LANDOVERVÅGNINGSOPLANDE 2020

NOVANA

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 472 2021

AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

LANDOVERVÅGNINGSOPLANDE 2020

NOVANA

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 472 2021

Gitte Blicher-Mathiesen[1]
Tina Houlborg[1]
Rasmus Jes Petersen[1]
Jonas Rolighed[1]
Hans Estrup Andersen[1]
Pia Grewy Jensen[1]
Jianlian Wienke[1]
Birgitte Hansen[2]
Lærke Thorling[2]

[1] Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience
[2] De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland - GEUS

AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 472
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Landovervågningsoplande 2020
Undertitel:	NOVANA

Forfattere:	Gitte Blicher-Mathiesen[1], Tina Houlborg[1], Rasmus Jes Petersen[1], Jonas Rolighed[1], Hans Estrup Andersen[1], Pia Grewy Jensen[1], Jianlian Wienke[1], Birgitte Hansen[2] & Lærke Thorling[2]
Institutioner:	[1]Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience [2]De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland - GEUS

Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	December 2021
Redaktion afsluttet:	December 2021
Faglig kommentering:	Hans Estrup Andersen (kap 2 og 8), Beate Strandberg (kap 3 og 4), Brian Kronvang (kap 5 og 7), Jonas Rolighed (kap 6), Jørgen Windolf (kap 10 og 11), Rasmus Jes Petersen (kap 14 og 15).
Kvalitetssikring, DCE:	Signe Jung-Madsen
Ekstern kommentering:	Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her: http://dce2.au.dk/pub/komm/SR472_komm.pdf
Finansiel støtte:	Miljøministeriet
Bedes citeret:	Blicher-Mathiesen, G., Houlborg, T., Petersen, R.J., Rolighed, J., Andersen, H.E., Jensen, P.G., Wienke, J., Hansen, B. & Thorling, L. 2021. Landovervågningsoplande 2020. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 260 s. - Videnskabelig rapport nr. 472

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Sammenfatning: Landovervågningen udføres i 6 små landbrugsdominerede oplande, hvor landbrugspraksis og næringsstofudledning fra jord, til dræn, vandløb og grundvandet moniteres. Interviewoplysninger om landbrugspraksis viser, at der igennem overvågningsperioden er en markant bedre udnyttelse af gødningens næringsstoffer. Modelberegninger baseret på oplysning om landbrugspraksis viser, at kvælstofudvaskningen for det dyrkede areal er reduceret med 43 pct. fra 1990/91 til 2003/04. For perioden 2004/05-2020/21 kan der ikke konstateres en signifikant udvikling i den modelberegnede udvaskning for lerjordsoplandene, mens der er er signifikant mindre udvaskning for de to sandjordsoplande, LOOP 2 og 6. Målinger viser, at kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet er faldet med 0,27 og 0,58 mg N/l pr år på henholdsvis ler- og sandjorde i perioden 1990/91-2015/16. I ferskvandsovervågningen er der for 49 målte vandløb i dyrkede oplande beregnet et generelt fald i kvælstofkoncentrationen på 51 ± 4 pct. for perioden 1989-2020.

Emneord:	Landovervågningsoplande, overvågning, udvikling i nitrat og fosforudvaskning, effekt af virkemidler til at mindske landbrugets næringsstofudledninger, hydrologisk kredsløb
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Gitte Blicher-Mathiesen
ISBN:	978-87-7156-645-1
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	2605
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/SR472.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**

Sammenfatning **8**

1 Landovervågningsprogrammet **20**
1.1 Historisk gennemgang af Landovervågningsprogrammet 20
1.2 Fejl på analyse af total-kvælstof og total-fosfor 22
1.3 Homogenitetsbrud i nedbørsopgørelsen 24

2 Nedbørs- og temperaturforhold i oplandene og for hele landet **27**
2.1 Temperatur 27
2.2 Nedbør 27

3 Kvælstofanvendelse i landbruget **31**
3.1 Handlingsplaner for et bedre vandmiljø 31
3.2 Udviklingen i det dyrkede areal i Danmark 33
3.2.1 Husdyr i hele landet og i landovervågningsoplandene 35
3.3 Gødningsforbrug for det dyrkede areal i Danmark 36
3.4 Landbrugets kvælstofnormer for dyrkede afgrøder 37
3.5 Markbalancer for kvælstof i hele landet og i landovervågningsoplandene 40
3.5.1 Høstudbytter for korn i hele landet 43
3.6 Håndtering af husdyrgødning 44
3.7 Afgrødefordeling i 2020 45
3.8 Udnyttelse af husdyrgødning 46
3.1 Forbrug af kvælstof i forhold til bedrifternes N-kvote 47

4 Virkemidler **50**
4.1 Jordbearbejdning 50
4.2 Efterafgrøder, Grønne krav og randzoner 52
4.1.1 Lovpligtige krav til etablering af efterafgrøder 52
4.1.2 Lovpligtige efterafgrøder og alternativer hertil 53
4.1.3 Husdyrefterafgrøder 53
4.1.4 Målrettet kvælstofregulering 55
4.1.5 Grønne krav 57
4.1.6 Efterafgrøder i hele landet 58
4.1.7 Randzoner 59

5 Kvælstof i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand – målinger **60**
5.1 Vandafstrømning beregnet med Daisy 60
5.2 Kvælstofformer i jordvandet 61
5.3 Udvikling i målt nitratudvaskning 62
5.4 Målt nitratudvaskning i relation til lokalitet og landbrugsdrift 66
5.5 Målt kvælstoftransport i dræn 67
5.5.1 Kvælstoftransport i dræn på lerjorde 67

5.6 Kvælstof i øvre grundvand 69
5.6.1 Datagrundlag 70
5.6.2 Fordeling af nitrat i grundvandet i 2020 72
5.6.3 Dybdemæssig fordeling af nitratindholdet i grundvandet 73
5.6.4 Udviklingen i nitrat i grundvandet 75
5.6.5 Nitrattrendanalyser i iltet grundvand 76
5.7 Sammenhæng mellem nitratindhold i jordvand og i det øvre iltet grundvand 78

6 Kvælstofudvaskning fra rodzonen - modelberegnet 84
6.1 Grundlag for modelberegning af vandafstrømning og kvælstofudvaskning i oplandene 84
6.2 Resultat af modelberegningen 85

7 Kvælstofafstrømning til vandløb 90
7.1 Vandafstrømning fra lerede og sandede oplande 90
7.2 Koncentration af kvælstof 91
7.2.1 Sandede og lerede oplande 91
7.2.2 Udviklingstendenser 92
7.3 Tab af kvælstof fra oplandene 93
7.3.1 Sandede og lerede oplande 93
7.3.2 Sammenhæng mellem kvælstoftab og vandafstrømning 94
7.3.3 Faktorer, som påvirker nitrattransport og -koncentrationer i vandløbene 96

8 Kvælstofkredsløbet i landbrugsøko- systemer 100
8.1 Koncentrationsprofilet i det hydrologiske kredsløb 100
8.2 Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb 101

9 Fosforanvendelse i landbruget 103
9.1 Regulering af landbrugets forbrug af fosfor 103
9.2 Fosforbalancen for hele landet og i landovervågnings-oplandene 103

10 Fosfor i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand – målinger 108
10.1 Måleprogram 108
10.2 Fosforudvaskning fra rodzonen 108
10.3 Fosfortransport fra dræn til overfladevand 111
10.3.1 Fosfor i drænvand fra lerjorde 111
10.3.2 Fosfortransport fra dræn på et lavtliggende areal på sandjord 113
10.3.3 Usikkerhed omkring bestemmelse af fosfortab – intensiv prøvetagning 113
10.4 Fosfor i det øvre grundvand 114

11 Fosforafstrømning til vandløb 118
11.1 Koncentration af fosfor 118
11.1.1 Sandede og lerede oplande 118
11.1.2 Udviklingstendenser 119
11.2 Tab af fosfor fra oplandene 120

11.2.1 Sandede og lerede oplande 120
11.2.2 Sammenhæng mellem fosfortab og afstrømning 120
11.2.3 Betydning af prøvetagningsstrategi 121

12 Fosfor i landbrugsøkosystemer 124
12.1 Fosforoverskud og tab til overfladevand 124
12.2 Fosforkoncentrationer i de forskellige dele af det hydrologiske kredsløb 125

13 Pesticidanvendelse i landbruget 127
13.1 Handlingsplaner for sprøjtemidler **Error! Bookmark not defined.**
13.2 Opgørelsesmetoder 127
13.3 Behandlingshyppighed på landsplan 128
13.4 Behandlingsindeks og aktivstoffer i landovervågningsoplandene i 2019 131
13.5 Sprøjtetidspunkter 133

14 Betydning af jordvandsstationernes placering 134
14.1 Sammenligning af målt nitratkoncentration i jord- og drænvand 135
14.2 Vurdering af kørespor og afgrødevækst 136
Lerjordsoplande 137
Sandjordsoplande 139

15 Måling af nitrat og ortofosfat i jordvand på nye stationer og udbyttemålinger på sugecellefelter og øvrig stationsmark 140
15.1 Nyetablerede sugecellefelter 140
15.2 Kvælstof og fosformålinger på de nye og de oprindelige jordvandsstationer 141

16 Referencer 150

Bilag 1 Markbalancer for 1990-2020 157
N-markoverskud for det dyrkede areal og for hele landet i 1.000 ton N 157
N-markoverskud for det dyrkede areal og for hele landet i kg N ha^{-1} $år^{-1}$ 159
Markbalance for fosfor i 1.000 ton P for det dyrkede areal 161
Markbalance for fosfor i kg P ha^{-1} for det dyrkede areal 163

Bilag 2a. Kvælstofbalancer for landovervågningsoplandene, opdelt på hvert af de 6 oplande 165

Bilag 2b. Kvælstof- og fosforbalancer i landovervågningsoplandene, opdelt på brugstyper og husdyrtæthed 171

Bilag 3 Opgørelsesmetoder til markbalancer og N-kvoter 172

Bilag 4 Regler for landbrugets dyrkning af afgrøder og anvendelse af gødning 174
Regler for grønne marker 174
Regler for efterafgrøder 174

Harmonikrav 177
Regler for udbringning af husdyrgødning 178
Krav til opbevaringskapacitet 178
Udnyttelse af husdyrgødning 178

Bilag 5.1 Landbrugspraksis på stationsmarker 180

Bilag 5.2 Perkolation samt udvaskning af kvælstof og fosfor fra stations-markerne 223

Bilag 5.3 Grundvandsindtag og DGUnr. samt grundvandets redox karakteristik 249

Bilag 6.1 Metodebeskrivelse 250
Hydrografopsplitning 250
Samlet kvælstoftab til vandløb 251

Bilag 6.2 Metodebeskrivelse 253
Opgørelse af kvælstof- og fosfortab 253

Appendiks 1. Beskrivelse af oplandene 254
Kortlægning af alle oplandene 254
Beskrivelse af de enkelte oplande 254

Appendiks 2. Vandmiljøhandlingsplaner 256

Forord

Denne rapport udgives af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet (DCE) som et led i den landsdækkende rapportering af det Nationale program for Overvågning af VAndmiljøet og NAturen (NOVANA). NOVANA er fjerde generation af nationale overvågningsprogrammer, som med udgangspunkt i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram blev iværksat efteråret 1988. Nærværende rapport omfatter data til og med 2020.

Overvågningsprogrammet er målrettet mod at tilvejebringe det nødvendige dokumentations- og videngrundlag til at understøtte Danmarks overvågningsbehov og -forpligtelser, bl.a. i forhold til en række EU-direktiver inden for natur- og miljøområdet. Programmet er løbende tilpasset overvågningsbehovene og omfatter overvågning af tilstand og udvikling i vandmiljøet og naturen, herunder den terrestriske natur og luftkvalitet.

DCE har som en væsentlig opgave for Miljøministeriet at bidrage med forskningsbaseret rådgivning til styrkelse af det faglige grundlag for miljøpolitiske prioriteringer og beslutninger. Som led heri forestår DCE med bidrag fra Institut for Bioscience og Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet den landsdækkende rapportering af overvågningsprogrammet inden for områderne ferske vande, marine områder, landovervågning, atmosfæren samt arter og naturtyper.

I overvågningsprogrammet er der en arbejds- og ansvarsdeling mellem fagdatacentrene og Miljøstyrelsen (MST). Fagdatacentret for grundvand er placeret hos De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), fagdatacentret for punktkilder hos MST, mens fagdatacentrene for vandløb, søer, marine områder, landovervågning samt arter og naturtyper er placeret hos Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet og fagdatacentret for atmosfæren hos Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet.

Denne rapport er udarbejdet af Fagdatacenter for Stofudvaskning fra dyrkede arealer, Institut for Ecoscience, i samarbejde med GEUS. MST har haft mulighed for at kommentere på udkast til rapporten. Rapporten er baseret på data indsamlet af MST. Dette års rapport er som udgangspunkt en opdatering af tidligere års rapport om landovervågningen med data indsamlet i 2020.

Konklusionerne i denne rapport sammenfattes med konklusionerne fra de øvrige fagdatacenter-rapporter i 'Vandmiljø og natur 2020', som udgives i et samarbejde mellem DCE, GEUS og MST.

Sammenfatning

Konklusion

På landsplan er handelsgødningsforbruget reduceret med knap 50 pct. i perioden fra 1990 til 2015, mens forbruget steg fra 210.000 ton N i 2015 til 229.800 ton N i 2020, dog med et højere forbrug i årene 2016 og 2017 efter tilladt mergødning i Fødevare- og landbrugspakken.

I 2020 er markbalancen opgjort til 228.400 ton N. Samlet set er kvælstofoverskuddet i det dyrkede areal faldet med 176.000 ton (ca. 44 pct.) i perioden 1990-2020. Markoverskud var lidt højere i 2020 efter et lavere overskud i 2019 på 210.900 ton N, men et rekordhøjt tørkeramt kvælstofoverskud i 2018 på 265.600 ton N. De to år 2016 og 2017 efter vedtagelsen af Fødevare- og landbrugspakken viste desuden høje overskud på henholdsvis 248.000 og 230.000 ton N.

I 2009 blev forbud mod jordbearbejdning i efteråret anvendt som virkemiddel til at reducere kvælstofudvaskningen fra landbrugsjord. I landovervågningen blev efterårets jordbearbejdning gennemsnitligt reduceret fra 13 til 4 pct. opgjort for de to perioder henholdsvis 2009-2011 og 2012-2020. For de samme to perioder blev ompløjning af græsmarker i efteråret reduceret fra 27 til 12 pct.

Arealet med efterafgrøder og alternativer til efterafgrøder er steget fra ca. 138.000 ha i 2005/06 til ca. 600.000 ha i 2019/20 opgjort for hele landet. I 2019/20 udgjorde summen af de lovpligtige, husdyrefterafgrøder og de målrettede efterafgrøder 505.000 ha, en stigning på 90-150.000 ha ift. de sidste 5 år. Alternativer til efterafgrøder udgjorde 95.000 ha i 2019/20, en stigning på 52.000-79.000 ha.

Klimanormaliserede modelberegninger for landovervågningsoplandene har vist, at kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealerne er reduceret med 43 pct. fra 1990/91 til 2003/04. I perioden efter 2003/04 er den gennemsnitlige årlige udvaskning faldet fra et niveau på 84-93 kg N/ha i perioden 2004/2005-2008/2009 til 75-82 kg N/ha i perioden 2016/17-2019/20.

Den lavere modelberegnede udvaskning efter 2013 skyldes især, at der er kommet flere efterafgrøder efter korn, og at der er etableret flere efterafgrøder i majs. Ændringer i høstet kvælstof indgår ikke i modelberegningen. Forbud mod jordbearbejdning i efteråret trådte i kraft i efteråret 2011. Effekten af dette virkemiddel er ikke indeholdt i modelberegningen. For perioden 2004/05-2019/20 kan der ikke konstateres en signifikant ændring i den modelberegnede udvaskning for lerjordsoplandene, mens der er signifikant mindre udvaskning for de to sandjordsoplande, LOOP 2 og 6.

Målinger har vist, at kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet er faldet med 0,27 og 0,58 mg N/l/år på henholdsvis ler- og sandjorde i perioden 1990/91-2015/16. For årene 2016/17-2019/20 altså efter indførelse af Fødevare- og landbrugspakken ses, at på lerjordsoplandene ligger den gennemsnitlige udvaskning højere i to af årene og i to af årene på samme niveau som i årene før, og på sandjordsoplandene ligger udvaskningen ift. perkolationen i den høje ende sammenlignet med årene før 2016/17. Sædskifte som f.eks. ompløjning af græs og andel af efterafgrøder kan variere imellem de enkelte år,

og der vil derfor være brug for flere års målinger ift. at vurdere potentiel signifikant ændring i jordvandets målte nitratkoncentration efter tilladt mergødning i Fødevare- og landbrugspakken.

Ved slutevalueringen af Vandmiljøplan II i 2003 blev det vurderet, at kvælstofudvaskningen på landsplan var reduceret med 48 pct. fra 1985 til 2003. Reguleringen i Vandmiljøplan II blev af EU accepteret som den danske implementering af Nitratdirektivet. Nitratdirektivet forpligter lande til at udarbejde handlingsprogrammer til at nedbringe vandforurening forårsaget af nitrat, der stammer fra landbruget.

Den klimanormaliserede nitrattransport i seks LOOP-vandløb er faldet 20-54 pct. i de seks landovervågningsoplande for perioden 1990/91—2019/20, hvoraf de 5 har et signifikant fald. Måling af kvælstoftransporten i LOOP-vandløbene viser, at kvælstofudledningen i de tre hydrologiske år 2017/18 - 2019/20 ligger nogenlunde på samme niveau som tidligere år (2008/09-2015/16) med samme vandafstrømning. Det er dog ikke muligt at vurdere udledningsniveauet efter bare fire år med det øgede forbrug af gødning og flere efterafgrøder m.v., der blev implementeret med aftalen om Fødevare- og landbrugspakken i december 2015.

Data for kvælstoftransporten i LOOP-vandløb viser, at det siden 1990/91 har taget mellem 0 og 19 år at måle en signifikant nedgang i nitrattransporten som følge af hidtil vedtagne virkemidler. Til sammenligning med ovenstående er der i ferskvandsovervågningen i 49 landbrugsdominerede oplande fundet et fald i totalkvælstofkoncentrationen i vandløbene på 51 ± 4 pct. for perioden 1989-2020 beregnet på kalenderår og ved hjælp af ”change-point” modeller. Heraf har 48 vandløb en signifikant nedgang i den målte totalkvælstofkoncentration.

Landovervågningsprogrammet

I Vandmiljøplanens Landovervågningsprogram (LOOP) undersøges landbrugets gødningsanvendelse samt tab af næringsstoffer til vandmiljøet.

Landovervågningsprogrammet startede i 1989. Overvågningen blev i perioden 1989-2003 udført i 6-7 små landbrugsdominerede vandløbsoplande på hver 5-15 km^2 LOOP 7 først startede i 1998 og et af oplandene, LOOP 5, udgik idet dette opland ikke var repræsentativt for dansk landbrug. Således foretages årligt indsamling af dyrkningsoplysninger på markniveau via interview af lodsejere i seks oplande fra 2003 og frem. I fem af oplandene udføres endvidere målinger af næringsstoftransport i samtlige dele af vandkredsløbet (figur 1). 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 variationer i jordbund, klima og landbrugspraksis inden for landet. Den gennemsnitlige husdyrtæthed for oplandene udgør 1,03 DE ha^{-1} i 2017 og er noget større end husdyrtætheden for hele landet på 0,86 DE ha^{-1} for det samme år. Opgøres husdyrtætheden ud fra det gennemsnitlige forbrug af husdyrgødning bliver husdyrtætheden i LOOP-oplandene mindre end i 2017 med 0,99 DE ha^{-1} i 2018 og 0,90 DE ha^{-1} i 2019, men steg til 0,98 DE ha^{-1} i 2020 for de fem LOOP-oplande, 1-4 og 6. Inddrages data for LOOP 7 ligger den gennemsnilige husdyrtæthed på 0,84-0,87 DE ha^{-1} tæt på gennemsnittet for hele landet på 0,83-0,90 DE ha^{-1} for de sidste tre år, 2018-2020.

Oplandene vil ikke være repræsentative for hele landet, men repræsenterer som før nævnt en stor del af landets variationer i klima, jordtyper og landbrugspraksis.

Handleplaner for et bedre vandmiljø

Under vandmiljøplanerne, Grøn Vækst, Vandplan I og i Fødevare- og landbrugspakken er der indført en række initiativer, som har til formål at nedbringe kvælstofudledningen til vandmiljøet (tabel 1).

I vandmiljøplanerne før 2009 var målsætningen at reducere kvælstofudvaskningen fra rodzonen primært ved at indføre virkemidler, der øgede udnyttelsen af husdyrgødning og ved at nedsætte forbruget af handelsgødning. Desuden blev der indført øgede krav til etablering af efterafgrøder og arealrelaterede virkemidler som f.eks. vådområder og skovrejsning. En oversigt over implementerede vandmiljøplaner og deres virkemidler er beskrevet i Appendiks 2.

Figur 1. Oversigt over landovervågningsoplandenes placering.

Ved slutevalueringen af Vandmiljøplan II i 2003 blev det vurderet, at kvælstofudvaskningen på landsplan var reduceret med 48 pct. fra 1985 til 2003. Reguleringen i Vandmiljøplan II blev af EU accepteret som den danske implementering af Nitratdirektivet. Nitratdirektivet forpligter lande til at udarbejde handlingsprogrammer til at nedbringe vandforurening forårsaget af nitrat, der stammer fra landbruget.

Med Grøn Vækst i 2009 skete der et paradigmeskift, idet målsætningen heri var at reducere kvælstofudledningen til havet. I Grøn Vækst-aftalen var der angivet virkemidler med en planlagt reduktion på ca. 9.000 ton N frem mod 2015, mens tiltag, der skulle sikre en yderligere reduktion på 10.000 ton N, blev udskudt (tabel 1).

I april 2014 indgik den daværende regering en aftale om Vækstplan Fødevarer, der skulle styrke økonomien i landbruget. Aftalen indeholdt en række justeringer af målsætningerne fra Grøn Vækst, bl.a. en halvering af randzonearealet til 25.000 hektar. Desuden blev kravet om 140.000 ha målrettede efterafgrøder erstattet med en forhøjelse af det generelle krav om lovpligtige efterafgrøder med 60.000 ha. Dette krav bortfaldt efterfølgende i juli 2015 (Anonym, 2015a).

Tabel 1. Oversigt over nationale reduktionsmål for rodzonen i vandmiljøhandlingsplaner og for reduktionsmål for havbelastningen i Grøn Vækst, Vandplan I og i Landbrugspakken.

		Reduktionsmål		
		Rodzonen	Havbelastning	
		(pct.)	(ton N)	(t P)
1987	Vandmiljøplan I	48		
1998	Vandmiljøplan II			
2004	Vandmiljøplan III	13		215
2009	Grøn Vækst, 2009-2015		9.000	
	Grøn Vækst, udskudt		10.000	
2014	Vandplan I		6.600	51
	(Vækstplan)			
2015	Fødevare- og landbrugspakken		8.000	
	(Ved målrettet regulering og Baseline 2021)			
2016	Vandområdeplan II (2015-2021)		Ca. 6.900	
	Vandområdeplan II, udskudt indsats til efter 2021		Ca. 6.200	

I oktober 2014 vedtoges første generation af vandplaner for 2009-2015, hvor kvælstofindsatsen for mindre udledning til havet udgjorde 6.600 ton N og 51 ton fosfor (P) i 2015.

Fra 2015 indgik miljøfokusområder (MFO) som en del af den direkte landbrugsstøtte. MFO-arealer skal dække 5 pct. af den enkelte bedrifts areal og kan bl.a. udgøres af randzoner, brak, lavskov, efterafgrøder, græsudlæg og visse landskabselementer.

I december 2015 vedtog den daværende regering Fødevare- og landbrugspakken. Heri er det planen, at virkemidler i højere grad skal implementeres målrettet, for at de enkelte vandområder kan opfylde miljøkrav i vandrammedirektivet, frem for, som hidtil, at det er samme generelle krav, uanset hvor bedrifter er placeret i landet og uanset reduktionskrav.

Vandområdeplan II for perioden 2015-2021 blev vedtaget i juni 2016. Heri er der planlagt virkemidler som vådområder, brak af lavbundsjorde, skovrejsning samt en effekt af miljøfokusområder. Virkemidlerne forventes at reducere udledning til havet med ca. 6.900 ton N, mens indsats for en yderligere reduktion på ca. 6.200 ton N udsættes til efter 2021.

Med Fødevare- og landbrugspakken blev det vedtaget at udfase normreduktionen for tilførsel af kvælstofgødning. For 2016 blev det tilladt at anvende 2/3 af forskellen mellem den reducerede N-kvote og den økonomisk optimale gødningsnorm og fra 2017 og frem den fulde økonomisk optimale gødningsnorm. Med Fødevare- og landbrugspakken blev det indført, at der fra 2017 skulle udlægges målrettede efterafgrøder i ID15-oplande med behov for en kvælstofreducerende indsats. Udlægning af målrettede efterafgrøder er en frivillig, økonomisk støttet ordning, hvor der er krav til et vist areal med efterafgrøder. Kun såfremt de målrettede efterafgrøder blev udlagt frivilligt, fik landmændene økonomisk kompensation. I 2018 var der behov for udlægning af 114.300 ha med målrettede efterafgrøder. I 2018 manglede der at blive udlagt ca. 3.000 ha med målrettede efterafgrøder i 109 ID15-oplande, som derfor i stedet skulle udlægges obligatorisk, og ikke blev økonomisk kompenseret. I 2019 blev der søgt om frivillig udlægning af 139.350 ha med målrettede efterafgrøder, og Landbrugsstyrelsen accepterede de ansøgte frivillige udlægninger med efterafgrøder uden, at der skulle ske obligatorisk udlægning. De målrettede efterafgrøder i 2020 fordeler sig således: Der blev udlagt 274.469 ha frivillige målrettede efterafgrøder. Derudover er 59.100 ha målrettede efterafgrøder opfyldt gennem anvendelse af alternativerne tidlig såning af vinterafgrøder, mellemafgrøder, brak og energiafgrøder. Endvidere er der anvendt kvotereduktion til opfyldelse af 15.839 ha målrettede efterafgrøder. Der mangler fortsat at blive udlagt 12.500 ha målrettede efterafgrøder, som derfor skal etableres som obligatorisk krav.

Vurdering af kvælstofindsatsen fra MFVM's kvælstofudvalg viser, at implementering af de kollektive virkemidler som vådområder, minivådområder, lavbund og skovrejsning sker langsommere end forventet, og at der i 2019 kan forventes en effekt på omkring 20-30 tons N fra disse virkemidler mod en forventet effekt hen i 2021 på 2.400 ton N (Miljø og Fødevareministeriet, 2020). Det generelle budskab omkring kvælstofindsatsen lyder, at de forventede effekter af Fødevare- og landbrugspakkens virkemidler ligger væsentlig under forudsætningerne i planen, og der vil derfor stadig være en manko ift. at opfylde målsætningen om en reduktion af kvælstofudledningen på de 6.900 ton N i 2021. Efterfølgende har Folketinget vedtaget nye initiativer som øget udnyttelse af husdyrgødning, mindre gødningsnorm på humusjorde, forbud mod gødskning af §3-arealer og forbud mod at udbringe fast gødning om efteråret. Alle initiativer, som fremover skal nedbringe kvælstofudledningen fra landbruget, men som altså først får en effekt senere end de 2019/20 data, der vises i denne landovervågningsrapport.

I dette års rapportering af landovervågningen indgår 2020-data for landbrugspraksis, som er det femte år efter at Fødevare- og landbrugspakken blev vedtaget. Modellering af nitratudvaskning med N-LES-modellen anvender landbrugspraksis for det aktuelle år. I modellen anvendes en gennemsnitlig vandafstrømning gennem rodzonen, som er middel af udvaskning beregnet for hvert år i 20-års klimadata. Modelberegningen med N-LES giver derfor udvaskning for landbrugspraksis i 2020 med normale klimaforhold for det femte år, hvor landmændene må anvende mere gødning jf. Fødevare- og landbrugspakken.

Målinger af kvælstofudvaskning fra rodzonen, i dræn, til grundvand og i vandløb følger det hydrologiske år fra 1. juni til 30 maj. I nærværende rapport indgår derfor målinger for de fire første hydrologiske år, 2016/17 - 2019/20 efter ændring af landbrugspraksis og øget gødningsforbrug i 2016-2020.

Kvælstof

Kvælstofanvendelse i landbruget

Handelsgødningsforbruget er faldet markant siden 1990. Data fra Danmarks Statistik viser, at forbruget af kvælstof i handelsgødning er faldet fra 395.400 ton N i 1990 til 205.300 ton N i 2015. Forbrug af handelsgødning indberettet i gødningsregnskaberne udgør 210.000 ton N i 2015 og er dermed knap 5.000 ton N højere for dette år end de solgte mængder oplyst af Danmarks Statistik.

På landsplan er handelsgødningsforbruget reduceret med knap 50 pct. i perioden fra 1990 til 2015, mens forbruget steg fra 210.000 ton N i 2015 til 229.800 ton N i 2020, dog med et højere forbrug i årene 2016 og 2017 efter tilladt mergødning i Fødevare- og landbrugspakken.

I Fødevare- og landbrugspakken blev det vedtaget at udfase normreduktionen for kvælstoftilførsel af gødning. For 2016 blev det tilladt at anvende 2/3 af forskellen mellem den reducerede N-kvote og den økonomisk optimale gødningsnorm, og for 2017 og frem blev det tilladt at anvende den fulde økonomisk optimale gødningsnorm. Det indberettede forbrug af handelsgødning (fra gødningsregnskaberne) er steget fra 210.000 ton i 2015 til 242.000 i 2016. I 2017 blev der ifølge gødningsregnskaberne anvendt 237.100 ton N, mens der i 2018, 2019 og 2020 blev anvendt henholdsvis 223.500, 223.600 og 229.800 ton N

Forbruget af kvælstof i husdyrgødning er faldet fra 244.000 til 217.800 ton N i perioden 1990-2017, jf. DCA. Forbrug af kvælstof i husdyrgødning indberettet i gødningsregnskaberne udgør samlet 215.800 ton N i 2020 og ligger nogenlunde på samme niveau de sidste fem år, og varierer mellem 211.900 og 236.000 ton N i perioden 2005-2020.

Mængderne af kvælstof fjernet fra markerne ved høst har varieret i perioden afhængig af årets høst. Udbyttet har dog været stigende de sidste 7-8 år, bl.a. fordi braklagte arealer blev udfaset i 2008 og grundet tilladt mere gødning i årene 2016-2020.

I 2020 er markbalancen opgjort til 228.400 ton N. Samlet set er kvælstofoverskuddet i det dyrkede areal faldet med 176.000 tons (ca. 44 pct.) i perioden 1990-2020. Markoverskud var lidt højere i 2020 efter et lavere overskud i 2019 på 210.900 ton N, men lavere end det rekordhøjt tørkeramt kvælstofoverskud i 2018 på 265.600 ton N. De to år 2016 og 2017 efter vedtagelsen af Fødevare- og landbrugspakken viste desuden høje overskud på henholdsvis 248.000 og 230.000 tons N.

Størst nedgang i markbalancen er sket i perioden frem til 2003 med 158.400 ton N, mens der herefter og frem til 2015 findes en nedgang på mellem 10.000 og godt 25.000 ton N afhængigt af det enkelte års gødningsforbrug og høstresultat.

Data fra landovervågningsoplandene viser, at overskuddet af kvælstof i markbalancen i perioden 2015-2020 udgør 31-98 kg N ha^{-1} for planteavlsbrug, der ikke anvender husdyrgødning, 77-108 kg N ha^{-1} for plantebrug, der anvender husdyrgødning, mod 81-149 kg N ha^{-1} for husdyr og økologiske brug. Endvidere stiger kvælstofoverskuddet med stigende forbrug af husdyrgødning (figur 3.7). Desuden er markbalancen for konventionelle bedrifter, der anvender husdyrgødning lavest i 2019 og højest i 2018 grundet det tørkeramte lave udbytte i 2018.

Der har igennem overvågningsperioden været en markant forbedring af udnyttelsen af husdyrgødningen som følge af, at opbevaringskapaciteten er øget, at der er anvendt forbedrede udbringningsteknikker og at en stigende andel af gødningen udbringes om foråret og sommeren (tabel 2).

I 2005 var der et krav om efterafgrøder på 6 pct. af efterafgrødegrundarealet for brug med mindre end 0,8 DE ha^{-1} og på 10 pct. for brug med mere end 0,8 DE ha^{-1}. Fra 2008 er kravet øget med 4 procent-point. I landovervågningsoplandene steg etablering af efterafgrøder fra ca. 4 til ca. 20 pct. af efterafgrødegrundarealet på brug, hvor der udbringes henholdsvis mindre eller mere end 80 kg N ha^{-1} organisk gødning i perioden 2005-2020, dog med lidt variation imellem årene.

Almindelig brak blev udfaset i 2008, mens primært 1-årig braklægning steg til mellem knap 23.000 ha og knap 33.000 ha i perioden 2015-2020, bl.a. som følge af, at miljøfokusarealer blev en del af landbrugsstøtten.

Tabel 2. Oversigt over udvikling i nøgleparametre for opbevaringskapacitet og tidspunkt for udbringning af flydende husdyrgødning i landovervågningsoplandene for 1990 og 2015-2020.

	1990	2015	2016	2017	2018	2019	2020
9 måneders opbevaringskapacitet af flydende gødning, pct. af DE	38	100	91	84	81	96	100
Forårs- og sommerudbringning af flydende husdyrgødning, pct. af DE	55	92	90	91	92	93	96
Udbringning med slæbeslanger eller nedfældning, pct. af total-N i den flydende husdyrgødning	8	100	100	100	100	98	98
- Heraf slangeudlagt		33	39	42	39	41	44
- Heraf nedfældet		67	61	58	61	57	54

Med Grøn Vækst blev det fra planperioden 2010/2011 indført, at der ikke må harves eller pløjes før 1. november på lerjorde og før 1. februar på sandjorde. Endvidere må græsmarker i omdrift ikke ompløjes om efteråret. Tidspunkt for jordbearbejdning om efteråret er opgjort på tre års data før virkemidlet trådte i kraft, 2009-2011. For disse år blev der foretaget jordbehandling (harvning og/eller pløjning) om efteråret forud for forårssåede afgrøder på ca. 14 pct. af dette areal i landovervågningsoplandene. Efter virkemidlet trådte i kraft blev jordbehandling i efteråret reduceret til gennemsnitlig 4 pct. for perioden 2012-2020.

Med hensyn til omlægning af græsmarkerne skete dette om efteråret på 27 pct. af det omlagte areal, opgjort som et gennemsnit af tre år før virkemidlet trådte i kraft, mens omlægningen efter virkemidlet er trådt i kraft, er reduceret til gennemsnitlig 12 pct. for perioden 2012-2020.

Husdyrefterafgrøder blev indført i 2017 på bedrifter >10 ha, og med en anvendelse af husdyrgødning på mere end 30 kg N ha^{-1} i 2015 og 2016. De kunne både tælle som MFO-efterafgrøder, og de kunne tælle med i 80 pct.-reglen om roer, græs og græsefterafgrøder på undtagelsesbrugene, men de kunne ikke tælle som pligtige- eller målrettede efterafgrøder. Kvægbrug, som er undtaget fra kravene i Nitratdirektivet, kan tilføre 230 kg N i organisk gødning pr ha frem for Nitratdirektivets grænse på 170 kg N ha^{-1} for andre brugstyper.

Udviklingstendenser i kvælstofkoncentrationer i det hydrologiske kredsløb

I landovervågningsoplandene måles kvælstofkoncentrationerne i rodzonen fra marker med almindelig dyrkningspraksis. Marker med rodzonemålinger, der indgår i trendanalyse, er fordelt med 14 stationsmarker på tre lerjordsoplande og 13 stationsmarker i to sandjordsoplande. Der observeres store årsvariationer

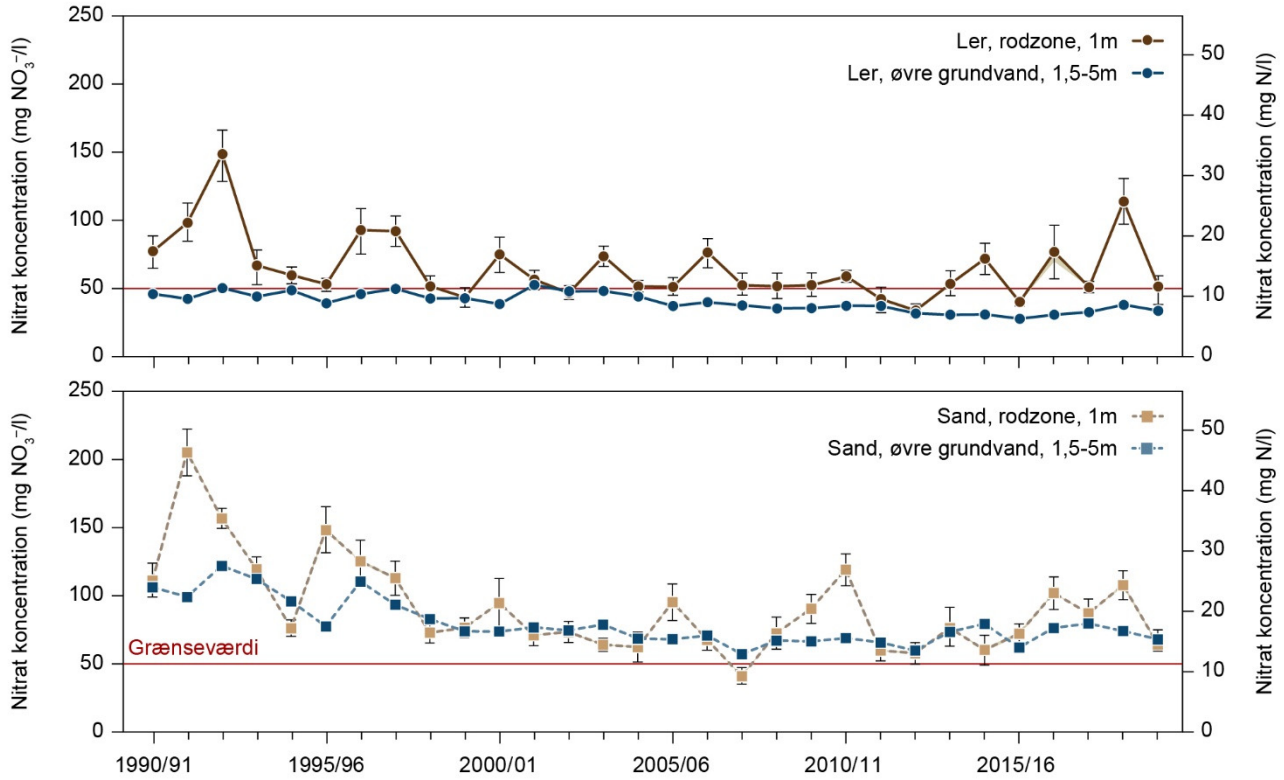
i nitratkoncentrationer og udvaskning, som bl.a. er påvirket af de klimatiske forhold (figur 2). En statistisk analyse af udviklingstendenser viser en signifikant nedgang i årsgennemsnit for afstrømningsvægtet nitratkoncentration i jordvand på både sand- og lerjordsoplandene på henholdsvis 0,27 og 0,58 mg N l^{-1} $år^{-1}$ for hele perioden 1990/91-2015/16. For årene 2016/17-2019/20, altså efter indførelse af Fødevare- og landbrugspakken, ses, at på lerjordsoplandene ligger den gennemsnitlige nitratudvaskning højere i to af årene og i to af årene på samme niveau som i årene før. På sandjordsoplandene ligger udvaskningen i alle fire år ift. perkolationen i den høje ende sammenlignet med årene før 2016/17. På lerjord måles høje afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer i jordvand i år med lav perkolation f.eks. 2016/17 og 2018/19. Sædskifte som f.eks. ompløjning af græs og andel af efterafgrøder kan variere imellem de enkelte år, og der vil derfor være brug for flere års målinger, før det er muligt at vurdere en potentiel signifikant ændring i jordvandets målte nitratkoncentration efter den i Fødevare- og landbrugspakken tilladte mergødning.

I perioden 1990/91-2003/04 beregnes et signifikant fald i den gennemsnitlige årskoncentration af kvælstof for sandjordene, mens ændring ikke er signifikant på lerjord. For denne periode falder koncentrationen 0,37 (p=0,27) og 1,67 (p=0,003) mg N l^{-1} $år^{-1}$ for jordvandsstationerne i henholdsvis lerjords- og sandjordsoplandene. Hvis der tages udgangspunkt i perioden før Handlingsplan for Bæredygtigt Landbrug, svarer dette til et fald på henholdsvis 27 pct. og 70 pct. for de to oplandstyper. Spredningen på tallene er imidlertid meget stor, og med 95 pct. sandsynlighed er reduktionen i nitratkoncentrationen mellem 0 og 66 pct. for lerjordene og mellem 17 pct. og 117 pct. for sandjordene.

I det iltholdige grundvand observeres det største fald i nitratkoncentrationerne i første halvdel af overvågningsperioden. For lerjordsoplandene ligger den gennemsnitlige nitratkoncentration under grænseværdien for grundvand på 50 mg l^{-1} og den reduceres fra knap 50 mg l^{-1} til omkring 30 mg l^{-1}, med det største fald frem til 2006.

For sandjordsoplandene ligger den gennemsnitlige nitratkoncentration i det iltholdige grundvand over grænseværdien på 50 mg l^{-1} i det meste af overvågningsperioden. Nitratkoncentrationen ligger på godt 100 mg l^{-1} i starten af overvågningsperioden. Faldet er størst frem til år 2000.

I nogle år måles ret høje nitratkoncentrationer både i jordvand og i det iltede grundvand (figur 2). På lerjord ses et betydeligt fald i nitratkoncentrationen i vandet fra det forlader rodzonen, til det når ned i det øvre iltede grundvand. Nedgangen skyldes denitrifikation i jordlag fra bunden af rodzonen og ned til det iltede grundvand. På sandjord ligger nitratkoncentrationerne i rodzonevandet og i det øvre iltede grundvand tættere på hinanden



Figur 2. Udvikling i målte nitratkoncentrationer for hydrologiske år i perioden 1990/91 til 2019/20 for rodzonevand og det øvre iltede grundvand i tre lerjordsoplande (øverst) og to sandjordsoplande (nederst). Diagrammet for grundvand er baseret på det gennemsnitlige nitratindhold pr. indtag. Errorbar på nitratkoncentration i jordvand udgør standarderror samt variation i perkolation betinget af variation i nedbør inden for et DMI 10x10 km^2 nedbørsgrid jf. kap1.3. Nitratmålinger i henholdsvis rodzone og øvre iltet grundvand er ikke i alle tilfælde for de samme marker- se kap.5.

Modelberegnet nitratudvaskning

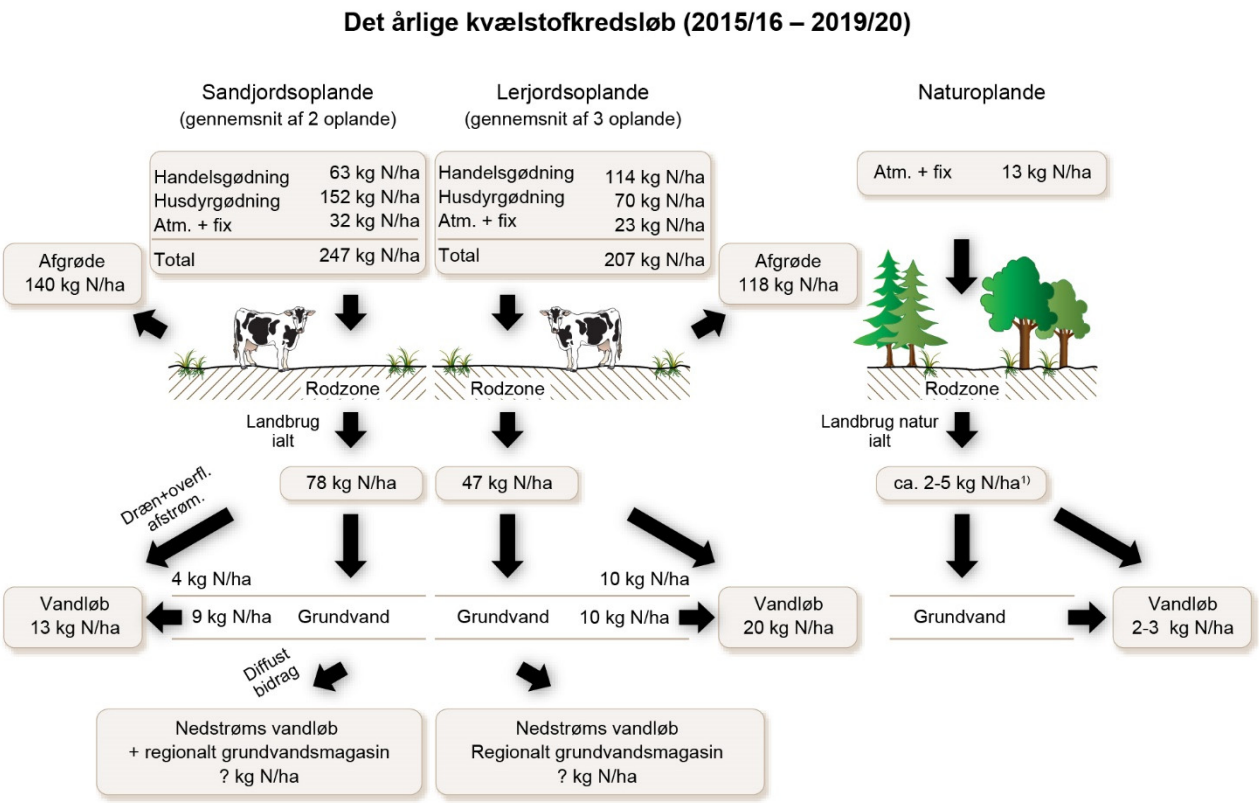
Klimanormaliserede modelberegninger for landovervågningsoplandene har vist, at kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealerne er reduceret med 43 pct. fra 1990 / 91 til 2003 / 04. For perioden 2004 / 05-2019 / 20 kan der ikke konstateres en signifikant udvikling i den modelberegnede udvaskning for lerjordsoplandene, mens udviklingen er signifikant mindre for de to sandjordsoplande, LOOP 2 og 6. Den lavere modelberegnede udvaskning efter 2013 skyldes især, at der er kommet flere efterafgrøder efter korn, og at der er etableret flere efterafgrøder i majs. I N-LES4 beregnes effekt af efterafgrøder i majs med samme effekt som effekten af efterafgrøder efter korn. Da N-LES4 blev udviklet i 2008, var der ikke udvaskningsmålinger for majs med efterafgrøder. Der er siden kommet større fokus på anvendelse og effekt af efterafgrøder i majs. De forholdsvist få danske forsøg, der hidtil er gennemført, viser en stor variation og en mindre udvaskning ved at anvende efterafgrøder, men effekten i de danske forsøg er dog ikke signifikant; det er effekten i et tysk forsøg. Opgøres den modelberegnede N-LES4 udvaskning uden effekt af efterafgrøder i majs, bliver den årlige udvaskning ca. 5 kg N ha^{-1} højere i 2014 og 2015 end beregnet med en effekt af efterafgrøderne i majs. Effekt af virkemidlet 'senere jordbearbejdning' indgår ikke i N-LES4 udvaskningsberegningen. Det gælder også for dette virkemiddel, at der ikke var måledata herfor ved udviklingen af N-LES4 i 2008. Ændringer i høstet kvælstof indgår ikke i modelberegningen.

Den klimanormaliserede nitrattransport i LOOP vandløb er faldet 5-36 pct. i de seks landovervågningsoplande for perioden 1990/91—2019/20. Måling af nitrattransporten i LOOP-vandløbene viser, at kvælstofudledningen i de tre hydrologiske år 2017/18 - 2019/20 ligger nogenlunde på samme niveau eller i den høje ende som i tidligere år (2008/09-2015/16) med samme vandafstrømning. Det er dog ikke muligt at vurdere udledningsniveauet efter bare fire år med det øgede forbrug af gødning og flere efterafgrøder m.v., der blev implementeret med aftalen om Fødevare- og landbrugspakken evare- og landbrugspakken i december 2015.

Data for kvælstoftransporten i LOOP-vandløb viser, at det siden 1990/91 har taget mellem 0 og 19 år at måle en signifikant nedgang i nitrattransporten som følge af hidtil vedtagne virkemidler. I et større antal landbrugsdominerede oplande, i alt 49 oplande, i ferskvandsovervågningen er der fundet et fald i kvælstofkoncentrationen i vandløbene på 51 ± 4 pct. for perioden 1989-2020 beregnet ved hjælp af"change-point" modeller. Heraf har der i 48 vandløb været en signifikant nedgang i den målte total-N koncentration.

Kvælstofkredsløbet for de seneste 5 år, 2015/16-2020/21, er skitseret i figur 3. Den gennemsnitlige årlige modelberegnede (N-LES4) kvælstofudvaskning fra rodzonen for de seneste fem år er ca. 47 kg N ha^{-1} på lerjorde og ca. 78 kg N ha^{-1} på sandjorde. På såvel ler- som sandjordene er udvaskningen mindre end nettotilførslen, idet der sker tab gennem ammoniakfordampning ved udbringning af husdyrgødning og denitrifikation. Udvaskningen er væsentlig større fra sandjordene end fra lerjordene. Til trods herfor er den gennemsnitlige årlige kvælstoftransport i vandløbene på 20 kg N ha^{-1} for lerjordsoplandene væsentligt højere end udledningen i de to sandjordsoplandene (henholdsvis ca. 7 og 19 kg N ha^{-1} for de to oplandstyper). Dette skyldes, at vandafstrømningen på lerjordene sker gennem de øvre jordlag og via dræn, mens vandafstrømningen på de to sandjordsoplande i landovervågningen i højere grad sker gennem de dybere jordlag, hvor der forekommer en betydelig kvælstofreduktion.

I de fire lerjordsoplande er den årlige nettotilførsel (total tilført minus fraført med afgrøde) til marken ca. 89 kg N ha^{-1}. Den modelberegnede udvaskning (N-LES) fra rodzonen i oplandet har i perioden udgjort ca. 47 kg N ha^{-1} $år^{-1}$. Det diffuse kvælstoftab til vandløbene for de dyrkede arealer har udgjort ca. 20 kg N ha^{-1} $år^{-1}$; det svarer til, at gennemsnitligt godt 42 pct. af rodzoneudvaskningen er nået til vandløbene. Der er dog stor forskel imellem lerjordsoplandene.



Figur 3. Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for årene 2015/16-2019/20. Kvælstofbalancen er fra interviewundersøgelsen 2015-2019, mens nitratudvaskningen er modelberegnet for alle marker i oplandene med N-LES4 med et gennemsnitsklima for perioden fra 1990/91 til 2009/10. Vandløbstransport for nitrat i landbrugsoplandene er korrigeret for naturarealer og spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer den diffuse udledning fra dyrkede arealer inkl. spredt bebyggelse og baggrundbidrag. Opdeling af vandløbstransporten i overfladenær- og grundvandskomponenter er beskrevet i afsnit 7.1.
[1)] Intervallet for naturarealer, 2-5 kg N ha^{-1}, henviser til udvaskningen fra henholdsvis fra gammel natur og skov.

Fosforanvendelse i landbruget

Anvendelse af fosfor i handels- og husdyrgødning er indirekte reguleret gennem harmonikravene.

For hele landet har landbruget reduceret forbruget af fosfor i handelsgødning (opgjort som den solgte mængde) fra 40.400 ton P i 1990 til 14.000 ton P i 2020. Fosfortilførsel med husdyrgødning er reduceret med ca. 10.800 ton i perioden fra 1990 til 2020, svarende til en reduktion på knap 20 pct. Nettotilførslen (også benævnt markoverskuddet) er reduceret fra 40.500 ton P i 1990 til 14.800 ton P i 2020 (figur 9.1) (datagrundlaget findes i bilag 1). Det dyrkede areal er også faldet i perioden er fosforoverskuddet per hektar faldet fra 14,5 kg P ha^{-1} i 1990 til 5,7 kg P ha^{-1} i 2020.

Data fra landovervågningsoplandene har vist, at der på planteavlsbrug, der ikke anvender husdyrgødning, var et fosforunderskud på 4,8-10 kg P ha^{-1} i årene 2015-2020, dog 0,13 kg P ha^{-1} i det tørkeramte 2018, mens der på husdyrbrugene og planteavlsbrug, der anvender husdyrgødning, var overskud på 5,7-12 kg P ha^{-1} i 2015-2016, højere overskud på 9,9-15,5 kg P ha^{-1} i det tørkeramte 2018, men igen lavere overskud på 2,6-8,7 kg P ha^{-1} i 2019 og 2020. Fosforoverskud øges ved stigende anvendelse af husdyrgødning.

Med virkning i planperioden 2017 / 18 er der med en ny husdyrlov indført loft over tilførsel af fosfor med både handels- og husdyrgødning.

Fosfor i vandmiljøet

Ved godt 75 pct. af jordvandsstationerne har de gennemsnitlige koncentrationer af opløst ortho-P ligget på 0,004-0,016 mg P l^{-1}, mens der ved knap 25 pct. af stationerne har været koncentrationer på 0,10-0,55 mg P l^{-1} i nogle få år eller i hele perioden. Koncentrationen af opløst total-P, som omfatter både ortho-P og opløst organisk P samt kolloidbundet P, ligger gennemsnitligt 25 pct. (14 – 46 pct.) højere end koncentrationen af opløst ortho-P alene.

I det øvre grundvand har mediankoncentrationen af ortho-P ligget på mindre end ca. 0,004-0,024 mg P l^{-1} de sidste fem år, mens mediankoncentrationen af opløst total-P har ligget på 0,007-0,029 mg P l^{-1}. Det vil sige, at opløst organisk P udgør 18 – 50 pct.. For en mindre del af grundvandsindtagene er der høje koncentrationer af P, typisk større end 0,1 mg P l^{-1}.

Fosfortabet til vandløb er lille i forhold til de fosformængder, der tilføres i landbruget. Det skal imidlertid understreges, at de koncentrationer der forekommer i vandløbene i dag (0,08-0,20 mg total-P l^{-1}), kan 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. Der er foretaget en sammenligning mellem traditionel prøvetagning med udtagning af stikprøver hver 14. dag med intensiv prøvetagning med automatisk prøvetager. Gennemsnitligt undervurderes transporten af total-P ved stikprøvetagning i alle måneder i størrelsesordenen få procent og op til 40 pct., men der kan også i alle oplandene forekomme enkelte måneder og enkelte år, hvor transporten overvurderes ved stikprøvetagning. På årsbasis – som gennemsnit for perioden 1993 – 2020 – og for foreliggende data findes en underestimering af transporter af totalfosfor på 12 – 40 pct., såfremt transporten beregnes ud fra stikprøver.

1 Landovervågningsprogrammet

1.1 Historisk gennemgang af 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 (National overvågningsprogram af Vandmiljøet, NOVA 2003) blev overvågningsprogrammet ændret ved at der udgik et af de oprindelige landovervågningsoplande, LOOP 5, og der kom et ekstra overvågningsopland, LOOP 7, med i den årlige kortlægning af landbrugspraksis. Desuden blev der gennemført interview af landbrugspraksis i 20 oplande, hvor tilsvarende data blev indsamlet én gang i NOVA 2003-perioden. I 1998 blev kemianalyser på vandprøver fra dræn, vandløb og grundvand udvidet med analyser af miljøfremmede stoffer.

Figur 1.1. Oversigt over landovervågningsoplandenes beliggenhed.

Fra 2004 (NOVANA) blev analyseprogrammet for pesticider i drænvand og vandløb nedlagt. Derimod er der i en afgrænset periode 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 NOVANA 2017-2021 bliver der som noget nyt gennemført måling af udbytter og N- og P-indhold i høstede afgrøder på udvalgte marker med jordvandsstationer. I denne rapport anvendes data fra gødningsregnskaberne til markbalancer for hele landet og til at beskrive gødningsforbrug ift. landbrugets N-kvote.

Undersøgelsesprogrammet består af følgende komponenter:

Interviewundersøgelse blandt landmændene i oplandene på markniveau og ejendomsniveau

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

- Jordvandsstationer
- Drænstationer
- Grundvandsstationer (øvre grundvand)
- Vandløbsstationer.

Måleprogram for uorganiske sporstoffer, pesticidindhold og andre miljøfremmede stoffer i det øvre grundvand (5 oplande) udgik, pga. besparelser i 2007.

Miljøstyrelsens lokale enheder står for de årlige interviewundersøgelser samt målinger i vandkredsløbet og kvalitetssikring af data. Institut for EcoScience, Aarhus Universitet, 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 i det hydrologiske kredsløb og anvendelse af bekæmpelsesmidler på markniveau.

I rapporten anvendes forskellige tidsperioder (Tabel 1.1). Vær opmærksom på, at N-LES-modelleringen ligger et hydrologisk år længere fremme end målingerne fra sugeceller, dræn og vandløb.

Lovkravet til opfyldelse af pligtige efterafgrøder i 2014-2020 vurderes ud fra de efterafgrøder, der er på marken i efteråret året før, da disse efterafgrøder skal etableres ved planperiodens begyndelse, mens N-LES-modellen er beregnet over de efterafgrøder, der er på markerne i det aktuelle efterår.

Grundvandsberegningerne følger kalenderåret i de to afsnit 5.6.5 og 10.4, da disse indgår i NOVANA-rapporten for grundvand, som følger denne tidsopdeling. De øvrige afsnit hvor bl.a. nitratkoncenbtratione i jordvand og i det iltede grundvand sammenholdes i afsnit 5.7 er for beegge vandelemeneter opgjort for hydrologiske år.

Målinger af kvælstofudvaskning fra rodzonen, i dræn, til grundvand og i vandløb følger det hydrologiske år fra 1. juni til 31. maj. I nærværende rapport indgår derfor målinger i de fire første hydrologiske år 2016/17-2019/20, som respons på landbrugspraksis og øget gødningsforbrug i 2016-2019.

Tabel 1.1. Oversigt over de anvendte tidsperioder i LOOP-rapporten 2020. Grundvandsberegningerne i kap. følger kalenderåret, mens målingerne fra sugecellefelter, dræn og vandløb følger det hydrologiske år for 2019/20, og N-LES-beregningerne ligger et agrohydrologisk år længere fremme.

Kalenderår 2020	Gødningsår 2019/20	Planår/ Planperiode 2019/20	Høstår 2020	Hydrologisk år 2019/20	N-LES for 2020
1/1 2020 – 31/12 2020	1/8 2019 – 31/7 2020	1/8 2019 – 31/7 2020	1/8 2019 – 31/7 2020	1/6 2019 – 31/5 2020	1/4 2020 – 31/3 2021

Det øgede forbrug af gødning skyldes ændring fra under til økonomisk optimale gødningsnormer indført med vedtagelse af Fødevare- og landbrugspakken fra 2015. Med pakken blev der desuden indført en ændring af husdyrreguleringen fra 2017, hvor begrebet dyreenheder (DE) erstattedes af kg N i organisk gødning. Den nye husdyrregulering udmønter sig i husdyrbrugloven, hvor regulering af arealer og anlæg adskilles, og anlæggene reguleres efter antallet af kvadratmeter produktionsareal i stedet for, som før, antal produktionsdyr.

Data fra Landovervågningen blev i 2003 anvendt i forbindelse med slutevalueringen af VMP II, og i 2008 ved midtvejsevalueringen af VMP III. Dette arbejde er offentliggjort på hjemmesiderne hos DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi og DCA - Nationalt Center for Jordbrug og Fødevarer, Aarhus Universitet. Endvidere anvendes data fra Landovervågningen til de årlige rapporter, der skal fremsendes til EU-kommissionen i forbindelse med Danmarks Undtagelse fra Nitratdirektivet, og til den fire-årlige afrapportering til Kommissionen af den danske implementering af nitratdirektivet.

1.2 Fejl på analyse af total-kvælstof og total-fosfor

Genopretning af TN- og TP-prøver for 2016 og første kvartal 2017

Det blev i 2017 opdaget, at alle total-kvælstof- (TN) og total-fosfor-analyser (TP) i forbindelse med NOVANA-programmet i 2016 og første kvartal 2017 var blevet analyseret med en forkert metode (Miljøstyrelsen, 2017a). Den forkerte metode (UV-metoden / on-line-metode) underestimerede TN og TP i forhold til off-line-metode / autoklavemetoden, som skulle have været anvendt (Miljøstyrelsen, 2017b). På grund af denne fejl er det blevet undersøgt, om de fejlbehæftede resultater kan genoprettes på grundlag af prøver (383 prøver for TN og 293 prøver for TP i vandløb) analyseret med begge metoder (Larsen et al., 2018). Konklusionen på undersøgelsen er, at for prøver taget i vandløb kan de fejlbehæftede resultater godt genoprettes til anvendelse i belastningsopgørelse (ligning 1 og ligning 2). De genoprettede prøveværdier for TN kan anvendes selvstændigt, fx til beregning af stoftransport (Larsen m.fl., 2018). De korrigerede prøveværdier for TP bør ikke anvendes, hverken enkeltvis eller på enkeltstations niveau, men udelukkende for større dele af landet (Larsen et, 2018).

(Ligning 1) $TN_{korr} = 0{,}131541 + 1{,}035184 \times TN_online$

(Ligning 2) $TP_{korr} = exp\left(-0{,}12548 + 0{,}88367 \times ln(TP_online)\right)$

For stoftransporter opgjort for kvælstof og fosfor, henholdsvis i kapitel 7 og 11 er værdier genoprettet med hhv. ligning 1 og ligning 2 anvendt for året 2016 og første kvartal 2017. For ligning 2 er der indført et afskæringskriterie ved 0,34 mg l^{-1}, da ligningen vil korrigere højere værdier negativt (TPkorr < Tp_online), hvilket ikke er i overensstemmelse med den fundne analysemetodefejl.

I gennemsnit er korrektionen for TN og TP på:

- TN på ca. 6,9 pct.
- TP på ca. 14 pct.

Genopretning af TN og TP prøver for perioden 2009 til 2015

Genopretning af TN

Der er sket en genopretning (korrektion) af TN-data målt på vandløbsprøver af laboratoriet Eurofins A/S i perioden 2009-2015 (Larsen, 2021a,b). De genoprettede værdier er anvendt i denne rapport. Baggrunden for genopretningen er, at laboratoriet har anvendt UV-metoden/online-metoden, men skulle have anvendt autoklavemetoden (Larsen et al., 2018).

Til NOVANA-rapporten "Landovervågningsoplande 2018" (Blicher-Mathiesen et al., 2019) var der anvendt en foreløbig korrektion af TN på gennemsnitligt 1,3 pct. for perioden 2007-2014 (Larsen et al., 2018). Den nye korrektion, beskrevet i detalje i Larsen et al. (2021a,b), har således afløst (tilbage rullet) den tidligere anvendte midlertidige korrektion opgjort i Larsen (2018). Det blev i Larsen et al. (2020) anbefalet at se nærmere på muligheden for at lave en korrektion af TN-data fra perioden ca. 2007-2015. Anbefalingen er delvist baseret på en analyse af indholdet af organisk kvælstof i vandløb i perioden 2000-2018 i Thodsen et al. (2019). Korrektionen beskrevet i Larsen et al. (2021a,b) er anvendt på alle TN-data for LOOP-vandløb fra perioden 2009-2015, der indgår i denne rapport.

Korrektionen er foretaget på kvartalsbasis og er forskellig for hhv. almindelige vandløbsmålestationer og målestationer karakteriseret som søafløb og afhænger af andelen af organisk kvælstof i vandprøverne. Den gennemsnitlige korrektion er:

- Almindelige vandløb 7,3 pct.

Korrektionen for almindelige vandløb er altså meget tæt på de 6,9 pct. anvendt for 2016-2017 (se afsnit ovenfor). Overblik over korrektionerne ses i tabel 1.2.

Tabel 1.2. Oversigt over de allerede foretagne korrektioner af analyser af total-N i vandløb under NOVANA-programmet i perioden 2007-2020 for de enkelte analyselaboratorier, samt betydningen af de nye korrektioner (årlig effekt for gennemsnitlig total-kvælstofkoncentration, som er indført som konsekvens af de nyeste undersøgelser i de to notater af Larsen m.fl., (2021a,b).(Tabel fra Larsen et al., 2021b).

År	EUROFINS A/S	ALS	Andre laboratorier
2007	1,3 %* Rulles tilbage	6,9 % Rulles tilbage	1,3 % ** Rulles tilbage undtagen på prøver fra AnalyCen
2008	1,3 %* Rulles tilbage	6,9 % * Korrigeres kun fra og med 2. kvartal*	1,3 % ** Rulles tilbage
2009	1,3 %* +(almindelige vandløb: 5,95 %) (søafløb: 19,9 %) ***	6,9 % *	1,3 % ** Rulles tilbage
2010	1,3 %* +(almindelige vandløb: 5,95 %) (søafløb: 19,9 %) ***	6,9 %*	1,3 % ** Rulles tilbage
2011	1,3 %* +(almindelige vandløb: 5,95 %) (søafløb: 19,9 %) ***	-	-
2012	1,3 %* +(almindelige vandløb: 5,95 %) (søafløb: 19,9 %) ***	-	-
2013	1,3 %* +(almindelige vandløb: 5,95 %) (søafløb: 19,9 %) ***	-	-
2014	1,3 %* +(almindelige vandløb: 5,95 %) (søafløb: 19,9 %) ***	-	-
2015	almindelige vandløb 3,8 % og søafløb 4,3 % (hvor der kun er korrigeret i 1. & 2. kvartal) ****		-
2016	-	6,9 % *	-
2017	-	6,9 % (1. kvartal) *	-

.
-) Ingen korrektion; *) Larsen et al., 2018; **) Larsen, 2018; ***) Larsen et al., 2021a; ****) Larsen et al., 2021b.

Genopretning af TP

I Vandløbsrapporten (Thodsen et al., 2021a) er fraktionerne af TP analyseret for vandløbsprøver og ud fra den analyse, er der ikke fundet tegn på, at fraktionen "partikulært bundet P + opløst organisk P" er for lille i perioden 2009-2015. Hvis der tydeligt var brug for en korrektion, burde denne fraktion være for lille imellem 2009 og 2015 sammenlignet med andre perioder. Der er ikke foretaget en separat analyse af søafløbsstationer som muligvis vil have et andet respons end almindelige vandløbsstationer, da der vil være en anden sammensætning af de organiske stoffer i vandet. Ligeledes er der ikke foretaget en analyse på fx kvartalsniveau.

Med det nuværende vidensgrundlag er der derfor ikke som for kvælstof samme tydelige tegn i data på, at TP-koncentrationen i vandløbsprøver i perioden 2009-2015 er underestimeret som følge af analyse med UV-metoden. Derfor er det besluttet at fjerne de grå bokse på tidsseriegrafer af TP, der markerede perioden 2009-2015 i sidste NOVANA-rapport (Thodsen et al., 2021b). Markeringen havde til formål at tydeligøre den forhøjede usikkerhed og mulige bias i data i perioden. Selvom markeringen er fjernet, må analyserne i perioden fortsat anses for mindre sikre end hvis den korrekte analysemetode havde været anvendt. Det kan derfor ikke udelukkes, at det kan blive relevant at korrigere TP-data i perioden 2009-2015 på et senere tidspunkt, hvis der tilvejebringes ny viden, der muliggør en korrektion.

Opgjort transportdata for dræn og jordvand i LOOP

For de målte total-N-koncentrationer i dræn viser metodetesten en gennemsnitlig relativ fejl på 1,28 pct. mellem oplukning med hhv. UV- og autoklavemetoden, hvor sammenligningen er gennemført på 56 prøver for prøver analsyseret af ALS-laboratoriet. Den relative fejl er, som for metodesammenligning af prøver fra vandløb, størst ved lave total-kvælstofkoncentrationer og mindst ved høje koncentrationer. Metodetesten viste også forholdsvis stor spredning på den relative fejl imellem de enkelte prøver. I nærværende rapport er de anvendte total-N-koncentrationer for drænvand genoprettet for de to perioder 2016 og første måned af 2017 samt desuden for perioden 2007-2014. Genopretning af dræntransporter for perioden 2007-2014 bør gen-estimeres på baggrund af erfaringerne fra genopretning af TN i vandløb (Larsen et al., 2021a og b). Dette arbejde er igangsat, men endu ikke afsluttet.

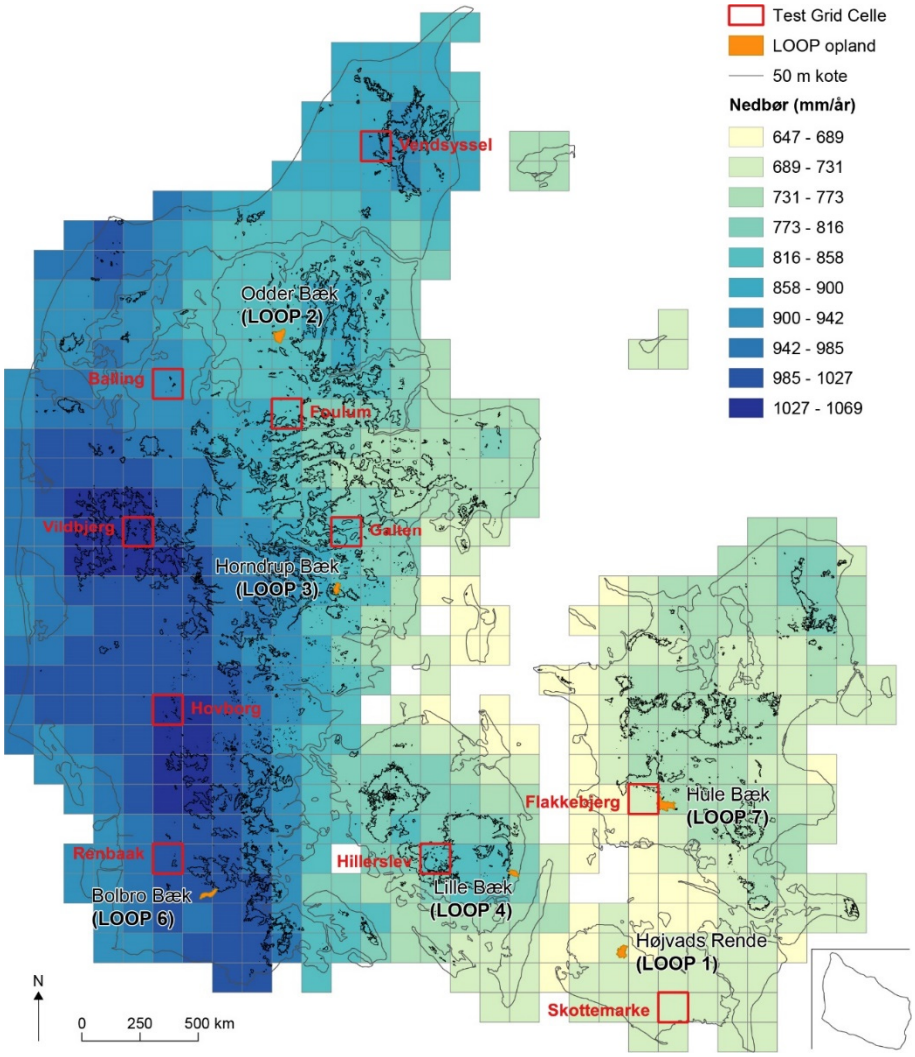
For jordvand anvendes nitratkoncentrationen til beregning af udvaskning. Denne praksis har også været anvendt i de tidligere rapporteringer af Landovervågningen. Sammenstilling af total-N og uorganisk-N i jordvand er alene opgjort for perioden 2002/03-2006/07, hvor det er oplyst, at der er anvendt den rigtige oplukning til total-N-analyser, jf. tabel 4.1.

1.3 Homogenitetsbrud i nedbørsopgørelsen

Der er siden udgivelsen af Landovervågningsoplande 2018 (Blicher-Mathiesen et al., 2019), konstateret et homogenitetsbrud i DMIs griddede nedbørstidsserier ved årsskiftet 2010-2011, hvor en ny metode i form af et nyt målenetværk blev taget i brug (Svendsen & Jung-Madsen (Red), 2020; Andersen (red), 2021). Nedbøren er opgjort til at være relativt mindre efter årsskiftet 2010-2011 end før dette tidspunkt. Der er ingen stillingtagen til hvilken af de to perioder hhv. før og efter 2011, der er den mest korrekte. Omfanget af forskellen er for 76 målte oplande opgjort i Thodsen m.fl. (2020a). Der er siden medio 2020 pågået en udredning af, hvad problemet skyldes, og identifice-

rede forhold er rettet i et nyt nedbørsdatasæt leveret af DMI i januar 2021 (Andersen (red), 2021). Det nye nedbørsdatasæt har en mindre bias (nedbørsunderskud) end det oprindelige datasæt, men på landsplan findes størstedelen af biasen fortsat i det nye datasæt leveret i januar 2021 og således i de data, der er anvendt i denne rapport.

I beregning af udvaskning og afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer i jordvand er der indarbejdet et interval for nedbøren. Intervallet er beregnet som den relative spredning på nedbørsmængder, der kan ske inden for et normalt 10X10 km^2 DMI-nedbørsgrid. Datagrundlaget til at beregne denne spredning er opgjort ved at beregne variationskoefficient for radarnedbør stillet til rådighed for NOVANA-arbejdet fra et forskningsprojekt mellem AU, Institut for Agroøkologi, og DMI, publiceret i Pedersen et al., (2021). De opgjorte data dækker et halvt år, april-september i 2019 og dækker 10 af DMIs 10x10 km^2 nedbørsgrid fordelt over hele landet (Figur 1.2). I hvert nedbørsgrid er radarnedbøren opgjort for fem 0,5 x 0,5 km^2. For at indarbejde spredning på nedbør inden for DMI's nedbørsgrid er medianen af variationskoefficienten for radarnedbør opgort til på 3,9 pct. for de 10 gridceller indarbejdet på nedbør fra DMI's nedbørsgrid, der anvendes i landovervågningen (tabel 1.3). Resultatet af variation i nedbør er efterfølgende indarbejdet i FDC's perkolationsberegning med rodzonemodellen Daisy for jordvandsstationer med måling af næringsstoffer i jordvand. Variation i nedbør og den heraf resulterende variation i perkolation, udvaskning og afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer kan ses i figur 5.1 og 5.15.



Figur 1.2. Placering af 10 nedbørsgrid, hvor radar-nedbør er opgjort for fem delplots samt placering af LOOP-oplande. Desuden gennemsnitlig gridnedbør for perioden 1990-2019.

Tabel 1.3. Oppgjort nedbør (mm) for DMI's nedbørsgrid samt opgjort radarnedbør og standardafvigelse (stdDev) og variationscoefficient (CV) for radarnedbør for hver at de 10 nedbørsgrid samt middel og median for disse.

ID	Gridnr	Nedbør radar	StdDev	Nedbør_CV	Difference Radar-grid	Nedbør Grid10x10 km	Forskel radar_grid
Balling	10110	389,7	18,1	4,6	3,2	386,5	3,2
Flakkebjerg	10483	276,9	15,4	5,6	39,3	237,6	39,3
Foulum	10218	351,0	34,5	9,8	14,7	336,3	14,7
Galten	10283	322,5	8,0	2,5	19,4	303,1	19,4
Hillerslev	10381	356,8	31,8	8,9	97,6	259,2	97,6
Hovborg	10121	414,8	10,2	2,5	22,0	392,8	22,0
Renbaak	10126	390,2	13,1	3,4	18,5	371,7	18,5
Skottemarke	10508	278,5	8,4	3,0	29,3	249,2	29,3
Vendsyssel	10300	318,0	14,1	4,4	9,0	309,0	9,0
Vildbjerg	10089	472,7	7,3	1,5	-23,0	495,7	-23,0
Middel				4,6			
Median				3,9			

Der arbejdes videre på at forbedre nedbørsdatasættet og derfor forventes det, at der kan komme yderligere justeringer i de nedbørsdatasæt, der vil blive anvendt i fremtidige NOVANA-rapporter.

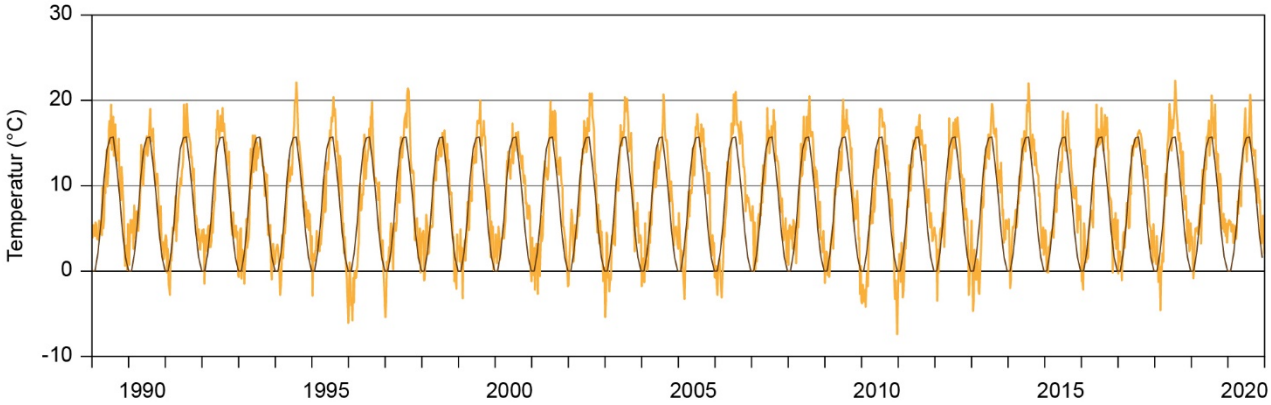
2 Nedbørs- og temperaturforhold i oplandene og for hele landet

Nitrat og opløst fosfor følger med jordvand ud af rodzonen. Udvaskningens størrelse bestemmes derfor både af transporten af jordvand og koncentration af næringsstoffer. Nedbør og temperatur har betydning for, hvornår udvaskningen sker, og også hvor meget kvælstof og fosfor der transporteres ud af rodzonen. Temperaturen i vintermånederne har betydning for mineralisering af organisk bundne næringsstoffer i jorden. Jo højere temperatur, des mere uorganisk kvælstof og fosfor kan der frigives. Desuden er temperaturen sammen med vindforhold afgørende for fordampningen af vand gennem planter og fra jordoverfladen. Om sommeren overstiger fordampningen oftest nedbøren, mens der om vinteren stort set ingen fordampning forekommer. Derfor er der størst udvaskning i efterår og vinter.

