, og udvaskningen har ligget på gennemsnitlig 0,153 kg P ha⁻¹ år⁻¹ (tabel 9.3). Det er udelukkende opløst ortho-P, som giver anledning til den forhøjede koncentration, idet koncentrationen af partikulært P er på niveau med de øvrige stationer i Storstrøm. Som nævnt tidligere kan årsagen til et stort P tab fra denne jord være et meget højt fosfortal i topjorden (Pt=10,7).

Tabel 9.3. Årlige vandføringsvægtede koncentrationer og drænvandstransport af fosfor fra stationer med henholdsvis lave og høje fosforkoncentrationer, gennemsnit for 1990/91-2006/07 (LOOP 4 er ikke opdateret for 2006/07).

Drænaireal	Lerjorde		Lerjorde	Sandjorde
	lave P konc.		Høje P konc.	Lavbundsjord
Lokalitet	Storstrøm	Fyn	Storstrøm	Nordjylland
Antal stationer	3	2	1	1
Koncentration (mg P l ⁻¹)				
Opløst P	0,016	0,019	0,163	0,042
Total P	0,025	0,050	0,179	0,110
Transport (kg P ha ⁻¹)				
Opløst P	0,019	0,026	0,140	0,405
Total P	0,031	0,072	0,153	1,053

9.3.2 Fosfortransport fra dræn på et lavtliggende areal på sandjord

Arealet er et tidligere engareal med tilstrømmende grundvand. De arealspecifikke afstrømninger baseret på det topografiske opland er derfor høje; gennemsnitlig 947 mm år⁻¹ i perioden 1990/91-2005/06.

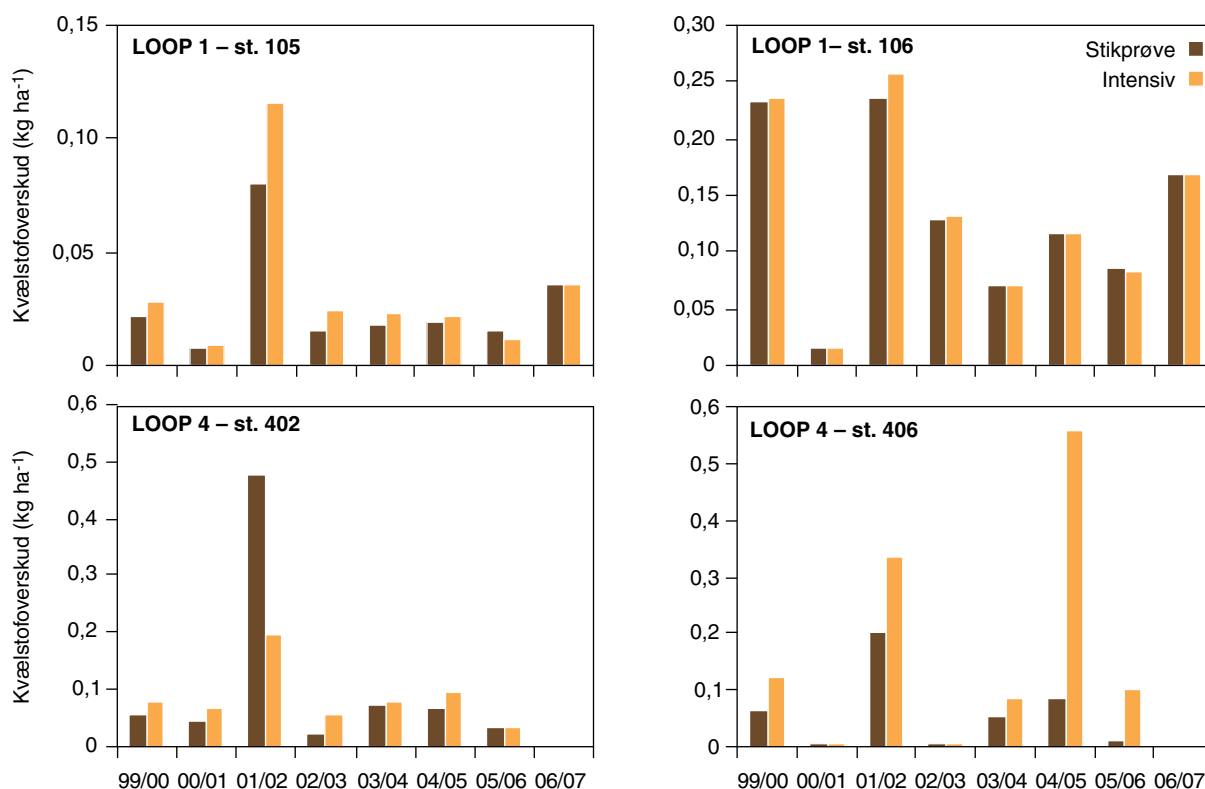
Fosforkoncentrationerne i drænvandet har været høje. Koncentrationen af opløst og total P har i måleperioden ligget på gennemsnitlig 0,042 og 0,110 mg P l⁻¹ (tabel 9.2). Forskellen, 0,068 mg P/l, består formodentlig både af partikulært/kollodalt P samt opløst organisk P, idet der er tale om et tidligere engareal. På denne jord er der altså et forøget indhold af både opløst og partikulært/organisk P.

Kvælstofindholdet i drænvandet har været lavt i forhold til udvaskningen fra rodzonen på sandjordsarealer generelt. Det er sandsynligt, at området eller dele heraf er vandlidende, således at der sker en denitrifikation. På dette areal har disse forhold medført, at udledningen af fosfor er blevet forøget.

9.3.3 Usikkerhed omkring bestemmelse af fosfortab – intensiv prøvetagning

De ovenfor beskrevne fosfortab gennem drænen er bestemt ved udtagning af ugentlige stikprøver. Tidligere undersøgelser af drænvand (Grant et al., 1997) og vandløb (Bøgestrand, 2000) har vist, at fosfortransporten oftest undervurderes med stikprøvetagning i forhold til intensiv prøvetagning.

Siden 1999/00 er der derfor også foretaget intensiv prøvetagning fra to dræne i LOOP 1 og i LOOP 4. Der er foretaget en tidsproportional prøvetagning i form af timeprøver puljet til en ugentlig prøve. Resultaterne heraf viste, at transporten af opløst fosfor var omtrent uafhængig af prøvetagningsstrategi (ikke afbilledet), mens transporten af total fosfor ved stikprøvetagning i de fleste år er undervurderet (0-86 %) i forhold til den intensive prøvetagning. I enkelte tilfælde kan stikprøvetagningen også overvurdere transporten. Dette er tilfældet ved station i LOOP 4 i 2001/02 (figur 9.3).



Figur 9.3. Bestemmelse af transport fra drænen af total P ved henholdsvis stikprøve og intensiv prøvetagning, 1999/00 og 2006/07

9.4 Fosfor i det øvre grundvand

Det øvre grundvand er her defineret som grundvandsprøver udtaget mellem 1,5 og 5 meter under terræn. I tabel 9.4 er vist medianværdierne for koncentrationen af orthofosfat og total fosfor i det øvre grundvand for perioden 1990-2007 for de 5 landovervågningsoplande.

Tabel 9.4. Medianværdier for orthofosfat og total-fosfor i det øvre grundvand (≤ 5 m.u.t.) for perioden 1990-2007. Detektionsgrænsen varierer mellem 0,01 og 0,002 mg/l PO₄-P.

	Ortho-P. (mg P l ⁻¹)	Total opløst P (mg P l ⁻¹)	Ortho P/P _{tot} %
Lerjorde			
Lolland (LOOP1)	0,007	0,037	19
Fyn (LOOP 4)	0,007	0,026	27
Østjylland (LOOP 3)	0,012	0,016	73
Sandjorde			
Nordjylland (LOOP2)	0,015	0,081	19
Sønderjylland (LOOP 6)	<0,01	0,022	<45

Medianværdien for orthofosfat-P i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene er lavt og af samme størrelsesorden i lerjords- og sandjordsområderne. (tabel 9.4). Indholdet af total opløst fosfor, P_{tot}, for såvel ler- som sandjordsoplande er højere end indholdet af orthofosfat-P.

Medianværdien for fosforindholdet i det øvre grundvand er generelt under 0,01 mg P l⁻¹ for ortho-P og under 0,1 mg P l⁻¹ for total opløst P. Disse fosforniveauer ligger under grænseværdien for drikkevand på 0,15 mg P l⁻¹. Ved udsivning til overfladevand kan høje koncentrationer, typisk højere end ca. 0,1 mg P l⁻¹ imidlertid give anledning til eutrofiering i bl.a. søer. I alle områderne ligger medianværdien for P_{tot} væsentligt lavere end middelværdien for P_{tot} (se tabel 9.4). Dette skyldes, at der i ca. 20-30 % af prøverne er et højt indhold af totalfosfor, typisk over 0,1 mg/l, hvilket kalder på en nærmere analyse af stoftransporten for fosfor gennem de øvre jordlag.

Tabel 9.5. Gennemsnitlige koncentrationer af orthofosfat og total-fosfor i det øvre grundvand (≤ 5 m.u.t.) for perioden 1990-2007.

	Ortho-P. (mg P l ⁻¹)	Total opløst P (mg P l ⁻¹)	Ortho-P/P _{tot} %
Lerjorde			
Lolland (LOOP1)	0,024	0,157	15
Fyn (LOOP 4)	0,037	0,095	39
Østjylland (LOOP 3)	0,033	0,106	31
Sandjorde			
Nordjylland (LOOP2)	0,036	0,135	27
Sønderjylland (LOOP 6)	0,023	0,041	57

Grundvandsanalyser fra én station på lerjord på Lolland (station 106), hvor der har været konstant høje P koncentrationer i jordvandet, viser gennemsnitlige koncentrationer i grundvandet for ortho-P på 0,094 mg P l⁻¹ og for total-P på 0,217 mg P l⁻¹. På samme station var der også høje fosforkoncentrationer i jordvandet og drænvandet, hvilket hænger sammen med et højt fosfortal i overjorden. Der er i dette område god overensstemmelse mellem fosforniveauerne i de forskellige dele af vandmiljøet.

Der er fire mulige bidrag til fosfor i vandprøverne. Opløst ortho-P, opløst organisk bundet P og partikulært bundet P (såvel organisk som mineralisk). Når det drejer sig om udvaskning af stof gennem jorden, er der især fokus på den opløste pulje, idet partikulært stof i vid ustrækning tilbageholdes i jordmatrix (bortset fra makroporetransport).

For at finde mængden af opløst fosfor er fosforprøverne jf. teknisk anvisning filtreret. Dette er dog ikke sket i LOOP-3. Når vandprøverne fra grundvand ikke er filtrerede, vil en vis mængde suspenderet stof med fosfor bundet til jernoxider på mineraloverfladerne komme med i prøverne. Dette vil blive målt med i resultatet for P_{tot} , og indholdet vil i ikke filtrerede prøver afhænge af hvor meget suspenderet stof, der rives med ved prøvetagningen.

Set i det lys er det bemærkelsesværdigt, at der netop i LOOP 3 er den bedste overensstemmelse mellem ortho-P og P_{tot} . Dette viser, at her er fosfat hovedsageligt tilstede som opløst orthofosfat.

I de øvrige LOOP, hvor der netop er analyseret på feltfiltrede prøver, er P_{tot} derimod betydeligt større end ortho-P. Dette kan skyldes bidrag fra organisk bundet fosfor, der er opløst i grundvandet efter udvaskning fra rodzonen, eller kolloidt fosfat, der er mindre end de 0,45 μm , som er filterets lysning.

10 Fosforafstrømning til vandløb

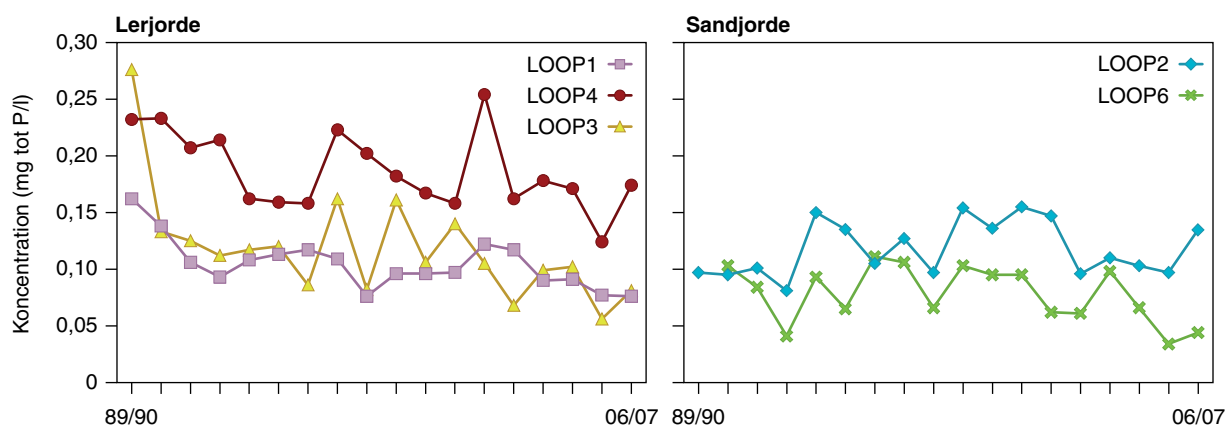
Næringsstofafstrømningen til vandløb måles i de fem landovervågningsoplande, hvor der også måles på jordvand og grundvand. Vandafstrømningen måles kontinuert, og der udtages stikprøver af vandløbsvandet én gang hver 2. uge. Opgørelser af vandafstrømning og koncentration og transport af fosfor er foretaget for hydrologiske år, dvs. perioden fra 1. juni til 31. maj det efterfølgende år. For de fleste af oplandene findes der målinger fra 18 hydrologiske år (fra 1989/90 til 2006/07); for et opland dog kun fra 1990/91-2006/07. Kvalitetssikrede stoftransporter for Oddebæk mangler for 2007

Vandafstrømningsmønsteret er beskrevet i kapitel 6. Det fremgår heraf, at afstrømningen er mindst i Højvads Rende i Storstrøm og stiger for vandløbene mod vest med den største afstrømning i Bolbro Bæk i Sønderjylland.

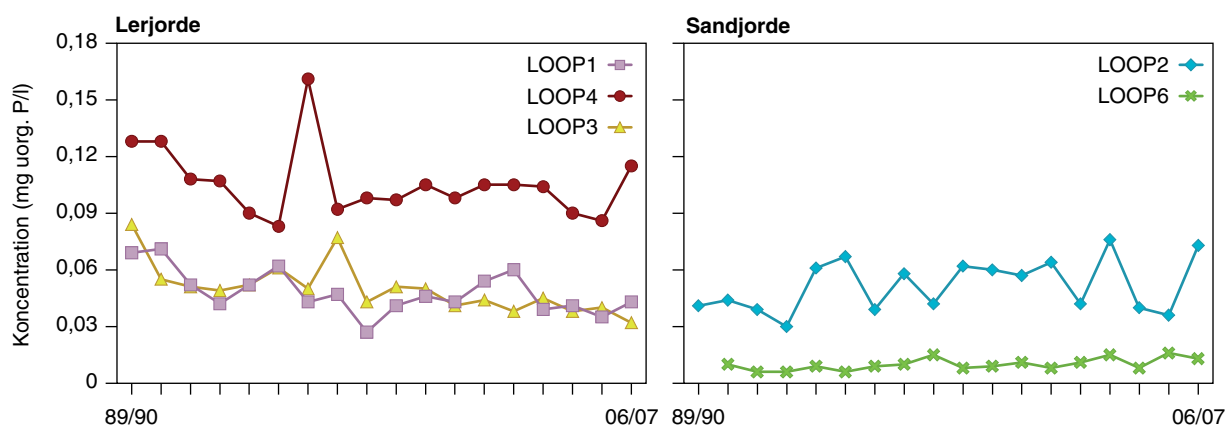
10.1 Koncentration af fosfor

10.1.1 Sandede og lerede oplande

Som gennemsnitsbetragtning for måleperioden er den vandføringsvægtede total-fosfor koncentration højest i vandløb, der afvander lerede oplande (figur 10.1). Dette overordnede mønster i koncentrationerne skyldes formentlig, at andelen af den overfladenære afstrømning (drænvand, mv.) er større i de lerede oplande end i de sandede oplande (jf. tabel 6.1). I Oddebæk, hvor fosfor koncentrationen ligger på niveau med nogle af vandløbene i de lerede oplande, kan den store andel af dræned arealer sandsynligvis forøge den hurtigt responderende afstrømning i nogle perioder, og dette vil øge udvaskningen af fosfor. I det sandede opland til Bolbro Bæk spiller de høje jernkoncentrationer i Bolbro Bæk 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 episodiske hændelser i vandløbet. Opløst uorganisk fosfor udgør i den okkerpåvirkede Bolbro Bæk kun 12 % af total fosfortransporten, mens denne andel udgør ca. 44-62 % i de andre fire vandløb set over perioden 1989/91 til 2006/07 (figur 10.1 og 10.2).



Figur 10.1. Vandføringsvægtet koncentration af total fosfor i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1990/91-2006/07.



Figur 10.2. Vandføringsvægtet koncentration af opløst uorganisk fosfor i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1990/91-2006/07.

10.1.2 Udviklingstendenser

Ved hjælp af en ikke-parametrisk test, hvor der korrigeres for vandføringen på de dage, hvor vandprøverne er taget, er det muligt at undersøge, om der igennem overvågningsperioden er sket et fald i næringsstofkoncentrationen. Metoden er nærmere beskrevet af Larsen (1996).

Den statistiske test på koncentrationerne af total fosfor viser, at koncentrationen er faldet signifikant i to af lerjordsoplandene, hvorimod fosforkoncentrationen ikke er ændret signifikant i det tredje lerjordsopland og i de sandede oplande. Faldet i fosforkoncentrationen i de to oplande kan delvist være relateret til en faldende fosforudledning fra spredt bebyggelse. Det er dog ikke muligt at splitte effekten op i et bidrag fra spredt bebyggelse og landbrug.

Tabel 10.1. Trend i vandløbskoncentration af total fosfor i perioden 1989/90-2003/04. ***: 1 %-niveau, **: 5 %-niveau, n.s.: ikke signifikant.

	Total fosfor mg P l ⁻¹ år ⁻¹	Relativ ændring %	Signifikansniveau
Højvads Rende (LOOP 1)	-0,003	-31,8	**
Lillebæk (LOOP 4)	-0,001	-6,9	n.s.
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,002	-31,0	***
Odderbæk (LOOP 2)	0,001	20,3	n.s.
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,001	-16,5	n.s.

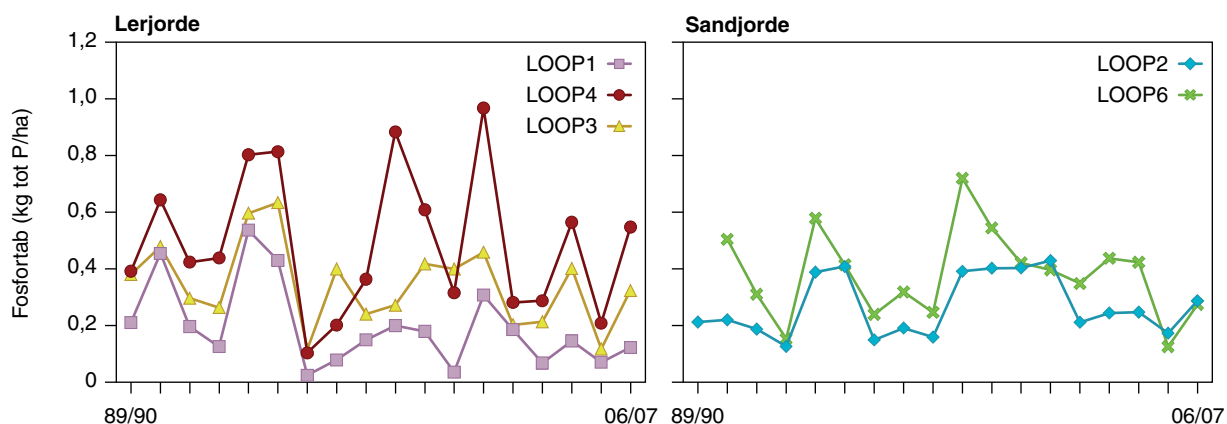
10.2 Tab af fosfor fra oplandene

Den målte transport af fosfor i vandløbet kan omregnes til et tab fra landbrugsarealer ved at fratrække udledninger fra punktkilder og naturarealer i oplandet fra det observerede i vandløbet (se bilag 6.2). I det beregnede tab fra landbrugsarealer indgår udledninger af fosfor fra spredt bebyggelse og gårde.

10.2.1 Sandede og lerede oplande

Der er ingen systematisk forskel på tabet af total fosfor fra sandede og lerede oplande (figur 10.3). Det beregnede tab af total fosfor fra de dyrkede

arealer til vandløb, $0,2-0,5 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$, kan sammenholdes med tabet af total fosfor fra udyrkede natur arealer, som i 2007 er opgjort til $0,103 \text{ kg P ha}^{-1}$ (Bøgestrand, 2009, personlig komm.).