Målinger af næringsstofudvaskning opgøres ofte for hydrologiske år, som er perioden fra 1. juni til 31. maj. Vejret og høsten i sommeren 2019 vil derfor reflekteres i næringsstoftransporten i det hydrologiske år 2019/20.

2.1 Temperatur

Mens det hydrologiske år 2018/19 var ekstremt varmt og tørt, blev det hydrologiske år 2019/20 vådt og dog forholdsvist lunt, især for vintermånderne. Desuden var sommeren 2019 lidt lunere end normal. Middeltemperaturen for det hydrologiske år 2019/20 var 9,7 °C, altså på samme niveau som for 2018/19 på 9,8 °C, og dermed henholdsvis 2,1 og 2,2 grader varmere end normalen for perioden 1961-1990 på 7,7 °C (Rubek et al., 2020 og 2021). Kun maj 2020 var lidt koldere end normalt (Figur 2.1).



Figur 2.1. Middeltemperaturen for landet, beregnet på ugebasis for 1989-2020. Den storte streg repræsenterer månedsnormalen for perioden 1961-1990.

2.2 Nedbør

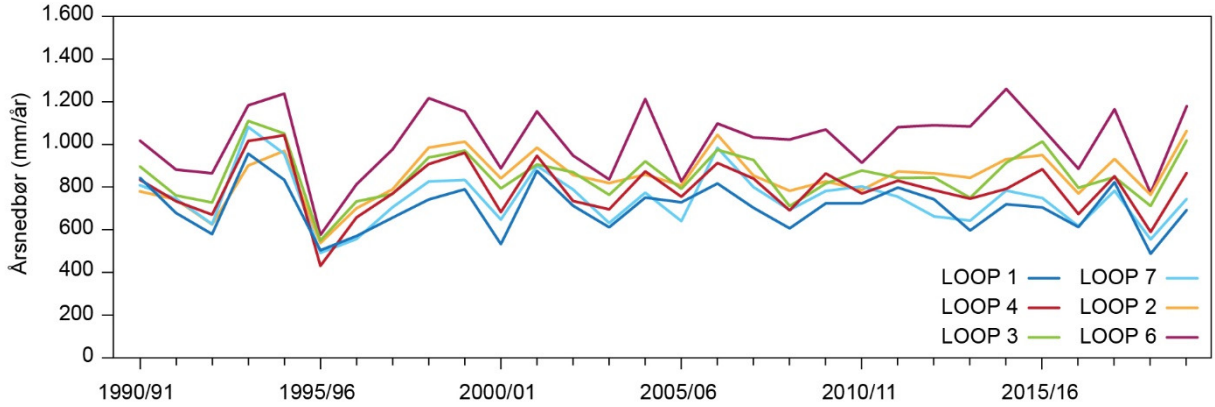
I det hydrologiske år 2019/20 faldt der gennemsnitlig 939 mm nedbør for hele landet, hvilket er 32 pct. mere end de 712 mm, der falder i et normalt år (ikkekorrigerede værdier (Rubek et al., 2020 og 2021)). Især august 2019-februar 2020, på nær december, var væsentligt vådere end normalt, mens foråret var mere tørt. Højt nedbør i efterårs- og vintermåneder giver større udvaskning af næringsstoffer.

Nedbøren er ikke jævnt fordelt i landet, som det fremgår af tabel 2.1. Generelt får LOOP 6 i Sønderjylland mere nedbør end gennemsnitligt for hele landet, og især LOOP 1 på Lolland og LOOP 7 i Vestsjælland, får ofte mindre nedbør end landsgennemsnittet. I 2019/20 var nedbøren på et gennemsnitlig niveau for LOOP 1 på Lolland og LOOP 7 i Vestsjælland, mens nedbøren var 9 pct. højere for LOOP 4 på Sydfyn og 16, 19 og 25 pct. højere end middel for overvågningsperioden for henholdsvis LOOP 6 i Sønderjylland, LOOP 3 i Østjylland og LOOP 2 i Himmerland. (Tabel 2.1, Figur 2.2).

Tabel 2.1. Årsnedbør for hydrologiske år (1.6-31.5) opgjort for LOOP-oplandene for perioden 1990/91-2019/20 samt som gennemsnit for hele overvågningsperioden. Nedbøren er korrigeret til jordoverfladen (Refsgaard et al., 2011)

Opland	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
LOOP 1	844	679	580	957	834	504	571	657	742	790	533	876	713	612	751
LOOP 4	835	734	671	1016	1043	431	658	770	908	961	683	947	735	696	874
LOOP 3	897	761	728	1110	1051	550	733	768	939	971	794	906	870	764	921
LOOP 7	809	746	627	1082	956	492	557	706	826	834	648	900	789	632	774
LOOP 2	780	742	625	901	970	538	701	790	985	1013	841	985	857	819	859
LOOP 6	1018	882	865	1183	1238	576	813	977	1217	1154	888	1155	948	836	1213

	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20	Gennemsnit 1990/91-2019/20
LOOP 1	729	817	703	607	724	725	788	743	597	720	705	614	823	483	693	704
LOOP 4	755	913	840	691	864	774	831	786	745	790	886	677	851	590	867	792
LOOP 3	792	975	927	711	817	870	843	846	750	914	1015	797	847	712	1020	847
LOOP 7	641	984	800	693	782	789	755	661	643	785	749	615	783	555	745	745
LOOP 2	807	1045	854	783	827	784	871	865	844	931	950	770	932	764	1064	842
LOOP 6	826	1098	1033	1023	1070	916	1081	1091	1084	1259	1071	885	1165	772	1179	1012



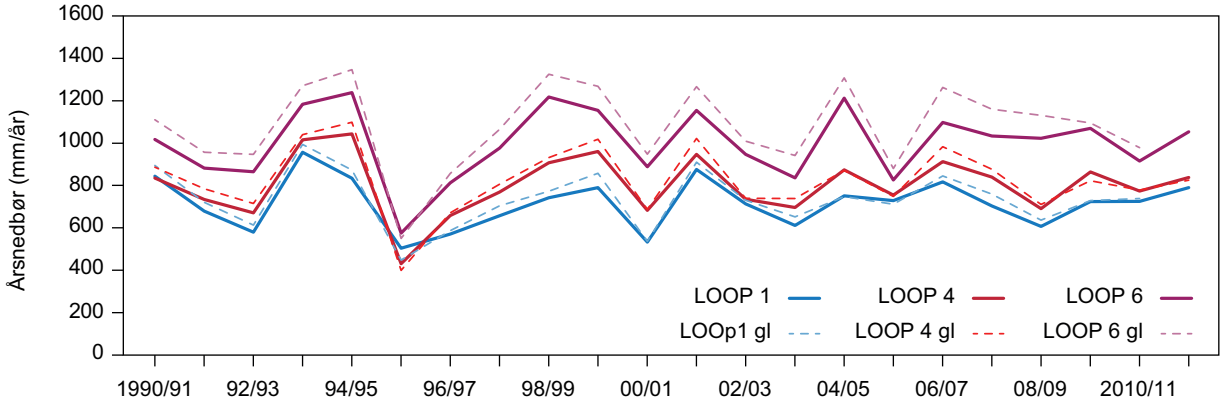
Figur 2.2. Årsnedbør for det hydrologiske år (1.6-31.5.) opgjort for LOOP-oplandene i perioden 1990/91–2019/20. Nedbøren er korrigeret til jordoverfladen ifølge Refsgaard et al., (2011).

Nedbøren bliver korrigeret til jordoverfladen for opfugtningstab samt vind, da disse forhold betyder, at den målte nedbør underestimerer den sande nedbør. Indtil 2011 blev disse korrektioner foretaget med faste månedskorrektioner (Allerup et al., 1998), mens der i 2011 blev udarbejdet nye døgnkorrektioner baseret på lufttemperatur, nedbørsintensitet og vindhastighed (Refsgaard et al., 2011). De nye døgndynamiske nedbørskorrektioner er nu indarbejdet i nedbørsberegningerne i landovervågningen.

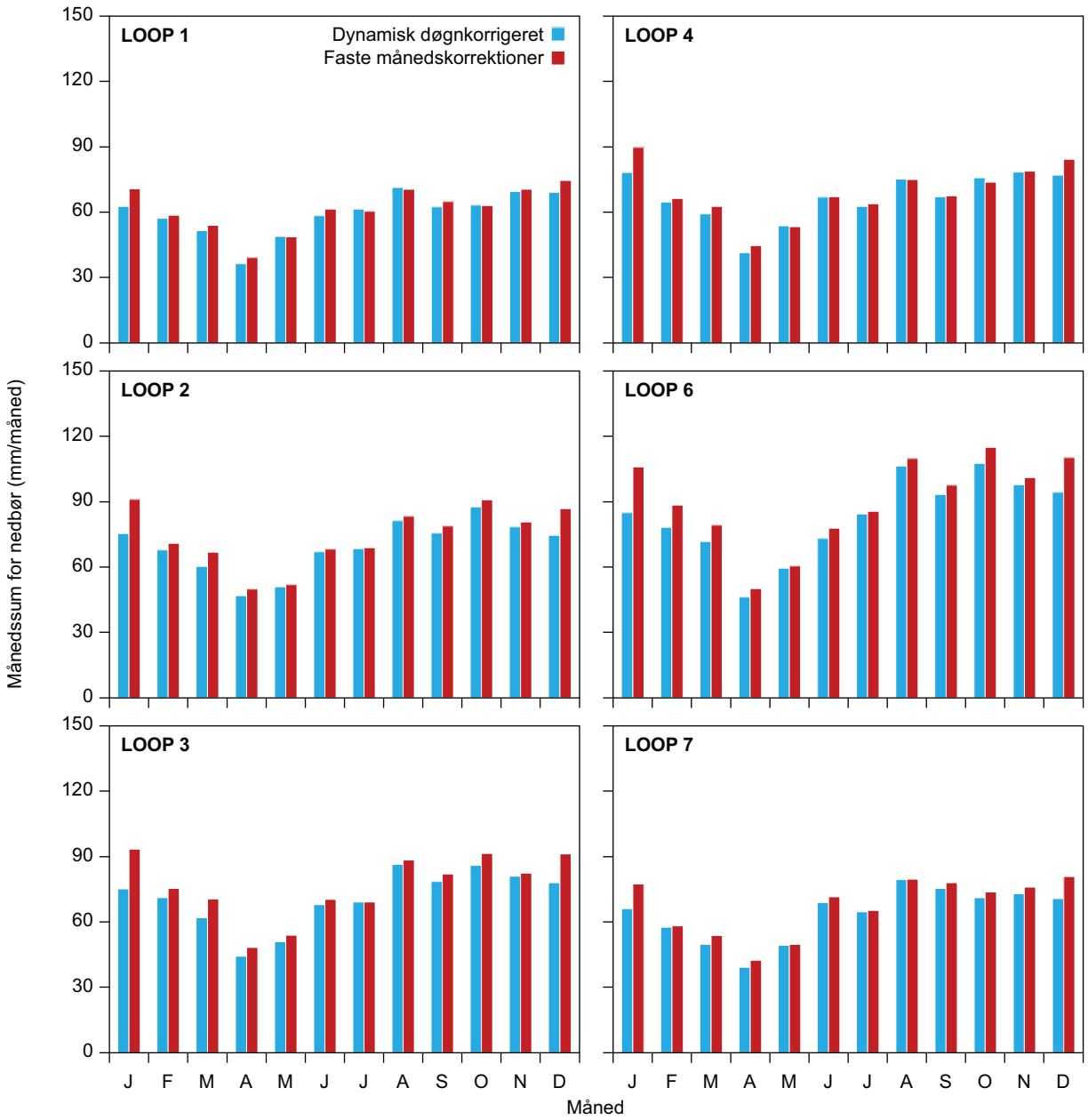
I tabel 2.2 ses, at den gennemsnitlige årsnedbør, opgjort med døgnkorrektioner, ligger mellem 24 og 79 mm lavere end opgjort med de faste månedskorrektioner. Forskellen mellem de to nedbørskorrektioner for perioden 1990 / 91-2011 / 12 er vist for LOOP 1, 4 og 6 i figur 2.3. Desuden vises forskellen imellem de to korrektioner pr. måned i figur 2.4. Som forventet er forskellen mest udtalt i vintermånederne, idet korrektionen for sne er mere korrekt ved den døgndynamiske metode (Figur 2.4).

Tabel 2.2. Nedbør med faste månedskorrektioner og døgndynamisk korrektion for vind og opfugtningstab og forskellen for LOOP-oplandene opgjort for hydrologiske år (1.6-31.5) for perioden 1990/91-2011/12

	Måneds-korrigeret nedbør (mm år^{-1})	**Døgn-korrigeret nedbør (mm år^{-1})**	**Forskel (mm år^{-1})**
LOOP 1	736	711	25
LOOP 2	886	836	50
LOOP 3	902	849	53
LOOP 4	825	801	24
LOOP 6	1.080	1.001	79
LOOP 7	806	764	42



Figur 2.3. Årsnedbør korrigeret til jordoverfladen med faste månedskorrektioner (----) (Allerup et al., 1998) og med dynamiske døgnkorrektioner (—) vist for LOOP 1, 4 og 6 i overvågningsperioden 1990/91–2011/12. Nedbøren er opgjort for hydrologiske år (1.6.-31.5.).



Figur 2.4. Den gennemsnitlige månedsnedbør opgjort med faste månedskorrektioner og døgndynamisk korrektion for vind og opfugtningstab og for hvert LOOP-opland opgjort for hydrologiske år (1.6-31.5) for perioden 1990/91-2010/11.

3 Kvælstofanvendelse i landbruget

I 6 små landbrugsdominerede vandløbsoplande på hver 5-15 km^2 foretages årligt interviewundersøgelser over landbrugspraksis (figur 1.1). I fem af oplandene udføres desuden målinger af næringsstoftransport i oplandenes vandkredsløb. 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 variationer i landet med hensyn til jordbund, klima og landbrugspraksis. Oplandene vil dog ikke nødvendigvis i alle forhold være repræsentative for hele landet.

I det følgende afsnit 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 detaildata fra interviewundersøgelsen.

3.1 Handlingsplaner for et bedre vandmiljø

Siden den første NPO-handlingsplan i 1985 har der været fokus på at reducere kvælstofudvaskningen fra landbruget til vandmiljøet, og fra 2004, med vandmiljøplan III, er der også indsats i forhold til fosforudledning fra landbruget. De grundlæggende beslutninger fra de forskellige planer og regulativer er beskrevet i Appendiks 2 og Bilag 4.

Et virkemiddel, som går igen i flere tiltag, er etablering af efterafgrøder. I kap. 4 er de forskellige virkemidler for efterafgrøder og jordbehandling beskrevet.

I forbindelse med de forskellige politiske handlingsplaner er der indført en række initiativer, som har til formål at nedbringe kvælstofudledningen til vandmiljøet (tabel 3.1). I vandmiljøplanerne var målsætningen at reducere kvælstofudvaskningen fra rodzonen primært ved at indføre virkemidler, der øgede udnyttelsen af husdyrgødning, nedbragte forbruget af kvælstof og øgede krav til efterafgrøder ved at indføre arealrelaterede virkemidler som f.eks. vådområder og skovrejsning. En oversigt over implementerede vandmiljøplaner, øvrige politiske tiltag og deres virkemidler er givet i Appendiks 2.

Ved slutevalueringen af Vandmiljøplan II i 2003 blev det vurderet, at kvælstofudvaskningen på landsplan var reduceret med 48 pct. fra 1985 til 2003. Reguleringen i Vandmiljøplan II blev af EU accepteret som den danske implementering af Nitratdirektivet. Nitratdirektivet forpligter lande til at udarbejde handlingsprogrammer til at nedbringe vandforurening forårsaget af nitrat, der stammer fra landbruget.

Med Grøn Vækst skete et paradigmeskift idet målsætningen heri var at reducere kvælstofudledningen til havet frem for det tidligere reduktionsmål på udvaskning fra rodzonen. I de første udkast til vandplaner var der angivet virkemidler med en reduktion på ca. 9.000 ton N frem mod 2015, mens tiltag der skulle sikre en yderligere reduktion på 10.000 ton N, blev udskudt (tabel 3.1).

Fra 2015 indgik krav om miljøfokusområder (MFO) som en del af betingelsen for den direkte landbrugsstøtte. MFO-arealer skal dække 5 pct. af bedriftens areal og kan bl.a. udgøres af randzoner, brak, lavskov, efterafgrøder, græsudlæg og visse landskabselementer.

I december 2015 vedtog den daværende regering, bestående af partiet Venstre, sammen med Dansk Folkeparti, Konservative og Liberal Alliance Fødevare- og landbrugspakken, hvor det er planen, at virkemidler i højere grad skal implementeres målrettet, for at de enkelte vandområder kan opfylde miljøkrav i vandrammedirektivet frem for, som hidtil, med samme generelle krav, uanset hvor bedrifter er placeret i landet og uanset reduktionskrav. Vandområderne er defineret som de hovedvand- og kystvandoplande, som er defineret i Vandområdeplanerne.

Tabel 3.1. Oversigt over nationale reduktionsmål for rodzonen i vandmiljøhandlingsplaner og for reduktionsmål for havbelastningen i Grøn Vækst, Vandplan I og i Fødevare og landbrugspakken. Desuden oversigt over kvælstofindsats i den målrettede regulering og kollektive indsats frem til 2021.

		Reduktionsmål		Havbelastning
		Rodzonen		
		(pct.)	(t N)	(t P)
1987	Vandmiljøplan I	48		215
1998	Vandmiljøplan II			
2004	Vandmiljøplan III	13		
2009	Grøn Vækst, 2009-2015		9.000	51
	Grøn Vækst, udskudt		10.000	
2014	Vandplan I		6.600	
	(Vækstplan)			
2015	Fødevare- og landbrugspakken		8.000	
	(Ved målrettet regulering og Baseline 2021)			
2016	Vandområdeplan II (2015-2021)		Ca. 6.900	
	Vandområdeplan II, udskudt indsats til efter 2021		Ca. 6.200	

Den samlede kvælstofindsats frem til 2021		
Generel regulering	Målrettet regulering 3.500 ton N	Kollektiv indsats 3.500 ton N
Ingen målretning	Målrettet indsatsbehov og Kvælstof-retention	Målrettet i fht. indsatsbehov og effekt
Gødningsnormer Husdyrgødning Efterafgrøder	Efterafgrøder og alternativer	Vådområder Skovrejsning Minivådområder Lavbundsprojekter

Den generelle kvælstofregulering indeholder regler, som omfatter alle landbrugsbedrifter, mens den målrettede kvælstofregulering blev indført for at målrette indsatsen i de områder, hvor der er et indsatsbehov i forhold til kystvandene. Denne regulering skal sikre en mindre udledning på 3.500 ton N i perioden 2019 – 2021. Det var oprindeligt besluttet, at indsatsbehovet skulle indfases med 1/3 for hvert år i perioden, og derfor skulle der i 2019 reduceres med 1.167 ton N, men da Fødevare- og landbrugspakken ikke havde medført en reduktion i kvælstofudledningen i de første tre år efter aftalens indgåelse, besluttede et flertal bestående af regeringen (S), støttepartierne (EL, SF og RV) samt Alternativet i efteråret 2019 at styrke kvælstofindsatsen således at den del af indsatsen, som først skulle have været gennemført i 2021 allerede bliver gennemført i 2020.

Det gøres via et krav om i alt 380.000 ha målrettede efterafgrøder udlægges i 2020 for at nå et reduktionsmål på 3.500 ton N allerede i 2021.

Den kollektive kvælstofindsats skal sikre den resterende reduktion af N-udledningen på 3.500 ton N. Indsatsen skal komme fra vandområder, skovrejsning, minivådområder og lavbundsprojekter. Omkostningerne til etableringen af virkemidlerne finansieres af staten og EU.

I Vandområdeplan II, der gælder for perioden 2015-2021, har Danmark forpligtet sig, over for EU, til at reducere udledningen af kvælstof til vandmiljøet. Der skal ske forbedringer ift. kvælstofudledningen til kystvand på ca. 6.900 ton N frem mod 2021, og der skal ske forbedringer af grundvandstilstanden i udvalgte områder.

I dette års rapportering af landovervågningen indgår 2020-data for landbrugspraksis. Modellering af nitratudvaskning med N-LES4-modellen anvender landbrugspraksis for det aktuelle år. I modellen anvendes en gennemsnitlig vandafstrømning gennem rodzonen, som er middel af udvaskningen beregnet for hvert år for 20-års klimadata. Modelberegningen med N-LES giver derfor et udvaskningsniveau for landbrugspraksis i 2020, altså for det femte år hvor landmændene må anvende mere gødning, jf. Fødevare- og landbrugspakken.

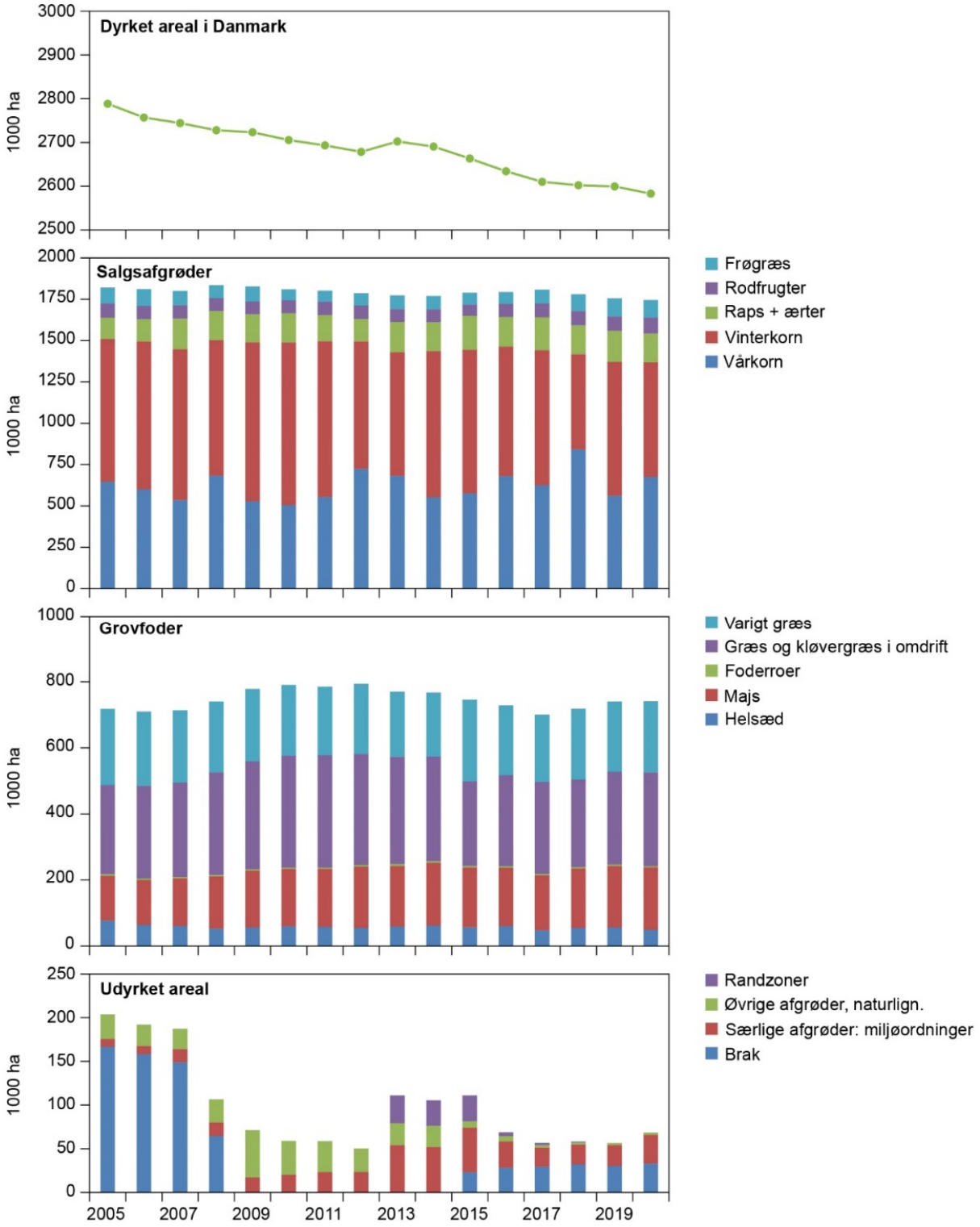
3.2 Udviklingen i det dyrkede areal i Danmark

Siden 2005 er det dyrkede areal generelt blevet mindre for hvert år, med undtagelse af året 2015 (figur 3.1). Her var der en lille fremgang i arealet fra 2014, hvilket skyldtes, at arealet med vedvarende græs blev øget. I 2020 er det dyrkede areal godt 7 pct. mindre, end det var i 2005. I de sidste 10 år, fra 2010-2020 var den årlige nedgang gennemsnitligt 12.200 ha, og ser man på de sidste 15 år, fra 2005-2020, er den gennemsnitlige årlige nedgang på ca. 13.700 ha. Andelen af det totale salgsafgrødeareal har været nogenlunde stabilt i alle årene, men forholdet mellem primært vinter- og vårkorn, har varieret gennem årene. Vinterkorn har i alle årene generelt udgjort det største areal blandt afgrøderne, dog med undtagelse af 2018, hvor et vådt efterår i 2017 var skyld i, at det var svært at etablere vintersæd til høsten i 2018, og dermed blev arealet med vårkorn i 2018 større end arealet med vinterkorn. I 2019 var andelen af vår- og vinterkorn igen vendt tilbage til ”normalen”, mens der i 2020 stort set blev dyrket lige meget vår- og vinterkorn. Efteråret 2019 var meget vådt, og det var svært at så vinterkorn. Endvidere kan regeringens krav til landmændene om at øge arealet med målrettede efterafgrøder, for at kunne indfri målet om at opnå en reduktion på 3.500 ton N til kystvandene i 2021, også have haft indflydelse på sædskifteændringer for 2020.

Fra 2005-2015 har grovfoderarealet varieret, mens arealet i perioden fra 2015-2020 har været rimeligt stabilt. Varigt græs har i alle årene udgjort en stor andel af det samlede grovfoderareal; i 2020 var andelen 29 pct.. Arealet steg i perioden 2008 – 2014, hvor brak var udfaset, og dermed blev dette areal sandsynligvis omlagt til græs. I 2015 blev miljøfokusområderne (MFO) indført, og de har formentlig haft den modsatte effekt, således at vedvarende græs og kløvergræs i omdrift overgik til MFO-brak samt til udyrkede arealer for at opfylde MFO-kravene. Varigt græs kunne ikke tælle som MFO-areal, da det ikke var et omdriftsareal.

Det udyrkede areal (randzoner, brak, miljøordninger, naturlignende arealer mv.) har i perioden varieret i forhold til den gældende lovgivning. Særligt efter 2008, hvor de braklagte arealer blev udfaset, har det udyrkede areal kun

udgjort en lille andel af det samlede landbrugsareal. I 2013-2015 steg det udyrkede areal med indførelsen af randzonerne, men de blev udfaset igen i 2015, og var næsten forsvundet i 2016, hvilket bidrager til et mindre udyrket areal i 2016 sammenlignet med de tre foregående år.

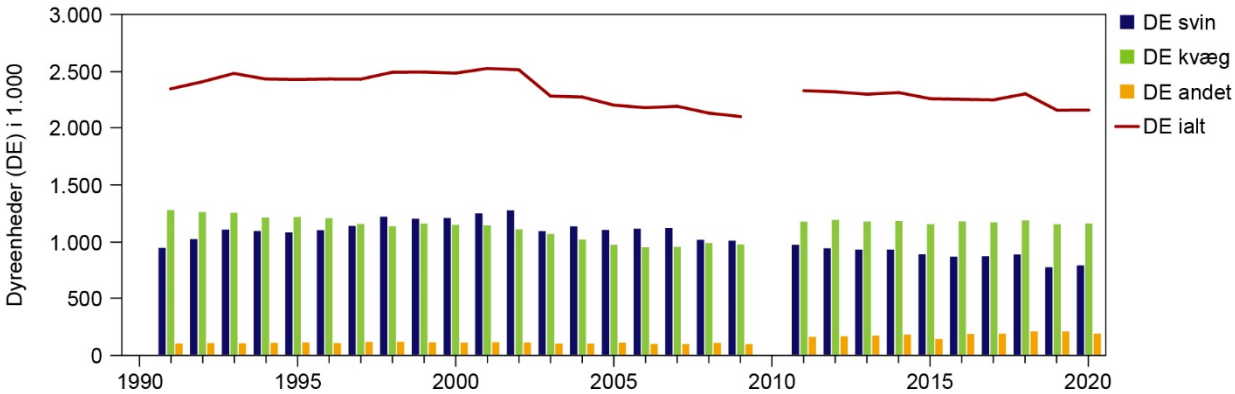


Figur 3.1. Udviklingen i det dyrkede areal i Danmark fordelt mellem hhv. det samlede dyrkede areal, salgsafgrødeareal, grovfoderareal og udyrket areal for perioden 2005-2020.

3.2.1 Husdyr i hele landet og i landovervågningsoplandene

Udviklingen i antallet af dyreenheder (DE) på landsplan fordelt på husdyrtype er vist i figur 3.2. For perioden 1991-2009 er anvendt data fra Danmarks Statistik, mens der i perioden 2011-2020 er anvendt data fra gødningsregnskaberne. Der ses et relativt stort spring i det samlede antal DE fra 2009 til 2011. Udover førnævnte forskel i datagrundlaget er springet hovedsageligt et udtryk for en tilpasning af antallet af dyr, der indgår i en DE. I 2009 blev dette justeret for malkekvæg, smågrise og slagtesvin. Det betød, at antallet af malkekøer pr. DE blev reduceret ca. 13 pct. mens antallet af smågrise og slagtesvin blev forøget med ca. 3-12 pct.. Ændringer i antal dyr pr. DE sker løbende og er nødvendig for at korrigere for en øget produktion af mælk og kød pr. dyr. Således fastholdes definitionen af en DE til at svare til en udskillelse af ca. 100 kg N ab lager.

For perioden 1991-2018 har der været en nedgang på 10 pct. i husdyrholdet målt i DE. Fordelingen af DE mellem svin, kvæg og andre dyr har derimod ændret sig markant. I 1991 udgjorde kvæg ca. 60 pct. af DE. I de efterfølgende år har kvæg og svin nærmet sig hinanden og i perioden 1993-97 udgjort nogenlunde det samme antal DE. I årene 1998-2007 har andelen af svin været større end kvæg og i 2008-2009 var de to grupper på samme niveau.



Figur 3.2. Udvikling i DE i 1000 for hele landet i perioden 1991 til 2020. Bemærk at for årene 1991-2009 er anvendt data fra Danmarks Statistik, mens der fra 2011 og frem anvendes data indberettet via gødningsregnskaber, derfor findes det ikke data for 2010. Dyreenhedsbegrebet blev udfaset fra 2018. data for årene 2018-2020 er derfor omregnet fra forbrug af husdyrgødning, således at 100 kg N i husdyrgødning svarer til 1 DE.

Med nævnte korrektion i DE i 2009, er der et spring i antallet af DE samlet, ligesom andelen af svin og kvæg igen er forskudt og udgør hhv. 40 og 51 pct. af de samlede DE (figur 3.2). Den samlede husdyrtæthed for hele landet udgør 0,84 DE ha^{-1} i 2020 og er på niveau med husdyrtæthederne de seneste år (tabel 3.2).

Den gennemsnitlige husdyrtæthed i landovervågningsoplandene er i 2020 0,98 DE ha^{-1} for LOOP 1-6, og 0,88 når LOOP 7 medregnes (tabel 3.2). Det gennemsnitlige husdyrtryk i de 6 landovervågningsoplande er lidt højere end for hele landet, særligt når LOOP 7 fraregnes. Opgøres husdyrtætheden ud fra det gennemsnitlige forbrug af husdyrgødning bliver husdyrtætheden i LOOP-oplandene lidt højere i 2020 end i 2019, og ligeledes lidt højere end gennemsnittet for hele landet.

Tabel 3.2. Gennemsnitlig husdyrtæthed (DE ha^{-1}) for de seks landovervågningsoplande og for hele landet i perioden 2006-2020. Tallene for LOOP baserer sig på forbrug af husdyrgødning omregnet til DE ha^{-1}.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
LOOP1 Storstrøm	0,20	0,26	0,41	0,31	0,27	0,29	0,27	0,25	0,27	0,18	0,29	0,24	0,14	0,24
LOOP7. Vestsjælland	0,21	0,57	0,51	0,56	0,54	0,38	0,38	0,53	0,41	0,35	0,42	0,43	0,55	0,41
LOOP4. Sydfyn	0,85	0,85	0,97	0,95	0,93	1,00	0,86	0,87	0,79	0,77	0,64	0,77	0,45	0,60
LOOP3. Østjylland	1,14	0,89	0,89	1,21	1,01	1,26	1,09	1,01	1,12	1,14	1,10	0,99	0,98	1,00
LOOP2. Nordjylland	1,33	1,39	1,31	1,39	1,53	1,69	1,69	1,67	1,63	1,83	1,47	1,53	1,43	1,48
LOOP6. Sønderjylland	1,49	1,18	1,20	1,28	1,48	1,43	1,38	1,47	1,58	1,57	1,63	1,43	1,52	1,55
LOOP 1-4, 6	1,00	0,91	0,95	1,03	1,04	1,13	1,06	1,06	1,08	1,10	1,03	0,99	0,90	0,98
LOOP 1-4, 6, 7	0,87	0,85	0,88	0,95	0,96	1,01	0,94	0,96	0,97	0,97	0,93	0,87	0,84	0,88
Danmark	0,87	0,81	0,80		0,86	0,87	0,86	0,87	0,86	0,85	0,86	0,90	0,83	0,84

3.3 Gødningsforbrug for det dyrkede areal i Danmark

Handelsgødningsforbruget er faldet markant siden 1990. Data fra Danmarks Statistik viser, at salget af kvælstof i handelsgødning er faldet fra 395.400 ton N i 1990 til 205.300 ton N i 2015. I perioden 2005-2017 er der forholdsvis store udsving i handelsgødningsforbruget, opgjort som grovvarefirmaernes solgte mængder af Danmarks Statistik. Udsvingene skyldes formentlig hensættelser til lager, og at købt handelsgødning fra andre danske leverandører ikke er registreret i opgørelsen fra Danmarks Statistik. Man skal derfor være varsom med at anvende den solgte handelsgødning fra Danmarks Statistik som landbrugets aktuelle forbrug. Gødningsregnskaberne opgør det faktuelle forbrug af handelsgødning, da landmændene skal indberette den indkøbte mængde og den anvendte mængde for hvert år til gødningskvote- og efterafgrødeskemaet.

Forbrug af handelsgødning indberettet i gødningsregnskaberne udgør 210.000 ton N i 2015 og er dermed knap 5.000 ton N højere end de solgte mængder oplyst af Danmarks Statistik for dette år (tabel 3.3).

Forbruget af handelsgødning indberettet i gødningsregnskaberne for hele landet har været nogenlunde konstant i perioden 2005-2015, men er steget i årene efter 2015 som følge af den tilladte mergødskning i Fødevare- og landbrugspakken. I Fødevare- og landbrugspakken blev det vedtaget at udfase normreduktionen for kvælstoftilførsel af gødning. For 2016 blev det tilladt at anvende 2/3 af forskellen mellem den reducerede N-kvote og den økonomisk optimale gødningsnorm, og for 2017 og frem blev det tilladt at anvende den fulde økonomisk optimale gødningsnorm. Det indberettede forbrug af handelsgødning (fra gødningsregnskaberne) er steget fra 210.000 ton N i 2015 til 229.800 ton N i 2020. 2016 og 2017 var de to år i perioden 2015-2020, hvor forbruget af handelsgødning var størst (Tabel 3.3).

Tabel 3.3. Opgørelser af solgt handelsgødning fra Danmarks Statistik og forbrug af handelsgødning indberettet i gødningsregnskaber for perioden 2005-2020. Desuden produktion af husdyrgødning opgjort af Danish Centre for Food and Agriculture, Aarhus Universitet (DCA) (H. D. Poulsen, pers. medd., 2017) og indberettet forbrug i gødningsregnskaber for perioden 2005-2020.

Årstal	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
							Danmarks Statistik									
							Handelsødning (1.000 ton N)									
Solgt handelsgødning	201,3	186,8	189,6	215,4	195,3	184,9	192,0	185,0	191,6	186,4	205,3	197,2	252,0			
							GødningsregnskaberGødningsregnskaber									
							Handelsgødning (1.000 ton N)									
Indberettet forbrug	198,2	181,4	202,1	205,0	209,3	197,9	203,9	198,2	199,1	203,4	210,0	242,2	237,0	223,5	223,6	229,8
Indberettet indkøbt	206,7	181,4	193,1	219,2	223,7	191,0	204,1	205,0	185,3	197,1	217,1	258,0	250,2	215,3	221,5	215,8
Indberettet indkøbt udland									0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*
Slutlager	19,6	20,1	10,9	25,6	39,6	33,5	33,1	40,6	26,1	19,8	26,7	16,3	55,1	45,8	44,0	64,7
Husdyrgødning																
Opgjort af DCA	227,0	219,0	238,0	231,0	226,0	224,0	228,0	226,8	221,9	223,4	222,4	224,4				
Gødningsregnskaber	227,3	218,3	236,0	230,0	225,8	223,5	223,3	220,4	215,4	211,9	216,4	219,3	217,8	223,5	219,4	215,8

*Indberettet indkøbt handelsgødning i udlandet udgør 42 ton N i 2013 og er under 0,5 ton N, 2014- 2020.

Forbruget af handelsgødning, husdyrgødning og anden organisk gødning i gødningsregnskaberne er anvendt i de efterfølgende markbalancer for hele landet i perioden 2005-2020. Idet man derved går fra solgt gødning fra Danmarks Statistik til udbragt gødning, skal man jf. ovenstående være varsom med direkte at sammenligne de to opgørelser hhv. før og efter 2005.

Forbrug af kvælstof i husdyrgødning indberettet i gødningsregnskaberne udgør samlet 215.800 ton N i 2020, og varierer mellem 211.900 og 236.000 ton N i perioden 2005-2020. Husdyrgødningen indberettet i gødnings-regnskaberne er knap 5.000 – 11.500 ton N mindre end produktionen opgjort af DCA for perioden 2011-2016. Produktionen af kvælstof i husdyrgødningen ab lager (Husdyrgødning opgjort af DCA) er faldet fra ca. 244.000 i 1990 til 224.400 ton N i 2016 og er baseret på normer for N-indholdet i forskellige gødningstyper opgjort på forskellige kategorier af husdyr. Herefter er N-indholdet for de enkelte husdyr ganget op med fordelingen af disse dyr for hele landet (H. D. Poulsen, 2017 pers. komm.). DCA opgør ikke dette tal mere, så derfor er der ikke tal for dette efter 2016 (tabel 3.3).

3.4 Landbrugets kvælstofnormer for dyrkede afgrøder

Det økonomisk optimale kvælstofniveau har stor betydning for det økonomiske resultat for de dyrkede afgrøder. Kvælstofnormen for korn, raps og foderafgrøder stiger, hvis udbyttet stiger, og er desuden påvirket af pris på gødning, korn og protein. For at afstemme den tilførte kvælstofgødning til det økonomisk optimale niveau, gennemføres der hvert år en lang række udbytteforsøg i Landsforsøgene. Udbytter for 5 eller 10 år ved stigende gødningstilførsel anvendes til at beregne den økonomisk optimale norm for hver afgrødetype. Men der er også en række andre elementer som påvirker landmandens kvælstofnorm og forbruget af kvælstofgødning.

I kvælstofnormen korrigeres for det kvælstof, som jorden stiller til rådighed for afgrøden. Det har især betydning, hvad der voksede året forinden (forfrugten). Hvis der er græs, som er ompløjet før en nysået afgrøde, vil gødningsværdien af det ompløjede græs være høj, typisk 90-100 kg N ha^{-1}, en gødningsmængde

som kan betyde stor kvælstofudvaskning, hvis gødningsforbruget ikke nedsættes tilsvarende. Hvis der vokser korn før korn, er gødningsværdien i jorden på et normalt niveau, og der skal derfor ikke yderligere korrigeres i kornets kvælstofgødning. Alle afgrøders normer summeres til bedriftens samlede kvælstofnorm, og er fortrykt i gødningsregnskabet. Landmanden kan dog fordele gødning imellem afgrøderne efter lokale og bedriftsøkonomiske forhold.

Tabel 3.4. Forbrug af kvælstofgødning og kvælstof i gødningsnorm for det dyrkede areal i perioden 2011-2020 (1.000 ton N). Forbrug af gødning er fra landmændenes indberetning af gødningsregnskaber. Kvælstofnormen er beregnet ud fra de enkelte års gødningsvejledning og afgrøder indberettet til hektarstøtte/grundbetaling.

(1.000 ton N)	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Forbrug af kvælstofgødning	----------(1.000 ton N)----------									
Handelsgødning GR	203,9	198,2	199,1	203,4	210,0	241,9	237,1	223,5	223,6	229,8
Husdyrgødning GR	223,3	220,4	215,4	211,9	216,4	219,3	217,7	223,5	219,4	215,8
Anden organisk gødning GR	6,0	6,8	7,0	6,8	7,2	7,8	8,0	7,1	8,2	8,0
Total forbrug af kvælstofgødning	433,2	425,4	421,5	422,1	433,6	469	462,8	454,1	453,4	452,7
Udnyttet husdyr og anden org. gødning GR	152,3	150,4	147,1	146,0	148,9	150,1	148,9	152,5	149,1	146,3
Ikke udnyttet husdyr- og org. gødning	75,8	75,7	74,1	73,0	74,8	77,3	76,8	78,3	78,5	77,5
Kvælstofnorm uden udlæg og forfrugt[1]										
Aktuel grundnorm, reduceret i 2012-2016	390,5	379,6	374,1	374,6	369,2	425,9	447,2	433,5	433,5	411,8
Økonomisk optimal norm	464,0	446,0	433,5	444,8	450,2	456,7	447,2	433,5	433,5	411,8
Reduktionspct.[2]	15,9	14,9	13,7	15,8	18,0	6,8	0	0	0	0
Mergødning, Øk. opt. minus grundnorm	73,5	66,4	59,5	70,2	80,9	30,9	0	0	0	0
Økologers ikke forbugt mer-gødning	4,8	4,5	3,9	4,3	5,1					
Mer-gødning konventionelle bedrifter	68,7	61,7	55,4	65,7	75,6					

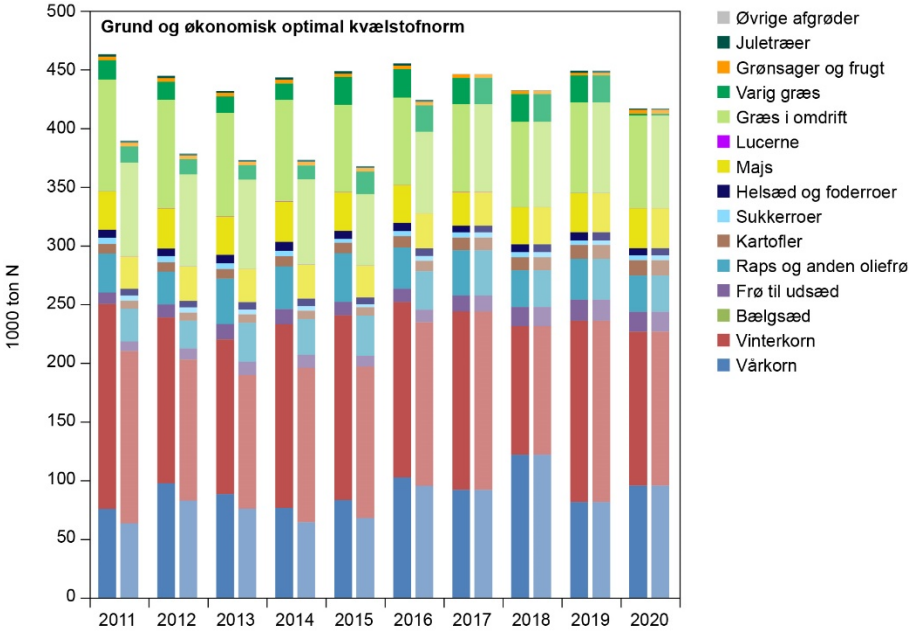
1 Leif Knudsen, SEGES, pers. komm. for perioden 1998-2005. Beregnet ud fra den reducerede N-kvote og reduktionsprocenten for 2006-2015 (NAER, 2016).

2 Efter NAER (2016). Kvoten er uden korrektion for N-prognose og eftervirkning af efterafgrøder.

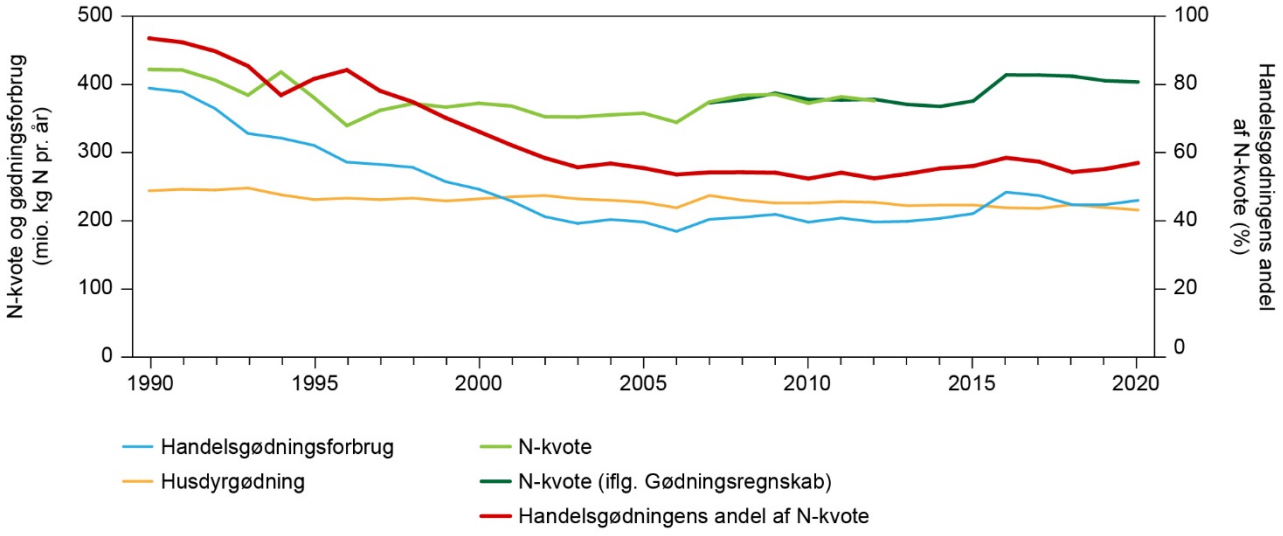
Den økonomisk optimale gødningsnorm er beregnet, så der er taget hensyn til forfrugtsværdi, jordtype og om afgrøden er vandet. Desuden er normen justeret for eftervirkningen af efterafgrøder og for N-prognosen. N-prognosen er en korrektion i gødningsforbrug for vinterkorn og forårssåede afgrøder, og udgør typisk 0-15 kg N ha^{-1}. Korrektionen indregnes i bedrifternes gødningsregnskab, der opgøres hvert forår, og baseres på den mængde af mineralsk kvælstof, der er tilbage i jorden efter vinteren. Justeringen tager højde for, om nedbøren og temperaturen i efterår og vinter har medført lave eller høje kvælstofkoncentrationer i jorden forud for vækstsæsonen. Har det været en forholdsvis våd vinter, vil der typisk være meget lidt kvælstof tilbage, og landbruget får lov til at bruge mere kvælstof (positiv kvælstofprognose). Har det været en forholdsvis tør vinter, vil der til gengæld være mere kvælstof tilbage end normalt, og landbruget har pligt, jf. gødskningsloven, til at bruge mindre kvælstof (negativ kvælstofprognose).

I Vandmiljøplan II, fra 1998, blev gødningsnormerne reduceret med 10 pct., i forhold til det økonomisk optimale behov, som et virkemiddel til mindre kvælstofudvaskning. Den landsdækkende kvælstofnorm blev derfor fastholdt på ca. 350.000 tons N frem til planperioden 2004/05.

Figur 3.3. Grundnorm og økonomisk optimal norm for det dyrkede areal (1.000 ton N) for årene 2011-2020. For perioden før Fødevare- og landbrugspakken udgør grundnormen den reducerede gødningsnorm



Den samlede økonomisk optimale kvælstofnorm for det dyrkede areal varierer imellem årene (tabel 3.4). Der var en høj økonomisk optimal kvælstofnorm i 2011 på 464.000 tons N, et år med et stort areal med vinterkorn (figur 3.3). Og der var en relativ lav norm på 434.000 tons N for de to år 2013 og 2018, begge år med et forholdsvist lavt areal med vinterkorn (figur 3.1). Efteråret 2019 var meget vådt, og det var derfor svært for bedrifterne at så vintersæd. Det betød, at normen i 2020 er lav, endda lavere end i 2013 og 2018, bl.a. på grund af den lave andel af vinterkorn samt nedgangen i det dyrkede areal. Forskel mellem grundnormen og den økonomisk optimale norm varierede mellem 59.000 og 81.000 tons N i perioden 2011-2015 før udfasningen af de reducerede normer. Den laveste værdi var i året 2013, hvor arealet med vinterkorn var lavt, og den største forskel ses i 2015, hvor arealet med vinterkorn var relativt stort. Det er altså ikke ubetydeligt, hvilken afgrødefordeling, der lægges til grund for at bestemme det øgede forbrug af gødning, der forventes ved at udfase de underoptimale gødningsnormer. Udvikling i hvor meget handelsgødningen udgør af landbrugets kvælstofnorm, var størst i 1990, hvor 94 pct. af landbrugets kvælstofnorm blev dækket af handelsgødning, og næsten alt kvælstof i husdyrgødningen var i overskud (figur 3.4). Dette forhold blev gradvist ændret i perioden 1996-2003, hvor handelsgødningen efter 2003 udgør mellem 50 og 60 pct. af landbrugets kvælstofnorm. Både kvælstofnorm og forbruget af handelsgødning stiger fra 2015 efter udfasning af de underoptimale normer. Grunden til at forbruget af handelsgødning ikke stiger i samme takt som kvælstofnormen, skyldes, som ovenfor gennemgået, bl.a., at ikke alle konventionelle bedrifter anvender den fulde norm

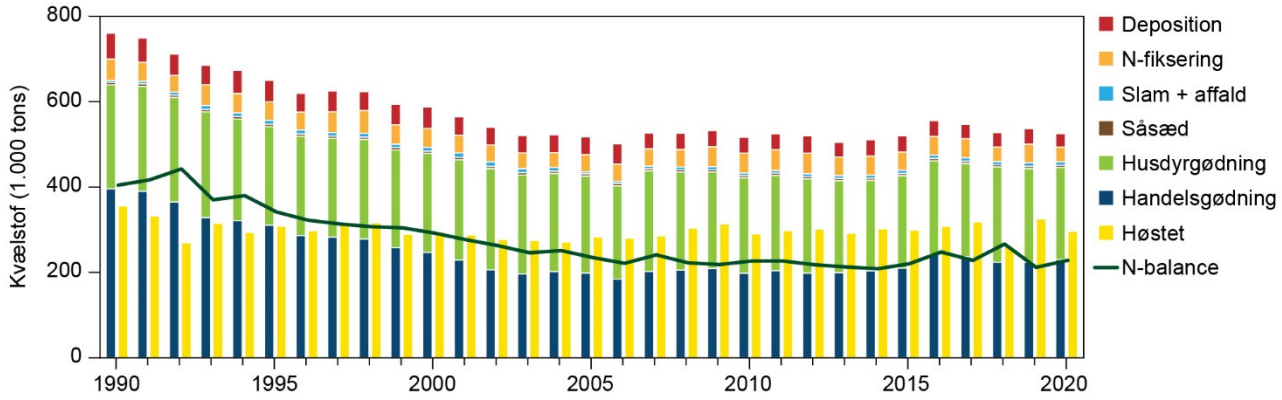


Figur 3.4. Udviklingen i landbrugets kvælstofkvote, forbrug af N i husdyrgødning og N i handelsgødning for hele landet i perioden 1990 til 2020. Desuden handelsgødningens andel af N-behov/N-kvote i pct..

3.5 Markbalancer for kvælstof i hele landet og i landovervågningsoplandene

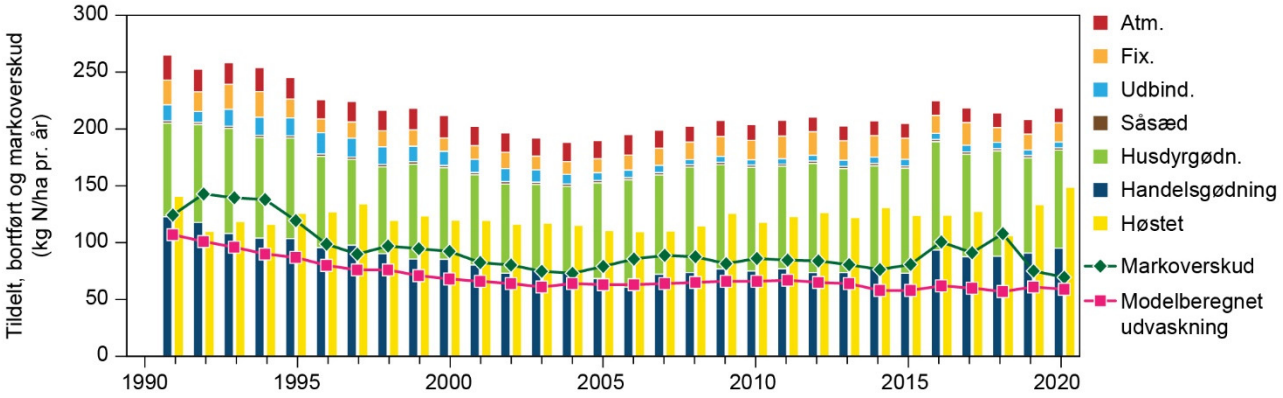
For at belyse tabspotentialet for kvælstof i forbindelse med landbrugsproduktion er N-markbalancen opgjort som ”tilført minus fraført kvælstof” fra landbrugets marker både for hele landet og i landovervågningsoplandene. Tilført kvælstof består i denne sammenhæng af tildelt kvælstof med handelsgødning og husdyrgødning, inklusiv udbinding, dvs. kvælstof fra græssende køer, samt kvælstoffiksering, tilført såsæd og atmosfærisk deposition (se bilag 3 for opgørelsesmetoder til markbalancer). Fraført kvælstof udgøres af fjernet kvælstof med høstede afgrøder.

Markbalancen, også kaldet N-balancen, faldt til 210.900 ton N i 2019. Efter en rekordhøj tørkeramt markbalance i 2018 på 265.600 ton N er tabspotentialet for kvælstof i 2019 på det laveste niveau siden 1990, hvilket skyldtes at der i 2019 blev fraført en stor mængde høstet kvælstof, bl.a. fordi efteråret 2018 indbød til gode dyrkningsbetingelser for vintersæd og etablering heraf. I 2020 steg markbalancen igen til 228.400 ton N, efter et vådt efterår i 2019. Før og efter implementering af Fødevare- og landbrugspakken varierede markoverskuddet mellem 208.600 og 234.700 for perioden 2005-2015 og 210.900 -247.800 for årene fra 2016 til 2020, men uden det tørkeramte år 2018 (Figur 3.5). Samlet er overskuddet i markbalancen faldet fra 404.400 ton N i 1990 til 228.400 ton N i 2020, svarende til en reduktion på 176.000 ton N eller 44 pct. (figur 3.5). Datagrundlaget for de enkelte poster i markbalancerne for hele landet findes i Bilag 1.



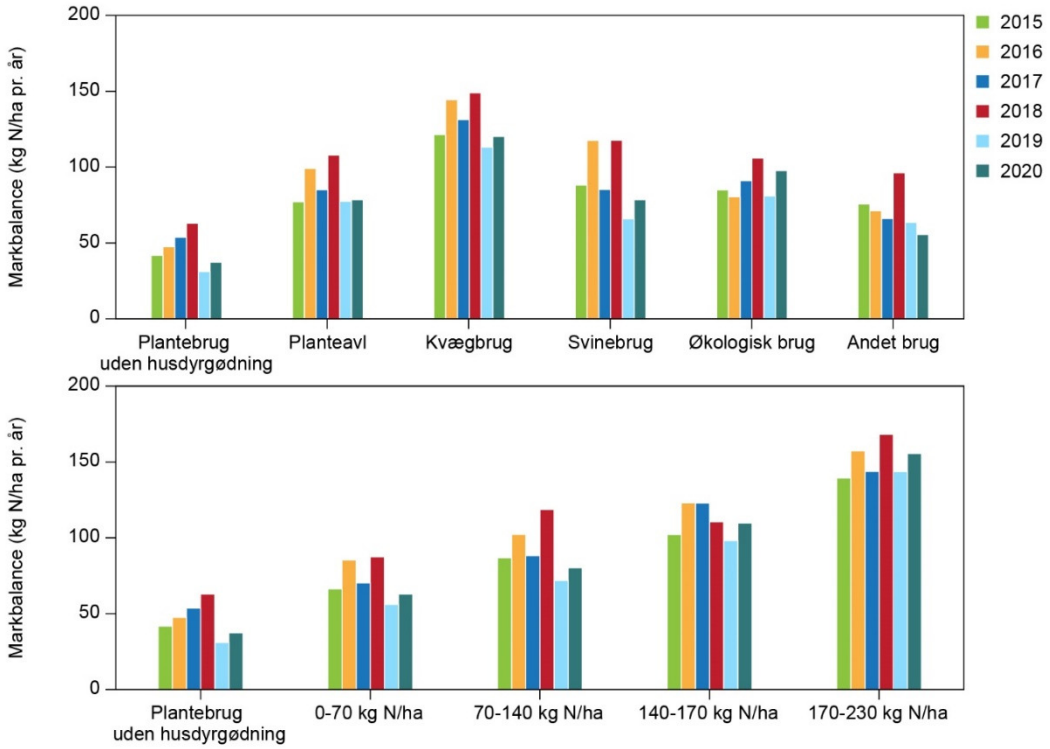
Figur 3.5. Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark, 1990 til 2020. Fra 2005 er mængden af handelsgødning, husdyrgødning og anden organisk gødning fra det indberettede forbrug i gødningsregnskaberne. N-markbalancen er tilført kvælstof minus fraført i høsten.

Mængden af kvælstof fjernet fra markerne med høstede afgrøder har varieret i perioden afhængig af årets høst. I 2008 blev braklægningen udfaset, hvilket betød at der opstod en mulighed for at dyrke på et større areal. Derfor har der fra 2008 og frem været høstet en større mængde N end tidligere, med undtagelse af høsten i 2018, der var påvirket af tørken.



Figur 3.6. N-markoverskud i landovervågningsoplandene samt N-LESmodelberegnet udvaskning (Loop 1-4 og 6), 1990-2020.

I landovervågningsoplandene er der registreret en reduktion i N-markoverskuddet på knap 45 pct. i perioden 1991-2020. Det er første gang, at markoverskuddet i LOOP-oplandene er reduceret mere end for den tilsvarende periode for hele landet (41 pct.). I 2020 er der i LOOP-oplandene høstet en større mængde N end normalt, mens den samlede udbragte mængde N ikke afviger fra den generelle udbragte mængde i de øvrige år, og derfor fås en lavere markbalance i 2020 (figur 3.6 og tabel 3.5). En mulig årsag til den højere mængde N høstet, kan skyldes, at der i LOOP-oplandene generelt er et større grovfoderareal, der giver højere høstet N. Det fremgår af Bilag 2a, at i LOOP 1, 3, 4 og 6 er den fraførte mængde kvælstof enten den største eller blandt de største mængder i 2020 sammenlignet med hele perioden 1990-2020. Markbalancen har i landovervågningsoplandene svinget mellem 69 og 108 kg N ha^{-1} i perioden 2015-2020. I 2003 udgjorde markoverskuddet 65 kg N ha^{-1}, og dermed er perioden 1991-2003 den, hvor overskuddet er reduceret mest for landovervågningsoplandene (Figur 3.6).



Figur 3.7. N-markoverskud i landovervågningsoplandene på forskellige brugstyper øverst og for bedrifter inddelt efter forbrug af husdyrgødning (LOOP 1-4, 6-7), 2015-2020.

Tabel 3.5. Sammenligning af gødningsforbrug og N-markoverskud i landovervågningsoplandene og for hele landet for årene 1991, 2005 samt de fem seneste år 2015-2020. For hele landet er markbalancen vist for 2015-2020 opgjort med data for forbrug af handelsgødning, husdyrgødning og anden organisk gødning fra gødningsregnskaberne.

		Handels-gødning	Husdyrgødn. + a. org. gød.	N-fiks.	Såsæd	N-atm.	Total tilført	N-høst	N-over-skud
				kg N ha^{-1} år^{-1}					
1991	Hele landet	141[2]	91	16	2	22	272	124	148
	LOOP	123	97	22	2	22	265	141	124
2005	Hele landet GR[1]	71	84	15	2	16	189	106	87
	LOOP	69	91	12	2	16	190	111	79
2015	Hele landet, GR[1]	79	85	16	2	14	196	114	82
	LOOP 1-6	73	96	18	2	14	203	125	78
2016	Hele landet, GR[1]	92	86	17	2	14	211	117	94
	LOOP 1-6	95	102	16	2	14	229	125	104
2017	Hele landet, GR[1]	92	87	17	2	13	209	122	89
	LOOP 1-6	88	98	20	2	13	222	129	92
2018	Hele landet, GR[1]	86	89	13	2	13	202	100	102
	LOOP 1-6	89	98	13	2	13	215	106	108
2019	Hele landet, GR[1]	86	88	17	2	14	207	125	82
	LOOP 1-6	91	89	14	2	13	208	133	75
2020	Hele landet, GR[1]	88	86	13	2	12	201	113	87
	LOOP 1-6	95	86	17	2	12	212	149	69

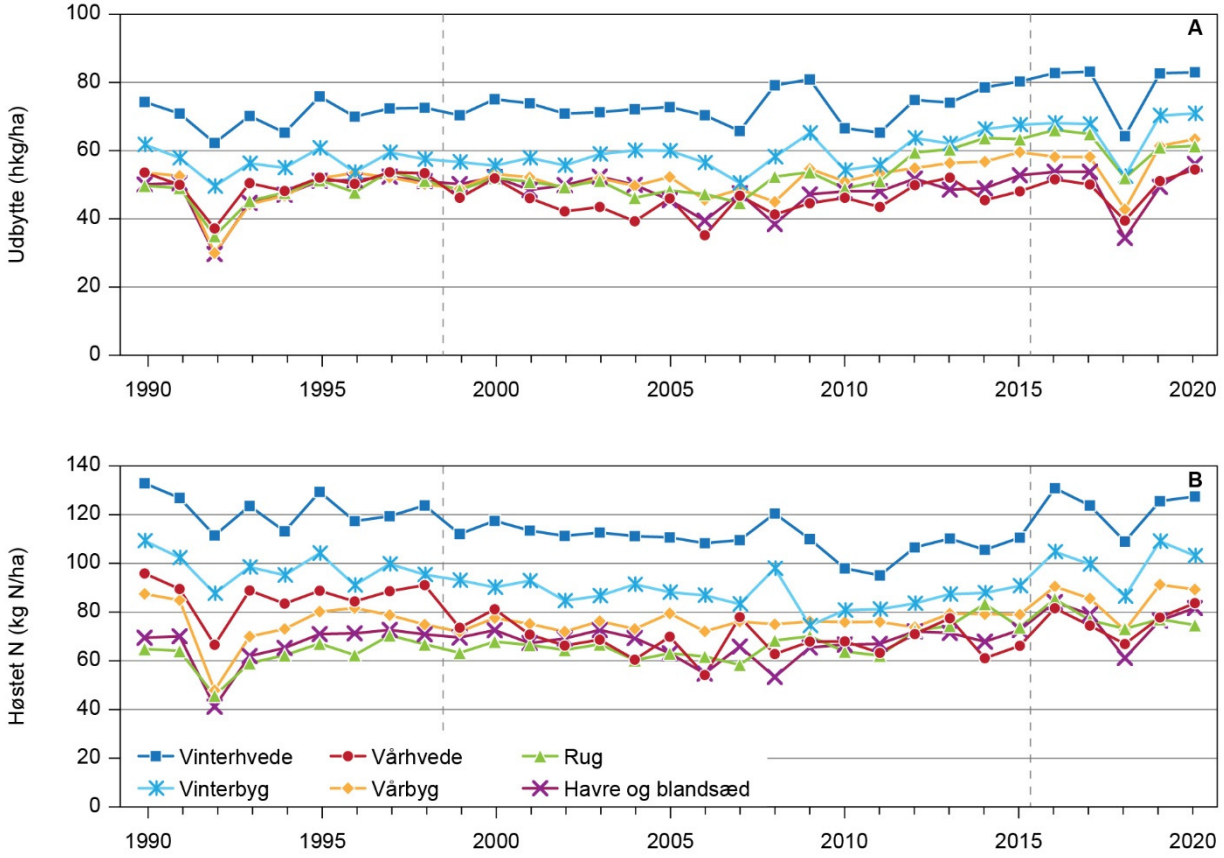
[1)] Handelsgødningsforbrug er fra gødningsregnskaberne

[2)] Handelsgødningsforbrug er fra Danmarks Statistik

Data fra landovervågningsoplandene viser, at overskuddet af kvælstof i markbalancen udgør 31-63 kg N ha^{-1} for planteavlsbrug, der ikke anvender husdyrgødning for årene 2015-2020, 77-108 kg N ha^{-1} for plantebrug der anvender husdyrgødning mod 81-149 kg N ha^{-1} for husdyr og økologiske brug. Endvidere stiger overskuddet med stigende forbrug af husdyrgødning (figur 3.7). Desuden er markbalancen for konventionelle bedrifter lavest i 2019 og højest i 2018, det høje overskud i 2018 er grundet det tørkeramte lave udbytte i dette år. For andre brug er markbalancen lavest i 2020 med 55,6 kg N ha^{-1}. Datagrundlaget for 2020 findes i bilag 2b.

3.5.1 Høstudbytter for korn i hele landet

For hele landet er høstudbytterne i korn på samme niveau i perioden 1999 – 2006, mens der er større årlig variation i udbytterne og tendens til stigende udbytter i perioden 2007-17 og 2019. I 2018 var udbytterne i salgsafgrøder på det laveste niveau siden det tørkeramte 1992, hvilket skyldes tørken. De gennemsnitlige udbytter kan være påvirket af, at kornarealet har ændret sig over tid. F.eks. udgjorde arealet med vinterhvede 525.000-561.000 ha i perioden 1990-1994, og blev øget til 566.000-647.000 ha i perioden 2012-2016. Da vinterhvede ofte dyrkes på gode lerjorder, der giver høje udbytter, kan ændringer i det samlede areal med vinterhvede påvirke det gennemsnitlige udbytteniveau. I 2018 var arealet med vinterhvede faldet til 393.000 ha og i 2019 voksede arealet igen til et højt niveau på 560.000 ha. I 2020 faldt arealet med vintersædssalgsafgrøder i forhold til arealet i 2019, hvilket skyldtes at det var svært at etablere vintersæd i efteråret 2019 på grund af vådt vejr, til gengæld er arealet med vårsædssalgsafgrøder større end i 2019 (Figur 3.8a).



Figur 3.8. Gennemsnitligt udbytte (A) og høstet kvælstof (B) for kornafgrøder for hele landet i perioden 1990-2020. Den lodrette streg mellem de to år 1998 og 1999 og igen mellem 2015 og 2016 angiver perioden med reducerede gødningsnormer.

Mængden af kvælstof, der fjernes med kornafgrøderne, har i modsætning til udbytterne været faldende gennem perioden 1990-2015. Årsgennemsnit for høstet kvælstof i korn lå på 91-103 kg N ha^{-1} i perioden 1990-1998 inden normreduktion, dog lå det tørre år 1992 med lave udbytter på kun 74 kg N ha^{-1}. I perioden 1999-2015 med underoptimale gødningsnormer lå det tilsvarende høstede kvælstof på 84-94 kg N ha^{-1}. I de fire år 2016-2020 med gødskning til økonomisk optimalt niveau, dog kun delvist implementeret i 2016, er kvælstofudbyttet af korn større og lå mellem 95 og 104 kg N ha^{-1} - her er det tørkeramte år 2018 på 83 kg N ha^{-1} ikke medtaget. Der skal tages forbehold for ændringer i de forskellige kornsorter (Figur 3.8b*)*. Kvælstofindholdet i kornafgrøderne er opgjort ud fra det gennemsnitlige udbytte indberettet til Danmarks Statistik og målt N-indhold i høstet korn (Bilag 3).

3.6 Håndtering af husdyrgødning

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

Krav om opbevaringskapacitet har medført, at stort set al flydende husdyrgødning nu bliver opbevaret i gødningsbeholdere med mindst ni måneders opbevaringskapacitet (tabel 3.6). For hele landet udgjorde denne andel knap 38 pct. i 1990. I henhold til husdyrgødningsbekendtgørelsen kan kvægbedrifter med køerne på græs i sommerhalvåret nøjes med en opbevaringskapacitet på syv måneder.

Tabel 3.6 Oversigt over udvikling i nøgleparametre for opbevaringskapacitet og tidspunkt for udbringning af flydende husdyrgødning i landovervågningsoplandene for 1990, 2014 - 2020.

	1990	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
9 måneders opbevaringskapacitet af flydende gødning, pct. af DE	38	100	100	91	84	81	96	100
Forårs- og sommerudbringning af flydende husdyrgødning, pct. af DE	55	94	92	90	91	92	93	96
Udbringning med slæbeslanger eller nedfældning, pct. af total-N i den flydende husdyrgødning	8	100	100	100	100	100	98	98
- Heraf slangeudlagt		43	33	39	42	39	41	44
- Heraf nedfældet						61	57	54
		57	67	61	58			

Forårs-/sommerudbringningen (marts-august) af den flydende husdyrgødning udgjorde 96 pct. af den samlede mængde husdyrgødningskvælstof i 2020. Siden 2003 har der været forbud mod bredspredning, hvorfor stort set al flydende husdyrgødning nu nedfældes eller udlægges med slæbeslanger. Fra 2007 har der været krav om at nedfælde flydende husdyrgødning pågræsarealer og på marker uden afgrøder nær følsom natur. Fra 2011 blev kravet om nedfældning generelt for græsmarker og 'sort jord' dvs. ved udbringning på marker inden såning af afgrøden. Andelen af gylle, der nedfældes, har derfor været stigende frem til 2015. Fra 2015 til 2020 er andelen af nedfældet gylle faldet med 133 procentpoint i alt. Faldet fra 2015 til 2017 skyldes formentlig en stigning i anvendelse af forsuret gylle. Kravet om at nedfælde gylle på græs og sort jord bortfalder, hvis gyllen tilsættes syre inden eller i forbindelse med udbringning. Forsuret gylle kan således i ste det slangeudlægges. Bedre opbevaring og håndtering af husdyrgødningen samt stigende udnyttelseskrav til husdyrgødningen har betydet, at næringsstofferne i husdyrgødningen udnyttes bedre og fortrænger handelsgødning i afgrødernes samlede N-kvote (figur 3.4). Denne udvikling har især fundet sted i perioden 1990-2003.

Tabel 3.7. Høstede udbytter og høstet kvælstof for hele landet og i landovervågningsoplandene i 2020. Udbytter er uden halm.

	Salgsafgrøder								
	Vårbyg	**Vinterhvede**	**Vinterbyg**	**Rug**	**Triticale**	**Markært**	**Fabriksroer**	**Havre**	**Vinterraps**
Udbytte (hkg ha^{-1} $år^{-1}$)									
DK	63,4	83,0	70,9	61,4	64,7	43,7	770	56,1	38,4
LOOP	43,6	67,2	49,4	57,2	-	-	645	39,0	36,1
Høstet N (kg N ha^{-1} $år^{-1}$)									
DK	85	122	100	79	48	231	154	91	111
LOOP	74	115	81	81	-	-	134	69	104

	Grovfoder				
	Majs	**Foderroer**	**Helsæd[2)]**	**Græs i omdrift[3)]**	**Vedvarende Græs**
Reduktion [1)]	**10 pct.**			**10 pct.**	**15 pct.**
Udbytte (FE ha^{-1} $år^{-1}$)					
DK	9.300	10.700	3.900	6.300	2.300
LOOP	8.050	-	2.922	6.034	1.920
Høstet N (kg N ha^{-1} $år^{-1}$)					
DK	132	144	105[3)]	250	68
LOOP	135	-	82	194	67

[1)] 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 pct. i henhold til Kyllingsbæk (2005).

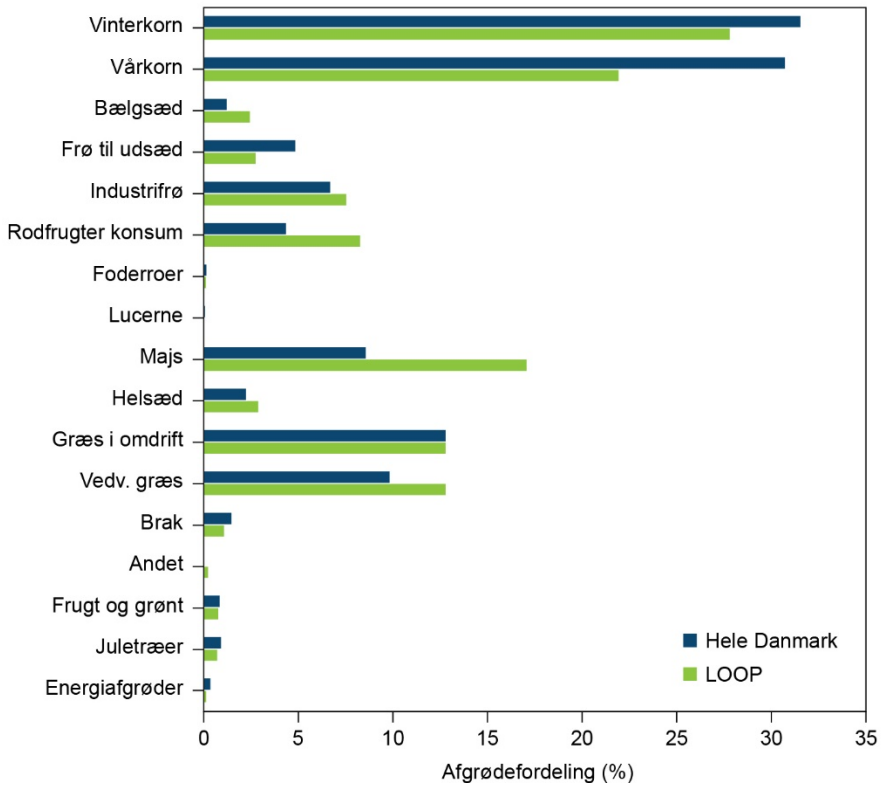
[2)] For DK antages vårhelsæd, mens der for LOOP findes mere deltaljeret viden om typen af helsæd

[3)] I LOOP består græs i omdrift af både intensiv græsproduktion og græsarealer med lavt udbytte

3.7 Afgrødefordeling i 2020

Afgrødefordelingen for 2020 viser, at arealet af bælgsæd, industrifrø (raps), rodfrugter, majs, helsæd og vedvarende græs er større i LOOP, mens arealet med vinterkorn, vårkorn og frøgræsfrøer mindre ift. hele landet (figur 3.9). I tabel 3.8 ses gennemsnitlige udbytter og høstet kvælstof for hele landet og landovervågningsoplandene. Udbytterne er opgjort for salgsafgrøder og grovfoder. Udbytterne for både salgsafgrøderne og grovfoder er lidt lavere i landovervågningsoplandene end gennemsnittet for hele landet. De fleste år har der været lidt højere udbytter og et større grovfoderareal i LOOP end i hele landet, derfor er der også typisk gennemsnitligt både tilført og fjernet mere kvælstof i landovervågningsoplandene end der gennemsnitlig fjernes i hele landet (tabel 3.5).

Figur 3.9. Afgrødefordeling for afgrødegrupper for landovervågningsoplandene og hele landet i 2020.



3.8 Udnyttelse af husdyrgødning

Gødningsnormer for kvælstoftilførsel til afgrøderne blev indført under Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug fra 1991 og betyder, at de enkelte ejendomme har fået lagt loft over deres forbrug af kvælstofgødning. Hver ejendom 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 i bedriftens kvote for kvælstofgødning. Under VMP II, og med virkning fra 1999, blev kvælstofnormerne reduceret med 10 pct. i forhold til de økonomisk optimale normer. Endvidere blev der vedtaget et øget krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødningen på 5 procentpoint i hvert af årene 2000, 2002 og 2003. Det lovmæssige krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning på ejendomsniveau var i 2020: 75 pct. for svinegylle, 70 pct. for kvæggylle, 45 pct. for dybstrøelse og 65 pct. for anden husdyrgødning. Af tabel 3.9 fremgår, at alle 22 brug indenfor landovervågningsoplandene på nær tre opfylder deres krav til udnyttelse af husdyrgødning. I 2020 blev der indført en ny gødningslov, hvor udnyttelsen af husdyrgødning blev skærpet (tabel 3.8).

Til beregning af udnyttelsen af kvælstof i husdyrgødningen i landovervågningsoplandene for 2020 er N-kvoten opgjort ved, at der er fratrukket en eftervirkning af de lovpligtige efterafgrøder på 17 og 25 kg N ha^{-1} efterafgrødeareal, afhængig af om husdyrtrykket er henholdsvis under eller over 0,8 DE ha^{-1}. N-kvoten er udbyttekorrigeret i de få tilfælde, hvor landmændene har dokumenteret højere udbytter.

Tabel 3.8. Krav til udnyttelse af husdyrgødning i perioden 2015-2021 i henhold til gældende og kommende lovgivning for konventionelle brug der anvender husdyrgødning.

	Udnyttelseskrav for husdyrgødning (pct.)	
	2015/16 – 2019/20	2020/21
Svinegylle	75	80
Kvæggylle	70	75
Pelsdyrgylle	70	75
Fjerkrægylle	70	80
Dybstrøelse, fjerkræ	45	60
Dybstrøelse fra andre dyr end fjerkræ	45	55
Anden fjerkrægødning, herunder fast gødning fra fjerkræ	65	60
Anden husdyrgødning, herunder fast gødning fra andre dyr end fjerkræ	65	55
Ajle	65	85
Fiberfraktion fra gylleseparering	Beregnes som vægtet gennemsnit	55, men kan også beregnes som vægtet gennemsnit
Væskefraktion fra gylleseparering med eller uden fiberforbrænding	Hhv. 85 pct. ved fiberforbrænding eller et vægtet gennemsnit uden fiberforbrænding	85, men kan også beregnes som vægtet gennemsnit

I opgørelsen er medtaget konventionelle bedrifter over 20 ha, som udbringer husdyrgødning, og hvor hele bedriftens areal er omfattet af dataindsamling. Ud af 22 bedrifter har 19 bedrifter opnået kravet til udnyttelsen af husdyrgødning. I 2020 er der tre bedrifter, 2 kvægbrug og et planteavlsbrug, der ikke opfylder udnyttelseskravet til husdyrgødningen (tabel 3.9). Der er anvendt et simpelt gennemsnit for at vise det typiske for bedrifterne. Økologiske ejendomme er ikke med i opgørelsen.

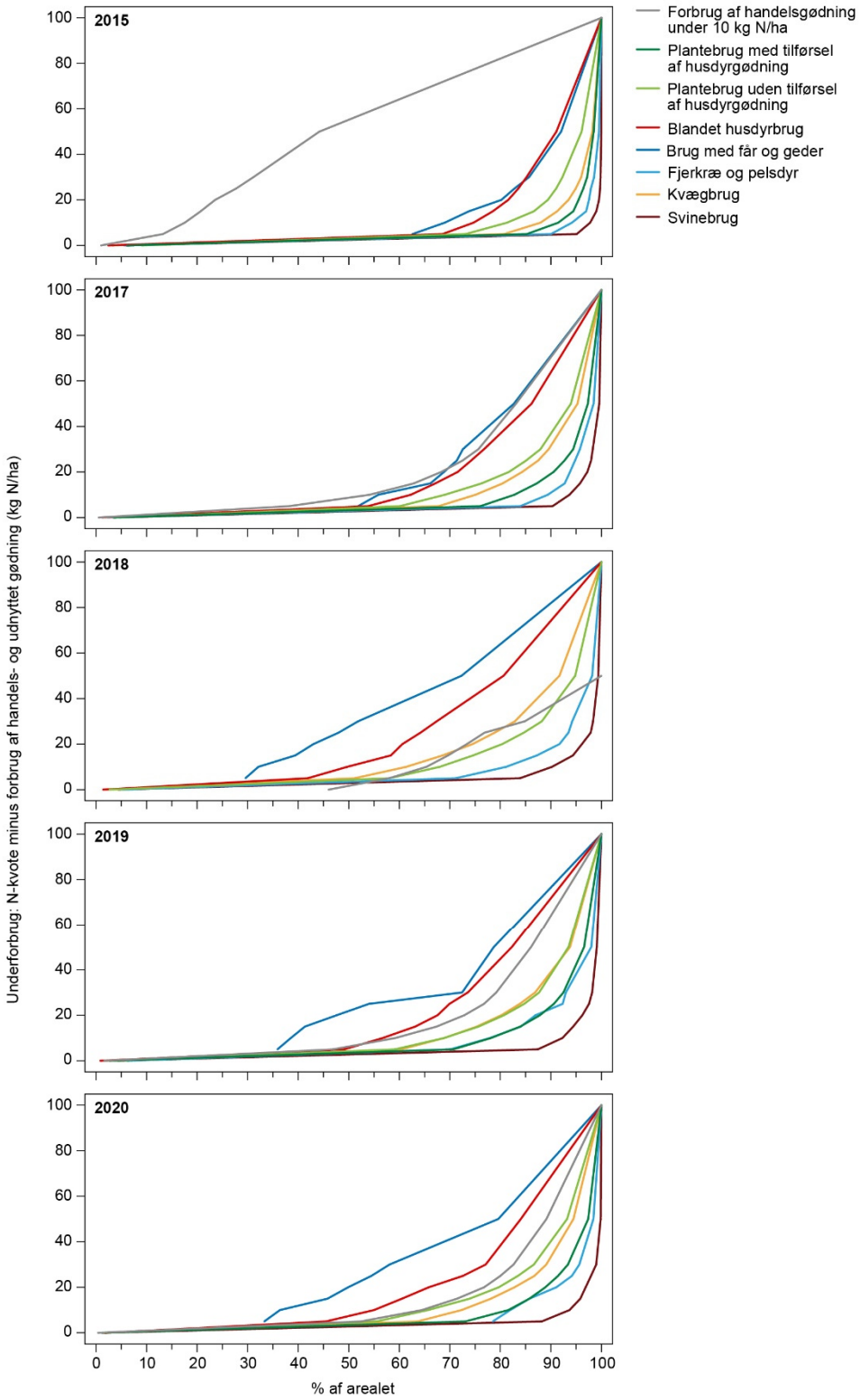
Tabel 3.9. Krav til udnyttelse af husdyrgødning i henhold til gældende lovgivning for konventionelle brug der anvender husdyrgødning i landovervågningsoplandene. Opdeling på brugstyper med et areal >10 ha. Tre bedrifter opfylder ikke kravet til udnyttelse af husdyrgødning, men de indgår stadig i beregningerne i tabellen, 2020.

	Antal brug i opgørelsen	**Opnået udnyttelse (pct.)**	**Krav til udnyttelse (pct.)**	**Antal brug som opfylder krav**	**Areal (ha)**	**Husdyrgødning (ton N)**
Kvægbrug	8	69	62	6	1459	208
Svinebrug	2	82	67	2	364	36
Planteavl	12	87	65	11	1496	149
Alle brug	22	-	-	19	3320	392

3.9 Forbrug af kvælstof i forhold til bedrifternes N-kvote i hele landet

En opgørelse af underforbrug af kvælstofgødning i forhold til bedrifternes kvoter i gødningsregnskaberne er vist i figur 3.10 for året 2015, før Fødevare- og landbrugspakken, og for 2017-2020, hvor landmanden fik lov til at give mere gødning. Underforbrug er opgjort som kvælstofkvote minus forbrug af handelsgødning og den udnyttede del af husdyrgødningen. Samlet anvendes 91-95 pct. af N-kvoten både før og efter det tilladte merforbrug af gødning vedtaget med Fødevare- og landbrugspakken. Inden for de forskellige brugstyper er der dog forskel på, hvor meget af N-kvoten bedrifterne anvender.

På under 5 pct. af arealet på svinebrug anvendes 10 kg N ha^{-1} mindre end bedrifternes kvote i 2015 og det stiger til ca. 10 pct. af arealet for denne brugstype i 2017-2020. Samlet anvender langt de fleste svinebrug deres N-kvote (figur 3.10).



Figur 3.10. Fordeling af det dyrkede areal for forskellige bedriftstyper efter underforbrug af N-gødning i forhold til bedrifternes N-kvote indmeldt til gødningsregnskaberne i 2015 samt 2017-2020. N-forbruget er opgjort som handelsgødnings-N plus kravet til udnyttelse af N i husdyrgødning.

Plantebrug der ikke anvender husdyrgødning og kvægbrug, anvender mindre af deres N-kvote efter at N-kvoten er øget i 2017-2020. I disse år anvendes 10 kg N ha^{-1} mindre end bedrifternes kvote på ca. 20 pct. af deres areal.

Når en bedrift tilfører mindre gødning end kvoten tillader, kan man også sige, at bedriften har ”luft” i gødningsregnskabet. Det er naturligt, at der bruges mindre gødning end kvoten tillader på plantebrug, da den tilladte N-kvote i dag er justeret for prisen på protein. Mange plantebrug sælger deres korn uden at få afregning for proteinværdien. Derfor må disse plantebrug reelt bruge mere gødning end de økonomisk har behov for. Det er op til den enkelte landmand at justere gødningsforbruget ift. bedriftens aktuelle økonomisk optimale gødningsbehov.

4 Virkemidler

For at nedbringe udledningen af næringsstoffer fra landbruget til vandmiljøet er der gennem årene implementeret virkemidler, som sammen med de øvrige gødningsregler, skal være medvirkende til at miljømålene nås.

I 1998 blev Vandmiljøplan II (VMPII) indført, og ligeledes blev der genindført krav om efterafgrøder. Kravet supplerede det allerede gældende krav om 65 pct. vintergrønne marker. Endvidere blev der iværksat virkemidler som skovrejsning og etablering af vådområder.

Med Grøn Vækst i 2009 blev der bl.a. iværksat forbud mod jordbearbejdning i efterårsmånederne og kravet til efterafgrøder blev øget.

Vandområdeplan II for perioden 2015-2021 blev vedtaget i juni 2016. Heri er der planlagt virkemidler som vådområder, udtagning af lavbundsjorde, skovrejsning samt justering af ordningen for MFO-arealer. Virkemidlerne forventes at reducere udledning til havet med ca. 6.900 ton N, mens indsats for en yderligere reduktion på ca. 6.200 ton N udsættes til efter 2021.

2017 var det første år, hvor der blev reguleret målrettet på kvælstofudledningen vha. målrettede efterafgrøder, der blev udlagt i områder udvalgt ift. N-retention og indsatsbehov. Ordningen fortsatte i 2018, 2019 og 2020.

4.1 Jordbearbejdning

Mekanisk jordbearbejdning af jorden kan forøge N-mineralisering, bl.a. fordi nedbrydningen af krummestrukturen i jorden blotlægger organisk stof, som så kan nedbrydes af mikroorganismer. En mindre N-mineralisering om efteråret betyder alt andet lige en mindre N-udvaskning. Effekten af at minimere jordbearbejdningen er størst på jorde, som betinger høj N-mineralisering. Tidspunktet for ompløjning af græs har særlig stor betydning for risikoen for N-udvaskning på grund af det store mineraliseringspotentiale.

Jordbearbejdningens effekt på udvaskningen er under danske forhold kun belyst i begrænset omfang og kun i forsøg med ensidig dyrkning af vårbyg (Hansen og Djurhuus 1997). Institut for Agroøkologi ved Aarhus Universitet revurderede i 2013 effekten af virkemidlet 'Forbud mod jordbearbejdning forud for forårssåede afgrøder' og vurderede, at forbuddet ville medføre, at udvaskningen blev reduceret med 10 kg N ha^{-1} betinget af, at lerjord må pløjes efter 1. november og sandjord efter 1. februar. Det blev desuden antaget, at ukrudt og spildfrø tidligst blev nedvisnet 1. oktober. I en rapport fra Miljøministeriet og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (2008) er det forudsat, at der ved at udsætte ompløjning af græs fra efteråret til foråret, kan opnås en udvaskningsreduktion på 36 kg N ha^{-1}. Rapporten anfører, at der mht. ompløjning af græs om efteråret ikke er forsøgsmæssige data til at skelne mellem ler og sand.

I Grøn Vækst (2009), blev forbud mod jordbearbejdning i efteråret anvendt som virkemiddel til at reducere kvælstofudvaskningen fra landbrugsjord. Således må der ikke foretages jordbearbejdning i efteråret forud for forårssåede afgrøder. Det indebærer, at der ikke kan harves eller pløjes før 1. november

på lerjorde (JB 5-11) og før 1. februar på sandjorde (JB 1-4). Virkemidlet omfatter ligeledes græsmarker i omdrift, der ikke må ompløjes i visse perioder af året. Marker på svær lerjord (JB 7-9) må ikke ompløjes før 1. november og på sandjorde og lerjorde (JB 1-6) ikke før 1. februar. Virkemidlet trådte i kraft i planperioden 2010 / 11, altså med virkning i efteråret og vinter 2011 / 2012. Efter ikrafttrædelse af reglerne er disse tilrettet således, at der på JB 5-6 og 10-11 ikke kan ompløjes før 1. november. Mens svære lerjorde JB 7-9 kan pløjes fra 1. oktober. I landovervågningsoplandene er tidspunkter for pløjning og harvning registreret i årene 2009-20; altså 3 år forud for og 8 år efter virkemidlets ikrafttræden i efteråret 2011 (tabel 4.1a og 4.1b).

Tabel 4.1a. Efterårsjordbearbejdning forud for forårssåede afgrøder, opgjort hhv. før (2009-2011) og efter (2012-20) ikrafttrædelse af forbud mod jordbearbejdning i efteråret.

	Forårssået afgrøde		Jordbearbejdet efterår			
	Før virkemiddel	Efter virkemiddel	Før virkemiddel		Efter virkemiddel	
	ha	ha	ha	pct.	ha	pct.
LOOP 1	493	451	121	25	29	6
LOOP 2	786	970	23	3	29	3
LOOP 3	162	234	8	5	20	8
LOOP 4	204	243	30	15	11	4
LOOP 6	576	736	38	6	7	1
LOOP 7	407	455	112	26	32	6
I alt	2629	3089	332	13	130	5

Tabel 4.1b. Areal med græs omlagt i efteråret, opgjort hhv. før (2009-2011) og efter (2012-20) ikrafttrædelse af forbudsperiode.

	Omdriftgræs ha		Areal omlagt eft høst ha		pct. omlagt efterår af omlagt græs ialt	
	Før	Efter	Før	Efter	Før	Efter
LOOP 1	9	7	0	2	-	-
LOOP 2	431	375	114	12	38	12
LOOP 3	48	54	18	6	57	30
LOOP 4	12	12	2	1	17	28
LOOP 6	347	189	116	1	21	3
LOOP 7	68	31	22	2	55	27
I alt	916	669	273	24	27	13

Jordbearbejdning før hhv. 1. oktober (på JB 7- 9), 1. november (på JB 5-6 og 10-11) og 1. februar (på JB 1-4), forud for forårssåede afgrøder, er før virkemidlet blev indført, fortrinsvis benyttet i LOOP 1 og LOOP 7, hvor henholdsvis 25 og 26 pct. af arealet er jordbearbejdet i efteråret. Efter forbuddet omlægges i begge oplande 6 pct. I LOOP 3 var efterårsbearbejdning begrænset til 5 pct. før forbuddet, mens det efterfølgende er steget til 8 pct. Stigningen tilskrives, at en enkelt bedrift i dette opland drives med reduceret jordbehandling og har ukrudtsharvet umiddelbart efter høst. I LOOP 4 falder efterårsbehandling fra 15 pct. før til 4 pct. efter forbuddet. I sandjordsoplandene forekommer jordbearbejdning i forbudsperioden langt mindre hyppigt, med hhv. 3-6 pct. før virkemidlet og 1-3 pct. efter virkemidlet. I alle oplande samlet er der i gennemsnit gennemført jordbearbejdning om efteråret på hhv. 13 pct. før virkemidlet og 5 pct. efter virkemidlet. Det økologiske areal er ikke omfattet af forbuddet, ligesom der er en række undtagelser fra kravet; det gælder arealer

med efterafgrøder og arealer underlagt andre dyrkningsmæssige restriktioner. Der er korrigeret for disse i opgørelsen efter ikrafttrædelse af virkemidlet, mens alle arealerne indgår i opgørelsen før ikrafttrædelse af virkemiddel. Tabellen viser derfor ikke, hvorvidt lovkravet overholdes, men alene efterårspløjning inden vårsåede afgrøder hhv. før og efter ikrafttrædelse af reglerne. Korrigeret for økologi og undtagelser fra reglen er der i gennemsnit gennemført efterårsjordbearbejdning på 10 pct. og 5 pct. hhv. før og efter forbud.

Omlægningstidspunkt for græs i omdrift er ligeledes opgjort for perioden 2009-2020. Græs i omdrift er selvsagt primært en betydelig afgrøde i sandjordsoplandene i Nord- og Sønderjylland med megen kvægavl og i mindre omfang i lerjordsoplandene på Øerne og i Østjylland. Inden de nye regler for ompløjning af græs blev godt halvdelen af græsmarkerne ompløjet om efteråret i de to lerjordsoplande, LOOP 3 og LOOP 7, mens 38 og 21 pct. af græsmarkerne i henholdsvis LOOP 2 og 6 blev ompløjet om efteråret. Med indførelse af virkemidlet ompløjes størstedelen af græsset nu om foråret, hhv. 27 pct. før forbud mod 13 pct. efter forbuddet; det skal bemærkes, at LOOP 1 ikke er en del af den samlede procentuelle beregning, da der indgår for få marker i opgørelsen. I opgørelsen indgår ikke det økologiske græsareal, da det ikke er omfattet af lovkravet. Antallet af økologiske bedrifter i LOOP-oplandene er blevet opdateret ifm. denne rapport.

4.2 Efterafgrøder, Grønne krav og randzoner

Krav til pligtige-, målrettede-, husdyr- og MFO-efterafgrøder

I 2020 er der fem forskellige ordninger af efterafgrøder, pligtige efterafgrøder, MFO-efterafgrøder, husdyrefterafgrøder, efterafgrøder i målrettet kvælstofregulering som er udlagt frivilligt og efterafgrøder i målrettet kvælstofregulering som udlægges på baggrund af et obligatorisk krav. De forskellige ordninger gennemgås i de følgende afsnit.

For kvægbrug der gør brug af undtagelsesreglen, og dermed må bruge 230 kg N ha^{-1} mod at de bl.a. udlægger mindst 80 pct. af harmoniarealet med afgrøder med højkvælstofoptagelse og lang vækstsæson, kan området med de 80 pct.

4.2.1 Lovpligtige krav til etablering af efterafgrøder

Fra 1987 har der været et krav om, at der skulle være vintergrønne marker på 65 pct. af det dyrkede areal. Grønne marker kunne bl.a. dækkes af vinterkorn, græs, majs, rodfrugter, brak, andel af nedmuldet halm og efterafgrøder. Kravet ophørte i 2004.

Siden 1999 har der været krav om, at landmænd skulle etablere lovpligtige efterafgrøder på en procentdel af et nærmere defineret efterafgrødegrundareal. Efter 1999 var kravet 6 pct. af efterafgrødekravene efterfølgende skærpet ad flere omgange (tabel 4.2a og b). Fra 2005 skulle der etableres efterafgrøder på 6 og 10 pct. af efterafgrøderundarealet afhængigt af, om der udbringes organisk gødning svarende til henholdsvis under eller over 80 kg N ha^{-1}. Siden efteråret 2008 øgedes kravet til 10 pct. og 14 pct. for de samme to kategorier for tildeling af organisk gødning.

Fra 2002 blev der indført et krav til indregning af eftervirkning på 12 kg N ha^{-1} efterafgrøde i bedriftens N-kvote, og siden 2005 er eftervirkningen indregnet med 17 og 25 kg N ha^{-1} for de to kategorier for tildeling af organisk gødning, henholdsvis under og over 80 kg N ha^{-1} (se også bilag 4 for regelgrundlag). Fra

2016 kan bedrifterne erstatte pligtige efterafgrøder med et af følgende otte alternativer, de samme alternativer kan anvendes til at erstatte husdyrefterafgrøderne fra 2017:

I. Reduktion i bedriftens N-kvote
II. Udlægning af mellemafgrøder
III. Udlægning af efterafgrøder hos en anden landmand
IV. Etablering af flerårige energiafgrøder
V. Separering og afbrænding af fiberfraktion fra husdyrgødning eller forarbejdet husdyrgødning
VI. Tidlig såning af vinterkorn
VII. Braklagte arealer og brak ved søer/åer der grænser op til omdriftsareal
VIII. Opfyldelse af årets efterafgrødekrav vha. overskud af efterafgrøder eller alternativer fra tidligere perioder.

I indeværende planperiode, 2019/20, er grundlaget ændret for, hvordan efterafgrødearealet beregnes og hermed beslutningen, der ligger til grund for kravet til pligtige- og husdyrefterafgrøder. Fremadrettet beregnes arealet med efterafgrødegrundarealet på baggrund af den markplan, der var gældende for den foregående planperiode, fremfor med udgangspunkt i den kommende markplan for indeværende planperiode, som det hidtil har været beregnet ud fra.

Såfremt der ikke er udlagt pligtige efterafgrøder eller alternativer, reduceres bedriftens N-kvote automatisk, og frem til 2017 kunne bedriftens N-kvote øges ved at udlægge ekstra efterafgrøde. Disse efterafgrøder er fratrukket sidste års efterafgrødeareal, og er markeret med ** i tabel 4.2a og b. På trods af, at det fra 2017 ikke længere var muligt at konvertere ekstra efterafgrøder til N-kvote, blev der alligevel udlagt langt flere efterafgrøder end lovkravet.

4.2.2 Lovpligtige efterafgrøder og alternativer hertil

Udviklingen i lovpligtige efterafgrøder samt anvendte alternativer for perioden 2005-2020 er vist for LOOP-ejendomme med hhv. under og over 0,8 DE ha^{-1} i tabel 4.2a og b. I opgørelsen er vist arealer med efterafgrøder på bedrifter, som indgår i interviewundersøgelsen med hele deres dyrkede areal. I 2020 blev der i LOOP etableret efterafgrøder på 37,3 pct. af efterafgrødegrundarealet, på brug der udbringer mindre end 80 kg N ha^{-1} og 9,5 pct. efterafgrøder på brug, der udbringer mere end 80 kg N ha^{-1}.

4.2.3 Husdyrefterafgrøder

Husdyrefterafgrøder blev indført i 2017 pba. den nye husdyrregulering i kølvandet af Fødevare- og landbrugspakken. Husdyrefterafgrøderne for 2019/20 etableres på bedrifter >10 ha, og med en anvendelse af husdyrgødning på >30 kg N ha^{-1} i planperioden 2017/18. De kan både tælle som MFO-efterafgrøder og tælle med i 80 pct.-reglen om at roer, fodergræs og græsefterafgrøder dækker 80 pct. af det dyrkede areal på undtagelsesbrugene. Krav til husdyrefterafgrøderne er målrettet oplande med stigende anvendelse af organisk gødning, og som afvander til udpegede nitratfølsomme Natura 2000-områder, eller som har arealer i kystvande med et indsatsbehov. Husdyrefterafgrøderne kan ikke overlappe med pligtige og målrettede efterafgrøder. Det gælder for husdyrefterafgrøderne, som for de lovpligtige efterafgrøder, at de skal udlægges i starten af planperioden, hvilket for planår 2019/20 vil sige i efteråret 2019. Husdyrefterafgrøderne administreres på samme måde som de pligtige efterafgrøder, således vil kvælstofkvoten reduceres på bedrifter, der ikke overholder kravene.

Tabel 4.2a. Lovpligtige efterafgrøder på LOOP-ejendomme, hvor der udbringes mindre end 80 kg N ha^{-1} organisk gødning opgjort for årene 2005-2019. For årene 2005-10 er grønne markers andel af efterafgrødekravet vist og efter 2012 er andel af alternativer vist. **) Efterafgr. henviser til det areal, der var efterafgrøder på sidste år.

Mindre end 80 kg N ha^{-1} organisk gødning

År	Planår	Udlagt efterår	Antal ejd.	Areal	Grund-areal	Efter-afgr.	Omdannet til N-kvote	Krav	Grønne marker/al-ternativer	Etable-rede ef-terafgr.	I alt efter-afgr.
				(ha)				(pct. af grundareal)			
2005	'04/'05	2005	41	1982	1497	60	-	6	0,6	4,0	4,6
2006	'05/'06	2006	36	1566	1174	91	-	6	1,2	7,8	8,9
2007	'06/'07	2007	33	1242	969	82	-	6	0,6	8,4	9,0
2008	'07/'08	2008	36	1567	1262	166	-	10	0,4	13,2	13,5
2009	'08/'09	2009	32	1503	1242	128	-	10	0,7	10,3	11,0
2010	'09/'10	2010	36	1616	1219	174	-	10	0,3	14,2	14,6
2011	'10/'11	2011	27	1268	1044	79	-	10	0,3	7,6	7,9
2012	'11/'12	2012	26	1385	1174	127	-	10	0,6	10,8	11,4
2013	'12/'13		24	1204	1023	104	0	10	1,6	10,1	11,7
2014	'13/'14	2013	19	769	659	54**	25	10	1,6	8,2	9,8
2015	'14/'15	2014	19	815	704	91**	5	10	1,6	13,0	14,6
2016	'15/'16	2015	19	769	597	140	0	10	0,4	23	23,4
2017	'16/'17	2016	19	748	563	150	-	10	1,9	26,7	28,6
2018	'17/'18	2017	19	1054	857	144	-	10	0,1	16,8	16,9
2019	'18/19	2018	16	594	486	99		10	1,9	20,3	22,1

Tabel 4.2b. Lovpligtige efterafgrøder på LOOP-ejendomme, hvor der udbringes mere end 80 kg N ha^{-1} organisk gødning opgjort for årene 2005-2019. For årene 2005-10 er grønne markers andel af efterafgrødekravet vist og efter 2012 er andel af alternativer vist. **) Efterafgr. henviser til det areal, der var efterafgrøder på sidste år.

Mere end 80 kg N ha^{-1} organisk gødning

År	Planår	Udlagt efterår	Antal ejd.	Areal	Grund-areal	Efter-afgr.	Omdannet til N-kvote	Krav	Grønne marker /al-ternativer	Etable-rede ef-terafgr.	I alt efter-afgr.
				(ha)				(pct. af grundareal)			
2005	'04/'05	2005	54	4073	2940	103	-	10	3,0	3,5	6,5
2006	'05/'06	2006	52	4170	2989	95	-	10	3,0	3,2	6,2
2007	'06/'07	2007	49	4240	2959	116	-	10	2,5	3,9	6,4
2008	'07/'08	2008	43	3993	2770	300	-	14	0,9	10,8	11,7
2009	'08/'09	2009	43	4279	3011	242	-	14	0,7	8,0	8,8
2010	'09/'10	2010	36	4000	2853	250	-	14	0,4	8,8	9,2
2011	'10/'11	2011	38	4008	2819	302	-	14	0,4	10,7	11,1
2012	'11/'12		36	4353	2983	371	-	14	0,6	12,8	13,4
2013	'12/'13	2012	28	3472	2385	304**	27	14	1,6	12,8	14,4
2014	'13/'14	2013	27	3655	2615	464**	125	14	0,2	17,8	18,0
2015	'14/'15	2014	22	3321	2511	462**	118	14	1,1	18,4	19,5
2016	'15/'16	2015	24	3841	2706	434**	265	14	0,5	16	16,5
2017	'16/'17	2016	20	3788	2620	824	-	14	0,6	31,5	32,1
2018	'17/'18	2017	20	3646	2550	628	-	14	0,4	24,6	25,0
2019	'18/'19	2018	19	3462	2474	471		14	0,3	19,0	19,3

I alt er der i LOOP-oplandene udlagt 100 ha husdyrefterafgrøder i 2019, som primært er udlagt i LOOP 2 og 6 med hhv. 48 ha og 34 ha. Der er kun nogle ganske få husdyrefterafgrøder i LOOP 1, 3, 4 og 7.

4.2.4 Målrettet kvælstofregulering

Ordningen Målrettede efterafgrøder indførtes i 2017 som følge af, at de underoptimale kvælstofnormer udfasedes i 2016. De udlagdes første gang i efteråret 2017, hvor landmændene i særligt udpegede ID15-områder kunne ansøge om at udlægge frivillige målrettede efterafgrøder. Denne ordning blev i 2019 omdøbt til Målrettet kvælstofregulering. Tidligere var det ikke en mulighed at anvende alternativer med en kvælstofreducerende effekt som alternativ til efterafgrøderne, denne mulighed opstod i den nye ordning for målrettede efterafgrøder. De målrettede efterafgrøder skulle sikre, at miljøtilstanden for kyst- og grundvand ikke forværredes grundet den af Fødevare- og landbrugspakken-tilladte mergødning. Derfor blev de kun indført i ID15-oplande, hvor der var behov for en kvælstofreducerende indsats, og de blev således udvalgt med henblik på den lokale miljøtilstand. I 2020 ændres formålet med den målrettede kvælstofregulering, så ordningen ikke længere skal kompensere for det stigende forbrug af kvælstof, som blev tilladt med Fødevare - og Landbrugspakken i 2015, men i stedet skal ordningen medvirke til at forbedre kvaliteten af vandmiljøet, og indsatsbehovet ændres fra at ligge i ID15-områder til i stedet at være opdelt på kystvandsniveau. Med ændringen af kvælstofreguleringen, er der også ændret på ansøgningsprocedurerne, og det bevirker, at der i 2020 kun er en enkelt ansøgningsrunde til målrettet kvælstofregulering, modsat to ansøgningsrunder i de foregående år. Efter ansøgningsrundens afslutning prioriteres ansøgningerne ud fra to kriterier:

1) Markens retention: lav retention går forud for høj retention.
2) Markens størrelse: jo større mark, desto større chance for at ansøgningen bevilliges.

Med denne prioritering sikres det, at de målrettede efterafgrøder udlægges optimalt i de berørte områder, så der tages højde for, at effekten er størst.

I efteråret 2019 blev det meldt ud, at landmændene skulle udlægge 130.000 ha efterafgrøder yderligere i planår 2020 end først planlagt. Det skyldtes, at man ikke havde opnået den ønskede effekt af Landbrugspakken, hvor kvælstofudledningen ikke var faldet som ventet, og for at fremskynde processen, valgte regeringen, i et smalt flertal bestående af Socialdemokratiet, støttepartierne Enhedslisten, Radikale Venstre og SF samt Alternativet, at fremrykke et reduktionskrav på 1.150 tons kvælstof fra 2021 til 2020 så der gennem målrettet regulering alt i alt sikres en reduktion på 3.500 ton N i 2020. Dermed skal der udlægges 373.000 ha målrettede efterafgrøder i efteråret 2020.

Gældende for alle årene med målrettede efterafgrøder, har ordningen været frivillig, såfremt arealkravet blev opfyldt (137.560 ha, 114.300 ha og 138.200 ha i hhv. 2017, 2018 og 2019 og som ovenfor nævnt 373.000 ha i 2020), ellers vil ordningen overgå til at blive et obligatorisk krav i de oplande, hvor ansøgningen om udlægning af målrettede efterafgrøder er mangelfuld.

I stedet for at udlægge målrettede efterafgrøder, kan der i stedet anvendes et alternativ til opfyldelse af indsatsbehovet. Der er fem forskellige mulige alternativer som både kan anvendes under den frivillige indsats og den obligatoriske indsats:

- Mellemafgrøder
- Energiafgrøder
- Braklagte arealer

- Braklagte arealer langs vandløb og søer
- Tidlig såning af visse vinterafgrøder

Derudover kan man som alternativ til den obligatoriske indsats anvende ubrugt kvælstofkvote fra planåret 2019/20 som modregnes et eventuelt obligatorisk krav. Reduktionen i kvælstofkvoten beregnes på baggrund af udbringningen af organisk gødning. Der skelnes mellem bedrifter, som udbringer hhv. mindre eller mere end 80 kg N ha^{-1} harmoniareal organisk gødning. For bedrifter hvor udbringningen af organisk gødning er lavere end 80 kg N ha^{-1} harmoniareal, erstatter 93 kg N ha^{-1} én ha målrettet efterafgrøde, og for landbrug hvor udbringningen af kvælstof overstiger 80 kg N ha^{-1} harmoniareal, erstatter 150 kg N ha^{-1} én ha målrettet efterafgrøde.

Både i 2017 og 2018 var det økonomiske tilskud til landmændene for etablering af målrettede efterafgrøder på 700 kr. ha^{-1}, hvis de etablerede efterafgrøderne frivilligt, mens obligatoriske målrettede efterafgrøder ingen støttekroner fik. I 2019 faldt tilskuddet til de frivilligt udlagte efterafgrøder til 529 kr. ha^{-1}, og i 2020 faldt tilskuddet yderligere til 500 kr. ha^{-1}. I 2020 ændres reglerne for udbetaling, så landbrugsstøtten til målrettede efterafgrøder skal finansieres af EU's Landdistriktspulje. I 2018 var der et krav til obligatoriske målrettede efterafgrøder på ca. 2.750 ha, som ikke var blevet udlagt frivilligt. I 2017 og 2019 blev stort set alle målrettede efterafgrøder søgt hjem i løbet af den frivillige periode, mens der i 2020 endte med at være et obligatorisk krav på i alt 12.500 ha efterafgrøder, som ikke blev søgt hjem frivilligt.

De målrettede efterafgrøder i 2020 fordeler sig således: Der blev udlagt 274.469 ha frivillige målrettede efterafgrøder. Derudover er 59.100 ha målrettede efterafgrøder opfyldt gennem anvendelse af alternativerne tidlig såning af vinterafgrøder, mellemafgrøder, brak og energiafgrøder. Endvidere er der anvendt kvotereduktion til opfyldelse af 15.839 ha målrettede efterafgrøder. Der mangler fortsat at blive udlagt 12.500 ha målrettede efterafgrøder, som derfor skal etableres som obligatorisk krav.

Ved fysisk kontrol kan arealerne blive underkendt, hvis etableringen af efterafgrøder er mangelfuld. I så fald bliver der reduceret i hhv. landbrugsstøtten og i kvælstofkvoten for de frivillige målrettede efterafgrøder.

De målrettede efterafgrøder kan søges af alle, der driver et areal i de specifikke ID15-oplande, og som enten ejer eller forpagter arealerne. Landmænd må gerne søge, selvom de har et areal, der er mindre end 10 ha, og de derfor ikke er omfattet af reglerne om lovpligtige efterafgrøder. Økologer, eller konventionelle brug under omlægning til økologi, kan ikke søge, men er også fritaget for et eventuelt obligatorisk krav.

I LOOP-oplandene er der i 2020 etableret 933 ha med målrettede efterafgrøder (tabel 4.3). Ud af de målrettede efterafgrøder, der kunne udlægges i de forskellige oplande, er der i LOOP 2 udlagt 48 pct., i LOOP 3 er 41 pct. af de mulige målrettede efterafgrøder for oplandet udlagt, i LOOP 4 drejer det sig om 53 pct., og 34 pct. i LOOP 6 og 17 pct. i LOOP 7. Det har også været muligt at søge målrettede efterafgrøder hjem i LOOP 1, men her er ikke blevet udlagt nogen.

Tabel 4.3. Oversigt over udlagt målrettede efterafgrøder og potentielle målrettede efterafgrøder, som ikke blev udnyttet i 2017 og 2020 i LOOP-oplandene i hektar. Endvidere en procentvis opdeling af hvor mange efterafgrøder, der blev udlagt. inden for

	Årstal	Udlagt (ha)	Uudnyttet (ha)	Udnyttet pr. opland (pct.)	Mulig merudnyttelse pr. opland (pct.)
LOOP 1	2017	0	17	0	100
	2018	0	1,7	0	100
	2019	42			
	2020	0	1,5	0	100
LOOP 2	2017	159	171	48	52
	2018	261	155	63	37
	2019	57			
	2020	414	454	48	52
LOOP 3	2017	24	2,4	91	9,0
	2018	0	0	0	0
	2019	26			
	2020	117	169	41	59
LOOP 4	2017	0	15	0	100
	2018	0	0	0	0
	2019	15			
	2020	183	159	53	47
LOOP 6	2017	123	265	32	68
	2018	29	172	15	85
	2019	190			
	2020	164	321	34	66
LOOP 7	2017	0	0,37	0	100
	2018	0	0	0	0
	2019	36			
	2020	56	274	17	83
Samlet (ha)	2017	307	471	39	61
	2018	290	330	47	53
	2019	199			
	2020	933	1379	32	68

4.2.5 Grønne krav

Fra 2015 er der indført en ny Grøn Støtte, der udgør en del af den direkte landbrugsstøtte. Denne grønne støtte er betinget af, at bedrifter opfylder tre grønne krav:

1. Krav om flere afgrødekategorier
2. Krav om at 5 pct. af det dyrkede areal skal være miljøfokusområder (MFO)
3. Opretholdelse af permanente græsarealer

Kravet om flere afgrødekategorier omfatter bedrifter med et omdriftsareal over 10 ha, mens krav om MFO-arealer omfatter bedrifter med et omdriftsareal over 15 ha. Økologiske bedrifter er undtaget alle krav. MFO-arealer skal dække 5 pct. af bedriftens areal og kan bl.a. udgøres af bræmmer, brak, lavskov, efterafgrøder, græsudlæg og visse landskabselementer. Der skal 3 ha efterafgrøder til at dække 1 ha MFO.

Tabel 4.4. Opgørelse af bedrifter og MFO-arealtyper i forhold til MFO-krav i LOOP 2015-2020.

	Fritaget		MFO-pligt		Krav	Etablerede MFO-arealer			
År	**Antal ejd.**	**Areal (ha)**	**Antal ejd.**	**Areal (ha)**	**MFO-areal**	**MFO-Efterafgrøde og græsudlæg (ha)**	**Øvrige MFO-typer (ha)**	**MFO i alt (ha)**	**Procent MFO (pct.)**
2015	24	104	39	3763	187	367	28	395	10
2016	20	66	42	4090	203	468	16	484	12
2017	26	81	41	4168	207	367	27	393	9
2018	27	84	42	4361	215	351	40	391	9
2019	29	88	37	3654	178	287	40	247	7
2020	29	109	33	3735	184	223	30	193	5

Almindelig brak blev udfaset i 2008-2009, men steg til knap 23.000 og 28.000 ha i henholdsvis 2015 og 2016 bl.a. som følge af, at miljøfokusområder blev en del af landbrugsstøtten.

I 2019 blev det muligt for bedrifterne at lade MFO-efterafgrøderne fra efteråret 2018 stå, til næste års hovedafgrøde, hvis den blev brugt som foderafgrøde, og blev høstet som enten helsæd eller afgræsset. Det var en hjælp til landmændene grundet tørken i 2018, og derfor et ekstraordinært tiltag fra regeringen, som kun var muligt i 2019. I tabel 4.4 ses MFO-arealet opgjort i LOOP-oplandene for ejendomme, hvor hele omdriftsarealet er omfattet af dataindsamling. Heraf ses, at MFO-arealerne dækker mellem 5 pct. og 12 pct., og derfor minimum de 5 pct., der er krav om. MFO-arealet udgøres særligt af MFO-efterafgrøde og græsudlæg. MFO-brak udgør 8, 15 og 18 ha i henholdsvis 2015, 2016 og 2017. I 2018 er MFO-brakarealet steget til 38 ha og i 2019 er arealet stort set uændret med 37 ha, mens det i 2020 er faldet siden 2019 til 29 ha. I løbet af årene er der indført flere muligheder for anvendelse af brak: Bestøverbrak, slåningsbrak og blomsterbrak, disse tre typer af brak er indregnet i det samlede brakareal.

4.2.6 Efterafgrøder i hele landet

Arealet med efterafgrøder og alternativer til efterafgrøder er steget fra 138.000 ha i 2005/06 til 600.000 ha i 2020/21 opgjort for hele landet. I 2019/20 var arealet med lovpligtige efterafgrøder og alternativer noget mindre, da der kun var udlagt 372.000 ha efterafgrøder (tabel 4.5). I midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan III blev data for kontrol af efterafgrøder vist. For efteråret 2007 foretog det daværende Plantedirektoratet fysisk kontrol af efterafgrøder på 246 bedrifter. Heraf fremgår, at på 8 pct. af efterafgrødearealet var dækning af planter lav og dermed ikke veletableret (Waagepetersen et al., 2008). I 2013 viste data fra kontrolrapporterne manglende efterafgrøder på ca. 7 pct. af arealet (Personlig medd. Lone P. Hansen, 2019), mens der manglede efterafgrøder på ca. 9 pct. af arealet i 2016.

Tabel 4.5. Udvikling i arealet med lovpligtige efterafgrøder og alternativer til efterafgrøder (1.000 ha) for hele landet i perioden 2005/06-2019/20. Data er leveret af LBST og er fra gødningsregnskaberne eller via Tast-selv.

	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20	20/21
Efterafgrøder																
Lovpl._husdyr._ målrettede	138	119	127	197	183	211	211	224	296	321	390	353	415	367	356	505
Alternativer	0	0	0	0	0	0	29	44	14	43	38	36	29	43	16	95

4.2.7 Randzoner

I 2012 blev der indført krav om ti meter dyrknings- og gødskningsfri randzoner langs åbne vandløb og søer over 100 m^2. På landsplan omfattede kravet 50.000 ha randzone. Dette blev i 2014 halveret til 25.000 ha og blev ophævet i januar 2016. Herefter er der kun de knap 6.000 ha randzoner langs naturlige og målsatte vandløb og omkring søer over 100 m2, som blev udlagt i 1992.

Frivillige randzoner og 2 meter bræmmer kan anvendes til opfyldelse af MFO-kravet, men denne mulighed har ikke været anvendt i LOOP-oplandene i 2020.

5 Kvælstof i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand – målinger

Kvælstofindhold i jordvand fra rodzonen måles ved 31 jordvandsstationer (sugecellefelter) fordelt over fem oplande. Der foretages ugentlige målinger i perioder med afstrømning. For at opgøre nitratudvaskningen beregnes vandafstrømning defineret som perkolation ud af rodzonen med rodzonemodellen Daisy. Fagdatacenteret har i forbindelse med oplandsmodellering i landovervågningsoplandene i 2005-2009 arbejdet med kalibrering af Daisy for jordvandsstationerne. I 2011 blev der udarbejdet nye døgnkorrektioner af målt nedbør baseret på lufttemperatur, nedbørsintensitet og vindhastighed (Refsgaard et al., 2011). De nye døgndynamiske nedbørskorrektioner er nu indarbejdet i nedbørsberegningerne i landovervågningen og derfor også i den beregnede perkolation. I forbindelse med udvikling af en ny national model for kvælstofudvaskning (N-LES5), er Daisy-opsætningerne på jordvandsstationerne igen blevet opdateret. Disse opsætninger er anvendt til beregning af vandafstrømning fra rodzonen. Den beregnede udvaskning præsenteret i dette kapitel er baseret på målte koncentrationer og Daisy-beregnede perkolationer. Beregning af perkolation med Daisy blev opdateret i sidste års rapport. Dyrkningspraksis for de enkelte stationer er vist i bilag 5.1. Opgørelser af perkolation og udvaskning følger det hydrologiske år, som er afgrænset til 1. juni til 31. maj det følgende år.

5.1 Vandafstrømning beregnet med Daisy

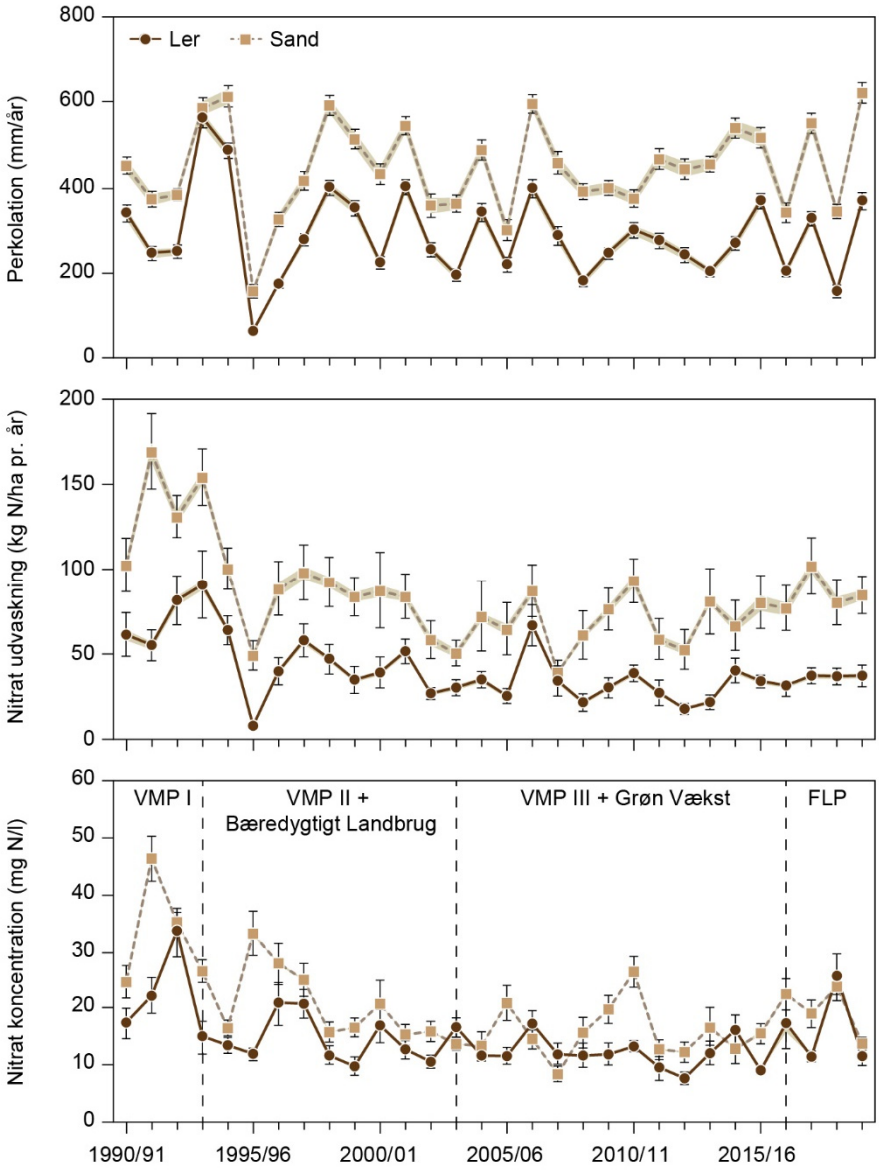
Idet Daisy regner med kapillær vandbevægelse, vil der på de lerede jorde ved lav nedbør være både en nedad- og opadgående vandtransport, og dermed også både nedad- og opadgående kvælstoftransport i jordprofilet. Dette kan betyde, at den beregnede årlige vandafstrømning og udvaskning bliver negativ. I disse tilfælde sættes de årlige værdier til 0. Beregningen af årlige vandføringsvægtede koncentrationer kan være misvisende sammenlignet med målinger af nitratkoncentration i jordvandet ved de lave afstrømninger. Ved trendanalyser og ved opgørelse af gennemsnittet af de årlige vandføringsvægtede koncentrationer er der derfor udeladt stationer i de år, hvor udvaskning af nitrat er under 1 kg N ha^{-1} eller vandafstrømningen er mindre end 10 mm.

I 2019/20 var nedbøren og dermed perkolationen væsentligt højere end gennemsnittet for den forudgående periode, 1990/91-2018/19 i Jylland og på Fyn, mens nedbøren i dette år på Sjælland og var tæt på det normale. For LOOP 1 på Lolland og LOOP 7 på Vestsjælland faldt der faktisk henholdsvis 2 pct. mindre og den samme nedbør i 2019/20 som gennemsnitlig, for LOOP 4 på Sydfyn og LOOP 3 i Østjylland faldt der henholdsvis 10 og 20 pct. mere nedbør end i de forgående år. Over de to sandjordsoplande, LOOP 2 i Nordjylland og LOOP 6 i Sønderjylland, var den tilsvarende nedbør henholdsvis 26 og 17 pct. over.

Nedbøren er generelt ujævnt fordelt over året og i forskellige landsdele med generelt lavere nedbør på Øerne og i Østjylland og højere nedbør i Nord- og Sønderjylland.

For lerjordsoplandet LOOP 1 er den gennemsnitlige perkolation i 2019/20 på samme niveau ift. middel af de tidligere år 1990/91-2018/19, mens de tilsvarende tal for LOOP 4, LOOP 3, LOOP 2 og LOOP 6 er der en højere perkolation på henholdsvis 29, 50, 60 og 28 pct. (figur 5.1).

Figur 5.1. Udvikling i vandafstrømning samt målinger af nitratudvaskning og afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer i rodzonevandet i 1990/91-2019/20. Errorbar på perkolation, udvaskning og nitratkoncentration i jordvand beskriver standarderror og indeholder desuden variation i perkolation betinget af variation i nedbør inden for et DMI 10x10 km^2 nedbørsgrid jf. kap1.3.



5.2 Kvælstofformer i jordvandet

Jordvandets kvælstofindhold består overvejende af nitrat (tabel 5.1). Organisk N (beregnet som forskellen mellem total-N og uorganisk N) kan dog i visse tilfælde også udgøre en ikke-ubetydelig andel. I oplandene er det fundet, at organisk N gennemsnitligt for jordvandsstationer i hvert opland udgør 5-15 pct. af total-N. Indholdet af ammonium er lavt ved alle stationer, overvejende mellem 0,01 og 0,1 mg N l^{-1}.

I de følgende analyser henvises alene til jordvandets nitrat-N-indhold.

Tabel 5.1. Gennemsnit af årlige vandføringsvægtede koncentrationer af total-N og uorganisk N i jordvand fra sugeceller for årene 2002/03-2006/07.

	Tot-N mg l^{-1}	Uorganisk N mg l^{-1}	Forskel pct.
Lerjorde			
LOOP1. Storstrøm	20,4	19,5	4,7
LOOP4. Fyn	12,1	11,3	7,1
LOOP3. Østjylland	13,2	11,1	15,2
Sandjorde			
LOOP2. Nordjylland	13,4	12,3	8,0
LOOP6. Sønderjylland	20,5	17,9	12,8

5.3 Udvikling i målt nitratudvaskning

Udviklingen i nitratudvaskning fra rodzonen og i nitratkoncentration i rodzonevandet er vist som gennemsnit for henholdsvis sand- og lerjordene i figur 5.1. Der er en betydelig klimatisk betinget årsvariation i perkolationen af vand i rodzonen. Denne årsvariation medfører også store årlige udsving i nitratudvaskningen. Ved at beregne vandføringsvægtede koncentrationer korrigeres der for år-til-år-variationer i perkolationen af vand gennem rodzonen. De beregnede vandføringsvægtede koncentrationer afspejler også andre klimabetingede processer, som påvirker kvælstofomsætningen i jorden, som følge af forskelle i temperatur, jordfugtighed og mineraliseringspotentiale.

Til beregning af de årlige gennemsnitlige vandføringsvægtede koncentrationer er stationer i år med udvaskning af nitrat under 1 kg N ha^{-1} eller afstrømninger mindre end 10 mm udeladt. For sandjordene er kvælstofudvaskningen og koncentrationer vist uden station 5 i LOOP 6, som udgik af overvågningen i 2008. Data fra sandjordsoplandet Bolbro Bæk, LOOP 6, er i 2009/10 og 2010/11 behæftet med en meget stor usikkerhed, idet der kun forelå fuld måleserie fra 2 af de 8 jordvandsstationer. Fra 2011/12 er der igen en fyldestgørende målefrekvens på stationerne i LOOP 6. Vi har valgt at medtage data for LOOP 6, som de foreligger. På tre stationer i LOOP 1 forekommer der i enkelte år forhøjede nitratkoncentrationer, som formentlig skyldes atypisk kørsel og evt. udbringning af gødning samt dårlig afgrødevækst i sugecellefeltet. Udvaskningsdata fra disse tre stationer indgår ikke i trendanalyser og i datasammenstillingen i dette kapitel.

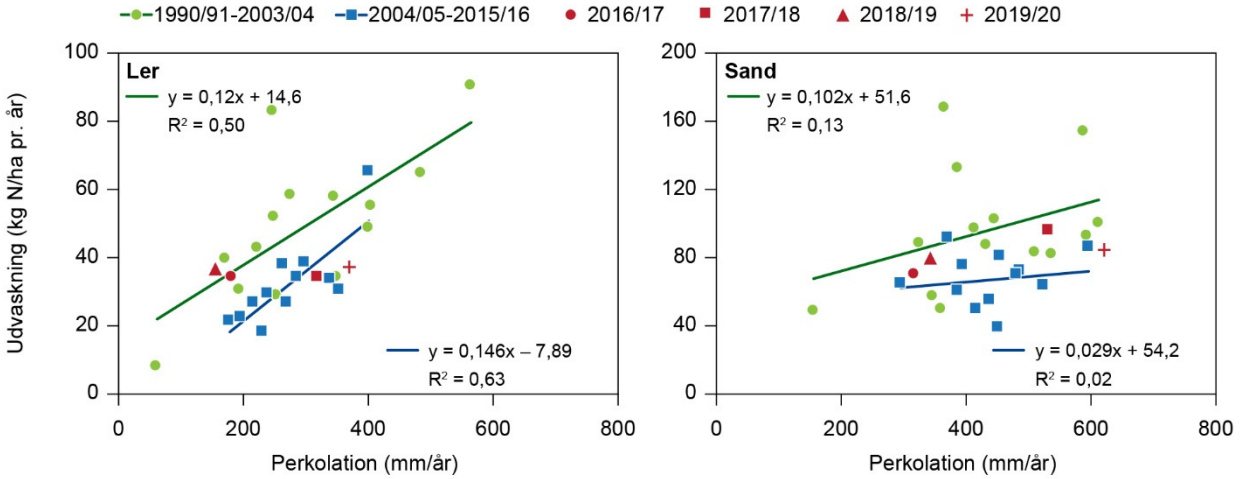
Overordnet ses et fald i de gennemsnitlige afstrømningsvægtede kvælstofkoncentrationer for både lerjords- og sandjordsoplandene igennem måleperioden 1990/91-2003/04 (figur 5.1). Efter 2003/04 varierer både udvaskningen og den afstrømningsvægtede koncentration for de tre lerjordsoplande, dog med to meget høje koncentrationer efter de tre tørre år 2010, 2016 og 2018. Efter 2003/04 er der ikke nogen erkendelig trend i udvaskningen og den afstrømningsvægtede koncentration i sandjordsoplandene.

Da nitratudvaskning især er påvirket af perkolationen af vand gennem rodzonen, vil ændringer i udvaskningsniveau skulle vurderes over flere år, hvor der både forekommer år med lav og høj perkolation. Det er primært for at belyse, om et lavt eller et højt udvaskningsniveau alene er et produkt af perkolationen af vand gennem rodzonen (figur 5.2). Af figuren ses en signifikant sammenhæng mellem vandperkolation og størrelsen af nitratudvaskning på stationer på lerjord ($p<0,01$ til 2003/04 og $p<0,05$ efter 2003/04). Endvidere ses der en markant ændring i udvaskningsniveauet opgjort for de to perioder

1990/91-2003/04 og 2004/05-2015/16. På sandjord ses en stor år-til-år-variation, og der kan ikke opstilles en signifikant sammenhæng mellem størrelsen af perkolation og nitratudvaskning (p>0,20 til 2003/04 og p>0,37 fra 2003/04 og frem). Perioden 1990/91-2003/04 indbefatter virkemidler, som er implementeret i Handlingsplan for Bæredygtigt landbrug (1992) og VMP II (1998). Det skal dog bemærkes, at de indførte reguleringer og virkemidlers udvaskningsreducerende effekt først vil slå igennem over en længere tidshorisont efter deres implementering. Effekten vil desuden afhænge af bl.a. gødningspraksis og sædskifte på de enkelte marker med jordvandsstationer.

For nærmere analyse af udviklingen er dataserien opdelt i tre perioder:

- 1990/91 - 2003/04: VMP I, Handlingsplanen f. Bæredygtigt landbrug og VMP II
- 2004/05 - 2015/16: VMP III, Grøn Vækst og Vandplan 1.
- 2016/17 - 2019/20: Fødevare- og landbrugspakken med udfasning af underoptimale gødningsnormer og implementering af målrettede efterafgrøder og Vandområdeplan 2015-21.



Figur 5.2. Sammenhæng mellem perkolation og udvaskning for jordvandsstationer i LOOP-lerjords- og sandjordsoplande og opdelt i forskellige perioder. Hver observation er et gennemsnit for 14 og 13 jordvandsstationer for henholdsvis ler- og sandjordsoplande for hvert hydrologisk år i perioden.

I perioden efter VMP II, altså efter 2003/04, er den gennemsnitlige, målte udvaskning lavere end før dette tidspunkt (figur 5.2). Af figuren ses, at udvaskningen i høj grad er drevet af perkolationen. Dette er mest udpræget for jordvandsstationer beliggende på lerjord for begge de viste perioder. På sandjordsstationerne er der ikke nogen signifikant sammenhæng hvilket kan skyldes flere faktorer som ompløjning af flerårig græs, hvor der typisk sker en stigning i N-udvaskning, såfremt ompløjningen ikke følges af en afgrøde, der formår at optage den frigivne nitrat i jorden. Denne ompløjning af flerårig græs sker uregelmæssigt i sædskiftet, og kan være årsag til, at der nogle år ses en markant stigning i udvaskning på sandjordsoplandene.

For årene 2016/17-2019/20, altså efter indførelse af Fødevare- og landbrugspakken, ses det af figur 5.2, at den gennemsnitlige N-udvaskning ligger højere i to af årene og i to af årene på samme niveau som i årene før 2004/05 i lerjordsoplandene. I sandjordsoplandene ligger N-udvaskningen ift. perkolationen i lidt højere end i årene før 2016/17. Sædskifteforhold som f.eks. ompløjning af græs og andel af efterafgrøder kan variere imellem de enkelte år på

markene i oplandene. Det vil derfor kræve flere års målinger for at kunne afdække en eventuel udvikling i jordvandets nitratkoncentration, som følge af tilladt mergødning og kompenserende målrettede efterafgrøder i Fødevare- og landbrugspakken.

Der er udført en Mann-Kendall test (Hirsch og Slack, 1984) af udviklingen i den gennemsnitlige afstrømningsvægtede kvælstofkoncentration for henholdsvis sand- og lerjordsoplandene (værdier fra figur 5.1) for hele måleperioden 1990/91-2015/16 samt for delperioderne 1990/91-2003/04 og 2004/05-2015/16. De seneste fire hydrologiske år, 2016/17 - 2019/20, er ikke medtaget i trendanalysen, da effekt af mergødning vedtaget i Fødevare- og landbrugspakken og kompenserende efterafgrøder mv. ønskes adskilt fra hidtil vedtagne virkemidler.

I perioden 1990/91 - 1993/94, dvs. før Handlingsplanen for Bæredygtig Landbrug trådte i kraft, lå de afstrømningsvægtede koncentrationer på ca. 22 mg N l^{-1} for lerjordsoplandene og på ca. 33 mg N l^{-1} for sandjordsoplandene.

For måleperioden 1990/91-2015/16 ses et signifikant fald på både sand- og lerjordsoplandene på henholdsvis 0,27 og 0,58 mg N l^{-1} $år^{-1}$ (tabel 5.2). For perioden 1990/91-2003/04 viser den statistiske test et fald i koncentrationerne på henholdsvis 0,37 (p=0,27, ikke signifikant) og 1,67 (p=0,003, signifikant) mg nitrat-N l^{-1} pr år for lerjords- og sandjordsoplandene. Hvis der tages udgangspunkt i perioden før Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug, svarer dette til et fald på henholdsvis 27 pct. og 70 pct. for de to oplandstyper. Spredningen på tallene er imidlertid meget stor, og med 95 pct. sandsynlighed er reduktionen i nitratkoncentrationen mellem 0 og 66 pct. for lerjordene og mellem 17 pct. og 117 pct. for sandjordene. For perioden 2004/05-2015/16 ses der ikke et statistisk signifikant fald i de årlige afstrømningsvægtede kvælstofkoncentrationer.

Tabel 5.2. Udvikling i afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer i jordvand for stationer på ler og sandjordsoplande for to perioder, henholdsvis 1990/91-2003/04 og 2004/05-2015/16 samt for hele perioden 1990/91 - 2015/16. I parentes er angivet 95 pct. konfidensintervallet for udviklingen. Det seneste fire hydrologiske år 2016/17 - 2019/20 er ikke medtaget i trendanalysen.

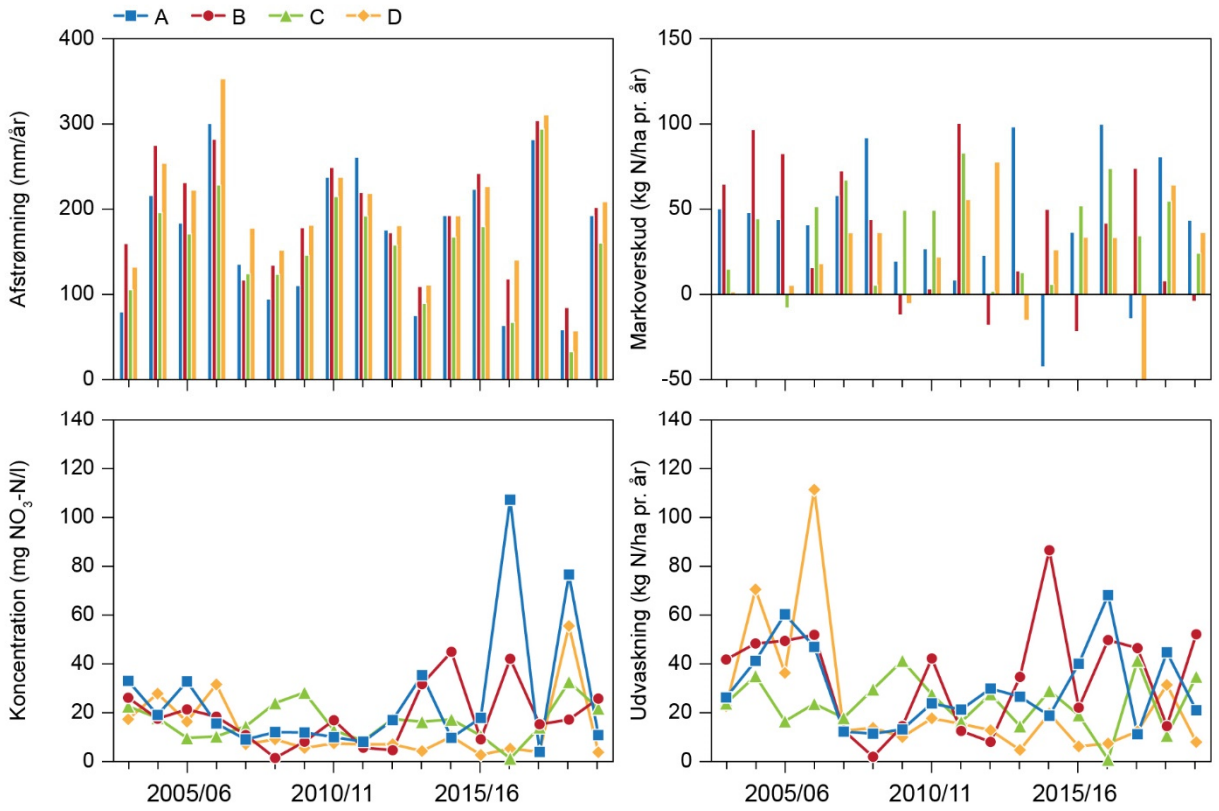
Opland	**Antal st.**	**Målt N-konc.** (afstrømningsvægtede) (mg nitrat-N l^{-1})		**Beregnet årlig ændring i N-konc. v. statistisk analyse (mg nitrat-N l^{-1})**		
		1990/91-93/94	**2004/05-2015/16**	**1990/91-2015/16**	**1990/91-2003/04**	**2004/05-2015/16**
Lerjorde	14	22	12	-0,27 (-0,52 til -0,12)	-0,37 (-1,02 til 0,32)	Ingen signifikant trend
Sandjorde	13	33	16	-0,58 (-1,01 til -0,25)	-1,67 (-2,80 til -0,41)	Ingen signifikant trend

Vandafstrømning, afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer for hydrologiske år, markbalancer for kvælstof og udvaskning er vist for fire marker med målinger af nitrat i jordvand i LOOP 1 i figur 5.3. Sædskiftet for de fire marker er vist i tabel 5.3. Den gennemsnitlige afstrømning for stationerne i LOOP 1 udgjorde 179 mm for den viste periode 2003/04 – 2019/20, hvilket er lidt lavere end de 201 mm, som udgør gennemsnittet for hele måleperioden 1990/91-2018/19. Nogle år har meget lave afstrømninger, det gælder de tre år 2013/14, 2016/17 og 2018/19 med en afstrømning på henholdsvis 98, 80 og 54 mm i gennemsnit. Afstrømningen på 292 og 293 mm var specielt høj i henholdsvis 2006/07 og 2017/18 i gennemsnit for de samme fire marker (Figur 5.3 øverst tv.).

Der måles meget høje nitratkoncentrationer i jordvand på mark A i 2016/17. På denne mark er der dyrket vinterhvede til brød med et markoverskud på 100 kg N ha^{-1}. Med en meget lav afstrømning på 37 mm bliver jordvandets nitratkoncentration meget høj. Den samlede udvaskning dette år udgør 68 kg N ha^{-1} og ligger dermed på et forventet niveau ift. kvælstof-markbalancen for denne afgrøde.

Tabel 5.3. Sædskifter i LOOP 1 i høstårene 2003-2019, svarende til afstrømningsårene 2003/04 – 2019/20.

Høst-år	Afstrømmningsår	A	B	C	D
2003	2003/04	Vinterhv.	Engrapgræs e.kl.	Vårbyg malt	Vårbyg
2004	2004/05	Vinterhv.	Engrapgræs pl.gr.	Vinterhv. (brød)	Purløg til frø, høst
2005	2005/06	Vinterhv	Engrapgræs pl.gr.	Fabriksroer	Vårbyg
2006	2006/07	Vårbyg	Vårbyg	Vinterhv.	Konservesært
2007	2007/08	Vårbyg m. kl.udlæg	Vinterhv.	Vinterhv.	Vårbyg malt
2008	2008/09	Vinterhv.+ eft.	Vinterhv.+ eft.	Vårbyg+ eft.	Vårbyg malt + eft.
2009	2009/10	Fabriksroer	Fabriksroer	Vinterhvede	Fabriksroer – top
2010	2010/11	Vårbyg til malt	Vårbyg til malt	Vårbyg til malt	Vårbyg til malt
2011	2011/12	Fabriksroer	Vinterhv.+ eft.	Vinterhvede	Vinterhvede
2012	2012/13	Vårbyg	Fabriksroer	Vårbyg til malt	Vinterhvede
2013	2013/14	Vinterhv.+ eft.	Vårbyg	Vinterhv./roer	Fabriksroer – top
2014	2014/15	Fabriksroer	Vinterhv. (brød)+ eft.	Vinterhv.	Vårbyg
2015	2015/16	Vårbyg	Fabriksroer	Vinterhv.+ eft.	Vinterhv.
2016	2016/17	Vinterhv. (brød)+ eft.	Vårbyg	Vårbyg+ eft.	Vårbyg
2017	2017/18	Fabriksroer	Vinterhv. (brød)	Vårbyg	Fabriksroer
2018	2018/19	Vårbyg	Fabriksroer	Vårbyg	Vårbyg
2019	2019/20	Vinterhv. (brød)+eft.	Vårbyg	Vinterhvede	Vinterhvede



Figur 5.3. Afstrømning (øverst tv.), afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer (nederst tv.), markoverskud for kvælstof (øverst th.) og nitratudvaskning (nederst th) for fire jordvandsstationer i LOOP 1 for årene 2003/04-2019/20.

Nitratkoncentrationerne er derimod lave, 4-26 mg N l^{-1} ved de høje afstrømninger, som i de seneste to våde år 2017/18, hvor der blev dyrket fabriksroer på 2 ud af 4 marker, og i 2019/20 hvor der blev dyrket vinterhvede på 3 ud af 4 marker. For tørre afstrømningsår som 2016/17 og 2018/19 giver dette relative høje nitratkoncentrationer, 1-107 mg N l^{-1}, dog laveste koncentration på en mark C med vårbyg og efterafgrøder. Fabriksroer har en lang vækstsæson og høstes først sent i efteråret. Der ses ofte et lille negativt markoverskud for fabriksroer, som på mark A i 2014/15 og 2017/18, mark B i 2009/10, 2012/13 og 2015/16, mark C i 2005/06 og mark D i 2009/10 og 2013/14. Et relativt stort negativ markoverskud på 64 kg N ha^{-1} ses for mark D i 2017/18 og små positive markoverskud som fx for mark A i 2009/10 og 2011/12.

Nitratkoncentrationer og nitratudvaskning er tilsvarende ofte lave efter fabriksroer. Høj udvaskning på 112 kg N ha^{-1} ses for mark D i 2006/07, hvor der dyrkes markærter, og hvor afstrømningen desuden er meget høj. Også for mark B i 2014/15 ses en høj udvaskning på 88 kg N ha^{-1}, hvor der dyrkes vinterhvede til brød, og der tilføres både handels- og husdyrgødning.

5.4 Målt nitratudvaskning i relation til lokalitet og landbrugsdrift

Udvaskningen på landbrugsjord er mindst for de to lerjordsoplande, der ligger på henholdsvis Lolland (LOOP 1) og Sydfyn (LOOP4), og lidt større for lerjordsoplandet i Østjylland (LOOP 3) (tabel 5.4). Størst udvaskning forekommer i de to sandjordsoplande i Nord- og Sønderjylland. Dette skyldes for det første, at jorderne er mere sandede, og at nedbøren er større i Vestdanmark i forhold til Østdanmark. Forskellen er yderligere kædet sammen med forskelle i husdyrtæthed, da husdyrtætheden, specielt med hensyn til kvæg, er størst i Vestdanmark.

Det fremgår endvidere, at N-udvaskningen er mindst for svinebrug, større for planteavlsbrug som her også anvender importeret husdyrgødning og størst for kvægbrug. Desuden stiger udvaskningen med stigende husdyrtæthed (tabel 5.4).

Det gennemsnitlige N-overskud er som forventet større end den målte nitratudvaskning (tabel 5.4). Det skyldes at tabsposter som denitrifikation i rodzonen og amoniakfordampning ved udbringning sammen med udvaskning og ændringer i de organiske N-puljer i jorden, er indeholdt i N-markoverskudet. Der er et særligt højt N-overskud ift. den målte udvaskning ved stationerne i Østjylland (LOOP 3). Det er muligt, at denne forskel skyldes ændringer i jordpuljer og udvaskning af opløst organisk N, som er målt til at være ca. 15 pct. højere end nitratkoncentrationen for marker med sugeceller i dette opland. Men markbalancen kan reelt være lavere end her opgjort. Den oplyste mængde af gødning fra husdyr på græs kan være anderledes på sugecellefeltet end gennemsnitlig for hele marken. Store mængder af udbinding forekommer i LOOP 3 og 6 med henholdsvis 61 kg og 28 kg N ha^{-1} i gennemsnit. Der er desuden stor usikkerhed omkring mængden af kvælstoffiksering, idet kløvergræs ikke fikserer kvælstof fra luften, hvis planterne er velforsynet med kvælstof fra jorden. I den opgjorte tilførte kvælstof udgør kvælstoffiksering gennemsnitlig 15, 30 og 22 kg N ha^{-1} for henholdsvis LOOP 2, 3 og 6.

I lerjordsoplandet (LOOP 1) er der næsten samme N-overskud og nitratudvaskning (tabel 5.4). Her er husdyrgødningstilførslen også af meget lille betydning (ca. 2 kg N ha^{-1}).

Tabel 5.4. Udvaskning af nitrat, kvælstofbalance samt vandafstrømning for jordvandsstationer opdelt på oplande, brugstyper og husdyrtæthedsgrupper, årsgennemsnit for den sidste femårsperiode, 2015/16-2019/20.

	Nitrat udv. (kg N ha^{-1})	**Perkol.** (mm)	**total tilf.**[1)] (kg N ha^{-1})	**N-høst** (kg N ha^{-1})	**N-overskud** (kg N ha^{-1})
Oplande					
Lerjorde:					
LOOP 1. Storstrøm	28	173	166	137	29
LOOP 4. Fyn	39	252	215	120	95
LOOP 3. Østjylland	42	362	282	133	135
Sandjorde:					
LOOP 2. Nordjylland	80	410	243	133	110
LOOP 6. Sønderjylland	81	512	252	141	111
Brugstype					
Plante	62	370	207	126	81
Svin	43	263	232	121	111
Kvæg	70	416	366	171	190
Dyretætheder (DE ha^{-1})					
0	36	295	232	135	97
0-0,7	38	316	184	132	52
0,7-1,7	71	383	252	135	117
1,7-2,3	94	490	286	122	165

[1)] Tilført med handelsgødning, total husdyrgødning, atmosfærisk N-deposition, såsæd og N-fiksering.

5.5 Målt kvælstoftransport i dræn

5.5.1 Kvælstoftransport i dræn på lerjorde

Transport af kvælstof til overfladevand via dræn måles ved seks stationer på lerjord, på fire lokaliteter i LOOP 1 (Storstrøm) og på to lokaliteter i LOOP 4 (Fyn). Desuden måles på et lavtliggende sandjordsareal i LOOP 2 (Himmerland).

I drænvandsprøver måles koncentrationen af total-kvælstof, nitrat og ammonium. Prøver af drænvandet udtages som stikprøver en gang pr. uge i deres afstrømningsperiode. Vandføringen i dræn beregnes ved en relation mellem en ugentlig målt afstrømning og daglig registrering af drænvandshøjden ved et overfaldsbygværk (et V-overfald). Døgntransport af næringsstoffer beregnes ved at gange en lineært interpoleret koncentration mellem de enkelte ugemålinger af næringsstofkoncentrationen, med den daglige vandføring i drænet. Beskrivelse af prøvetagning af drænvand findes i to tekniske anvisninger (Grant, 2011, 2012).

Drænvandsafstrømningen har ligesom afstrømningen fra rodzonen varieret betydeligt igennem måleperioden afhængigt af de klimatiske forhold. Kun en del af perkolationen af vand i rodzonen strømmer af via dræn, idet grundvandsspejlet skal hæves til drændybden, inden drænene begynder at løbe med vand. Som gennemsnit for hele måleperioden 1990/91-2019/20 udgjorde drænvandsafstrømningen ca. 57 pct. af perkolationen fra rodzonen på de drænede arealer i henholdsvis Storstrøm og på Fyn. Det seneste hydrologiske år, 2019/20, har der gennemsnitlig været 19 pct. lavere drænafstrømning end

gennemsnittet for hele overvågningsperioden for LOOP 1, mens drænafstrømning i 2019/20 i LOOP 4 var 67 pct. højere end for hele overvågningsperioden.