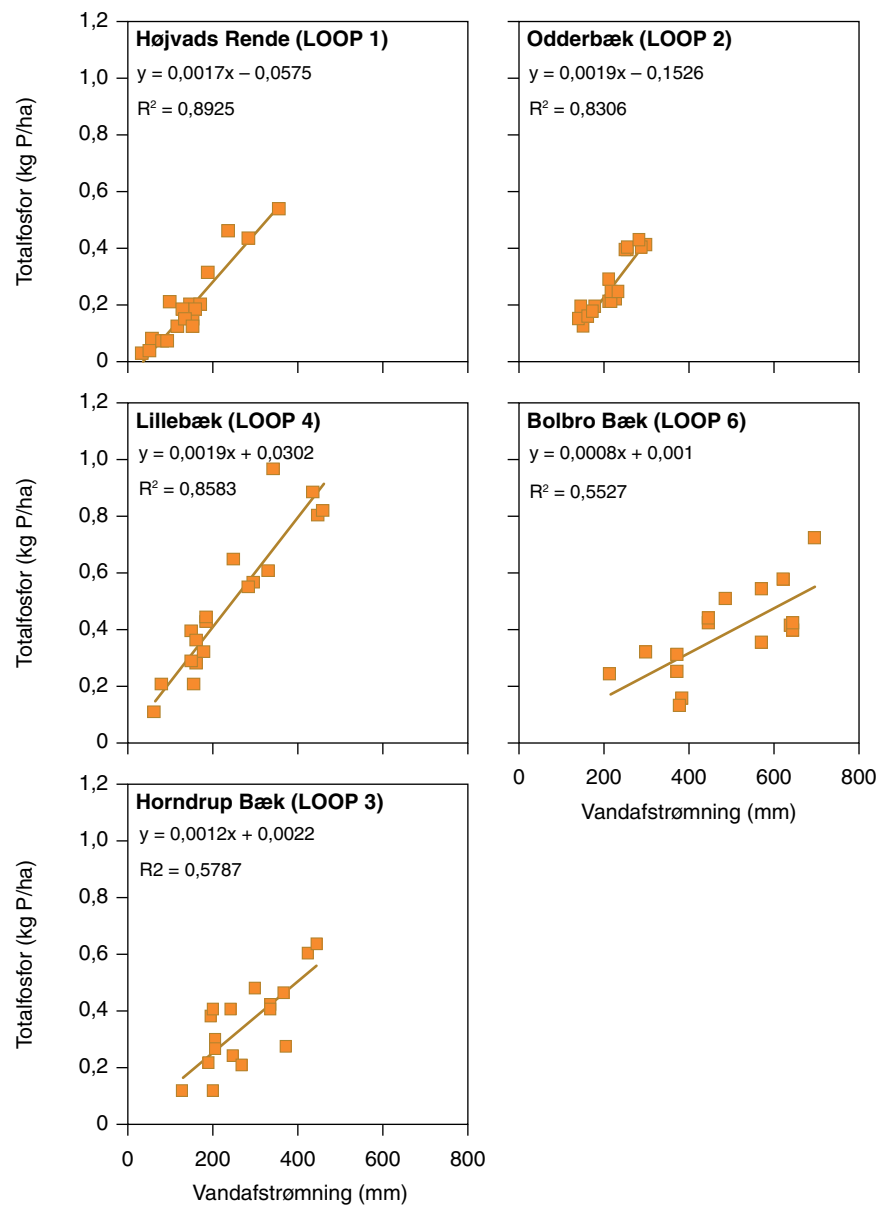


Figur 10.3. Tabet af total fosfor fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1990/91-2006/07.

10.2.2 Sammenhæng mellem fosfortab og afstrømning

Tabet af fosfor fra de dyrkede arealer er meget styret af nedbørsmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte måleår. Således stiger det årlige fosfortab fra landbrugsarealer i de enkelte oplande med stigende afstrømning (figur 10.4). Ved stigende afstrømning stiger fosfortabet mest fra det lerede Lillebæk opland og mindst fra det grovsandede opland til Bolbro Bæk, hvilket sandsynligvis afspejler den høje andel af grundvand i afstrømningen herfra.

Figur 10.4. Sammenhænge mellem årligt fosfortab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2006/07, for Oddebæk dog kun indtil 2005/06.



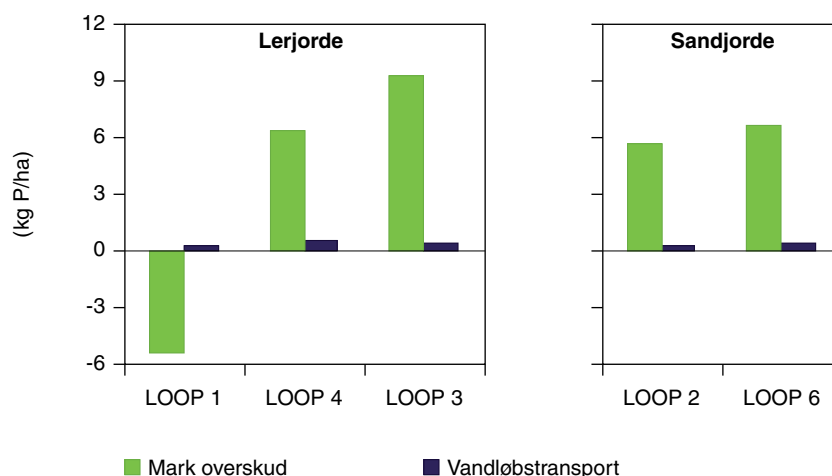
11 Fosfor i landbrugsøkosystemer

I dette afsnit sammenstilles hovedresultaterne fra målinger i de fem landovervågningsoplande. Det er ikke muligt at opstille en oversigt over fosforkredsløbet, idet vores viden om transportvejene stadig er meget mangelfuld. Derimod er opstillet nogle sammenligninger mellem de forskellige medier. Denne opstilling viser den meget store variation i både sted og tid.

11.1 Fosforoverskud og tab til overfladevand

Fosforoverskuddet på marken i de fem overvågningsoplande er sammenlignet med fosfortransporten i vandløbene i figur 11.1 for den seneste 5-års periode (2002/03-2006/07). Det ses, at vandløbstransporten i 4 oplande udgør mindre end 10 % af overskuddet. Da der ikke er luftformige tab af fosfor, vil den største del af overskuddet i disse oplande ophobes i jorden. I et opland, Storstrøm, er der et negativt fosforoverskud. Til trods herfor er der et betydeligt fosfortab til vandløbet. Fosfortabet til vandløb påvirkes af den ophobede fosfor i jorden snarere end af det årlige fosforoverskud. Endvidere bidrager spredt bebyggelse til fosfor transporten til vandløbene.

Figur 11.1. Fosforoverskud i marken og fosfortab til vandløb i fem landovervågningsoplande, gennemsnit for 2002/03-2006/07.



Fosfortabet til vandløb er nok lille i forhold til fosforbalancerne i marken, men det skal understreges, at tabene forekommer i lang tid efter at overskudstilførslen er ophørt, og at de koncentrationer, der forekommer i vandløbene (0,09-0,17 mg total P/l), kan give anledning til eutrofiering i søerne.

11.2 Fosforkoncentrationer i de forskellige dele af det hydrologiske kredsløb

Tabel 11.1 giver en oversigt over fosforkoncentrationerne i de forskellige dele af vandkredsløbet.

Ved $\frac{3}{4}$ af jordvandsstationer har de gennemsnitlige koncentrationer af opløst ortho-P ligget på 0,007-0,020 mg P/l, mens der ved $\frac{1}{4}$ af stationerne har været koncentrationer på 0,10-0,48 mg P/l i nogle få år eller i hele perioden.

Tabel 11.1. Fosforkoncentrationer i de forskellige dele af det hydrologiske kredsløb, 1990/91-2006/07

Vandmiljøet	Beskrivelse	opgørelse	ortho-P mg P/l	Total P mg P/l
jordvand	3/4 af stationer	gns. vandf. vægtet	0,007-0,022	
	1/4 af stationer	-	0,10-0,48	
drænvand (stikprøve)*	lerjorde, 6 stationer	-	0,016-0,019	0,026-0,050
	lerjorde, 1 station	-	0,163	0,179
	sandjord, 1 station, lavbundsjord	-	0,042	0,110
øvre grundvand		median konc.	<0,01-0,015	0,022-0,081
	20-30% af alle målinger	enkelt målinger		>0,100
vandløb		gns. vandf. vægtet	0,01-0,11	0,09-0,17

*kan være undervurderet forhold intensiv prøvetagning

I drænvand fra lerjord er der observeret gennemsnitlige årlige koncentrationer af total P på 0,026-0,050 mg P/l ved 6 stationer og 0,179 mg P/l ved 1 station. Disse værdier gælder for prøver udtaget som stikprøver. Det er fundet, at disse kan være undervurderet med 0-86 % de enkelte år i forhold intensiv prøvetagning. Ved en enkelt station i et enkelt år har stikprøveanalysen dog også overvurderet P transporten fra drænet. På et lavtliggende sandjordsareal er der fundet koncentrationer i drænvand på gennemsnitlig 0,110 mg total P/l.

I det øvre grundvand har median koncentrationen af ortho-P ligget på mindre end ca. 0,01-0,015 mg P/l, mens median koncentrationen af total P har ligget på 0,022-0,081 mg P/l. I 20-30 % af alle grundvandsanalyserne har der været markant højere fosforindhold, over 0,1 mg P/l.

I vandløbsvand har de gennemsnitlige årlige koncentrationer af total P ligget på 0,09-0,17 mg P/l, dvs. væsentlige højere koncentrationer end det typiske for jordvand, drænvand og grundvand. Dette skyldes, at væsentlige kilder til fosfortabene er jorderosion og brinkerosion samt spredt bebyggelse. Det er endvidere dokumenteret, at drænvand i nogle tilfælde også kan bidrage til tabet af fosfor. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at også udvaskning fra rodzonen og grundvandsbidrag kan have en ikke uvæsentlig betydning, jf. de punktvis høje koncentrationer i disse medier. Omfanget heraf er ikke kendt.

I grundvandet er koncentrationen af total P betydeligt højere end koncentrationen af ortho-P. Dette kunne tyde på, at opløst organisk P eller kolloidalt-bundet P i grundvandet også kan bidrage til tab af fosfor.

12 Referencer

- Allerup, P., Madsen, H. og Vejen, F. (1998). Standardværdier (1961-96) af Nedbørskorrektioner. Teknisk Rapport 98-10. 17s. Danmarks Meteorologiske Institut.
- Bøgestrand J. (red.) (2000): Vandområder – Vandløb og kilder 1999. NO-VA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 336.
- Bøgestrand J. (red.) (2007): Vandløb 2007. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 642, 96s.
- Cappelen, J. (2008): Danmarks klima 2007 med Tórshavn, Færøerne og Nuuk, Grønland. Teknisk Rapport 08-01 fra Danmarks Meteorologisk Institut, Transport og Energiministeriet.
- Danmarks Statistik (2008): Statistiske efterretninger. Landbrug 2008: 12. Husdyrtætheden i landbruget 2007.
- Danmarks Statistik. Landbrugsstatistikken 1989 -2008.
- Grant, R. (2002). Kornudbytter og høstet kvælstof – udvikling i perioden 1985-2000. Baggrundsnotat til 'Effekten af virkemidlerne i Vandmiljøplan I og II set i relation til en ny vurdering af kvælstofudvaskningen i midten af 1980'erne'. www.dmu.dk – publikationer –øvrige publikationer.
- Grant, R., Laubel, A. & Kronvang, B. (1997): Nedvaskning af fosfor til dræn. Vand og Jord 4 , 169-172.
- Hansen, E. (1990): Normtal for økonomisk optimale N-mængder til landbrugsafgrøder. Miljøstyrelsen. 4s.
- Hirsch, R.M.S. & Slack, J.R (1984): A non-parametric trend test for seasonal data with serial dependance. Water Res. Res. 20, 727-732.
- Jensen, N.H. & Madsen, H.B. (1990): Jordprofilundersøgelse i Vandmiljøplanens Landovervågningsoplande. Statens Planteavlsforsøg, Afd. for Arealdata og Kortlægning, 17pp + bilag.
- Kristensen, K., Jørgensen, U. & Grant, R. (2003): Notat om genberegning af modellen N-LES. Internt notat, Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser. www.agrsci.dk – vandmiljø og www.dmu.dk – publikationer – øvrige publikationer.
- Kristensen, K., Waagepetersen, J., Børgesen, C.D., Vinther, F.P., Grant, R. og Blicher-Mathiesen, G. (2008): Reestimation and further development in the model N-LES - N-LES₃ to N-LES₄. DJF Plant Science No. 139.
- Kronvang, B. & Bruhn, A.J. (1990): Overvågningsprogram. Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb. Miljøministeriet. Danmarks Miljøundersøgelser.

Kronvang, B. & Bruhn, A.J. (1996): Choice of sampling strategy and estimation method for calculating nitrogen and phosphorus transport in small lowland streams. Hydrological Processes.

Kyllingsbæk, A. (1995): Kvælstofoverskud i dansk ladbrug, 1950-1959 og 1974-1994. SP rapport nr. 23. Statens Planteavlsforsøg.

Kyllingsbæk A., Børgensen, C.D., Andersen, J.M., Poulsen, H.D. Børsting, C.F., Vinther, F.P., Heidemann, T., Jørgensen, V., Simmelsgaard, S.E., Nielsen, J., Christensen, B.T., Grant, R. & Blicher-Mathiesen, G. (2000). Kvælstofbalancer i dansk landbrug. Mark- og staldbalancer. Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Jordbrugsforskning.- Udgivet af Danmarks Miljøundersøgelser.

Landsudvalget for kvæg (1993): Fodermiddeltabel 1993. Statens Planteavlsforsøg, rapport nr. 28.

Landsudvalget for kvæg (1995): Fodermiddeltabel 1995. Statens Planteavlsforsøg, rapport nr. 52.

Landsudvalget for kvæg (2000): Fodermiddeltabel 2000. Landskontoret for Kvæg og Danmarks JordbrugsForskning, Rapport nr. 91.

Landsudvalget for kvæg (2005): Fodermiddeltabel 2005. Landskontoret for Kvæg og Danmarks JordbrugsForskning, Rapport nr. 112.

Larsen, S.E. (1996): En statistisk testprocedure til analyse af udviklingstendenser i tidsserier af vandkvalitetsdata. Upubliceret notat fra Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Vandløbsøkologi.

Laursen B. (1994): Normtal for husdyrgødning - revideret udgave af rapport nr. 28. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut, rapport nr. 82.

Laursen, B. (1987): Normtal for husdyrgødning. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut, rapport nr. 28.

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

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

Petersen, L.E., Jensen, R., Andersen, P.M. og Grant, R. (2008): Modellering af kvælstofudvaskning i fem overvågningsoplande med rodzone-modellen Daisy. Baggrundsnotat til vandmiljøplan II - midtvejavlue- ring af VMP. Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet. www.dmu.dk – Vand – Vandmiljøplaner.

Poulsen, H.D. & Kristensen, V.F. (1997): Normtal for husdyrgødning. En revurdering af danske normtal for husdyrgødningens indhold af kvælstof, fosfor og kalium. Danmarks JordbrugsForskning. Beretning nr. 736. 165 pp.

Poulsen, H.D., Børsting, C.F., Rom, H.B. & Sommer, S.G. (2001): Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000. DJF rapport. Markbrug nr. 36.

Poulsen, H.D. (2002): Beregning af N og P i husdyrgødning fra 1985 til 2000. I: Danmarks JordbrugsForskning & Danmarks Miljøundersøgelser (2002): Effekten af virkemidlerne i Vandmiljøplan I og II set i relation til en ny vurdering af kvælstofudvaskningen i midten af 1980'erne. Notat til Skov- og Naturstyrelsen og Fødevareministeriets Departement. www.dmu.dk - publikationer – øvrige publikationer.

Vinther, F.P. og Hansen S. (2004): SIMDEN – en simpel model til beregning denitrifikation af N₂O emission og denitrifikation. DJF-rapport Markbrug nr. 104.

Waagepetersen J., Grant, R., Børgesen, C.D. og Iversen, T.M. (2008): Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan III. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet og Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet. www.dmu.dk – Vand - Vandmiljøplaner.

Tema: Klimaforandringerne påvirkning af kvælstofstab fra dyrkede arealer

Rikke Jensen, Peter M. Andersen, Ruth Grant og Hans E. Andersen

Indledning

I gennem de sidste 20-30 år er der sket en ændring i klimaet svarende til en temperaturstigning på 0,6 °C og en stigning i nedbøren på ca. 50 mm (Olesen et al., 2006; Larsen et al., 2005). Dette har muliggjort dyrkning af mere varmekrævende afgrøder; således er majsarealet i Danmark øget fra ca. 20.000 ha i begyndelsen af 1990'erne til 163.000 ha i 2008.

Indenfor de seneste 15-20 år er der endvidere set store ændringer i dyrkningspraksis og gødskning. Dette skyldes først og fremmest indførelse af gødskningsnormer og lovkrav til håndtering og udnyttelse af husdyrgødning samt stigende krav til dyrkning af efterafgrøder. Prisudviklingen på de enkelte afgrøder har desuden haft stor betydning for, hvilke afgrøder der dyrkes.

Som følge af vekselvirkning mellem de ovennævnte faktorer, er det svært at estimere, hvilken betydning ændring i klimaet har haft på tab af kvælstof fra de dyrkede arealer. For isoleret at se på effekten af klimaændringer er det nødvendigt at anvende modellering, hvor det er muligt at fastholde dyrkningspraksis og dermed have mulighed for at skelne klimaeffekten fra de øvrige faktorer.

Vi har valgt at belyse effekten af klimaændring ved at se på den forventede fremtidige klimaændring i Danmark. Dette gøres ved scenarieberegninger for fire landovervågningsoplande med jord-vand-atmosfære modellen Daisy (Hansen et al., 1991; Abrahamsen og Hansen, 2000). I studiet undersøges effekten på tab af kvælstof fra landbrugsarealer, hvor den nuværende dyrkningspraksis bibeholdes.

Oplandsmodellering med Daisy

Daisy er en 1-dimensionel dynamisk rodzonemodel, som kan simulere høstudbytter, vand- og kvælstofdynamik i landbrugsjord baseret på informationer om landbrugspraksis, jord/grundvandsforhold og klimadata (Abrahamsen og Hansen, 2000).

Til modelleringen er der udvalgt fire oplande fra Landovervågningsprogrammet; Højvads Rende (Loop 1), Odder Bæk (Loop 2), Lillebæk (Loop 4) og Bolbro Bæk (Loop 6). Oplandene repræsenterer forskellige danske geologiske/klimatiske regioner. Daisy er opsat på baggrund af data indsamlet i landovervågningsprogrammet og kalibreret på data fra jordvandsstationmarkerne i de enkelte oplande. Udbredelsen fra punkter til hele oplande sker ud fra den spatiale fordeling af marker, jordtyper og grundvandsniveauer.

For de fire oplande blev Daisy sat op på 2.800 kombinationer af landbrugspraksis, jord/grundvandsforhold og klimaregion i forbindelse med midtvejsevaluering af VMPIII for perioden 1990-2007. Resultaterne heraf er valideret i forhold til høstudbytter, afstrømning og transport af kvælstof i de vandløb, der afvander oplandene (Pedersen et al., 2008).

Opsætningerne af Daisy fra VMPIII bruges til klimascenarieberegningerne. Landbrugspraksis modelleres ved at gentage perioden 1998-2007 tre gange og der anvendes et beregnet kontrol- og scenarieklima. Perioden 1998-2007 er udvalgt af modeltekniske grunde, og fordi landbrugspraksis i denne periode repræsenterer den nuværende praksis bedst muligt.

Klimamodel og databehandling

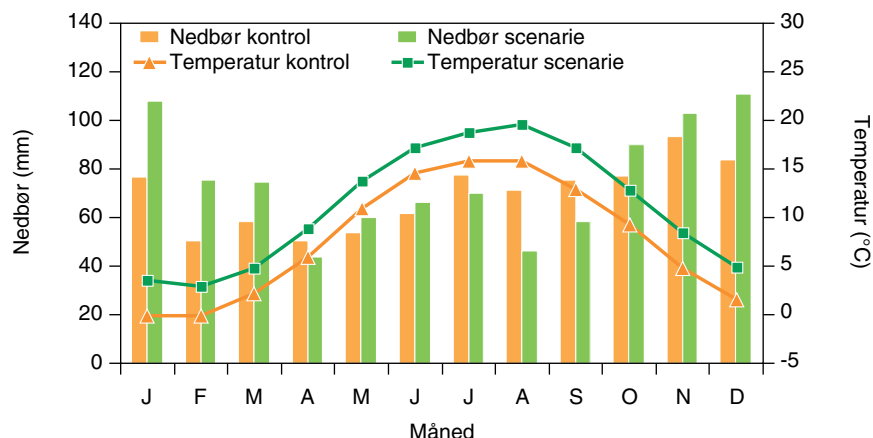
IPCC A2 klimascenarie er brugt for kontrolperioden 1961-1990 og scenarieperioden 2071-2100 (IPCC, 2001). Scenariet A2 er et "worst case scenario", der forudser en fordobling af CO₂-indholdet i atmosfæren over 100 år. Det er udviklet af Max-Planck Institute of Meteorology ud fra en generel cirkulationsmodel.

Modellen er på en meget stor skala, hvorfor det har været nødvendigt at foretage en nedskalering til mindre oplande. A2 er således nedskaleret vha. af den danske regionale klimamodel HIRHAM. Fra de 40 kilometer grids, som dækker oplandene, blev daglige værdier for akkumuleret global indstråling, lufttemperatur og nedbør fra perioden 1961-1990 brugt til at korrigere de nedskalerede værdier til oplandene for både kontrol- og scenarieperioden. Denne korrektionsmetode sikrer, at der opnås samme sæsondynamik som for målinger i felten. Metoden er beskrevet i Andersen et al., 2006. Til sidst foretages en korrektion af nedbøren for vind og opfugtningstab med lækategori B fra DMI's anbefalinger (Allerup et al., 1998).