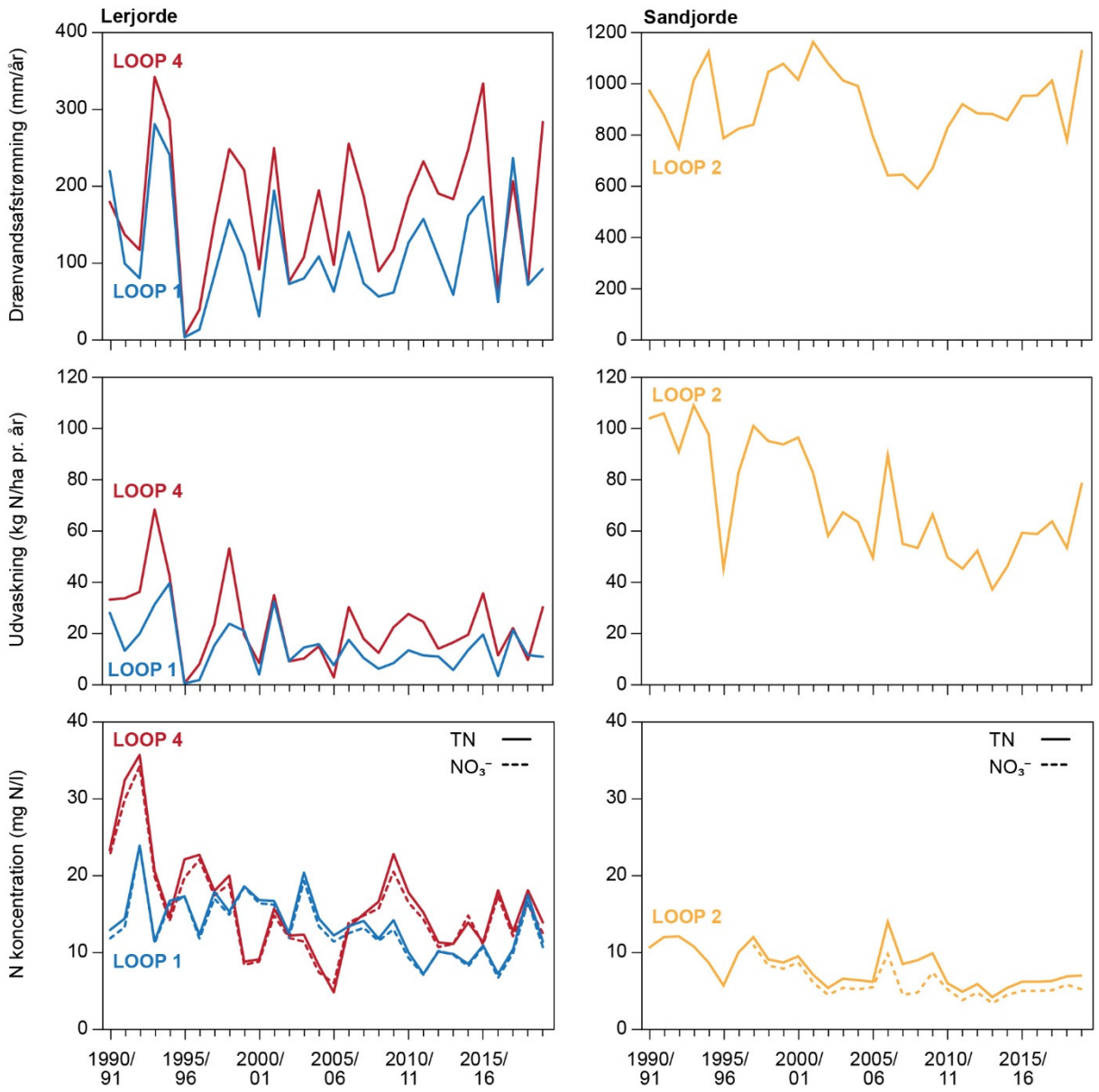
Vandafstrømning og kvælstoftransport varierer imellem de enkelte drænsystemer (tabel 5.5). Inden for det samme vandløbsopland varierer den gennemsnitlige årsafstrømning mellem 101 og 203 mm for de fire dræn i LOOP 1, og for LOOP 4 udgør afstrømningen 257 og 86 mm for de to drænlokaliteter henholdsvis station 402 og 406. Den viste afstrømning er opgjort som gennemsnit for hydrologiske år af de sidste 5 overvågningsår, 2015/16-2019/20. Der er ikke en entydig sammenhæng mellem den målte N-koncentration og mængden af kvælstof, der strømmer ud af drænene, da det er mængden af vandafstrømning, der er afgørende for størrelsen af kvælstoftransporten via dræn (se station 402 og 406).

Tabel 5.5. Drænafstrømning og dræn N-transport samt afstrømningsvægtet total-N koncentration for lokaliteter med drænstation. Data er opgjort for de fem hydrologiske år, 2015/16-2019/20.

Station	Jordtype (JBnr.)	Ler (pct.)	Areal (ha)	Afstrømning (mm $år^{-1}$)	NitratTransport (kg N ha^{-1} $år^{-1}$)	Afstr. vægtet konc. (mg total-N l^{-1})
103	6	12	5,8	84	10,4	11,7
105	6	11	2,6	158	12,0	8,4
106	6	14	2,0	77	9,3	12,7
107	7	19	4,6	180	11,1	10,2
201	1	5	33,0	911	46,0	5,2
402	6	13	4,5	257	20,2	9,1
406	6	16	2,2	86	13,7	18,2

Det drænede areal i LOOP 2 er et lavtliggende tidligere engareal, hvor grundvand, der er dannet uden for det drænede areal, som trykvand strømmer til drænarealet og dermed i drænene. Derfor løber der vand i drænene om sommeren, og årsvariationerne er langt mindre for dette fræn i LOOP 2, end det ses for drænene i lerjordene (figur 5.4). De arealspecifikke afstrømninger baseret på det topografiske opland er ekstremt høje og reflekterer ikke alene afstrømningen fra det topografiske areal, men med et tilskud fra et større grundvandsopland. Derfor kan drænet også indeholde et kvælstofbidrag fra arealer der ligger uden for det drænede areal. Den gennemsnitlige vandafstrømning har ligget på 892 mm $år^{-1}$ i perioden 2015/16-2019/20. Den store afstrømning viser, at der er et højt grundvandsbidrag i og med at den gennemsnitlige årsnedbør alene udgjorde 902 mm for den samme periode. Koncentrationerne af total-N har i samme periode ligget på gennemsnitligt 6,3 mg N l^{-1}, hvilket er lavt sammenlignet med de nitratkoncentrationer, der forekommer i rodzonevandet i oplandet i Nordjylland i samme periode (19,5 mg N l^{-1}). Der er antageligt foregået en denitrifikation i grundvandet, som har reduceret nitratkoncentrationen inden det strømmer til drænet. Fosforkoncentrationerne er derimod høje, se kapitel 10.

Koncentrationen af NO_3-N udgør 90-95 pct. af total-N på lerjordsstationerne i LOOP 1 og LOOP 4 og 78 pct. på sandjordslokaliteten i LOOP 2. Koncentrationerne af NH_4-N har været lave i drænvandet, under 0,5 mg N l^{-1}, og oftest har de ligget på et lavere niveau end i jordvandet.



Figur 5.4. Drænvandsafstrømning (øverst), kvælstoftab målt som total-N (midt) og afstrømningsvægtet total-N konc. (nederst) fra de to lerjordsoplande LOOP 1 og 4 (tv.) og for et lavtliggende areal i et sandjordsopland LOOP 2 (th.) for perioden 1990/91-2019/20. Bemærk, at kvælstoftabet er for total-N og at aksen for drænafstrømning for LOOP 2 (th.) har en højere skala, end for lerjordsoplandene (tv.). Koncentration af totalN målt i drænvand af laboratoriet Eurofins A/S er ikke korrigeret for perioden 2009-2015. Arbejdet med at korrigere disse målinger er igangsat, men endu ikke afsluttet.

De gennemsnitlige koncentrationer af nitrat i drænvandet har igennem måleperioden nøje fulgt variationerne i jordvandets indhold af nitrat. Transport af nitrat-N fra drænene har i måleperioden udgjort henholdsvis 54 og 51 pct. af nitratudvaskningen fra rodzonen på de drænede arealer på Lolland og på Fyn.

5.6 Kvælstof i øvre grundvand

Grundvandets indhold af kvælstof måles i landovervågningsoplandene i overvågningsboringer (grundvandsreder), der er filtersat mellem ca. 1,5 og 11 meter under terræn (m.u.t.).

I grundvand angives nitratkoncentrationer traditionelt som nitrat (NO_3), mens der i de øvrige medier anvendes nitrat-N (NO_3-N). Kravværdien (grænseværdien) for nitrat i grundvand og drikkevand er 50 mg l^{-1} NO_3, svarende til ca. 11,3 mg l^{-1} NO_3-N.

I dette kapitel er der særlig fokus på nitrat i det iltholdige grundvand, da koncentrationen her direkte kan sammenlignes med nitratudvaskningen.

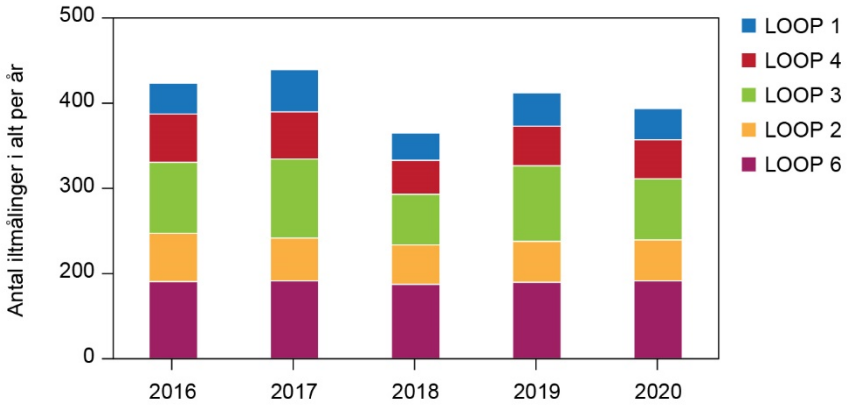
5.6.1 Datagrundlag

Gruppen af nitratanalyser fra iltholdigt grundvand (vandtype A) er defineret ved hjælp af algoritmen fra Geo-vejledning 2018/2 om kemisk grundvandskortlægning (Hansen & Thorling, 2018), ved brug af følgende tre kriterier som også følger definitionen for vandtype A i Zoneringsvejledningen (Miljøstyrelsen, 2000):

1. $NO_3 > 1$ mg l^{-1} og
2. Fe < 0,2 mg l^{-1} og
3. $O_2 > 1$ mg l^{-1}.

I LOOP bygger udvælgelsen af nitratanalyser fra iltholdigt grundvand på en vurdering af de tilgængelige redoxfølsomme parametre og ikke på en automatisk udsøgning ved hjælp af ovenstående kriterier. I LOOP analyseres der ikke for jern (Fe) lige så ofte som for nitrat, og derfor indgår primært kriterie 1 og 3 ved identifikation af vandtype A. Desuden bruges nitrit (NO_2^-) som støtteparameter til at fravælge data fra den anoxiske nitratreducerede zone i grundvandet. Dernæst er der stillet individuelle krav i de forskellige LOOP-oplande til iltkriteriet for udvælgelse af prøver med vandtype A. Det skyldes, at detektionsgrænsen for ilt i LOOP er højere end i almindelige grundvandsboringer på grund af små og varierende mængder af vand, der fordrer en anderledes iltmåling end den normale med måling af ilt i en flowcelle, jf. Teknisk Anvisning (Thorling, 2012).

Igen i 2020 er der foretaget iltmålinger i felten i alle LOOP-områder ved prøvetagning (figur 5.5), dog varierer detektionsgrænsen mellem områderne på grund af forskellige lokale grundvandsforhold og procedurer (figur 5.5).



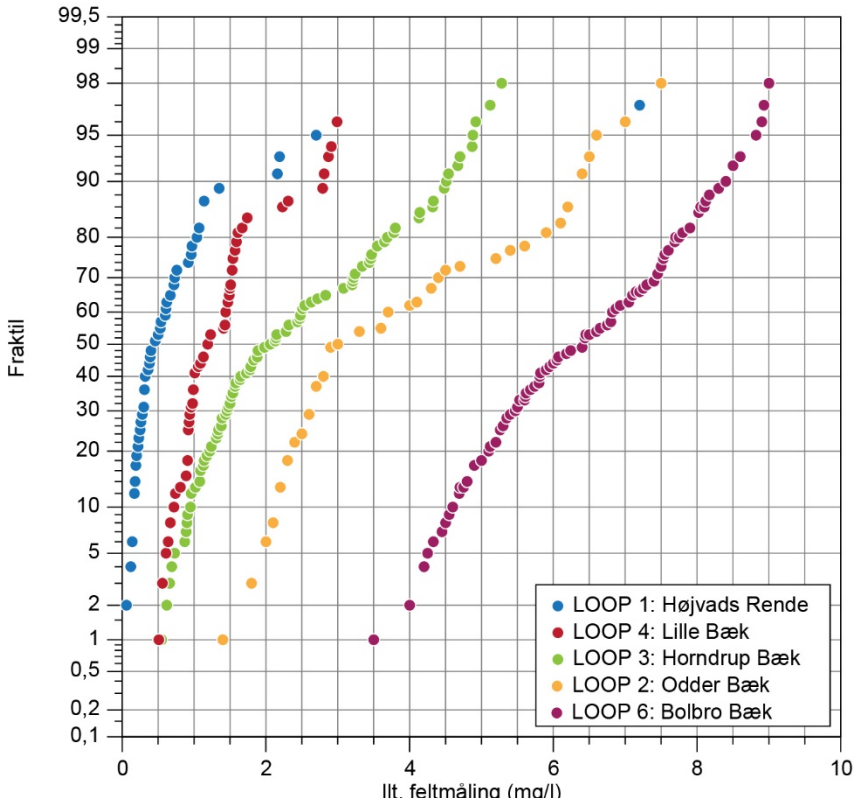
Figur 5.5. Antallet af iltmålinger i LOOP de seneste 5 år.

I de seneste 5 år (2016 – 2020) er der gennemført iltmålinger i felten i LOOP-oplandene med ca. 330 – 420 målinger per år (figur 5.5). Der er dermed indført rutinemæssige iltmålinger ved hver prøvetagning. Fordelingen af de målte iltkoncentrationer i de 5 oplande er brugt til at vurdere detektionsgrænsen for iltfeltmålingen i hvert LOOP-opland, som kan identificere, hvor kurverne knækker. Figur 5.6 viser, at detektionsgrænsen for iltmålingerne i grundvand varierer mellem de 5 LOOP-oplande.

Der er foretaget 368 nitratanalyser af prøver fra 90 indtag fra de 5 oplande i 2020. Antallet af prøver og prøvetagede indtag i LOOP i 2020 er dermed på niveau med de forudgående år. I 2020 er indtagene med nitratholdigt grundvand oftest prøvetaget 6 gange og indtagene med reduceret nitratfrit grundvand er oftest prøvetaget én gang. De enkelte LOOP-oplande havde mellem 15 og 19 aktive indtag i 2020.

I efteråret 2012 er der udført en ny horisontal overvågningsboring i LOOP 2 (Nielsen et al., 2014). Ingen af indtagene i den horisontale boring moniterede nitratholdigt grundvand i perioden 2016-2020.

Tabel 5.6 giver et overblik over antallet af nitratanalyser og aktive indtag i iltet eller anoxisk nitratholdigt grundvand i hver af de 5 undersøgte LOOP-områder i 2020. Antallet af indtag i iltholdigt grundvand varierer fra 2 til 13 indtag per LOOP-opland, og er specielt lavt i det lerede LOOP 1, hvor der omvendt er iltfrie forhold i de fleste nitratholdige indtag og dermed anoxisk eller reduceret grundvand.



Figur 5.6. Fordelingen af iltanalyser i de 5 LOOP-oplande i 2020 afbilledet i et fraktildiagram, hvor y-aksen har sandsynlighedsskala.

Tabel 5.6. Aktive indtag og indtag i iltholdigt og anoxisk nitratreducerende grundvand med nitratanalyser, som indgår i overvågningen af grundvand i 2020 i LOOP.

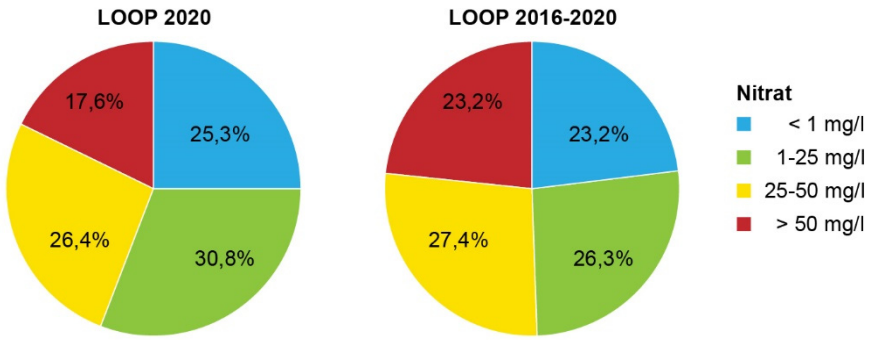
	2020			
	Antal nitratanalyser	**Aktive indtag**	**Iltet grundvand**	**Indtag i anoxisk grundvand**
Lerjorde:				
LOOP 1. Storstrøm	47	19	2	8
LOOP 3. Østjylland	90	19	13	5
LOOP 4. Fyn	57	18	7	2
Sandjorde:				
LOOP 2. Nordjylland	60	15	6	2
LOOP 6. Sønderjylland	114	19	13	1
I alt	368	90	41	18

5.6.2 Fordeling af nitrat i grundvandet i 2020

Figur 5.7 viser en oversigt over fordelingen i fire koncentrationsintervaller af det gennemsnitlige nitratindhold i 2020 og i perioden 2016-20 i grundvandet i samtlige indtag uanset redoxforhold.

I 2020 har hhv. ca. 18 pct. af indtagene i LOOP et gennemsnitligt nitratindhold over 50 mg l^{-1} og ca. 75 pct. af indtagene havde i gennemsnit nitratholdigt grundvand med > 1 mg l^{-1} nitrat.

Det fremgår af figur 5.7 at nitratkoncentrationerne i LOOP ligger på nogenlunde samme niveau i 2020 som i 2016-20. Dog er der en tendens til lavere koncentrationer i 2020. Forskelle i koncentrationsniveauer fra 2020 til perioden 2016-2020 skyldes sandsynligvis forskelle i nitratudvaskningen og nettonedbøren fra år til år.



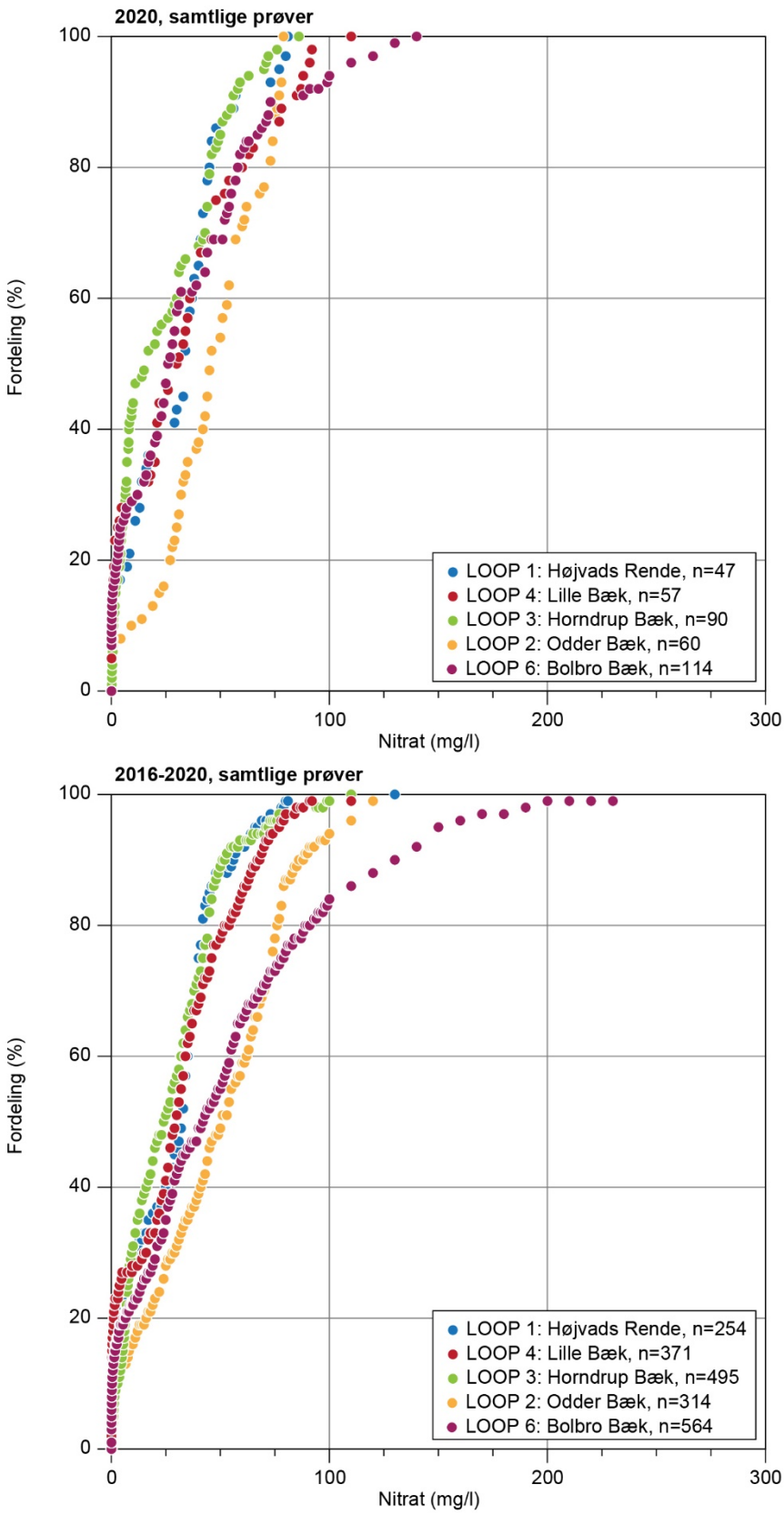
Figur 5.7. Fordelingen af det gennemsnitlige nitratindhold for samtlige indtag fra LOOP. Der er anvendt gennemsnitsværdier for nitrat pr. indtag for 2020 (89 indtag) og 2016-20 (95 indtag).

Figur 5.8 viser fordelingen af nitratkoncentrationen i alle prøver i 2020 og for perioden 2016-2020 i de fem LOOP-oplande. Fordelingen af nitratkoncentrationer i 2020 og i perioden 2016-2020 i de 5 målte LOOP-oplande har tilnærmelsesvis det samme overordnede forløb. Dette illustrerer, at et enkelt års målinger giver en repræsentativ fordeling sammenlignet med målinger over fem år.

Generelt ses en større andel af høje koncentrationer i sandjordsoplandene (LOOP 2 og 6) end i lerjordsoplandene (LOOP 1, 3 og 4). Dog ses lavere nitratkoncentrationer i de sandede oplande (LOOP 2 og specielt LOOP 6) i 2020 sammenlignet med perioden 2016-2020. Dette skyldes sandsynligvis en høj perkolation og lave koncentrationer af nitratudvaskning i det hydrologiske år 2019 / 20 som det fx kan ses af figur 5.1.

De højeste koncentrationer af nitrat er målt i LOOP 6 med koncentrationer på op til 140 mg l^{-1} i 2020 og op til 230 mg l^{-1} nitrat for perioden 2016-2020. De høje koncentrationer skyldes, at nitratudvaskningen ofte er højere på sandjordene end på lerjordene på grund af en større husdyrtæthed, men også at en stor del af indtagene på lerjordene er placeret i anoxisk nitratreducerende eller reduceret grundvand.

Figur 5.8. Fordelingen af samtlige nitratanalyser i 2020, øverst, og i perioden 2016-20, nederst, i de 5 LOOP-oplande. LOOP 1, 2 og 4 er lerjordsoplande og LOOP 2 og 6 er sandjordsoplande.



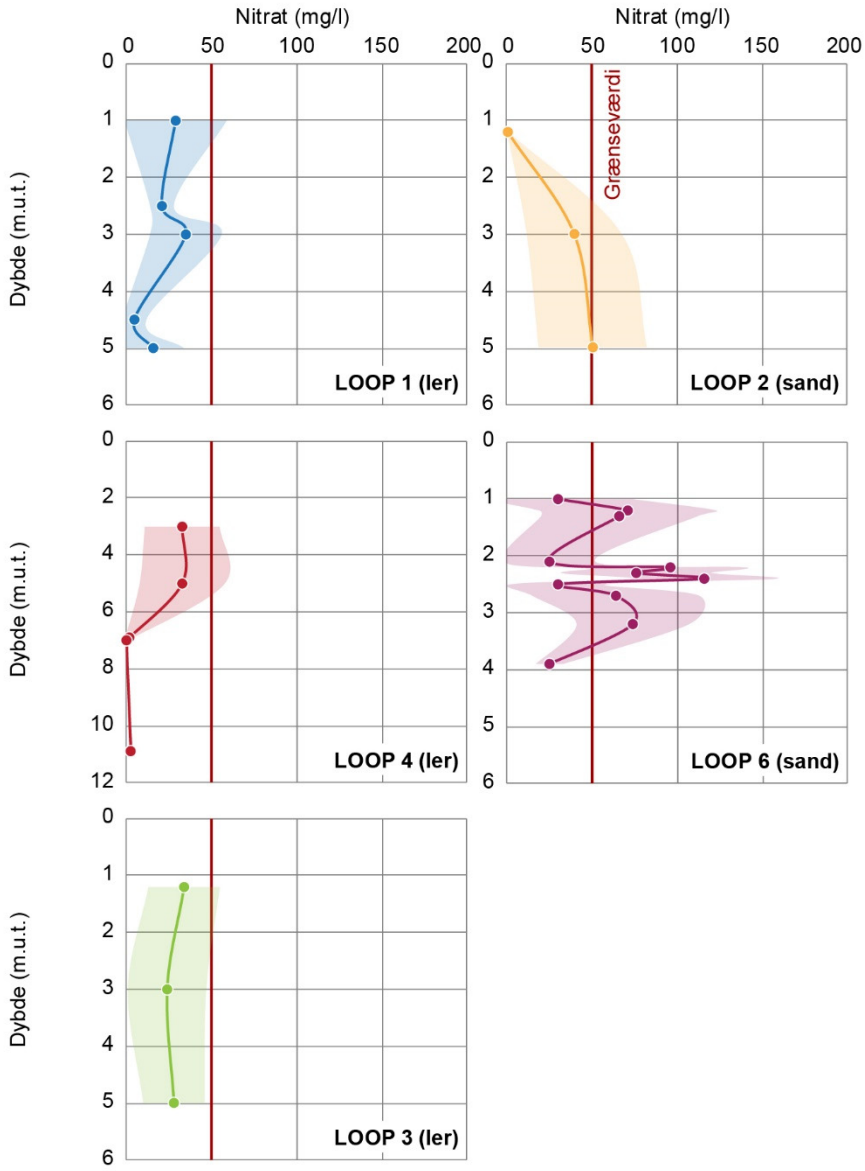
5.6.3 Dybdemæssig fordeling af nitratindholdet i grundvandet

Figur 5.9 viser den dybdemæssige fordeling af det gennemsnitlige nitratindhold i LOOP-områderne fra 2016-2020. Antallet af prøver, som ligger til grund for de beregnede gennemsnitlige nitratkoncentrationer, varierer meget: fra 4 prøver (LOOP 2: indtagstop 1,2 m u.t. og LOOP 4: 10,9 m u.t.) til 312 prøver

(LOOP 3: indtagstop 3 m u.t.). Der er i alle dybder fundet en forholdsvis stor spredning omkring den gennemsnitlige nitratkoncentration, og standardafvigelsen er op til 52 mg l^{-1} (LOOP 6: indtagstop 1,2 m u.t.).

Figur 5.9 viser, i overensstemmelse med figur 5.8, at nitratkoncentrationerne i sandjordsoplandene er væsentligt højere end i lerjordsoplandene, når perioden 2016-2020 betragtes. I to af lerjordsoplandene (LOOP 1 og 4) aftager nitratindholdet med dybden, hvilket må tilskrives nitratreduktion, idet nitratfronten ligger forholdsvis tæt på terræn. I LOOP 4 (på Fyn) er der målinger til ca. 11 m u.t. Her viser resultaterne, at nitratfronten ligger mellem 5 og 7 m u.t., da grundvandet er nitratfrit fra 7 m u.t.

I LOOP 2 og 6 (sandjord) og LOOP 1 (lerjord) er der stor variation i nitratindholdet med dybden. Fænomenet er særlig udtalt på sandjordene og skyldes sandsynligvis lokale hydrogeologiske forhold og variationer i nitratreduktionskapaciteten med horisontal strømning af nitratholdigt grundvand fra tilstødende marker.



Figur 5.9. Gennemsnitlig nitratkoncentration i grundvand i LOOP opgjort på filterdybder (indtagets top) i m u.t. for lerjords- og sandjordsoplandene for perioden 2016-2020. Gennemsnittet er baseret på alle målinger i det angivne dybdeniveau. Spredningen (standardafvigelsen) omkring gennemsnittet er angivet med tyndere streg. Antallet af målinger (n) i hver dybde er vist til højre for graferne

5.6.4 Udviklingen i nitrat i grundvandet

I dette afsnit analyseres udviklingen i nitratindholdet i iltet grundvand i LOOP i forhold til kalenderåret, da der er valgt samme tilgang som i Grundvandsrapporten (Thorling et al., 2019).

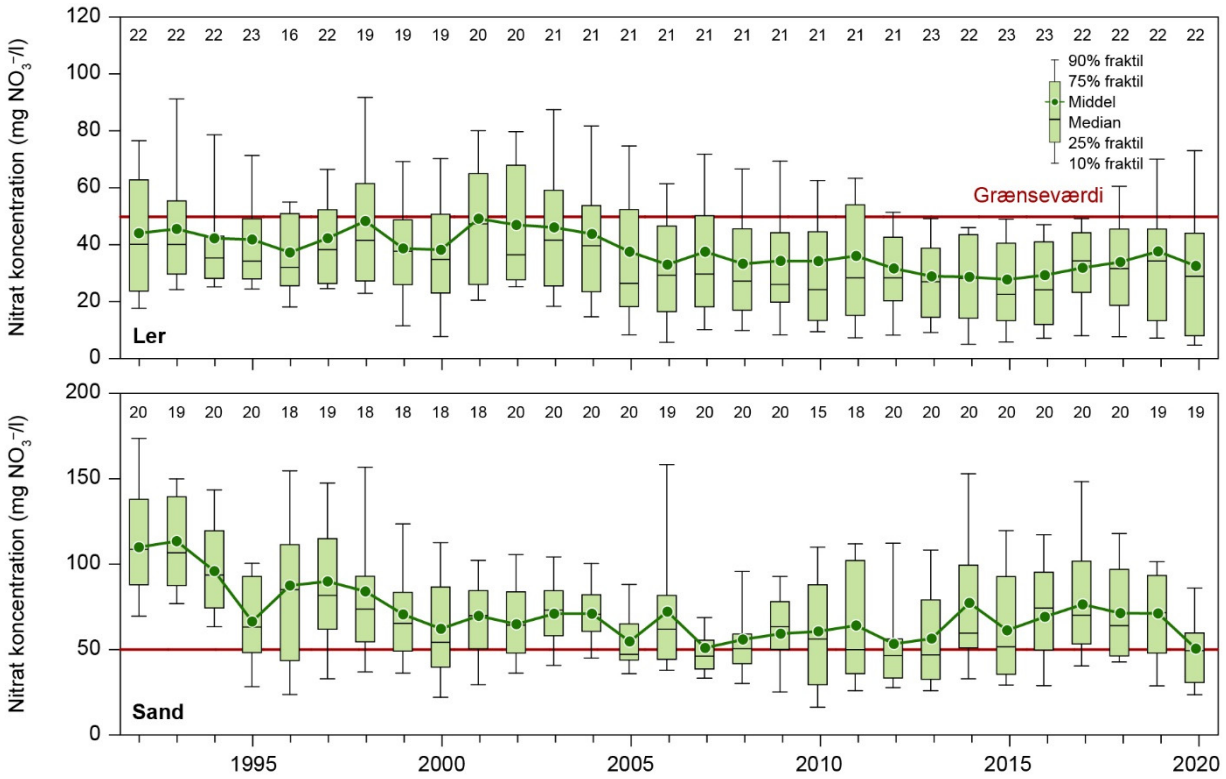
Udviklingen i nitratindholdet i det iltholdige grundvand i LOOP-områderne er direkte sammenlignelig med nitratudvaskningen fra rodzonen i disse oplande. Ændringer i nitratindholdet kan dermed bruges til at analysere indsatserne for at nedbringe kvælstoftabet fra landbruget på disse marker.

I det terrænære grundvand analyseres udviklingen i det iltholdige grundvand i forhold til prøvetagningsåret. Grundvandets dannelsesår anvendes ikke, hvilket skyldes, at datering ikke er mulig i grundvandsprøver fra LOOP-indtagene af tekniske grunde.

Figur 5.10 viser udviklingen i det iltholdige grundvands nitratindhold i LOOP-indtag for oplandene med sand (LOOP 2 og 6) og ler (LOOP 1, 3 og 4) i forhold til prøvetagningsåret. Figuren er baseret på det årlige gennemsnitlige nitratindhold pr. indtag.

I 2020 overvågedes i alt 19 LOOP-indtag med iltholdigt grundvand på sand (LOOP 2: 6 indtag og LOOP 6: 13 indtag) og i alt 22 LOOP-indtag med iltholdigt grundvand på ler (LOOP 1: 2 indtag, LOOP 3: 13 indtag og LOOP 4: 7 indtag). Disse indtag prøvetages om muligt seks gange om året.

Figur 5.10 viser, at der er stor spredning i nitratindholdet mellem indtagene, når det illustreres som fordelingen af de årlige gennemsnit på indtagsniveau. Generelt er der et betydeligt højere nitratindhold i grundvandet i sandjordsoplandene end i lerjordsoplandene.



Figur 5.10. Udviklingen i det iltholdige grundvands nitratindhold i LOOP-oplande med sand (LOOP 2 og 6) og ler (LOOP 1, 3 og 4) vist som boksdiagrammer for hvert prøvetagningsår i perioden 1992-2020. Antallet af indtag er angivet for hvert år.

I 2020 er der i det iltholdige øvre grundvand i LOOP på sand- og lerjordsoplandene hhv. ca. 47 pct. (9 ud af 19) og ca. 18 pct. (4 ud af 22) af indtagene, hvor nitratindholdet i gennemsnit ligger over 50 mg/l. Det er betydeligt lavere end i 2019 specielt for sandjordsoplandene.

På sandjords- og lerjordsoplandene observeres det største fald i nitratkoncentrationerne i første halvdel af overvågningsperioden frem til hhv. år 2000 og 2006. I hele måleperioden ligger den årlige gennemsnitskoncentration af nitrat for alle iltede indtag på sandjordene over kravværdien, mens den årlige gennemsnitskoncentration på lerjordene ligger under kravværdien. I 2020 ligger det gennemsnitlige nitratindhold på 51 mg l^{-1} og 33 mg l^{-1} i hhv. sand- og lerjordsoplandene, det vil sige, at nitratindholdet i det iltede grundvand i 2020 ligger tættere på hinanden i sand- og lerjordsoplandene end set de forudgående år.

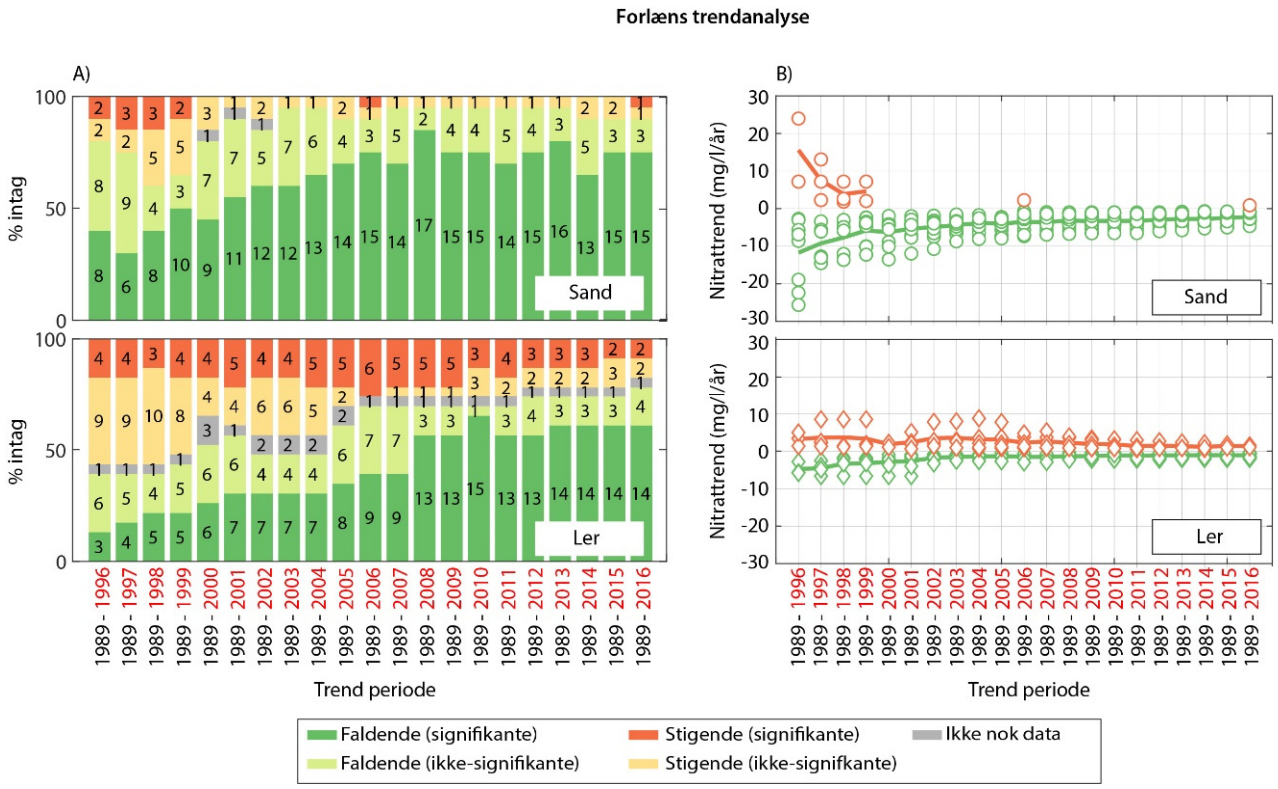
5.6.5 Nitrattrendanalyser i iltet grundvand

Ligesom i sidste års rapportering præsenteres der i år en nitrattrendanalyse, baseret på data fra iltet grundvand i LOOP-indtagene, som er publiceret i 2019 i det videnskabelige tidsskrift "Journal of Environmental Management" (Hansen et al., 2019). I alt indgår 15-20 indtag fra sandjordsoplandene og 17-24 indtag fra lerjordsoplandene hver med ca. 3000 nitratanalyser fra iltet grundvand for perioden 1989 – 2016.

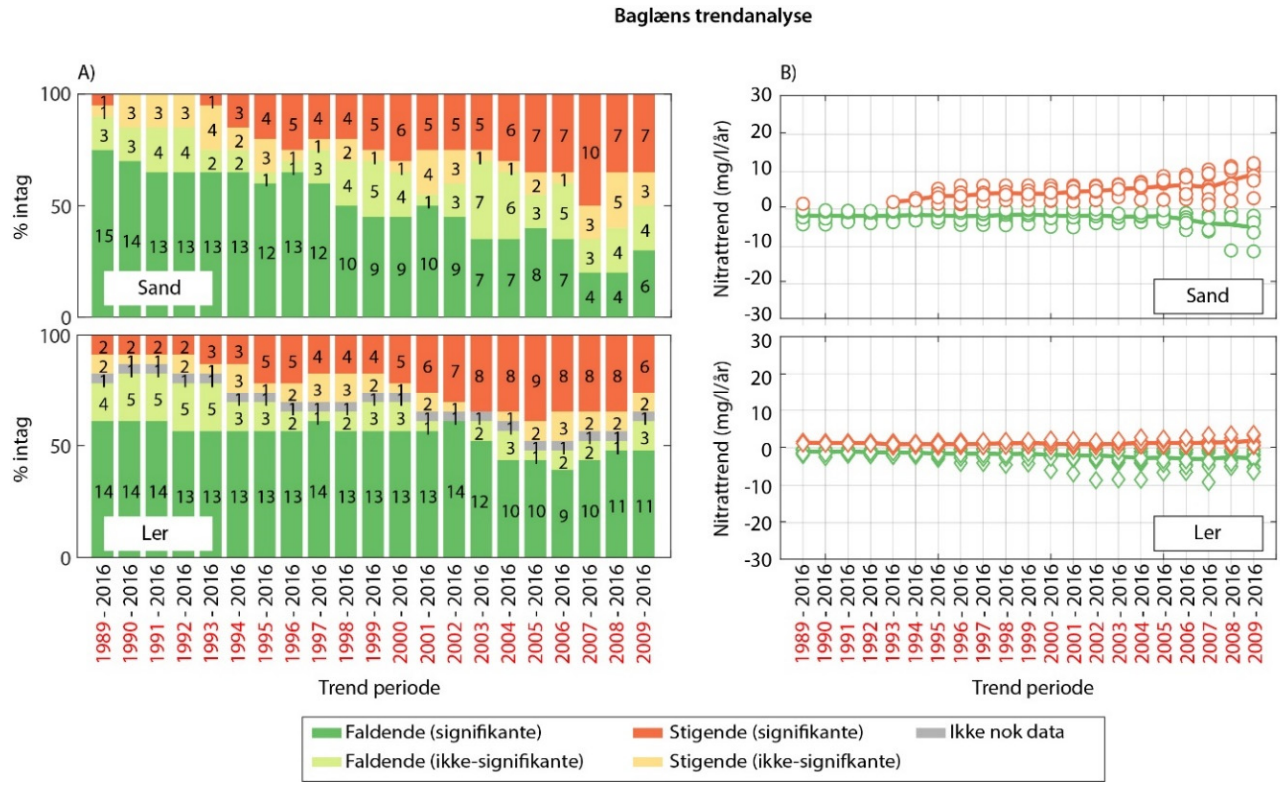
I figur 5.11 og 5.12 ses trendanalyserne fra lineær regressionsanalyse, som er udført med et såkaldt glidende vindue på grund af usikkerheden på infiltrationstiden til hvert indtag. Det betyder, at der er udført en række trendanalyser ved kontinuert at øge perioden for analysen startende fra 1989 (forlæns trendanalyse, figur 5.11, A) og startende fra 2016 (baglæns trendanalyse, figur 5.12, A), hvor tidsserierne dækker mindst otte år i de enkelte delperioder. Herved er det muligt både at analysere tendenser i starten og i slutningen af overvågningsperioden.

En nitrattrend tolkes som stigende, hvis hældningskoefficienten af regressionslinjen gennem målepunkterne er positiv, og faldende, hvis den er negativ. Figur 5.11 og 5.12 viser det akkumulerede resultat af de beregnede nitrattrends for 21 perioder med både signifikante og ikke-signifikante trends ved et 95 pct. konfidensniveau.

Det ses tydeligt, at der skete store forbedringer i forhold til at nedbringe nitratkoncentrationen i iltet grundvand i starten af overvågningsperioden (figur 5.11, A & B). Desuden ses der en tendens til forringelse i slutningen af overvågningsperioden specielt for sandjordsoplandene (figur 5.12, B) med flere indtag med signifikant stigende nitratindhold, samtidig med at trenden bliver større og større (figur 5.12, B).



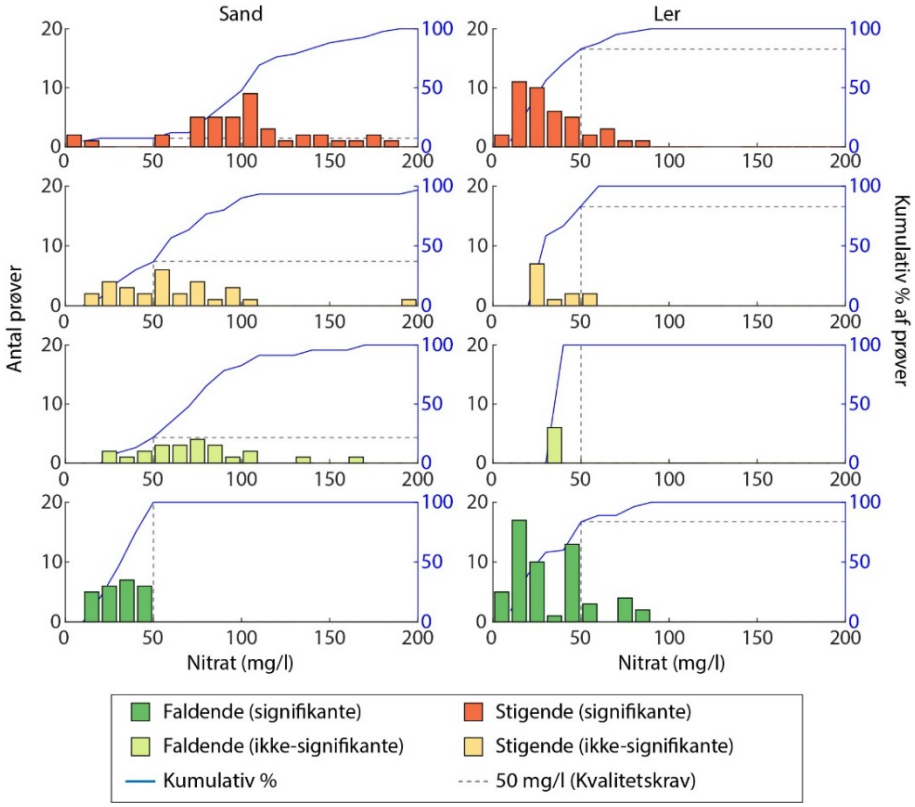
Figur 5.11. Forlæns nitrattrendanalyse for 21 prøvetagningsperioder fra 1989 – 1996 til 1989 – 2016. A: Andel i pct. af nitrat-trends for indtag på sand- og lerjorde i forhold til signifikans af trend. Tallet i kolonnerne viser antal indtag. B: Størrelsen (mg nitrat l^{-1} $år^{-1}$) af signifikante nitrattrends for indtag på sand- og lerjorde (Modificeret efter Hansen et al., 2019).



Figur 5.12. Baglæns nitrattrendanalyse for 21 prøvetagningsperioder fra 2009 - 2016 til 1989 - 2016. A: Andel i pct. af nitrat-trends for indtag på sand- og lerjorde i forhold til signifikans af trend. Tallet i kolonnerne viser antal indtag. B: Størrelsen (mg nitrat l^{-1} $år^{-1}$) af signifikante nitrattrends for indtag på sand- og lerjorde (Modificeret efter Hansen et al., 2019).

I figur 5.13 er trendanalysen for den seneste periode (2009 – 2016) sammenlignet med koncentrationsniveauet i 2016. Overskridelse af kravværdien på 50 mg l^{-1} nitrat ses langt overvejende i indtag med signifikant stigende nitrattrends i iltet grundvand i sandjordsoplandene, hvor der er 93 pct. af analyserne med mere end 50 mg l^{-1} nitrat. Der ses også en stor andel af analyser med mere end 50 mg l^{-1} nitrat i grupperne med ikke-signifikante trends i LOOP, hvor den fremtidige udvikling er usikker.

Den præcise årsag til disse tendenser i udviklingen af nitrat i det iltede grundvand i LOOP kræver en nærmere analyse af sammenhæng mellem dyrkningspraksis, nitratudvaskning og nitratindhold i iltet grundvand for de enkelte marker som overvåges.

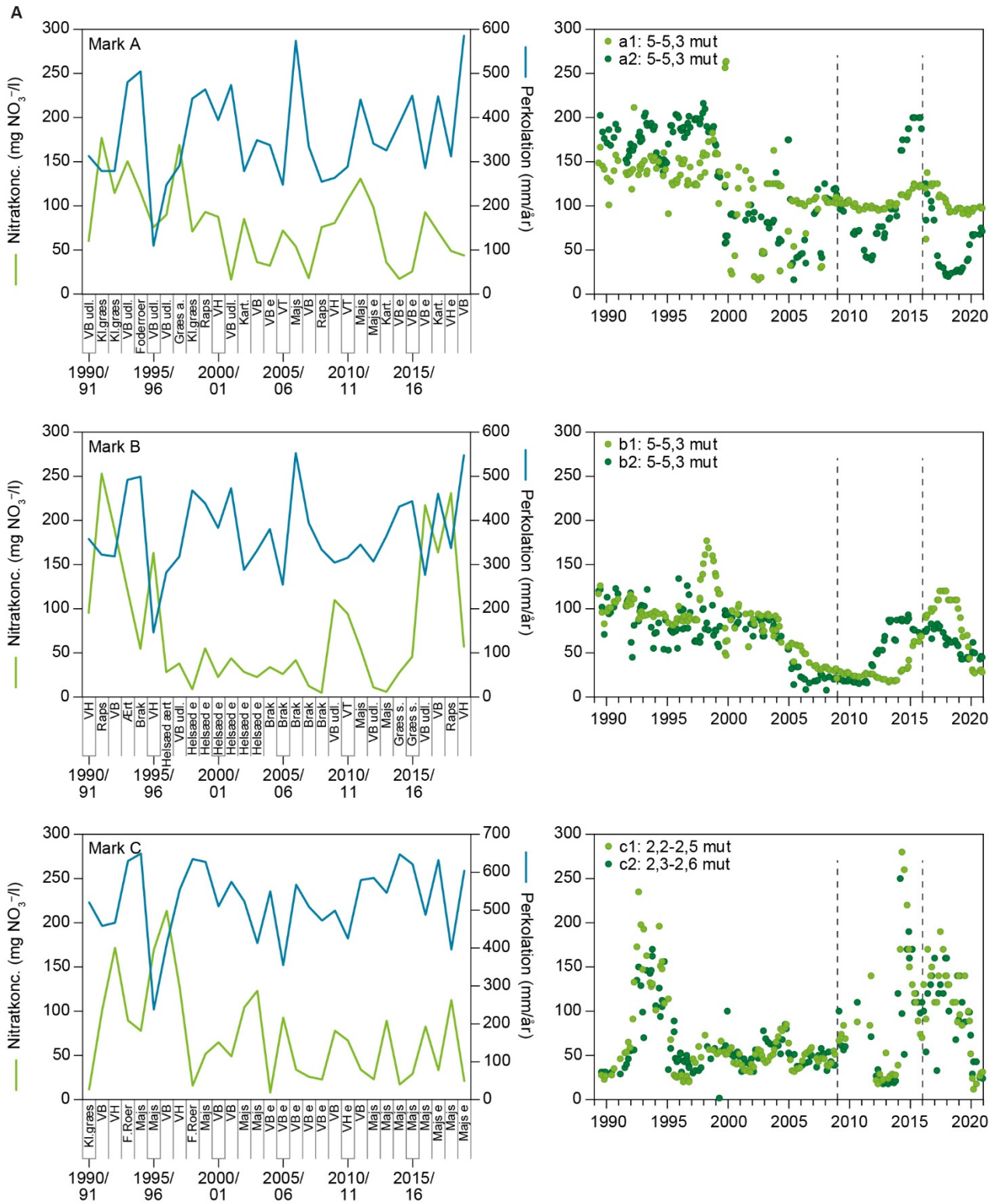


Figur 5.13. Antal af nitratanalyser i forskellige koncentrationsintervaller i 2016 grupperet i forhold til signifikans og retning af nitrattrend for 2009-2016 på sand- og lerjordsoplande i LOOP. Andelen af analyser med koncentrationer under 50 mg l^{-1} nitrat er vist i den kumulative kurve (Modificeret efter Hansen et al., 2019).

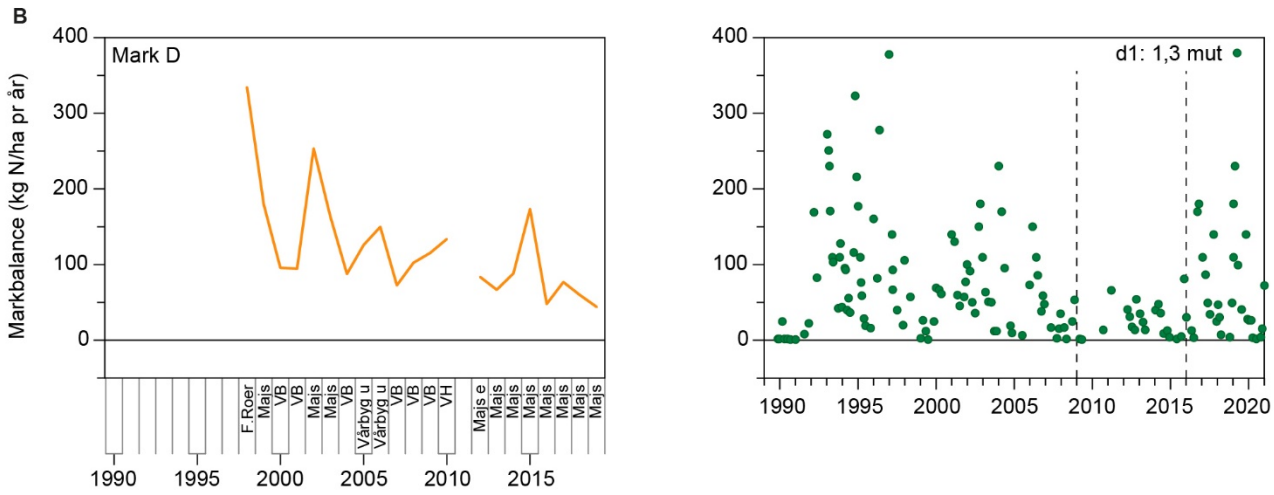
5.7 Sammenhæng mellem nitratindhold i jordvand og i det øvre iltet grundvand

Analyse af landbrugspraksis for 4 marker med signifikant stigende konc. i iltet grundvand på sandjord i perioden 2009-2016

De 20 grundvandsindtag med iltet grundvand på sandjord analyseret i Hansen et al. (2019) er fordelt på 14 marker, hvoraf 6 marker har 2 grundvandsindtag. I dette afsnit vises sædskifte for de fire marker, hvor 7 grundvandsindtag viste en beregnet signifikant stigende nitratkoncentration i det iltede grundvand på sandjord for årene 2009-2016.



Figur 5.14a. Afstrømningsvægtet nitratkoncentration i jordvand for hydrologiske år i perioden 1991/92-2019/20 (t.v) og målte enkeltobservationer af nitrat i det øvre iltede grundvand for to grundvandsindtag for perioden 1989-2020 (t.h.) vist for grudvandsindtag, hvor regeressionsanalyse i Hansen et al., (2019) viste en signifikant stigende nitratkoncentration for perioden 2009-2016 fordelt på mark A-C. Dybde for grundvandsindtag i meter under terræn (m u.t.). Afgrøder dyrket på de viste marker er angivet for det kalenderår, der hører til det hydrologiske afstrømningsår på figur t.v. Afgrødetyperne VB=vårbyg, VH=vinterhvede, VT=vintertriticale, VB e= vårbyg efterfulgt af efterafgrøde, VB udl.= vårbyg med udlæg, Majs e= majs efterfulgt af efterafgrøde, græs a= græs afgræsning, græs s= græs slet, kl.græs= kløvergræs, Kart.=kartofler, F.roer=Foderroer.



Figur 5.14b Kvælstofmarkbalance for perioden 1998-2019 (t.v.) og målt nitratkoncentration i det øvre iltede grundvand (t.h.) for perioden 1990-2020 for mark D, hvor regeressionsanalyse i Hansen et al. (2019) viste en signifikant stigende nitratkoncentration i det øvre iltede grundvand for perioden 2009-2016. Dybde for grundvandsintag i meter under terræn (m u.t.). Afgrødetyperne VB=vårbyg, VH=vinterhvede, VH e= vinterhvede efterfulgt af efterafgrøde, VB e= vårbyg efterfulgt af efterafgrøde, VB udl.= vårbyg med udlæg, Majs e= majs efterfulgt af efterafgrøde, F.roer=Foderroer.

Gennemgang af de ovenfor nævnte 7 grundvandsindtags placering viser, at der ligger to indtag på hver af tre marker og et enkelt indtag på en fjerde mark. For alle tre marker er der desuden målt nitratkoncentration i jordvand. For disse tre marker vises den målte afstrømningsvægtede nitratkoncentration i jordvand for de hydrologiske år i perioden 1990/91-2019/20. Et enkelt af de 7 grundvandsindtag med beregnet signifikant stigende nitratkoncentration ligger på en enkelt mark, hvor der ikke er gennemført måling af nitratkoncentration i jordvand. Her vises markbalancen for kvælstof for perioden 1998-2019.

Af figur 5.14 a og b ses sædskifte for de 4 marker A-D, hvor regressionsanalyse viser signifikant stigende nitratkoncentration i det øvre iltede grundvand for perioden 2009-2016. For markerne A, B og C vises desuden den afstrømningsvægtede nitratkoncentration målt i jordvand på de samme marker (figur 5.14a).

Den afstrømningsvægtede nitratkoncentration i jordvand opgjort for de hydrologiske år vil ikke umiddelbart kunne sammenholdes med den målte nitratkoncentration i grundvand for det samme år, da der vil forekomme en vis transporttid fra vandet måles i jordvand omkring 1 m under terræn til vandet når ned til dybden for grundvandsindtag. Grundvandsindtag ligger omkring 5 meter under terræn for mark A og B og 2,2-2,6 meter under terræn for mark C.

At opgøre trend i nitratkoncentration i jordvand er en udfordrende opgave, primært fordi sædskifte og klima det enkelte år har så stor betydning. I det følgende beskrives de observerede nitratkoncentrationer i jordvand.

For mark A ses stor år-til-år-variation i de afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer i jordvand for den viste 30-årig periode 1990/91-2019/20. I den første 9-årig periode, 1990/91-1998/99 varierer den afstrømningsvægtede nitratkoncentration mellem 61 og 170 mg NO_3^- l^{-1}, hvoraf 5 år viser koncentrationer over 100 mg nitrat l^{-1}. I den næste 9-årig periode, 1999/00-2007/08, varierer koncentrationen mellem 32 og 93 NO_3^- l^{-1}. Ingen af de viste år har koncentrationer over 100 mg nitrat l^{-1}. I den sidste 12-årige periode, 2009/10-2019/20, varierer koncentrationen mellem 17 og 131 NO_3^- l^{-1}, hvoraf 2 år viste koncentrationer over 100 mg NO_3^- l^{-1}. Den højeste

afstrømningsvægtede nitratkoncentration i jordvand for den sidste periode ses i 2011. I dette år dyrkes marken med majs. Der tildeles kvæggylle i slutningen af april og gødningstildelingen til afgrøden ligger på niveau med den anbefalede gødningsnorm. Der er ikke umiddelbart atypiske gødningstildelinger, der kan forklare den høje nitratkoncentration i 2011.

I figur 5.14 a (t.h.) ses grundvandets nitratkoncentration for den samme mark A for to grundvandsindtag, der ligger ca. 20 m fra hinanden og for perioden 1989-2020. Her ses høje nitratkoncentrationer i årene 2014-2016, mens de målte nitratkoncentrationer i det øvre grundvand aftager i årene 2016-2020 i det ene indtag, mens koncentrationerne i det andet indtag falder til et lavt niveau i 2019, hvorefter det stiger igen i 2020.

På mark B ses af sædskiftet, at marken har ligget brak i årene 2004-2008, og at der har været helsæd med efterafgrøde i årene 1998-2003; begge afgrødetyper har typisk lav udvaskning og dermed lave nitratkoncentrationer i jordvand. Fra 2009 indgår korn, majs og græs i sædskiftet. Det er forventet at nitratkoncentrationen i både jordvand og grundvand stiger efter en periode med brak, når arealet igen indgår i i afgrødeproduktion og omdrift. Koncentrationerne for afgrøderne lige efter perioden med brak ligger på et forventet niveau for disse afgrøder, dog er der forholdsvis høje nitratkoncentrationer i 2017/18-2019/20. Der tildeles kvæggylle i august 2017 før såning af vinterraps.

I samme figur vises grundvandets nitratkoncentration for den samme mark B for to grundvandsindtag, der ligger ca. 20 m fra hinanden og for perioden 1989-2020. Også for de målte nitratkoncentrationer i grundvand er niveauet påvirket af sædskiftet før og efter årene med brak.

For mark C ses ligeledes stor år til år variation i de afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer i jordvand for den viste 30-årig periode, 1990/91-2019/20. I den første 9-årig periode, 1990/91-1998/99, varierer den afstrømningsvægtede nitratkoncentration i jordvand mellem 9 og 214 mg NO_3^- l^{-1}, hvoraf 5 år viste koncentrationer over 100 mg nitrat l^{-1}. I den næste 9-årig periode, 1999/00-2007/08, varierede koncentrationen mellem 8 og 124 mg NO_3^- l^{-1}, hvoraf 2 år viste koncentrationer over 100 mg NO_3^- l^{-1}, og i den sidste 12-årig periode, 2009/10-2019/20, varierede koncentrationen mellem 23 og 113, hvoraf det næstsidste år viste koncentrationer over 100 mg NO_3^- l^{-1}.

På mark C dyrkes der majs i årene 1994 og 1995, i 2002 og 2003 samt i 2012-2019. Der er ikke umiddelbart atypiske gødningstildelinger. I samme figur vises grundvandets nitratkoncentration for den samme mark C for to grundvandsindtag, der ligger ca. 20 m fra hinanden, for perioden 1989-2020.

På mark D måles særligt høje nitratkoncentrationer i det iltede grundvand i 2016 sammenlignet med de 10 foregående år samt også høje nitratkoncentrationer i flere af de øvrige år, hvor der dyrkes majs. Der dyrkes majs i årene 2013-2019. Af markbalancen ses et højt kvælstofoverskud på 150 kg N ha^{-1} i 2015, hvor majsen har fået forholdsvis meget gødning, 230 kg N ha^{-1} i handelsgødning og 79 kg N ha^{-1} i husdyrgødning. Samme høje niveau ses ikke i de øvrige år, hvor gødningstildelingerne ligger tæt på de anbefalede gødningsnormer.

Nitratkoncentrationen i jordvand viser stor år-til-år-variation og afhænger især af afgrøder sædskifte og klima. På mark B forekom forventeligt højere, men normale niveauer for nitratkoncentrationer i jordvand efter en periode med brak, hvor marken igen indgår i omdrift og afgrødeproduktion . Der er brug for

en mere detaljeret analyse for nærmere at sammenligne landbrugspraksis, udviklingen i nitratkoncentrationerne i rodzonen og de stigende og faldende nitrattrends i det øvre iltede grundvand på de moniterede marker. Der er også behov for nærmere at analysere, om resultaterne kan generaliseres.

Sammenhæng i jordvand og det øvre iltede grundvand opgjort for hydrologiske år på ler- og sandjord i overvågningsperioden

Nitratindholdet i jordvandet bliver i dette afsnit sammenholdt med indholdet i det øvre iltede grundvand (1,5-11 m dybde) opgjort for hydrologiske år i perioden 1991/92 – 2019/20.

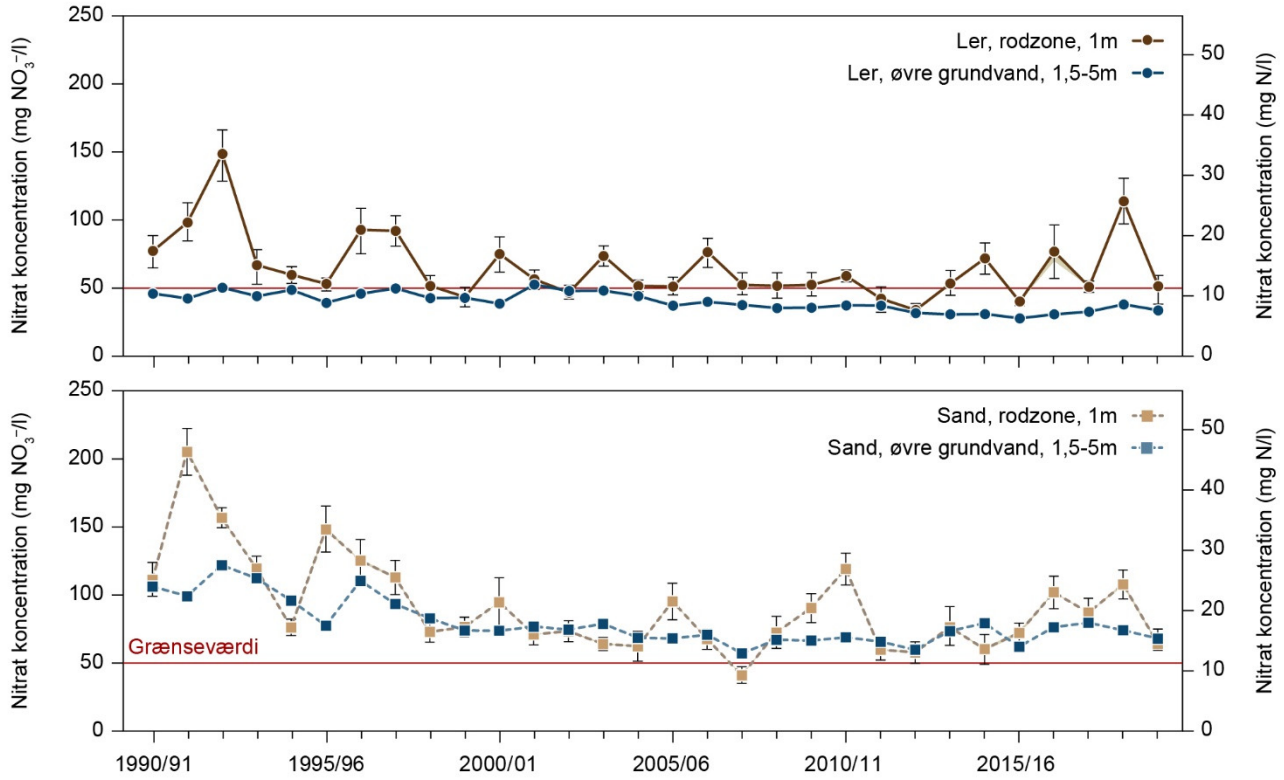
I denne sammenstilling er det ikke fuldstændig de samme marker, der indgår i data for jordvand og i data for grundvand. For jordvand indgår data fra 14 marker på lerjord og 13 marker på sandjord. For det øvre iltede grundvand indgår data fra 16 marker på lerjord, heraf har 11 marker også målinger fra jordvand, mens de sidste 5 marker på lerjord ikke har. På sandjord indgår der grundvandsdata fra 14 marker, heraf har 6 marker desuden målte nitratkoncentrationer i jordvand, mens på de resterende 8 marker med grundvandsmålinger er der ikke måling for jordvand.

I rodzonevandet fra lerjorde varierer den gennemsnitlige nitratkoncentration mellem 63 og 139 mg NO_3^- l^{-1} i perioden 1990/91-1994/95 (figur 5.15). Den højeste koncentration forekom i det hydrologiske år 1992/93, som fulgte efter et år med meget lave høstudbytter. Den næsthøjeste koncentration på 92 mg NO_3^- l^{-1} forekom i 1991/92. Nitratkoncentrationerne er faldet gennem overvågningsperioden til et noget lavere niveau, der ligger mellem 32 og 67 mg NO_3^- l^{-1} i perioden 2011/12-2015/16, men steg til 72 mg NO_3^- l^{-1} i det tørre år 2016/17, faldt igen til 48 mg NO_3^- l^{-1} i 2017/18 og steg igen til 107 mg NO_3^- l^{-1} i det ekstremt tørre år, med lave høstudbytter for det hydrologiske år 2018/19 og faldt igen til 48 mg NO_3^- l^{-1} i det relative våde hydrologiske år 2019/20.

For rodzonevandet fra sandjord varierer de gennemsnitlige nitratkoncentrationer mellem 69 og 193 mg NO_3^- l^{-1} i perioden 1990/91-1994/95. På marker med denne jordtype faldt de målte nitratkoncentrationer til et lavere niveau, mellem 51 og 68 mg NO_3^- l^{-1} i perioden 2011/12-2015/16, men steg til 93, 79 og 99 mg NO_3^- l^{-1} i de tre år henholdsvis 2016/17, 2017/18 og 2018/19 og faldt til 57 mg NO_3^- l^{-1} i det relative våde hydrologiske år 2019/20. I år med lave afstrømninger måles ret høje koncentrationer i jordvand, især på lerjord.

I det iltholdige grundvand observeres det største fald i nitratkoncentrationerne i første halvdel af overvågningsperioden. For lerjordsoplandene ligger den gennemsnitlige nitratkoncentration under grænseværdien for grundvand på 50 mg NO_3^- l^{-1} og den reduceres fra knap 50 til omkring 30 mg NO_3^- l^{-1}, med det største fald frem til 2006.

For sandjordsoplandene ligger den gennemsnitlige nitratkoncentration i det iltholdige grundvand over grænseværdien på 50 mg NO_3^- l^{-1} i det meste af overvågningsperioden. Koncentrationen ligger på godt 100 mg NO_3^- l^{-1} i starten af overvågningsperioden med et tydelige fald frem til 2000.



Figur 5.15. Udvikling i målte nitratkoncentrationer for hydrologiske år i perioden 1990/91 til 2019/20 for rodzonevand og det øvre iltede grundvand i tre lerjordsoplande (øverst) og to sandjordsoplande (nederst). Diagrammet for grundvand er baseret på det gennemsnitlige nitratindhold pr. indtag. Errorbar på nitratkoncentration i jordvand udgør standarderror samt variation i perkolation betinget af variation i nedbør inden for et DMI 10x10 km^2 nedbørsgrid jf. kap1.3.

På lerjord ses et betydeligt fald i kvælstofkoncentrationen i vandet fra det forlader rodzonen, til det når ned i det øvre iltede grundvand. Nedgangen skyldes denitrifikation i jordlag fra bunden af rodzonen og ned til det iltede grundvand. På sandjord ligger kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet og i det øvre iltede grundvand tættere på hinanden.

6 Kvælstofudvaskning fra rodzonen - modelberegnet

Målinger af kvælstofudvaskning (nitrat-N) fra rodzonen udføres på 4-8 felter i hvert opland, hvor et felt opsamler jordvand fra et areal på ca. 300 m^2 (kapitel 14). 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. Før 2008 blev N-LES3-modellen anvendt (Kristensen et al., 2003). Næste generation af modellen, N-LES4, er udviklet i 2008 til brug for midtvejsevalueringen af VMP III i efteråret 2008 (Kristensen et al., 2008). N-LES4-modellen er baseret på grundlag af et større antal nyere måledata, hvorfor N-LES4 antages at beskrive nuværende dyrkningspraksis på et mere solidt grundlag end N-LES3. Samtidig er N-LES4-modellens respons på 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 N-LES3 blev vandafstrømningen bestemt med EVACROP (Olesen og Heidmann, 1990), mens vandafstrømningen i N-LES4 opgøres med Daisy (Blicher-Mathiesen et al., 2014).

N-LES4 modellen er en empirisk model udviklet på baggrund af 1.467 observationer af årlig kvælstofudvaskning. Heraf er de 409 observationer fra landovervågningsoplandene.

Modellen består af en række multiplikative effekter for:

- Vandafstrømning (opdelt i tre perioder for henholdsvis aktuelle år og året før)
- Jordens lerindhold
- Jordens humusindhold
- Tilgængelighed af kvælstof bestående af følgende additive effekter:
  - N-niveau (gennemsnit af 5 foregående år)
  - Handelsgødnings-N opdelt på forårs- og efterårstilførsel
  - Husdyrgødningens NH_4-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 jordens N-indhold
  - Teknologieffekt.

Ved kalibrering af modellen blev der ikke fundet nogen signifikant og meningsfuld effekt af lufttemperaturen, husdyrgødningens organiske indhold samt udbyttet. Tidspunkt for jordbearbejdning indgår ikke som en specifik effekt, men er delvist indeholdt i teknologieffekten.

6.1 Grundlag for modelberegning af vandafstrømning og kvælstofudvaskning i oplandene

I 2012 blev det besluttet at ændre grundlaget for opgørelse af nedbørsdata, således at nedbøren fremover bliver korrigeret med nye dynamiske nedbørskorrektioner (Refsgaard et al., 2011). Korrektionerne er også gennemført for klimadata tilbage i tid. Det daværende Institut for Bioscience har gennemført en perkolationsberegning med klimadata, der er korrigeret med de nye dynamiske korrektioner for hele landet og distribueret på markblokniveau (Grant

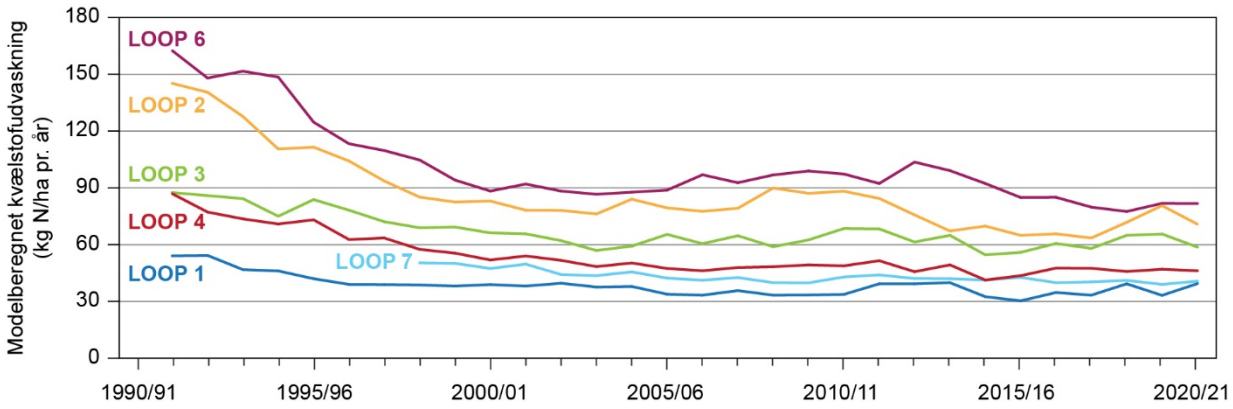
et al., 2009) med Daisymodellen (version 4.01). I beregningen er fordampningskoefficienterne for afgrøder og bar jord sat til henholdsvis 1,1 og 0,8 som anbefalet i Daisy. Dog er fordampningskoefficienterne vest for Storebælt reduceret til 95 pct., efter anbefaling fra Refsgaard et al. (2011). Ved denne opsætning af Daisy opnås omtrent samme gennemsnitlige perkolation på landsplan som ved anvendelse af de tidligere faste nedbørskorrektioner, hvor perkolationen blev opgjort til at være i overensstemmelse med vandløbsafstrømningen i en række større oplande (Grant et al., 2009). Dog kan der være forskelle hen over året og en lille forskel mellem landsdele.

Perkolationsdata til N-LES-modelberegningen er hentet fra ovennævnte landsdækkende beregning med Daisy for de klimagrids, som dækker LOOP-oplandene.

Modelberegningen er herefter gennemført på baggrund af interviewdata for 20 indberetningsår, 1991-2020. Hvert år er gennemregnet med klimadata for 20 agro-hydrologiske år (1990/1991 – 2009/10), og der er efterfølgende beregnet gennemsnitlig udvaskning over de 20 agro-hydrologiske år. Et agro-hydrologisk år er afgrænset til 1. april-31. marts. Den beskrevne 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, og (ii) for alligevel at inkorporere den klimatiske variation, idet udvaskningen ikke er en lineær funktion af afstrømningen. Generelt N-niveau for tilførsel af kvælstof 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.

6.2 Resultat af modelberegningen

N-LES4 er ikke velegnet til at modellere kvælstoftilførsler, der ligger langt fra normerne (Grant et al., 2009). Derfor er det valgt at modellere udvaskningen fra 1990/91 til 1997/98 med N-LES3 og fra 1998/99 og fremover med N-LES4. Resultaterne er vist i figur 6.1 for de enkelte oplande, mens udvaskningen grupperet efter jordtype er vist i tabel 6.1. Ved vægtning af jordtyperne i forhold til hele landet blev der for perioden 1991/92 til 2003/04 opgjort en reduktion i den klimanormaliserede kvælstofudvaskning på ca. 43 pct., som udgjorde status efter indførsel af virkemidler i VMPII. I perioden efter 2003/04 er den årlige udvaskning faldet fra et niveau på 84-93 kg N ha^{-1} i perioden 2004/05-2008/09 til 75-82 kg N ha^{-1} i perioden 2016/17-2020/21.



Figur 6.1. Modelberegnet kvælstofudvaskning (nitrat-N) ved gennemsnitsklima for de 7 landovervågningsoplande med data for landbrugspraksis i høstårene 1991 – 2020 og den efterfølgende udvaskning for de agrohydrologiske år (N-LES3 benyttet fra 1990/91 til 1997/98, og N-LES4 benyttet fra 1998/99 og fremefter).

Der er udført en Mann-Kendall test (Hirsch og Slack, 1984) af udviklingen i den gennemsnitlige modelberegnede udvaskning (værdier fra figur 6.1) for perioden 1991/92-2003/04 samt for perioden 2004/05-2020/21 (hydrologiske år). Denne analyse er foretaget for hvert af landovervågningsoplandene. For alle LOOP-oplande ses et signifikant fald i kvælstofudvaskning i perioden 1991/92-2003/04 (tabel 6.2). For perioden 2004/05-2020/21 kan der ikke konstateres en signifikant udvikling i den modelberegnede udvaskning for lerjordsoplandene, mens udvaskningen er signifikant mindre for de to sandjordsoplande, LOOP 2 og 6.

Tabel 6.1. Beregnet udvaskning af kvælstof (nitrat-N) ved gennemsnitsklima for indberetningsårene 1991–2020. (For agrohydrologiske år er N-LES3 benyttet fra 1990/91 til 1997/98, og N-LES4 benyttet fra 1998/99 og fremefter). Gennemsnitlig vandafstrømning (1990/1991 – 2009/10) er hhv. 280 mm for lerjord og 500 mm for sandjord. LOOP 7 indgår ikke i denne opgørelse, idet der ikke er en fuld tidsserie.

År	**Hydrologisk år**	**Sandjord (LOOP 2 og 6)**	**Lerjord (LOOP 1, 3 og 4)**	**Gennemsn. sand/ler[1)]**
			Kg N pr ha	
1991	1991/92	154	76	107
1992	1992/93	144	72	101
1993	1993/94	139	68	96
1994	1994/95	129	64	90
1995	1995/96	118	66	87
1996	1996/97	109	60	80
1997	1997/98	102	58	76
1998	1998/99	95	55	71
1999	1998/00	88	54	68
2000	2000/01	86	52	66
2001	2001/02	85	53	66
2002	2002/03	83	51	64
2003	2003/04	81	48	61
2004	2004/05	86	49	64
2005	2005/06	84	49	63
2006	2006/07	87	47	63
2007	2007/08	86	49	64
2008	2008/09	93	47	65
2009	2009/10	93	48	66
2010	2010/11	93	50	67
2011	2011/12	88	53	67
2012	2012/13	86	51	65
2013	2013/14	83	51	64
2014	2014/15	81	43	58
2015	2015/16	79	43	58
2016	2016/17	82	48	62
2017	2017/18	78	48	60
2018	2018/19	75	50	60
2019	2019/20	81	49	62
2020	2020/21	76	48	59

[1)] hvert opland vægter med 1/5.