Klimadata

Når kontrol- og scenarieklimaet sammenlignes for de fire oplande, er der en gennemsnitlig forøgelse af nedbøren på 77 mm (9 %) og en stigning i gennemsnitstemperaturen på 3.2 °C (41 %). På månedsbasis vil nedbøren øges i efteråret og vinteren, mens der vil være et fald i sensommeren, hvilket betyder, at variationen i nedbørsmængden henover året bliver større (figur 1). Antallet af dage med kraftig nedbør (>10 mm pr. dag) vil stige fra 2227 dage i kontrolperioden til 2918 i scenarieperioden (31 %). Temperaturen vil i alle oplande stige i alle måneder (figur 1).

Figur 1. Gennemsnitlige måneds-værdier for nedbør og temperatur på tværs af de fire oplande for henholdsvis kontrol- og scenarie-klima.



Ændring i nedbør

I Daisys modellering af vandbalancen indgår blandt andet en beregning af nettonedbøren, hvilket vil sige den mængde vand, der ikke fordamper eller optages af planterne, men perkolerer igennem rodzonen. I tabel 1 er nettonedbøren vist i forhold til nedbøren for de fire oplande i de to perioder. Stigningen i nedbøren sker fortrinsvis i efterårs- og vintermånederne, hvor fordampning og optagelsen af planterne har mindre betydning, og resulterer derfor i, at den øgede mængde nedbør overvejende ender som nettonedbør. Det vil sige, at selv om nedbøren stiger med ni procent vil det resultere i en stigning i nettonedbøren på gennemsnitlig 24 procent for de fire oplande.

Tabel 1. Nedbør og nettonedbør samt ændringen ved kontrol- og scenarieklima for de fire oplande.

	Højvads Rende		Odder bæk		Lille Bæk		Bolbro Bæk	
	Nedbør	Netto nedbør	Nedbør	Netto nedbør	Nedbør	Netto nedbør	Nedbør	Netto nedbør
Kontrolklima (1961-1990)	707	184	825	293	741	194	1045	482
Scenarietklima (2071-2100)	783	246	885	356	809	256	1147	569
Ændring	76	62	60	63	68	62	102	87
Ændring i procent	11 %	34 %	7 %	22 %	9 %	32 %	10 %	18 %

Udover stigningen i nedbørsmængden vil også forekomsten af kraftige nedbørshændelser stige markant. Disse kraftige nedbørshændelser kan have forskellige uheldige konsekvenser i forhold til tab af kvælstof fra dyrkede arealer. Hvis en kraftig nedbørshændelse efterfølger en længere tørkeperioder på lerjorde, kan det føre til stor udvaskning via makroporestrømning. Desuden kan kraftig nedbør umiddelbart efter gødningsudbringning på skrående arealer give anledning til overfladeerosion, der kan udvaske kvælstof til overfladevand.

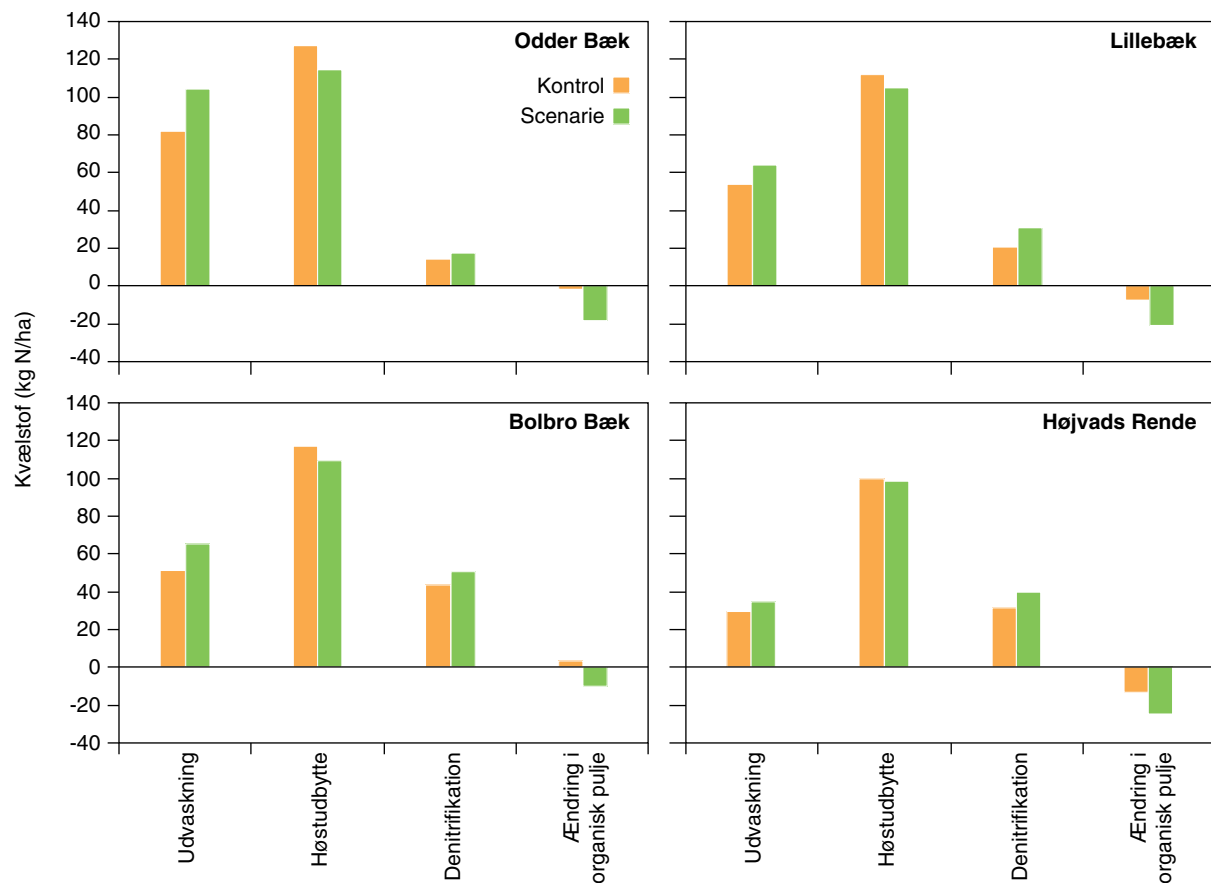
Øget kvælstofstab med ændret klima

Resultaterne af modelleringen viser entydigt i alle fire oplande, at der vil ske et øget tab af kvælstof ved scenarieklima sammenholdt med kontrolklima (figur 2).

Der ses en mindre nedgang i den kvælstofmængde, der bindes i høstudbytterne ved scenarieklima. Med øget temperatur kunne der ellers forventes en udbyttestigning. Mindre nedbør og flere tørkeperioder sommerperioden vil dog trække i den modsatte retning mod et lavere udbytt niveau. Under alle omstændigheder må udbyttenedgangen i et vist omfang anses som et artefakt, dels fordi så- og høstdatoer er bibeholdt, dels fordi der i modelleringen med Daisy ikke er taget højde for den fordobling af CO₂, der antages i A2 scenariet. Det højere CO₂ vil have en gunstig effekt på plantevæksten og vil derfor med stor sandsynlighed have ført til højere udbytter i scenarieberegningen.

Det øgede tab af kvælstof ses både i form af øget udvaskning af kvælstof fra rodzonen (0-100 cm) og stigning i denitrifikationen (figur 2). Tabet må dog anses for at være overvurderet på grund af en undervurdering af udbytterne. Det øgede tab kan imidlertid ikke forklares alene ved faldet i udbytterne. Hovedparten af det øgede tab kan derimod forklares med en væsentlig stigning i nedbrydningen af den organiske pulje. Denne nedbrydning må først og fremmest ses som en effekt af øget temperatur. For alle fire oplande er den gennemsnitlige ændring følgende:

- En stigning i nettonedbør på 24 %
- En stigning i nitratudvaskning på 24 %
- En stigning i denitrifikation på 27 %



Figur 2. Gennemsnit af modelleret kvælstofudvaskning, høstudbytter, denitrifikation og ændring i de organiske puljer for de fire oplande

Konklusion og perspektivering

De forventede klimaændringer vil med uændret landbrugspraksis føre til øget tab af kvælstof fra de dyrkede arealer, både som udvaskning af nitrat fra rodzonen og frigivelse af frit kvælstof til atmosfæren fra denitrifikation.

For at dæmme op for konsekvenserne af den øgede udvaskning af nitrat er det afgørende, at landbrugsdriften i størst muligt omfang tilpasses de ændrede klimabetingelser. Der kan blive tale om

- at introducere efterafgrøder med øget fokus på effektiv optagelse af kvælstof i de perioder udenfor den egentlige vækstsæson, hvor der frigives organisk bundne kvælstof – fortrinsvis i efteråret.
- at importere/udvikle nye sorter af eksisterende afgrøder, der i højere grad end de eksisterende er i stand til at udnytte en lang vækstsæson.
- at indføre nye afgrøder, der er bedre tilpasset et varmere klima.
- at anvende større grad af flerårige afgrøder

Endelig kan det også tænkes, at det i fremtiden vil blive muligt at dyrke to afgrøder på en vækstsæson og derved opnå effektiv optagelse af kvælstof i en større del af året.

Den øgede nedbrydning af den organiske pulje i jorden kan på sigt få stor betydning for miljøet og bæredygtigheden af landbrugsproduktionen. Når det organiske stof i jorden nedbrydes, vil der også blive frigivet kulstof i form af CO₂, der kan være forstærkende i forhold til klimaforandringerne. I forhold til produktionen af afgrøder vil en nedbrydning af jordens organiske pulje på sigt medføre ringere næringsstofindhold i jorden og dermed dårligere vækstbetingelser for planterne.

I forhold til de ændringer, der allerede er sket de sidste 20-30 år med stigning i nedbør på 50 mm, har vi allerede oplevet knap to tredjedele af den forventede nedbørsstigning på 77 mm. Til gengæld udgør temperaturstigningen på 0,6 °C kun en mindre del af temperaturstigningen på 3,2 °C, der forudsiges med klimascenariet.

Referencer

Abrahamsen P & Hansen S (2000): Daisy: an open Soil-Crop-Atmosphere System Model. *Environmental Modelling and Software* 15: 313-330.

Allerup P, Madsen H & Vejen F. (1998): Standartværdier (1961-1990) af nedbørskorrektioner. DMI Teknisk rapport 98-10.

Andersen HE, Kronvang B, Larsen SE, Hoffmann CC, Jensen TS & Rasmussen EK. (2006): Climate change impacts on hydrology and nutrient in a Danish lowland river basin. *Science of the Total Environment* 2006; 365: 223-237.

Hansen S, Jensen HE, Nielsen NE & Svendsen H (1990): DAISY – soil Plant Atmosphere System Model. NPO-rapport Nr. A10 Miljøstyrelsen, København.

IPCC (2001): In: Watson RT, Zinyowera MC, Moss RH, Dokken DJ, editors. Special report on the regional impacts of Climate-change, an assessment of vulnerability. UK: Cambridge University Press; 2001.

Larsen SE, Kronvang B, Ovesen NB & Christensen OB (2005): Afstrømningens udvikling I Danmark. *Vand og Jord* Nr. 1 12. årgang 8-13

Olesen JE, Jacobsen BH, Thorup-Kristensen K, Anderson N, Kudsk P, Jørgensen LN, Hansen LM, Nielsen BL & Boelt B (2006): Tilpasning til klimaændringer i jordbrug og havebrug. DJF rapport, Markbrug nr. 128, Danmarks JordbrugsForskning, Foulum.

Pedersen LE, Jensen R, Andersen PM & Grant R (2008): Modellering af kvælstofudvaskning i fem overvågningsoplande med rodzonemodellen Daisy Internt notat, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus.

Bilag 1.1 Markbalance for kvælstof i 1000 tons fra 1990 til 2007

(fra 2003 er arealopgørelse i henhold til enkeltbetalingsordningen, juletræer indgår i dette areal)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Handelsgødning	394	389	365	328	321	311	286	283	278	257	246	229	206	196	202	201	187	190
Husdyrgødning	244	246	245	248	238	231	233	231	233	229	232	235	237	232	230	227	219	237
Slam og affald	5	6	7	10	9	9	9	8	7	7	9	11	11	5	5	5	5	5
N-fiksering	45	39	41	44	42	40	43	48	46	42	40	37	42	37	35	39	39	35
Deposition	53	53	52	49	46	44	41	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Tilført	741	733	710	679	656	634	611	610	605	575	567	554	536	516	518	519	490	507
Fraført																		
Høstet	366	342	277	322	303	318	306	319	320	299	304	296	289	286	283	298	300	309
Balance (tilført - fraført)	375	391	433	357	353	317	305	291	285	276	263	255	247	230	235	221	190	198
Dyrket areal (1000ha)	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2761	2767	2777	2746	2730

Handelsgødningsforbruget er fra Danmarks Statistik, hvorfra der er fratrasket 5.000 tons N til golfbaner og offentlige anlæg.

Kvælstofbalancerne frem til 2002 er efter Kyllingsbæk et al. (2000) samt pers. komm. med Kyllingsbæk og Damgaard Poulsen, begge DJF (2002)

Balancerne indeholder ikke konserveringssvind, der føres tilbage til markerne. Efter 2002 er balancerne beregnet af DMU.

Bilag 1.2 Markbalance for kvælstof i kg N/ha fra 1990 til 2007

(fra 2003 er arealopgørelse i henhold til enkeltbetalingsordningen, juletræer indgår i dette areal)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Tilført																		
Han- delsgødning ¹	141,4	140,4	132,2	119,7	119,4	113,9	105,2	105,1	104,1	97,3	93,0	85,5	77,3	71,0	73,0	72,4	68,1	69,6
Husdyrgødning	87,5	88,8	88,9	90,6	88,4	84,7	85,8	85,9	87,2	86,6	87,6	87,8	88,9	84,0	83,1	81,7	108,2	113,2
Slam og affald	1,8	2,2	2,6	3,5	3,4	3,4	3,2	2,8	2,7	2,8	3,4	4,1	4,1	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
N-fixering	16,1	14,2	14,8	16,1	15,4	14,6	15,7	18,0	17,2	15,7	15,0	13,6	15,6	13,4	12,6	14,0	14,2	12,8
Deposition	19	19	19	18	17	16	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Tilførsel ialt	265,9	264,6	257,5	247,9	243,6	232,6	224,8	226,9	226,29	217,4	214,0	207,8	200,9	184,7	188,0	14,4	177,3	178,4
Fraført																		
Høstet	131,4	123,4	100,4	117,7	112,4	116,5	112,7	118,8	119,6	113,0	114,7	110,5	108,4	103,6	102,3	107,3	109,2	113,2
Balance	134,5	141,2	157,2	130,2	131,2	116,1	112,2	108,1	106,7	104,3	99,4	95,4	92,5	81,1	82,8	77,1	69,2	72,5

Bilag 1.3 Markbalance for fosfor i 1000 tons P for hele landet fra 1990 til 2007

(fra 2003 er arealopgørelse i henhold til enkeltbetalingsordningen, juletræer indgår i dette areal)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Handelsgødning	40,6	37,9	32,7	27,6	23,3	21,9	21	22,8	21,2	19,8	16,8	15,3	14,3	13,6	14,5	14,6	13,0	13,4
Husdyrgødning	54,6	54,9	54,9	55,0	53,9	54,8	54,9	54,9	55,9	54,8	54,8	56,5	52,0	51,5	49,3	46,8	44,8	45,9
Slam og industriaffald	3,4	3,4	4,6	5,7	5,2	5,4	5,6	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Deposition	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tilførsel ialt	98,9	96,5	92,5	88,6	82,7	82,4	81,8	83,0	82,4	79,9	77,7	77,6	72,1	70,9	69,6	67,2	61,1	62,6
Fraført																		
Høstet	60,8	57,0	44,5	51,9	48,8	52,3	51,0	53,4	53,5	51,0	52,3	51,4	50,2	50,1	50,3	52,2	50,0	50,4
Balance i 1000 tons P	38,1	39,5	48,0	36,7	33,9	30,1	30,8	29,6	28,9	28,9	25,4	26,2	21,9	20,8	19,3	15,0	11,1	12,2

Dyrket areal (1000ha) 2788 2770 2756 2739 2691 2726 2716 2688 2672 2644 2647 2676 2666 2761 2767 2777 2746 2730

- 1) Handelsgødningforbruget er fratrukket 1 mio. kg P til golfbaner og offentlige anlæg
- 2) Data for forbruget af slam og affald fra industri til landbrugsjord findes kun fra henholdsvis 1987, 1991 og 1996. For perioden 1988-1990 er værdien fra 1987 anvendt, og for de øvrige år er brugt interne notater, og manglende data er anslået (industriaffald 1994 & 1997). Fra 1997 indeholder slam til landbrugsjord ikke slam til mineraliseringsanlæg (langtidslagring). Så den relative nedgang i slamtilførslen skyldes til dels dette forhold. Endvidere ender slam til anden udnyttelse fra 1998 ikke længere på landbrugsjorden.

Bilag 1.4 Markbalance for fosfor i kg P/ha for hele landet fra 1990 til 2007

(fra 2003 er arealopgørelse i henhold til enkeltbetalingsordningen, juletræer indgår i dette areal)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Handelsgødning	14,6	13,7	11,9	10,1	8,7	8,0	7,7	8,5	7,9	7,5	6,5	5,7	5,4	4,9	5,2	5,3	4,7	4,9
Husdyrgødning	19,6	19,8	19,9	20,1	20,0	20,1	20,2	20,4	20,9	20,7	20,7	21,1	19,5	18,7	17,8	16,9	16,2	16,8
Slam + affald	1,2	1,2	1,7	2,1	1,9	2,0	2,1	1,9	1,9	1,9	2,1	2,1	2,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Deposition	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
I alt kg P/ha	35,5	34,8	33,6	32,4	30,7	30,2	30,1	30,9	30,8	30,2	29,4	29,0	27,0	25,7	25,2	24,2	22,3	22,9
Fraført																		
Høstet	21,8	20,6	16,1	19,0	18,1	19,2	18,8	19,9	20,0	19,3	19,8	19,2	18,8	18,1	18,2	18,8	18,2	18,5
Balance i kg P/ha	13,7	14,2	17,5	13,4	12,6	11,0	11,3	11,0	10,8	10,9	9,6	9,8	8,2	7,5	7,0	5,4	4,0	4,5
Dyrket areal (1000ha)	2798	2776	2760	2750	2706	2744	2714	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2761	2767	2777	2746	2730

Bilag 2 Kvælstof- og fosforbalancer i landovervågningsoplandene, opdelt på brugstyper og husdyrtætheder

Kvælstofbalancer i landovervågningsoplandene i 2007 (6 oplande). Kg N ha⁻¹.

	Husdyrtæthed				Brugstype		
	0 DE ha ⁻¹	0-1 DE ha ⁻¹	1-1,7 DE ha ⁻¹	>1.7 DE ha ⁻¹	Plantebrug	Svinebrug	Kvægbrug
Areal (ha)	1440	889	3881	557	2722	1704	2368
Antal brug	42	26	45	7	73	18	28
Dyreenheder	0	516	4674	937	1113	2166	3038
Handelsgødning (kg N ha ⁻¹)	125	89	63	21	105	60	47
Husdyrgødning (kg N ha ⁻¹)	1	59	114	140	41	104	133
Udbinding (kg N ha ⁻¹)	0	2	5	11	0	1	12
N-fixering	3	8	21	33	6	5	41
Deposition	15	15	15	15	15	15	15
Tilført	144	173	218	220	167	185	248
Høstet (kg N ha ⁻¹)	100	107	127	124	105	102	151
Tilført-høstet	44	68	91	96	62	83	97

Fosforbalancer i landovervågningsoplandene i 2007 (6 oplande). Kg P ha⁻¹.

	Husdyrtæthed				Bedrifter		
	0 DE ha ⁻¹	0-1 DE ha ⁻¹	1-1,7 DE ha ⁻¹	>1.7 DE ha ⁻¹	Plantebrug	Svinebrug	Kvægbrug
Areal (ha)	1440	889	3881	557	2722	1704	2368
Antal brug	42	26	45	7	73	18	28
Dyreenheder	0	516	4674	937	1113	2166	3038
Handelsgødning (kg P ha ⁻¹)	13,2	3,5	2,3	0,3	8,7	0,6	2,6
Husdyrgødning (kg P ha ⁻¹)	0,2	15,1	22,8	30,6	9,4	23,4	25,3
Udbinding (kg P ha ⁻¹)	0	0,4	0,6	1,3	0	0,1	1,5
Tilført	14,4	19,0	25,7	33,2	18,1	24,1	29,4
Høstet (kg P ha ⁻¹)	17,7	19,0	21,7	21,4	18,6	18,9	24,5
Tilført-høstet	-4,3	0	4,0	10,8	-0,5	5,2	4,9

Bilag 3

Opgørelsesmetoder til markbalancer og N-kvoter

Hele landet

Markbalancerne for hele landet er efter Kyllingsbæk et al., (2000) indtil år 2000. Balancerne for 2001-2004 er foreløbige opgørelser udført af DMU. Data for forbruget af handelsgødningen er hentet fra Landbrugsstatistikken 1985-2008 (Danmarks Statistik, 1985-2008), dog er dette forbrug fratrasket den gødningsmængde, der anvendes til offentlige anlæg, skove, private haver m.v., hvilket er anslået til 5.000 tons N og 500 tons P. Næringsstofindholdet i husdyrgødning er baseret på husdyrenes fordeling på dyrekategorier iflg. Danmarks Statistik. Næringsstofindholdet i husdyrgødningen for de enkelte husdyrskategorier følger genberegning af næringsstofindholdet i husdyrgødningen fra 1985 til 1996 (Poulsen, 2002), mens indholdet efter 1996 følger de til en hver tid gældende normer, som er implementeret i Bedriftsløsningen (Poulsen og Kristensen, 1997; Poulsen et al., 2001). Anvendelse af slam og industriaffald for 2000 og fremefter i landbruget er oplysninger hentet fra Miljøstyrelsens rapporter.

Udbytteerne for hele landet er fra Danmarks Statistiks høsttælling. Heri er udbytteerne af grovfoderet overvurderet, hvorved der er indregnet et svind på 10 % for majs, græs og efterafgrøder og 15 % for udbytteerne fra vedvarende græsarealer (Kyllingsbæk et al., 2000). Normtal for afgrødernes kvælstofindhold er efter opgørelserne i Fodermiddeltabellerne fra 1992, 1995 og 2000 (Landsudvalget for Kvæg, 1993, 1995, 2000 og 2005), dog er N-indholdet i kornafgrøderne efter analyser fra Landsudvalget for svin (Grant, 2002).

Landbrugets kvælstofkvote på landsplan er for perioden 1985-1995 (Hansen, 1990) og for perioden 1994-2007 opgjort af L. Knudsen (pers. medd., 2008) på baggrund af landets afgrødefordeling og afgrødernes kvælstofnorm. Før 1993/94 var der tale om et anbefalet behov og herefter om en kvote. I rapporten refereres dog for hele perioden til en kvote. Kvælstofkvoten er korrigeret for kvælstofprognosen og eftervirkning af efterafgrøder og før 2002 desuden korrigeret for eftervirkning af husdyrgødning. I 1999 blev kvælstofnormen reduceret med 10 %, hvilket betød et fald i kvoten på ca. 40.000 tons N. Samtidig blev normerne for græs ændret, således at der ikke er fradrag for afgræsning, men samtidig skal der indregnes udnyttelse af gødning lagt på marken ved afgræsning. Dette betyder, at kvoten øges med ca. 15.000 tons N pr. år. Disse forhold giver et "spring" i de opgjorte kvælstofkvoter i 1999.

Landovervågningsoplandene

Data til opgørelser af markbalancer i landovervågningen er baseret på interviewundersøgelserne af landmændene i oplandene. I interviewun-

dersøgelsen er anvendt de til enhver tid gældende normer for produktion af husdyrgødning og dennes indhold af næringsstoffer. Det vil sige, for perioden 1990-1995 er der anvendt normtal fra Laursen (1987), for perioden 1996-1997 normtal efter Laursen (1994), for 1998 og fremefter anvendes normtal fra Landbrugets Bedriftsløsningsprogram (Niels Petersen, Dansk Landbrugsrådgivning, pers. komm.).

Fjernet kvælstof er opgjort på basis af landmændenes oplyste høstudbytter. Også i landovervågningen vurderes det, at udbytterne af grovfoderet er overvurderet, hvorved der også her er indregnet et svind på 10 % for majs, græs og efterafgrøder og 15 % for udbytterne fra vedvarende græsarealer.

Opgørelsen over fjernet kvælstof er imidlertid forbundet med en vis usikkerhed; dette gælder specielt, hvor afgrøden, afgrøderesten eller en eventuel efterafgrøde anvendes til foder. Dette skyldes dels usikkerhed ved indberetningerne med hensyn til brutto- og nettoudbytter, dels usikkerhed over, hvorvidt hele udbyttet er blevet registreret, eller der for eksempel er taget et ekstra slæt eller foregået en sen afgræsning. Normtal for afgrødernes kvælstofindhold er opgjort som for hele landet.

Kvælstoffixering i oplandene er fra 1990-97 beregnet efter Kyllingsbæk (1995) og fra 1998 beregnet efter model opstillet i Grønt Regnskab i landbruget. Ved beregning af balancer ses på hele det dyrkede areal, dvs. brakarealerne er også indregnet.

Bilag 4

Regler for landbrugets dyrkning af afgrøder og anvendelse af gødning

Regler for grønne marker

Krav om vintergrønne marker blev indført under Vandmiljøplan I. For hver ejendom over 10 ha skulle andelen af vintergrønne marker udgøre mindst 45 % af ejendommens landbrugsareal i 1988 og stige til mindst 65 % i 1990. Afgrøder, der kan indgå i grønne marker, omfatter vinterkorn, fodermajs, rodfrugter, frøgræs, vinterraps, juletræer og pyntegrønt, sene frilandsgrøntsager samt frugt- og bærkulturer.

Desuden kan græsmarksafgrøder, der pløjes efter 20. oktober, indgå. Op til 20 % af arealet, der indgår i grønne marker, kan erstattes med halmnedmuldning. Dog skal 1,6 ha nedmuldes for at erstatte 1 ha grønne marker. Arealer, der indgår i grønne marker, kan ikke også indgå i efterafgrødearealet det samme efterår.

Krav om grønne marker er ophørt fra 2004.

Regler for efterafgrøder

I 1998 blev Vandmiljøplan II vedtaget. Heri blev der stillet krav om, at der på hver ejendom skal etableres efterafgrøder på mindst 6 % af et defineret efterafgrødegrundareal. Fra 2005 strammes kravet til efterafgrøder, således at ejendomme med mindre end 0,8 DE/ha stadig skal have efterafgrøder på 6 % af efterafgrødegrundlaget, mens ejendomme med mere end 0,8DE/ha skal have efterafgrøder på 10 % efterafgrødegrundlaget. Fra 2009 skærpes kravet til efterafgrøder yderligere til henholdsvis 10 og 14 % af efterafgrødegrundlaget.

Reglen om lovpligtige efterafgrøder gælder for virksomheder større end 10 ha. For 2003 og 2004 er virksomheder dog undtaget fra reglen, hvis efterafgrødegrundlaget er mindre end 2 ha eller hvis mindst 90 % af efterafgrødegrundlaget udgøres af 1-årig brak eller afgrøder med græsudlæg, inklusiv græsudlæg indeholdende bælgeplanter. Fra 2005 er virksomheder undtaget fra reglen, hvis efterafgrødegrundlaget er mindre end 2 ha, eller hvis arealet er fuldt ud plantet til med grønne marker. Såfremt virksomheden har etableret plantedække med grønne marker, så det ikke er muligt at etablere et fuldt efterafgrødeareal, er der kun krav om etablering af pligtige efterafgrøder på de resterende arealer.

Reglen om lovpligtige efterafgrøder kan opfyldes som et gennemsnit af det aktuelle år samt 4 foregående planperioder, men man kan ikke "skylde" efterafgrøder.

De afgrøder, der kan medregnes som lovpligtige efterafgrøder, er for 2005: Udlæg af græs (uden kløver), korsblomstrede afgrøder og cikorie.

Korn, græs og korsblomstrede afgrøder sået før eller efter høst, dog senest 1. august. Frøgræs. Korsblomstrede afgrøder sået før eller efter høst, dog senest 20. august.

Udlæg af lovpligtige efterafgrøder skal ske i korn eller afgrøder med tilsvarende høsttidspunkt. Udlæg i fodermajs, roer og lignende afgrøder med sent høsttidspunkt kan ikke anvendes som lovpligtig efterafgrøde, fra 2005/6 tæller græsudlæg udlagt i majs dog også med. Dog må græsudlægget først nedpløjes 1. marts det følgende år.

De afgrøder, der skal medregnes i efterafgrødegrundarealet, er vår- og vinterkorn, vår- og vinterraps, rybs, soja, sennep, ærter, hestebønne, solsikke, olieør, 1-årigt udtagne arealer, andre etårige afgrøder, der ikke optager kvælstof om efteråret i høståret. Andre etårige afgrøder kan være tidlige kartofler, spinat, lupiner, tidlige grønsager, græs udlagt om efteråret i renbestand og enårige frøafgrøder. Et-årige afgrøder defineres i denne sammenhæng som afgrøder, der sås i perioden juli-maj og høstes inden næstkommende september, hvorefter marken er uden plantedække indtil 20. oktober.

Harmonikrav

I Miljøministeriets bekendtgørelser fastsættes der regler for, hvor stor en mængde husdyrgødning opgjort i dyreenheder pr. harmoniareal, der må udbringes på en landbrugsbedrift. For 2002/2003 gælder, at på svinebrug, økologiske brug samt øvrige brug må der udbringes husdyrgødning, der svarer til gødningsproduktionen fra 1,4 DE/ha harmoniareal.

På kvægbrug må der udbringes husdyrgødning, der svarer til gødningsproduktionen fra 1,7 DE/ha harmoniareal. Dog må der udbringes gødning, der svarer til produktionen fra 2,3 DE/ha harmoniareal, hvis mindst 70 % af ejendommens areal dyrkes med foderafgrøder. Der er desuden en række krav til gødningsanvendelse, afgrødefølge, ompløjning m.v. På brug med fjerkræ, pelsdyr eller en blanding heraf må der udbringes husdyrgødning, der svarer til gødningsproduktionen fra 1,7 DE/ha harmoniareal.

Harmoniarealet omfatter arealer samt forpagtede arealer, hvor der dyrkes afgrøder med en kvælstofnorm eller et vejledende behov for fosfor og kalium. Kun arealer, der kan og må gødskes med husdyrgødning, kan medregnes til harmoniarealet.

Regler for udbringning af husdyrgødning

I perioden fra høst til 1. februar må der ikke udbringes flydende husdyrgødning. Undtaget herfra er udbringning fra høst til 1. oktober på etablerede, overvintrende fodergræsarealer og på arealer, hvor der den følgende vinter skal være vinterraps, samt i perioden fra høst til 15. oktober på arealer med frøgræs, der høstes og sælges til et frøavlsfirma.

Udbringning af flydende husdyrgødning må kun ske ved slangeudlægning, nedfældning eller lignende fra 1. august 2003. I perioden fra høst til 20. oktober må der kun udbringes fast gødning på arealer, hvor der er

afgrøder den følgende vinter. Og i perioden fra 1. september til 1. marts må der ikke udbringes flydende husdyrgødning i flerårige afgrøder uden høst.

Husdyrgødning, der udbringes på ubevoksede arealer, skal nedbringes hurtigst muligt og inden 6 timer.

Krav til opbevaringskapacitet

Ejendomme, der har et dyrehold eller oplagrer husdyrgødning, skal have en opbevaringskapacitet, der er tilstrækkelig til, at kravene til udnyttelse af husdyrgødningen og reglerne for udbringning af husdyrgødning kan overholdes. Dog skal opbevaringskapaciteten svare til mindst 6 måneders tilførsel af husdyrgødning. Den tilstrækkelige opbevaringskapacitet vil normalt svare til 9 måneders tilførsel.

Udnyttelse af husdyrgødning

Krav til udnyttelse af husdyrgødning gælder for ejendomme, som har mere end 10 dyreenheder eller har en husdyrtæthed på mere end 1,0 DE ha⁻¹ eller modtager mere end 25 tons husdyrgødning om året.

"Udnyttelsen af husdyrgødning" udtrykker den andel af husdyrgødningen, som dækker bedriftens N-kvote, når handelsgødningsforbruget er trukket fra. Bedriftens N-kvote er summen af afgrødernes kvælstofnormer plus N-prognose og minus eftervirkning af efterafgrøder.

Udnyttelsen beregnes på følgende måde:

$$\frac{\text{Bedriftens "N - kvote" - Tildelt handelsgødningskvælstof}}{\text{Total tildelt husdyrgødningskvælstof}} \times 100$$

Det lovmæssige krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning på ejendomsniveau var i 2002/2003: 75 % for svinegylle, 70 % for kvæggylle, 45 % for dybstrøelse og 65 % for anden husdyrgødning. For alle gødningstyper var dette en stigning i kravet på 5 %-point i forhold til året før. I udnyttelseskravet indgår både 1. års-virkningen og eftervirkningen.

Bilag 5.1 Afgrøder, gødningstilførsel og oplyste udbytter (kg N/ha) ved jordvandsstationerne, 1990-2007

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjtot	pfjtot	N_fix
102	7	1990	Plante	0,0	Fabriksroer	120	0	0	38	0	0	104	15	2
102	7	1991	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	123	0	0	15	0	0	108	21	2
102	7	1992	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	160	0	0	19	0	0	106	17	2
102	7	1993	Plante	0,0	Fabriksroer	101	0	0	25	0	0	104	15	2
102	7	1994	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	179	0	0	17	0	0	115	19	2
102	7	1995	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	172	0	0	20	0	0	140	23	2
102	7	1996	Plante	0,0	Fabriksroer	96	0	0	12	0	0	83	12	2
102	7	1997	Plante	0,0	Vårbyg, malt	90	0	0	0	0	0	128	23	2
102	7	1998	Plante	0,0	Vårbyg til malt	121	0	0	22	0	0	103	21	2
102	7	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	107	0	0	28	0	0	86	16	2
102	7	2000	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	217	0	0	0	0	0	162	29	2
102	7	2001	Plante	0,0	Vårbyg	115	0	0	8	0	0	76	16	2
102	7	2002	Plante	0,0	Vårbyg til malt	117	0	0	22	0	0	85	17	2
102	7	2003	Plante	0,0	Vinterhvede	175	0	0	17	0	0	144	26	2
102	7	2004	Plante	0,0	Vinterhvede	184	0	0	17	0	0	157	28	2
102	7	2005	Plante	0,0	Vinterhvede	167	0	0	13	0	0	152	26	2
102	7	2006	Plante	0,0	Brak m. græs	0	0	0	0	0	0	0	0	5
102	7	2007	Svin	1,8	Vårbyg	100	0	0	0	0	0	116	21	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjtot	pfjtot	N_fix
103	6	1990	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	176	0	0	13	0	0	106	20	2
103	6	1991	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	118	0	0	12	0	0	104	20	2
103	6	1992	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	110	0	0	14	0	0	72	14	2
103	6	1993	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	95	0	0	0	0	0	115	22	2
103	6	1994	Plante	0,0	Fabriksært	0	0	0	12	0	0	175	20	234
103	6	1995	Plante	0,0	Vinterhvede, brød	191	0	0	19	0	0	183	30	2
103	6	1996	Plante	0,0	Fabriksroer	113	0	0	33	0	0	102	15	2
103	6	1997	Plante	0,0	Vårbyg, malt	99	0	0	0	0	0	110	21	2
103	6	1998	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	199	0	0	22	0	0	143	25	2
103	6	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	123	0	0	28	0	0	118	21	2
103	6	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	93	0	0	0	0	0	109	22	2
103	6	2001	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	195	0	0	42	0	0	152	28	2
103	6	2002	Plante	0,0	Fabriksroer - top	113	0	0	22	0	0	125	22	2
103	6	2003	Plante	0,0	Vårbyg	99	0	0	0	0	0	97	21	2
103	6	2004	Plante	0,0	Vinterhvede	196	0	0	18	0	0	151	27	2
103	6	2005	Plante	0,0	Fabriksroer - top	107	0	0	24	0	0	134	20	2
103	6	2006	Plante	0,0	Vinterhvede	102	0	0	0	0	0	132	23	2
103	6	2007	Plante	0,0	Vinterhvede	205	0	0	19	0	0	151	25	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
104	5	1990	Svin	0,0	Vinterhvede, foderk	292	58	0	40	4	0	177	29	2
104	5	1991	Svin	0,1	Markært	0	0	0	0	0	0	206	23	266
104	5	1992	Svin	0,2	Vinterhvede, foderk	172	0	0	20	0	0	186	30	2
104	5	1993	Svin	0,2	Fabriksroer	130	0	0	39	0	0	130	19	2
104	5	1994	Svin	0,2	Vårbyg, foderkorn	103	0	0	13	0	0	125	23	2
104	5	1995	Svin	0,2	Vinterhvede, brød	187	0	0	18	0	0	191	31	2
104	5	1996	Plante	0,1	Fabriksroer	119	0	0	34	0	0	109	16	2
104	5	1997	Plante	0,0	Vårbyg, malt	93	0	0	12	0	0	155	28	2
104	5	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	115	0	0	31	0	0	149	27	2
104	5	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	132	0	0	0	0	0	134	27	2
104	5	2001	Plante	0,0	Vårbyg m. kløverudl	115	0	0	17	0	0	135	28	2
104	5	2002	Plante	0,0	Hvidkløver	0	0	0	0	0	0	18	2	200
104	5	2003	Plante	0,0	Engrapgræs e.kløver	103	0	0	0	0	0	58	16	2
104	5	2004	Plante	0,0	Engrapgræs plænegræs	138	0	0	0	0	0	34	4	2
104	5	2005	Plante	0,0	Engrapgræs plænegræs	144	0	0	9	0	0	82	14	2
104	6	2006	Plante	0,0	Vårbyg	105	0	0	14	0	0	119	23	2
104	6	2007	Plante	1,3	Vinterhvede	58	138	0	15	29	0	154	26	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
105	6	1990	Plante	0,0	Fabriksroer	100	0	0	28	0	0	105	16	2
105	6	1991	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	208	0	0	0	0	0	165	27	2
105	6	1992	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	191	0	0	26	0	0	138	23	2
105	6	1993	Plante	0,0	Fabriksroer	105	0	0	36	0	0	124	19	2
105	6	1994	Plante	0,2	Vårbyg, foderkorn	86	0	0	0	0	0	107	19	2
105	6	1995	Plante	0,4	Vinterhvede, brød	178	0	0	14	0	0	195	32	2
105	6	1996	Plante	0,1	Fabriksroer	111	0	0	28	0	0	98	15	2
105	6	1997	Plante	0,0	Vårbyg, malt	82	0	0	0	0	0	126	24	2
105	6	1998	Plante	0,0	Vinterhvede	201	0	0	14	0	0	140	24	2
105	6	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	100	0	0	26	0	0	114	21	2
105	6	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	104	0	0	0	0	0	118	24	2
105	6	2001	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	185	0	0	12	0	0	146	27	2
105	6	2002	Plante	0,0	Fabriksroer - top	103	0	0	24	0	0	154	28	2
105	6	2003	Plante	0,0	Vårbyg til malt	103	0	0	0	0	0	111	23	2
105	6	2004	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	183	0	0	31	0	0	160	29	2
105	6	2005	Plante	0,0	Fabriksroer - top	95	0	0	32	0	0	134	20	2
105	6	2006	Plante	0,0	Vinterhvede	158	0	0	0	0	0	137	24	2
105	6	2007	Plante	0,0	Vinterhvede	168	0	0	13	0	0	130	22	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
106	6	1990	Plante	3,6	Vinterhvede, foderk	203	0	0	19	0	0	226	37	2
106	6	1991	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	189	0	0	34	0	0	191	31	2
106	6	1992	Plante	0,0	Fabriksroer	127	0	0	46	0	0	86	13	2
106	6	1993	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	95	0	0	0	0	0	115	22	2
106	6	1994	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	187	0	0	18	0	0	168	28	2
106	6	1995	Plante	0,0	Vårbyg, malt	107	0	0	0	0	0	124	24	2
106	6	1996	Plante	0,0	Vårbyg, malt	82	0	0	12	0	0	122	23	2
106	6	1997	Plante	0,0	Vinterhvede, brød	192	0	0	286	0	0	183	30	2
106	6	1998	Plante	0,0	Vårbyg	102	0	0	0	0	0	113	22	2
106	6	1999	Plante	0,0	Konservesært	0	0	0	0	0	0	263	31	256
106	6	2000	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	191	0	0	19	0	0	165	30	2
106	6	2001	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	182	0	0	19	0	0	157	29	2
106	6	2002	Plante	0,0	Vinterhvede	239	0	0	24	0	0	144	26	2
106	6	2003	Plante	0,0	Vinterhvede m.udlæg	223	0	0	18	0	0	155	28	2
106	6	2004	Plante	0,0	Rødsvingel. marktyp	120	0	0	13	0	0	32	4	2
106	6	2005	Plante	0,0	Vinterraps	206	0	0	28	0	0	157	41	2
106	11	2006	Plante	0,0	Vinterhvede	105	0	0	0	0	0	132	23	2
106	11	2007	Plante	0,0	Fabriksroer - top	107	0	0	17	0	0	133	20	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
107	7	1994	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	178	0	0	17	0	0	176	29	2
107	7	1995	Plante	0,0	Fabriksroer	126	0	0	29	0	0	93	14	2
107	7	1996	Plante	0,0	Vårbyg, malt	74	0	0	0	0	0	134	24	2
107	7	1997	Plante	0,0	Vinterhvede, brød	178	0	0	13	0	0	211	34	2
107	7	1998	Plante	0,0	Fabriksroer - top	115	0	0	35	0	0	90	16	2
107	7	1999	Plante	0,0	Vårbyg til malt	85	0	0	0	0	0	83	17	2
107	7	2001	Plante	0,0	Vårbyg	108	0	0	11	0	0	94	20	2
107	7	2002	Plante	0,0	Fabriksroer - top	117	0	0	29	0	0	130	23	2
107	7	2003	Plante	0,0	Vårbyg	78	0	0	0	0	0	99	20	2
107	7	2004	Plante	0,0	Purløg til frø. høs	178	0	0	3	0	0	0	0	0
107	7	2005	Plante	0,0	Vårbyg	97	0	0	12	0	0	116	23	2
107	7	2006	Plante	0,0	Konservesært	0	0	0	12	0	0	109	13	106
107	7	2007	Plante	0,0	Vårbyg til malt	106	0	0	0	0	0	117	22	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
201	4	1990	Kvæg	1,8	Foderroer	108	340	0	0	54	0	158	23	2
201	4	1991	Kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, fod	74	148	8	0	29	1	176	31	2
201	4	1992	Kvæg	1,9	Vårbyg, foderkorn	74	204	0	0	40	0	47	9	2
201	4	1993	Kvæg	1,9	Vårbyg + udlæg, fod	66	261	39	0	49	3	93	16	2
201	4	1994	Kvæg	2,2	Foderroer	24	462	0	0	76	0	134	20	2
201	4	1995	Kvæg	2,3	Vårbyg + udlæg, fod	88	303	16	0	51	1	135	23	2
201	4	1996	Kvæg	3,2	Majs	36	379	0	40	65	0	208	29	2
201	4	1997	Kvæg	1,6	Vårbyg, ærtehelsæd	0	0	0	9	0	0	83	11	57
201	4	1998	Kvæg	1,5	Vinterhvede	62	222	0	0	40	0	155	26	2
201	4	1999	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	86	331	0	0	54	0	237	36	4
201	4	2000	Kvæg	2,0	Havre	48	74	0	0	12	0	78	18	2
201	4	2001	Kvæg	1,9	Vinterhvede (brød)	82	381	0	0	61	0	112	21	2
201	4	2002	Kvæg	1,3	Vårbyg m. græsudlæ	31	107	0	0	22	0	71	14	2
201	4	2003	Kvæg	1,0	Silomajs	29	176	0	11	31	0	143	27	2
201	4	2004	Kvæg	1,0	Vårbyg m. græsudlæ	25	89	0	0	19	0	61	12	2
201	4	2005	Kvæg	1,1	Vårbyg m. græsudlæg	26	106	0	0	19	0	97	19	2
201	2	2006	Kvæg	1,3	Vårbyg	26	96	0	0	17	0	87	17	2
201	2	2007	Kvæg	1,3	Vinterbyg	73	124	0	0	26	0	123	22	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
202	1	1990	Kvæg	1,8	Vårbyg + udlæg, fod	82	148	21	0	29	2	166	27	2
202	1	1991	Kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, fod	90	148	6	0	29	1	176	31	2
202	1	1992	Kvæg	1,9	Anden rodfrugt	54	352	0	0	67	0	170	21	2
202	1	1993	Kvæg	1,9	Vårbyg + udlæg, fod	66	261	0	0	49	0	72	13	2
202	1	1994	Kvæg	2,2	Markært	0	109	0	0	18	0	152	17	226
202	1	1995	Kvæg	2,3	Vinterhvede, foderk	86	217	0	0	37	0	171	28	2
202	1	1996	Kvæg	3,2	Vårbyg, ærtehelsæd	0	74	18	0	13	2	119	16	60
202	1	1997	Kvæg	1,6	Vinterhvede, foderk	58	105	0	0	15	0	149	24	2
202	1	1998	Kvæg	1,5	Vinterrug	98	117	0	0	21	0	97	19	2
202	1	1999	Kvæg	1,8	Havre	24	164	0	0	27	0	81	18	2
202	1	2000	Kvæg	2,0	Vinterhvede (brød)	96	229	0	0	43	0	131	23	2
202	1	2001	Kvæg	1,9	Vintertriticale	54	88	0	0	14	0	100	20	2
202	1	2002	Kvæg	1,3	Silomajs	16	248	0	8	47	0	246	46	2
202	1	2003	Kvæg	1,0	Silomajs	29	216	0	11	52	0	219	41	2
202	1	2004	Kvæg	1,0	Silomajs	17	214	0	9	38	0	184	35	2
202	1	2005	Kvæg	1,1	Silomajs	17	247	0	9	48	0	179	32	2
202	2	2006	Kvæg	1,3	Silomajs	19	252	0	7	51	0	186	33	2
202	2	2007	Kvæg	1,3	Vårbyg	54	151	0	4	26	0	127	22	4