Den generelt lavere modelberegnede udvaskning efter 2013 skyldes især, at der er kommet flere efterafgrøder efter korn, og at der er etableret flere efterafgrøder i majs (tabel 6.3). Effekten af efterafgrøder i majs beregnes i N-LES4 med samme effekt som for efterafgrøder efter korn. Da N-LES4 blev udviklet i 2008, fandtes ikke observationer af målt udvaskning i majs med efterafgrøder. Der er siden kommet større fokus på anvendelse og måling af den udvaskningsreducerende effekt af efterafgrøder i majs. Der er målt lavere udvaskning i majs med efterafgrøder end uden efterafgrøder, når majs dyrkes efter ompløjning af kløvergræs, men forskellen var ikke signifikant (Hansen og Eriksen, 2016). I et andet forsøg, hvor forfrugt er majs eller korn og med alm. rajgræs som efterafgrøde, er der heller ikke målt en signifikant forskel i udvaskningen (Kristensen et al., 2015). I et tysk forsøg er der målt en signifikant lavere udvaskning i majs med efterafgrøder end uden (Wachendorf et al., 2006). Opgøres den modelberegnede N-LES4 udvaskning uden effekt af efterafgrøder i majs, bliver den årlige udvaskning ca. 5 kg N ha^{-1} højere for de fem LOOP-oplande i 2014 og 2015.

I tabel 6.4 er der opstillet en markbalance for oplandene, opgjort som gennemsnit for perioden 2016-2020 (svarende til de agrohydrologiske år 2016/17-2020/21), samt en opgørelse af tabsposterne for samme periode. Udvaskningen er modelberegnet som beskrevet ovenfor. Den gennemsnitlige denitrifikation

Tabel 6.2. Udvikling i modelberegnet, gennemsnitlig kvælstofudvaskning (kg N ha^{-1}) opdelt i to perioder, henholdsvis 1991/92-2003/04 og 2004/05-2020/21.

	Beregnet ændring i kvælstofudvaskning (kg N ha^{-1} $år^{-1}$)	
	1991/92-2003/04	**2004/05-2019/20**
Lerjorde		
LOOP1. Lolland	-1,09 (-1,93 til -0,25)	0,062 (-0,20 til 0,44), NS*
LOOP7. Vestsjælland	-1,5 (-2,95 til -0,21)	-0,17 (-0,36 til 0,10), NS*
LOOP4. Fyn	-2,91 (-3,36 til -2,41)	-0,29 (-0,56 til 0,12), NS*
LOOP3. Østjylland	-2,43 (-3,02 til -1,86)	-0,21 (-0,72 til 0,27), NS*
Sandjorde		
LOOP2. Nordjylland	-5,73 (-7,85 til -4,05)	-0,98 (-1,60 til -0,48), Signifikant (P< 0,01)
LOOP6. Sønderjylland	-6,81 (-8,20 til -4,42)	-1,08 (-1,79 til -0,07), Signifikant (P=0,02)
*NS ikke signifikant		

for hvert LOOP-opland er estimeret til 9-16 kg N ha^{-1} $år^{-1}$ i henhold til den simple model 'Simden' (Vinther og Hansen, 2004), hvori denitrifikationen afhænger af jordtypen og forbruget af handelsgødning og husdyrgødning. Ammoniakfordampning i forbindelse med udbringning af husdyrgødning er antaget at svare til fordampningen på landsplan for de enkelte gødningstyper (Albrechtsen, 2010, pers. medd.). For oplandene vurderes ammoniakfordampningen herved at udgøre 2-11 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 denne opgørelse er ændringer i jordpuljen og usikkerhederne derfor opgjort som et restled. Dette udgør fra –5 til +23 kg N ha^{-1}. Generelt er der især stor usikkerhed på størrelsen af N-fiksering, idet kløvergræs ikke fikserer ekstra kvælstof fra luften, hvis planten er velforsynet med kvælstof fra jorden. Der synes ikke at være nogen systematik i restleddets størrelse i forhold til oplandstyper. Det må formodes, at disse værdier ligger inden for usikkerhederne på opgørelserne.

Tabel 6.3. Oversigt over afgrøder og efterfølgende bevoksning i LOOP-oplande i perioden 2012 til 2019 (Svarer til de hydrologiske år 2012/13-2019/20). Værdier angiver andel af oplandets dyrkede areal i %.

LOOP	År	Korn Efterfulgt af			Majs efterfulgt af			Græs	Rodfr, raps o.a.
		Bar jord/ spildkorn	Efterafgrøde	Vinterkorn og vinterraps	Bar jord/ spildkorn	Efterafgrøde	Vinterkorn og vinterraps		
1	2012	30	4	22	0	0	0	4	42
1	2013	16	17	34	0	0	0	2	31
1	2016	14	20	37	0	0	0	9	20
1	2017	15	22	31	0	0	0	2	30
1	2018	7	19	33	0	0	0	2	38
1	2019	11	37	35	0	0	0	2	14
1	2020	17	14	27	0	0	0	4	37
2	2012	17	9	10	5	16	0	35	6
2	2013	7	8	15	5	15	3	36	10
2	2016	5	18	15	1	18	2	33	8
2	2017	6	18	16	1	15	1	30	11
2	2018	13	26	15	1	13	0	24	9
2	2019	7	18	9	8	18	0	26	12
2	2020	7	16	16	0	20	2	25	13
3	2012	23	6	34	5	4	0	20	9
3	2013	7	5	47	1	5	4	13	18
3	2016	16	15	37	2	3	2	18	7
3	2017	13	24	25	6	1	1	16	11
3	2018	17	7	36	2	1	4	18	10
3	2019	24	11	21	7	1	2	25	13
3	2020	14	26	23	4	4	4	18	9
4	2012	12	13	37	3	1	0	15	18
4	2013	14	7	32	3	2	0	15	28
4	2016	14	23	24	0	0	0	22	17
4	2017	17	22	23	0	0	0	20	18
4	2018	14	21	17	0	0	0	26	21
4	2019	7	17	27	5	0	0	27	17
4	2020	0	23	21	2	10	0	16	27
6	2012	22	14	14	16	1	1	26	5
6	2013	16	16	16	16	9	1	21	6
6	2016	10	16	12	10	22	1	23	7
6	2017	8	18	10	6	25	0	23	8
6	2018	9	18	11	4	23	1	24	9
6	2019	8	20	8	7	19	3	25	11
6	2020	11	19	8	8	9	0	27	9
7	2012	21	9	48	0	0	0	11	11
7	2013	17	9	45	0	0	0	8	21
7	2016	15	18	41	0	0	0	16	10
7	2017	27	22	16	0	0	0	15	20
7	2018	15	12	25	0	0	0	19	27
7	2019	15	14	32	0	0	0	20	20
7	2020	8	20	28	0	0	0	14	30

Tabel 6.4. Nøgletal fra beregningen af kvælstofudvaskning (nitrat-N) for landovervågningsoplandene vist som gennemsnit for 5-års perioden 2016-2020 (svarende til de hydrologiske år 2016/17-2020/21) for hvert af de 6 LOOP-oplande. Tallene gælder det totale, dyrkede areal. 'Rest' er differencen mellem summen af gødning, kvælstoffiksering og atmosfærisk deposition og summen af høst, udvaskning, ammoniakfordampning og denitrifikation. Input- og output-værdier er aktuelle værdier for 5-årsperioden, dog er udvaskningen opgjort ved et gennemsnitsklima for perioden 1990/91-2009/10.

	Markbalancen								Tabsposterne			
År	**Handg.**	**Husdg.**	**Udb**	**Fiks.**	**Såsæd**	**Atm. deposi-tion**	**Høst**	**Mark-over-skud**	**Model Udvask-ning**	**Denitri-fikation**	**NH_3 for-damp**	**Rest + jord-pulje**
	kg N ha^{-1} $år^{-1}$								kg N ha^{-1} $år^{-1}$			
Lerjorde												
LOOP1. Lolland	144	21	0	4	2	13	137	48	37	14	2	-5
LOOP7. Vestsj.	116	42	2	10	2	13	105	79	41	15	4	18
LOOP4. Fyn	111	66	2	10	2	13	111	92	47	16	6	23
LOOP3. Østjylland	86	90	11	17	2	13	120	99	63	15	7	14
Sandjorde												
LOOP2. Nordjyl-land	74	137	8	19	2	13	137	115	73	9	11	27
LOOP6. Sønderjyll.	53	146	7	31	2	13	143	110	84	9	11	5

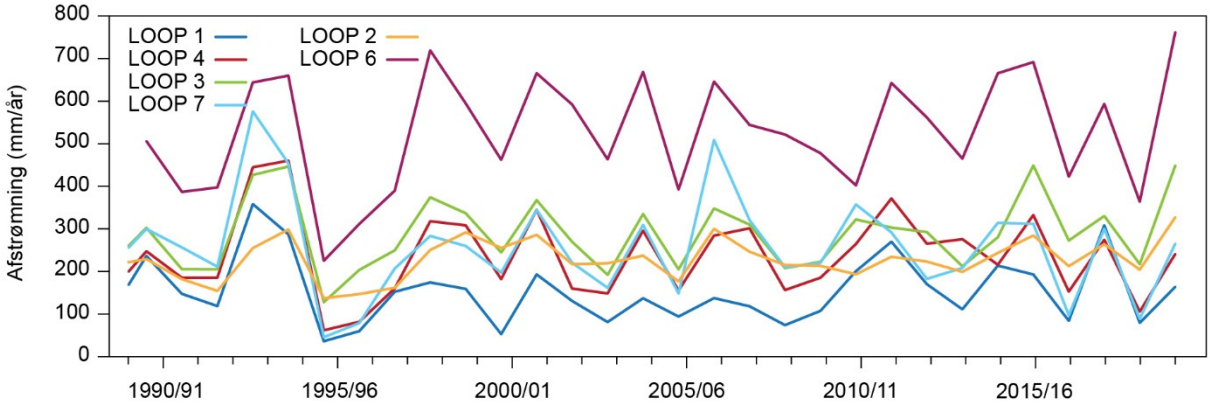
7 Kvælstofafstrømning til vandløb

Næringsstofafstrømningen til vandløb måles i de seks landovervågningsoplande, hvor der i fem af oplandene også måles på jordvand og grundvand. Vandafstrømningen beregnes ud fra kontinuert registrering af vandstand og måling af vandføring 24-26 gange pr år, dog kun 12 gange i LOOP 6. Måling af næringsstoffer m.v. foretages på vandprøver udtaget 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 31 hydrologiske år: fra 1989/90 til 2019/20. For ét opland (LOOP 6) er der dog kun målinger fra 1990/91-2019/20.

7.1 Vandafstrømning fra lerede og sandede oplande

I 2019/20 var den årlige vandafstrømning fra lerjordsoplandene Højvads Rende (LOOP 1), Lillebæk (LOOP 4) og Hulebæk (LOOP 7) kun få procent højere (hhv. 7 pct., 2 pct. og 3 pct.), end middelafstrømningen målt i hele overvågningsperioden, 1989/90-2019/20. I de tre resterende oplande, lerjordsoplandet Horndrup Bæk (LOOP 3) samt sandjordsoplandene Odderbæk (LOOP 2) og Bolbro Bæk (LOOP 6), var afstrømningen derimod betydeligt højere (hhv. 56, 43 og 44 pct.) end den gennemsnitlige årlige afstrømning for de respektive oplande (figur 7.1).

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 seks vandløb. Opgørelsen på LOOP-vandløb er foretaget for data fra 1989-2020 og giver et godt mål for forskellen i nedbørsrespons imellem de enkelte vandløb (tabel 7.1). En beskrivelse af modellen findes i bilag 6.1.



Figur 7.1. Afstrømningen i de fem landovervågningsvandløb i de hydrologiske år 1989/90 til 2019/20. Til beregningerne anvendes de oplandsarealer, der fremgår af Appendiks 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 tilstrømningen foregår, eller om 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

tilstrømningen forgår overfladisk og overfladenært eller dybt i jorden. Tendensen er, at hurtigt tilstrømmende vand primært er overfladeafstrømning 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 (37-55 pct.) i forhold til de sandede oplande (16-23 pct.) (tabel 7.1).

Tabel 7.1. Opdeling af vandafstrømningen i de fem landovervågningsvandløb i to afstrømningskomponenter (hurtigt tilstrømmende vand og langsomt tilstrømmende vand) beregnet for perioden 1989-2020.

		Langsomt strømmende vand	Hurtigt strømmende vand
Lerjorde	Højvads Rende (LOOP 1)	0,57	0,43
	Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,63	0,37
	Lillebæk (LOOP 4)	0,53	0,47
	Hulebæk (LOOP 7)	0,45	0,55
Sand-jorde	Odderbæk (LOOP 2)	0,77	0,23
	Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,84	0,16

7.2 Koncentration af kvælstof

7.2.1 Sandede og lerede oplande

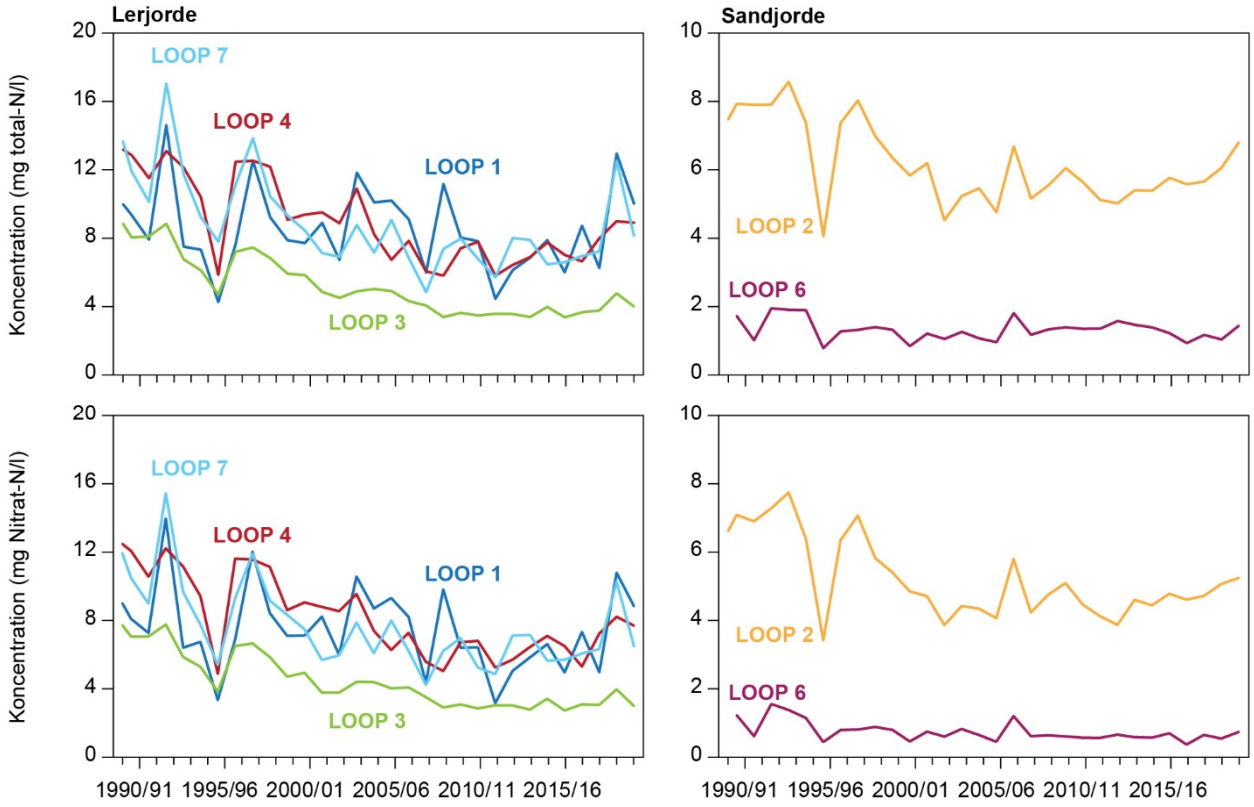
De vandføringsvægtede koncentrationer af nitrat og totalkvælstof er generelt større for de lerede oplande end for de sandede oplande (figur 7.2). Uorganisk kvælstof (NO_3-N og NH_4-N) udgør 87-94 pct. af totalkvælstof i 5 oplande, mens den uorganiske andel i det okkerpåvirkede vandløb Bolbro Bæk i LOOP 6 kun udgør ca. 66 pct. af totalkvælstof opgjort for hele måleperioden.

I det sandede opland til Bolbro Bæk (LOOP 6) forekommer lave kvælstofkoncentrationer. Dette skyldes, at nitrat omsættes til frit kvælstof ved iltning af pyrit og frigivelse af ferrojern i det anaerobe grundvandssediment (Jacobsen et al., 1990). At pyritiltning forekommer, sandsynliggøres af højere jernkoncentrationer i Bolbro Bæk end i de øvrige fire vandløb (ca. 1,2 mg l^{-1} sammenlignet med ca. 0,5-0,8 mg l^{-1}). Den forholdsvis lave nitratkoncentration i vandløbet i dette opland (på gennemsnitlig 0,6 mg NO_3-N l^{-1} i den sidste fem års periode, 2015/16-2019/20), er derfor atypisk for sandjordsoplande generelt.

De afstrømningsvægtede årsmiddelkoncentrationer af nitrat på 4,6-5,2 mg NO_3-N l^{-1} i de fem år 2015/16-2019/20 i det andet sandede opland, Odderbæk (LOOP 2), er betydeligt højere end koncentrationen i Bolbro Bæk. Dette skyldes formentlig, at der i Odderbæks opland kun er en mindre andel af humusjorde og okkerpotentielle lavbundsområder, og at en del af Odderbæks opland er drænet.

Horndrup Bæk (LOOP 3) har den laveste koncentration af nitrat for de fire lerjordsoplande på mellem 2,7 og 4,0 mg NO_3-N l^{-1} for perioden 2015/16-2019/20. Kvælstofkoncentrationen er især påvirket af, at der i dette opland falder meget nedbør, og oplandet dermed har den højeste afstrømning af lerjordsoplandene.

Ved høj nedbør og dermed høj perkolation af vand i rodzonen fortyndes koncentrationen af N i jordvandet, og N-koncentrationen i grundvand og vandløb bliver derfor lavere end koncentrationen ved lavere nedbørsmængder. Landbrugsarealerne i Horndrup Bæk-oplandet er desuden mindre intensivt drænet end for de øvrige ler-oplande, hvilket ligeledes kan bidrage til lavere nitratkoncentrationer i vandløbet. For de tre øvrige lerjordsoplande, Højvands Rende (LOOP 1), Lillebæk (LOOP 4) og Hule Bæk (LOOP 7), ligger vandløbets afstrømningsvægtede årsmiddelkoncentration på henholdsvis 7,4 (5,0-10,9), 7,0 (5,3-8,3) og 7,0 (5,7-10,3) mg NO_3-N l^{-1} for samme periode. For disse tre lerjordsoplande fluktuerer koncentrationerne mere end i LOOP 3.



Figur 7.2. Vandføringsvægtet koncentration af totalkvælstof (øverst) og nitrat (nederst) i de seks landovervågningsvandløb for hydrologiske år i perioden 1989/90 til 2019/20. OBS: Y-aksen for lerjorde og sandjorde er skaleret forskelligt. Data for perioden 2009-15 og for 2016 samt de første måneder af 2017 er korrigeret, se afsnit 1.2.

7.2.2 Udviklingstendenser

Da nitrattransporten i vandløb er stærkt afhængig af vandafstrømningen, og da der kan forekomme store udsving i vandafstrømningen fra år til år, er det nødvendigt at korrigere for denne for at kunne analysere udviklingstendenser i nitrattransporten, som er betinget af andre faktorer (især dyrkning) end udviklinger i klima. Denne "klimanormalisering" af nitrattransporten er foretaget vha. metoden anbefalet af Larsen et al. (2020b). Den ikke-parametriske Mann-Kendall trend-test er herefter foretaget på de klimanormaliserede vandløbstransporter af nitrat og den gennemsnitlige årlige ændring i transporten er beregnet vha. Sen's slope (tabel 7.2).

Den statistiske test viser, at der i fem ud af de seks oplande er en signifikant nedadgående trend i vandløbskoncentrationen af nitrat gennem 30-års-perioden 1989-2020. For disse fem vandløb ses et fald på 0,04-0,34 kg nitrat-N ha^{-1} $år^{-1}$ svarende til relative ændringer ift. niveauet 1990 / 91 på -20 pct. til -54 pct.).

Tabel 7.2. Trends i klimanormaliseret vandløbstransport af nitrat-N og antal år før signifikant ændring i perioden 1990/91-2019/20. Signifikansniveauet for Mann-Kendall (MK) trends er angivet med * (p<0.05), ** (p<0.01) og *** (p<0.001). Den gennemsnitlige årlige ændring i kg N ha^{-1} $år^{-1}$ er beregnet for hele måleperioden vha. Sen's slope. "norm" angiver at beregningen er foretaget på klimanormaliserede vandløbstransporter, mens "PMK" angiver, at beregningen er foretaget vha. Partial Mann-Kendall metoden på ikke-normaliserede vandløbstransporter, men hvor afstrømningen indgår som kovariat i analysen.

	Hældning, ændring pr. år (Sen's slope)	Relativ ændring ift. 1990/91 (Sen's slope)	Tid fra 1990 før signifikant ændring (p<0.05)	
	(klimanormaliseret)		(MK, klimanormaliseret)	(PMK, ikke-normaliseret)
	(kg N ha^{-1} $år^{-1}$)	(pct.)	(år)	(år)
Højvads Rende (LOOP 1)	-0,09	-26	-	
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,34***	-54	11	11
Lillebæk (LOOP 4)	-0,32***	-37	17	12
Hulebæk (LOOP 7)	-0,28***	-35	16	12
Odderbæk (LOOP 2)	-0,13**	-25	10	10
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,04*	-20	19	10

Det skal bemærkes at disse statistikker i tidligere rapporteringer (før 2019) har været baseret på klimanormaliserede vandløbskoncentrationer af total-N relativt til kalenderåret 1989 i stedet for klimanormaliserede vandløbstransport af nitrat-N relativt til det hydrologiske år 1990/91. Ved beregning med koncentrationer af total-N ses der overordnet det samme billede, som ved beregning med nitrat-N, med undtagelse af LOOP 1, Højvads Rende, hvor der i stedet ses en lille, men statistisk signifikant stigning i N-transporten (data ikke vist).

Til sammenligning med ovenstående er der i ferskvandsovervågningen i 49 landbrugsdominerede oplande, fundet et fald i totalkvælstofkoncentrationen i vandløbene på 51 ± 4 pct. for perioden 1989-2020 beregnet ved hjælp af "change-point" modeller (Carstensen & Larsen, 2006). Heraf har 48 vandløb en signifikant nedgang i den målte totalkvælstofkoncentration (Thodsen et al., 2021b).

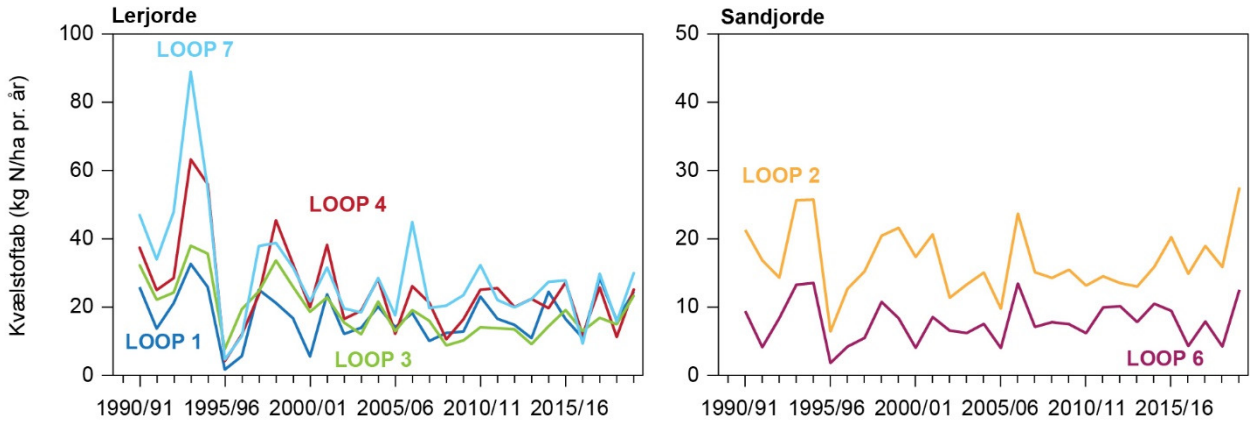
7.3 Tab af kvælstof fra oplandene

7.3.1 Sandede og lerede oplande

Den målte transport af kvælstof i vandløbet kan omregnes til et diffust tab fra oplandet ved at fratrække udledninger fra punktkilder, som direkte spildevandsudledninger og regnvandsbetingede udløb samt baggrundsbelastningen for naturarealet (Bøgestrand et al., 2014). Det betyder, at det diffuse kvælstoftab er beregnet alene for det dyrkede areal, og at det diffuse tab dækker over summen af tabet fra landbrug, fra spredt bebyggelse samt baggrundbelastningen fra det dyrkede areal.

Kvælstoftabet er afhængigt af såvel vandafstrømningen som koncentrationen i det afstrømmende vand (se nedenfor, afsnit 7.3.2). Kvælstoftabet for alle seks oplande ligger i den høje ende i 2019/20 i forhold til tidligere år som følge af den store afstrømning i dette år (figur 7.3). I 2019/20 lå årets gennemsnitlige kvælstoftab i ler- og sandjordsoplandene på henholdsvis 25,5 og 20,0 kg N ha^{-1}, svarende ca. til det dobbelte af det foregående år 2018/19, hvor de tilsva-

rende kvælstoftab var på hhv. 14,5 og 10,0 kg N ha^{-1}. I de seneste fem hydrologiske år har det årlige kvælstoftab fra de fire lerjordsoplande udgjort gennemsnitlig 19,8 kg N ha^{-1}. mens det årlige tab før 2003 var noget større, gennemsnitligt 27,4 kg N ha^{-1}.



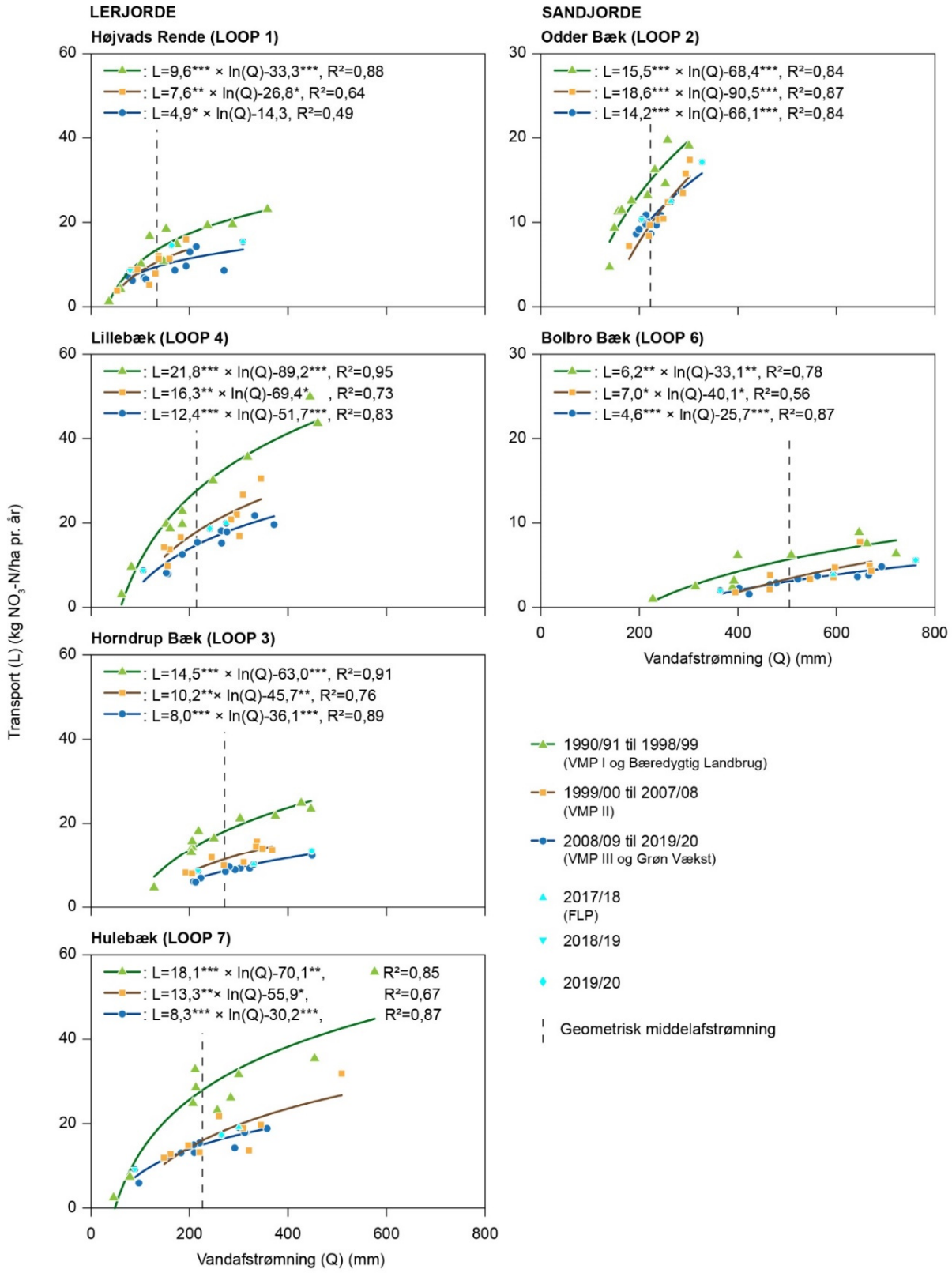
Figur 7.3. Tabet af totalkvælstof fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i de hydrologiske år for perioden 1989/90 til 2019/20. Data for perioden 2009-2015 og for 2016 samt de første måneder af 2017 er korrigeret, se afsnit 1.2.

For de to sandede oplande udgjorde kvælstoftabet 27,5 og 12,5 kg N ha^{-1} for året 2019/20 for henholdsvis LOOP 2 og 6. I de seneste fem hydrologiske år har kvælstoftabet fra de samme to oplande udgjort gennemsnitlig henholdsvis 19,5 og 7,7 kg N ha^{-1}, hvilket er marginalt højere end de gennemsnitlige niveauer før 2003 på henholdsvis 17,7 og 7,6 kg N ha^{-1}.

7.3.2 Sammenhæng mellem kvælstoftab og vandafstrømning

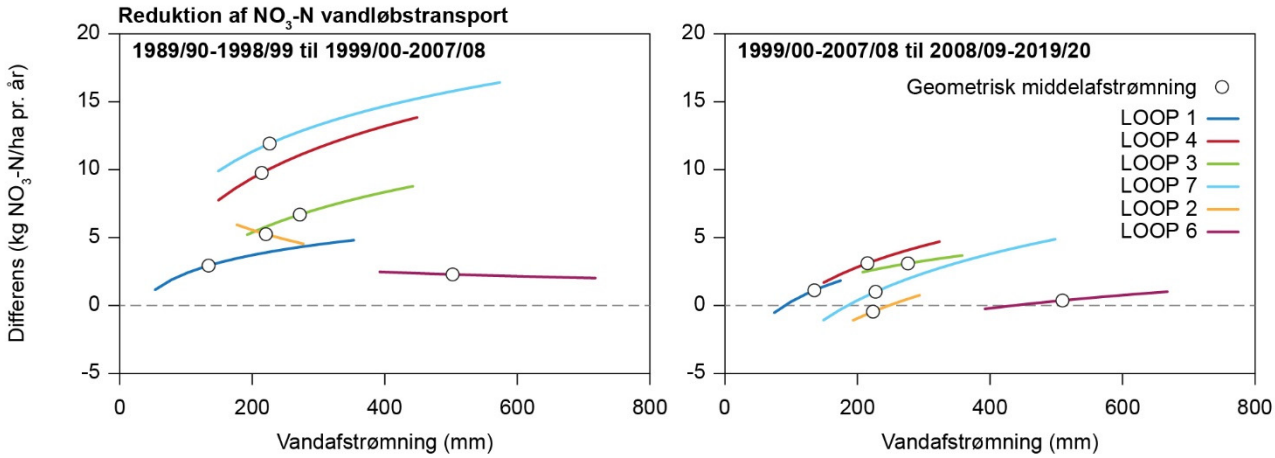
Tabet af kvælstof fra de dyrkede arealer er, ud over landbrugets gødningsanvendelse og øvrige dyrkningsforhold, i væsentlig grad styret af nedbørsmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte måleår. For de seks vandløb kan der opstilles en sammenhæng mellem den årlige afstrømning og den årlige nitrattransport i vandløbene (figur 7.4). Data for årlig afstrømning og nitratransport kan opdeles i tre delperioder, relateret til årene for implementering af nye reguleringer (herunder virkemidler) til reduktion af landbrugets kvælstoftab, nemlig perioderne 1989/90-1999/00, 2000/01-2007/08 og 2008/09-2019/20. Ved opdeling i de tre perioder kan det af forholdet mellem afstrømning og nitrattab fra oplandet ses, at de opstillede relationer ændrer sig over tid (figur 7.4).

For alle vandløbene gælder det, at stigende afstrømning medfører stigende nitrattab fra oplandet. Ændringen i forholdet mellem afstrømning og oplandstab af nitrat-N henover de tre perioder er dog forskellig for hhv. de lerede og de sandede oplande. For lerjordsoplandene ses, at oplandstabet af nitrat falder henover de tre perioder (figur 7.4). Det ses ydermere af figuren, at faldet er størst ved høje afstrømninger. Denne viden er bl.a. relevant, da der generelt ses en stigning i afstrømningen i danske vandløb (Poulsen m.fl., 2017). For de to sandede oplande ses ligeledes et fald i vandløbstransporten af nitrat henover de tre perioder, men kurverne for oplandstab af kvælstof mod afstrømning er parallelle (figur 7.4). Det konstaterede fald i oplandstab af kvælstof er dermed ikke afhængig af afstrømningen.



Figur 7.4. Sammenhænge mellem årlige oplandstab af nitrat og vandafstrømningen i perioden 1990/91-2019/20, opdelt i tre tidsperioder. Grøn signatur for perioden 1990/91-1998/99, gul signatur: 1999/00-2007/08, blå signatur: 2008/09-2019/20. For hver periode er der foretaget lineær regression mellem vandløbstransport af nitrat og naturlig log-transformeret afstrømning. Signifikansniveauet ud fra t-tests for de enkelte regressionskoefficienter er angivet med * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$) og *** ($p<0.001$). De tre seneste hydrologiske år 2017/18, 2018/19 og 2019/20 er markeret med lys blå, men indgår i regressionsanalysen i den tredje delperiode. OBS: Y-aksen for lerjorde og sandjorde er skaleret forskelligt.

Der er en god forklaringsgrad for de logaritmiske trendlinjer for perioden 1989/90-1998/99 (R^2 =0,78-0,95), mens spredningen er større for enkelte vandløb i de efterfølgende perioder 1999/00-2007/08 (R^2 =0,56-0,97) og 2008/09-2019/20 (R^2 =0,55-0,87). Spredningen på de viste sammenhænge og forskellen i den viste relation mellem de tre perioder i figur 7.4 kan delvist tilskrives, at der er en række parametre ud over årsafstrømningen, som påvirker tabet af kvælstof, herunder høstudbytter, fordelingen af afstrømningen over året, temperaturen og implementering af virkemidler, der reducerer kvælstofudvaskningen. For de fire lerjordsoplande ses en markant ændring i nitrattransporten mellem de tre perioder før og efter tiltagene i VMP II, og efter 2007/08, (hhv. 1989/90-1998/99, 1999/00-2007/08 og 2008/09-2019/20), mens der for de sandede oplande hovedsagligt ses et fald mellem de første to delperioder. Disse forskelle i forholdet mellem oplandstab af nitrat og afstrømning tydeliggøres ved at beregne differencen mellem trendlinjerne for hver periode (figur 7.5).



Figur 7.5. Differens mellem regressionslinjer i figur 7.4. De åbne cirkler angiver den geometriske middelafstrømning for hvert opland. Figuren viser at reduktionen i vandløbstransport, som er sket mellem perioderne, er størst ved stor afstrømning med undtagelse af de to sandede oplande (LOOP 2 og 6) mellem første og anden periode. Det ses ligeledes at den opnåede reduktion er betydeligt større mellem første og anden end mellem anden og tredje periode.
Redigeret efter Petersen m.fl. (2021). OBS: For oplandet LOOP 6 er der ikke data fra det hydrologiske år 1989/90.

Redigeret efter Petersen m.fl. (2021). OBS: For oplandet LOOP 6 er der ikke data fra det hydrologiske år 1989/90.

7.3.3 Faktorer, som påvirker nitrattransport og -koncentrationer i vandløbene

Generelt ses, at implementerede virkemidler, bl.a. bedre udnyttelse af husdyrgødning, større opbevaringskapacitet for gylle og flere efterafgrøder, har givet en mindre kvælstofudledning (figur 7.4 og 7.5). Største forskel i vandløbenes nitrattransport i lerjordsoplandene ses ved høje værdier for afstrømning. For videre at udrede hvilke faktorer der spiller ind på koncentrationer og vandløbstransport af nitrat, blev der i Petersen et al. (2021) foretaget korrelationsanalyser (Kendall) mellem årlige værdier for disse og årlige værdier for et antal forklarende variabler for oplandene LOOP 1, 2, 3, 4 og 6 for perioden 1990/91-2018/19. De forklarende variabler blev opdelt i fire hovedkategorier: 1) Klima, 2) Arealanvendelse, 3) Landbrugspraksis og 4) Oplandskarakteristika (tabel 7.3).

Klimavariablerne bestod af nedbør, vandløbsafstrømning, storskala klimavariationer repræsenteret ved det nordatlantiske oscillationsindeks (NAOi), Baseflow index (BFI), middeltemperatur, vintermiddeltemperatur (oktober-marts), antal dage med frost (middeltemperatur < 0°C). Variablerne for landbrugspraksis bestod af andelen af gylle tildelt i løbet af forår og sommer, andelen af gylle tildelt ved nedfældning eller med slanger, andelen af gylle produceret på landbrug med en opbevaringskapacitet på 9 mdr. eller mere, andelen af aktivitet for jordbearbejdning i efterårsmånederne, andel af oplandet med efterafgrøder, kvælstofoverskud i markbalancen samt tildelingen af handelsgødning. Arealanvendelse og oplandskarakteristika blev i denne analyse repræsenteret af hhv. oplandsandel af landbrugsareal og vandløbsafstrømningen det foregående år (forsinkelse).

Tabel 7.3. Variabler, som udviser signifikant ($p<0.05$) positiv (↑) eller negativ (↓) korrelation med vandløbstransport af nitrat (NO_3^-) eller afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer for de fem oplande LOOP 1, 2, 3, 4 og 6. Variablerne er inddelt i fire hovedkatagorier, som repræsenterer: Klima, Arealanvendelse, Landbrugspraksis, og Oplandskarakteristika.

	LOOP1	LOOP2	LOOP3	LOOP4	LOOP6
Vandløbs-transport af NO_3^-	↑Nedbør ↑Afstrømning ↓Gylle$_{forår/sommer}$	↑Nedbør ↑Afstrømning ↑NAOi ↓Dage med frost ↓BFI ↓Gylle$_{forår/sommer}$	↑Nedbør ↑Afstrømning ↑Landbrugsareal ↑Markbalance ↓Pløjning$_{efterår}$	↑Nedbør ↑Afstrømning ↑NAOi ↓BFI ↓Efterafgrøder	↑Nedbør ↑Afstrømning ↓BFI ↓Gylle$_{forår/sommer}$ ↓Nedfældning af gylle
Afstrømningsvægtet vandløbskoncentration af NO_3^-	-	↑Dyretæthed ↑Markbalance ↑Handelsgødning ↓Gylle$_{forår/sommer}$ ↓Nedfældning af gylle ↓Opbevarings-kapacitet ↓Afstrømning$_{t-1\ år}$	↑Landbrugsareal ↑Markbalance ↑Handelsgødning ↓Nedfældning af gylle ↓Opbevarings kapacitet	↑Landbrugsareal ↑Handelsgødning ↓Nedfældning af gylle ↓Efterafgrøder ↓Afstrømning$_{t-1\ år}$	↑Nedbør ↑Afstrømning ↓BFI ↑Dyretæthed ↑Markbalance ↑Handelsgødning ↓Gylle$_{forår/sommer}$ ↓Nedfældning af gylle ↓Efterafgrøder ↓Afstrømning$_{t-1\ år}$

Klima

Da overskydende nitrat transporteres med vand viser analysen, naturligt nok, at klimavariablerne nedbør og vandløbsafstrømning har en stor indflydelse på vandløbstransporten af nitrat i alle de fem analyserede oplande, mens også NAOi, antal dage med frost og BFI viste signifikante korrelationer. Den signifikante negative korrelation mellem vandløbstransport og BFI i LOOP 2, 4 og 6 viser, at vandløbstransporten stiger, når andelen af hurtigt strømmende vand stiger, hvormed nitratreducerende processer ikke kan følge med. På trods af at trendanalyser viste signifikant stigende gennemsnitstemperaturer i oplandene LOOP 1, 3, 4 og 6, viste korrelationsanalyserne ingen signifikante korrelationer mellem vandløbstransport eller nitratkoncentration og temperaturer (Petersen et al., 2021).

Arealanvendelse

Andelen af landbrugsareal korrelerede signifikant med vandløbstransport af nitrat i LOOP 3 og med afstrømningsvægtet vandløbskoncentration af nitrat i både LOOP 3 og 4. Det er overraskende, at en signifikant korrelation ikke var at finde i LOOP 1, da dette opland havde den største nedgang i landbrugsareal i perioden. Det ses dog generelt, at kun få variabler korrelerer signifikant med vandløbstransport i dette opland, mens slet ingen af variablerne korrelerer med de afstrømningsvægtede koncentrationer. De manglende korrelationer i dette opland kan sandsynligvis forklares ved stor år-til-år-variation i af-

strømning og nitratkoncentration, samt at markbalancen i dette opland generelt er lav pga. lavt husdyrtryk, og der derfor kun er en begrænset effekt af husdyrgødningsvirkemidlerne.

Landbrugspraksis

Alle de inkluderede variabler for landbrugspraksis korrelerer signifikant med vandløbstransporten af nitrat og/eller de afstrømningsvægtede vandløbskoncentrationer af nitrat i et eller flere af de analyserede oplande. Især udbringningstiden for gylle har stor indflydelse, hovedsagligt i de sandede oplande, mens også forbedrede udbringningsmetoder har stor betydning. En generel nedgang i anvendelse af handelsgødning har slået igennem på markbalancerne og både anvendelse af handelsgødning og markbalancerne udviser signifikante korrelationer til vandløbstransport og -koncentrationer i flere oplande. De fleste virkemidler blev introduceret i den første delperiode, hvorfor der også ses den største reduktion af vandløbstransporten mellem første (1989/90 - 1999/00) og anden (2000/01 – 2007/08) delperiode (figur 7.4 og 7.5). Anden delperiode var præget af yderligere restriktioner på gødning, dyretæthed, jordbearbejdning samt introduktion af efterafgrøder. På trods af den lille reduktion, som kunne ses i vandløbstransporten af nitrat mellem anden og tredje delperiode (figur 7.5), fandtes alligevel signifikante negative korrelationer mellem arealdækningsgraden af efterafgrøder og vandløbstransport og/eller koncentration i to af de fem oplande.

Oplandskarakteristika

I korrelationsanalysen (tabel 7.3) indgår afstrømningen det foregående år, og det ses, at denne korrelerer signifikant med de afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer i tre af de fem oplande (LOOP 2, 4 og 6). At der er en vis tidsforsinkelse i disse oplande, stemmer overens med modelberegninger af alderen for iltet grundvand, som løber til vandløbene. Det iltede grundvand var ældst i de sandede oplande, LOOP 2 og 6 (Tabel 7.4, Petersen et al., 2021; Højberg et al., 2015) ligesom andelen af langsomt strømmende vand opgjort vha. BFI var størst i disse oplande (tabel 7.1).

Da oplandenes karakteristika er betydeligt mere statiske end variablerne for klima, arealanvendelse og landbrugspraksis, indgår de ikke yderligere i korrelationsanalysen, men kan anvendes til at forstå forskellene i respons mellem oplandene. Et vigtigt element for at forstå oplandenes respons er de naturlige omsætningsprocesser, som kan omdanne nitrat på vandets strømning fra bunden af rodzonen til vandløbene. Omsætningen af nitrat til kvælstofgasser (retention), som foregår i den mættede grundvandszone når vandets strømningsvej krydser redoxgrænsen eller andre reducerende kemiske forhold, er modelleret vha. den nationale kvælstofmodel (Højberg et al., 2015) og viser en betydeligt større retention i de udrænede sandjordsoplande end i de drænede lerjordsoplande (tabel 7.4). Disse resultater understreger betydningen af strømningsvej og –hastighed for omsætning af nitrat, idet vandet strømmer hurtigere og overfladenært gennem dræn og grøfter i de lerede jorde, mens vandet perkolerer ned i grundvandsmagasiner, hvor der kan være iltfrie forhold, i de sandede oplande.

Tabel 7.4. Modelleret nitrat-retention i grundvand samt alder af 50 pct., 75 pct. og 95 pct.-percentilerne af iltet grundvand, som løber til vandløbene i oplandene LOOP 1, 2, 3, 4 og 6 beregnet for perioden 1990-2010 (Petersen et al. (2021); Højberg et al. (2015)).

Opland		Nitrat-retention [pct.]	Alder for iltet grundvand i vandløb [år]		
			P_{50}	P_{75}	P_{95}
Lerjorde	LOOP 1, Højvads Rende	52	0.13	0.45	2.20
	LOOP 3, Horndrup Bæk	67	0.12	0.21	1.01
	LOOP 4, Lillebæk	48	0.17	0.44	1.78
Sand-jorde	LOOP 2, Odder Bæk	82	0.50	1.72	9.11
	LOOP 6, Bolbro Bæk	92	0.53	1.16	2.16

Forskellene i oplandskarakteristika kan være med til at forklare, hvorfor effekten af indførte virkemidler slår mindre igennem i de sandede oplande, da effekten dæmpes af den naturlige retention. Den hurtigere afstrømningsrespons i de lerede oplande medfører derimod en større følsomhed over for de indførte virkemidler, hvilket også bevirker, at effekten af virkemidlerne er størst i år med stor afstrømning, da en større del af afstrømningen i disse år vil være hurtig, overfladenær afstrømning.

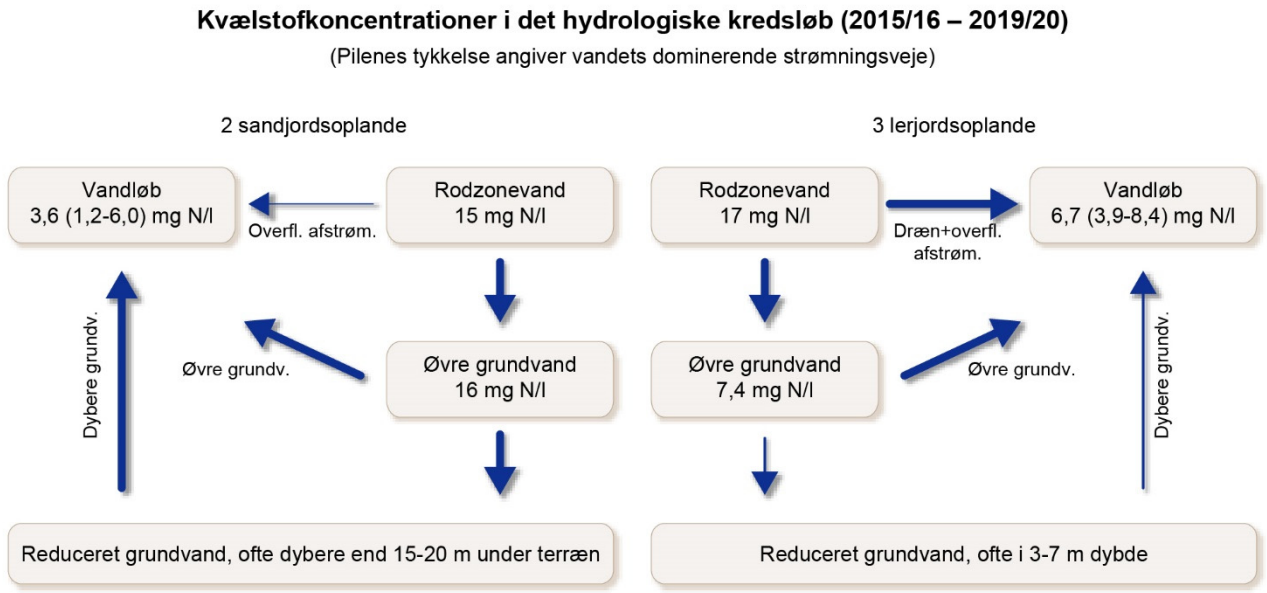
8 Kvælstofkredsløbet i landbrugsøkosystemer

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, 2015/16-2019/20.

8.1 Koncentrationsprofilet i det hydrologiske kredsløb

Kvælstofkoncentrationerne i de forskellige dele af kredsløbet er vist i figur 8.1.

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 øverste grundvand. Dybere i jorden vil der normalt være reducerende forhold, og her vil kvælstofindholdet falde til under detektionsgrænsen.



Figur 8.1. Gennemsnitlige modellerede nitratkoncentrationer i rodzonevand (1 m u.t.), målte nitratkoncentrationer i det øvre iltede grundvand (fra det øverste filter med vand i 1,5-5 m u.t.) og koncentrationer af total-N i vandløb samt interval for de viste oplande for henholdsvis tre lerjords- og to sandjordsoplande, 2015/16-2019/20.

Lerjordsoplande er præget af en hurtig respons på nedbørshændelser, dvs. oplandene er karakteriseret ved overfladenær afstrømning, 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.

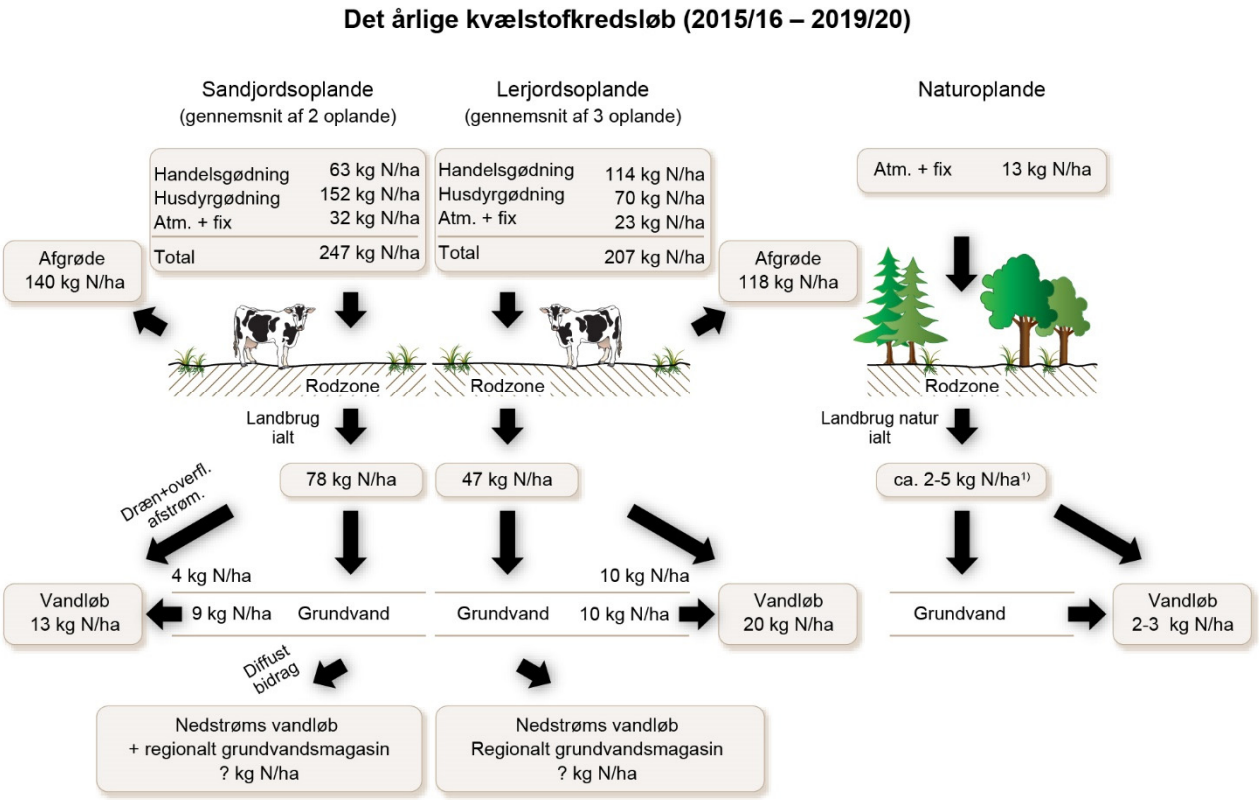
Sandjordsoplande er derimod præget af en forholdsvis langsom respons på nedbørshændelser, og er karakteriseret ved, at en større andel af det vand der strømmer ud til vandløbene, er fra det dybere iltfrie grundvand, hvor denitrifikation har fjernet en del af nitraten fra vandet, og kvælstofkoncentrationerne derfor er forholdsvis lave.

8.2 Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb

Det overordnede strømningsmønster for vandet har betydning for, hvor meget kvælstof der strømmer af til vandløbene (figur 8.2).

I lerjordsoplandene er den årlige nettotilførsel (totaltilført minus fraført med afgrøde) til marken ca. 89 kg N ha^{-1}. Den modelberegnede udvaskning (N-LES) fra rodzonen i oplandet har i perioden udgjort ca. 47 kg N ha^{-1} $år^{-1}$. Det diffuse kvælstoftab til vandløbene for de dyrkede arealer har udgjort ca. 20 kg N ha^{-1} $år^{-1}$; det svarer til, at der gennemsnitlig er godt 42 pct. af rodzoneudvaskningen, som er nået til vandløbene. Der er dog stor forskel imellem lerjordsoplandene.

I sandjordsoplandene er den årlige nettotilførsel til marken ca. 107 kg N ha^{-1} $år^{-1}$. Den modelberegnede udvaskning (N-LES4) fra rodzonen i oplandet er opgjort til ca. 78 kg N ha^{-1} $år^{-1}$. Det diffuse kvælstoftab til vandløbene for de dyrkede arealer har udgjort ca. 19 kg N ha^{-1} fra oplandet i Nordjylland (LOOP 2) og ca. 7 kg N ha^{-1} fra oplandet i Sønderjylland (LOOP 6). Med en gennemsnitlig modelberegnet udvaskning på 73 (LOOP 2) og 84 (LOOP 6) for de to oplande, svarer det til, at henholdsvis 26 og 8 pct. af rodzonens nitratudvaskningen er nået ud til vandløbene.



Figur 8.2 Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for årene 2015/16-2019/20. Kvælstofbalancen er fra interviewundersøgelsen 2015-2020, mens udvaskningen er modelbere6gnet for alle marker i oplandene med N-LES4 med et gennemsnitsklima for perioden fra 1990/91 til 2009/10. Vandløbstransport for total-N er korrigeret spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer den diffuse udledning fra dyrkede arealer inkl. spredt bebyggelse og baggrundsbidrag og opgjort som tabet fra det dyrkede areal. Opdeling af vandløbstransporten i overfladenær- og grundvandskomponenter er beskrevet i afsnit 7.1.

[1)] Intervallet for naturarealer, 2-5 kg N ha^{-1}, henviser til udvaskningen fra henholdsvis gammel natur og gammel skov.

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 uden om målestationen. 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.

På udyrkede arealer (naturoplande) er der et kvælstofinput fra atmosfæren på ca. 11 kg N ha^{-1} $år^{-1}$ og N-fiksering på 2 kg N ha^{-1} $år^{-1}$, mens der ikke sker nogen fraførsel. Fra sådanne arealer udvaskes typisk 2-5 kg N ha^{-1}. Spændet angiver forskellen mellem udvaskningen fra arealer, der altid har ligget som natur f.eks. overdrev og heder samt gammel skov. Hvis landbrugsarealerne i landovervågningsoplandene ikke havde været opdyrkede, ville udvaskningen formentlig have været på det samme niveau som i naturoplandene.

Til sammenligning er kvælstoftransporten fra naturarealer til vandløbene ca. 1-3 kg N ha^{-1} $år^{-1}$ (Bøgestrand, J., 2016, pers. medd.).

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

9 Fosforanvendelse i landbruget

9.1 Regulering af landbrugets forbrug af fosfor

Anvendelse af fosfor i husdyrgødning er indirekte reguleret gennem harmonikravene. Fra 2005-2019 blev mineralsk fosfor i foder reguleret gennem en afgift på 4 kroner kg^{-1}. Denne lov blev ophævet pr. 1/7-2019, og der skal ikke længere svares afgift af mineralsk fosfor i foder.

Som følge af Fødevare- og landbrugspakken fra 2015 er en ny husdyrbrugslov trådt i kraft 1. august 2017. Med den nye lov er der på baggrund af bedrifternes brugstype, indført et loft over tilførsel af fosfor fra både handels- og husdyrgødning. Den nye husdyrbrugslov erstatter de tidligere miljøgodkendelser. Med den nye lov er det blevet nemmere for kommunerne at administrere husdyrreguleringen, da loven er blevet forenklet i forhold til tidligere. Reguleringen af anlæg og arealer er blevet adskilt, og det er ikke længere et krav, at der skal være en miljøgodkendelse på bedriften.

Fosforlofterne for planårene 2017/18-2020/21 fremgår af tabel 9.1. Fra 2018 skal landbrugsbedrifter indsende gødningsregnskaber med data for bedriftens forbrug af fosfor i handels- og husdyrgødning samt i anvendt anden organisk gødning som slam og industriaffald. Fra planperioden 2018/2019 indførtes skærpede fosforlofter i oplande, hvor søer er omfattet af vandområdeplanerne. Her må der kun udbringes 30 kg P ha^{-1} uanset hvilken type af gødning, der anvendes, dog må undtagelsesbrug udbringe 35 kg P ha^{-1} i disse områder.

Tabel 9.1. Fosforlofter til og med planperioden 2020/2021.

	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	Skærpede områder fra 2018/19
Kvægbrug	30	30	30	30	30
Undtagelsesbrug	35	35	35	35	35
Slagtesvin	39	39	39	35	30
Søer og smågrise	35	35	35	35	30
Fjerkræ og pelsdyr	43	43	35	35	30
Andre husdyr	30	30	30	30	30
Organisk affald	30	30	30	30	30
Handelsgødning	30	30	30	30	30

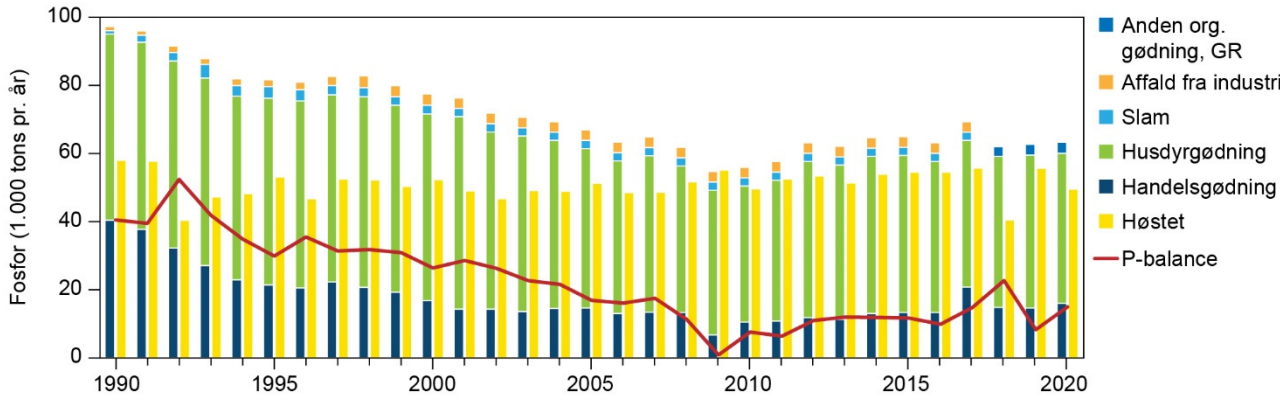
I LOOP blev der i 2018 udbragt for meget husdyrgødning på fem bedrifter, hvilket generelt skyldes en lagerforskydning.

9.2 Fosforbalancen for hele landet og i landovervågningsoplandene

Salget af fosforhandelsgødning er faldet fra 40.400 tons P i 1990 til 14.800 tons P i 2018 jf. data fra Danmarks Statistik. I 2019 og 2020 udgjorde forbruget af fosfor i handelsgødning henholdsvis 14.800 og 16.000 tons P og er baseret på landmændenes indberetning til gødningsregnskaberne. I 2010 var forbruget noget mindre og udgjorde 10.500 ton P. Fosfortildeling fra handelsgødning har generelt været faldende siden 1990, og er f.eks. 16 pct. lavere i perioden fra 2011 til 2016 end i perioden fra 2001 til 2005.

Fosfortilførsel med husdyrgødning er reduceret med ca. 10.600 ton i perioden fra 1990 til 2020 svarende til en reduktion på ca. 19 pct. Efter der blev indført afgift på foderfosfater i 2005, er fosfortilførslen med husdyrgødningen nogenlunde på samme niveau. Det årlige forbrug af foderfosfater blev efter indførsel af afgift i 2005 reduceret fra ca. 20.000 ton P i 2005 til 13.000-14.000 ton P i årene efter (Vinther og Olsen, 2020).

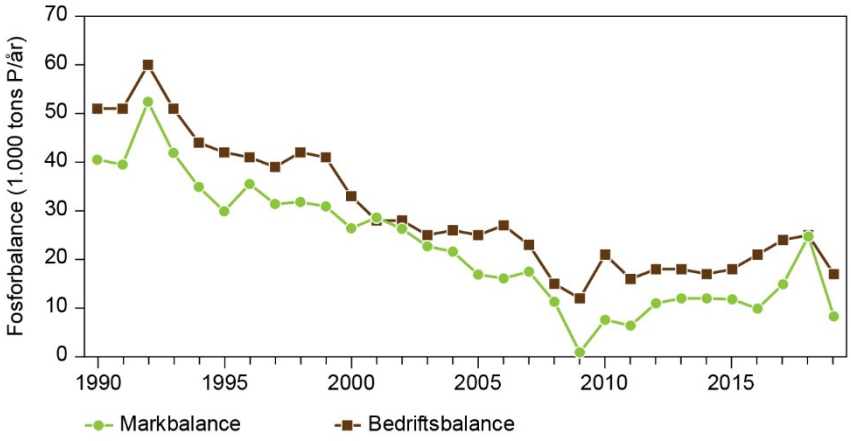
Nettotilførslen (også benævnt markoverskuddet) er reduceret fra 40.500 ton P i 1990 til 8.300 ton P i 2019 (figur 9.1) (datagrundlaget findes i bilag 1). Fra 2019 til 2020 steg fosforoverskuddet til 14.800 ton P, hvilket især skyldes en mindre høst af hovedsageligt raps, græs og kløver i omdrift og majs. Reduktionen i markoverskuddet fra 1990-2020 er på 63,5 pct.. Fosforoverskuddet per hektar er faldet lidt mindre, fra 14,5 kg N ha^{-1} i 1990 til 5,7 kg P ha^{-1} i 2020, et fald på knap 61 pct. Metoden til at opgøre næringsstoffer, der fraføres ved høst, blev ændret i 2012, således at næringsstofindholdet i grovfoderafgrøder beregnes ud fra udbyttet i foderenheder i stedet for, som tidligere, ud fra udbyttet i tørstof. Det har betydet, at tallene for nettotilførslen af fosfor er steget lidt ift. de tidligere opgørelser i Landovervågningsrapporterne.



Figur 9.1. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1990 til 2020.

Den totale fosforbalance for dansk landbrug opgjort som bedriftsbalance giver et lidt større overskud. I 2019 udgjorde dette overskud 17.000 ton P (Vinther & Olsen, 2020), mens overskuddet for markbalancen for samme år, som før nævnt, blev opgjort til 8.300 ton P (figur 9.2). Der er flere grunde til forskellen mellem de to opgørelser. Der kan være forskelle i datagrundlaget. Der kan være usikkerhed omkring opgørelse af anvendte fiskeprodukter i foder i bedriftsbalancen, usikkerhed omkring høstudbytter og P-indhold i afgrøder. Desuden er der usikkerhed på P anvendt i handelsgødning, idet denne i bedriftsbalancen er baseret på de danske grovvarefirmaers opgørelser af solgte mængder, og indeholder derfor ikke lagerforskydninger, mens dette forbrug i markbalancen for 2018 og 2019 er fra det indberettede forbrug til gødningsregnskaberne (Vinther og Poulsen, 2009; Vinther og Olsen, 2020).

Figur 9.2. Udviklingen i fosforoverskud opgjort som bedriftsbalance og som markbalance for dansk landbrug for perioden 1990-2019.



I Vandmiljøplan III var der en målsætning om, at totaloverskuddet (bedriftsbalancen) skulle reduceres med 25 pct. i forhold til overskuddet i 2001/02 inden 2009, og med yderligere 25 pct. frem til 2015, dels gennem afgiften på foderfosfater, dels gennem en forbedret foderudnyttelse. I 2013/14 er fosforoverskuddet faldet med 46 pct. siden 2001/02. Vandmiljøplan III blev afløst af Grøn Vækst og denne senere af Vandområdeplan II, og heri indgår ingen specifik målsætning om reduktion af fosforoverskuddet.

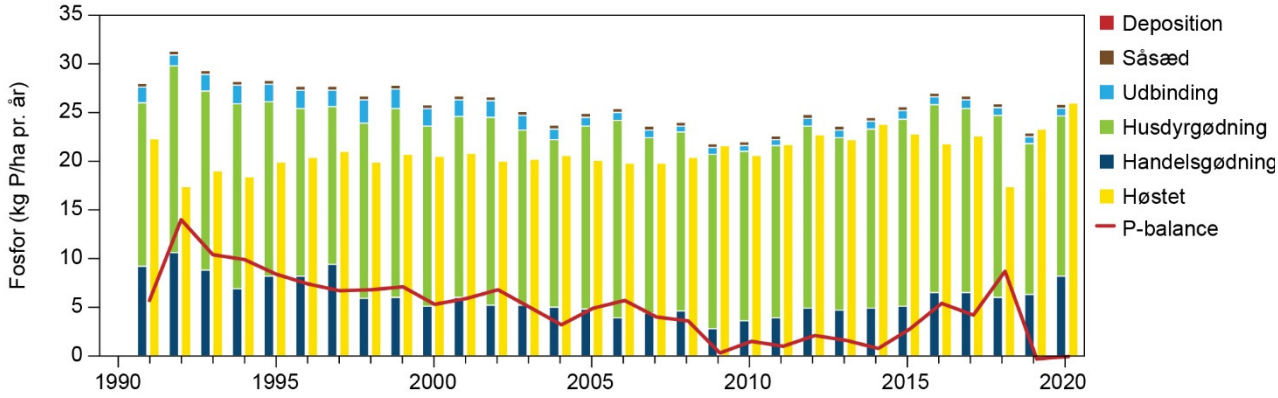
I landovervågningsoplandene er der i 1991 registreret et mindre fosforoverskud i markbalancen end for hele landet (figur 9.3 og tabel 9.1). Det skyldes, at der i landovervågningsoplandene blev registreret mindre forbrug af fosfor i handelsgødning. Året efter, i 1992, var både forbruget af fosfor i handelsgødning og husdyrgødning i landovervågningsoplandene og på landsplan på samme niveau. I 2020 er fosformarkoverskuddet i landovervågningsoplandene 5,7 kg P ha^{-1} mindre end for hele landet; hvor der både tilføres og fjernes lidt mere fosfor i landovervågningsoplandene end for hele landet.

Detaildata fra interviewundersøgelsen i landovervågningsoplandene viser, at der er stor forskel på markoverskuddet af fosfor afhængigt af brugstype og mængden af udbragt husdyrgødning.

Data fra landovervågningsoplandene har vist, at der på planteavlsbrug, der ikke anvender husdyrgødning, var et fosforunderskud på 6,3-10 kg P ha^{-1} i årene 2015-2020, dog 0,13 i det tørkeramte 2018, mens der på husdyrbrugene og planteavlsbrug, der anvender husdyrgødning, var overskud på 5,7-12 kg P ha^{-1} i 2015-2016, højere overskud på 9,9-15,5 P ha^{-1} i det tørkeramte 2018, men igen lavere overskud på 2,6-8,7 kg P ha^{-1} i 2019. For de økologiske bedrifter var fosforoverskuddet lidt lavere end for de øvrige husdyrbrug. Fosforoverskud øges ved stigende anvendelse af husdyrgødning (figur 9.4). I landovervågningen ses, at mange planteavlsbrug modtager forholdsvis meget husdyrgødning. Endvidere stiger P-overskuddet med stigende mængde husdyrgødning i forhold til husdyrtætheden (figur 9.4). Data er vist i Bilag 2b.

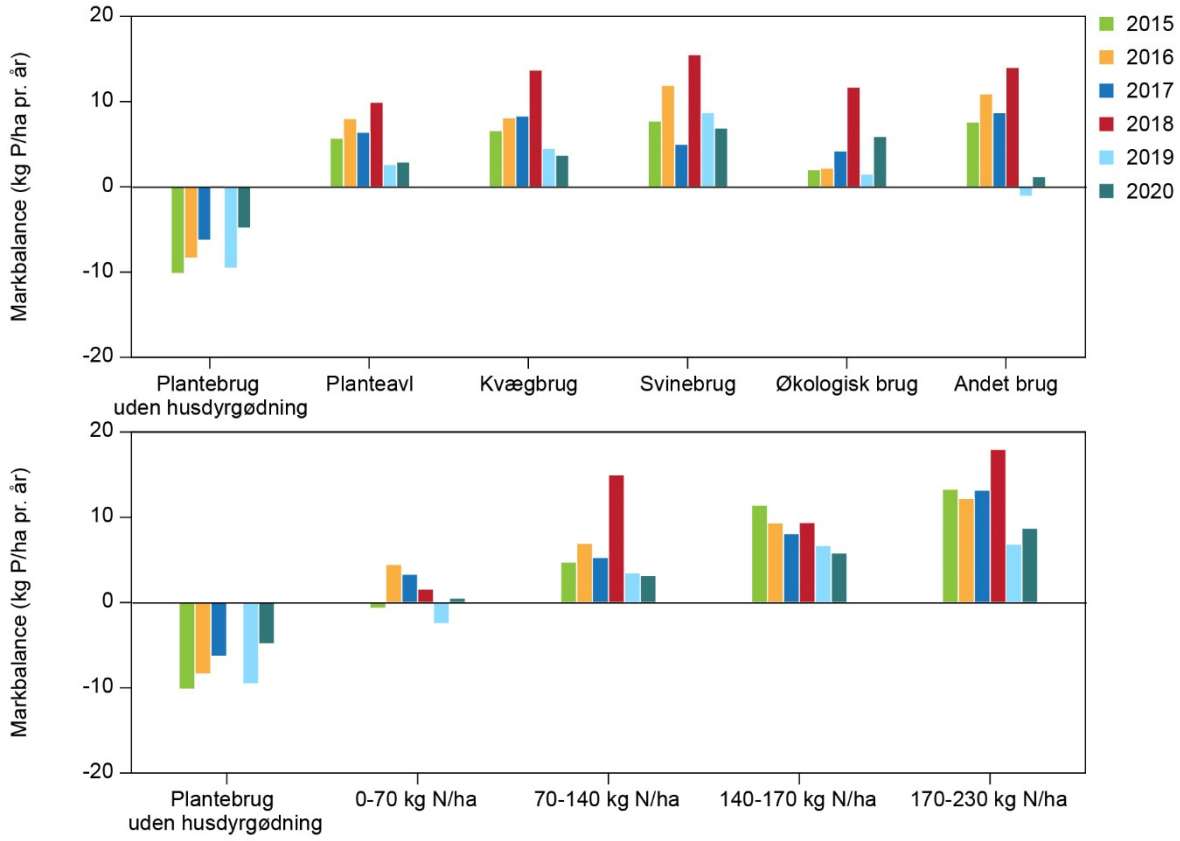
Tabel 9.1. Sammenligning af P-gødningsforbrug og P-overskud i landovervågningsoplandene og for hele landet for årene 1991, 1992, 2016-20.

		Handelsgødn.	Husdyrgødn.+slam	Deposition	Såsæd	Total tilført	Høst	P overskud
				Kg P ha^{-1} år^{-1}				
1991	Hele landet	13,6	21,0	0,1	0,4	35,1	20,8	14,3
	LOOP	9,2	18,4	0,1	0,4	28,0	22,3	5,7
1992	Hele landet	11,7	21,5	0,1	0,4	33,7	14,7	19,0
	LOOP	10,6	20,3	0,1	0,4	31,4	17,4	14,0
2016	Hele landet	5,0	19,1	0,1	0,4	24,5	20,7	3,8
	LOOP	6,5	19,8	0,1	0,4	26,4	24,5	2,4
2017	Hele landet	8,0	18,7	0,1	0,4	27,2	21,3	5,9
	LOOP	6,5	19,7	0,1	0,4	27,5	22,8	4,7
2018	Hele landet	5,7	18,1	0,1	0,4	24,3	15,6	8,7
	LOOP	6,2	18,9	0,1	0,4	26,3	17,5	8,3
2019	Hele landet	5,6	18,4	0,1	0,4	24,5	21,3	3,2
	LOOP	6,3	16,2	0,1	0,4	23,0	23,3	-0,3
2020	Hele landet	6,1	18,1	0,1	0,4	24,6	19,0	5,7
	LOOP	8,2	16,5	0,1	0,4	26,0	26,0	0,0



Figur 9.3. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for landovervågningsoplandene i perioden 1991 til 2020.

Det skal bemærkes, at et forsat underskud på planteavlsbrugene ikke vil være holdbart på sigt ud fra en produktionsøkonomisk betragtning. Som nævnt er de opgjorte fosforoverskud på markniveau i LOOP lavere end totale fosforoverskud opgjort som bedriftsbalancer på landsplan (Vinther og Olsen, 2017).



Figur 9.4. Fosforoverskud i marken i landovervågningsoplandene på ejendomme med forskellig brugstype og forbrug af husdyrgødning 2015-2020.

10 Fosfor i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand – målinger

10.1 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 5.1). Dyrkningspraksis og fosforudvaskningen for de enkelte stationer fremgår af Bilag 5.1 og 5.2.

Transport af opløst og totalfosfor til overfladevand via dræn måles ved 6 stationer på lerjord (Storstrøm (LOOP 1) og Fyn (LOOP 4)) og 1 station på et lavtliggende sandjordsareal (Nordjylland (LOOP 2)). Vandafstrømningen måles kontinuert, mens der udtages stikprøver af drænvandet én gang ugentligt. Endvidere foretages intensiv måling af fosforkoncentrationer fra alle dræn.

Opløst ortho-fosfat og total opløst fosfor måles i det øvre grundvand 1,5 til 5 meter under terræn i omkring 20 boringer i hvert af de 5 oplande med varierende analysefrekvens.

I 2000 blev fosfortallet (Pt, Olsen-P) målt på alle marker i landovervågningsoplandene, i alt 1365 målinger fordelt på 731 marker. 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.

10.2 Fosforudvaskning fra rodzonen

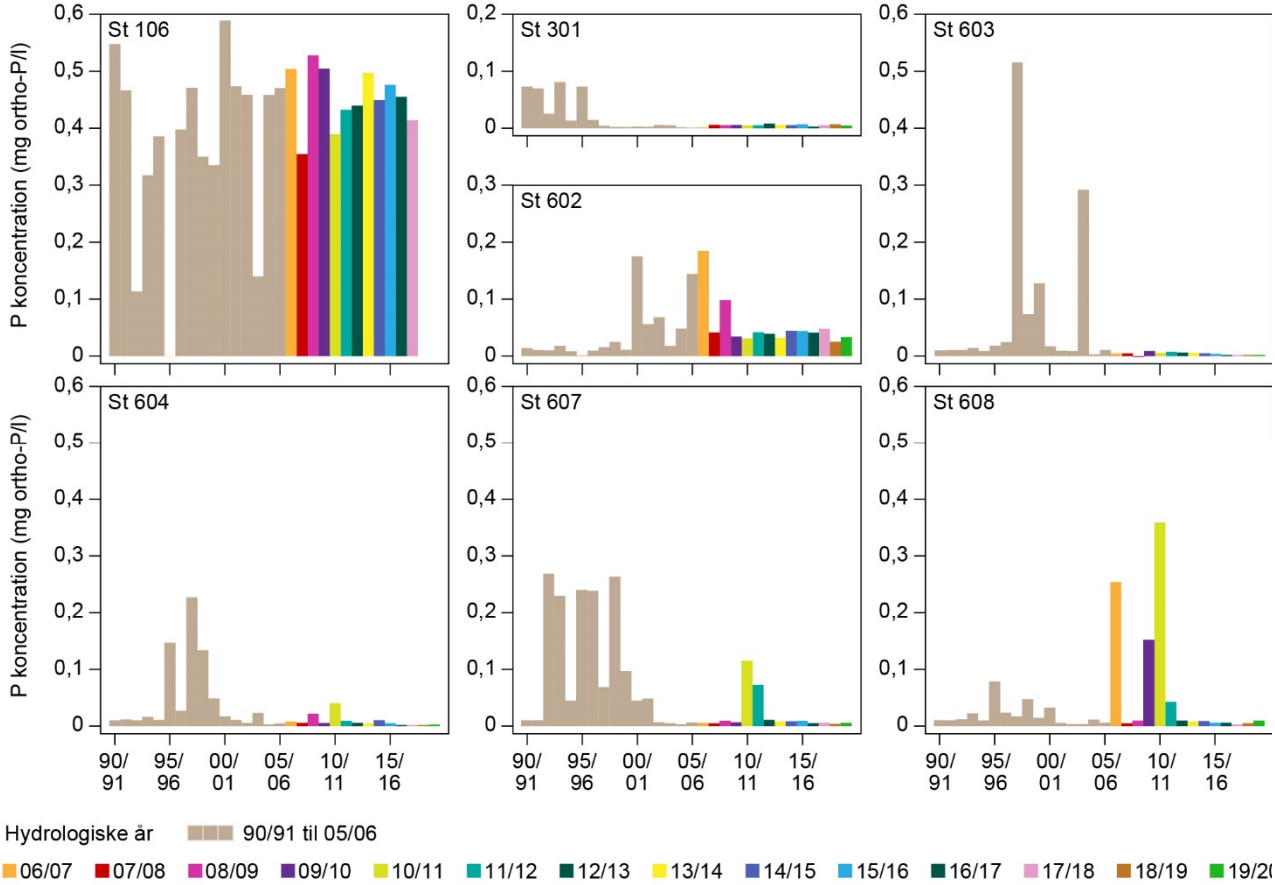
For 24 jordvandsstationer på landbrugsjord har koncentrationerne af ortho-P været lave i hele måleperioden siden 1990/1991 (0,004 - 0,0016 mg P l^{-1} som gennemsnit over perioden). Ligeledes har udvaskningerne fra rodzonen været lave (0,014 – 0,070 kg P ha^{-1} $år^{-1}$). Dog har udvaskningen af fosfor i Sønderjylland (LOOP 6) været lidt større end i de øvrige oplande på grund af en højere koncentration og en større vandafstrømning (tabel 10.1).