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
203	1	1990	Svin	1,0	Vårbyg, foderkorn	74	0	0	0	0	0	129	23	2
203	1	1991	Svin	1,1	Vårrops, industri	123	0	0	0	0	0	68	15	2
203	1	1992	Svin	1,0	Vinterhvede, foderk	162	140	0	0	24	0	107	17	2
203	1	1993	Svin	1,1	Vårbyg + udlæg, fod	74	248	4	0	43	1	88	14	2
203	1	1994	Svin	2,2	Helsæd	68	81	0	0	13	0	141	21	2
203	1	1995	Svin	1,5	Markært	0	0	0	14	0	0	121	14	196
203	1	1996	Svin	1,6	Vinterhvede, foderk	78	407	0	0	100	0	126	21	2
203	1	1997	Svin	1,6	Vinterhvede, foderk	49	211	0	0	46	0	77	13	2
203	1	1998	Svin	1,4	Vårbyg	48	106	0	0	26	0	77	15	2
203	1	1999	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæ	49	201	0	0	203	0	62	12	4
203	1	2000	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæ	54	110	0	0	28	0	98	20	2
203	1	2001	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæ	38	112	0	0	28	0	75	15	2
203	1	2002	Svin	0,5	Havre	75	0	0	17	0	0	100	23	2
203	1	2003	Kvæg	1,9	Grønkorn. vårbyg	74	297	0	0	53	0	259	40	4
203	1	2004	Kvæg	1,4	Vårbyg m. græsudlæ	18	106	0	0	19	0	77	16	2
203	1	2005	Kvæg	1,7	Vårbyg	48	98	0	0	17	0	87	17	2
203	2	2006	Kvæg	1,8	Grønkorn. vinterh	60	168	0	0	30	0	98	14	2
203	2	2006	Kvæg	1,8	Vedv. græs. lavt	60	168	0	0	30	0	182	27	15
203	2	2007	Kvæg	1,3	Kl.græs. s. 31-50	174	181	0	0	33	0	255	38	126

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
204	1	1990	Kvæg	2,3	Vårbyg + udlæg, fod	90	90	42	0	18	5	146	23	2
204	1	1991	Kvæg	2,2	Kløvergræs	192	212	37	6	36	5	178	21	54
204	1	1992	Kvæg	1,6	Kløvergræs	251	100	129	13	17	16	160	19	52
204	1	1993	Kvæg	1,6	Vårbyg + udlæg, fod	90	128	16	0	15	2	81	15	2
204	1	1994	Kvæg	2,7	Fodderroer	54	182	0	0	27	0	257	34	2
204	1	1995	Kvæg	2,1	Vårbyg + udlæg, fod	114	145	11	0	29	1	97	18	2
204	1	1996	Kvæg	1,7	Vårbyg + udlæg, fod	66	54	24	0	13	2	134	24	2
204	1	1997	Kvæg	1,5	Græs til afgræsning	160	86	117	4	2	12	284	32	2
204	1	1998	Kvæg	1,4	Kl.græs. s+a 11-30	147	56	145	0	5	23	301	45	155
204	1	1999	Kvæg	1,4	Vårrops	47	67	0	0	6	0	105	20	2
204	1	2000	Kvæg	0,6	Vinterhvede (brød)	60	77	0	0	10	0	134	24	2
204	1	2001	Kvæg	0,3	Vårbyg m. græsudlæ	123	93	6	0	18	1	118	23	4
204	1	2002	Kvæg	0,1	Kartoffel. spise	130	0	0	8	0	0	183	26	2
204	1	2003	Kvæg	0,1	Vårbyg	103	0	0	13	0	0	85	17	2
204	1	2004	Kvæg	0,3	Vinterhvede	66	103	0	0	25	0	100	18	2
204	1	2005	Kvæg	1,1	Vintertriticale	41	134	0	0	25	0	93	19	2
204	2	2007	Kvæg	2,2	Vedv. græs. a	72	80	39	9	15	4	90	14	5

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
205	3	1990	Kvæg	1,3	Græs til slet	402	219	0	10	28	0	435	45	83
205	3	1991	Kvæg	1,3	Foderroer	95	386	0	0	63	0	172	23	2
205	3	1992	Kvæg	1,1	Markært	0	0	0	12	0	0	104	12	175
205	3	1993	Kvæg	1,1	Vinterhvede, foderk	149	98	0	0	14	0	171	28	2
205	3	1994	Kvæg	1,1	Vårbyg + udlæg, fod	161	83	22	10	11	2	142	25	2
205	3	1995	Kvæg	1,1	Foderroer	122	296	0	4	41	0	116	17	2
205	3	1996	Kvæg	1,2	Markært	0	0	0	16	0	0	118	13	176
205	3	1997	Kvæg	1,2	Vinterhvede, foderk	120	96	0	0	15	0	155	25	2
205	3	1998	Kvæg	1,0	Vårbyg	74	181	13	0	33	2	121	23	4
205	3	1999	Kvæg	1,2	Vårbyg m. græsudlæ	117	110	29	0	19	4	128	22	4
205	3	2000	Kvæg	1,1	Silomajs	43	241	0	36	52	0	195	37	2
205	3	2001	Kvæg	1,0	Silomajs	25	235	0	14	38	0	199	37	2
205	3	2002	Kvæg	1,0	Silomajs	48	201	0	20	34	0	195	37	2
205	3	2003	Kvæg	1,0	Silomajs	26	193	0	30	33	0	205	38	2
205	3	2004	Kvæg	1,2	Silomajs	17	197	0	9	34	0	195	37	2
205	3	2005	Kvæg	1,6	Silomajs	17	201	0	9	34	0	176	31	2
205	2	2006	Kvæg	1,5	Silomajs	26	196	0	14	33	0	174	31	2
205	2	2007	Kvæg	1,4	Silomajs	17	231	0	9	40	0	145	26	2

Stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
206	1	1990	Kvæg	1,7	Vinterhvede, foderk	184	0	0	6	0	0	112	18	2
206	1	1991	Kvæg	1,6	Vårrops, industri	122	121	0	0	15	0	64	14	2
206	1	1992	Kvæg	1,6	Vårbyg, foderkorn	47	108	0	0	15	0	38	7	2
206	1	1993	Kvæg	1,6	Markært	0	134	0	0	19	0	135	15	205
206	1	1994	Kvæg	1,9	Udyrket Brak	0	0	0	0	0	0	0	0	2
206	1	1995	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderk	113	134	0	15	20	0	165	27	2
206	1	1996	Kvæg	2,3	Vårbyg, ærtehelssæd	96	105	0	0	16	0	153	21	62
206	1	1997	Kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, hel	144	291	30	0	45	3	194	26	2
206	1	1998	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	142	235	0	8	44	0	205	31	4
206	1	1999	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	123	227	47	0	39	7	216	33	4
206	1	2000	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	129	211	63	0	35	9	218	37	4
206	1	2001	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	148	151	57	0	26	9	218	37	4
206	1	2002	Kvæg	1,7	Helsæd. vårbyg/ært	49	76	0	0	13	0	228	30	18
206	1	2003	Kvæg	1,7	Helsæd. vårbyg	49	96	0	0	17	0	135	24	2
206	1	2004	Plante	0,0	Brak m. græs	0	0	0	0	0	0	0	0	5
206	1	2005	Plante	0,0	Brak m. græs	0	0	0	0	0	0	0	0	5
206	2	2006	Plante	0,0	Brak m. græs	0	0	0	0	0	0	0	0	5
206	2	2007	Kvæg	1,3	Brak m. græs	0	0	0	0	0	0	0	0	5

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
301	6	1990	Kvæg	11,6	Vinterhvede, foderk	164	0	0	0	0	0	192	31	2
301	6	1991	Kvæg	1,3	Vinterbyg + udlæg,	135	138	8	0	17	1	201	34	2
301	6	1992	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	184	92	107	24	13	13	229	24	60
301	6	1993	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderk	119	0	0	0	0	0	207	34	2
301	6	1994	Kvæg	1,5	Vinterbyg + udlæg,	142	97	31	0	14	4	150	27	2
301	6	1995	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	138	0	101	0	0	13	221	25	76
301	6	1996	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderk	115	93	0	0	34	0	167	27	2
301	6	1997	Kvæg	1,1	Vinterbyg + udlæg,	122	145	0	0	19	0	175	29	2
301	6	1998	Kvæg	1,1	Rent græs. s+a	171	84	281	20	23	45	248	37	2
301	6	1999	Kvæg	1,2	Rent græs. s+a	202	0	162	20	0	24	266	40	2
301	6	2000	Kvæg	0,8	Vinterhvede (brø	87	106	0	0	23	0	131	23	2
301	6	2001	Kvæg	0,8	Vinterhvede (brø	123	151	0	0	27	0	124	23	2
301	6	2002	Kvæg	0,9	Grønkorn. vårbyg	140	43	44	0	13	7	207	32	12
301	6	2003	Kvæg	1,0	Kl.græs. s+a 31-	129	0	111	0	0	17	249	32	140
301	6	2004	Kvæg	1,0	Kl.græs. s+a 31-	134	0	90	17	0	13	249	32	138
301	6	2005	Kvæg	1,1	Kl.græs. s+a	89	93	155	7	18	22	237	35	148
301	6	2006	Kvæg	1,1	Havre	0	165	0	0	32	0	45	9	2
301	6	2007	Kvæg	1,1	Vinterbyg	70	148	0	0	27	0	123	22	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
302	6	1990	Kvæg	1,3	Vårbyg + udlæg, fod	99	0	0	0	0	0	192	32	2
302	6	1991	Kvæg	1,7	Kløvergræs	216	113	61	0	1	8	266	32	63
302	6	1992	Kvæg	1,2	Kløvergræs	189	101	87	0	1	11	231	28	59
302	6	1993	Kvæg	1,2	Græs til afgræsning	140	168	69	14	2	9	0	0	61
302	6	1994	Kvæg	1,2	Vinterhvede, foderk	190	0	0	19	0	0	149	24	2
302	6	1995	Kvæg	1,2	Vinterbyg, foderkor	165	0	0	21	0	0	139	25	2
302	6	1996	Kvæg	1,2	Vårbyg, foderkorn	88	0	0	11	0	0	130	24	2
302	6	1997	Kvæg	1,0	Vinterbyg, foderkor	119	0	0	0	0	0	133	24	2
302	6	1998	Kvæg	0,8	Vinterhvede	165	0	0	0	0	0	132	23	2
302	6	1999	Kvæg	0,2	Vinterbyg	146	0	0	6	0	0	95	20	2
302	6	2000	Kvæg	0,2	Vinterraps	179	0	0	0	0	0	140	27	2
302	6	2001	Kvæg	0,3	Vinterhvede	162	0	0	12	0	0	148	27	2
302	6	2002	Kvæg	0,2	Vinterhvede	168	0	0	11	0	0	108	20	2
302	6	2003	Kvæg	0,2	Vinterhvede	159	0	0	18	0	0	103	19	2
302	6	2004	Plante	0,1	Vinterbyg	80	56	0	0	14	0	118	26	2
302	6	2005	Plante	0,1	Vinterraps	120	89	0	5	25	0	118	31	2
302	6	2006	Plante	0,0	Vinterhvede	42	97	0	0	25	0	144	25	2
302	6	2007	Plante	0,8	Vårbyg m. græsudlæg	68	74	0	0	19	0	106	21	2

Stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
303	6	1990	Svin	0,5	Vinterhvede, foderk	185	0	0	22	0	0	134	22	2
303	6	1991	Svin	0,5	Vinterbyg, foderkor	168	0	0	31	0	0	135	26	2
303	6	1992	Svin	0,7	Vårbyg + udlæg, fod	84	0	0	16	0	0	67	12	2
303	6	1993	Svin	1,2	Frøgræs	122	328	0	0	78	0	64	7	36
303	6	1994	Svin	1,4	Rent græs	0	0	0	0	0	0	0	0	34
303	6	1995	Svin	1,5	Vårbyg, malt	92	0	0	0	0	0	145	26	2
303	6	1996	Svin	1,4	Vårbyg, foderkorn	78	0	0	0	0	0	110	20	2
303	6	1997	Svin	1,4	Vinterhvede, foderk	122	139	0	0	30	0	134	22	2
303	6	1998	Svin	1,3	Vinterhvede	96	112	0	0	29	0	135	23	2
303	6	1999	Svin	1,5	Vårbyg m. græsud	0	121	0	0	31	0	96	19	2
303	6	2000	Svin	1,3	Rajgræs. alm. si	48	94	0	0	24	0	88	10	2
303	6	2001	Svin	1,3	Vinterhvede	108	117	0	0	30	0	137	25	2
303	6	2002	Svin	1,3	Vinterhvede	108	101	0	0	28	0	137	25	2
303	6	2003	Svin	0,9	Vinterhvede	96	76	0	0	21	0	121	22	2
303	6	2004	Svin	0,8	Vinterraps	78	112	0	0	29	0	150	29	2
303	6	2005	Svin	0,9	Vinterhvede	104	79	0	0	19	0	124	22	2
303	6	2006	Svin	0,9	Vårbyg m. græsudl	29	76	0	0	17	0	73	14	2
303	6	2007	Plante	0,8	Rajgræs. alm. sildi	130	0	0	0	0	0	54	6	2

Stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
304	7	1990	Plante	0,0	Vinterraps, industr	206	0	0	23	0	0	150	33	2
304	7	1991	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	179	0	0	33	0	0	157	26	2
304	7	1992	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	127	0	0	26	0	0	42	8	2
304	7	1993	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	169	0	0	28	0	0	103	17	2
304	7	1994	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	206	0	0	30	0	0	103	17	2
304	7	1995	Plante	0,0	Vinterbyg, foderkor	142	0	0	19	0	0	73	14	2
304	7	1996	Plante	0,0	Vinterbyg, foderkor	130	0	0	16	0	0	82	16	2
304	7	1997	Plante	0,0	Vinterbyg, foderkor	129	0	0	16	0	0	67	13	2
304	7	1998	Plante	0,0	Vinterraps	152	0	0	19	0	0	57	11	2
304	7	1999	Plante	0,0	Vinterhvede	130	0	0	16	0	0	72	13	2
304	7	2000	Plante	0,0	Vinterhvede	160	0	0	20	0	0	52	9	2
304	7	2001	Plante	0,0	Vinterhvede	175	0	0	19	0	0	115	21	2
304	7	2002	Plante	0,0	Vårbyg	113	0	0	14	0	0	54	11	2
304	7	2003	Plante	0,0	Vårbyg	113	0	0	13	0	0	53	11	2
304	7	2004	Plante	0,0	Vinterbyg	149	0	0	19	0	0	72	16	2
304	7	2005	Plante	0,0	Vinterbyg	147	0	0	19	0	0	85	18	2
304	4	2006	Plante	0,0	Vårbyg m. græsudl	104	0	0	8	0	0	72	14	2
304	4	2007	Plante	0,0	Helsæd. vårbyg	179	0	0	16	0	0	182	28	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjtot	pfjtot	N_fix
305	6	1990		1,1	Vinterhvede, foderk	0	69	0	0	17	0	85	14	2
305	6	1991		2,3	Udyrket Brak	0	0	36	0	0	12	0	0	2
305	6	1992		1,0	Vårbyg, foderkorn	0	0	0	0	0	0	16	3	2
305	6	1993		0,4	Spildkorn	0	0	0	0	0	0	0	0	2
305	6	1994		0,4	Frilandsgrønsager	0	101	0	0	24	0	0	0	2
305	6	1995		0,5	Frilandsgrønsager	0	0	0	0	0	0	0	0	2
305	6	1996		1,0	Vårhvede, brød	0	82	0	0	29	0	63	10	2
305	6	1997		0,7	Græs til afgræsning	0	74	92	0	27	15	189	26	71
305	6	1998	Andet	0,6	Kl.græs. a. 11-3	0	44	87	0	15	11	213	32	169
305	6	1999	Andet	0,4	Kl.græs. a. 11-3	0	0	30	0	0	2	213	32	172
305	6	2000	Andet	0,4	Kl.græs. a. 11-3	0	0	29	0	0	2	184	27	172
305	6	2001	Andet	0,3	Vårbyg	0	162	0	0	33	0	44	8	2
305	6	2002	Plante	0,0	Vårbyg	0	0	0	0	0	0	54	12	2
305	6	2003	Plante	0,1	Kl.græs. a. 11-3	0	0	63	0	0	10	215	32	200
305	6	2004	Plante	0,1	Kl.græs. a. 31-5	22	0	53	3	0	8	143	18	109
305	6	2005	Plante	0,1	Kl.græs. a. 1	53	0	123	11	0	19	106	16	75
305	6	2006	Andet	0,1	Vinterhvede	150	0	0	18	0	0	81	14	2
305	6	2007	Andet	0,1	Vinterhvede	160	5	0	20	1	0	93	16	2

Stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjtot	pfjtot	N_fix
401	7	1990	Plante	5,3	Foderroer	122	0	0	33	0	0	255	33	2
401	7	1991	Plante	3,5	Fodermajs	181	0	0	32	0	0	243	34	2
401	7	1992	Plante	4,0	Fodermajs	181	0	0	54	0	0	225	32	2
401	7	1993	Plante	3,9	Fodermajs	190	0	0	53	0	0	162	23	2
401	7	1994	Plante	3,9	Majs	170	0	0	72	0	0	202	29	2
401	7	1995	Plante	3,7	Vårbyg, malt	107	0	0	0	0	0	119	21	2
401	7	1996	Plante	3,3	Majs	66	210	0	23	36	0	235	33	2
401	7	1997	Plante	3,7	Vinterhvede, foderk	108	174	0	0	25	0	199	32	2
401	7	1998	Svin	14,6	Vårbyg til malt	74	81	0	0	21	0	84	17	2
401	7	1999	Svin	14,6	Vårbyg	91	79	0	0	20	0	109	22	2
401	7	2000	Plante	0,0	Vinterbyg	74	114	0	0	29	0	114	25	2
401	7	2001	Plante	0,0	Vinterraps	80	242	0	0	62	0	122	23	2
401	7	2002	Plante	0,0	Vinterhvede	49	277	0	0	181	0	140	25	2
401	7	2003	Plante	0,0	Vinterhvede	55	153	0	0	41	0	126	23	2
401	7	2004	Plante	0,0	Vinterhvede	69	147	0	0	39	0	121	22	2
401	7	2005	Plante	0,0	Vinterhvede	69	161	0	0	42	0	147	25	2
401	6	2006	Plante	0,0	Vårbyg	56	93	0	0	24	0	61	12	2
401	6	2007	Plante	1,9	Hundegræs	35	215	0	0	51	0	52	6	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
402	6	1990	Svin	0,7	Vinterhvede, foderk	172	0	0	18	0	0	177	29	2
402	6	1991	Svin	0,7	Vårbyg + udlæg, fod	108	0	0	18	0	0	97	18	2
402	6	1992	Svin	0,6	Kløverfrø	0	0	0	0	0	0	0	0	202
402	6	1993	Svin	0,6	Vinterhvede, brød	182	0	0	12	0	0	162	27	2
402	6	1994	Svin	0,9	Vårbyg + udlæg, fod	83	0	0	26	0	0	91	17	2
402	6	1995	Svin	0,8	Markært	0	0	0	27	0	0	158	18	226
402	6	1996	Svin	0,9	Vinterhvede, foderk	58	99	0	0	19	0	169	28	2
402	6	1997	Svin	0,9	Vinterbyg, malt	137	0	0	22	0	0	131	25	2
402	6	1998	Svin	0,9	Vinterraps	155	182	0	0	58	0	127	25	2
402	6	1999	Svin	0,9	Rajgræs. alm. sild.	111	0	0	13	0	0	75	20	2
402	6	2000	Svin	1,5	Rajgræs. alm. 2.år	45	131	0	0	38	0	49	6	2
402	6	2001	Svin	1,5	Vinterhvede	84	125	0	0	36	0	139	25	2
402	6	2002	Svin	1,5	Vinterhvede	67	161	0	0	48	0	123	22	2
402	6	2003	Svin	1,0	Vårbyg m. græsudlæg	87	0	0	0	0	0	88	18	2
402	6	2004	Svin	1,3	Rajgræs. alm. sildi	35	128	0	0	35	0	78	9	2
402	6	2005	Svin	1,4	Vinterbyg	43	138	0	0	36	0	107	24	2
402	6	2006	Svin	1,4	Vinterraps	28	185	0	0	46	0	127	33	2
402	6	2007	Svin	1,3	Vinterhvede	33	162	0	0	39	0	133	22	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
403	6	1990	Svin	0,7	Vinterhvede, foderk	159	183	0	6	63	0	207	34	2
403	6	1991	Svin	0,7	Vårbyg, foderkorn	101	0	0	0	0	0	82	16	2
403	6	1992	Svin	0,6	Vinterraps, industr	165	0	0	19	0	0	147	32	2
403	6	1993	Svin	0,6	Vinterhvede, brød	135	170	0	0	41	0	211	34	2
403	6	1994	Svin	0,9	Vinterbyg, foderkor	170	0	0	23	0	0	115	21	2
403	6	1995	Svin	0,8	Vinterraps, industr	175	204	0	9	51	0	120	26	2
403	6	1996	Svin	0,9	Vinterhvede, foderk	60	369	0	0	106	0	159	26	2
403	6	1997	Svin	0,9	Vinterhvede, foderk	123	114	0	0	94	0	177	29	2
403	6	1998	Svin	0,9	Vinterhvede	100	206	0	0	65	0	132	23	2
403	6	1999	Svin	0,9	Vinterbyg	163	0	0	0	0	0	120	27	2
403	6	2000	Svin	1,5	Vinterraps	96	210	0	0	60	0	115	22	2
403	6	2001	Svin	1,5	Vinterhvede	52	125	0	0	36	0	139	25	2
403	6	2002	Svin	1,5	Vinterhvede	67	144	0	0	43	0	131	24	2
403	6	2003	Svin	1,0	Vinterhvede m.udlæg	66	118	0	0	36	0	131	24	2
403	6	2004	Svin	1,3	Rødsvingel. plænegr	0	177	0	0	49	0	63	9	2
403	6	2005	Svin	1,4	Rødsvingel. plænegr	0	149	0	0	36	0	34	4	2
403	6	2006	Svin	1,4	Vårbyg	0	121	0	0	29	0	61	12	2
403	6	2007	Svin	1,3	Vinterhvede m.udlæg	63	125	0	0	30	0	129	22	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
404	6	1990	Plante	0,0	Vårrops, industri	164	0	0	28	0	0	104	23	2
404	6	1991	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	166	0	0	18	0	0	155	26	2
404	6	1992	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	107	0	0	0	0	0	78	14	2
404	6	1993	Plante	0,0	Vinterbyg, foderkor	162	88	0	19	21	0	128	24	2
404	6	1994	Plante	0,0	Vinterraps, industr	164	0	0	8	0	0	109	24	2
404	6	1995	Plante	0,0	Vinterhvede, brød	168	0	0	16	0	0	196	32	2
404	6	1996	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	158	0	0	13	0	0	120	20	2
404	6	1998	Plante	0,0	Vinterbyg	204	0	0	25	0	0	105	22	2
404	6	1999	Plante	0,0	Nonfood. vinterraps	172	86	0	8	33	0	104	23	2
404	6	2000	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	162	0	0	10	0	0	167	30	2
404	6	2001	Kvæg	0,0	Vårbyg	120	0	0	21	0	0	105	22	2
404	6	2002	Plante	0,0	Vårbyg til malt	99	0	0	0	0	0	80	16	2
404	6	2004	Svin	1,6	Vinterraps	78	119	0	0	33	0	129	25	2
404	6	2005	Svin	1,8	Vinterhvede	55	124	0	0	32	0	160	28	2
404	6	2006	Svin	1,8	Vinterhvede m.udl	42	151	0	0	37	0	139	24	2
404	6	2007	Svin	1,3	Rødsvingel. plænegr	47	125	0	0	30	0	34	4	2

Stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
405	6	1990	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	107	0	0	25	0	0	154	28	2
405	6	1991	Plante	0,0	Markært	0	0	0	33	0	0	118	13	188
405	6	1992	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	174	0	0	32	0	0	230	37	2
405	6	1993	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	187	0	0	35	0	0	191	31	2
405	6	1994	Plante	0,0	Fabriksroer	162	0	0	37	0	0	209	27	2
405	6	1995	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	117	0	0	22	0	0	122	22	2
405	6	1996	Plante	0,0	Vårrops, biobrændse	134	0	0	45	0	0	248	55	2
405	6	1997	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	167	0	0	16	0	0	187	30	2
405	6	1998	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	195	0	0	12	0	0	160	27	2
405	6	1999	Plante	0,0	Vårbyg til malt	121	0	0	24	0	0	109	22	2
405	6	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	114	0	0	19	0	0	101	20	2
405	6	2001	Plante	0,0	Nonfood. vinterraps	159	0	0	18	0	0	131	23	2
405	6	2002	Plante	0,0	Vinterhvede	142	0	0	27	0	0	140	25	2
405	6	2003	Plante	0,0	Vinterhvede	166	0	0	24	0	0	129	23	2
405	6	2004	Plante	0,0	Vårbyg til malt	102	0	0	17	0	0	99	20	2
405	6	2005	Plante	0,0	Vårbyg til malt	105	0	0	13	0	0	105	20	2
405	6	2006	Plante	0,0	Nonfood. vinterra	158	0	0	20	0	0	210	53	2
405	6	2007	Plante	0,0	Vinterhvede	149	0	0	19	0	0	127	21	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
406	6	1990	Kvæg	1,4	Fodermajs	95	250	0	9	31	0	310	44	2
406	6	1991	Kvæg	1,6	Fodermajs	123	222	0	28	30	0	310	44	2
406	6	1992	Kvæg	1,5	Fodermajs	70	312	0	17	39	0	256	36	2
406	6	1993	Kvæg	1,2	Vinterhvede, brød	134	192	0	0	24	0	197	32	2
406	6	1994	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderk	159	120	0	0	15	0	214	35	2
406	6	1995	Kvæg	1,5	Vinterhvede, foderk	135	53	0	0	7	0	197	32	2
406	6	1996	Kvæg	1,2	Vinterhvede, foderk	118	99	0	0	12	0	155	25	2
406	6	1997	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderk	134	89	0	0	11	0	176	29	2
406	6	1998	Kvæg	1,1	Fabriksroer - top	27	179	0	0	34	0	91	17	2
406	6	1999	Kvæg	1,4	Helsæd. vårbyg	34	151	53	0	24	8	205	31	12
406	6	2000	Kvæg	1,4	Kl.græs. s+a 31-50	30	86	297	0	14	46	338	43	238
406	6	2001	Kvæg	2,2	Kl.græs. s+a 11-30	33	144	163	0	18	27	219	32	180
406	6	2002	Kvæg	2,2	Helsæd. vårbyg	34	316	43	0	44	8	139	24	4
406	6	2003	Kvæg	2,3	Helsæd. vårbyg	27	115	34	0	20	6	173	29	12
406	6	2004	Kvæg	2,2	Kl.græs. s. 11-30	31	132	0	5	24	0	145	22	120
406	6	2005	Kvæg	2,7	Rent græs. s	43	387	0	0	71	0	162	24	2
406	6	2006	Kvæg	2,3	Silomajs	0	182	0	0	33	0	157	28	2
406	6	2007	Kvæg	1,7	Silomajs	67	228	0	0	40	0	201	36	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
601	1	1990	Kv+sv	7,3	Vinterbyg, foderkor	122	214	0	0	54	0	128	24	2
601	1	1991	Kv+sv	8,5	Markært	0	24	0	0	4	0	141	16	210
601	1	1992	Kv+sv	1,8	Vinterhvede, foderk	68	208	0	0	53	0	80	13	2
601	1	1993	Kv+sv	2,4	Vårraps, industri	107	177	0	0	61	0	83	18	2
601	1	1994	Kv+sv	2,2	Vinterhvede, foderk	54	262	0	0	66	0	188	31	2
601	1	1995	Kv+sv	1,6	Vinterbyg, foderkor	69	238	0	0	60	0	128	23	2
601	1	1996	Kv+sv	1,5	Vårbyg, foderkorn	48	138	0	0	34	0	109	20	2
601	1	1997	Kv+sv	1,4	Vinterraps, industr	63	112	0	0	28	0	45	10	2
601	1	1998	Andet	1,6	Vinterhvede	49	139	0	0	39	0	141	24	2
601	1	1999	Andet	1,6	Vinterhvede	80	157	0	0	44	0	106	18	2
601	1	2000	Andet	1,7	Vinterbyg	62	99	0	0	27	0	85	19	2
601	1	2001	Andet	1,7	Vinterraps	72	231	0	0	64	0	70	14	2
601	1	2002	Andet	1,5	Vinterhvede	73	115	0	0	34	0	127	23	2
601	1	2003	Svin	1,2	Vintertritical	44	121	0	0	35	0	100	20	2
601	1	2004	Svin	1,5	Vårbyg	26	124	0	0	31	0	85	17	2
601	1	2005	Svin	1,2	Vinterhvede	87	117	0	0	28	0	106	19	2
601	1	2006	Svin	1,4	Vårbyg	33	106	0	0	24	0	82	16	2
601	1	2007	Svin	1,3	Havre	14	111	0	0	24	0	99	21	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
602	5	1990	Kvæg	1,3	Kløvergræs-slet	178	0	0	19	0	0	262	33	64
602	5	1991	Kvæg	1,3	Vårbyg, foderkorn	158	0	0	15	0	0	137	25	2
602	5	1992	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderk	173	0	0	19	0	0	183	30	2
602	5	1993	Kvæg	1,3	Foderroer	97	421	0	10	75	0	171	25	2
602	5	1994	Kvæg	1,8	Fodermajs	80	257	0	24	50	0	256	36	2
602	5	1995	Kvæg	1,7	Fodermajs	93	163	0	23	36	0	270	38	2
602	5	1996	Kvæg	1,6	Vårbyg, foderkorn	48	132	0	0	20	0	125	23	2
602	5	1997	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderk	138	144	0	0	22	0	166	27	2
602	5	1998	Kvæg	1,3	Fodersukkerroe	123	305	0	0	81	0	120	17	2
602	5	1999	Kvæg	1,5	Silomajs	57	223	0	15	33	0	189	35	2
602	5	2000	Kvæg	1,5	Vårbyg	58	115	0	0	17	0	101	20	2
602	5	2001	Kvæg	1,7	Vårbyg	47	118	0	0	18	0	92	19	2
602	5	2002	Kvæg	1,5	Silomajs	15	340	0	4	84	0	205	38	2
602	5	2003	Kvæg	1,6	Silomajs	13	242	0	7	58	0	184	35	2
602	5	2004	Andet	1,5	Vårbyg	59	120	0	0	24	0	125	24	4
602	5	2005	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	72	143	0	0	32	0	122	23	4
602	1	2006	Svin	1,2	Vårbyg m. græsudl	65	135	0	0	29	0	84	16	2
602	1	2007	Svin	1,5	Vårbyg	113	139	0	14	28	0	100	19	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
603	1	1990	Kvæg	1,3	Græs til slet	209	0	0	22	0	0	254	26	63
603	1	1991	Kvæg	1,3	Kløvergræs,afgr,sle	205	149	27	11	20	3	173	23	56
603	1	1992	Kvæg	1,3	Vårbyg, foderkorn	103	0	0	0	0	0	73	14	2
603	1	1993	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderk	122	101	0	0	12	0	161	26	2
603	1	1994	Kvæg	1,8	Foderroer	135	300	0	0	61	0	183	27	2
603	1	1995	Kvæg	1,7	Korn, ærter modenhe	41	187	26	0	33	3	209	26	81
603	1	1996	Kvæg	1,6	Græs til afgræsning	224	0	340	17	0	35	204	26	71
603	1	1997	Kvæg	1,4	Græs til afgræsning	207	0	288	17	0	30	221	28	74
603	1	1998	Kvæg	1,3	Kl.græs. a. 11	180	0	203	13	0	31	248	37	117
603	1	1999	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	84	133	73	0	20	11	200	30	4
603	1	2000	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	152	0	57	0	0	9	207	35	4
603	1	2001	Kvæg	1,7	Helsæd. vårbyg	0	0	0	0	0	0	263	36	17
603	1	2002	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	34	102	71	0	17	11	271	37	18
603	1	2003	Kvæg	1,6	Helsæd. vårbyg	56	167	35	0	42	5	260	35	18
603	1	2004	Andet	1,5	Vårbyg	33	197	0	0	43	0	125	24	4
603	1	2005	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	72	141	5	0	32	1	118	23	4
603	1	2006	Svin	1,2	Vårbyg	41	80	0	0	18	0	87	16	2
603	1	2007	Svin	1,5	Nonfood. vinterraps	39	139	0	0	27	0	102	27	2

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
604	1	1990	Kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, fod	95	0	0	0	0	0	204	35	2
604	1	1991	Kvæg	2,0	Vårbyg, foderkorn	81	49	0	0	0	0	97	18	2
604	1	1992	Kvæg	1,1	Vårhvede, foderkorn	34	114	0	0	10	0	79	13	2
604	1	1993	Kvæg	1,3	Fodermajs	27	268	0	0	47	0	243	34	2
604	1	1994	Kvæg	1,3	Fodermajs	57	310	0	34	67	0	270	38	2
604	1	1995	Kvæg	1,7	Vårbyg + udlæg, fod	105	204	40	0	27	5	126	21	2
604	1	1996	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	146	0	217	0	0	22	191	20	2
604	1	1997	Kvæg	1,5	Grønkorn	128	93	151	0	14	16	199	21	2
604	1	1998	Kvæg	2,1	Grønkorn. vårb	162	144	248	0	33	45	226	34	4
604	1	1999	Kvæg	2,5	Kl.græs. a. 11	153	0	400	0	0	72	248	37	129
604	1	2000	Kvæg	2,4	Grønkorn. vårb	94	71	231	0	11	41	182	28	4
604	1	2001	Kvæg	2,3	Grønkorn. vårb	0	163	128	0	28	23	182	28	4
604	1	2002	Kvæg	2,9	Grønkorn. vårb	0	95	0	0	17	0	262	41	12
604	1	2003	Kvæg	2,5	Kl.græs. s. 11	150	106	0	0	19	0	230	34	134
604	1	2004	Kvæg	2,2	Silomajs	19	270	0	10	50	0	184	35	2
604	1	2005	Kvæg	3,0	Silomajs	19	232	0	10	42	0	269	51	2
604	1	2006	Kvæg	3,1	Silomajs	22	325	0	11	58	0	244	43	2
604	1	2007	Kvæg	2,7	Grønkorn. vårb	86	118	0	0	21	0	196	29	12

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
605	1	1990	kvæg	3,1	Helsæd	220	120	0	9	15	0	142	21	2
605	1	1991	kvæg	3,8	Græs til slet	284	376	0	0	48	0	290	30	67
605	1	1992	kvæg	1,7	Græs til slet	295	179	0	0	23	0	127	13	48
605	1	1993	kvæg	1,4	Sletgræs, 0-10 pct.	243	188	0	0	24	0	217	28	64
605	1	1994	kvæg	1,6	Korn, ærter modenhe	120	120	0	0	15	0	149	20	77
605	1	1995	kvæg	1,7	Korn, ærter modenhe	112	229	0	0	30	0	169	22	74
605	1	1996	kvæg	1,3	Vårbyg, helsæd	81	65	0	0	10	0	142	21	2
605	1	1997	kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, hel	54	69	0	0	11	0	131	20	2
605	1	1998	Kvæg	1,4	Grønkorn. vint	134	140	81	0	27	15	190	28	4
605	1	1999	Kvæg	1,3	Brak. flerårig	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	1	2000	Kvæg	1,3	Brak. flerårig	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	1	2001	Kvæg	0,7	Brak. flerårig	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	1	2002	Plante	0,0	Brak. flerårig	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	1	2003	Plante	0,0	Brak (fjernbra	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	1	2004	Plante	0,0	Brak (fjernbra	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	11	2006	Plante	0,0	Brak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
605		2007	Plante	0,0	Brak, flerårig									

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjtot	pfjtot	N_fix
606	1	1990	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	90	0	0	13	0	0	128	24	2
606	1	1991	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	82	140	0	8	34	0	109	20	2
606	1	1992	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	90	0	0	14	0	0	51	10	2
606	1	1993	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	107	0	0	12	0	0	89	16	2
606	1	1994	Svin	0,3	Vårrops, industri	52	232	0	0	38	0	83	18	2
606	1	1995	Svin	0,3	Vinterhvede, brød	76	202	0	0	48	0	148	24	2
606	1	1996	Svin	0,0	Vinterbyg, foderkor	75	164	0	0	26	0	108	19	2
606	1	1997	Plante	0,0	Grønkorn	196	0	0	29	0	0	153	16	2
606	1	1998	Kvæg	1,9	Kl.græs. a. 0-	174	0	134	8	0	21	230	34	2
606	1	1999	Plante	0,0	Kl.græs. s+a 1	0	79	0	0	15	0	266	40	210
606	1	2000	Plante	0,0	Grønkorn. vint	0	201	0	0	39	0	198	32	4
606	1	2001	Plante	0,0	Kl.græs. a. 31	0	172	22	0	30	4	187	24	145
606	1	2002	Kvæg	10,0	Helsæd. vårbyg	0	72	31	0	12	6	172	24	20
606	1	2003	Kvæg	10,0	Kl.græs. a. 31	0	139	57	0	24	10	187	24	146
606	1	2004	Plante	0,0	Kl.græs. s+a 3	0	131	0	0	23	0	169	25	152
606	1	2005	Kvæg	0,4	Helsæd, vårbyg/ært	0	141	0	0	25	0	162	22	21
606	1	2006	Plante	0,0	Helsæd. vårbyg/ær	0	118	0	0	21	0	173	23	13
606	1	2007	Plante	1,1	Kl.græs. s. 31-50 (	0	78	0	0	14	0	191	29	168