På 7 stationer af de i alt 31 stationer har der i hele perioden eller i en årrække været høje koncentrationer (figur 10.1). Disse stationer udgør 23 pct. af stationerne på landbrugsjord.

For én station på lerjord i Storstrøm (station 106) har der ved de ugentlige målinger været konstant høje P-koncentrationer i jordvandet (gennemsnitlig 0,421 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 og humusindhold på 1,4 pct. ned til 85 cm dybde. Fosfortallet blev i 2004 målt til 8,0 og 9,1 henholdsvis 10-25 cm og 25-50 cm, og med en fosformætning på ca. 65 pct. Marken adskiller sig ikke fra de øvrige marker i samme opland med hensyn til jordtype (JB 6) og sædskifte (vinterhvede, vårbyg, ærter og fabriksroer).

Tabel 10.1. Gennemsnitlig udvaskning af opløst ortho-P fra jorde med lav P-mobilitet, 1990/91-2019/20. Tabellen er lavet på grundlag af ufiltrerede prøver, da filtrering af jordvandsprøverne først blev introduceret i 2008.

	Antal Stationer	Afstrømning mm	P-udvaskning kg P ha^{-1}	P-koncentration mg P l^{-1}
Lerjorde				
LOOP 1. Storstrøm	5	198	0,014	0,007
LOOP 4. Fyn	5	308	0,039	0,013
LOOP 3. Østjylland	5	362	0,027	0,007
Sandjorde				
LOOP 2. Nordjylland	6	371	0,033	0,009
LOOP 6. Sønderjylland	3	510	0,070	0,013



Figur 10.1. Fosforkoncentrationer (opløst orthofosfat) i rodzonevandet ved 7 marker med høj P-mobilitet. Målingerne på station 106 ophørte midlertidigt i 2018 pga. omlægning af stationen.

Endvidere er der ved én station på lerjord i Østjylland (st. 301) målt høje koncentrationer af ortho-P i begyndelsen af måleperioden. Koncentrationerne er dog faldet igennem måleperioden, og er i 1996/97 på niveau med de øvrige stationer i oplandet.

På sandjorde i Sønderjylland (LOOP 6) har der ved fem stationer været toppe af høje koncentrationer (årlig vandføringsvægtede koncentrationer på 0,10-0,50 mg P l^{-1}), som er klinget af igen efter 1-3 år. Årsagen til de høje koncentrationer er sandsynligvis meget store P-tilførsler med husdyrgødning givet på en gang eller stor afgræsningsintensitet med deraf følgende stor gødningsafsætning (se bilag 5.1).

Fosforindholdet i jordvandet ved en skovstation har i hele perioden været lavt, omkring detektionsgrænsen på 0,005 mg P l^{-1}.

I 2007 blev der iværksat en analyse til bestemmelse af organisk fosforindhold i jordvand. Hidtil har bestemmelsen af ortho-P været udført på ufiltreret prøve, det vil sige at prøven er delvis filtreret via passage gennem sugecellerne, men der er ikke foretaget yderligere filtrering i laboratoriet. For at få et estimat for opløst organisk P måles der yderligere for ortho-P og total-P på filtreret prøve i laboratoriet. Forskellen mellem opløst total-P og opløst ortho-P antages at udgøre opløst organisk-P, men kan også være kolloidalt bundet P. Herved er det også muligt at analysere på betydningen af filtrering i laboratoriet. Resultatet for de første tolv hydrologiske år fremgår af tabel 10.2 og 10.3.

Tabel 10.2. Gennemsnitlige vandføringsvægtede koncentrationer af ortho-P målt på henholdsvis ufiltrerede og filtrerede jordvandsprøver i 2008/09 - 2019/20. Målingerne på stationen i LOOP 1 med de høje fosforkoncentrationer ophørte midlertidigt i 2018 pga. omlægning af stationen.

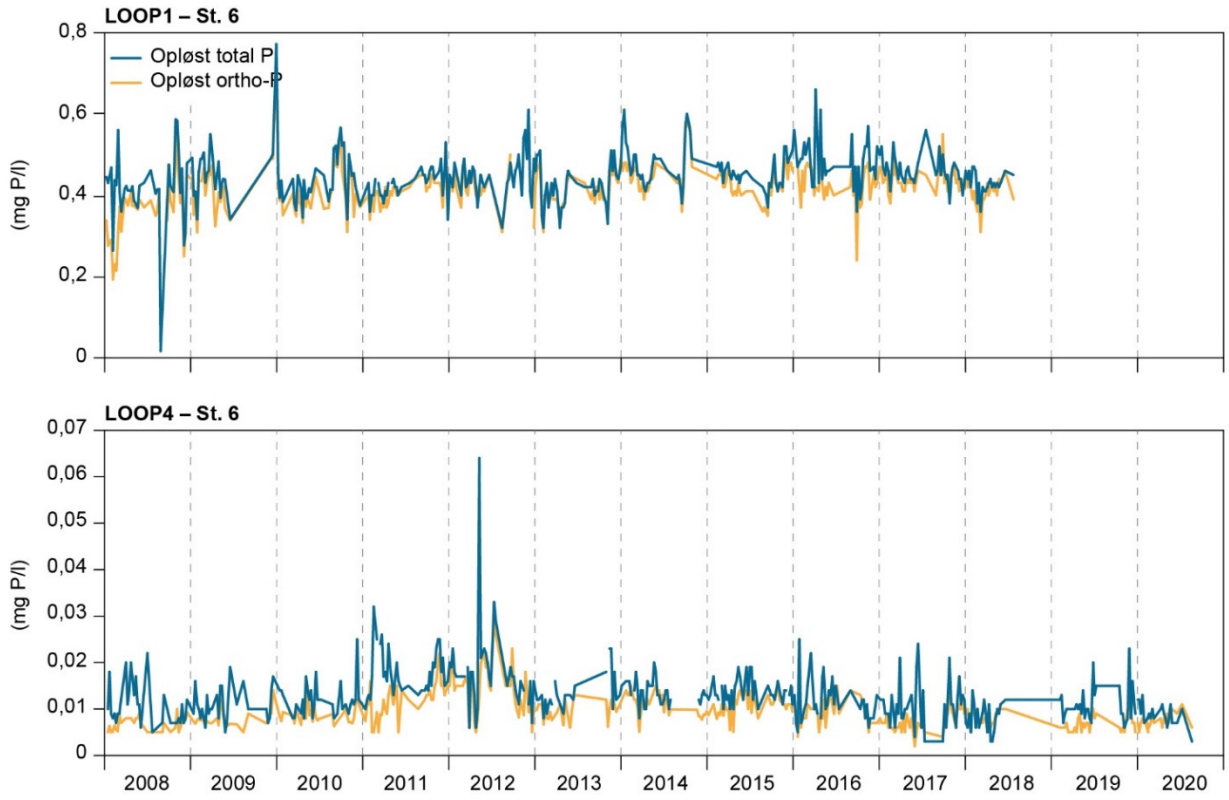
	Antal stationer	ortho-P (ufiltr) total mg P l^{-1}	ortho-P (filtr) opløst mg P l^{-1}	Forskel mg P l^{-1}
Lerjorde				
LOOP 1. Storstrøm	5	0,0066	0,0064	0
LOOP 1. Storstrøm	1	0,442	0,437	0,005
LOOP 4. Fyn	6	0,0139	0,0138	0
LOOP 3. Østjylland	6	0,0059	0,0059	0
Sandjorde				
LOOP 2. Nordjylland	6	0,0046	0,0045	0
LOOP 6. Sønderjylland	8	0,0185	0,0185	0

Tabel 10.3. Gennemsnitlige årlige koncentrationer af opløst ortho-P og opløst total-P for jordvandsstationerne i 2008/09 - 2019/20. Forskellen antages at være opløst organisk P. Andelen af opløst organisk P i forhold til hele fraktionen af opløst P er vist i parentes. Målingerne på stationen i LOOP 1 med de høje fosforkoncentrationer ophørte midlertidigt i 2018 pga. omlægning af stationen.

	Antal stationer	Opløst total-P mg P l^{-1}	Opløst ortho-P mg P l^{-1}	Forskel = Opløst org. P mg P l^{-1}
Lerjorde				
LOOP 1. Storstrøm	5	0,010	0,007	0,004 (36 pct.)
LOOP 1. Storstrøm	1	0,469	0,437	0,032 (7 pct.)
LOOP 4. Fyn	6	0,016	0,014	0,002 (14 pct.)
LOOP 3. Østjylland	6	0,008	0,006	0,002 (26 pct.)
Sandjorde				
LOOP 2. Nordjylland	5	0,008	0,004	0,003 (46 pct.)
LOOP 6. Sønderjylland	8	0,025	0,018	0,006 (26 pct.)

Generelt er der ingen målbar forskel på filtreret og ufiltreret ortho-P, idet forskellen ligger under detektionsgrænsen for målingen. Stationen med særlig højt fosforindhold i jordvandet i LOOP 1 adskiller sig dog herfra ved at udvise en forskel på 0,005 mg P l^{-1}, dette svarer dog kun til mindre end 2 pct. af koncentrationen i ufiltreret prøve (tabel 10.2). Med hensyn til opløst organisk P har koncentrationerne generelt ligget på 0,002-0,006 mg P l^{-1}. Også her adskiller stationen i LOOP 1 med høj P-koncentration sig fra de øvrige stationer ved

at have et indhold af opløst organisk P på 0,032 mg P l^{-1} (tabel 10.3 og figur 10.2), procentvis svarer det dog kun til ca. 7 pct. af den totale opløste fraktion. Som gennemsnit for alle stationerne udgør indholdet af organisk P ca. 25 pct. af den totale opløste fraktion.



Figur 10.2. Eksempel på målinger af opløst ortho-P og opløst total-P i jordvandet på to lerjorde 2008-2020. Målingerne på st. 6 i LOOP 1 ophørte midlertidigt i 2018 pga. omlægning af stationen.

10.3 Fosfortransport fra dræn til overfladevand

10.3.1 Fosfor i drænvand fra lerjorde

I 2008 - 2020 er der målt på tre fosforfraktioner udtaget som punktprøver, nemlig opløst ortho-P, opløst total-P samt ufiltreret total-P. Indholdet af opløst organisk P beregnes som forskellen mellem opløst total-P og opløst ortho-P, mens indholdet af partikulært P beregnes som forskellen mellem opløst total-P og ufiltreret total-P (tabel 10.4).

For tre af de fem drænarealer på lerjord har de gennemsnitlige, vandføringsvægtede koncentrationer af total-P været ret lave, gennemsnitligt 0,032 mg P l^{-1} (tabel 10.4), fordelt med henholdsvis 0,020, 0,005 og 0,007 mg P l^{-1} på fraktionerne opløst ortho-P, opløst organisk P og partikulært P. På disse jorde er fosforkoncentrationerne i drænvandet lavere end i de vandløb drænene afvander til (se endvidere tabel 12.1).

Ved én station i Storstrøm (LOOP 1) har de gennemsnitlige koncentrationer af total-P ligget på 0,163 mg P l^{-1}. De høje koncentrationer skyldes først og fremmest opløst ortho-P og i mindre grad opløst organisk P, mens partikulært P er på samme niveau eller lavere end på de øvrige lerjorde. Endelig er der et dræn på Fyn, som ligeledes har en relativt høj koncentration af total-P på 0,076

mg P l^{-1}. Her er alle 3 fraktioner forhøjede, og partikulært P udgør godt en tredjedel af den totale P-fraktion. Årsagen til de høje koncentrationer ved drænstationen i Storstrøm kan, som nævnt tidligere, være forårsaget af et højt fosfortal ned til forholdsvis stor dybde. Ved drænstationen på Fyn skyldes de høje koncentrationer derimod delvist makroporestrømning (se også afsnit 10.3.3), dels at der i 2007/08-2009/10 er forekommet forurening fra en markstak med majsensilage, som var placeret på et nærliggende areal, der skrånede ned mod drænstationen.

Tabel 10.4. Gennemsnitlige, vandføringsvægtede koncentrationer af opløst ortho-P, opløst total-P og ufiltreret total-P for perioden 2008/09 - 2019/20 i drænvand. Opløst organisk P er beregnet som forskellen mellem opløst total-P og opløst ortho-P, og partikulært P som forskellen mellem opløst total-P og ufiltreret total-P.

Drænareal	**Lerjorde**		**Lerjorde**		**Sandjorde**
	Lave P konc.		**Høje P konc**		**Lavbundsjord**
Lokalitet	**Storstrøm**	**Fyn**	**Stor-strøm**	**Fyn**	**Nordjylland**
Antal stationer	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**
Målinger	Koncentration (mg P l^{-1})				
Total-P	0.020	0,056	0,163	0,076	0,141
Opløst total-P	0,016	0,044	0,161	0,046	0,070
Opløst ortho-P	0,012	0,036	0,150	0,036	0,059
Beregnet					
Opløst organisk P	0,004	0,008	0,011	0,010	0,011
Partikulært P	0,004	0,012	0,002	0,030	0,071

Det må konkluderes, at den fosfor der udledes fra drænede lerjorde, består af både opløst ortho-P, opløst organisk P og partikulært P, fordelingen er imidlertid afhængig af arealets beskaffenhed og forhistorien mht. fosfor i jorden. Som gennemsnit for alle lerjorderne har opløst ortho-P, opløst organisk P og partikulært P udgjort henholdsvis 73, 110 og 16 pct. af total-P.

I tabel 10.5 er vist koncentrationer og transport af opløst ortho-P og total-P som gennemsnit for hele overvågningsperioden. De gennemsnitlige koncentrationer for hele perioden svarer til koncentrationerne i 2008/09 til 2019/20. Størrelsen af transporten afspejler de ovenfor beskrevne forskelle i koncentrationer mellem stationerne.

Tabel 10.5. Årlige vandføringsvægtede drænvandskoncentrationer og drænvandstransport af fosfor fra stationer med henholdsvise lave og høje fosforkoncentrationer, gennemsnit for 1990/91-2019/20.

Drænareal	**Lerjorde**		**Lerjorde**		**Sandjorde**
	Lave P konc.		**Høje P konc**		**Lavbundsjord**
Lokalitet	**Storstrøm**	**Fyn**	**Storstrøm**	**Fyn**	**Nordjylland**
Antal stationer	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**
	Koncentration (mg P l^{-1})				
Opløst ortho-P	0,014	0,028	0,159	0,045	0,048
Total-P	0, 022	0,055	0,173	0,071	0,117
	Transport (kg P ha^{-1})				
Opløst ortho-P	0,017	0,083	0,124	0,041	0,443
Total-P	0,027	0,097	0,135	0,071	1,057

10.3.2 Fosfortransport fra dræn på et lavtliggende areal på sandjord

Det drænede areal er et tidligere engareal med tilstrømmende grundvand. De arealspecifikke afstrømninger baseret på det topografiske opland er derfor høje; gennemsnitlig 894 mm $år^{-1}$ i perioden 1990/91 - 2019/20.

Fosforkoncentrationerne i drænvandet har været høje. Koncentrationen af total-P har i 2008/09 – 2019/20 ligget på 0,141 mg P l^{-1} (tabel 10.4), fordelt med 0,059, 0,011 og 0,071 mg P l^{-1} på fraktionerne opløst ortho-P, opløst organisk P og partikulært P. På dette lavtliggende område skyldes de forhøjede koncentrationer både opløst ortho-P og partikulært P, mens organisk P har mindre betydning.

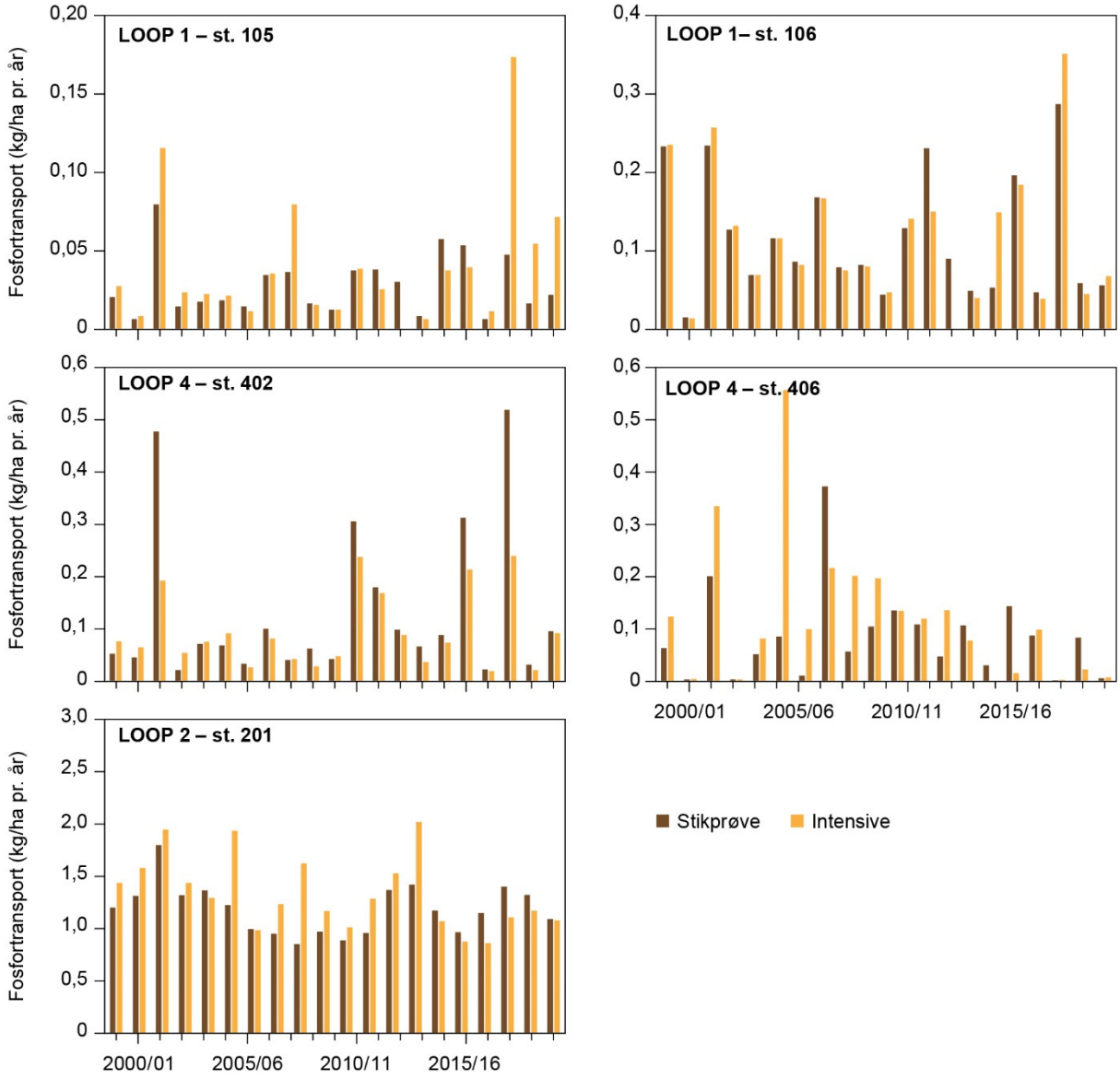
Det er sandsynligt, at området, eller dele heraf, er vandlidende, og at dette har medført, at udledningen af fosfor er forhøjet.

10.3.3 Usikkerhed omkring bestemmelse af fosfortab – intensiv prøvetagning

De ovenfor beskrevne fosfortab gennem dræn er bestemt ved udtagning af ugentlige stikprøver. Tidligere undersøgelser af drænvand (Grant et al., 1997) og vandløb (Bøgestrand, 2000) har vist, at målinger af fosfortransporten oftest undervurderes med stikprøvetagning i forhold til intensiv prøvetagning. Dette skyldes, at der under nedbørshændelser kan forekomme kortvarige hændelser med høj fosforkoncentration (makroporestrømning). Oftest vil disse hændelser ikke blive fanget ved en stikprøvetagning, mens de med stor sandsynlighed vil afspejles i en intensiv prøvetagning. På den anden side, hvis en hændelse bliver fanget ved en stikprøvetagning, er der stor risiko for, at prøvens fosforindhold er overvurderet i forhold til den periode, som prøven skal dække.

Siden 1999/00 er der foretaget intensiv prøvetagning fra to dræn i henholdsvis LOOP 1 og LOOP 4 og fra et dræn i LOOP 2. Der er foretaget en tidsproportional prøvetagning i form af timeprøver puljet til en ugentlig prøve. Resultaterne heraf har vist, at transporten af opløst ortho-P i gennemsnit for de fem dræn, er omtrent 10 pct. højere ved stikprøvetagning end ved intensiv prøvetagning (gennemsnit over den 21-årige prøvetagningsperiode), hvilket kan tolkes, som at der sker en mindre omsætning af opløst ortho-P i løbet af perioden fra prøvetagning til analyse. Transporten af totalfosfor målt ved stikprøvetagning er derimod undervurderet i flere år i forhold til den intensive prøvetagning. For et enkelt dræn i LOOP 1 er den gennemsnitlige undervurdering på 32 pct., vurderet for perioden 1999/00-2019/20, mens transporten for det andet dræn med intensiv prøvetagning i LOOP 1 ligger som gennemsnit for denne periode på samme niveau som ved stikprøvetagning. For LOOP 4 er billedet mere variabelt. Her kan stikprøvetagningen i enkelte år også overvurdere transporten. Dette er tilfældet ved station 402 for halvdelen af måleårene og ved station 406 i enkelte år (figur 10.3). Ved station 406 er der en stor forskel mellem de to prøvetagningsstrategier. Her undervurderer stikprøvetagning transporten med 33 pct. i gennemsnit for de 21 måleår. Dette skyldes sandsynligvis en betydelig forekomst af makroporestrømning, hvilket understøttes af en betydelig transport af partikulært P (se afsnit 10.3.1). I LOOP 2 er transporten af total-P undervurderet med 13 pct. ved stikprøvetagningen.

For de 5 stationer er den gennemsnitlige transport af total-P undervurderet med 9 pct. over den 21-årige periode ved stikprøvetagning i forhold til intensiv prøvetagning.



Figur 10.3. Bestemmelse af transport fra dræn af total-P ved henholdsvis stikprøve og intensiv prøvetagning, 1999/00 – 2019/20.

10.4 Fosfor i det øvre grundvand

Det øvre grundvands indhold af fosfor i LOOP-områderne overvåges i grundvandsprøver udtaget mellem 1,5 og 5 meter under terræn. I alle disse områder kan det øvre grundvand karakteriseres som værende relativt højtliggende, idet der mange andre steder i landet ikke findes grundvand så tæt ved terræn. I Grundvandsrapporten for 1989-2014 (Thorling et al., 2015) er der grundigt redegjort for forekomst af forskellige fosforkomponenter i det øvre grundvand.

Vandprøvernes fosforindhold kan opdeles i fire puljer:

1) Opløst uorganisk ortho-P (P_{ortho}),
2) Opløst organisk bundet P (P_{org}),
3) Partikulært bundet uorganisk P,
4) Partikulært bundet organisk P.

Det er meget vanskeligt at finde det ”sande” partikulære *in situ* fosforindhold i grundvandet. Når man udtager grundvandsprøver, vil ændringer i trykforholdene under pumpning medføre, at der frigøres sediment fra formationen til prøven. Indholdet af suspenderet stof i en prøve afhænger på den måde af prøvetagningsteknikken og ikke af indholdet af suspenderet stof i grundvandsmagasinet som sådan. Det giver derfor ikke mening at måle fosfor i ”ikke-filtrede” prøver i grundvand. I selve grundvandsmagasinerne forventes der kun at være ganske lidt suspenderet fosfor. I overfladevand er det derimod vigtigt at måle indholdet af den suspenderede partikulære del af fosfor, da denne kan have stor betydning for stoftransporten.

For at finde mængden af opløst fosfor i grundvand skal vandprøverne filtreres jf. teknisk anvisning (Thorling, 2012). Hvis grundvandprøverne ikke er filtrerede, vil en vis mængde suspenderet stof med fosfor bundet til bl.a. jernoxider på mineraloverfladerne komme med i analyseresultatet for total fosfor (P_{tot}).

I filterede grundvandprøver er der derfor kun to relevante puljer, nemlig opløst ortho-P og opløst organisk-P, der tilsammen udgør P_{tot}. I laboratoriet analyseres der for P_{ortho} og $P_{tot.}$ Opløst organisk-P findes som forskellen mellem de to. Bemærk, i grundvand omfatter betegnelsen total-fosfor (P_{tot}) alene opløst fosfor og ikke som i overfladevand summen af partikulært og opløst fosfor.

Resultaterne i årets rapport er som i de tre sidste år opgjort på hydrologiske år både for det seneste år (2019/20) og den seneste 5 års periode (2015/16 - 2019/20). Der laves en opgørelse for såvel middelværdierne som medianværdierne, idet koncentrationsfordelingen for målepunkterne varierer meget med mange lave værdier og en mindre andel høje værdier over 10 gange medianværdien. I det hydrologiske år 2019/20 indgik der 91 LOOP-indtag i overvågningen, mens der i perioden 2015/16 til 2019/20 indgik 95 LOOP-indtag med målinger for fosfor.

Tabel 10.6 viser median-værdierne for koncentrationen af P_{ortho} og P_{tot} i det øvre grundvand for det hydrologiske år 2019/20 og perioden 2015/16 - 2019/20 for de 5 landovervågningsoplande opdelt på lerjord og sandjordsområder. Værdien for hvert LOOP-opland er beregnet som medianen af de hydrologiske års medianværdier for de enkelte indtag.

I 2019/20 ligger medianværdierne for såvel P_{tot} som P_{ortho} på niveau med periodeværdierne.

Medianværdien for P_{ortho} i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene er lav sammenlignet med indholdet i dybere grundvand (Thorling mfl., 2019) og af samme størrelsesorden i lerjords- og sandjordsområderne, bortset fra i LOOP 2, se tabel 10.6. Der er dog overvejende et højere indhold under sandjord end under lerjord i landovervågningsoplandene. Den relativt lave medianværdi for P_{ortho} hænger sammen med, at indholdet af fosfor er mindst i øvre overvejende iltet grundvand sammenlignet med dybere overvejende reduceret grundvand, hvor fosfor i mindre grad kan bindes til jernoxider.

Tabel 10.6. Medianværdier for opløst orthofosfat-P og total-P i det øvre grundvand (≤ 5 m.u.t.) for det hydrologiske år 2019/20 og for perioden 2015/16 til 2019/20. Detektionsgrænsen har siden jan 2016 været er 0,001 mg l^{-1} for P_{ortho} og 0,003 mg l^{-1} for P_{tot}.

Status, n=91 2019/20	**Ortho-P** **(mg l^{-1})**	**Total opløst P** **(mg l^{-1})**	**Ortho-P/P_{tot}** **(pct.)**
Lerjorde			
Lolland (LOOP 1)	0,004	0,005	70
Østjylland (LOOP 3)	0,009	0,009	10
Fyn (LOOP 4)	0,010	0,009	111
Sandjorde			
Nordjylland (LOOP 2)	0,023	0,025	90
Sønderjylland (LOOP 6)	0,009	0,014	64
Perioden n= 95 2015/16-2019/20	**Ortho-P** **(mg l^{-1})**	**Total opløst P** **(mg l^{-1})**	**Ortho-P/P_{tot}** **(pct.)**
Lerjorde			
Lolland (LOOP 1)	0,004	0,007	50
Østjylland (LOOP 3)	0,007	0,009	76
Fyn (LOOP 4)	0,007	0,010	68
Sandjorde			
Nordjylland (LOOP 2)	0,024	0,029	82
Sønderjylland (LOOP 6)	0,009	0,013	72

Indholdet af total opløst fosfor, P_{tot} for såvel ler- som sandjordsoplande kan ikke alene forklares ud fra indholdet af P_{ortho}, der for mediankoncentrationerne områdevis i 2019/20 udgør 64-100 pct. af P_{tot}. Den resterende andel formodes, som tidligere nævnt, at bestå af organisk bundet fosfor, P_{org}. De senere år har forskellen mellem P_{tot} og P_{ortho} været mindre end hidtil, hvilket ikke kan udelukkes at skyldes ændrede metoder ved de lavere detektionsgrænser.

Tabel 10.7 viser gennemsnitsværdierne for koncentrationen af P_{ortho} og P_{tot} i det øvre grundvand for det hydrologiske år 2019/20 og perioden 2015/16 - 2019/20 for de 5 landovervågningsoplande. Værdien for hvert LOOP-område er beregnet som gennemsnitsværdier af de hydrologiske års gennemsnitsværdier for de enkelte indtag.

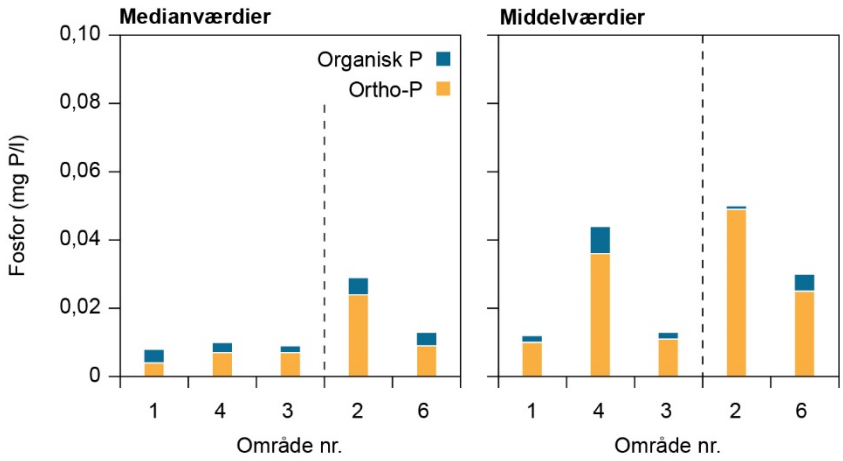
Koncentrationsfordelingen for den årlige gennemsnitskoncentration for ortho-P i alle LOOP-indtag har de sidste mange år været den samme, bortset fra prøverne fra det hydrologiske år 2017/18, der var et meget tørt år. I 2017/18 lå den årlige gennemsnitskoncentration for totalfosfor lavere end tidligere, se også forrige års rapportering, tabel 10.6 og 10.7 (Blicher-Mathiesen m.fl., 2019)

Set over den seneste 5-års periode ligger medianværdien for P_{tot} lavere eller på samme niveau som middelværdien for P_{tot} i alle LOOP-områderne. Der er dog fortsat en ikke ubetydelig del af det totale opløste fosfor, som kun kan forklares ud fra grundvandets indhold af organisk bundet P. Samtidig skal det bemærkes, at fosforindholdet især for sandjordene ligger højere end for lerjordene, se figur 10.4. Dette vil umiddelbart synes overraskende, idet der er en større andel af indtagene, der er placeret i reduceret grundvand i lerjordsområderne. Det kan ikke udelukkes, at dette har noget at gøre med arealanvendelsen og forskelle i husdyrdensitet, hvor der (se figur 9.4) er hhv. under- og overskud af fosfor i arealer med hhv. planteavl og husdyr.

Figur 10.4 viser fordelingen af fosfor i det øvre grundvand i de 5 LOOP-områder for hhv. medianværdier og gennemsnitsværdier i det hydrologiske år 2019 / 20. Det fremgår af figuren, at gennemsnitsværdierne er væsentligt højere end medianværdierne, idet der i hvert LOOP-opland, for en mindre del af indtagene, er meget høje koncentrationer af fosfor, typisk over 0,1 mg l^{-1}. I det omfang det øvre grundvand strømmer til overfladevand, vil det således ift. den samlede stoftransport, være en mindre del af arealet, der bidrager med hovedparten af det opløste forfor.

Tabel 10.7. Gennemsnitsværdier for koncentrationen af orthofosfat og total-fosfor i det øvre grundvand (≤ 5 m.u.t.) for 2019/20 og for perioden 2015/16 - 2019/20. Detektionsgrænsen har siden jan 2016 været er 0,001 mg l^{-1} for P_{ortho} og 0,003 mg l^{-1} for P_{tot}.

Status, n= 91 2019/20	**Ortho-P** **(mg P l^{-1})**	**Total opløst P** **(mg P l^{-1})**	**ortho P/P_{tot}** **(pct.)**
Lerjorde			
Lolland (LOOP 1)	0,010	0,012	86
Østjylland (LOOP 3)	0,011	0,013	84
Fyn (LOOP 4)	0,036	0,044	82
Sandjorde			
Nordjylland (LOOP 2)	0,049	0,051	98
Sønderjylland (LOOP 6)	0,025	0,030	82
Periode, n=95 2015/16 -2019/20	**Ortho-P** **(mg P l-1)**	**Total opløst P** **(mg P l-1)**	**ortho P/P_{tot}** **(pct.)**
Lerjorde			
Lolland (LOOP 1)	0,009	0,014	65
Østjylland (LOOP 3)	0,011	0,013	83
Fyn (LOOP 4)	0,034	0,044	78
Sandjorde			
Nordjylland (LOOP 2)	0,047	0,052	91
Sønderjylland (LOOP 6)	0,025	0,043	59



Figur 10.4. Indholdet af fosfor i det øvre grundvand opdelt på ortho-P og org-P for de enkelte LOOP-områder i 2019/20. Til venstre vist som gennemsnit, til højre som medianværdier for hvert område.

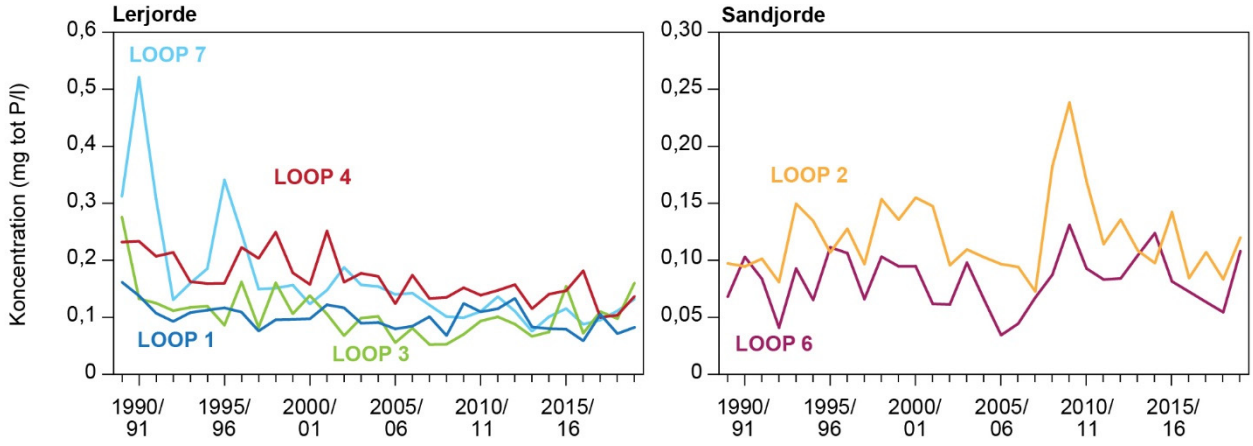
11 Fosforafstrømning til vandløb

Næringsstofafstrømningen til vandløb måles i de fem landovervågningsoplande, hvor der også måles på jordvand og grundvand. Desuden foretages der også målinger i vandløbet i Hulebæk (LOOP 7). Vandafstrømningen beregnes ud fra kontinuert registrering af vandstand og måling af vandføring hver 2. uge. Der udtages stikprøver af vandløbsvandet én gang hver 2. uge. Endvidere foretages der intensiv måling af fosfortransporten i vandløbene, hvor prøver udtages automatisk, dog ikke i Hulebæk. Der måles totalfosfor-koncentration på alle de intensivt indsamlede prøver, mens der i en årrække fra 1993/1994 og frem med vekslende frekvens også har været målt koncentration af opløst ortho-fosfor. Disse målinger er ophørt. Opgørelser af vandafstrømning, koncentration og transport af fosfor er foretaget for hydrologiske år, dvs. perioden fra 1. juni til 31. maj det efterfølgende år. For fem oplande findes der målinger fra 31 hydrologiske år (fra 1989/90 til 2019/20); for et opland (LOOP 6) dog kun for 30 år (1990/91-2019/20). Vandafstrømningsmønsteret er beskrevet i kapitel 6. Det fremgår heraf, at afstrømningen er mindst i Højvads Rende i Storstrøm (LOOP 1) og stiger for vandløbene mod vest med den største afstrømning i Bolbro Bæk i Sønderjylland (LOOP 6).

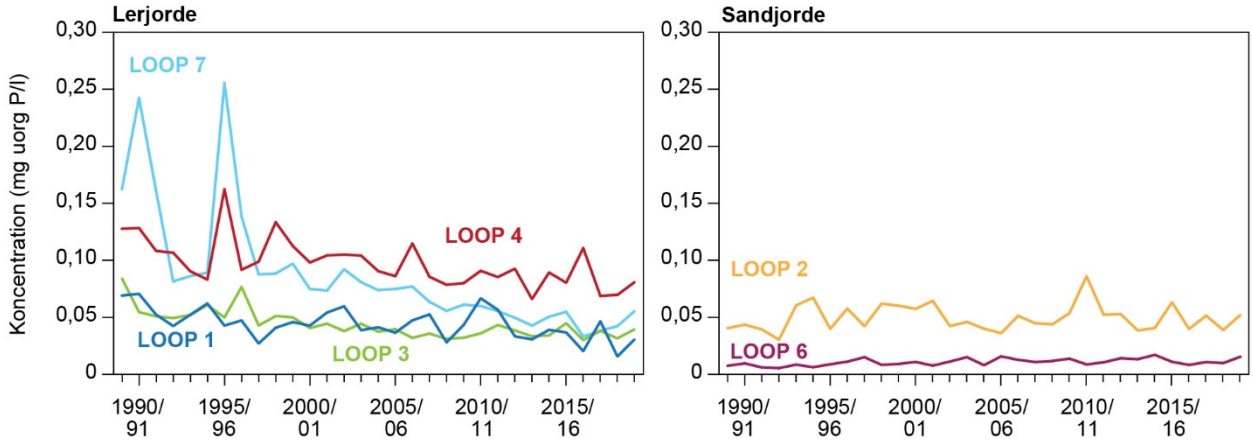
11.1 Koncentration af fosfor

11.1.1 Sandede og lerede oplande

Som gennemsnitsbetragtning for måleperioden er den vandføringsvægtede koncentration af totalfosfor højest i vandløb, der afvander lerede oplande (figur 11.1, baseret på punktprøver). Dette overordnede mønster i koncentrationerne skyldes formentlig, at andelen af den overfladenære afstrømning (drænvand, makroporetransport, mv.) er større i de lerede oplande end i de sandede oplande (tabel 7.1). I Odder Bæk (LOOP 2), hvor fosforkoncentrationen ligger på niveau med nogle af vandløbene i de lerede oplande, kan den store andel af drænede arealer sandsynligvis forøge den hurtigtresponderende afstrømning i nogle perioder, og dette vil øge udvaskningen af fosfor. I det sandede opland til Bolbro Bæk (LOOP 6) 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, høje vandføringer i vandløbet. Opløst uorganisk fosfor udgør i den okkerpåvirkede Bolbro Bæk kun 13 pct. af totalfosfortransporten, mens denne andel udgør 41-58 pct. i de andre fem vandløb set over perioden 1989/90 til 2019/20 (figur 11.1 og 11.2).



Figur 11.1. Vandføringsvægtet koncentration af totalfosfor i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1989/90-2019/20. Bemærk forskellen i akseinddelingen på ordinataksen mellem de to figurer.



Figur 11.2. Vandføringsvægtet koncentration af opløst uorganisk fosfor i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1989/90-2019/20.

11.1.2 Udviklingstendenser

Udviklingen i fosforkoncentration er beregnet ved hjælp af Mann-Kendall's trendtest og Sen's hældningsestimator (Carstensen & Larsen, 2006). Koncentrationsændringen i det enkelte vandløb er herefter beregnet som den relative forskel på modelestimatet for 1989 og 2020. Analysen er baseret på årlige, vandføringsvægtede fosforkoncentrationer for hele perioden 1989-2020.

Den statistiske test viser, at koncentrationen af totalfosfor er faldet signifikant i de fire lerjordsoplande, hvorimod koncentrationen ikke er ændret signifikant i de to sandjordsoplande (tabel 11.1). Faldet i fosforkoncentrationerne i lerjordsoplandene kan 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 et bidrag fra det åbne land inklusiv landbrug i øvrigt.

Tabel 11.1. Trend i vandløbskoncentration af totalfosfor i perioden 1989-20 med relativ ændring i forhold til 1989. ***: signifikant på 1 pct.-niveau, **: signifikant på 5 pct.-niveau, n.s.: ikke signifikant.

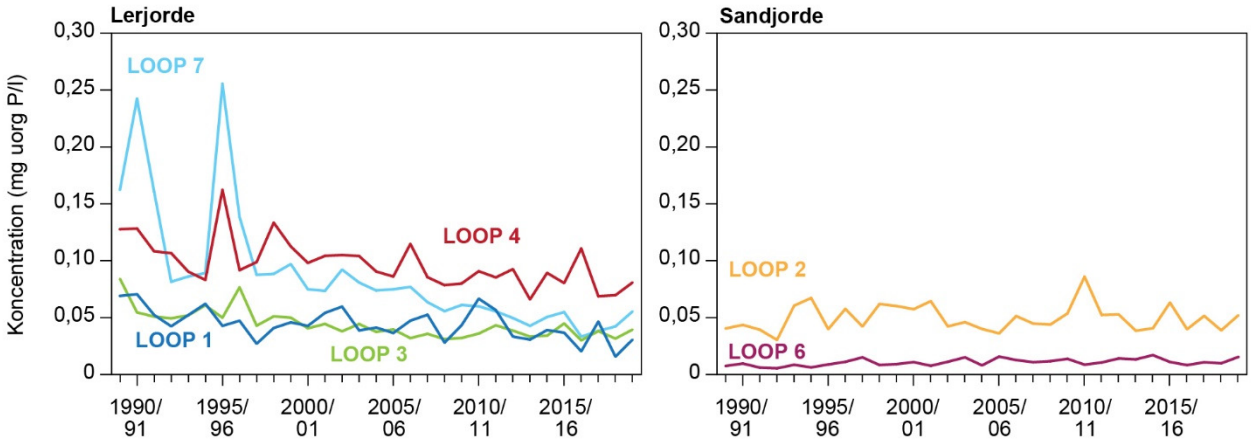
	Relativ ændring (pct.)	Signifikans-niveau
Højvads Rende (LOOP 1)	-33	**
Lillebæk (LOOP 4)	-44	***
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-39	**
Hule Bæk (LOOP 7)	-61	***
Odder Bæk (LOOP 2)	1	n.s.
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-1	n.s.

11.2 Tab af fosfor fra oplandene

Den målte transport af fosfor i vandløbet kan omregnes til et tab fra det åbne land ved at fratrække udledninger fra punktkilder i oplandet fra den observerede fosfortransport i vandløbet (se bilag 6.2). I det beregnede tab fra det åbne land indgår udledninger af fosfor fra spredt bebyggelse og gårde samt tab fra både dyrkede og udyrkede arealer i form af erosion, overfladisk afstrømning, udvaskning via dræn og via grundvand samt erosion af vandløbsbrinker.

11.2.1 Sandede og lerede oplande

Der er ingen systematiske forskelle på tabet af totalfosfor fra sandede og lerede oplande set over hele måleperioden (figur 11.3). Det beregnede tab af totalfosfor fra det åbne land til vandløb i de dyrkede oplande, gennemsnitlig 0,2-0,5 kg P ha^{-1} $år^{-1}$, kan sammenholdes med baggrundstabet af totalfosfor målt i oplande uden eller med lille grad af dyrkning, som er opgjort til ca. 0,15 kg P ha^{-1} (Andersen & Heckrath, 2020).

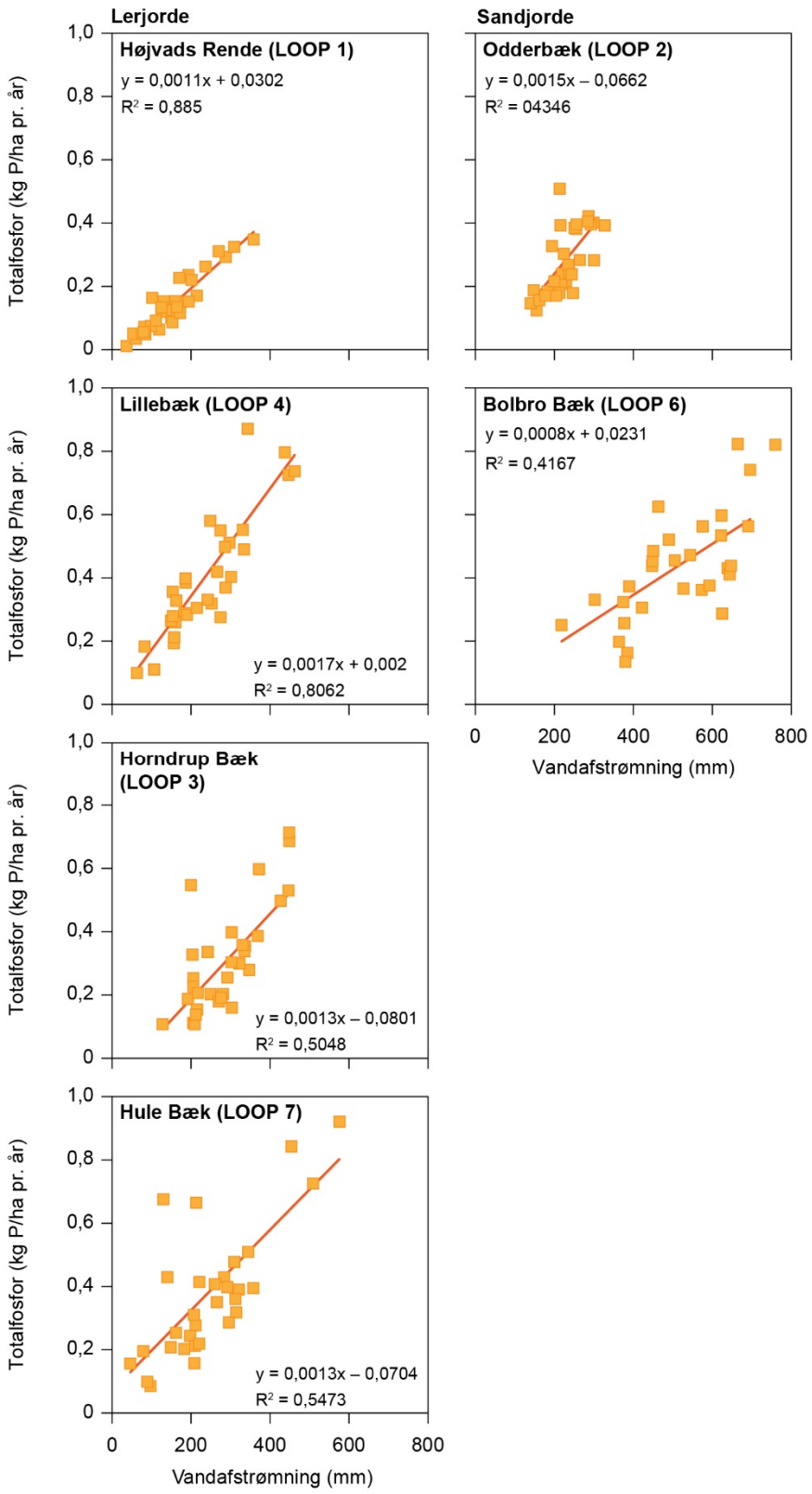


Figur 11.3. Tabet af totalfosfor fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1989/90-2019/20.

11.2.2 Sammenhæng mellem fosfortab og afstrømning

Tabet af fosfor fra det åbne land er meget styret af nedbørsmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte måleår. Således stiger det årlige fosfortab i de enkelte oplande med stigende afstrømning (figur 11.4). Ved stigende afstrømning stiger fosfortabet mest fra de lerede oplande Lillebæk opland (LOOP 4) og Horndrup Bæk (LOOP 3) og mindst fra det grovsandede opland til Bolbro Bæk (LOOP 6), hvilket sandsynligvis afspejler den høje andel af grundvand i afstrømningen herfra.

Figur 11.4. Sammenhænge mellem årligt fosfortab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2019/20.



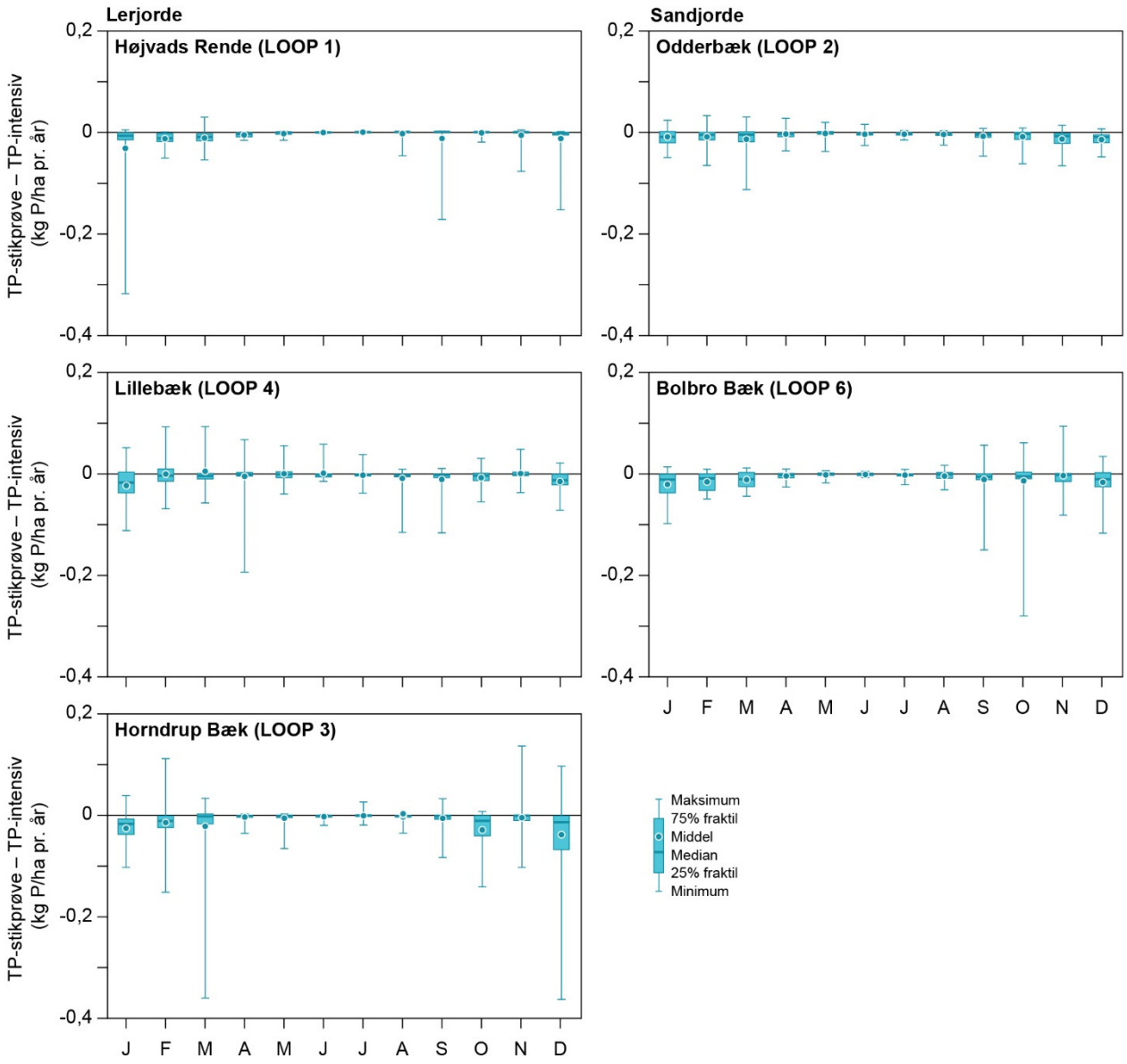
11.2.3 Betydning af prøvetagningsstrategi

Den traditionelle prøvetagning med stikprøver hver 2. uge er i en årrække suppleret med en intensiv prøvetagning med automatiske prøvetagere, tabel 11.2.

Tabel 11.2. Oversigt over perioder med intensiv prøvetagning og prøvetagningsstrategi.

	Periode	Prøvetagningsstrategi
Højvads Rende (LOOP 1)	1994/95 – 2006/07	Mix af flompuljet ugeprøve, flowproportional og ugepuljet tidsproportional
	2009/10 – 2011/12	Ugepuljet tidsproportional
	2016/17 – 2019/20	Ugepuljet tidsproportional
Odderbæk (LOOP 2)	1992/93 – 2006/07	Mix af flompuljet ugeprøve, flowproportional og ugepuljet tidsproportional
	2009/10 – 2019/20	Ugepuljet tidsproportional
Horndrup Bæk (LOOP 3)	1992/93 – 2006/07	Mix af flompuljet ugeprøve og ugepuljet tidsproportional
	2009/10 – 2019/20	Ugepuljet tidsproportional
Lillebæk (LOOP 4)	1993/94 – 1997/98	Mix af flowproportional og ugepuljet tidsproportional
	1998/99 – 2005/06	Flowproportional
	2009/10 – 2019/20	Ugepuljet tidsproportional
Bolbro Bæk (LOOP 6)	1997/98 – 2006/07	Flompuljet ugeprøve
	2009/10 – 2019/20	Ugepuljet tidsproportional

Som det tidligere er vist (Bøgestrand, 2000), giver de intensivt gennemførte målinger af fosforkoncentrationen i mindre vandløb sig generelt udslag i en højere koncentration og en større transport af totalfosfor end ved anvendelse af de gængse stikprøver, som udtages hver anden uge. Det er således store forskelle, som kan optræde imellem månedstransporten af totalfosfor opgjort på baggrund af stikprøver og de intensive prøver med automatisk prøvetager (figur 11.5). Gennemsnitligt undervurderes transporten ved stikprøvetagning i alle måneder i størrelsesordenen få procent og op til over 40 pct., men der kan også i alle oplandene forekomme enkelte måneder enkelte år, hvor transporten af totalfosfor generelt overvurderes ved stikprøvetagning. Den største, absolutte afvigelse mellem de to strategier ses i Horndrup Bæk (LOOP 3), hvor stikprøvetagning som gennemsnit for måleperioden har undervurderet transporten af totalfosfor med 0,16 kg P ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 11.3). Den absolutte afvigelse mellem de to strategier er langt mindre for transporten af opløst ortho-fosfor, som udgør 13 – 54 pct. af totalfosfortransporten (afsnit 11.1.1). Stikprøvetagning kan både under- og overvurdere transporten af opløst orthofosfat bestemt ved intensiv prøvetagning (tabel 11.3).



Figur 11.5. Månedlig forskel mellem stikprøvetransport og intensiv transport (stikprøve – intensiv).

Tabel 11.3. Gennemsnitlig afvigelse på årstransporten af hhv. totalfosfor og opløst ortho-fosfor opgjort med intensiv prøvetagning og stikprøvetagning (stikprøve – intensiv). Sammenstillingen er kun foretaget for år, hvor der foreligger en fuldstændig årstransport beregnet på hhv. intensiv- og punktprøvetagning.

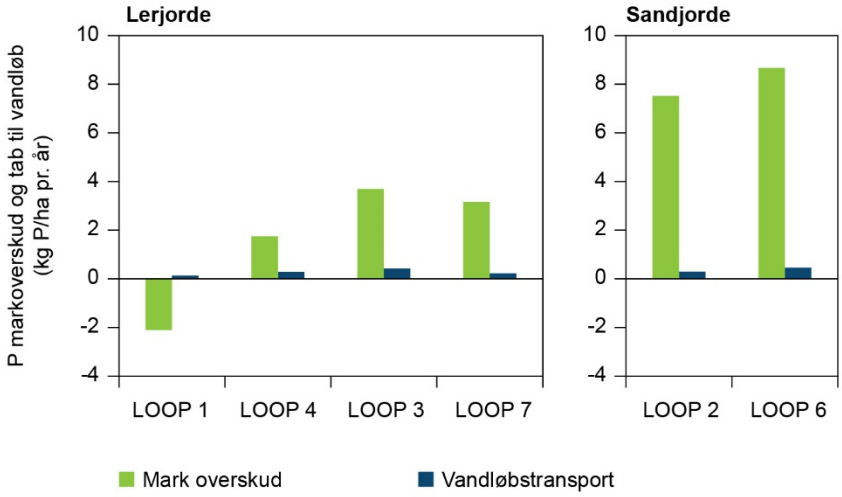
	Total-fosfor		**Opløst ortho-fosfor**	
	kg P ha^{-1} år^{-1}	**pct.**	**kg P ha^{-1} år^{-1}**	**pct.**
Højvads Rende (LOOP 1)	- 0,09	- 40	0,01	21
Lillebæk (LOOP 4)	- 0,06	- 12	- 0,02	- 7
Horndrup Bæk (LOOP 3)	- 0,16	- 33	0,01	6
Odderbæk (LOOP 2)	- 0,09	- 25	0,03	36
Bolbro Bæk (LOOP 6)	- 0,06	- 12	- 0,01	- 11

12 Fosfor i landbrugsøkosystemer

I dette afsnit sammenstilles hovedresultaterne fra målinger i de seks 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.

12.1 Fosforoverskud og tab til overfladevand

Fosforoverskuddet på marken i de seks overvågningsoplande er sammenlignet med den diffuse fosfortransport (bidrag fra landbrug, spredt bebyggelse samt baggrund) i vandløbene i figur 12.1 for den seneste 5-års periode (2015/16 - 2019/20). Vandløbstransporten i de to sandjordsoplande med størst fosforoverskud (LOOP 2 og 6) udgør 4-5 pct. af overskuddet. I tre lerjordsoplande med lavere fosforoverskud (LOOP 3, 4 og 7) udgør vandløbstransporten 8-17 pct. Da der ikke er luftformige tab af fosfor, vil den største del af overskuddet i disse oplande ophobes i jorden. Til trods herfor forekommer der fosfortab til vandløbet. I Lollandsoplandet (LOOP 1) er der negativt fosforoverskud. Vandløb påvirkes af en lang række forhold, herunder fosforindholdet i jorden, jordtype- og afvandingsforhold, nærheden til vandløbet og risikoen for erosion. Endvidere vil der være et bidrag fra spredt bebyggelse og et baggrundsbidrag, som der ikke er korrigeret for (se bilag 6.2).



Figur 12.1. Fosforoverskud i marken og fosfortab til vandløb i fem landovervågningsoplande, gennemsnit for 2015/16-2019/20.

Fosfortabet til vandløb er lille i forhold til fosforbalancerne i marken og uafhængigt af fosforoverskuddet det enkelte år. Men det skal understreges, at tab kan forekomme i lang tid efter, at overskudstilførslen er ophørt, og at de koncentrationer, der forekommer i vandløbene (0,08-0,13 mg total-P l^{-1} for den seneste 5-års periode), kan give anledning til eutrofiering i nedstrømsliggende søer.

12.2 Fosforkoncentrationer i de forskellige dele af det hydrologiske kredsløb

Tabel 12.1 giver en oversigt over fosforkoncentrationerne i de forskellige dele af vandkredsløbet.

Tabel 12.1. Fosforkoncentrationer i de forskellige dele af det hydrologiske kredsløb, 1990/91-2019/20 for jordvand, 2008/09-2019/20 for drænvand, 2015/16 – 2019/20 for grundvand, 1990/91-2019/20 for vandløb.

Vandmiljøet	Beskrivelse	opgørelse	Ortho P	Opløst Total-P[1)]	Total-P
			mg P l^{-1}	mg P l^{-1}	mg P l^{-1}
Jordvand	75 pct. af stationer	gns. vandf. vægtet	0,004-0,016	0,006-0,019	
	25 pct. af stationer (i år med forhøjede koncentrationer)	-	0,10-0,55	0,10–0,52	
Drænvand (stikprøve)[2)]	lerjorde, 3 stationer	-	0,012-0,036	0,016-0,044	0,020-0,056
	lerjorde, 2 stationer	-	0,036-0,152	0,046-0,161	0,076-0,163
	sandjord, 1 station, lavbundsjord	-	0,059	0,070	0,141
Øvre grundvand		median konc.	0,004-0,024	0,007-0,029	
	20-30 pct. af alle målinger	enkeltmålinger		>0,100	
Vandløb		gns. vandf. vægtet	0,01-0,11		0,08-0,20

[1)] for jordvand og drænvand er denne parameter kun målt siden 2008

[2)] Total-P kan være undervurderet i forhold intensiv prøvetagning

Ved ca. 75 pct. af jordvandsstationerne har de gennemsnitlige koncentrationer af opløst ortho-P ligget på 0,004-0,016 mg P l^{-1}, mens der ved 25 pct. af stationerne har været koncentrationer på 0,10-0,55 mg P l^{-1} i nogle få år eller i hele perioden. Koncentrationen af opløst total-fosfor ligger gennemsnitligt 14 – 46 pct. højere end koncentrationen af opløst ortho-P (tabel 10.3).

I drænvand fra lerjord er der ved tre stationer observeret gennemsnitlige årlige koncentrationer af opløst ortho-P på 0,012-0,036 mg P l^{-1}, og total-P på 0,016-0,044 mg P l^{-1}. Ved en station på lerjord er de tilsvarende koncentrationer henholdsvis 0,152 og 0,161 mg P l^{-1} (tabel 10.4). Disse værdier gælder for prøver udtaget som stikprøver. Værdierne for ortho-P svarer til, hvad der findes med intensiv prøvetagning, mens værdierne for total-P kan være undervurderet i forhold til intensiv prøvetagning. Dette skyldes, at stikprøvetagningen ikke nødvendigvis fanger toppe i afstrømningen ved store nedbørshændelser, som kan skyldes udskylning af dræn, makroporestrømning, erosion og overfladisk afstrømning, samt brinkerosion. For fem stationer er den gennemsnitlige transport af total-P således undervurderet med 9 pct. over en 21-årig periode. Dette dækker dog over store variationer mellem år og mellem dræn. I enkelte år kan stikprøvetagningen også overvurdere transporten af total-P fra dræn. På et lavtliggende sandjordsareal er der fundet koncentrationer i drænvand på gennemsnitlig 0,059 mg ortho-P l^{-1} og 0,141 mg total-P l^{-1}.

I jordvand og drænvand er der i 2008/09-2019/20 målt på opløst total-P. Forskellen mellem opløst ortho-P og opløst total-P antages, at udgøres af opløst organisk P eller kolloidalt bundet P. De foreløbige resultater viser, at opløst organisk P forekommer i både jordvand og drænvand; i gennemsnit af alle målinger udgør denne fraktion ca. 18 pct. af den opløste P-fraktion i drænvand (tabel 10.4) og 30 pct. af den opløste P-fraktion i jordvand (tabel 10.3).

I det øvre grundvand har mediankoncentrationen af ortho-P ligget på 0,004-0,024 mg P l^{-1} (gennemsnitskoncentration på 0,009-0,047 mg P l^{-1}), mens mediankoncentrationen af opløst total-P har ligget på 0,007-0,029 mg P l^{-1} (gennemsnitskoncentration på 0,013–0,052 mg P l^{-1}). Forskellen mellem opløst total-P og ortho-P udgøres af opløst organisk P eller kolloidalt bundet P, som altså udgør en betydelig fraktion af det øvre grundvands indhold af fosfor. I hvert LOOP-opland er der i en mindre del af indtagene meget høje koncentrationer af fosfor, typisk over 0,1 mg l^{-1}. I det omfang det øvre grundvand afdrænes til overfladevand, vil det således, ift. den samlede stoftransport, være en mindre del af arealet, der bidrager med hovedparten af det opløste fosfor.

I vandløbsvand har de gennemsnitlige årlige koncentrationer af total-P ligget på 0,08-0,20 mg P l^{-1}, dvs. væsentligt 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 med høje tab af fosfor. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at også udvaskning fra rodzonen og grundvandsbidrag kan have en ikke uvæsentlig betydning, jf. de punktvise høje koncentrationer i disse medier. Omfanget heraf er ikke kendt. Sammenligning af den traditionelle prøvetagning med stikprøver hver 2. uge med en intensiv prøvetagning med automatiske prøvetagere viser, at vandløbstransporten beregnet på grundlag af den traditionelle prøvetagning undervurderer vandløbstransporten af total-fosfor med gennemsnitligt 12 – 40 pct..

13 Pesticidanvendelse i landbruget

13.1 Handlingsplaner for sprøjtemidler

For at reducere sprøjtemidlers belastning af sundhed, natur og miljø blev Sprøjtemiddelstrategien vedtaget af et bredt flertal i Folketinget i 2013. Strategiens overordnede målsætning var at reducere belastningen fra sprøjtemidler med 40 procent i forhold til 2011 inden udgangen af 2015. Aftalens mål for 2015 blev senere forlænget med et år til udgangen af 2016. I 2017 blev et bredt flertal bestående af regeringen (Venstre, Liberal Alliance og Det Konservative Folkeparti), Dansk Folkeparti, Socialdemokratiet, Det Radikale Venstre og Socialistisk Folkeparti enige om at fastholde målet med pesticidbelastningsindikatoren (PBI) på 1,96 B ha^{-1} beregnet ud fra salgsdata fra 2015, som svarer til en reduktion på 40 pct. fra den tidligere aftale (Ørum, 2014).

I forbindelse med Sprøjtemiddelstrategien 2013-2016 blev pesticidafgiften ændret fra en værdiafgift til en differentieret afgift, der gør de mest sundheds- og miljøbelastende sprøjtemidler dyrere. Den nye indikator kaldes pesticidbelastningsindikatoren (PBI), og i modsætning til tidligere er den ikke baseret på, hvor ofte markerne sprøjtes (som behandlingshyppigheden byggede på), men den er baseret på, hvor belastende sprøjtemidlerne er for miljø og sundhed. Afgiften på sprøjtemidlerne er derfor baseret på, hvor belastende midlerne er på sundhed, natur og grundvand. PBI er baseret på beregninger af de aktive stoffer i pesticidernes effekt på miljøet og beregningerne bygger på den faktiske anvendelse af midlerne. PBI beregnes ved at dividere landbrugets samlede, årlige pesticidbelastning med det samlede, konventionelt dyrkede landbrugsareal i 2007 (Ørum, 2014). Det betyder, at PBI vil blive mindre, hvis mere areal omlægges til økologisk areal i forhold til arealet i 2007. Tidligere blev behandlingshyppigheden (BH) brugt til at opgøre den samlede belastning. Behandlingshyppigheden angiver, hvor mange gange det konventionelt dyrkede landbrugsareal i gennemsnit kan sprøjtes med den solgte mængde pesticider udbragt i standarddoseringen. Behandlingshyppigheden tager altså ikke højde for, om de pesticider der bruges, er mere eller mindre belastende og da den er beregnet på baggrund af salgstal og ikke faktiske anvendelse, kan der være en forsinkelse i brugen af pesticiderne. I dette kapitel opgøres pesticidanvendelsen i landbruget på baggrund af data fra Bekæmpelsesmiddelstatistikken (Miljøstyrelsen, 2020), samt detaildata fra interviewundersøgelsen i fem landovervågningsoplande i høståret 2019.

13.2 Opgørelsesmetoder

Den samlede pesticidbelastning (B kg^{-1} eller l^{-1}) beregnes ud fra midlernes anvendelse og indhold af aktivstof. Den beregnes ved at summere belastningen fra de enkelte indikatorer for sundhed og miljø. (Miljøstyrelsen, 2020). Den samlede pesticidbelastning fordelt på et givent areal giver fladebelastningen (BF). Fladebelastningen er beregnet som årets samlede belastning delt med størrelsen af det konventionelt dyrkede landbrugsareal for det pågældende år (B ha^{-1}) (Miljøstyrelsen, 2012). En opdeling af fladebelastningen på afgrødeniveau kan vise hvilke arealer, der er mest belastede.

Behandlingshyppigheden (BH) angiver, hvor mange gange årligt landbrugsarealet i gennemsnit kan behandles med den solgte mængde pesticider, under forudsætning af, at den fastsatte normale dosering anvendes (Miljø- og Energiministeriet, 2000). Behandlingshyppigheden udregnes på baggrund af det dyrkede areal, afgrødefordelingen, det solgte produkt og den godkendte dosis,

hvilket er metoden, som er angivet i Bicheludvalgets betænkning (Bichel-udvalget, 1998). I det dyrkede areal indregnes ikke græsarealer uden for omdrift, udyrkede brakmarker og, efter 1997, heller ikke økologisk dyrkede arealer.

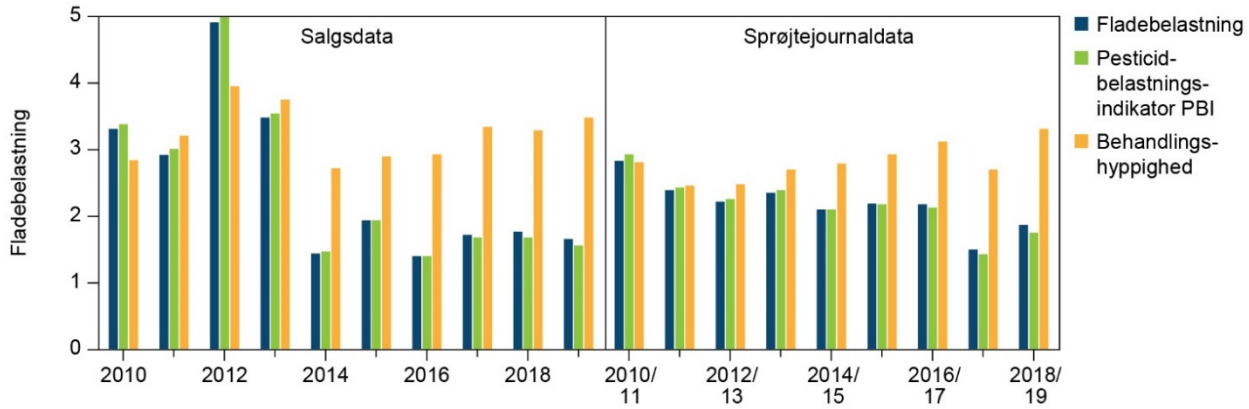
Belastningsindekset (BI) udtrykkes som belastning pr. standarddosis. Belastningsindekset siger noget om, hvor belastende for miljøet de enkelte midler er. Dermed kan indekset bruges til at vurdere, om de mere belastende midler udskiftes med mindre belastende midler. Belastningsindekset er en metode til at vælge mellem pesticider med samme ønskede virkning ud fra deres belastning af sundhed og/eller miljø.

Belastningen bliver opgjort både på salgstal fra Danmarks Statistik og ud fra indberetninger fra sprøjtejournaler. Ved opgørelsen over solgte mængder kan der derfor godt være en forskydning i indkøbt mængde og faktiske brugte mængde, hvis der for eksempel bliver købt ind til lager et år, som først bruges året efter.

I Miljøstyrelsen (2012) beskrives baggrunden for og metoderne til at beregne parametrene pesticidbelastningsindikator, fladebelastning og belastningsindeks.

13.3 Behandlingshyppighed på landsplan

I figur 13.1 ses opgørelsen fra Miljøstyrelsens bekæmpelsesmiddelsstatistik over udviklingen i salg og forbrug af sprøjtemidler opgjort på fladebelastning, pesticidbelastningsindikatoren (PBI) og behandlingshyppigheden. Opgørelsen er fra 2019 – dvs. at den er opgjort for planåret 2018/19, og opgørelsen med landovervågningsdata er for planåret 2019/20. På alle opgørelsesmetoderne er der et lavere forbrug, når der ses på salgsdata i forhold til sprøjtejournaler for årene 2014-2016. I 2017 er der solgt lidt mere, end der er blevet ført ud på markerne. I årene 2011-2013 er der især stor forskel på fladebelastningen og PBI på de to opgørelsesmetoder med salgstal og sprøjtejournaler, da der højest sandsynligt har været købt ind til lager, inden den nye afgift blev indført i 2013. Behandlingshyppigheden steg fra 2,8-2,9 BI ha^{-1} for 2014-2015 til 3,3-3,5 for årene 2016-2019. Den samme tendens ses for opgørelsen baseret på forbrugt mængde aktivstof, hvor mængden stiger fra 1,1 kg ha^{-1} i 2015 til 1,2 kg ha^{-1} i 2017 og 2018.

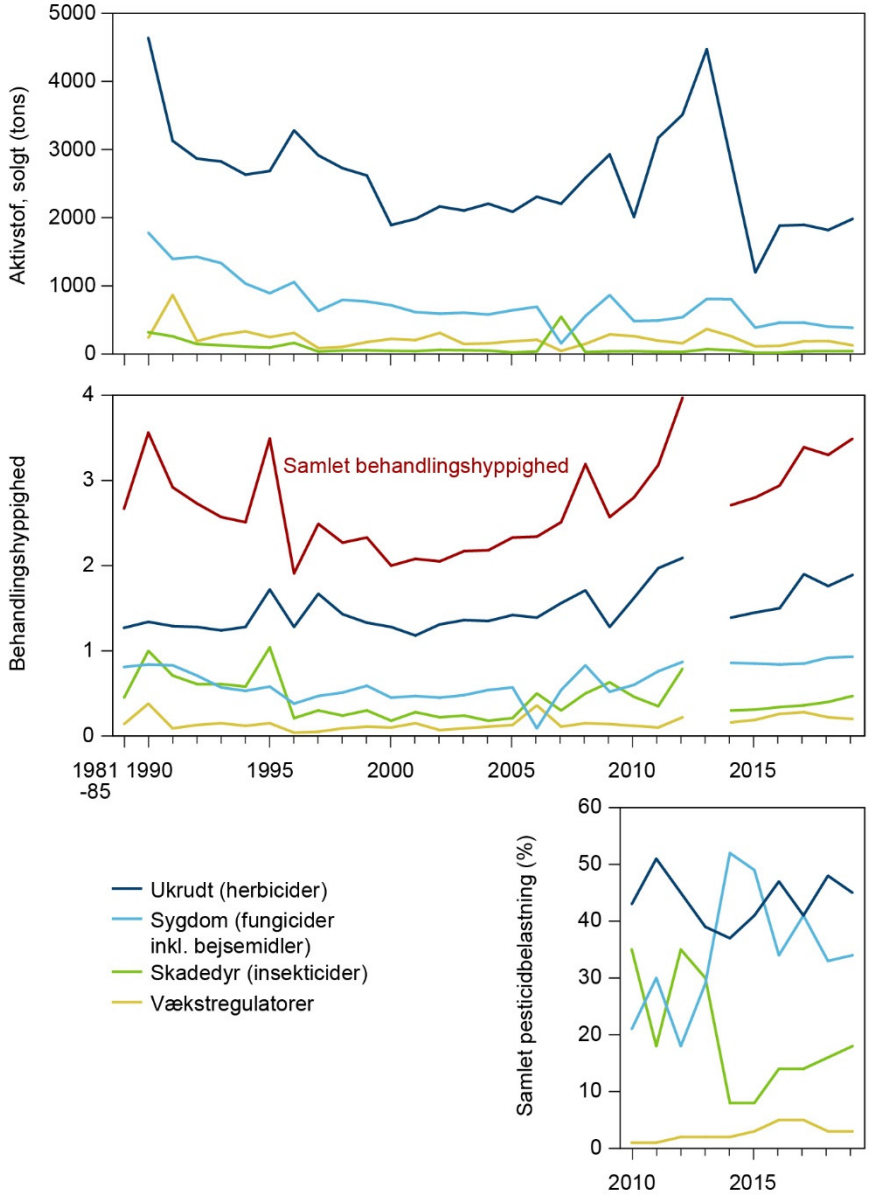


Figur 13.1. Fladebelastningen (BF), pesticidbelastningsindikatoren (PBI) og behandlingshyppigheden (BH) beregnet for 2010 til 2019 for både salgstal (til venstre) og fra sprøjtejournaler (til højre). Data stammer fra Miljøstyrelsens bekæmpelsesmiddelsstatistik 2019 (Miljøstyrelsen, 2021).