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgrtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjtot	pfjtot	N_fix
607	1	1990	Kvæg	1,0	Græs til slet	199	0	0	10	0	0	218	23	59
607	1	1991	Kvæg	1,3	Rent græs	184	80	51	14	9	6	177	20	55
607	1	1992	Kvæg	1,0	Vårbyg, foderkorn	32	0	0	3	0	0	73	13	2
607	1	1993	Kvæg	1,0	Foderroer	110	595	0	2	155	0	189	27	2
607	1	1994	Kvæg	1,3	Vårbyg + udlæg, fod	0	185	10	0	54	1	113	21	2
607	1	1995	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	213	0	108	10	0	14	223	24	2
607	1	1996	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	276	0	184	19	0	19	158	18	2
607	1	1997	Kvæg	1,2	Vårbyg, foderkorn	4	92	0	16	19	0	95	17	2
607	1	1998	Kvæg	1,3	Fodersukkerroe	90	308	0	9	104	0	203	29	2
607	1	1999	Kvæg	1,6	Vårbyg m. kløv	98	0	11	0	0	2	299	45	12
607	1	2000	Svin	2,4	Grønkorn. vint	173	0	121	16	0	18	122	20	12
607	1	2001	Svin	4,9	Kl.græs. a. 0-	173	93	24	4	20	3	200	30	2
607	1	2002	Andet	2,0	Vårbyg m. græs	138	77	6	12	8	1	104	20	4
607	1	2003	Kvæg	1,2	Vårbyg m. græs	104	182	13	0	32	1	104	20	12
607	1	2004	Andet	1,4	Vårbyg	0	427	0	0	114	0	71	14	2
607	1	2005	Kvæg	2,1	Havre	55	147	23	0	79	2	108	23	4
607	1	2006	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg/ær	186	106	0	6	18	0	599	81	42
607	1	2007	Kvæg	1,6	Kl.græs. a. 31-50	110	25	224	0	2	19	191	29	126

stnr	Jbnr	Aar	Brugstype	DE_ha	Afgtype	HanN	HusN	UdbN	HanP	HusP	UdbP	nfjt	pfjt	N_fix
608	1	1990	Kvæg	1,4	Græs til slet	135	0	0	11	0	0	254	26	63
608	1	1991	Kvæg	1,5	Rent græs	110	78	283	6	11	36	225	25	61
608	1	1992	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderk	162	0	0	0	0	0	114	19	2
608	1	1993	Kvæg	1,6	Fodermajs	99	196	0	34	28	0	202	29	2
608	1	1994	Kvæg	2,2	Korn, ærter modenhe	119	200	0	7	25	0	179	24	87
608	1	1995	Kvæg	1,9	Græs til afgræsning	351	126	19	0	16	2	252	29	81
608	1	1996	Kvæg	1,9	Græs til afgræsning	305	81	48	0	12	5	221	25	2
608	1	1997	Kvæg	1,6	Græs til afgræsning	204	151	114	0	23	12	236	27	2
608	1	1998	Kvæg	1,9	Rent græs. s+a	266	77	125	8	14	21	266	40	2
608	1	1999	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	208	68	187	0	11	34	248	37	2
608	1	2000	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	180	98	61	0	16	11	234	35	2
608	1	2001	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	331	109	84	0	18	15	271	40	2
608	1	2002	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	185	167	181	0	30	33	249	37	2
608	1	2003	Kvæg	2,3	Grønkorn. vårb	0	90	0	0	16	0	403	43	340
608	1	2004	Kvæg	2,3	Lucerne til fo	0	0	0	0	0	0	315	33	76
608	1	2005	Kvæg	2,5	Rent græs, s	149	221	0	0	40	0	130	19	2
608	1	2006	Kvæg	2,7	Kl.græs. s. 11-30	221	230	0	0	41	0	478	71	185
608	1	2007	Kvæg	1,6	Lucerne til foder	0	0	0	32	0	0	346	32	140

Bilag 5.2 Afstrømning (perkolation) (mm) og udvaskning af N og P (kg/ha) fra rodzonen ved jordvandsstationerne, 1990/91 – 2006/07

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
102	199091	895		248	8	0,026
102	199192	721		156	4	0,014
102	199293	613		154	69	0,011
102	199394	994		442	3	0,025
102	199495	873		322	69	0,052
102	199596	448		0	0	0,000
102	199697	587		62	8	0,003
102	199798	704		214	49	0,010
102	199899	773		250	43	0,010
102	199900	858		184	15	0,011
102	200001	537		50	29	0,003
102	200102	910		338	76	0,027
102	200203	731		157	33	0,013
102	200304	651		86	23	0,006
102	200405	748		112	19	0,008
102	200506	712		103	31	0,008
102	200607	845		287	45	0,026

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
103	199091	895		278	46	0,028
103	199192	721		170	21	0,015
103	199293	613		192	48	0,015
103	199394	994		456	82	0,018
103	199495	873		325	63	0,021
103	199596	448		0	0	0,000
103	199697	587		70	6	0,003
103	199798	704		211	23	0,006
103	199899	773		245	25	0,008
103	199900	858		194	20	0,008
103	200001	537		57	7	0,003
103	200102	910		317	35	0,016
103	200203	731		142	8	0,004
103	200304	651		104	15	0,003
103	200405	748		108	11	0,007
103	200506	712		100	12	0,006
103	200607	845		264	42	0,018

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
104	199091	895		314	67	0,030
104	199192	721		164	57	0,015
104	199293	613		193	83	0,016
104	199394	994		473	8	0,037
104	199495	873		338	51	0,036
104	199596	448		0	0	0,000
104	199697	587		119	13	0,008
104	199798	704		236	46	0,013
104	199900	858		217	16	0,015
104	200001	537		93	21	0,013
104	200102	910		332	47	0,050
104	200203	731		206	38	0,022
104	200304	651		161	42	0,023
104	200405	748		209	36	0,038
104	200506	712		153	33	0,021
104	200607	845		294	56	0,076

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
105	199091	895		268	13	0,027
105	199192	721		144	15	0,012
105	199293	613		172	52	0,017
105	199394	994		437	17	0,018
105	199495	873		326	68	0,025
105	199596	448		0	0	0,000
105	199697	587		69	8	0,003
105	199798	704		216	48	0,011
105	199899	773		258	42	0,010
105	199900	858		193	22	0,006
105	200001	537		50	6	0,002
105	200102	910		318	55	0,015
105	200203	731		140	6	0,003
105	200304	651		105	21	0,003
105	200405	748		136	24	0,006
105	200506	712		101	11	0,089
105	200607	845		262	27	0,017

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
106	199091	895		256	88	1,281
106	199192	721		178	65	0,769
106	199293	613		116	23	0,143
106	199394	994		384	56	1,223
106	199495	873		285	85	1,090
106	199596	448		0	0	0,000
106	199697	587		64	9	0,264
106	199798	704		134	22	0,642
106	199899	773		224	48	0,802
106	199900	858		185	107	0,682
106	200001	537		0	3	0,000
106	200102	910		240	63	1,131
106	200203	731		142	49	0,659
106	200304	651		44	65	0,072
106	200405	748		118	23	0,561
106	200506	712		64	8	0,271
106	200607	845		207	55	0,806

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
107	199495	873		341	47	0,021
107	199596	448		0	0	0,000
107	199697	587		73	9	0,003
107	199798	704		215	35	0,012
107	199899	773		254	8	0,009
107	199900	858		217	19	0,004
107	200102	910		344	31	0,021
107	200203	731		185	15	0,004
107	200304	651		120	19	0,004
107	200405	748		113	30	0,004
107	200506	712		137	22	0,007
107	200607	845		303	103	0,013

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
201	199091	819		315	55	0,048
201	199192	784		273	112	0,010
201	199293	666		260	84	0,026
201	199394	907		417	94	0,020
201	199495	1024		502	88	0,029
201	199596	499		41	17	0,003
201	199697	728		206	145	0,009
201	199798	860		288	54	0,091
201	199899	1065		459	97	0,025
201	199900	1112		439	62	0,027
201	200001	897		340	83	0,020
201	200102	1071		489	121	0,014
201	200203	898		166	11	0,015
201	200304	888		298	48	0,073
201	200405	891		284	20	0,027
201	200506	819		161	24	0,074
201	200607	1147		594	103	0,053

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
202	199091	819		377	148	0,061
202	199192	784		340	212	0,020
202	199293	666		306	111	0,156
202	199394	907		479	157	0,043
202	199495	1024		560	147	0,053
202	199596	499		112	88	0,011
202	199697	728		299	62	0,038
202	199798	860		352	174	0,108
202	199899	1065		524	135	0,047
202	199900	1112		502	92	0,070
202	200001	897		380	52	0,052
202	200102	1071		572	163	0,021
202	200203	898		291	40	0,029
202	200304	888		382	32	0,049
202	200405	891		369	29	0,035
202	200506	819		265	46	0,107
202	200607	1147		654	97	0,130

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
203	199091	819		248	183	0,036
203	199192	784		125	119	0,000
203	199293	666		0	81	0,000
203	199394	907		332	131	0,022
203	199495	1024		350	73	0,028
203	199596	499		0	0	0,000
203	199697	728		84	9	0,010
203	199798	860		204	181	0,120
203	199899	1065		456	115	0,286
203	199900	1112		422	64	0,000
203	200001	897		325	50	0,012
203	200102	1071		397	24	0,055
203	200203	898		288	22	0,006
203	200304	888		178	4	0,053
203	200405	891		183	41	0,026
203	200506	819		170	72	0,069
203	200607	1147		451	42	0,007

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
204	199091	819		265	36	0,039
204	199192	784		295	136	0,013
204	199293	666		284	81	0,009
204	199394	907		394	158	0,017
204	199495	1024		519	148	0,019
204	199596	499		74	11	0,027
204	199697	728		160	41	0,027
204	199798	860		317	165	0,081
204	199899	1065		446	75	0,026
204	199900	1112		451	99	0,032
204	200001	897		360	86	0,012
204	200102	1071		417	0	0,013
204	200203	898		235	52	0,015
204	200304	888		316	18	0,130
204	200405	891		238	24	0,032
204	200506	819		187	51	0,029
204	200607	1147		556	67	0,073

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
205	199091	819	130	314	135	0,155
205	199192	784		287	119	0,012
205	199293	666	60	292	106	0,014
205	199394	907	60	434	67	0,098
205	199495	1024		502	27	0,020
205	199596	499		51	9	0,008
205	199697	728		250	69	0,021
205	199798	860		299	33	0,090
205	199899	1065		469	36	0,018
205	199900	1112		445	85	0,035
205	200001	897		400	290	0,021
205	200102	1071		522	123	0,030
205	200203	898		243	55	0,023
205	200304	888		319	46	0,043
205	200405	891		333	32	0,040
205	200506	819		209	48	0,060
205	200607	1147		619	85	0,115

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
206	199091	819		365	81	0,050
206	199192	784		333	214	0,012
206	199293	666		317	156	0,018
206	199394	907		460	134	0,016
206	199495	1024		534	80	0,019
206	199596	499		93	39	0,006
206	199697	728		261	17	0,024
206	199798	860		322	27	0,088
206	199899	1065		424	9	0,019
206	199900	1112		489	72	0,028
206	200001	897		368	19	0,015
206	200102	1071		409	49	0,029
206	200203	898		275	22	0,032
206	200304	888		323	18	0,095
206	200405	891		350	28	0,057
206	200506	819		230	14	0,063
206	200607	1147		647	68	0,187

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
301	199091	985		389	158	0,318
301	199192	851		269	79	0,234
301	199293	806		323	160	0,083
301	199394	1189		587	132	0,342
301	199495	1168		574	84	0,053
301	199596	530		33	1	0,029
301	199697	779		103	113	0,000
301	199798	842		285	83	0,013
301	199899	1025		450	14	0,008
301	199900	1040		403	83	0,006
301	200001	599		307	116	0,009
301	200102	978		348	81	0,008
301	200203	916		227	22	0,005
301	200304	844		228	69	0,005
301	200405	985		319	16	0,005
301	200506	827		176	1	0,003
301	200607	1147		460	164	0,014

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
302	199091	985		397	119	0,070
302	199192	851		328	88	0,040
302	199293	806		377	203	0,025
302	199394	1189		729	347	0,067
302	199495	1168		621	119	0,056
302	199596	530		56	7	0,014
302	199697	779		237	68	0,031
302	199798	842		337	121	0,010
302	199899	1025		480	60	0,107
302	199900	1040		467	5	0,098
302	200001	599		335	64	0,076
302	200102	978		395	21	0,140
302	200203	916		307	29	0,039
302	200304	844		267	14	0,000
302	200405	985		422	12	0,005
302	200506	827		206	9	0,002
302	200607	1065		586	95	0,011

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
303	199091	985		382	40	0,062
303	199192	851		353	59	0,032
303	199293	806		306	12	0,008
303	199394	1189		695	23	0,089
303	199495	1168		634	12	0,052
303	199596	530		67	16	0,000
303	199697	779		212	23	0,010
303	199798	842		262	35	0,013
303	199899	1025		467	38	0,028
303	199900	1040		406	21	0,030
303	200001	599		320	34	0,026
303	200102	978		372	40	0,023
303	200203	916		272	34	0,019
303	200304	844		223	13	0,011
303	200405	985		394	33	0,103
303	200506	827		190	8	0,008
303	200607	1065		500	20	0,036

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
304	199091	985		382	56	0,030
304	199192	851		309	86	0,014
304	199293	806		338	66	0,014
304	199394	1189		671	81	0,026
304	199495	1168		607	74	0,027
304	199596	530		49	7	0,005
304	199697	779		182	22	0,004
304	199798	842		323	30	0,006
304	199899	1025		477	12	0,009
304	199900	1040		436	11	0,015
304	200001	599		286	7	0,011
304	200102	978		395	20	0,013
304	200203	916		285	23	0,015
304	200304	844		242	35	0,043
304	200405	985		401	30	0,016
304	200506	827		198	1	0,006
304	200607	1065		519	44	0,016

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
401	199091	887		314	7	0,110
401	199192	785		266	36	0,059
401	199293	715		264	46	0,058
401	199394	1040		529	88	0,151
401	199495	1099		529	54	0,164
401	199596	399		0	0	0,000
401	199697	671		133	28	0,039
401	199798	806		287	29	0,075
401	199899	932		402	40	0,145
401	199900	1018		356	32	0,150
401	200001	687		153	18	0,058
401	200102	1022		418	35	0,170
401	200203	740		166	15	0,064
401	200304	739		159	28	0,046
401	200405	871		213	17	0,100
401	200506	748		128	13	0,063
401	200607	982		361	31	0,202

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
402	199091	887		262	30	0,026
402	199192	785		204	15	0,021
402	199293	715		293	61	0,029
402	199394	1040		473	66	0,039
402	199495	1099		530	33	0,057
402	199596	399		0	0	0,000
402	199697	671		121	12	0,013
402	199798	806		238	18	0,023
402	199899	932		399	110	0,049
402	199900	1018		328	3	0,042
402	200001	687		193	10	0,024
402	200102	1022		402	31	0,063
402	200203	740		146	27	0,013
402	200304	739		134	4	0,018
402	200405	871		227	5	0,029
402	200506	748		75	0	0,014
402	200607	982		372	48	0,042

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
403	199091	887		297	32	0,031
403	199192	785		249	15	0,015
403	199293	715		265	39	0,023
403	199394	1040		500	95	0,033
403	199495	1099		547	125	0,030
403	199596	399		0	1	0,000
403	199697	671		150	66	0,012
403	199798	806		272	130	0,014
403	199899	932		401	104	0,028
403	199900	1018		349	27	0,022
403	200001	687		172	65	0,007
403	200102	1022		442	83	0,027
403	200203	740		154	31	0,004
403	200304	739		155	31	0,005
403	200405	871		270	11	0,017
403	200506	748		175	4	0,013
403	200607	982		441	61	0,029

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
404	199091	887		226	52	0,016
404	199192	785		202	40	0,011
404	199293	715		220	56	0,017
404	199394	1040		434	53	0,021
404	199495	1099		490	84	0,025
404	199596	399		0	0	0,000
404	199697	671		91	20	0,006
404	199899	932		391	24	0,023
404	199900	1018		349	104	0,007
404	200001	687		118	23	0,003
404	200102	1022		404	45	0,018
404	200203	740		154	12	0,004
404	200405	871		246	41	0,008
404	200506	748		74	19	0,004
404	200607	982		475	49	0,024

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
405	199091	887		258	51	0,021
405	199192	785		190	56	0,011
405	199293	715		109	41	0,010
405	199394	1040		401	52	0,015
405	199495	1099		522	28	0,026
405	199596	399		0	0	0,000
405	199697	671		98	16	0,005
405	199798	806		188	34	0,000
405	199899	932		356	58	0,012
405	199900	1018		333	80	0,002
405	200001	687		124	7	0,004
405	200102	1022		383	68	0,013
405	200203	740		151	21	0,004
405	200304	739		119	32	0,003
405	200405	871		216	27	0,007
405	200506	748		58	0	0,003
405	200607	982		342	41	0,013

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
406	199091	887		232	44	0,029
406	199192	785		159	74	0,008
406	199293	715		70	85	0,004
406	199394	1040		359	29	0,026
406	199495	1099		404	70	0,026
406	199596	399		0	0	0,000
406	199697	671		46	10	0,002
406	199798	806		155	41	0,008
406	199899	932		330	37	0,028
406	199900	1018		258	30	0,016
406	200001	687		73	41	0,006
406	200102	1022		348	68	0,030
406	200203	740		43	0	0,003
406	200304	739		48	19	0,002
406	200405	871		159	1	0,015
406	200506	748		30	0	0,003
406	200607	982		325	102	0,025

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
601	199091	1110		567	84	0,057
601	199192	957		394	215	0,041
601	199293	947		520	119	0,055
601	199394	1271		723	194	0,140
601	199495	1347		814	96	0,081
601	199596	550		106	27	0,017
601	199697	857		368	134	0,148
601	199798	1065		544	79	0,039
601	199899	1325		749	132	0,067
601	199900	1268		639	101	0,229
601	200001	948		436	9	0,041
601	200102	1267		656	131	0,102
601	200203	1009		293	114	0,010
601	200304	942		426	55	0,017
601	200405	1308		587	67	0,013
601	200506	880		298	59	0,018
601	200607	1263		791	88	0,063

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
602	199091	1110	30	575	13	0,112
602	199192	957	25	376	114	0,029
602	199293	947	50	509	222	0,057
602	199394	1271		672	146	0,130
602	199495	1347		1075	235	0,097
602	199596	550		47	62	0,007
602	199697	857		301	114	0,041
602	199798	1065		461	160	0,160
602	199899	1325		993	27	0,159
602	199900	1268		655	115	0,034
602	200001	948		402	96	0,915
602	200102	1267		773	117	0,205
602	200203	1009		352	94	0,266
602	200304	942	30	367	127	0,037
602	200405	1308		540	3	0,193
602	200506	880		217	85	0,429
602	200607	1263		658	34	0,532

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
603	199091	1110	55	584	34	0,058
603	199192	957	75	486	50	0,058
603	199293	947	100	584	127	0,069
603	199394	1271		809	178	0,120
603	199495	1347	60	909	133	0,084
603	199596	550	90	174	20	0,057
603	199697	857	60	424	41	0,205
603	199798	1065	190	647	30	2,594
603	199899	1325		822	111	1,429
603	199900	1268	60	716	46	0,605
603	200001	948	60	511	27	0,110
603	200102	1267		694	61	0,084
603	200203	1009		375	18	0,033
603	200304	942	30	473	96	1,457
603	200405	1308		748	142	0,022
603	200506	880		334	104	0,017
603	200607	1263		860	83	0,034

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
604	199091	1110	30	513	101	0,051
604	199192	957	60	405	228	0,046
604	199293	947	90	510	214	0,052
604	199394	1271		728	183	0,109
604	199495	1347	40	804	204	0,088
604	199596	550	90	66	26	0,064
604	199697	857	60	339	42	0,077
604	199798	1065	125	508	70	1,162
604	199899	1325	40	737	225	0,893
604	199900	1268		599	220	0,389
604	200001	948	90	468	215	0,074
604	200102	1267		615	173	0,063
604	200203	1009		287	23	0,015
604	200304	942	60	408	63	0,081
604	200405	1308	35	648	347	0,017
604	200506	880	70	331	194	0,014
604	200607	1263	120	787	294	0,051

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
605	199091	1110		491	42	0,058
605	199192	957		292	54	0,035
605	199293	947		279	133	0,036
605	199394	1271		665	243	0,131
605	199495	1347		691	19	0,074
605	199596	550		0	7	0,000
605	199697	857		238	105	0,013
605	199798	1065		375	0	0,040
605	199899	1325		747	19	0,079
605	199900	1268		524	14	0,058
605	200001	948		356	117	0,019
605	200102	1267		582	23	0,270
605	200203	1009		269	6	0,111
605	200304	942		294	22	0,020
605	200405	1308		568	24	0,060
605	200607	1263		595	50	0,733

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
606	199091	1110		879	89	0,088
606	199192	957		472	49	0,047
606	199293	947		711	68	0,088
606	199394	1271		1361	164	0,241
606	199495	1347		978	42	0,225
606	199596	550		58	6	0,006
606	199697	857		567	102	0,033
606	199798	1065		576	23	0,064
606	199899	1325		1262	34	0,993
606	199900	1268		593	25	0,085
606	200001	948		346	10	0,004
606	200102	1267		848	7	0,000
606	200203	1009		232	4	0,021
606	200304	942		462	20	0,053
606	200405	1308		636	0	0,019
606	200506	880		349	8	0,017
606	200607			941	5	0,279

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
607	199091	1110	105	568	217	0,058
607	199192	957	130	430	351	0,043
607	199293	947	55	563	206	1,465
607	199394	1271	25	749	113	1,862
607	199495	1347		820	64	0,340
607	199596	550	80	98	37	0,206
607	199697	857	75	378	53	1,121
607	199798	1065	25	576	169	0,274
607	199899	1325		788	103	2,001
607	199900	1268	25	671	26	0,563
607	200001	948	100	439	17	0,148
607	200102	1267		638	83	0,268
607	200203	1009		333	115	0,020
607	200304	942	75	438	123	0,025
607	200405	1308		656	154	0,022
607	200506	880	25	284	28	0,019
607	200607	1263		797	137	0,045

stnr	hy_year	nedboer	vand	percol	udvn	udvp
608	199091	1110	90	551	89	0,057
608	199192	957	150	421	225	0,043
608	199293	947		519	180	0,089
608	199394	1271		755	357	0,167
608	199495	1347	90	811	148	0,080
608	199596	550	120	62	4	0,098
608	199697	857	60	334	57	0,076
608	199798	1065	60	506	130	0,078
608	199899	1325		744	158	0,306
608	199900	1268		608	129	0,082
608	200001	948		388	50	0,120
608	200102	1267		622	124	0,034
608	200203	1009		291	70	0,007
608	200304	942		390	45	0,018
608	200405	1308		565	36	0,101
608	200506	880		254	32	0,016
608	200607	1263	30	786	57	1,946

Bilag 6.1 Metodebeskrivelse

Hydrografopsplitning

Hydrografopsplitning er foretaget efter en metode beskrevet af Institut of Hydrology (1993). Afstrømningen opdeles for hvert døgn i en overfladenær og en grundvandsnær afstrømningsdel. Det såkaldte baseflow-index angiver for en længere måleperiode, typisk et år, forholdet mellem grundvands-andelen (baseflow) og den totale afstrømning værdier mellem 0 og 1). Frem for at angive et baseflow kan man dog vælge, som det er gjort her i rapporten, at angive den overfladenære afstrømning i procent af den totale afstrømning.