Ses der på PBI for salgsdata ligger indekset under grænsen på 1,96 B ha^{-1} fra 2014-2019. Værdierne spænder fra 1,40 i 2016 til 1,95 i 2015 B ha^{-1}, og i 2019

ligger niveauet på 1,57 B ha^{-1}. Dermed er målet for belastningen nået i denne periode. Ses der derimod på forbrugt mængde pesticid, ligger niveauet i perioden 2014-2017 mellem 2,14 - 2,41 B ha^{-1}, hvor niveauet var størst i 2014. Det kunne tyde på, at der i de seneste fire sprøjtesæsoner stadig bruges sprøjtemidler fra lager (Miljøstyrelsen 2017d). I 2019 er niveauet faldet til 1,76 B ha^{-1}.

Der har i de seneste år været stor variation i salget af pesticider. Således steg salget op til implementering af pesticidafgifter i 2013 væsentligt, hvor salget udgjorde 5.710 tons aktivstof i 2012. Herefter faldt salget med 70 pct. i perioden 2012 - 2014. Fra 2014 til 2015 er salget steget ca. 45 pct., mens niveauet nogenlunde er det samme i perioden 2015-2018, med et salg på 2.390 ton, 2.200 ton, 2.470 ton, 2.410 ton og 2.440 ton aktivstof i henholdsvis 2015, 2016, 2017, 2018 og 2019 (figur 13.2).



Figur 13.2. Udviklingen i mængderne af solgt aktivstof (øverst) og behandlingshyppighed (midt) og pesticidbelastning (pct.) for de fire grupper af bekæmpelsesmidler opgjort for hele landet og for perioden 1990-2012, 2014-2019.

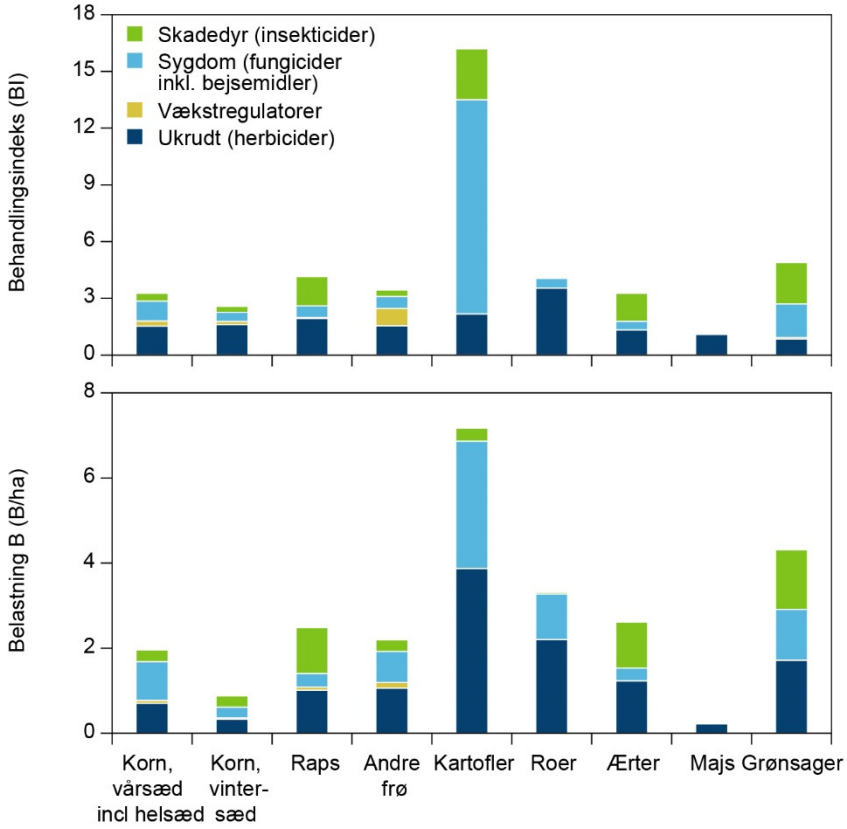
Behandlingshyppigheden og pesticidbelastning varierer meget mellem de fire pesticidgrupper. Herbiciderne udgjorde i 2019 54 pct. af den samlede behand-

lingshyppighed, fungiciderne er 26 pct. af behandlingshyppigheden, insekticider er 13 pct. af behandlingshyppigheden og vækstregulatorer 5 pct. af behandlingshyppigheden (figur 13.2).

Målt i solgt mængde aktivstof er herbiciderne ligesom tidligere den dominerende gruppe. Herbicidsalget udgjorde i 2019 78 pct. af det samlede pesticidsalg (figur (13.2), (Miljøstyrelsen, 2021).

Behandlingshyppigheden og pesticidbelastning er også opgjort på afgrødegruppeniveau i Miljøstyrelsens bekæmpelsesmiddelsstatistik. Følgende er en opsamling derpå for data opgjort på salgstal.

Vinterkorn og vårkorn havde i 2019 behandlingshyppigheder på henholdsvis 3,2 og 2,6 BI ha^{-1} (figur 13.3). De to afgrødegrupper dyrkes på størstedelen af det areal, der behandles (i alt 66 pct. af arealet), og har derfor stor betydning for den samlede behandlingshyppighed. Pesticidbelastningen (fladebelastningen) for vinterkorn og vårkorn var i 2019 henholdsvis 2,0 og 0,9 B ha^{-1}.



Figur 13.3. Fladebelastningen og behandlingshyppigheder for hele landet i 2019 er vist for pesticidemne og hovedafgrødergrupper opgjort på salgsdata.

Kartofler havde i 2019 behandlingshyppighed på 16,2 BI ha^{-1} og belastningen på 7,2 B ha^{-1}, hvoraf hovedparten udgøres af fungicider og herbicider. Dermed er kartofler den afgrødegruppe, der har den største behandlingshyppighed og pesticidbelastning pr ha af pesticider. I grøntsager var behandlingshyppigheden i 2019 på 4,9 BI ha^{-1} og fladebelastningen på 4,3 B ha^{-1}. I 2019 er behandlingshyppigheden for roer på 4,1 BI ha^{-1} og fladebelastningen på 3,3 B ha^{-1}. I frøafgrøder var behandlingshyppigheden 3,4 BI ha^{-1} og 2,2 B ha^{-1} for fladebelastningen (figur 13.3).

Behandlingshyppigheden angiver som før nævnt, hvor mange gange det konventionelt dyrkede landbrugsareal i gennemsnit sprøjtes med den solgte

mængde pesticider ved en udbringning med standarddoseringen. Den aktuelle behandlingshyppighed kan aktuelt være højere, idet der ofte anvendes nedsatte doser. Nedsatte doser betyder enten, at et større areal kan behandles, eller at samme areal kan behandles flere gange, end behandlingshyppigheden antyder. Fladebelastningen er således i større grad et udtryk for miljøpåvirkningen af de anvendte sprøjtemidler fordelt på de tre parametre sundhed, miljøadfærd og miljøpåvirkningen, frem for antallet af sprøjtninger på et givent areal.

13.4 Behandlingsindeks og aktivstoffer i landovervågningsoplandene i 2019

Behandlingsindeks

I Landovervågningen kendes hvilke midler der er brugt, deres aktivstof, aktivstoffernes belastning, mængden der er udspredt på markniveau og deres standarddosering i forhold til afgrøden (kg, l, eller g pr ha). Behandlingsindekset (BI) kan beregnes for den enkelte behandling, som den faktiske anvendte dosis set i forhold til den godkendte dosis. Herefter kan det totale behandlingsindeks for de enkelte marker eller afgrøder opgøres for det samlede konventionelt dyrkede areal i LOOP (figur 13.4) Fladebelastningen (B pr ha) er beregnet for at beskrive intensiteten i pesticidbelastningen pr afgrødegruppe. Den er beregnet som den samlede belastning af sundhed og miljø på hele det behandlede areal i forhold til det samlede sprøjtede areal i LOOP pr afgrøde (figur 13.4). Endvidere er der også opgjort mængden af aktivstof pr hektar af det konventionelt dyrkede areal. Denne siger noget om, hvilke afgrøder der modtager den største mængde af aktivstof, men ikke hvor belastende stofferne er.

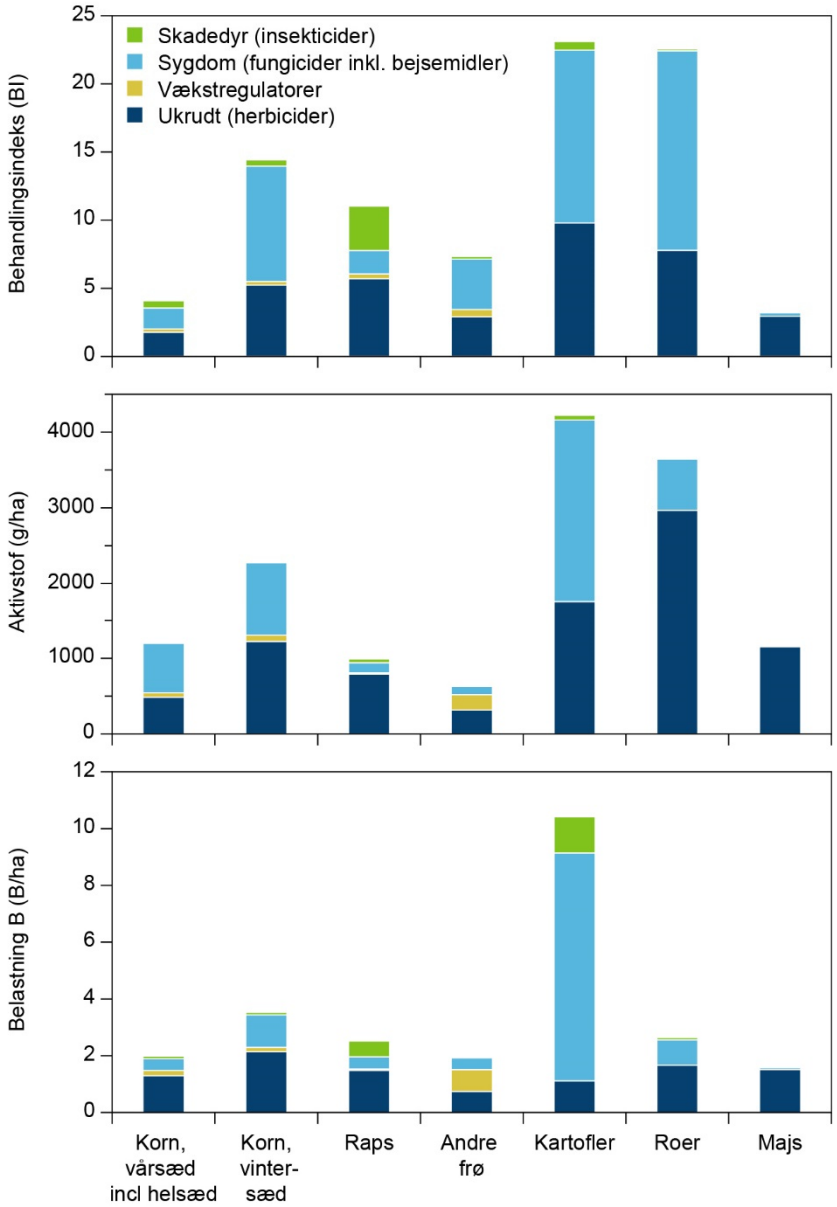
Behandlingsindeks og fladebelastning opgøres alene for det konventionelt dyrkede omdriftsareal.

Herbiciderne udgør størstedelen af det aktive stof i sprøjtningerne i 2020. For alle afgrøder udgør herbiciderne 61 pct. af det sprøjtede areal, mens fungicider, insekticider og vækstreguleringsmidlerne udgør henholdsvis 35 pct., 0,9 pct. og 3 pct.. Der blev i gennemsnit anvendt 654 g aktivt stof ha^{-1} for det dyrkede areal, hvilket er 214 g ha^{-1} mere end i 2019.

Det gennemsnitlige behandlingsindeks for hele det dyrkede areal i landovervågningen er 2,3. I 2019 var behandlingsindekset 3,4 og ligger dermed tæt på indekset for hele landet . Behandlingsindekset er i 2020 dominerende for fungiciderne med en andel på 50 pct. mens herbicider og også har et vist omfang på 42 pct.. Insekticider og vækstreguleringsmidlerne udgør den mindste del på hhv. 6 og 2 pct..

Den gennemsnitlige fladebelastning (pesticidbelastning) er 4,6. I 2019 var fladebelastningen 2,0; det skyldes, at frekvensen for sprøjtning med især fungicider er steget. Fungiciderne udgør i 46 pct. mens herbiciderne udgør 40 pct.. Insekticider og vækstregulering udgør henholdsvis 9 pct. og 5 pct. (figur 13.4).

Figur 13.4. Behandlingsindeks, udspredt aktiv stof ha^{-1} og fladebelastningen til forskellige afgrøder i landovervågningen i 2020 (LOOP 1-4, og 6 og 7).



Aktivstoffer

I tabel 13.1 er angivet de 20 aktivstoffer, der blev anvendt i største mængder i landovervågningsoplandene i 2020. Mængden er opgjort som den samlede mængde af et givent aktivstof, der er brugt i det samlede oplandsareal for alle oplandene. I forhold til 2019 er der blevet brugt en anelse mindre mængde pesticider. For glyphosat er mængden steget fra 188 g ha^{-1} i 2019 til 254 g ha^{-1} i 2020. Til gengæld er anvendelsen af prosulfocarb faldet fra 211 g ha^{-1} i 2019 til 129 g ha^{-1} i 2020. Der har i 2020 ikke været brug for at sprøjte med herbicider i ligeså høj grad, som der var brug for i 2019, til gengæld var der behov for at anvende flere fungicider. Endvidere var arealet af vinterkorn i 2020 lidt mindre end i 2019, så faldet kan også skyldes, at der blev dyrket mindre vinterhvede i 2020 end 2019, og at der derfor har været sprøjtet ekstra i 2019 i forhold til 2020. Efteråret 2019 var vådere end efteråret 2020, og dermed havde sygdomme bedre vækstbetingelser i 2019 end i 2020. I tabellen er også angivet det procentvise sprøjtede areal med et givent pesticid i forhold til hele oplandsarealet. Dette tal giver et mål for, hvor brugt et aktivstof er. Af tabellen fremgår det, at aktivstofferne pyraclostrobin, tebuconazol og prothioconazol

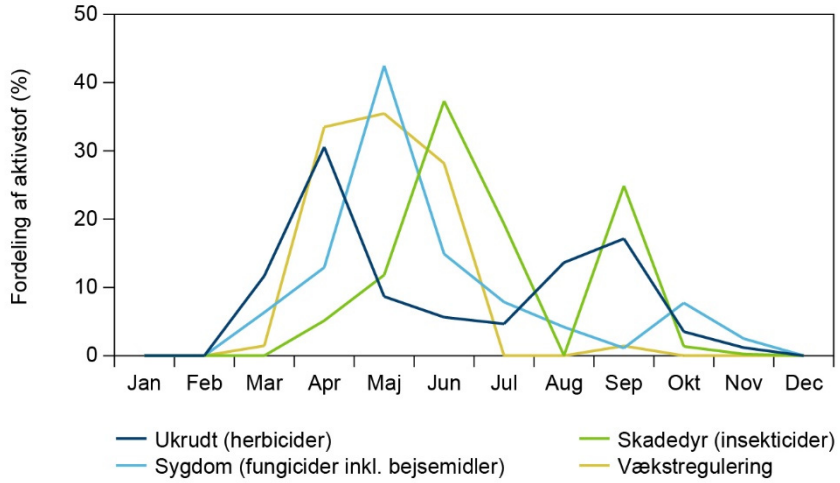
er blevet anvendt på hhv. 42 pct., 49 pct. og 58 pct. af arealet i oplandene. Disse stoffer er alle fungicider, og dermed et godt billede på, at der har været behov for at anvende sprøjtemidler mod sygdomme generelt i oplandene i 2020.

Tabel 13.1 Opgørelse af de 20 aktivstoffer, som anvendes i størst mængde i fem landovervågningsoplande i 2020. Stofmængden er givet som et gennemsnit for hele oplandsarealet. Arealet behandlet med det enkelte stof er angivet i pct..

Navn på aktivstof	Mængde af aktivstof (g stof ha^{-1})	behandlet areal i oplande (pct.)
glyphosat	254	29
prosulfocarb	129	15
metamitron	74	15
phenmedipham	24	16
prothioconazol	23	58
tebuconazol	19	49
propyzamid	19	4
mandipropamid	18	14
pyraclostrobin	17	42
bentazon	17	6
aclonifen	14	4
metobromuron	12	1
fluopyram	12	27
boscalid	12	16
diflufenican	12	31
fluroxypyr	11	22
mancozeb	10	1
chlormequat-chlorid	10	2
ethephon	9	10
cyazofamid	9	11

13.5 Sprøjtetidspunkter

Sprøjtetidspunkterne opgjort på baggrund af anvendt mængde aktivstof er vist i figur 13.5. Det fremgår, at sprøjtesæsonerne hovedsagelig er koncentreret til april-juli og september måned. Herbiciderne og fungiciderne anvendes primært i april, maj, juni og september-oktober måned, insekticiderne er mest brugt i maj og juni og vækstreguleringsmidler i april til juni måned.



Figur 13.5. Sprøjtetidspunkter for de enkelte behandlingsemner i Landovervågningen i indberetningsår 2020 (LOOP 1-4 og 6-7).

14 Betydning af jordvandsstationernes placering

Ved Landovervågningens start blev alle jordvandsstationer etableret i umiddelbar nærhed af markskel eller vej. Opsamlingsbrøndene blev placeret i skel eller ved vej og med strenge ud i marken med sugeceller. Placering af sugeceller skulle sikre uforstyrret drift af markerne samt opsamlingsbrøndenes tilgængelighed ved prøvetagning.

Sugecellerne er placeret, så de dækker et markareal på ca. 300 m^2. Hvis køresporenes forløb danner en kile, er uregelmæssige over sugecellefeltet, eller hvis sugecellerne helt eller delvist ligger i forager, er der risiko for, at gødningstildelingen og/eller afgrødevæksten over felterne kan være anderledes i forhold til resten af stationsmarken, og dermed er målingerne fra marken ikke repræsentative for generel landbrugsdrift i Danmark. En kile opstår, hvis landbrugsmaskinerne har kørt på en måde, så der er kørspor i forskellige retninger hen over sugecellefelterne (billede 14.1).

Billede 14.1. Eksempel på køresporskile over sugecellefelter. På den østlige side af billedet, øverst, ses det, at bredden mellem de to kørespor er meget lille, for derefter at blive øget, ifm. at køresporene bevæger sig i hver sin retning på marken mod vest. Sugecellerne er illustreret med de blå cirkler. Cirklen, der er beliggende i markskellet, illustrerer placeringen af opsamlingsbrønden. Sydvest og sydøst for opsamlingsbrønden ligger tre cirkler oven i hinanden. Disse cirkler illustrerer grundvandsindtag, mens de 10 cirkler, som danner en vifte med tre ben bestående af hhv. fire, to og fire cirkler i hver sin lige række, illustrerer jordvandsmålinger. Station 401, 2014.

For at vurdere om sugecellefelterne kan være påvirket af uens gødningstildeling, har den ansvarlige myndighed, de daværende amter, registreret køresporenes placering over sugecellefeltet i 2002 samt vurderet afgrødevæksten i forhold til væksten på stationsmark i øvrigt. Vurdering af dette materiale er beskrevet i Grant et al., (2003).

Efterfølgende har Miljøstyrelsen, SVANA, Naturstyrelsen og de tidligere Miljøcentre foretaget registreringer siden 2013. Desuden har LOOP 1 også indberettet i 2003, 2004 og 2006, LOOP 2 har i 2003, 2004, 2005 og 2006, LOOP 3 har i 2009 og LOOP 4 har i 2003. Som støtte for disse registreringer i marken er ortofotos af marker med sugeceller analyseret. Billederne er fra 1995, 1999, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 og 2020 fra forår eller sommer. Der har været et øget fokus på brugen af præcisionsudstyr til udbringning af gødning, og denne information er også blevet en del af interviewundersøgelsen. Fra 2018 har det også været et krav, at angreb af skadedyr og vejrrelaterede skader på afgrøden skal indberettes særskilt.

14.1 Sammenligning af målt nitratkoncentration i jord- og drænvand

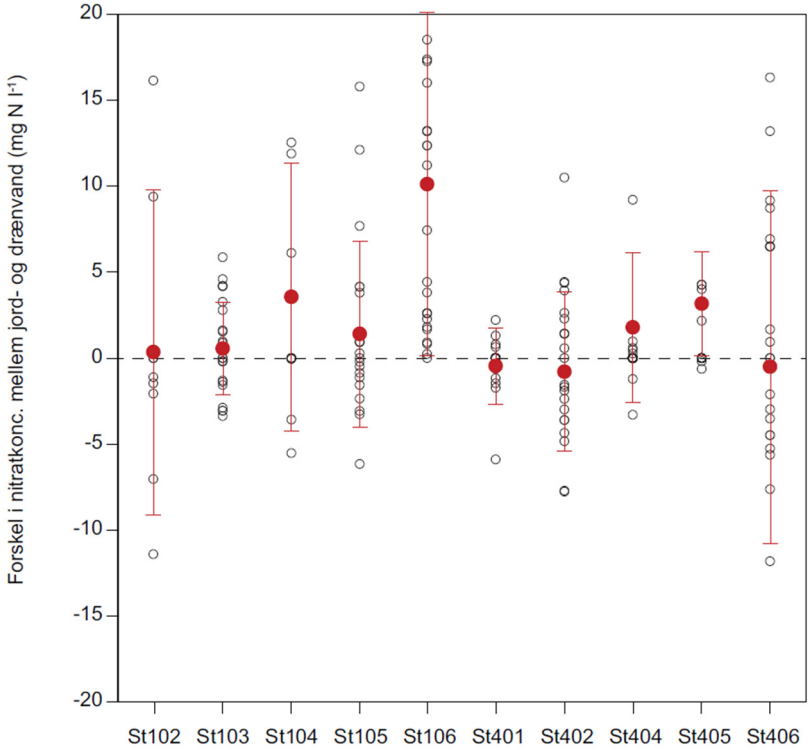
På de drænede lerjorde med drænmålinger er der endvidere foretaget en sammenligning af de målte nitratkoncentrationer i henholdsvis jordvand og drænvand. Drænvandet repræsenterer hele marken. Drænvandet forventes at have en lavere koncentration af kvælstof end jordvandet, idet drænvandet består af jordvand og det allerøverste grundvand. En væsentlig højere koncentration af kvælstof i jordvandet end i drænvandet kan skyldes gødsknings- eller udbytteforskelle eller misvækst af afgrøden over sugecellefeltet i forhold til stationsmarken som helhed. Der er gennemført drænvandsmålinger på ti drænstationer på lerjord i overvågningsperioden 1990-2020, men på to stationer i LOOP 1 stoppede drænmålingerne i 1996 og på tre stationer i LOOP 4 i 2008. Der indgår derfor ikke samme antal år i sammenligningen for alle drænstationer.

I uger hvor det har været muligt at prøvetage både jord- og drænvand, er disse sammenlignet. Herefter er der for hver station beregnet et gennemsnit for hvert hydrologisk år. Det hydrologiske år går i analysen fra 1. juni til 31. maj. Da tidsserien omfatter år med meget lave årsafstrømninger, er år med mindre end 5 målinger i de to vandmedier taget ud af sammenligningen. Der er gennemført en t-test af, om der er signifikant forskel på den gennemsnitlige årskoncentrationen af nitrat i de to vandmedier for perioden 1989/90-2009/10.

Forskellen i de målte årskoncentrationer af nitrat mellem jordvand og drænvand fremgår af Figur 14.1.

For otte af de ti stationer er der ikke signifikant forskel på den gennemsnitlige nitratkoncentration i jord- og drænvand, mens der på to stationer er en signifikant forskel (Tabel 14.1).

Figur 14.1. Forskel på nitrat koncentration i jordvand og drænvand opgjort for perioden 1989/90-2009/10. Hver observation er et gennemsnit for et hydrologisk år og vist med åben prik (○). Gennemsnit for alle år i måleperioden er vist med rød cirkel (●) og s.d. for de målte år er vist med rød errorbar.



Tabel 14.1. Årsgennemsnit og forskel i nitrat-N koncentration i jordvand og drænvand for marker med både jordvand- og drænstation. Data er middelværdier opgjort for perioden 1989/90-2009/10, dog perioden 1989/90-2006/07 for st. 401, st. 404 og st. 405 og perioden 1989/90-1995/96 for st. 102 og st. 104. Kun år med mere end 5 målinger i begge vandmedier indgår i gennemsnittet. Ikke signifikant n.s., * signifikant på 95 pct. niveau, **** signifikant på 99 pct. niveau.

Station	Antal år	Jordvand	Drænvand	Forskel	s.d.	signifikans	
		Nitratkoncentration (mg N l^{-1})				p	
102	7	13,9	13,6	0,35	9,44	0,53	n.s.
103	19	12,2	11,6	0,56	2,70	0,38	n.s.
104	6	20,3	16,7	3,56	16,7	0,36	n.s.
105	19	15,3	13,9	1,41	5,40	0,27	n.s.
106	20	28,5	18,3	10,1	9,99	<0,01	***
401	11	11,2	11,7	0,46	2,22	0,51	n.s.
402	20	10,2	11,0	-0,79	4,63	0,45	n.s.
404	9	17,2	15,4	1,78	4,37	0,26	n.s.
405	7	14,8	11,6	3,16	3,04	0,03	*
406	18	23,6	24,1	-0,50	10,3	0,84	n.s.

14.2 Vurdering af kørespor og afgrødevækst

I tabel 14.2 angives køresporernes placering i forhold til sugecellefeltet og en vurdering af afgrødevæksten over sugecellefelterne for perioden 1995-2020. Vurderingerne er foretaget ud fra Miljøstyrelsens indberetninger, ortofotos og dronefotos, som det fremgår af teksten i afsnit 14 nederst. Nogle år vil der således kun være ortofotos at vurdere ud fra, andre år vil der både være ortofotos og indberetning, og for nogle år vil der kun være indberetninger af afgrødevækst og synlige farveforskel.

Tabel 14.2. Antal år hvor der er uregelmæssige kørespor ved sugecellefeltet, eller hvor sugecellefeltet ligger i forager. Desuden en vurdering af afgrødens vækst og farve, hvor registrering er foretaget ud fra ortofotos og indberetning af feltregistreringer for årene 1995-2020. I vurderingen indgår ortofotos for årene 1995, 1999, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2011, 2012, 2014-2020 og feltregistreringer fra 2003*, 2004*, 2005*, 2006*, 2009*, 2013-2020. Således er der i perioden 1995-2020 optimalt materiale for 17 år. *dog ikke fra alle LOOP-oplandene.

Station	Felter bel. i forager eller kile	Afgrøde synlig påvirket
	# år/år i alt	
102	17/17	1/17
103	16/17	6/17
104	17/17	0/17
105 (ikke med i 2019)	16/16	0/17
106	17/17	11/17
107	3/17	0/17
201	0/17	0/17
202	4/17	0/17
203	6/17	1/17
204	0/17	0/17
205	0/17	0/17
206	8/17	1/17
301	0/17	1/17
302	17/17	4/17
307	1/4	2/4
303	7/17	5/17
308	0/4	0/4
304	17/17	3/17
401	15/17	1/17
402	7/17	1/17
403	15/17	0/17
404	0/17	3/17
405	0/17	0/17
406	0/17	0/17
601	0/17	0/17
602	0/17	0/17
603	2/17	0/17
604	0/17	0/17
606	0/17	0/17
607	0/17	0/17
608	0/17	0/17

Lerjordsoplande

LOOP 1 - Lolland

Af tabel 14.2 fremgår det, at sugecellefelter på alle stationer ligger tæt på forager eller at kørespor danner en kile eller er uregelmæssige, hvorved der kan være risiko for uens gødskning eller øget færdsel. Det generelle billede for stationerne i LOOP 1 er, at afgrødevæksten over sugecellefelterne ikke er synligt påvirket af denne færdsel eller placering. Dog ses på to stationer (station 103 og station 106) forskelle i farve og vækst af afgrøde på sugecellefeltet

for henholdsvis 6 og 11 år, der kan tilskrives ekstra kørsel over feltet eller uens gødskning.

Ved station 103 ses kørselsforhold, der tyder på gødningsoverlap, især ved udbringning af flydende gødning i sugecellefeltet efter 2011. Den målte nitratkoncentration i jord- og drænvand på denne station er ikke signifikant forskellig i perioden 1989 / 90-2009 / 10 (tabel 14.1, figur 14.1 og Blicher-Mathiesen & Holm, (2018)).

Ved station 106 ses køreskader, misvækst af afgrøden og kiler og forholdsvis overrepræsentation af kørespor ved og i sugecellefeltet, som indikerer risiko for overlap og kørselsskader på afgrøde. Nitratkoncentrationerne i jordvandet på station 106 er generelt højere end i drænvandet (tabel 14.1), men ikke væsentlig over drænvandet for alle år (figur 14.1). Dette antyder, at nitratkoncentrationen kan være påvirket af uregelmæssig kørsel og gødningstildeling over sugecellefeltet, se også notatet Blicher-Mathiesen & Holm, (2018).

Ved de øvrige stationer er koncentrationerne i jordvand og drænvand ikke signifikant forskellige.

LOOP 4 - Fyn

Ved station 402 forekommer en ekstra lille kile i ca. halvdelen af de 16 indberettede år. Væksten hen over sugecellefelterne er vurderet til at være homogen i farve og struktur og det tyder derfor på, at der har været jævn gødskning. Nitratkoncentrationerne i jordvandet er ved stationen lidt lavere end i drænvandet og ikke signifikant forskellige. Dette indikerer, at der næppe er gødningsoverlap over sugecellefelterne.

For station 401, 402 og 403 er der kiler og forager som gør, at der er risiko for uens gødningstildeling og afgrødevækst. Fra indberetningerne fra felten er det generelle billede, at der ikke er erkendelige forskelle i afgrødernes homogenitet eller farve over sugecellefelterne, og der er således ikke tegn på ujævn gødskning, selvom kørselsmønsteret indikerer risiko for dårligere vækst. Der kan konstateres signifikant forskel ($p= 0.05$) i den gennemsnitlige kvælstofkoncentration mellem jord- og drænvand på station 405, men forskellen ligger på en forholdsvis forventelig niveau ved repræsentativ landbrugspraksis og syntes derfor ikke at skyldes uhensigtsmæssige kørespor og gødningspraksis (tabel 14.1).

LOOP 3 - Østjylland

Stationerne 302, 303 og 304 er placeret, så der er risiko for overlap på grund af kiler og beliggenhed tæt på forager. På de tre stationer er afgrøden synlig påvirket mellem et til fem af de vurderede 16 år. Det generelle billede er, at der ikke har været registreret synlig forskel i afgrødefarve eller -vækst over sugecellefelterne på de tre stationer, på trods af en beliggenhed, der kan give risiko for det. Dog ses det på dronebilledet fra foråret 2020 fra stationsmark 304 at afgrøden omkring sugecellefelt 304 er mørkere end den øvrige mark, og det indikerer, at der kan have været risiko for overlap i gødningen. På station 302 er der tre gange registreret en synlig afgrødepåvirkning og for station 303 er der fire gange registreret en anderledes afgrødevækst over den del af feltet, hvor der er risiko for overlap i forhold til øvrig mark. For station 304 vokser afgrøden generelt ujævn på hele marken, dog er der observeret dårligere vækst i området omkring feltet i 2016.

For at undersøge betydningen af jordvandsstationernes placering, er der i 2015 etableret to nye jordvandsstationer (station 307 og station 308) på de samme to marker med station 302 og 303. For begge marker gælder, at de eksisterende stationer bibeholdes i en periode. Herved kan det undersøges, om placering henholdsvis tæt ved markskel og inde på dyrkningsfladen har betydning for de målte jordvandskoncentrationer. I 2017 har afgrøden over station 307 været lavere end på den øvrige mark. Afgrøden over station 308 ser ud til at vokse ens med resten af afgrøderne på marken.

Sandjordsoplande

LOOP 2 – Nordjylland

I LOOP 2 er det generelle billede, at stationerne ikke ligger med risiko for gødningsoverlap, dog ligger station 206 i forager halvdelen af de registrerede år. I enkelte år er det konstateret, at kørespor danner en kile, men kun på en enkelt station og i et enkelt år er afgrøden i sugecellefeltet synlig påvirket. Det må konkluderes, at afgrødevækst og farve ikke er synlig påvirket på de øvrige sugecellefelter i LOOP 2.

LOOP 6 - Sønderjylland

I to år der registreret uregelmæssige kørespor på en enkelt station (st. 603) i LOOP 6, men for disse to år er afgrøden ikke synlig påvirket i sugecellefeltet. Det generelle billede er, at væksten er regelmæssig hen over alle felterne i LOOP 6, dog ses det på dronebilledet fra foråret 2020 fra stationsmark 607 at afgrøden omkring sugecellefelt 607 er mørkere end den øvrige mark, og det indikerer, at der kan have været risiko for overlap i gødningen.

Generelt

Det generelle billede er, at afgrødevækst og farve er homogene på sugecellefelter i Landovervågningen. På 9 ud af 30 sugecellefelter (28 stationesmarker) er der i 2019 risiko for overlap eller strukturskade, men kun på tre af dem, er der med dronebilleder og feltobservationer observeret ændret afgrødevækst eller strukturskade. På station 106, som er den eneste station med tegn på gødningsoverlap, er nitratkoncentrationen i jordvandet generelt højere end den er i drænvandet. Det tyder på, at udvaskningen er påvirket af kørsel eller uregelmæssig gødningstildeling.

Registrering af kørespor, afgrødevækst og homogenitet fortsætter fremover i landovervågningen.

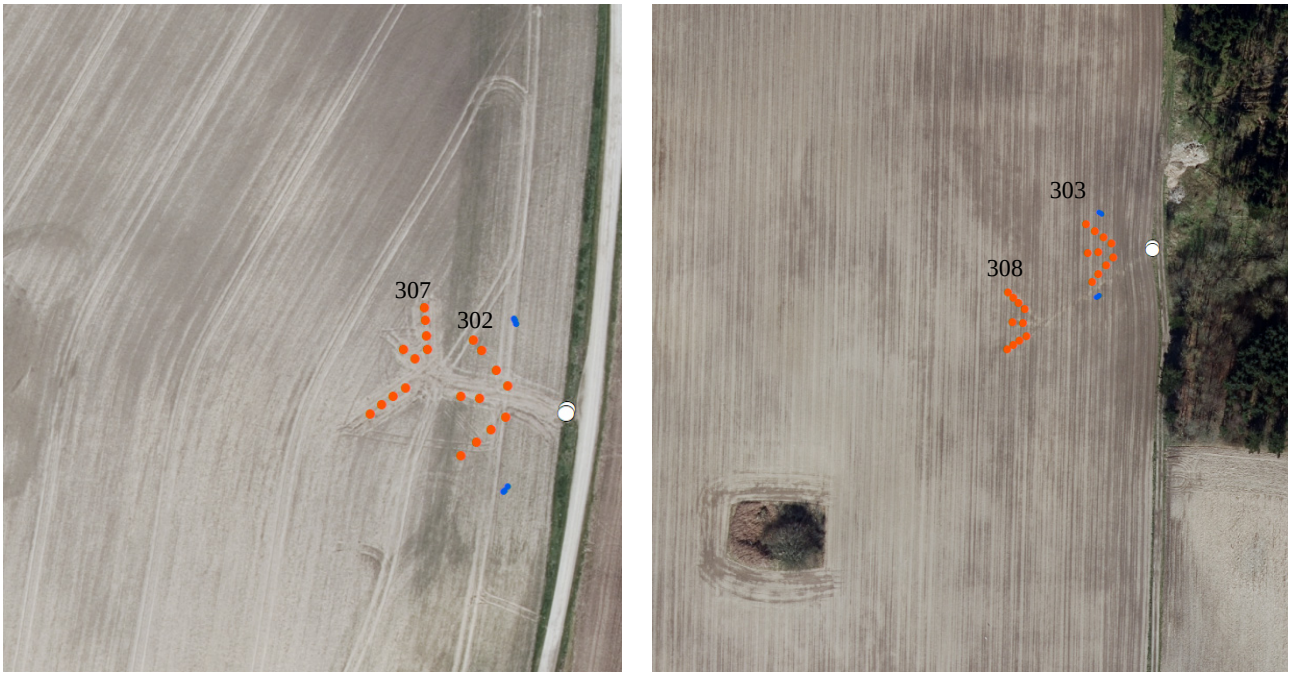
Udvaskningsdata fra jordvandsstationer, hvor der er konstateret risiko for gødningsoverlap og/eller unormal afgrødevækst bliver mærket, så der tages højde for dette ved udvikling af udvaskningsmodeller og i trendanalyser.

15 Måling af nitrat og ortofosfat i jordvand på nye stationer og udbyttemålinger på sugecellefelter og øvrig stationsmark

I det følgende afsnit vil jordvandskoncentrationer fra to ny-etablerede jordvandsstationer blive sammenlignet med målinger fra allerede eksisterende jordvandsstationer, der ligger på den samme stationsmark.

15.1 Nyetablerede sugecellefelter

På to stationsmarker i landovervågningen er der etableret et ekstra sugecellefelt længere inde på markerne end de oprindelige felter. Det er gjort for at sammenholde data fra de nye med de oprindelige sugecellefelter, for at undersøge variationen i jordvandets kvælstof- og fosforkoncentrationer mellem to sugecellefelter på samme mark. Det er tilstræbt at placere de nye sugecellefelter i områder med sammenlignelige jordbundsforhold i forhold til de gamle stationer. De nye sugecellefelter blev etableret i perioden december 2015 til marts 2016 (Rasmussen, 2016). Station 307 er etableret på samme mark som den eksisterende station 302, og station 308 er etableret på samme mark som den eksisterende station 303 (figur 15.1).



Figur 15.1. Til venstre ses station 302 og station 307, station 307 er den station som ligger længst inde i marken og station 302 ligger nærmest ved vej. Baggrunden er ortofoto fra forår 2016. På billedet til højre ses station 303 og station 308. Station 308 er den station som ligger længst inde i marken og station 303 ligger nærmest vej og skov.

På ortofoto fra foråret 2016 er det tydeligt at se, hvor der har været arbejdet på marken i forbindelse med etablering af station 307. På marken med station 303 og 308 blev der pløjet i marts 2016, formentlig før ortofotoet blev taget, og eventuelle kørespor efter etablering af den nye station er derfor ikke synlig. På ortofoto fra forår 2017 er det ikke længere muligt at se, hvor der har været gravet og kørt i forbindelse med etableringen af de nye sugeceller.

15.2 Kvælstof og fosformålinger på de nye og de oprindelige jordvandsstationer

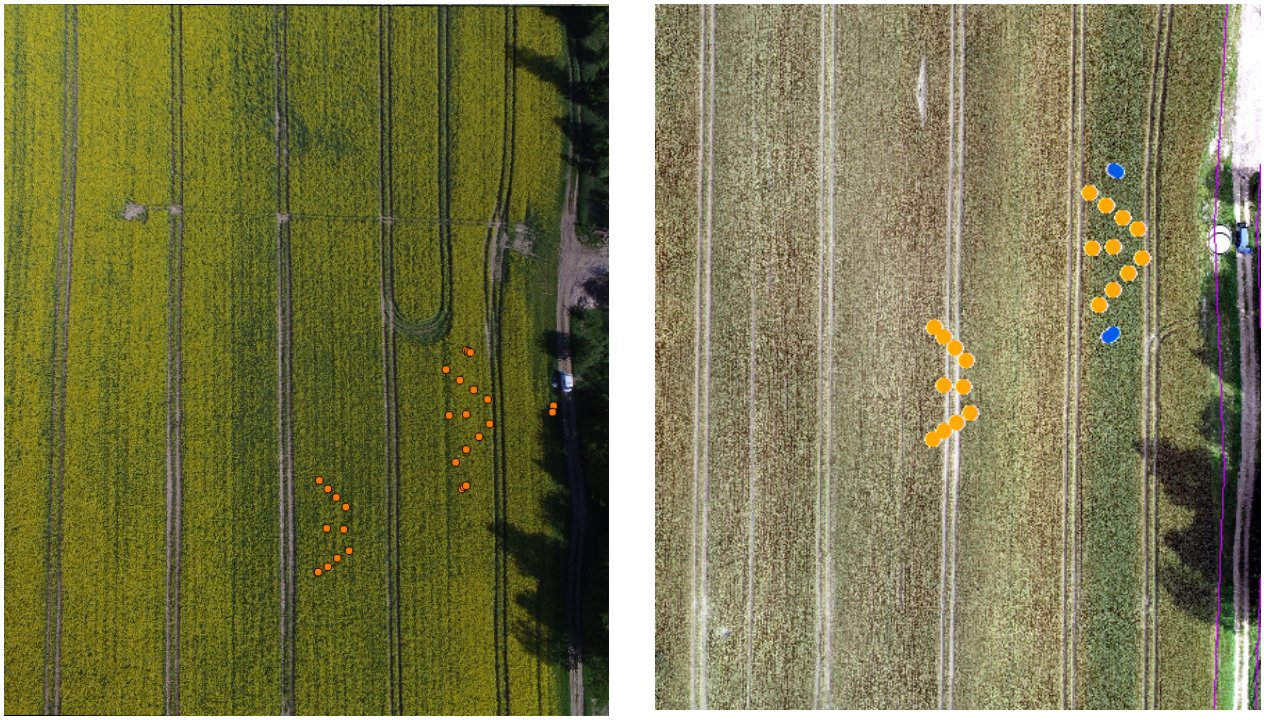
Siden etableringen af de nye sugecellefelter har der været 4,5 hydrologiske år med data fra 1. juni 2016 til 31. december 2020. Disse data vil blive præsenteret her, hvor de målte nitrat- og orto-fosfatkoncentrationer i jordvand fra station 302 og 307 og station 303 og 308 vil blive sammenstillet. Der er både lavet målinger fra enkeltceller og fra blandingsprøver, som består af input fra mindst syv enkeltceller. De målte koncentrationer er vist i figur 15.2 - 15.5. I de første to år efter etableringen kan målingerne stadig være påvirket af den ændrede jordstruktur i forbindelse med installeringen af de nye sugeceller. I sommeren 2018 er der så tørt, at der ikke er noget jordvand at måle på fra start juli til slut september for station 302, og fra start juli til start november for station 307. For den anden stationsmark løber tørkeperioden fra start juli til midt november for station 303 og til slut november for station 308. I sommeren 2019 har der på station 302/307 også været en tørkeperiode fra midt juni til midt september.

Afgrøder og dyrkningsforhold

Tabel 15.1 indeholder information om afgrøder, pløjetid, såtid, høsttid og tildeling af gødning for de to stationsmarker fra 2015 til 2020. På marken med station 302 og 307 er der oprindeligt sået vinterhvede i 2016, men store dele af afgrøden udvintrede, og der er i stedet sået vårbyg i den centrale del af marken, samt hvor der har været gravet i forbindelse med etableringen af station 307. For station 302 har der været vinterhvede over de yderste spidser af feltet, mens den centrale del af feltet har været dækket af vårbyg. Fra Miljøstyrelsens side er det vurderet, at afgrøden ikke vokser homogent over station 307 sammenlignet med resten af marken i 2016. I høstår 2017 er der sået vinterraps, og det er vurderet, at afgrøden over station 307 ikke er repræsentativ for, hvordan rapsen ellers vokser på marken i øvrigt. I høstår 2018 er der først sået vinterhvede, men dele af marken er blevet omsået i april, således at der vokser to forskellige afgrøder over begge sugecellefelter (figur 15.2a). Miljøstyrelsen vurderer, at begge afgrøder vokser pænt og homogent på trods af kiler mellem køresporene. I 2019 er det observeret, at afgrøden er lidt lavere over station 302 i forhold til station 307. Det ses også på dronebilledet fra foråret 2019, at afgrøden langs forageren og dermed også over station 302, ser mere grøn ud end længere inde på marken ved station 307 (figur 15.2b).

Figur 15.2 a og b. Station 302 og 307 i juli 2018 til venstre og i juli 2019 til højre. Det ses på dronebilledet til venstre, hvordan begge stationer er dækket af både vinterhvede mest mod nord og vårbyg mod syd. På dronebilledet til højre fra 2019, ses den grønne kile i forager, som også inddrager station 302.

På marken med station 303 og 308 var der vårbyg i 2016. Her har Miljøstyrelsen vurderet, at afgrøden over station 308 er lidt lavere end på resten af marken. I 2017 var der vinterbyg på marken, og her er afgrødevæksten vurderet til at være homogen over hele marken. I høståret 2018 er der sået vinterraps og rapsen vokser generelt ujævnt over hele marken. Miljøstyrelsen har vurderet, at raspen vokser ringere over station 308 end station 303 (figur 15.3). I 2019 er afgrøden vinterhvede, og her ses der på dronebilledet fra sommeren 2019, at der i forager over station 303 er et mere mørkegrønt bælte, som viser, at der er risiko for, at der har været gødningsoverlap (figur 15.3).



Figur 15.3. Dronebillede af station 303 og station 308 fra 2018 til venstre og fra 2019 til højre. Omkring station 308 er der lidt ringere vækst over station 308, det ses som et grønnere bælte i rapsen end over station 303 i 2018. I 2019 er der et grønnere bælte i vinterhveden over station 303.

Tabel 15.1. Afgrøde, pløje, såtid, høsttid og gødningsmængde for markerne med de nye jordvandsstationer

St. 302 og 307	Afgrøde	Pløje, så- og høsttid	Husdyrgødning	Handelsgødning
2015	Vårbyg	Pløjet: 15. nov. 2014 Sået: 7. april 2015	Svinegylle 74 kg N ha^{-1} 1.april 2015	57 kg N ha^{-1} 6.apr. 2015
2016	Vinterhvede/vårbyg	Vinterhvede Pløjet: 29. sept. 2015 Sået: 30. sept. 2015 Høstet: 16. aug. 2016 Vårbyg Pløjet: 29. sept. 2015 Sået: 25. marts. 2016 Høstet: 22. aug. 2016	Svinegylle 73 kg N ha^{-1} 24. marts 2016	81 kg N ha^{-1} 15. apr. 2016
2017	Vinterraps Vinterhvede	Pløjet: 23. aug. 2016 Sået: 24. aug. 2016 Høstet: 12. aug. 2017 Pløjet: 12. sep. 2017 Sået: 22. sep. 2017	Svinegylle 92 kg N ha^{-1} 22. aug. 2016 55 kg N ha^{-1} 10. april 2017	34 kg N ha^{-1} 24. apr. 2017
2018	Vinterhvede/vårbyg	Vinterhvede Pløjet: 12. sep. 2017 Sået: 22. sep. 2017 Høstet: 16. jul. 2018 Vårbyg Pløjet: 12. sep. 2017 Sået: 1. apr. 2018 Høstet: 16. jul. 2018	Svinegylle 73 kg N ha^{-1} 22. mar. 2018	21 kg N ha^{-1} 2. mar. 2018 54 kg N ha^{-1} 3. apr. 2018 41 kg N ha^{-1} 26. apr. 2018
2019	Vinterhvede	Pløjet: 10. sep. 2018 Sået: 11. sep. 2018 Høstet: 21. aug. 2019	Svinegylle 90 kg N ha^{-1} 10. apr. 2019	47 kg N ha^{-1} 28. mar. 2019 47 kg N ha^{-1} 20. apr. 2019 27 kg N ha^{-1} 20. maj 2019
2020	Havre m. kløverudlæg	Pløjet: 27. marts 2020 Sået: 29. marts 2020 Høstet: 15. aug. 2020	Dybstrøelse 176 kg N ha^{-1} 27. marts 2020	30 kg N ha^{-1} 28. mar. 2020

St. 303 og 308	Afgrøde	Pløje, så- og høsttid	Husdyrgødning	Handelsgødning
2015	Vårbyg	Pløjet: 3. marts 2015 Sået 7. april 2015 Høstet: 21. aug. 2015	Dybstrøelse 114 kg N ha^{-1} 3. marts 2015 Svinegylle 71 kg N ha^{-1} 15. marts 2015	78 kg N ha^{-1} 6. apr. 2015
2016	Vårbyg	Pløjet: 23. marts 2016 Sået: 25. marts 2016 Høstet: 22. aug. 2016	Svinegylle 73 kg N ha^{-1} 23. marts 2016	81 kg N ha^{-1} 15. apr. 2016
2017	Vinterbyg	Pløjet: 9. sept. 2016 Sået: 10. sept. 2016 Høstet: 23. juli 2017	Svinegylle 73 kg N ha^{-1} 18. april 2017	108 kg N ha^{-1} 28. mar. 2017
2018	Vinterraps	Pløjet: 10. aug. 2017 Sået: 11. aug. 2017 Høstet: 29. jul. 2018	Svinegylle 110 kg N ha^{-1} 8. aug. 2017 44 kg N ha^{-1}	65 kg N ha^{-1} 12. mar. 2018 54 kg N ha^{-1} 9. apr. 2018

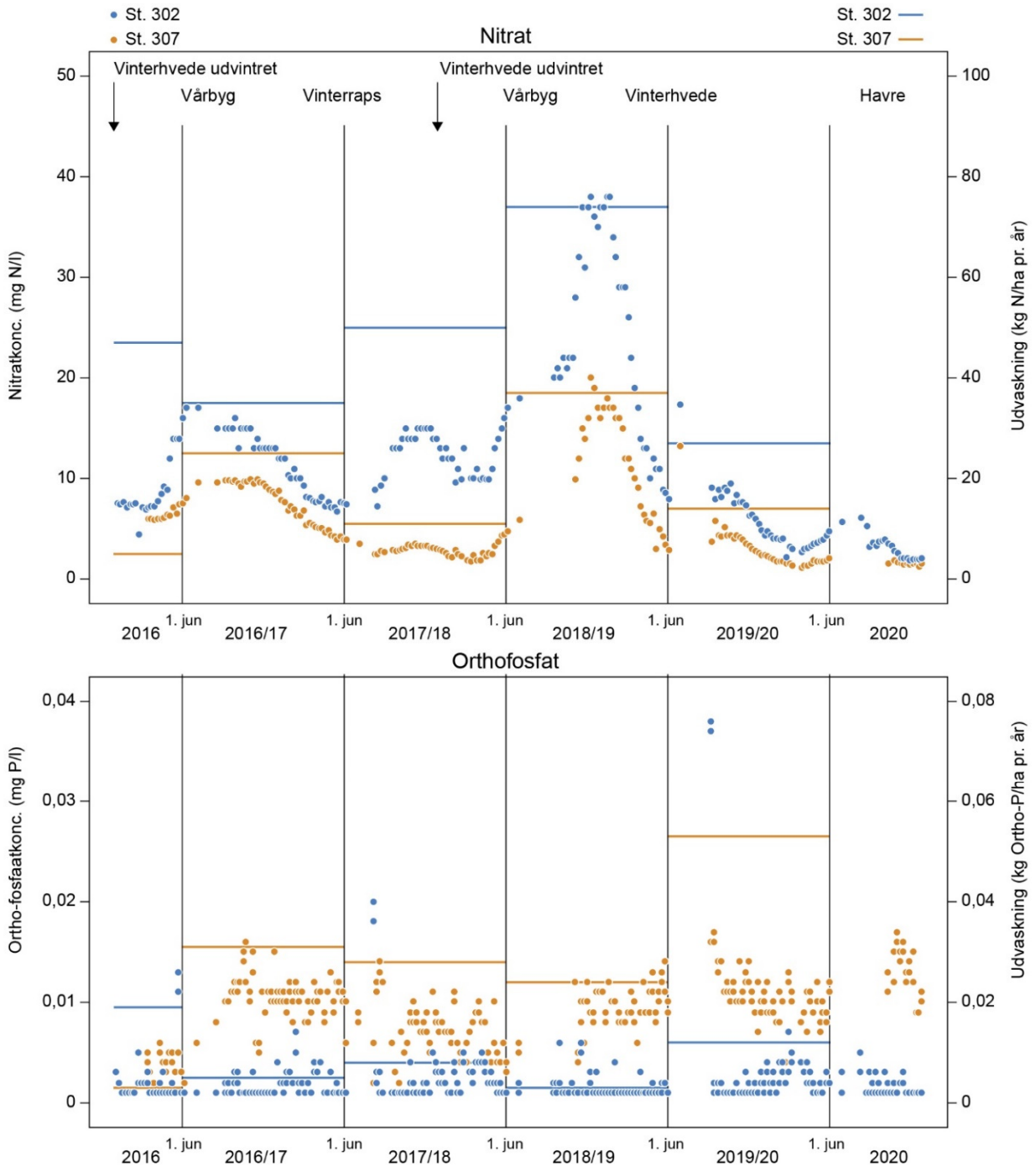
			27. sep. 2017	
2019	Vinterhvede	Pløjet: 19. sep. 2018 Sået: 20. sep. 2018 Høstet: 27. aug. 2019	Svinegylle 90 kg N ha^{-1} 10. apr. 2019	47 kg N ha^{-1} 28. mar.2019 34 kg N ha^{-1} 20. apr. 2019 27 kg N ha^{-1} 20. maj 2019
2020	Vårbyg	Pløjet: 24. marts 2020 Sået: 25. marts 2020 Høstet: 10. aug. 2020	Svinegylle 108 kg N ha^{-1} 24. marts 2020	50 kg N ha^{-1} 30. marts 2020

Målte næringsstoffer i jordvand og udvaskning

For blandingsprøverne fra station 302 og 307, er der en spredning mellem nitratmålingerne fra de to sugecellefelter. Koncentrationerne har et næsten parallelt forløb, hvor koncentrationerne fra station 302 konsekvent ligger højere end koncentrationerne målt på station 307 (figur 15.4). Fra maj 2017 har koncentrationerne fra station 302 større spredning end koncentrationerne fra station 308, men de følger stadig begge to den samme trend.

Nitratudvaskning er opgjort for det hydrologiske år og ligger lige som de målte nitratkoncentrationer højere på station 302 end for station 307 (figur 15.4). For station 302 er nitratudvaskningen i intervallet 27-35 kg N ha^{-1} for årene 2016/17-2019/20 og for station 307 i intervallet 14-25 kg N ha^{-1}. Atypiske dyrkningsforhold over sugecellefelterne tilsiger, at man næppe kan forvente ensartede næringsstofkoncentrationer i det målte jordvand. I de to vintre 2016/17 og 2018/19 udvintrede vinterhvede, og der blev nysået vårbyg, hvor arealet af nysåning ikke forløb ensartet over de to sugecellefelter station 302 og station 307 (figur 15.2a). Desuden var der længere mellem køresporene i 2019 over station 307 med potentiel risko for, at dette felt har fået mindre gødning end marken over station 302.

For orthofosfat ligger koncentationerne generelt på et lavt niveau. Koncentrationerne målt fra station 307 er højere end fra station 302. Dog er der i både 2017 og 2019 ved høsttid peaks i koncentrationen fra station 302, så værdierne disse dage overstiger koncentrationen fra 307 (figur 15.4). Fosfatudvaskning fra de to stationer følger som forventet det samme billede. For station 302 ligger fosfatudvaskningen i intervallet 0,005-0,012 kg P ha^{-1} for perioden 2016/17-2019/20 og det tilsvarende interval for station 307 er 0,031-0,053 kg P ha^{-1}.

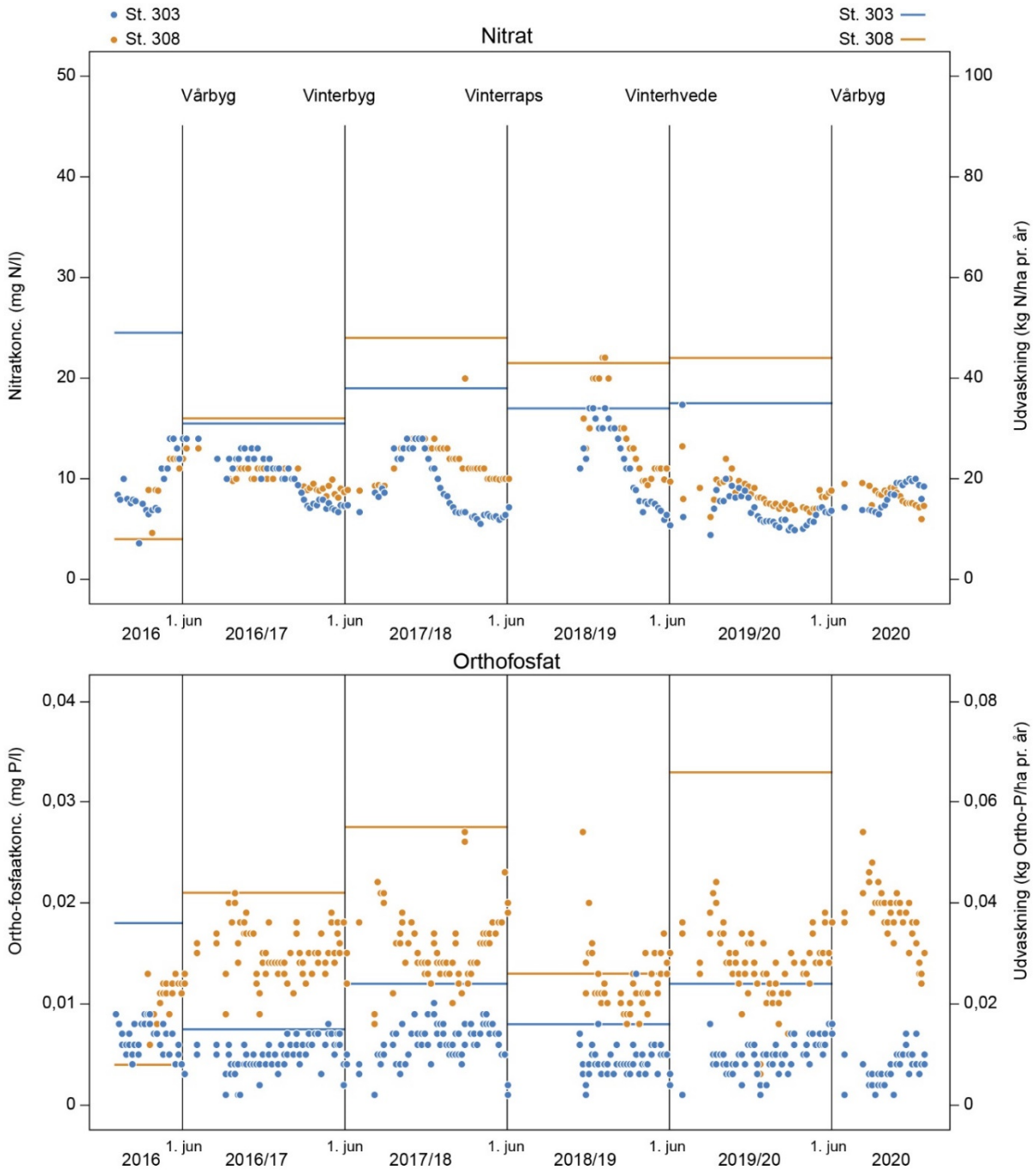


Figur 15.4. Nitrat- (o) og ortofosfat (o)-koncentrationer i jordvand på y-akse og udvaskning (-) på 2. y-akse for blandingsprøver fra 1. juni 2016 til 31. december 2020 fra station 302 og 307. Lodrette streger viser start 1. juni for det hydrologiske år, som udvaskningen er opgjort for.

For blandingsprøverne på station 303 og 308 ligger koncentrationerne af nitrat fra de to sugecellefelter tæt på hinanden indtil december 2017, hvor koncentrationen i jordvand for station 308 ligger mellem 8-11 mg N l^{-1} højere end koncentrationen målt på station 303 (figur 15.5). Efter tørkeperioden i sommeren 2018, er der igen vand nok til at måle koncentrationen i jordvandet fra midtnovember, hvor koncentrationerne fra station 308 stadig ligger højere, dog ikke med så stor en spredning som tidligere og de to koncentrationer følger hinanden igen.

Nitratudvaskningen, opgjort for det hydrologiske år, ligger ligesom de målte nitratkoncentrationer lavere på station 303 end for station 308 (figur 15.5). For station 303 er nitratudvaskningen i intervallet 31-38 kg N ha^{-1} for årene 2016/17-2019/20 og for station 308 i intervallet 32-48 kg N ha^{-1}. Som tidligere nævnt voksede vinterrapsen forholdvis ujævnt i hele marken i 2018 med en ringere vækst over station 308 end over station 303. Desuden er der i sommeren 2019 mere grøn vinterhvede over station 303 og risiko for gødningsoverlap på dette felt. Dog er nitratkoncentrationer og -udvaskning stadig lavere for station 303 end for station 308 for det hydrologiske år 2019/20.

For orthofosfat ligger de målte koncentrationer generelt på et lavt niveau. De målte koncentrationer fra station 308 ligger konsekvent højere end målingerne fra station 303. For station 303 ligger koncentrationerne og fluktuerer omkring 0,005 mg P l^{-1} og for station 308 ligger koncentrationerne lidt mere spredte og fluktuerer omkring 0,015 mg P l^{-1} (figur 15.5). Koncentrationerne ligger og svinger med en sæsonbetinget trend, hvor koncentrationen fra station 308 stiger fra foråret til sensommeren for herefter at falde fra sensommer til vinter og så stige igen. For station 303 er der en lignende sæsonbetinget trend, dog er den ikke nær så tydelig, og stigningen i koncentration sker fra sensommer og indtil foråret for så at falde gennem sommeren indtil den stiger igen i sensommeren. Fosfatudvaskningen for de to stationer følger som forventet det samme billede. For station 303 ligger fosfatudvaskningen i intervallet 0,015-0,024 kg P ha^{-1} for perioden 2016/17-2019/20 og det tilsvarende interval for station 308 er 0,026-0,066 kg P ha^{-1}.



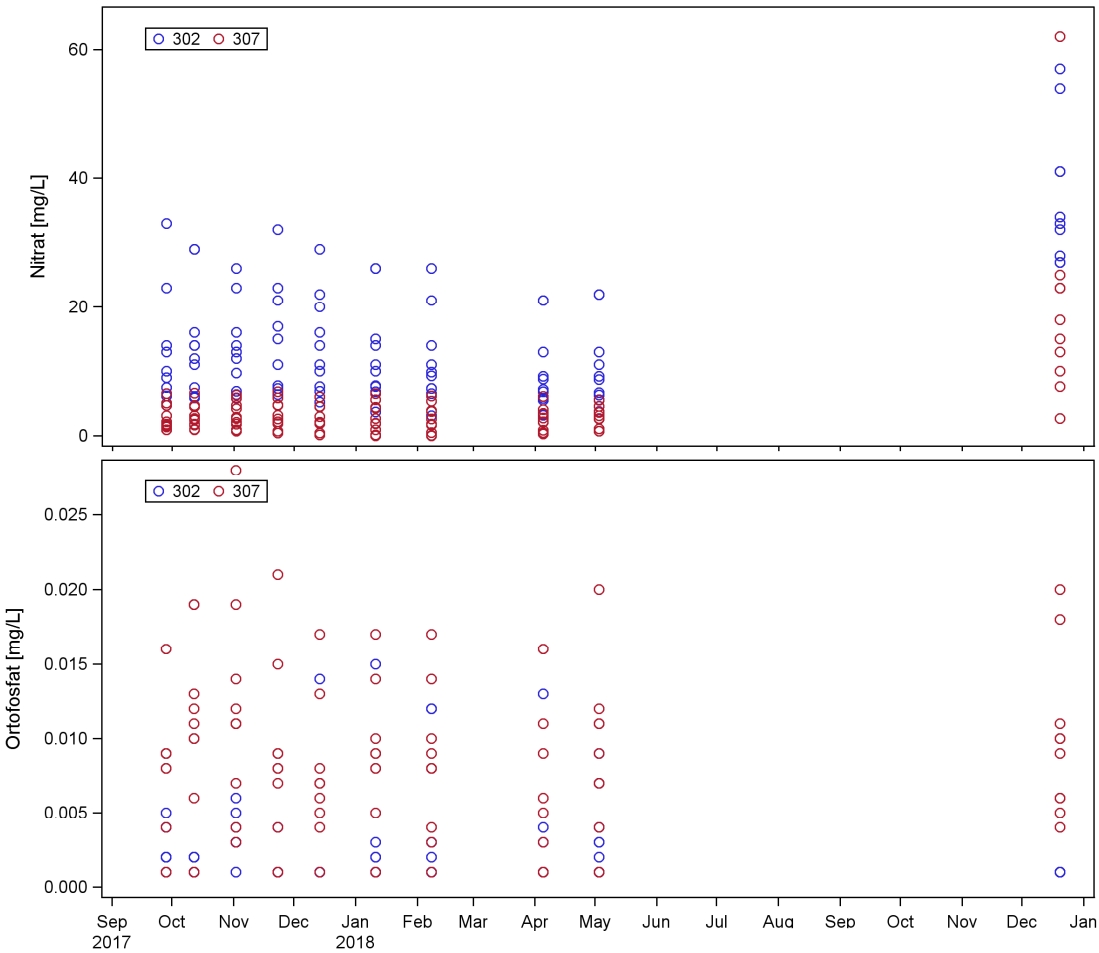
Figur 15.5. Nitrat- (o øverste) og ortofosfat- (o nederst) koncentrationer i jordvand på y-akse og udvaskning (-) på 2. y-akse for blandingsprøver fra 1. juni 2016 til 31. december 2020 på station 303 og 308. Lodrette streger viser start 1. juni for det hydrologiske år, som udvaskningen er opgjort for.

Enkeltcelleprøver

Der er udtaget enkeltcelleprøver fra oktober 2017 til maj 2018 og igen i december 2018. Den største spredning på nitratkoncentrationerne ses på målingerne ved de gamle stationer 302 og 303 (figur 15.6). Især for station 302 er der generelt stor spredning på de målte nitratkoncentrationer fra de enkelte sugeceller, hvor den største spredning på sugecellerne er 28 mg l^{-1} målt i oktober måned 2017. Dog ses der en stor spredning på ca. 60 mg l^{-1} for station 307 i december 2018, ellers ligger koncentrationerne for station 307 rimeligt tæt.

De målte nitratkoncentrationer ligger generelt mere samlet for station 303 og station 308 i forhold til station 302 og station 307. Den største spredning i koncentrationerne for station 303 ligger på 16 mg l^{-1} nitrat, målt i midt december 2018 (figur 15.6).

For orthofosfat ses den modsatte tendens – her er der størst spredning og højeste koncentrationer på målingerne fra de nyetablerede stationer 307 og 308. Især for station 307 er der målt stor spredning på enkeltcelleanalyserne, hvor den største spredning er målt i november 2017, hvor der er målt mellem 0,003 – 0,028 mg l^{-1}. Samme dag er der målt koncentrationer mellem 0,001-0,006 mg l^{-1} på station 302 til sammenligning (figur 15.6).



Figur 15.6. Nitrat- og ortofosfatkoncentrationer målt på enkeltcelleprøver på station 302 og 307 fra slut september 2017 til december 2018. For station 302 er der udtaget prøver fra ni sugeceller d. 23.november 2017, og alle de andre datoer er der udtaget prøver fra alle ti sugeceller. For station 307 er der udtaget prøver fra ni sugeceller d. 14. december 2017, og alle de andre datoer er der udtaget prøve fra alle ti sugeceller.

For station 308 er der ikke ligeså stor spredning på enkeltcelleanalyserne for fosfat, som der er på station 307 – dog ligger fosfatkoncentrationerne på stationen generelt højere end på station 303. Den højeste koncentration på 0,025 mg l^{-1} er målt i slut september og midt oktober måned. Den højeste koncentration for station 303 er målt i start november måned på 0,013 mg l^{-1} (figur 15.6).

Opsamling

De høje koncentrationer, der ses på alle nitratmålingerne i sidste halvdel af 2018 på alle stationerne, kan skyldes, at afgrøderne, på grund af tørken i sommeren 2018, ikke har været i stand til at optage al den tildelte gødning. Da vandet igen er begyndt at trænge ned i jordlagene, har der derfor været en stor pulje af næringsstoffer, som bliver udvasket.

Selvom der endnu ikke ligger en lang tidsserie, er tendensen på station 302 og 307, at nitratkoncentrationerne er højere på den gamle station 302 i forhold til den nye station 307. Den gamle station ligger i en kile mellem to kørespor, og det kan give anledning til, at der her bliver givet mere gødning end på resten af marken. På station 303 og 308 har koncentrationerne ligget på samme niveau indtil 2018, hvor der efter dette år er målt højere koncentrationer på den nye station 308. Forskellen kan bl.a skyldes, at afgrøden over den nye station ikke vokser lige så tæt som afgrøden over station 303.

16 Referencer

Allerup, P., Madsen, H. og Vejen, F. (1998). Standardværdier (1961-96) af Nedbørskorrektioner. Teknisk Rapport 98-10. 17s. Danmarks Meteorologiske Institut.

Andersen, H. E. & Heckrath, G. (redaktører). (2020). Fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 340 s. - Videnskabelig rapport nr. 397 http://dce2.au.dk/pub/SR397.pdf

Andersen R.C. (red.). (2021). Undersøgelser af DMI's nedbørsdata til anvendelse for hydrologiske formål. Afrapportering til miljøministeriet. Danmarks Meteorologiske Institut. DMI-rapport 21-40. 33 sider.
https://www.dmi.dk/fileadmin/Rapporter/2021/Undersoegelser_af_DMI_s_nedboersdata_til_anvendelse_for_hydrologiske_formaal.pdf

Anonym (2015a). Landmænd undgår krav om 60.000 hektar efterafgrøder. Nyhed publiceret 3. juli 2015, NaturErhvervsstyrelsen, Miljø- og Fødevareministeriet. http://naturerhverv.dk/nyheder-og-presse/nyheder/nyhed/nyhed/landmaend-undgaar-krav-om-60000-hektar-efterafgroeder/.

Bichel-udvalget (1998). Udvalget til vurdering af de samlede konsekvenser af en hel eller delvis afvikling af pesticidanvendelsen. Rapport fra Hovedudvalget. s144.

Blicher-Mathiesen, G., Holm, H. (2018). Vurdering af nitratkoncentrationer I jordvand, drænvand og grundvand for station 103 og 106, Højvads Rende. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

Blicher-Mathiesen, G., Holm, H., Houlborg, T., Rolighed, J., Andersen, H.E., Carstensen, M.V., Jensen, P.G., Wienke, J., Hansen, B. & Thorling, L. (2019). Landovervågningsoplande 2018. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 241 s. - Videnskabelig rapport nr. 352 http://dce2.au.dk/pub/SR352.pdf

Blicher-Mathiesen, G., Grant, R., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. (2012). Landovervågningsoplande 2011. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 148 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 31
www.dmu.dk/Pub/SR31.pdf

Blicher-Mathiesen, G., Andersen, H.E, & Larsen,S. (2014). Nitrogen field balances and suctioncup-measured N leaching in Danish catchments. Agric., Ecos. & Environm. 196, 69-75.

Bøgestrand, J. (red.) (2000). Vandområder – Vandløb og kilder 1999. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 336.

Bøgestrand, J. (2006). Ny metode til opgørelse af baggrundsbelastningen med N og P. Notat fra Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Vandløbsøkologi, september 2006.

Bøgestrand, J., Kronvang, B., Windolf, J., Kjeldgaard, A. (2014). Baggrundsbelastning med total N og nitrat-N. Notat fra DCE. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

Carstensen, J. & Larsen, S.E. 2006: Statistisk bearbejdning af overvågningsdata - Trendanalyser. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. 38 s. - Teknisk anvisning fra DMU nr. 24. http://www.dmu.dk/Pub/TA24.pdf

Danmarks Statistik. Landbrugsstatistikken. http://www.dst.dk/da/Statistik/Publikationer/

Grant, R., Laubel, A. & Kronvang, B. (1997). Nedvaskning af fosfor til dræn. Vand og Jord 4, 169-172.

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Pedersen, M.L., Jensen, P.G., Pedersen, M. & Rasmussen, P. (2003). Landovervågningsoplande 2002. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 132 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 468.

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., and Mejlhede Andersen, P. (2009). Ny lokal beregning af nettonedbør. Vand & jord, Årg. 16, nr. 3, side 104-108.

Grant, R. (2011). Prøvetagning af drænvand i landovervågningen: intensiv prøvetagning. Teknisk anvisning. Fagdatacenter for Stofudvaskning fra dyrkede arealer, Institut for Bioscience, Aarhus Universitet.

Grant, R. (2012). Prøvetagning af drænvand i landovervågningen: Punktprøver. Teknisk anvisning. Fagdatacenter for Stofudvaskning fra dyrkede arealer, Institut for Bioscience, Aarhus Universitet.

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

Hansen, E. M., and Djurhuus, J. (1997). Nitrate leaching as influenced by soil tillage and catch crop, Soil & Tillage Research, Vol. 41, p. 203-219.

Hansen, E.M. & Eriksen, J. (2016). Nitrate leaching in maize after cultivation of differently managed grass-clover leys on coarse sand in Denmark. Agric. Ecosyst. Environ. 216, 309-313.

Hansen, B. & Thorling, L., (2018). Kemisk grundvandskortlægning. GEO-VEJLEDNING 2018/2. Særudgivelsen fra GEUS.

Hansen, B., Thorling, L., Kim, H. & Blicher-Mathiesen, G. (2019). Long-term nitrat response in shallow groundwater to agricultural N regulations in Denmark. J. of Environ. Management 240: 66-74.

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.

Højberg, A.L., Windolf, J., Børgesen, C.D., Troldborg, L., Tornbjerg, H., Blicher-Mathiesen, G., Kronvang, B., Thodsen, H., Ernstsen, V. (2015). National kvælstofmodel. Oplandsmodel til belastning og virkemidler. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, København.

Institute of Hydrology (1993). Low flow estimation in the United Kingdom. IH report 108. Institute of Hydrology, Wallingford, United Kingdom.

Jacobsen, O.S., Larsen, H.V. & Andreasen, L. (1990). Geokemiske processer i et grundvandsmagasin. NPo- Forskning fra Miljøstyrelsen, Nr. B10, 45 s.

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

Kristensen, I., Manevski, K. & Jørgensen, U. (2015). Udvaskning efter majs med forskellige forfrugt, 2009-2011.I: J. B. Pedersen (Ed.) Oversigt over landsforsøgene 2015. side 197-199.

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., Waagepetehrsen, J., Børgesen, C.D., Vinther, F.P., Grant, R. & Blicher-Mathiesen, G. (2008): **Reestimation and further development in the model N-LES - N-LES$_3$ to N-LES.** 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 phosphourus transport in small lowland streams. Hydrological Processes.

Kyllingsbæk, A. (2003). Tilførsel af næringsstoffer med affaldsprodukter. Notat af 11. august 2003. Danmarks JordbrugsForskning.

Kyllingsbæk, A. (2005). Næringsstofbalancer og næringsstofoverskud i dansk landbrug 1979-2002: kvælstof, fosfor, kalium. DJF rapport. Markbrug; No. 116. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Danmarks Jordbrugs-Forskning. Forskningscenter Foulum, Tjele.

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., Windolf, J., Tornbjerg, H., Hoffmann, C.C., Søndergaard, M. & Blicher-Mathiesen, G. (2018). Genopretning af fejlbehæftede kvælstof- og fosforanalyser. Ferskvand. Aarhus Universitet, DCE- Nationalt Center for Miljø og Energi.. http://dce2.au.dk/pub/TR110.pdf

Larsen, S.E. (2018). Dokumentation for genopretning af TN og TP data fra perioden 2007-14. Notat fra DCE – Nationalt center for Miljø og Energi. 8 sider. http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2018/Dokumentation_genopretning_TN_TP.pdf

Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Søndergaard, M., Thodsen, H. & Blicher-Mathiesen, G. (2020a). Forskelle i målt koncentration af totalkvælstof og totalfosfor i ferskvand ved at anvende de to oplukningsmetoder til organisk stof; autoklave- og UV-metode. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 53 s. – Fagligt notat nr. 2020|38 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_38.pdf

Larsen, S.E., Thodsen, H., Tornbjerg, H., Windolf, J. (2020b). Klimanormalisering af kvælstofafstrømning - Videnskabelig rapport nr. 393. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Thodsen, H., Kronvang, B. & Blicher-Mathiesen, G. (2021a). Analyse af organisk kvælstof koncentrationer i vandløb i to perioder med henblik på at udvikle en korrektionsformel for perioden 2009-2014. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 115 s. – Fagligt notat nr. 2021|29 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2021/N2021_29.pd

Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Thodsen, H., Kronvang, B. & Blicher-Mathiesen, G. (2021b). Analyse af organisk kvælstof koncentrationer i vandløb med henblik på at udvikle en korrektionsformel for 2015. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 19 s. – Fagligt notat nr. 2021|39 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2021/N2021_39.pdf

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

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

Mikkelsen, M.H. (2003). Slam anvendt som gødning på landbrugsjord. Notat af 18. december 2003. Afd. for Systemanalyser, Danmarks Miljøundersøgelser.

Miljøministeriet og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (2008). Afrapportering fra arbejdsgruppen om udredning af mulighederne for justering af afgrødenormsystemet med henblik på optimering af gødsknings- og miljøeffekt – "noget for noget". 106 s. www.mst.dk.