Bestemmelse af baseflow-indexet bygger på en metodisk udpegning af minimum-døgnvandføringer i måleperioden. En efterfølgende lineær interpolation mellem minimums-døgnvandføringer afgrænser den nedre del af hydrografen som den grundvandsnære afstrømning.

1. De daglige døgnmiddelvandføringer grupperes i fortløbende blokke på fem dage, og den mindste døgnmiddelvandføring i hver fem dages blokke markeres som minimum.
2. De minima, som når de multipliceres med 0,9 er mindre end de to nærmeste minima, markeres. De har varierende tidsperiode mellem sig. De forbindes med lige linjer og danner baseflow-hydrografen. Derved fås baseflow-værdier.
3. De døgn, hvor den udregnede baseflow-afstrømning er større end den totale afstrømning sættes baseflow lig total-afstrømning.
4. Arealet under baseflow-linjen fra det først benyttede til det sidst benyttede minimum udgør periodens samlede grundvandsnære afstrømning. For en tilsvarende periode udgør arealet under den registrerede daglige vandføring perioden samlede afstrømning.
5. Baseflow-indexet beregnes som forholdet mellem den grundlæggende afstrømning og den samlede registrerede afstrømning, mens størrelsen af den overfladenære afstrømning kan estimeres mellem de to. Hvis måleserien er flerårig, angives et baseflow for hvert år. I dette tilfælde er det valgt at opdele måleserien i hydrologiske år. (1.juni - 31.maj).

Nedenstående figur viser princippet for hydrografopsplitning (*figuren kommer med i den endelige udgave*).

Eksempel på hydrografopsplitning for Horndrup Bæk 1. januar -31. marts 1995.

Samlet kvælstoftab til vandløb

Det samlede kvælstoftab findes på baggrund af registrerede døgnmiddelvandføringer samt døgnkoncentrationer af kvælstof, estimeret ved lineær interpolation (*Kronvang og Bruhn, 1990*).

Hvorfor estimerer vi *det samlede kvælstoftab* med lineær interpolationsmetoden fremfor at benytte samme metode ("regressionsmetoden") som er brugt ved estimering af det tab, der stammer fra langsomt tilstrømmende vand? Det hænger sammen med, at lineær interpolationsmetoden bedst tager højde for forskellige afstrømningsforhold i hhv. lerede og sandede oplande. Ved regressionsmetoden er der en tendens til en relativ overvurdering af det samlede tab for de tre hovedvandløb, som afvander lerede landovervågningsoplande. I gennemsnit er kvælstoftabet for disse tre vandløb 10 % større ved estimering efter regressionsmetoden sammenlignet med lineær interpolationsmetoden. Problemet skyldes tildels, at der er relativt få målinger af kvælstofkoncentration ved de meget store afstrømninger. Netop ved de store afstrømninger er kvælstofkoncentrationen i vandløb meget varierende og derfor svær at beskrive. Det skyldes komplekse forhold som udtømning af den uorganiske kvælstofpulje i rodzonen og en eventuel fortynding af det overfladisk afstrømmende vand, fx ved snesmeltning.

I sammenligning med andre metoder til estimering af kvælstoftransporten, herunder regressionsmetoder, er lineær interpolationsmetoden den bedste og betragtes mht. beregningsresultatet som den bedst reproducerbare metode (*Kronvang og Bruhn, 1996*). Lineær interpolationsmetoden tager bedre end de øvrige testede metoder højde for variationer mellem vandløb og mellem år. Metoden er i nævnte undersøgelse i Gjern Å oplandet fundet at underestimere den årlige N transport med 1-4 %, når man sammenligner med en beregning baseret på meget intensive målinger.

Bilag 6.2 Metodebeskrivelse

Opgørelse af kvælstof og fosfor tab

Det samlede tab af hhv. kvælstof og fosfor fra et opland findes på baggrund af målinger i oplandets hovedvandløb (*oplandstab*). Døgnmidelvandføringer registreres, og døgnkoncentrationer estimeres ved lineær interpolation (Kronvang og Bruhn, 1990). For fosfors vedkommende kan man alternativt estimere tabet på baggrund af prøver, der tages hyppigere vha. automatisk prøvetager. Døgntransporter kan summeres op på måneder og år, og det samlede tab (kg ha^{-1}) fås ved, at man dividerer transporten med oplandsarealet.

Tabet fra dyrkede arealer i oplandet beregnes her i rapporten på denne måde: Bidrag fra punktkilder, naturarealer, og eventuel deposition direkte på ferskvand trækkes fra den samlede transport, som derpå divideres med oplandsarealet fratrasket naturarealer. I princippet bør man også fratrække bidraget fra spredt bebyggelse, når tabet fra dyrkede arealer gøres op. Det er ikke gjort her i rapporten. Der er nemlig væsentlig usikkerhed forbundet med at estimere det faktiske bidrag fra spredt bebyggelse. Specielt i tørre år er det usikkert, hvor stor en andel af det potentielle bidrag fra spredt bebyggelse, der når ud til vandløbet.

For kvælstof udgør bidraget fra spredt bebyggelse kun en meget lille andel, typisk mindre end 2 % af tabet fra dyrkede arealer (jvf. Windolf et al., 1998). For fosfors vedkommende betyder bidraget fra spredt bebyggelse derimod mere, ofte ca. 20-30 % af det diffuse fosfortab fra et opland.

Appendiks 1. Beskrivelse af oplandene

Kortlægning af alle oplandene

Jordbundsundersøgelsen blev udført af Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Arealdata og Kortlægning i 1989 (Jensen og Madsen, 1990). 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 GEUS i 1988/89. På grundlag af jordklassificerings- og jordartskortene er det muligt at henhøre hver enkelt mark i oplandene til en beskrevet jordtype.

Beskrivelse af de enkelte oplande

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.

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

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

Oplandet udgør ca. 550 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.

LOOP 4, Lillebæk (Fyns Amtskommune)

Oplandet udgør ca. 470 ha. Det fremtræder som et svagt skrånende 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.

**LOOP 5, Barslund Bæk og Tværmose Bæk (Ringkøbing/Viborg Amtskommune)
– udgået fra 2004**

Oplandet udgør ca. 1310 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.

LOOP 6, Bolbro Bæk (Sønderjyllands Amtskommune)

Oplandet udgør ca. 820 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.

LOOP 7, Hulebæk (Vestsjællands Amtskommune)

Oplandet udgør ca. 1520 ha. Området er karakteriseret ved et småkuperet morænelandskab. I oplandet er 76 % af landbrugsjorden klassificeret som sandblandet lerjord og 20 % som lerjord. Det dyrkede areal udgør 78 % , 15 % er skov og 7 % bebyggelse. Skovpartierne findes hovedsagelig i den nordlige del af oplandet, mens Fuglebjerg by skærer sydgrænsen. Oplandet i øvrigt er præget af spredt bebyggelse og mange mindre ejendomme.

Appendiks 2. Vandmiljøhandlingsplaner

De gennemførte foranstaltninger til begrænsning af landbrugets forurening af vandmiljøet har taget udgangspunkt i NPO-Handlingsplanen fra 1986, Vandmiljøplanen fra 1987 og Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug fra 1991. Endelig blev Vandmiljøplan II vedtaget i februar 1998.

NPO-Handlingsplanen omhandler bl.a. initiativer med henblik på at stoppe gårdbidraget, dvs. udledning fra møddingspladser m.v., samt krav til husdyrbrug om harmoni mellem størrelsen af husdyrholdet og det jordtilliggende, som ejendommen har til rådighed for udspredning af husdyrgødningen.

Vandmiljøplanen har som målsætning at reducere kvælstof- og fosforudledningen med henholdsvis 50 % og 80 % inden 1993. Den samlede kvælstofudledning fra landbruget til vandmiljøet var beregnet til 260.000 t N midt i 1980'erne. Vandmiljøplanen indebar, at landbrugets udledning skulle reduceres med 127.000 t N, svarende til 49 % af den samlede udledning fra landbruget. Der forventedes en reduktion af markbidraget (udvaskning fra rodzonen) på 100.000 t N, mens den øvrige reduktion skulle komme fra gårdbidraget, først og fremmest ved stop af de ulovlige udledninger (Miljøstyrelsen, 1990).

De bindende virkemidler i Vandmiljøplanen overfor landbruget omfatter krav om 9 måneders opbevaringskapacitet for husdyrgødning (med dispensationsmulighed ned til 6 måneder), krav om udarbejdelse af sædskifte og gødningsplaner, samt krav om 65 % grønne marker.

De to ovenfor nævnte handlingsplaner har i væsentlig omfang bygget på, at landbruget frivilligt og gennem godt landmandskab skulle nedbringe forureningsproblemerne. Selvom landbruget allerede i slutningen af 80'erne stort set levede op til de bindende krav, har det frem til først i 90'erne ikke i væsentlig grad ændret gødskningspraksis imod en bedre udnyttelse af husdyrgødningen, og et deraf følgende reduceret handelsgødningsforbrug.

Som følge af de manglende resultater blev der i 1991 udarbejdet Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug. Handlingsplanen omfatter bl.a. forlængelse af frister frem til år 2000 med hensyn til landbrugets opfyldelse af reduktionsmål for kvælstofudledningen. Desuden stilles der krav om gødningsregnskaber, bindende normer for gødningstildeling til afgrøderne, krav til udnyttelsen af husdyrgødningen og skærpede regler for udbringning af husdyrgødningen fra driftåret 1993/94. Disse regler omfatter forbud mod at sprede flydende husdyrgødning om efteråret, dog med undtagelse af udbringning til vinterraps og overvintrende græs. Endvidere er det fra 1995 kun tilladt at udbringe fast gødning i perioden fra høst og indtil 20. oktober på arealer, hvor der skal være afgrøder den følgende vinter.

Som led i opfølgning på Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug har Landbrugs og Fiskeriministeriet den 15. december 1995 på regeringens

vegne forelagt "Redegørelse for udnyttelse af husdyrgødning og udvikling i landbrugets kvælstofhusholdning". Det fremgår heraf, at udbygning af eksisterende regelsæt sammen med iværksættelse af yderligere initiativer på landbrugsområdet er nødvendig for at målene i Handlingsplanen kan nås.

Ved en forespørgselsdebat i Folketinget i marts 1996 fremlagde regeringen sine planer til sikring af at målene nås. Dette har resulteret i, at landmændene ved udarbejdelse af gødningsregnskaber fra 1996 ikke længere frit kan fastlægge forventet udbytte, dette skal baseres på et gennemsnit af tidligere år. Med hensyn til næringsstofindhold i husdyrgødning kan landmændene selv værdisætte dette på baggrund af husdyrgødningsanalyser indtil 1997; fra 1998 skal fastsættelsen af næringsstofindholdet i husdyrgødning ske på baggrund af normværdier med mulighed for korrektion for aktuel fodring. Desuden indebærer planen en gradvis stigning i kravet til udnyttelse af husdyrgødning; fra 1. august 1997 er udnyttelseskravet således øget til 50% for svinegylle, 45 % for kvæggylle, 15 % for dybstrøelse og 40 % for anden husdyrgødning.

I januar 1998 foretog Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks JordbrugsForskning for Folketinget en evaluering af de hidtil iværksatte og aftalte styringsinstrumenters effektivitet. På baggrund heraf vedtog Folketinget i februar 1998 Vandmiljøplan II (VMPII). I planen er landbrugets reduktionskrav fastholdt, og initiativer til opfyldelse heraf skal være iværksat senest 2003. VMPII omfatter en bred vifte af virkemidler, herunder vådområder, skovrejsning, SFL områder, økologisk jordbrug, forbedret foderudnyttelse, skærpede harmoniregler, 6 % efterafgrøder, nedsatte normer og skærpet krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning.

Den 2. maj 2001 blev der derfor vedtaget en politisk Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan II. Denne indeholdt ændrede regler for tilskud til reablering af vådområder, som skulle gøre ordningen mere attraktiv. Der indførtes en kontraktordning, som skulle sikre at arealet, der kan opnå brødhvedetillæg ville komme til at svare til behovet for brødhvede. Endelig blev foretaget en revision af normerne, som skulle sikre at landmændenes kvotefastsættelse blev i bedre i overensstemmelse med hensigten bag normerne end tidligere.

Samtidig med Midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan II i 2000 foretog Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser en ny beregning af kvælstofudvaskning tilbage i tid. Denne viste at antagelserne om udvaskningens størrelse midt i 1980'erne havde været undervurderet. På den baggrund anmodede Skov- og Naturstyrelsen og Fødevarerministeriets Departement de to institutioner om at foretage en ny beregning af Midtvejsevalueringen med de nye forudsætninger for kvælstofudvaskning.

I 2003 blev der foretaget en slutevaluering af Vandmiljøplan II med baggrund i de nye antagelser om kvælstofudvaskningen. Evalueringen viste at udvaskningen var faldet fra ca. 311.000 tons N pr år midt 1980'erne til en prognose for udvaskningen på 162.000 tons N pr år i 2003. Udvasningen vil herved blive reduceret med 48 %. Målsætningen for Vandmiljøplan II blev herefter antaget at være opfyldt.

I 2004 blev Vandmiljøplan III vedtaget af regeringen, Dansk Folkeparti og Kristendemokraterne (Aftalen findes på www.vmp3.dk). I forhold til tidligere planer er der nu målsætninger om at vandmiljøet skal forbedres gennem reduktioner i udledningerne af kvælstof og fosfor, og naturbeskyttelsen skal fortsat forbedres, ligesom nabogener skal begrænses. Planen skal være fuldt gennemført i 2015.

Med hensyn til fosfor er det målsætningen at fosforoverskuddet skal halveres i forhold til et total overskud i 2001 på 32.700 tons P samt at der skal udlægges 50.000 ha randzoner. Med hensyn til kvælstof er målsætningen en reduktion i udledningen på 13 % i forhold til udvaskningen i 2003. Det forventes at den generelle strukturudvikling og EU's landbrugsreform vil bidrage betydeligt til reduktionen. Herover indgår elementer som skovrejsningen, retablering af yderligere vådområder, stramning af kravet til efterafgrøder, samt evt. skærpelse af kravet til udnyttelse af husdyrgødning.

DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet.	På DMU's hjemmeside www.dmu.dk finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.
DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.	Her kan du også finde en database over alle publikationer som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler, rapporter, conferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: www.dmu.dk

Danmarks Miljøundersøgelser Frederiksborgvej 399 Postboks 358 4000 Roskilde Tlf.: 4630 1200 Fax: 4630 1114	Administration Afdeling for Arktisk Miljø Afdeling for Atmosfærisk Miljø Afdeling for Marin Økologi Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi Afdeling for Systemanalyse
Danmarks Miljøundersøgelser Vejlsøvej 25 Postboks 314 8600 Silkeborg Tlf.: 8920 1400 Fax: 8920 1414	Afdeling for Ferskvandsøkologi Afdeling for Marin Økologi Afdeling for Terrestrisk Økologi
Danmarks Miljøundersøgelser Grenåvej 14, Kalø 8410 Rønde Tlf.: 8920 1700 Fax: 8920 1514	Afdeling for Systemanalyse Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, www.dmu.dk/Udgivelser/, finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

Nr./No. 2009

- 705 Hazardous substances and heavy metals in the aquatic environment. State and trend, 1998-2003. By Boutrup, S. (ed.), Fauser, P., Thomsen, M., Dahllöf, I., Larsen M.M., Strand, J., Sortkjær, O., Ellermann, T., Rasmussen, P., Jørgensen, L.F., Pedersen, M.W. & Munk, L.M. 44 pp.
- 704 Contaminants in the traditional Greenland diet – Supplementary data. By Johansen, P., Muir, D., Asmund, G. & Riget, F. 22 pp.
- 703 Projection of Greenhouse Gas Emissions 2007 to 2025. By Nielsen, O.-K., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Gyldenkerne, S., Lyck, E., Plejdrup, M., Hoffmann, L., Thomsen, M., Fauser, P. 211 pp.
- 702 Rastende vandfugle i Margrethe Kog og på forlandet vest for Tøndermarsken, 1984-2007. Af Laursen, K., Hounisen, J.P., Rasmussen, L.M., Frikke, J., Pihl, S., Kahlert, J., Bak, M. & Amstrup, O. 78 s.
- 700 Drivhusgasopgørelse på kommuneniveau. Beskrivelse af beregningsmetoder. Af Nielsen, O.-K., Winther, M., Gyldenkerne, S., Lyck, E., Thomsen, M., Hoffmann, L. & Fauser, P. 104 s.
- 699 Omsætning af formalin i danske dambrug. Af Sortkjær, O., Pedersen, L-F. & Ovesen, N.B. 126 s. (2008)
- 698 Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, South Greenland, 2008. By Glahder, C.M., Asmund, G. & Riget, F. 30 pp.

2008

- 697 OML-spredningsberegninger på basis af 10 års meteorologi i relation til Luftvejledningen. Af Løfstrøm, P. & Olesen, H.R. 35 s.
- 696 Beregning af skovtilstand – tilstandsvurdering af Habitatdirektivets skovtyper. Af Fredshavn, J.R., Johannsen, V.K., Ejrnæs, R., Nielsen, K.E. & Rune, F. 48 s.
- 695 Værdisætning af natur- og kulturgoder. Et metodestudie af betydningen for ændringer i skala og betalingsformat. Af Hasler B., Jacobsen, J.B., Lundhede, T.H., Martinsen, L., Thorsen, B.J. 78 s.
- 694 Life in the marginal ice zone: oceanographic and biological surveys in Disko Bay and south-eastern Baffin Bay April-May 2006. By Frederiksen, M., Boertmann, D., Cuykens, A.B., Hansen, J., Jespersen, M., Johansen, K.L., Mosbech, A., Nielsen, T.G. & Söderkvist, J. 92 pp.
- 693 The NERO line. A vegetation transect in Kobbefjord, West Greenland. By Bay, C., Aastrup, P. & Nymand, J. 40 p.
- 692 Skovmårens biologi og levevis i Danmark. Af Elmeros, M., Birch, M.M., Madsen, A.B., Baagøe, H.J. & Pertoldi, C. 62 s.
- 691 Control of Pesticides 2007. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T. 23 pp.
- 690 Hvor nedlægges krondyrene – og hvorfor? Betydningen af landskab, urbanisering og tidligere udbredelse for det lokale jagtudbytte af krondyr i Jylland i jagtsæsonen 2001/02. Af Sunde, P., Asferg, T., Andersen, P.N. & Olesen, C.R. 38 s.
- 689 Kvælstofbelastning af naturområder på Bornholm og Sjælland. Opgørelse for udvalgte Natura 2000 områder. Af Geels, C., Frohn, L.M., Madsen, P.V. & Hertel, O. 58 s.
- 688 Partikelprojekt 2005-2008. Af Wählin, P. 31 s.
- 687 Udsætning af gråænder i Danmark og påvirkning af søers fosforindhold. Af Noer, H., Søndergaard, M. & Jørgensen, T.B. 43 s.
- 686 Danish emission inventories for road transport and other mobile sources. Inventories until year 2006. By Winther, M. 217 pp.
- 685 Analyse af miljøtilstanden i Mariager Fjord fra 1986 til 2006. Af Markager, S., Bassompierre, M. & Petersen, D.L.J. 55 s.
- 684 Environmental monitoring at the lead-zinc mine in Maarmorilik, Northwest Greenland, in 2007. By Johansen, P., Asmund, G., Riget, F. & Johansen, K. 54 pp.
- 683 Macroalgae and phytoplankton as indicators of ecological status of Danish coastal waters. By Carstensen, J., Krause-Jensen, D., Dahl, K. & Henriksen, P. 90 pp.
- 682 Arealanvendelse i Danmark siden slutningen af 1800-tallet. Af Levin, G. & Normander, B. 44 s.

LANDOVERVÅGNINGSOPLANDE 2007

NOVANA

Landovervågningsprogrammet udføres i 6 små landbrugsdominerede oplande. Interviewoplysninger om landbrugspraksis viser, at der igennem overvågningsperioden har været en markant forbedring af udnyttelsen af husdyrgødningen som følge af, at opbevaringskapaciteten er øget, og at en stigende andel af gødningen herved udbringes om foråret og sommeren, samt at der er taget forbedrede udbringningsteknikker i anvendelse. I 2007 udgør kvælstof i handelsgødning ca. 50 % af landbrugets samlede kvælstofkvote. Modelberegninger baseret på oplysning om landbrugspraksis har vist, at kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealerne er reduceret med 43 % fra 1990 til 2007. Målinger har ligeledes vist, at kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet er faldet ca. 26-51 %. Spredningen på tallene er imidlertid meget stor. I Ferskvandsovervågningen er der for vandløb i dyrkede oplande beregnet et generelt fald i kvælstofkoncentrationen på ca. 36 % fra 1989 til 2007.