Miljø og Fødevareministeriet (2020). Vurdering af kvælstofindsatsen. Notat fra Miljø- og Fødevareministeriet, 24 sider. https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Landbrug/Afrapportering_af_kvaelstofudvalgets_arbejde.pdf

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

Miljøstyrelsen (2017a). Leverandør-fejl i laboratorieanalyser. http://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2017/jun/leverandoer-fejl-i-laboratorieanalyser/

Miljøstyrelsen (2017b). Miljøstyrelsen igangsætter serviceeftersyn af laboratorier. http://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2017/jul/miljoestyrelsen-igangsaetter-serviceeftersyn-af-laboratorier/

Miljøstyrelsen (2000). Zonering. Vejledning nr. 3, 2000 (Zoneringsvejledningen).

Miljøstyrelsen (2012). Pesticidbelastning af jordbruget 2007-2010. Orientering fra Miljøstyrelsen Nr. 12 2012. Miljøministeriet 52 sider. https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2012/01/978-87-92779-75-5.pdf

Miljøstyrelsen, (2020). Bekæmpelsesmiddelstatistik 2018. Behandlingshyppighed og pesticidbelastning baseret på salg og forbrug. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 45. Miljø- og Fødevareministeriet. 101 sider.

Miljøstyrelsen, (2021). Bekæmpelsesmiddelstatistik 2019. Behandlingshyppighed og pesticidbelastning baseret på salg og forbrug. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 48. Miljø- og Fødevareministeriet. 103 sider.

NAER (2016). Generelt om de danske kvælstofregler. Historisk gennemgang af kvælstofnormerne. http://naturerhverv.dk/landbrug/goedning/generelt-om-de-danske-kvaelstofregler/#c47342

Nielsen, A.M., Hansen, B, Ernstsen, V., Rasmussen, P., Blicher-Mathiesen, G., & Greve, M.H. (2014). Odder Bæk – LOOP 2. Lokalitet 03, renovering og etablering af sugeceller og horisontal boring. GEUS rapport, 2014/82.

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

Pedersen, J., Hansen, J.G., Greve, M.B., Wang, Y., Andersen, M.N., Gill, R., Bøvith, T. & Sass, B.H. (2021). Implementation of new radar-based weather data in high spatial resolution into agricultural decision systems. DMI resport 21-32. 31 p. The Dansih Meteorological Institute.

Petersen, R.J., Blicher-Mathiesen, G., Rolighed, J., Andersen, H.E., Kronvang, B., (2021). Three decades of regulation of agricultural nitrogen losses: Experiences from the Danish Agricultural Monitoring Program. Science of the Total Environment 787, 147619.

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.

Poulsen, J.R., Thodsen, H., Larsen, S.E., Ovesen, N.B., Kronvang, B. (2017). Climate and hydrology. I: Jensen, P.N. (Redaktør), Estimation of nitrogen concentrations from root zone to marine areas around the year 1900 - Videnskabelig rapport nr. 241. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, s. 20-36.

Rasmussen, P. 2016. Forundersøgelser og evt. etablering af nye sugecellefelter ved station 2 og 3 i LOOP 3 (Horndrup Bæk). Etablering af nye 2 sugecellefelter: St. 3.07 og St. 3.08. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2016/28.

Refsgaard J. C., Stisen, S., Højberg, A.L., Olsen, M., Henriksen, H.J., Børgesen, C.D., Vejen, F., Kern-Hansen, C., Blicher-Mathiesen, G. (2011). Vandbalance i Danmark. Vejledning i opgørelse af vandbalance ud fra hydrologiske data for perioden 1990-2010. Danmarks og Grønlands Geologiske undersøgelse Rapport 2011/77.

Rubek, F., Scarling, M & Cappelen, J. (2020). Danmarks klima 2019. DMI rapport 20-01. 80 sider.

Rubek, F., Scarling, M & Cappelen, J. (2021). Danmarks klima 2020. DMI rapport 21-01. 78 sider.

Svendsen, L.M. & Jung-Madsen, S. (red.) (2020). Homogenitetsbrud og potentielle fejl i nedbørsdata. Eksempler på konsekvenser for myndighedsbetjeningen. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. – Fagligt notat nr. 2020|51 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_51.pdf

Thodsen, H., Tornbjerg, H., Bøgestrand, J., Larsen, S.E., Ovesen, N.B., Blicher-Mathiesen, G., Rolighed, J., Holm, H. & Kjeldgaard, A. (2021a). Vandløb 2019 - Kemisk vandkvalitet og stoftransport. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi,74 s. - Videnskabelig rapport nr. 452 http://dce2.au.dk/pub/SR452.pdf

Thodsen, H., Tornbjerg, H., Rolighed, J., Baattrup-Pedersen, A., Larsen, S.E., Ovesen, N.B., Blicher-Mathiesen, G. & Kjeldgaard, A. 2021. Vandløb 2020. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 82 s. - Videnskabelig rapport nr. 473. http://dce2.au.dk/pub/SR473.pdf

Thorling, L. (2012). Prøvetagning af grundvand i felten. Teknisk anvisning. GEUS 2012. www.geus.dk/publications/grundvandsovervaagning/g02_provetagning.pdf

Thorling, L., Ernstsen, V., Hansen, B., Johnsen, A.J., Larsen, F., Mielby, S., Troldborg, L. (2015). Grundvand. Status og udvikling 1989 – 2014. Teknisk rapport, GEUS 2015. ww.geus.dk/publications/grundvandsovervaagning/1989_2014.htm.

Thorling, L., Ernstsen, E., Hansen, B., Johnsen, A.R. & Troldborg, L. (2019). Grundvand. Status og udvikling 1989 – 2018. Teknisk rapport, GEUS 2019. www.geus.dk/publications/grundvandsovervaagning/1989_2016.htm

Vinther, F.P. og Hansen S. (2004). SIMDEN – en simpel model til beregning denitrifikation af N_2O emission og denitrifikation. DJF-rapport Markbrug nr. 104.

Vinther, F.P. og Olsen, P. (2020). Næringsstofbalancer og næringsstofoverskud i landbruget 1998/99-2018/19. DCA Rapport nr. 173, juli 2020. Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet. 32 sider.

Vinther, F.P. og Olsen, P. (2017). Næringsstofbalancer og næringsstofoverskud i landbruget 1995/96-2015/16. DCA rapport nr. 099, 2017. DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet. 33 sider.

Vinther, F.P. og Poulsen, H.D. (2009): Udviklingen i landbrugets fosforoverskud og forbruget af foderfosfat. I (Børgesen et al.) Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan III. DJF rapport markbrug 142. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.

Waagepetersen, J., Grant, R., Børgesen, C.D. & Iversen, T.M. (2008). Midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan III. Notat fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet og Danmarks Miljøundersøgelser. 36 sider.

Wachendorf, M., Büchter, M., Volker, K.C., Bobe, J., Rave, G., Loges, R & Taube, F. (2006). Performance and environmental effects of forage production on sandy soils. V. Impact of grass understorey, slurry application and mineral N fertilizer on nitrate leachinhg under maize silage. Grass and Forage Science 61, 243-252.

Windolf, J., Svendsen, L.M., Ovesen, N. B., Iversen, H. L, Larsen, S. E., Skriver, Erfurt, J. (1998). **Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997.** Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, Faglig rapport nr. 253, 1998. https://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR253.pdf

Ørum, J. E., & Samsøe Petersen, L. (red.) (2014). Bekæmpelsesmiddelstatistik 2013: behandlingshyppighed og pesticidbelastning, baseret på salgsstatistik og sprøjtejournaldata. Miljøstyrelsen. Orientering fra Miljoestyrelsen, Nr. 6, 2014.

Bilag 1 Markbalancer for 1990-2020

N-markoverskud for det dyrkede areal og for hele landet i 1.000 ton N

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Handelsgødning DS	400,4	394,9	369,5	332,9	326,2	315,5	290,8	287,6	283,2	262,7	251,5	233,7	210,8	201,2	206,7	206,3	191,8
Handelsgødning korrigeret	395,4	389,9	364,5	327,9	321,2	310,5	285,8	282,6	278,2	257,7	246,5	228,7	205,8	196,2	201,7	201,3	186,8
Handelsgødning GR																198,2	184,4
Husdyrgødning	244,0	246,0	245,0	248,0	238,0	231,0	233,0	231,0	233,0	229,0	232,0	235,0	237,0	232,0	230,0	227,0	219,0
Slam - rensningsanlæg	3,1	3,2	3,8	4,9	4,4	4,6	4,5	4,0	3,8	3,7	3,6	3,5	3,6	3,2	2,7	2,2	2,2
Affald fra industriproduktion	1,5	2,7	3,0	4,5	4,5	4,5	4,6	4,5	5,1	4,4	5,1	7,3	6,8	6,4	6,0	5,5	5,1
Anden organisk gødning																4,5	5,1
Såsæd	5,6	5,5	5,5	5,5	5,4	5,5	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,4	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4
N-fiksering	50,0	44,8	39,2	48,5	45,3	43,5	41,8	48,6	53,5	45,6	44,3	41,6	39,8	36,6	35,0	40,0	40,3
N deposition	60,5	56,5	50,3	45,3	54,3	50,3	44,1	49,0	44,3	47,9	50,5	42,9	41,5	40,9	41,5	42,4	47,6
Tilført DS	760,1	748,7	711,5	684,7	673,2	649,8	619,3	625,0	623,1	593,6	587,4	564,3	539,8	520,6	522,1	524,1	505,7
Tilført GR																517,8	501,1
Høstet N	355,7	331,8	269,1	314,7	293,4	308,2	297,1	311,5	316,0	289,3	295,4	287,8	277,1	274,7	271,0	283,1	279,9
N-markoverskud-landbrug DS	404,4	416,9	442,4	370,0	379,8	341,6	322,3	313,5	307,1	304,3	292,0	276,5	262,7	246,0	251,1	241,0	225,8
N-markoverskud-landbrug GR																234,7	221,3
N-markoverskud-hele Danmark	431,0	441,6	465,7	392,0	405,7	363,8	343,0	334,6	328,4	327,6	316,9	296,1	284,1	265,8	271,1	260,2	246,6
N-markoverskud-hele DK GR																252,9	241,5
Dyrket areal (1.000 ha)																	
Danmarks Statistik	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2658	2645	2707	2711
Dyrket areal GLR														2672	2678	2788	2757

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Handelsgødning DS	194,6	220,4	200,3	190,0	197,0	187,0	193,6	186,8	205,3	197,2	252,9			
Handelsgødning korrigeret	189,6	215,4	195,3	185,0	195,0	185,0	191,6	184,8	203,3	195,2	250,9			
Handelsgødning GR	202,1	205,0	209,3	197,9	203,9	198,2	199,1	203,4	210,0	241,9	237,1	223,5	223,6	229,8
Husdyrgødning DCA	238,0	231,0	226,0	224,0	228,0	226,8	221,9	223,4	223,4	224,4				
Husdyrgødning GR	236,0	230,0	225,8	223,5	223,3	220,4	215,4	211,9	216,4	219,3	217,7	223,5	219,4	215,8
Slam - rensningsanlæg	2,2	2,4	3,0	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6			
Affald fra industriproduktion	4,6	4,2	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9			
Anden organisk gødning	5,3	6,4	6,9	6,0	6,0	6,8	7,0	6,8	7,2	7,8	8,0	6,9	8,2	8,0
Såsæd	5,3	5,3	5,2	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	5,3	6,0	5,2	5,2	5,2	5,2
N-fiksering	40,6	40,9	46,8	46,5	48,6	48,1	42,9	44,8	42,5	43,9	44,7	33,8	44,2	34,5
N deposition	36,7	38,0	37,8	37,3	37,3	40,7	34,1	38,3	38,1	37,8	33,7	33,8	36,6	31,4
Tilført DS	515,1	536,3	518,0	504,3	516,0	506,0	496,4	491,6	512,1	507,2	558,7			
Tilført GR	526,1	525,6	532,0	516,6	524,4	519,5	504,4	510,5	519,5	555,2	546,3	526,7	537,3	524,6
Høstet N	285,0	303,2	313,5	290,0	297,6	301,5	291,7	301,9	299,2	307,7	316,7	261,4	326,4	296,2
N-markoverskud-landbrug DS	230,0	233,1	204,5	214,3	218,3	204,5	204,7	189,7	212,9	199,5	242,0			
N-markoverskud-landbrug GR	241,1	222,5	218,5	226,6	226,7	218,0	212,7	208,6	220,3	247,5	229,6	265,4	210,9	228,4
N-markoverskud-hele Danmark	249,8	251,2	223,1	232,5	236,7	222,8	223,2	208,3	231,3	218,1	260,4			
N-markoverskud-hele DK GR	259,8	239,9	235,9	244,2	244,5	235,9	230,7	226,7	238,4	266,0	248,5	284,1	229,5	247,0
Dyrket areal (1.000 ha)														
Danmarks Statistik	2663	2668	2624	2646	2640	2640	2628	2621	2633	2625				
Dyrket areal GLR	2744	2728	2723	2705	2693	2679	2671	2661	2633	2634	2610	2602	2613	2613

N-markoverskud for det dyrkede areal og for hele landet i kg N ha^{-1} $år^{-1}$

N-markoverskud (kg N ha^{-1} $år^{-1}$)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Hele landet																	
Handelsgødning DS	143,6	142,6	134,1	121,6	121,2	115,7	107,1	107,0	106,0	99,4	95,0	87,3	79,1	75,3	77,2	74,0	69,6
Handelsgødning DS korrigeret	141,8	140,8	132,2	119,7	119,4	113,9	105,2	105,1	104,1	97,5	93,1	85,5	77,2	73,4	75,3	72,2	67,8
Handelsgødning GR																71,1	66,1
Husdyrgødning DCA	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	86,8	85,9	81,4	79,4
Husdyrgødning GR																86,3	82,9
Slam - rensningsanlæg	1,1	1,2	1,4	1,8	1,7	1,7	1,7	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,4	1,0	0,8	0,8	0,8
Affald fra industriproduktion	0,5	1,0	1,1	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,9	1,7	1,9	2,7	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8
Anden organisk gødning																1,6	1,8
Såsæd	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
N-fiksering	17,9	16,2	14,2	17,7	16,8	15,9	15,4	18,1	20,0	17,3	16,7	15,6	14,9	13,7	13,1	14,4	14,6
N deposition-landbrug	22	20,4	18	17	20	18	16	18	17	18	19	16	16	15	16	16	18
N deposition-natur	17	16,0	15	14	16	14	13	13	13	14	15	12	13	12	12	12	13
Tilført	273	270	258	250	250	238	228	232	233	224	222	211	202	195	195	190	186
Tilført GR																191	185
Høstet N	128	120	98	115	109	113	109	116	118	109	112	108	104	103	102	105	103
N-markoverskud dyrket areal	145,0	150,5	160,5	135,1	141,1	125,3	118,7	116,6	114,9	115,1	110,3	103,3	98,6	92,0	93,8	86,4	81,9
N-markoverskud dyrket areal GR																86,4	81,8
N-markoverskud-hele Danmark	100,0	102,5	108,1	91,0	94,1	84,4	79,6	77,6	76,2	76,0	73,5	68,7	65,9	61,7	62,9	60,4	57,2
N-markoverskud-hele DK GR																58,7	56,0
Dyrket areal (1.000 ha)																	
Danmarks Statistik	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2658	2645	2707	2711
Dyrket areal GLR														2672	2678	2788	2757

N-markoverskud (kg N ha^{-1} år^{-1})	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hele landet														
Handelsgødning DS	70,9	80,8	73,6	70,2	73,2	69,4	71,9	70,2	77,1	74,9	97,5			
Handelsgødning DS korrigeret	69,1	79,0	71,7	68,4	72,4	68,7	71,1	69,4	76,3	74,1	96,8			
Handelsgødning GR	72,5	73,5	75,1	71,0	75,7	73,6	73,9	76,4	78,9	91,8	91,5	85,9	85,6	87,9
Husdyrgødning DCA	86,7	84,7	83,0	82,8	84,7	84,7	84,7	83,9	83,9	85,2	82,2			
Husdyrgødning GR	89,6	87,3	85,7	84,8	84,8	83,7	81,8	80,4	82,1	83,2	84,0	85,9	84,0	82,6
Slam - rensningsanlæg	0,8	0,9	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0			
Affald fra industriproduktion	1,7	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5			
Anden organisk gødning GR	1,9	2,3	2,5	2,2	2,2	2,4	2,5	2,5	2,6	2,8	3,1	2,6	3,2	3,1
Såsæd	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
N-fiksering	14,8	15,0	17,2	17,2	18,1	17,9	15,9	16,8	16,0	16,7	17,2	13,0	16,9	13,2
N deposition-landbrug	14	14	14	14	14	15	13	14	14	14	13	13	14	12
N deposition-natur	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Tilført	191	200	193	189	196	193	189	192	198	198	217			
Tilført GR	195	194	197	191	197	195	189	193	196	211	211	202,4	205,6	201
Høstet N	107	114	119	110	113	114	110	115	114	117	122	100	125	113
N-markoverskud dyrket areal	83,8	85,4	75,1	79,2	81,1	78,8	79,1	76,4	83,9	80,3	94,6			
N-markoverskud dyrket areal GR	87,5	80,7	77,4	81,7	83,8	80,7	78,8	77,4	82,2	93,6	88,6	102,0	80,7	87,4
N-markoverskud-hele Danmark	58,0	58,3	51,8	54,0	54,9	51,7	51,8	48,3	53,7	50,6	60,4			
N-markoverskud-hele DK GR	60,3	55,7	54,7	56,7	56,7	54,7	53,5	52,6	55,3	61,7	57,7	65,9	53,3	57,3
Dyrket areal (1.000 ha)														
Danmarks Statistik	2663	2668	2624	2646	2640	2645	2645	2621	2633	2625				
Dyrket areal GLR	2744	2728	2723	2705	2693	2679	2671	2661	2663	2634	2610	2602	2613	2613

Markbalance for fosfor i 1.000 ton P for det dyrkede areal

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Handelsgødning	40,4	37,7	32,2	27,1	22,9	21,4	20,5	22,3	20,7	19,3	16,8	14,3	14,3	13,6	14,5	14,6	13
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	51,5	49,3	46,8	44,8
Såsæd	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
Slam	1,0	2,1	2,5	4,0	3,1	3,4	3,3	2,7	2,7	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Affald fra industri	1,2	1,2	1,9	1,7	2,0	2,0	2,2	2,7	3,5	3,3	3,34	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Deposition	0,279	0,277	0,276	0,274	0,269	0,273	0,272	0,269	0,267	0,264	0,265	0,268	0,267	0,267	0,268	0,279	0,276
I alt i 1000 ton P	98,5	97,3	92,8	89,1	83,2	82,9	82,2	83,9	84,0	81,2	78,7	77,6	73,1	71,9	70,6	68,2	64,6
Høstet	58,0	57,7	40,4	47,2	48,2	53,1	46,7	52,5	52,2	50,3	52,3	49,0	46,7	49,1	48,9	51,2	48,5
P balance (1.000 ton P)	40,5	39,5	52,4	41,9	34,9	29,9	35,5	31,4	31,8	30,9	26,4	28,6	26,3	22,7	21,6	17,0	16,1
Balance i kg P ha^{-1}	14,5	14,3	19,0	15,3	13,0	11,0	13,1	11,7	11,9	11,7	10,0	10,7	9,9	8,5	8,1	6,1	5,8
Dyrket areal (1.000 ha)																	
Danmarks Statistik	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2672	2678	2788	2757
Dyrket areal GLR														2675	2677	2690	2666

Handelsgødningsforbruget er fratrukket 1 mio. kg P til golfbaner og offentlige anlæg

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Handelsgødning	13,4	13,3	6,7	10,5	10,8	11,8	11,3	13	13,3	13,3	20,8	14,8	14,6	16,0
Husdyrgødning	45,9	43	42,5	39,9	41,3	45,8	45,3	46,1	46,1	44,3	43	44,3	44,9	43,8
Såsæd	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
Slam	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4			
Affald fra industri	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1			
Anden organisk gødning, GR												2,8	3,1	3,1
Deposition	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,264	0,263	0,262	0,263	0,263	0,259	0,26	0,26	0,26
I alt i 1.000 ton P	66,1	63,1	56,0	57,2	58,9	64,4	63,4	65,9	66,2	64,4	70,5	63,2	63,9	64,3
Høstet	48,6	51,7	55,1	49,6	52,5	53,4	51,3	53,9	54,5	54,5	55,2	40,5	55,6	49,5
P balance (1.000 ton P)	17,6	11,4	0,9	7,6	6,4	11,0	12,0	12,0	11,6	9,8	15,4	22,7	8,3	14,8
Balance i kg P ha^{-1}	6,4	4,2	0,3	2,8	2,4	4,1	4,5	4,5	4,4	3,7	5,9	9,3	3,2	5,7
Dyrket areal (1.000 ha)														
Danmarks Statistik	2663	2668	2624	2646	2640	2645	2628	2621	2633	2625				
Dyrket areal GLR	2744	2728	2723	2705	2693	2679	2671	2661	2633	2634	2610	2602	2613	2613

Markbalance for fosfor i kg P ha^{-1} for det dyrkede areal

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Handelsgødning	14,5	13,6	11,7	9,9	8,5	7,9	7,5	8,3	7,7	7,3	6,3	5,3	5,4	5,1	5,4	5,2	4,7
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	19,3	18,4	16,8	16,2
Såsæd	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Slam	0,4	0,8	0,9	1,5	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Affald fra Industri		0,4	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	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
Tilført	34,9	35,1	33,7	32,5	30,9	30,4	30,3	31,2	31,4	30,7	29,7	29,0	27,4	26,9	26,4	24,5	23,4
Høstet	20,8	20,8	14,7	17,2	17,9	19,5	17,2	19,5	19,5	19,0	19,8	18,3	17,5	18,4	18,3	18,4	17,6
Balance i kg P ha^{-1}	14,1	14,3	19,0	15,3	13,0	11,0	13,1	11,7	11,9	11,7	10,0	10,7	9,9	8,5	8,1	6,1	5,8
Dyrket areal (1.000ha)																	
Danmarks Statistik	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2658	2645	2707	2711
Dyrket areal GLR														2672	2678	2788	2757

1) Handelsgødningsforbruget er fratrukket 1 mio. kg P til golfbaner og offentlige anlæg.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Handelsgødning	4,9	4,9	2,5	3,9	4,0	4,4	4,2	4,9	5,0	5,0	8,0	5,6	5,6	6,1
Husdyrgødning	16,7	15,8	15,6	14,7	15,3	15,4	15,4	15,5	17,3	16,8	17,1	16,6	17,2	16,8
Såsæd	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Slam	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8		
Affald fra Industri	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
Anden organisk gødning, GR												1,1	1,2	1,3
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
Tilført	24,1	23,1	20,6	21,1	21,9	22,3	22,2	23,0	24,8	24,8	27,7	24,3	24,5	24,6
Høstet	17,7	19,0	20,2	18,3	19,5	19,9	19,2	20,3	20,4	20,7	21,3	15,6	21,3	19,0
Balance i kg P ha^{-1}	6,4	4,2	0,3	2,8	2,4	2,4	3,0	2,7	4,4	4,1	6,4	8,7	3,2	5,7
Dyrket areal (1.000 ha)														
Danmarks Statistik	2663	2668	2624	2646	2640	2645	2628	2621	2633	2625				
Dyrket areal GLR	2744	2728	2723	2705	2693	2679	2671	2661	2633	2634	2610	2602	2613	2613

Bilag 2a Kvælstofbalancer for landovervågningsoplandene, opdelt på hvert af de 6 oplande

N-markbalancer for LOOP 1991-2020 (kg N ha^{-1})

År	LOOP	Handelsg	Husdyrg.	Udb	N-fix	Deposition	Såsæd	Tilført	Høstet	N-markbalance
1991	1	133,9	24,9	2,8	9,5	22,0	2,0	195,2	142,6	52,6
1992	1	141,4	27,0	2,2	3,2	20,0	2,0	195,8	112,6	83,2
1993	1	117,9	25,0	2,3	9,3	19,0	2,0	175,5	125,7	49,8
1994	1	117,0	26,7	2,0	12,7	21,0	2,0	181,5	106,6	74,9
1995	1	123,2	19,2	1,7	4,1	19,0	2,0	169,2	121,1	48,1
1996	1	115,5	14,7	2,4	3,1	17,0	2,0	154,7	122,5	32,2
1997	1	108,2	12,9	4,3	12,1	18,0	2,0	157,5	126,7	30,9
1998	1	113,3	10,1	6,2	5,2	18,0	2,0	154,9	112,3	42,5
1999	1	98,4	13,5	2,7	17,5	19,0	2,0	153,1	115,7	37,4
2000	1	125,1	29,8	2,8	4,1	20,0	2,0	183,8	114,7	69,1
2001	1	116,5	10,7	2,7	4,9	17,0	2,0	153,8	115,4	38,3
2002	1	109,6	14,0	2,1	19,2	17,0	2,0	164,0	120,0	44,0
2003	1	122,2	13,6	2,0	5,1	16,0	2,0	160,9	113,9	47,0
2004	1	115,7	12,5	2,2	3,7	17,0	2,0	153,1	109,7	43,3
2005	1	105,2	15,5	1,7	5,0	16,0	2,0	145,5	111,5	34,0
2006	1	95,7	19,2	0,8	6,0	18,0	2,0	141,8	95,0	46,8
2007	1	107,5	28,6	1,4	7,1	16,0	2,0	162,6	104,0	58,6
2008	1	94,6	28,0	1,0	5,5	14,0	2,0	145,1	121,7	23,4
2009	1	107,8	34,0	1,5	2,6	15,0	2,0	162,9	127,2	35,7
2010	1	102,2	27,9	1,5	2,3	15,0	2,0	150,9	118,5	32,4
2011	1	125,0	23,5	0,1	2,3	15,0	2,0	167,9	118,7	49,2
2012	1	114,3	26,5	0	4,6	15,0	2,0	132,4	129,1	33,3
2013	1	109,7	24,5	0	3,1	13,0	2,0	152,3	127,3	25,0
2014	1	125,0	24,3	0	2,3	13,0	2,0	166,6	130,7	35,9
2015	1	113,7	25,4	0,0	2,4	13,0	2,0	156,5	126,6	29,9
2016	1	144,9	17,44	0,0	2,0	13,0	2,0	179,2	124,1	55,3
2017	1	143,8	27,6	0,0	2,1	13,0	2,0	188,6	134,0	54,6
2018	1	134,8	23,9	0,0	2,2	13,0	2,0	175,9	127,7	48,2
2019	1	140,6	13,7	0,0	2,1	14,0	2,0	172,4	148,0	24,4
2020	1	134,2	24,0	0,0	14,1	12,0	2,0	186,3	151,1	36,2

År	LOOP	Handelsg	Husdyrg.	Udb	N-fix	Deposition	Såsæd	Tilført	Høstet	N-markbalance
1991	2	116,4	117,6	25,2	24,8	22,0	2,0	308,0	148,4	159,5
1992	2	102,2	128,7	25,8	24,9	20,0	2,0	303,6	108,1	195,6
1993	2	98,4	131,0	32,9	34,8	19,0	2,0	318,1	116,4	201,7
1994	2	90,6	111,5	37,8	30,6	21,0	2,0	293,5	120,3	173,3
1995	2	91,4	134,5	36,5	30,2	19,0	2,0	313,5	134,1	179,4
1996	2	90,0	121,1	43,6	24,2	17,0	2,0	297,9	143,2	154,8
1997	2	94,1	112,3	36,4	20,9	18,0	2,0	283,8	152,0	131,8
1998	2	77,8	102,2	28,1	19,7	18,0	2,0	247,8	152,4	95,4
1999	2	74,9	126,4	21,1	15,0	19,0	2,0	258,4	163,0	95,4
2000	2	66,8	126,8	18,8	16,4	20,0	2,0	250,8	161,5	89,3
2001	2	56,4	115,8	20,9	20,8	17,0	2,0	232,9	165,9	67,0
2002	2	54,8	112,4	21,1	18,3	17,0	2,0	225,6	154,7	70,9
2003	2	50,0	113,6	19,3	17,0	16,0	2,0	218,0	143,3	74,6
2004	2	52,1	116,4	12,8	13,9	17,0	2,0	214,3	138,3	76,0
2005	2	46,4	118,8	11,8	23,2	16,0	2,0	218,3	133,5	84,8
2006	2	38,1	135,4	9,4	26,1	18,0	2,0	229,0	134,1	94,9
2007	2	45,7	124,1	10,6	29,4	16,0	2,0	227,8	129,9	97,9
2008	2	60,3	141,5	8,3	28,6	14,0	2,0	254,6	130,8	123,8
2009	2	61,1	133,5	10,5	31,7	15,0	2,0	253,8	149,1	104,6
2010	2	58,7	121,1	7,5	32,0	15,0	2,0	236,3	129,2	107,1
2011	2	53,7	140,8	8,5	39,9	15,0	2,0	259,9	145,0	114,9
2012	2	58,1	136,7	7,3	45,5	15,0	2	264,6	163,2	101,4
2013	2	52,6	139,0	9,8	36,9	13,0	2,0	253,3	148,6	104,6
2014	2	55,0	143,6	7,7	37,4	13,0	2,0	258,7	158,7	100,0
2015	2	51,5	147,6	5,2	29,7	13,0	2,0	249,0	147,1	101,9
2016	2	77,4	152,5	8,7	23,6	13,0	2,0	275,9	146,3	129,6
2017	2	61,9	146,4	4,8	24,2	13,0	2,0	252,2	141,8	110,4
2018	2	66,0	140,1	5,0	14,1	13,0	2,0	244,2	107,0	137,3
2019	2	68,2	130,8	5,0	16,4	14,0	2,0	236,5	137,6	98,9
2020	2	84,6	140,0	5,0	15,7	12,0	2,0	259,3	149,7	84,9

År	LOOP	Handelsg	Husdyrg.	Udb	N-fix	Deposition	Såsæd	Tilført	Høstet	N-markbalance
1991	3	141,2	73,0	15,9	21,3	22,0	2,0	275,4	135,2	146,3
1992	3	119,8	100,4	14,4	15,5	20,0	2,0	272,1	114,5	136,9
1993	3	138,6	112,1	13,1	13,7	19,0	2,0	298,4	104,1	184,0
1994	3	120,9	96,7	11,6	16,3	21,0	2,0	268,6	98,6	164,5
1995	3	120,1	103,7	11,0	11,7	19,0	2,0	267,5	119,5	168,9
1996	3	127,4	90,1	11,8	8,1	17,0	2,0	256,4	119,2	136,9
1997	3	133,5	80,2	7,1	9,4	18,0	2,0	250,2	117,5	130,9
1998	3	91,3	90,9	12,3	10,1	18,0	2,0	224,6	111,5	107,1
1999	3	89,7	94,4	12,3	10,8	19,0	2,0	228,2	110,1	118,2
2000	3	85,1	84,1	11,3	7,9	20,0	2,0	210,4	107,6	102,8
2001	3	82,5	91,8	7,6	6,3	17,0	2,0	207,2	103,0	104,1
2002	3	68,6	87,8	10,7	5,7	17,0	2,0	191,8	99,0	92,9
2003	3	70,1	84,2	10,1	6,3	16,0	2,0	188,7	105,0	83,7
2004	3	68,5	77,7	10,2	5,5	17,0	2,0	180,9	101,2	79,8
2005	3	74,0	90,9	11,7	5,4	16,0	2,0	200,0	99,9	100,1
2006	3	59,3	97,2	11,8	6,9	18,0	2,0	195,2	94,8	100,4
2007	3	77,7	83,1	10,8	6,2	16,0	2,0	195,8	99,4	96,4
2008	3	76,3	87,5	5,1	8,7	14,0	2,0	193,6	105,3	88,3
2009	3	75,2	90,0	9,4	11,6	15,0	2,0	203,2	120,1	83,1
2010	3	84,9	107,8	9,8	11,3	15,0	2,0	230,7	106,7	124,1
2011	3	83,1	91,3	11,1	15,1	15,0	2,0	217,6	117,5	100,1
2012	3	73,4	110,8	4,2	13,1	15,0	2,0	218,5	127,6	90,9
2013	3	73,9	92,0	1,4	12,5	13,0	2,0	202,3	118,56	83,8
2014	3	78,3	89,8	9,0	16,0	13,0	2,0	208,1	120,9	87,2
2015	3	68,6	95,5	4,9	17,9	13,0	2,0	202,0	105,3	96,7
2016	3	84,0	95,3	9,2	17,8	13,0	2,0	221,3	115,7	105,6
2017	3	76,0	91,7	9,2	21,7	13,0	2,0	213,6	113,7	99,9
2018	3	77,3	89,5	9,2	16,7	13,0	2,0	207,7	108,3	99,4
2019	3	88,7	77,7	10,8	15,0	14,0	2,0	208,1	127,7	80,4
2020	3	86,2	83,7	10,5	18,3	12,0	2,0	212,6	127,5	86,1

År	LOOP	Handelsg	Husdyrg.	Udb	N-fix	Deposition	Såsæd	Tilført	Høstet	N-markbalance
1991	4	127,5	80,7	7,8	22,6	22,0	2,0	262,7	141,2	121,5
1992	4	125,9	61,7	5,2	18,1	20,0	2,0	232,8	119,8	113,0
1993	4	124,6	49,9	4,2	22,7	19,0	2,0	222,4	138,6	83,8
1994	4	108,9	78,6	4,2	15,9	21,0	2,0	230,7	120,9	109,7
1995	4	119,2	63,4	5,7	11,5	19,0	2,0	220,7	120,1	100,6
1996	4	105,4	65,6	7,7	7,6	17,0	2,0	205,3	127,4	77,9
1997	4	110,6	64,5	7,7	6,1	18,0	2,0	208,8	133,5	75,3
1998	4	91,5	69,4	4,3	11,0	18,0	2,0	196,3	97,9	98,4
1999	4	94,4	68,7	5,3	5,6	19,0	2,0	195,1	100,9	94,1
2000	4	81,9	65,3	7,2	5,5	20,0	2,0	181,9	93,1	88,8
2001	4	85,6	68,5	6,9	4,4	17,0	2,0	184,3	92,0	92,3
2002	4	77,2	74,9	4,7	4,0	17,0	2,0	179,8	87,3	92,5
2003	4	80,3	65,6	3,6	5,7	16,0	2,0	173,2	94,2	79,0
2004	4	75,3	70,1	2,4	9,1	17,0	2,0	176,0	97,7	78,3
2005	4	62,7	85,5	1,4	6,0	16,0	2,0	173,7	92,6	81,1
2006	4	56,1	91,0	2,1	4,9	18,0	2,0	174,1	88,7	85,4
2007	4	76,4	89,0	2,2	4,5	16,0	2,0	190,2	87,5	102,7
2008	4	77,4	91,4	2,1	10,3	14,0	2,0	197,2	106,1	91,1
2009	4	82,6	84,0	1,6	8,0	15,0	2,0	193,3	100,2	93,0
2010	4	76,8	80,3	1,5	7,6	15,0	2,0	183,3	102,4	80,9
2011	4	77,5	81,0	1,4	8,0	15,0	2,0	184,9	98,2	86,7
2012	4	70,5	96,8	1,1	10,0	15,0	2,0	195,4	112,6	82,8
2013	4	86,4	82,3	1,5	12,5	13,0	2,0	193,2	110,9	82,3
2014	4	83,8	79,5	1,5	7,9	13,0	2,0	187,7	108,2	79,5
2015	4	81,1	81,0	1,1	8,1	13,0	2,0	186,3	109,1	77,2
2016	4	108,9	78,7	2,3	7,8	13,0	2,0	212,9	103,3	109,6
2017	4	103,6	64,2	1,9	16,0	13,0	2,0	200,7	114,9	85,8
2018	4	97,9	75,4	1,9	10,0	13,0	2,0	200,2	106,1	94,1
2019	4	107,2	49,1	1,9	7,5	14,0	2,0	200,2	106,1	94,1
2020	4	112,3	55,7	1,9	6,7	12,0	2,0	190,6	116,6	75,1

År	LOOP	Handelsg	Husdyrg.	Udb	N-fix	Deposition	Såsæd	Tilført	Høstet	N-markbalance
1991	6	115,9	115,7	19,0	30,7	22,0	2,0	305,3	136,1	169,2
1992	6	113,0	113,0	0,0	25,4	20,0	2,0	273,4	95,7	177,8
1993	6	101,8	121,9	21,2	34,6	19,0	2,0	300,5	115,1	185,3
1994	6	104,7	124,8	24,8	37,2	21,0	2,0	314,5	129,2	185,4
1995	6	90,1	117,0	23,8	26,5	19,0	2,0	278,5	135,3	143,2
1996	6	82,9	106,7	27,5	16,8	17,0	2,0	253,0	122,6	130,3
1997	6	77,0	98,9	26,4	23,4	18,0	2,0	245,7	140,2	105,6
1998	6	77,0	109,3	27,3	25,5	18,0	2,0	259,1	123,5	135,6
1999	6	70,3	114,3	27,0	23,7	19,0	2,0	256,2	127,8	128,4
2000	6	67,0	97,2	22,5	24,0	20,0	2,0	232,7	121,4	111,3
2001	6	59,8	110,1	19,8	23,4	17,0	2,0	232,1	121,4	110,7
2002	6	54,7	103,3	19,9	23,9	17,0	2,0	220,7	119,7	101,0
2003	6	61,8	94,5	18,9	25,9	16,0	2,0	219,1	129,3	89,8
2004	6	55,8	103,1	14,8	23,6	17,0	2,0	216,4	128,7	87,6
2005	6	53,9	109,8	8,5	21,2	16,0	2,0	211,3	115,7	95,6
2006	6	54,4	130,3	7,6	22,8	18,0	2,0	235,1	134,8	100,3
2007	6	53,2	112,2	7,4	27,5	16,0	2,0	218,3	130,2	88,1
2008	6	60,1	115,1	6,8	23,3	14,0	2,0	221,3	110,1	111,2
2009	6	57,0	117,1	3,9	33,4	15,0	2,0	228,5	132,4	96,1
2010	6	51,9	118,9	2,7	33,1	15,0	2,0	223,6	132,5	91,1
2011	6	45,9	114,1	2,6	33,5	15,0	2,0	213,1	135,6	77,5
2012	6	57,8	122,9	6,2	33,1	15,0	2,0	237,0	144,0	93,0
2013	6	50,2	119,2	3,9	47,5	13,0	2,0	236,3	137,9	98,3
2014	6	47,4	119,0	6,7	32,4	13,0	2,0	220,5	149,0	71,5
2015	6	56,9	119,7	6,6	32,4	13,0	2,0	230,5	148,2	82,3
2016	6	58,5	137,6	7,2	28,5	13,0	2,0	246,9	149,2	97,7
2017	6	54,9	136,4	8,5	37,7	13,0	2,0	252,4	141,9	110,5
2018	6	44,5	155,2	6,4	27,3	13,0	2,0	248,5	132,3	116,4
2019	6	49,0	147,7	6,3	29,3	14,0	2,0	248,3	148,0	100,4
2020	6	58,8	152,2	8,3	29,6	12,0	2,0	263,2	199,2	64,9

År	LOOP	Handelsg	Husdyrg.	Udb	N-fix	Deposition	Såsæd	Tilført	Høstet	N-markbalance
1998	7	104,4	33,6	2,6	16,1	18,0	2,0	176,6	114,7	61,9
1999	7	113,1	39,0	1,9	15,5	19,0	2,0	190,5	114,0	76,5
2000	7	122,2	39,2	1,8	10,7	20,0	2,0	196,0	113,5	82,5
2001	7	112,2	37,4	1,1	12,3	17,0	2,0	182,1	95,8	86,4
2002	7	97,1	37,8	1,5	8,3	17,0	2,0	163,6	84,9	78,8
2003	7	105,5	34,5	1,4	11,1	16,0	2,0	170,5	101,2	69,3
2004	7	98,4	31,7	1,2	10,6	17,0	2,0	160,9	90,0	70,9
2005	7	101,4	32,5	1,1	7,3	16,0	2,0	160,3	92,7	67,6
2006	7	104,9	43,3	1,3	5,6	18,0	2,0	175,1	99,1	76,0
2007	7	105,2	47,2	1,8	8,0	16,0	2,0	180,2	91,6	88,6
2008	7	83,4	47,5	2,5	9,3	14,0	2,0	158,7	92,8	65,9
2009	7	102,6	43,8	1,8	9,4	15,0	2,0	174,6	98,4	76,2
2010	7	95,2	47,4	2,5	11,2	15,0	2,0	173,3	97,2	76,1
2011	7	93,5	43,1	2,4	14,1	15,0	2,0	170,1	89,6	80,5
2012	7	95,3	34,3	0,8	16,4	15,0	2,0	163,9	110,5	53,4
2013	7	112,6	37,8	1,1	2,8	13,0	2,0	169,3	106,4	62,9
2014	7	103,8	45,3	0,92	4,4	13,0	2,0	169,4	111,9	57,5
2015	7	115,4	39,0	1,1	11,7	13,0	2,0	182,2	106,6	75,6
2016	7	123,7	32,7	2,0	7,0	13,0	2,0	180,5	93,6	86,9
2017	7	117,9	39,0	1,3	14,2	13,0	2,0	187,4	106,9	80,5
2018	7	113,2	40,6	1,9	8,8	13,0	2,0	179,5	100,0	79,5
2019	7	107,3	51,1	2,2	4,9	14,0	2,0	181,5	118,7	62,7
2020	7	113,9	38,1	1,7	16,6	12,0	2,0	173,3	118,2	55,1

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

Kvælstofbalancer i landovervågningsoplande i 2020 (LOOP 1, 2, 3, 4, 6 og 7), (Kg N ha^{-1})

	Husdyrtæthed				Brugstyper				
	0-0,7 (DE ha^{-1})	*0,7-1,4 (DE ha^{-1})*	*1,4-1,7 (DE ha^{-1})*	*1,7-2,3 (DE ha^{-1})*	*Plantebrug uden hus-dyrgødning*	*Plante-avl*	*Kvæg-brug*	*Svine-brug*	*Økolo-gisk*
Areal (ha)	1216	3994	602	974	1461	3705	1665	494	804
Antal brug									11
Handelsgødning (kg N ha^{-1})	117	82	60	60	133	96	94	76	0
Husdyrgødning (kg N ha^{-1})	38	107	149	199	0	100	136	105	130
Udbinding (kg N ha^{-1})	4	4	10	13	0	0	10	0	22
Såsæd (kg N ha^{-1})	2	2	2	2	2	2	2	2	2
N-fixering (kg N ha^{-1})	10	15	22	41	17	8	21	2	72
Deposition (kg N ha^{-1})	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Tilført	183	222	255	326	164	218	276	197	237
Høstet (kg N ha^{-1})	121	143	146	172	128	141	157	119	141
Tilført-høstet	62	80	110	156	37	79	120	79	98

Fosforbalancer i landovervågningsoplande i 2020 (LOOP 1, 2, 3, 4, 6 og 7), (Kg P ha^{-1})

	Husdyrtæthed				Brugstyper				
	0-0,7 (DE ha^{-1})	*0,7-1,4 (DE ha^{-1})*	*1,4-1,7 (DE ha^{-1})*	*1,7-2,3 (DE ha^{-1})*	*Plantebrug uden hus-dyrgødning*	*Plante-avl*	*Kvæg-brug*	*Svine-brug*	*Økolo-gisk*
Areal (ha)	1216	3994	602	974	1461	3705	1665	494	804
Antal brug									
Handelsgødning (kg P ha^{-1})	11	5	3	2	16	7	6	3	0
Husdyrgødning (kg P ha^{-1})	11	21	27	27	0	21	22	25	23
Udbinding (kg P ha^{-1})1,	1	1	1	2	0	0	2	1	3
Såsæd (kg P ha^{-1})	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Deposition (kg P ha^{-1})	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilført	24	28	32	37	17	30	32	30	29
Høstet (kg P ha^{-1})	23	25	26	28	22	25	26	21	21
Tilført-høstet	1	3	6	9	-5	3	4	7	6

Bilag 3 Opgørelsesmetoder til markbalancer og N-kvoter

Hele landet

Markbalancerne er opgjort for perioden 1990-2014. Det dyrkede areal er i hele perioden følger arealet fra Danmarks Statistik. Fra 2003 er det dyrkede areal fra gødningsregnskaberne ligeledes indeholdt. Data for forbruget af handelsgødningen er i perioden 1985-2014 hentet fra Danmarks Statistik, dog er forbruget fratrukket den gødningsmængde, der anvendes til offentlige anlæg, skove, private haver m.v., hvilket er anslået til 5.000 ton N og 0,500 ton 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 herefter følger de til en hver tid gældende normer, angivet i NaturErhvervstyrelsens Vejledning om gødnings og harmoniregler. Anvendelse af slam og industriaffald i landbruget for perioden er oplysninger hentet fra Miljøstyrelsens rapporter (Kyllingsbæk, 2003; Mikkelsen, 2003).

Udbytterne for hele landet er fra Danmarks Statistiks høsttælling (Danmarks Statistik, 1990-2013). Heri er udbytterne af grovfoderet overvurderet, hvorved der er indregnet et svind på 10 pct. for majs, græs og efterafgrøder og 15 pct. for udbytterne 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 årligt korrigeret efter analyser fra Videncenter for svinproduktion.

Landbrugets kvælstofkvote på landsplan er for perioden 1985-1995 (Hansen, 1990) og for perioden 1994 og frem opgjort af L. Knudsen (pers. medd., 2011) 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 pct., hvilket betød et fald i kvoten på ca. 40.000 ton 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 ton N $år^{-1}$. 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 interviewundersøgelsen 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 NaturErhvervstyrelsens Vejledning om Gødsknings- og harmoniregler.

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 pct. for majs, græs og efterafgrøder og 15 pct. 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 beregnet efter model opstillet i rapporten Næringsstofbalance for landbrugsbedrifter, som bygger på udregninger fra Grønt Regnskab i landbruget. Der er antaget en baggrundsfiksering på 2 kg N ha^{-1}, gældende for alle marker. For vedvarende græsser med lavt udbytte er antaget en defaultværdi på 5 kg N ha^{-1}. 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 pct. af ejendommens landbrugsareal i 1988 og stige til mindst 65 pct. 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 pct. 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. Planen indeholdt et krav om, at der skulle være efterafgrøder på 6 pct. af et nærmere defineret efterafgrødegrundareal. 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 pct. af efterafgrødegrundarealet, mens bedrifter med mere end 0,8 DE ha^{-1} skal have efterafgrøder på 10 pct. af efterafgrødegrundarealet. 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 efterafgrødegrundarealet er mindre end 2 ha, eller hvis mindst 90 pct. af efterafgrødegrundarealet udgøres af 1-årig brak eller afgrøder med græsudlæg, inklusiv græsudlæg indeholdende bælgplanter.

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.

I Vandmiljøplan III var det forudsat, at kravet til efterafgrøder øgedes med 4 procentpoint fra 2009. For at imødegå den midlertidige negative effekt af ophør af krav om braklægning er stramningen i krav til efterafgrøder rykket frem til efteråret 2008. Reglen udmøntes således:

- Hvis der udbringes organisk gødning svarende til 0,8 DE ha eller derover, skal der etableres 14 pct. efterafgrøder på konventionelle bedrifter, og 10 pct. efterafgrøder på økologiske bedrifter.

- Hvis der er udbragt mindre end 0,8 DE ha, skal der etableres 10 pct. efterafgrøder på konventionelle bedrifter og 6 pct. efterafgrøder på økologiske bedrifter.

- Alle brug med et matrikulært areal over 30 ha og hvor de 4 pct. efterafgrøder udgør over 0,8 ha, skal altid have mindst 4 pct. pligtige efterafgrøder. De 4 pct. kan ikke erstattes af vintergrønne marker eller opsparede 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 2005/06 tæller græsudlæg udlagt i majs dog også med, men græsudlægget må 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, oliehør, etårigt 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 etårige frøafgrøder. Etårige 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.

Fra 2011 kan vintergrønne marker ikke længere erstatte efterafgrøder. Derimod kan kravet til efterafgrøde opfyldes ved udlæg på anden bedrift. Endvidere er det fra 2011 muligt at anvende alternativer til lovpligtige efterafgrøder:

- Reduceret N-kvote kan anvendes som alternativ til efterafgrøder. Omregningsfaktoren er 56 og 85 kg N ha^{-1} efterafgrøde ved anvendelse af henholdsvis mindre end 0,8 DE ha^{-1} og over 0,8 DE ha^{-1}.

- Energiafgrøder på omdriftsarealer kan erstatte efterafgrøder i forholdet 0,9 ha energiafgrøder pr 1 ha efterafgrøde.

- Mellemafgrøder kan erstatte lovpligtige efterafgrøder i forholdet 2 ha mellemafgrøde pr 1 ha efterafgrøde. En mellemafgrøde er en afgrøde, der etableres før dyrkning af vintersæd, og skal bestå af olieræddike eller gul sennep. En mellemafgrøde skal være sået senest 20. juli og må tidligst nedmuldes den 20. september.

- Udlægning af efterafgrøder hos anden virksomhed.

- Separering og forbrænding af fiberfraktionen af husdyrgødning, hvor forbrænding af fiberfraktionen fra 25 DE erstatter 1 ha lovpligtige efterafgrøder.

Fra 2015 blev der som tillæg til grundbetalingen indført tre grønne krav, som skal være overholdt, for at man kunne få sin grundbetaling udbetalt. De blev indført for at sikre, at landbrugsproduktionen tager hensyn til miljøet, biodiversiteten og klimaet.

De tre krav er:

- Flere afgrødekategorier: Hvis en bedrift har et omdriftsareal på mindst 10 ha, skal kravet om flere afgrødekategorier overholdes. Ved et omdriftsareal på mellem 10 og 30 ha, er der krav om mindst 2 forskellige afgrødekategorier, hvoraf den der udgør det største areal maksimalt må fylde 75 pct. af omdriftsarealet. Er omdriftsarealet større end 30 ha, skal der være mindst 3 afgrødekategorier repræsenteret i Fællesskemaet. Her er ligeledes krav om, at den afgrødekategori der udgør det største areal i omdrift maksimalt må fylde 75 pct., og de to største afgrøder må tilsammen maksimalt udgøre 95 pct..

- 5 pct. miljøfokusområder (MFO): Hvis bedriften har et omdriftsareal på mindst 15 ha, skal også kravet om 5 pct. MFO overholdes.

- Opretholdelse af vedvarende græs så det modsvarer arealet af vedvarende græs i 2015, der fungerer som referenceandel. Kun hvis der et år observeres en væsentlig mindre andel af vedvarende græs ift. 2015, vil der blive indført tiltag for at modvirke denne tendens. Siden 2005 har andelen af vedvarende græs været nogenlunde stabil.

Omdriftsarealet kendetegnes af de afgrøder, der vokser der, og som ikke er permanente. Permanent græs og permanente afgrøder er ikke omfattet af omdriftsarealet. Derudover er der undtagelser fra de grønne krav bl.a. ift. visse afgrødekategorier, eller hvis minimum 75 pct. af omdriftsarealet på bedriften er udlagt i græs eller andet grøntfoder, og det resterende omdriftsareal maksimalt er 30 ha. Er det resterende areal større, må den næststørste afgrøde maksimalt udgøre 75 pct. af det resterende areal.

Miljøfokusområder (MFO) kan udgøres af de samme afgrøder som pligtige efterafgrøder. Kravet kan endvidere opfyldes af frivillige randzoner, braklægning, lavskov, græsudlæg og landskabselementer omfattet af GLM (god landbrugs- og miljømæssig stand), fx fortidsminder, søer og vandhuller.

Husdyrefterafgrøder blev indført i 2017 på bedrifter >10 ha, og med en anvendelse af husdyrgødning på mere end 30 kg N ha^{-1} i 2015 og 2016. De kunne både tælle som MFO-efterafgrøder, og de kunne tælle med i 70 pct.-reglen om roer, græs og græsefterafgrøder på undtagelsesbrugene, men de kunne ikke tælle som pligtige- eller målrettede efterafgrøder. Fra planperioden 2017/18 blev 70 pct.-reglen øget til 80 pct..

I 2017 er der blevet indført en ordning om etablering af målrettede efterafgrøder, ordningen fortsætter i 2018. De målrettede efterafgrøder skal udlægges i udvalgte ID15-oplande, der afleder til kystvandoplande, hvor der er behov for en kvælstofreducerende indsats. Ordningen er frivillig, såfremt det fastsatte areal med efterafgrøder bliver etableret. Der ydes økonomisk støtte på

700 kr. ha^{-1} til den frivillige etablering. I 2018 skulle der udlægges ca. 114.000 ha målrettede efterafgrøder. Ikke alle de målrettede efterafgrøder blev udlagt optimalt i forhold til id-oplandene med et kvælstofindsatsbehov, så derfor kom der et obligatorisk krav på ca. 2.750 ha.

Ordningen kontrolleres via Tast-selv, hvor igennem ansøgningen om udlægning af målrettede efterafgrøder sendes. I 2017 var der tre ansøgningsrunder, mens der i 2018 kun var to runder. Ansøgningsrunderne blev lukket den sidste dag, hvor det var muligt at indsende sit ansøgningsskema til EU-støtte. I den første ansøgningsrunde i 2018 kunne der søges om tilskud til udlægning af målrettede efterafgrøder i områder med indsatsbehov i forhold til grundvand og områder med indsatsbehov i forhold til kystvand med lav retention; det vil sige de mest sårbare områder, som har det største indsatsbehov. I den anden ansøgningsrunde kunne der søges om tilskud til frivillige målrettede efterafgrøder i områder med et indsatsbehov i forhold til kystvand og høj retention, samt områderne fra den første runde, som endnu ikke var opfyldt.

I hvert af de udpegede ID15-oplande var der behov for et vist antal hektarer med målrettede efterafgrøder, og når disse var opfyldt for områderne, var det ikke længere muligt at søge til områderne. I begge ansøgningsrunder foregik ansøgningen efter først-til-mølle-princippet. Landmænd der har tilmeldt sig ordningen om frivillige målrettede efterafgrøder, vil ved et eventuelt obligatorisk krav kunne modregne de frivillige målrettede efterafgrøder for det pågældende område. Er der stadig krav om obligatoriske målrettede efterafgrøder, vil de enten kunne udlægges i efteråret 2018, eller trækkes fra i kvælstofkvoten for 2019 med 93 eller 150 kg N pr. manglende hektar efterafgrøde, for bedrifter der udbringer organisk gødning i en størrelsesorden af hhv. mindre end eller svarende til 80 kg N ha^{-1} harmoniareal eller derover.

Ordningen overgår i 2019 til målrettet regulering.

Harmonikrav

I Miljøministeriets bekendtgørelser fastsættes der regler for hvor stor en mængde husdyrgødning, opgjort i DE pr. harmoniareal, der må udbringes på en landbrugsbedrift. For 2002/03 gælder, at på svinebrug, økologiske brug samt øvrige brug, må der udbringes husdyrgødning, der svarer til gødningsproduktionen fra 1,4 DE ha^{-1} harmoniareal.

På kvægbrug må der udbringes husdyrgødning, der svarer til gødningsproduktionen fra 1,7 DE ha^{-1} harmoniareal. Dog må der udbringes gødning, der svarer til produktionen fra 2,3 DE ha^{-1} harmoniareal, hvis mindst 70 pct. af ejendommens areal dyrkes med roer, græs eller græsefterafgrøder. Der er desuden en række krav til gødningsanvendelse, afgrødefølge, ompløjning m.v. På brug med fjerkræ, pelsdyr eller en blanding heraf måtte der frem til 1. august 2008 udbringes husdyrgødning, der svarer til gødningsproduktionen fra 1,7 DE ha^{-1} harmoniareal. Herefter må der højst udbringes husdyrgødning fra 1,4 DE ha^{-1}.

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.

De skræpede harmonikrav blev ændret i 2017, som følge af Fødevare- og landbrugspakken (2015), hvor dyreenhederne erstattedes af kg N organisk gødning ha^{-1} harmoniareal. På kvægbrug, svinebrug, pelsdyrbrug og fjerkræbrug må der fremadrettet udbringes husdyrgødning svarende til 170 kg N ha^{-1}, og på kvægundtagelsesbrugene må der fremover udbringes kvælstof svarende til 230 kg N ha^{-1}. På kvægundtagelsesbrugene er kravet til arealer med roer, græs eller græsefterafgrøder steget fra 70 pct. til 80 pct. af omdriftsarealet. Endvidere blev der fra august 2017 indført loft over udbringelsen af fosfor fra både husdyrgødning og anden organisk gødning og handelsgødning på harmoniarealerne. Fosforlofterne betyder, at der maksimalt må udbringes 43 kg P ha^{-1} fra gødning fra fjerkræ og pelsdyr, 39 kg P ha^{-1} fra gødning fra slagtesvin, 35 kg P ha^{-1} fra gødning fra søer og smågrise, samt fra kvægbedrifter der gør brug af kvægundtagelsen, 30 kg P ha^{-1} fra gødning fra kvægbrug og andre organiske gødningstyper, samt fra handelsgødning. Disse fosforlofter er gældende i planperioderne 2017/18 og 2018/19.

Fra planperioden 2018/19, høstår 2019, vil der blive indført skærpede fosforlofter på specifikke arealer i oplande til visse søer, og generelt vil der ske en skærpelse af fosforlofterne svin og fjerkræ fra planperioderne 2019/20 og 2020/21.

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.

Fra 1. august 2007 skal husdyrgødning der udbringes på sort jord og græs i bufferzoner nedfældes. Fra 1. januar 2011 er denne regel gældende på landsplan.

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 DE eller har en husdyrtæthed på mere end 1,0 DE ha^{-1} eller modtager mere end 25 ton 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:

$$\frac{Bedriftens\ "N-kvote" - Tildelt\ handelsgødningskvælstof}{Total\ tildelt\ husdyrgødningskvælstof} x100$$

Det lovmæssige krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning på ejendomsniveau var i 2002/03 75 pct. for svinegylle, 70 pct. for kvæggylle, 45 pct. for dybstrøelse og 65 pct. for anden husdyrgødning. I udnyttelseskravet indgår både 1. års-virkningen og eftervirkningen.

Dyrkningsrelaterede tiltag

Fra 2011 må der ikke foretages jordbearbejdning forud for forårssåede afgrøder fra høst og indtil 1. oktober på lerjorde (JB 7-9), 1. november på ler- og humusjorde (JB 5-6 og 10-11) og indtil 1. ferbruar på sandjord (JB1-4). Gyllenedfældning på udlægsgræs efter korn eller helsæd betegnes ikke som jordbearbejdning.

Kemisk nedvisning af ukrudt og spildfrø må foretages fra 1. oktober.

Fodergræsmarker må omlægges til nye fodergræsmarker frem til 15. august. Hvis arealet skal anvendes til en forårssået afgrøde, må fodergræs på lerjord (JB 7-9) ompløjes fra 1. november. Disse regler gør sig ikke gældende for bedrifter, der er omlagt til økologisk produktion.

Tillæg til kvælstofkvoten

Fra 2011 er det muligt at forøge kvælstofkvoten på en bedrift ved etablering af ekstra efterafgrøder. Kvoteforøgelsen er 15 og 41 kg N ha^{-1} efterafgrøde ved anvendelse af henholdsvis under 0,8 DE ha^{-1} og over 0,8 DE ha^{-1}. Denne mulighed udgik til planåret 2016/17 idet normreduktionen afvikledes.

Gødningsforbrug for det dyrkede areal i Danmark

I Vandmiljøplan II, fra 1998, blev gødningsnormerne reduceret med 10 pct. i forhold til det økonomisk optimale behov som et virkemiddel til mindre kvælstofudvaskning. Den landsdækkende N-kvote blev derfor fastholdt på ca. 350.000 ton N frem til planperiode 2004/05.

I forbindelse med VMP III-aftalen i 2004 blev der fra planperioden 2005/06 implementeret en præcisering af normfastsættelsen, så normreduktionen maksimalt kan fastsættes til 10 pct. under det driftsøkonomiske optimum og at den samlede kvælstofkvote ikke kan overstige kvoten fra 2003/04 på ca. 365.000 ton N.

I Fødevare- og landbrugspakken blev det vedtaget at udfase normreduktionen for kvælstoftilførsel af gødning. For 2016 blev det tilladt at anvende 2/3 af forskellen mellem den reducerede N-kvote og den økonomisk optimale gødningsnorm, og for 2017 og frem blev det tilladt at anvende den fulde økonomisk optimale gødningsnorm.

Bilag 5.1 Landbrugspraksis på stationsmarker

stnr=102

stnr	*jbnr*	*år*	*DeHa*	*afgrøde*	*EafgTekst*	*hanN*	*husN*	*udbN*	*HanP*	*husP*	*udbP*	*Nfix*	*brug*	*Nfj*	*Pfj*
102	7	1990	0	Fabriksroer		120	0	0	38	0	0	2	Plante	109	15
102	7	1991	0	Vårbyg, foderkorn		123	0	0	15	0	0	2	Plante	103	21
102	7	1992	0	Vinterhvede, foderk		160	0	0	19	0	0	2	Plante	97	17
102	7	1993	0	Fabriksroer		101	0	0	25	0	0	2	Plante	109	15
102	7	1994	0	Vinterhvede, foderk		179	0	0	17	0	0	2	Plante	103	19
102	7	1995	0	Vinterhvede, foderk		172	0	0	20	0	0	2	Plante	123	23
102	7	1996	0	Fabriksroer		96	0	0	12	0	0	2	Plante	87	12
102	7	1997	0	Vårbyg, malt		90	0	0	0	0	0	2	Plante	103	23
102	7	1998	0	Vårbyg til malt		121	0	0	22	0	0	2	Plante	103	21
102	7	1999	0	Fabriksroer - top		107	0	0	28	0	0	2	Plante	94	14
102	7	2000	0	Vinterhvede (brød)		217	0	0	0	0	0	2	Plante	162	29
102	7	2001	0	Vårbyg		115	0	0	8	0	0	2	Plante	78	16
102	7	2002	0	Vårbyg til malt		117	0	0	22	0	0	2	Plante	83	17
102	7	2003	0	Vinterhvede		175	0	0	17	0	0	2	Plante	144	26
102	7	2004	0	Vinterhvede		184	0	0	17	0	0	2	Plante	156	28
102	7	2005	0	Vinterhvede		167	0	0	13	0	0	2	Plante	143	26
102	7	2006	0	Vårbyg		105	0	0	0	0	0	5	Plante	89	17
102	7	2007	2	Vårbyg m. kløverudl		120	0	0	0	0	0	2	Svin	82	17
102	7	2008	1	Vinterhvede	6 pct. e.afg gul sennep(nedm.)	81	153	0	0	30	0	2	Svin	160	29
102	7	2009	1	Fabriksroer - top		34	107	0	0	21	0	2	Svin	141	25
102	7	2010	0	Vårbyg til malt		108	0	0	0	0	0	2	Svin	100	18
102	7	2011	0	Fabriksroer - top		35	104	0	8	21	0	2	Plante	150	27

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
102	7	2012	0	Vårbyg		105	0	0	27	0	0	2	Plante	101	21
102	7	2013	1	Vinterhvede	Pl. e.afg gul sennep(nedm.)	26	203	0	31	48	0	2	Plante	147	26
102	7	2014	0	Fabriksroer - top		117	0	0	23	0	0	2	Plante	177	32
102	7	2015	0	Vårbyg		126	0	0	20	0	0	2	Plante	106	22
102	7	2016	0	Vinterhvede (brød)	Pl. e.afg korsblomstr.(nedm.)	266	0	0	61	0	0	2	Plante	183	26
102	7	2017	0	Fabriksroer - top		116	0	0	17	0	0	2	Plante	147	26
102	7	2018	0	Vårbyg		139	0	0	27	0	0	2	Plante	75	11
102	7	2019	0	Vinterhvede (brød)	Målr.e. bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	237	0	0	16	0	0	2	Plante	210	30
102	7	2020	0	Fabriksroer - top		145	0	0	18	0	0	2	Plante	135	24

stnr=103

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
103	6	1990	0	Vårbyg, foderkorn		176	0	0	13	0	0	2	Plante	103	20
103	6	1991	0	Vårbyg, foderkorn		118	0	0	12	0	0	2	Plante	99	20
103	6	1992	0	Vårbyg, foderkorn		110	0	0	14	0	0	2	Plante	68	14
103	6	1993	0	Vårbyg, foderkorn		95	0	0	0	0	0	2	Plante	107	22
103	6	1994	0	Fabriksært		0	0	0	12	0	0	234	Plante	173	20
103	6	1995	0	Vinterhvede, brød		191	0	0	19	0	0	2	Plante	171	30
103	6	1996	0	Fabriksroer		113	0	0	33	0	0	2	Plante	107	15
103	6	1997	0	Vårbyg, malt		99	0	0	0	0	0	2	Plante	86	21
103	6	1998	0	Vinterhvede (brød)		199	0	0	22	0	0	2	Plante	143	25
103	6	1999	0	Fabriksroer - top		123	0	0	28	0	0	2	Plante	129	19
103	6	2000	0	Vårbyg til malt		93	0	0	0	0	0	2	Plante	108	22
103	6	2001	0	Vinterhvede (brød)	6 pct. e.afg græs(nedm.)udl.s.eft.	195	0	0	42	0	0	2	Plante	152	28
103	6	2002	0	Fabriksroer - top		113	0	0	22	0	0	2	Plante	136	20

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
103	6	2003	0	Vårbyg		99	0	0	0	0	0	2	Plante	97	21
103	6	2004	0	Vinterhvede	6 pct. e.afg græs(nedm.)udl.s.eft.	196	0	0	18	0	0	2	Plante	151	27
103	6	2005	0	Fabriksroer - top		107	0	0	24	0	0	2	Plante	123	22
103	6	2006	0	Vinterhvede		173	0	0	15	0	0	2	Plante	124	22
103	6	2007	0	Vinterhvede		205	0	0	19	0	0	2	Plante	140	25
103	6	2008	0	Fabriksroer - top		89	0	0	23	0	0	2	Plante	147	26
103	6	2009	0	Vårbyg til malt		114	0	0	13	0	0	2	Plante	88	18
103	6	2010	0	Vinterhvede		160	0	0	21	0	0	2	Plante	126	24
103	6	2011	0	Vinterhvede		219	0	0	11	0	0	2	Plante	116	22
103	6	2012	0	Fabriksroer - top		101	0	0	13	0	0	2	Plante	127	23
103	6	2013	0	Vårbyg		113	0	0	0	0	0	2	Plante	98	19
103	6	2014	0	Vinterhvede (brød)		210	0	0	11	0	0	2	Plante	151	22
103	6	2015	0	Vårbyg		103	0	0	0	0	0	2	Plante	131	26
103	6	2016	0	Vinterhvede		206	0	0	11	0	0	2	Plante	144	25
103	6	2017	0	Vinterraps		228	0	0	19	0	0	2	Plante	122	30
103	6	2018	0	Vinterhvede		230	0	0	26	0	0	2	Plante	125	18
103	6	2019	0	Vinterhvede	Pl.+MFO, bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	186	0	0	17	0	0	2	Plante	149	26
103	6	2020	0	Fabriksroer - top		150	0	0	11	0	0	2	Plante	176	32

stnr=104

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
104	6	1990	0	Vinterhvede, foderk		292	58	0	40	4	0	2	Svin	161	29
104	6	1991	0	Markært		0	0	0	0	0	0	266	Svin	203	23
104	6	1992	0	Vinterhvede, foderk		172	0	0	20	0	0	2	Svin	171	30
104	6	1993	0	Fabriksroer		130	0	0	39	0	0	2	Svin	136	19

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
104	6	1994	0	Vårbyg, foderkorn		103	0	0	13	0	0	2	Svin	116	23
104	6	1995	0	Vinterhvede, brød		187	0	0	18	0	0	2	Svin	178	31
104	6	1996	0	Fabriksroer		119	0	0	34	0	0	2	Plante	115	16
104	6	1997	0	Vårbyg, malt		93	0	0	12	0	0	2	Plante	126	28
104	6	1998	0	Vinterhvede (brød)		0	0	0	0	0	0	2	Plante	135	23
104	6	1999	0	Fabriksroer - top		115	0	0	31	0	0	2	Plante	163	24
104	6	2000	0	Vårbyg til malt		132	0	0	0	0	0	2	Plante	134	27
104	6	2001	0	Vårbyg m. kløverudl		115	0	0	17	0	0	2	Plante	134	27
104	6	2002	0	Hvidkløver		0	0	0	0	0	0	200	Plante	25	5
104	6	2003	0	Engrapgræs e.kløver		103	0	0	0	0	0	2	Plante	58	15
104	6	2004	0	Engrapgræs plænegræ		138	0	0	0	0	0	2	Plante	62	16
104	6	2005	0	Engrapgræs plænegræ	6 pct. e.afg græs(nedm.)udl.forår	144	0	0	9	0	0	2	Plante	82	14
104	6	2006	0	Vårbyg		105	0	0	14	0	0	2	Plante	111	22
104	6	2007	1	Vinterhvede		58	138	0	15	29	0	2	Plante	143	26
104	6	2008	1	Vinterhvede	6 pct. e.afg gul sennep(nedm.)	41	144	0	0	30	0	2	Plante	159	29
104	6	2009	1	Fabriksroer - top		27	104	0	0	21	0	2	Plante	162	29
104	6	2010	1	Vårbyg til malt		103	0	0	0	0	0	2	Plante	119	22
104	6	2011	1	Vinterhvede	6 pct. e.afg gul sennep(nedm.)	62	146	0	0	30	0	2	Plante	127	24
104	6	2012	0	Fabriksroer - top		21	108	0	5	26	0	2	Plante	166	30
104	6	2013	1	Vårbyg		123	0	0	23	0	0	2	Plante	126	25
104	6	2014	0	Vinterhvede (brød)	Pl. e.afg gul sennep(nedm.)	252	0	0	47	0	0	2	Plante	219	32
104	6	2015	0	Fabriksroer - top		117	0	0	23	0	0	2	Plante	156	28
104	6	2016	0	Vårbyg		139	0	0	27	0	0	2	Plante	115	22
104	6	2017	0	Vinterhvede (brød)	Pl. e.afg korsblomstr.(nedm.)	209	32	0	32	58	0	2	Plante	184	27
104	6	2018	0	Fabriksroer - top		126	0	0	16	0	0	2	Plante	135	24

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
104	6	2019	0	Vårbyg		120	0	0	12	0	0	2	Plante	141	26
104	6	2020	0	Vinterhvede (brød)		220	0	0	16	0	0	2	Plante	226	33

stnr=105

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
105	6	1990	0	Fabriksroer		100	0	0	28	0	0	2	Plante	111	16
105	6	1991	0	Vinterhvede, foderk		208	0	0	0	0	0	2	Plante	150	27
105	6	1992	0	Vinterhvede, foderk		191	0	0	26	0	0	2	Plante	125	23
105	6	1993	0	Fabriksroer		105	0	0	36	0	0	2	Plante	131	19
105	6	1994	0	Vårbyg, foderkorn		86	0	0	0	0	0	2	Plante	99	19
105	6	1995	0	Vinterhvede, brød		178	0	0	14	0	0	2	Plante	183	32
105	6	1996	0	Fabriksroer		111	0	0	28	0	0	2	Plante	103	15
105	6	1997	0	Vårbyg, malt		82	0	0	0	0	0	2	Plante	98	24
105	6	1998	0	Vinterhvede		201	0	0	14	0	0	2	Plante	140	24
105	6	1999	0	Fabriksroer - top		100	0	0	26	0	0	2	Plante	125	18
105	6	2000	0	Vårbyg til malt		104	0	0	0	0	0	2	Plante	118	24
105	6	2001	0	Vinterhvede (brød)		185	0	0	12	0	0	2	Plante	146	27
105	6	2002	0	Fabriksroer - top		103	0	0	24	0	0	2	Plante	168	25
105	6	2003	0	Vårbyg til malt		103	0	0	0	0	0	2	Plante	108	23
105	6	2004	0	Vinterhvede (brød)		183	0	0	31	0	0	2	Plante	160	29
105	6	2004	0	Brak m. spildfrø		0	0	0	0	0	0	5	Plante	0	0
105	6	2005	0	Fabriksroer - top		95	0	0	32	0	0	2	Plante	123	22
105	6	2005	0	Brak m. græs		0	0	0	0	0	0	5	Plante	0	0
105	6	2006	0	Vinterhvede		158	0	0	0	0	0	2	Plante	129	23
105	6	2006	0	Brak m. græs		0	0	0	0	0	0	5	Plante	0	0

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
105	6	2007	0	Vinterhvede		168	0	0	13	0	0	2	Plante	121	22
105	6	2007	0	Brak m. græs		0	0	0	0	0	0	5	Plante	0	0
105	6	2008	0	Fabriksroer - top		98	0	0	16	0	0	2	Plante	142	26
105	6	2008	0	Vårbyg	E.afg korsblomstr.(nedm.)	120	0	0	10	0	0	2	Plante	104	21
105	6	2009	0	Vinterhvede		185	0	0	0	0	0	2	Plante	155	28
105	6	2010	0	Vårbyg til malt		120	0	0	15	0	0	2	Plante	108	20
105	6	2011	0	Vinterhvede		182	0	0	11	0	0	2	Plante	116	22
105	6	2012	0	Vårbyg til malt		103	0	0	12	0	0	2	Plante	118	24
105	6	2013	0	Fabriksroer - top		103	0	0	13	0	0	2	Plante	137	25
105	6	2013	0	Vinterhvede		158	0	0	10	0	0	2	Plante	132	24
105	6	2014	0	Vårbyg		112	0	0	8	0	0	2	Plante	123	24
105	6	2015	0	Vinterhvede	Pl. e.afg korsblomstr.(nedm.)	165	0	0	14	0	0	2	Plante	130	24
105	6	2016	0	Vårbyg	Pl. e.afg korsblomstr.(nedm.)	134	0	0	8	0	0	2	Plante	77	15
105	6	2017	0	Fabriksroer - top		120	0	0	20	0	0	2	Plante	139	25
105	6	2017	0	Vårbyg		120	0	0	8	0	0	2	Plante	103	20
105	6	2018	0	Vårbyg		131	0	0	10	0	0	2	Plante	93	14
105	6	2019	0	Vinterhvede		189	0	0	14	0	0	2	Plante	182	31
105	6	2020	0	Vinterhvede	E.afg bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	203	0	0	14	0	0	2	Plante	183	31

stnr=106

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
106	6	1990	4	Vinterhvede, foderk		203	0	0	19	0	0	2	Plante	206	37
106	6	1991	0	Vinterhvede, foderk		189	0	0	34	0	0	2	Plante	175	31
106	6	1992	0	Fabriksroer		127	0	0	46	0	0	2	Plante	90	13
106	6	1993	0	Vårbyg, foderkorn		95	0	0	0	0	0	2	Plante	107	22

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
106	6	1994	0	Vinterhvede, foderk		187	0	0	18	0	0	2	Plante	149	28
106	6	1995	0	Vårbyg, malt		107	0	0	0	0	0	2	Plante	98	24
106	6	1996	0	Vårbyg, malt		82	0	0	12	0	0	2	Plante	96	23
106	6	1997	0	Vinterhvede, brød		192	0	0	286	0	0	2	Plante	172	30
106	6	1998	0	Vårbyg		102	0	0	0	0	0	2	Plante	113	22
106	6	1999	0	Konservesært		0	0	0	0	0	0	256	Plante	263	31
106	6	2000	0	Vinterhvede (brød)		191	0	0	19	0	0	2	Plante	165	30
106	6	2001	0	Vinterhvede (brød)		182	0	0	19	0	0	2	Plante	157	28
106	6	2002	0	Vinterhvede		239	0	0	24	0	0	2	Plante	144	26
106	6	2003	0	Vinterhvede m.udlæg		223	0	0	18	0	0	2	Plante	155	28
106	6	2004	0	Rødsvingel, marktyp		120	0	0	13	0	0	2	Plante	32	4
106	6	2005	0	Vinterraps		206	0	0	28	0	0	2	Plante	142	35
106	6	2006	0	Vinterhvede		174	0	0	14	0	0	2	Plante	124	22
106	6	2007	0	Fabriksroer - top		107	0	0	17	0	0	2	Plante	135	24
106	6	2008	0	Vårbyg		104	0	0	8	0	0	2	Plante	94	19
106	6	2009	0	Vinterhvede	6 pct. e.afg gul sennep(nedm.)	180	0	0	8	0	0	2	Plante	147	27
106	6	2010	0	Fabriksroer - top		106	0	0	18	0	0	2	Plante	114	21
106	6	2011	0	Vårbyg til malt		96	0	0	0	0	0	2	Plante	111	23
106	6	2012	0	Vinterraps		162	0	0	14	0	0	2	Plante	121	30
106	6	2013	0	Vinterhvede (brød)	Pl. e.afg gul sennep(nedm.)	191	0	0	13	0	0	2	Plante	147	21
106	6	2014	0	Fabriksroer - top		97	0	0	15	0	0	2	Plante	187	34
106	6	2015	0	Vårbyg		103	0	0	0	0	0	2	Plante	109	23
106	6	2016	0	Vinterhvede		210	0	0	10	0	0	2	Plante	144	25
106	6	2017	0	Vinterraps		228	0	0	19	0	0	2	Plante	122	30
106	6	2018	0	Vinterhvede		228	0	0	26	0	0	2	Plante	125	18

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
106	6	2019	0	Vinterhvede	Pl.+MFO, bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	189	0	0	17	0	0	2	Plante	149	26
106	6	2020	0	Fabriksroer - top		150	0	0	11	0	0	2	Plante	176	32

stnr=107

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
107	.	1993	.	Vårbyg, foderkorn		.	.	.	.	.	.	.		95	.
107	7	1994	0	Vinterhvede, foderk		178	0	0	17	0	0	2	Plante	156	29
107	7	1995	0	Fabriksroer		126	0	0	29	0	0	2	Plante	98	14
107	7	1996	0	Vårbyg, malt		74	0	0	0	0	0	2	Plante	109	24
107	7	1997	0	Vinterhvede, brød		178	0	0	13	0	0	2	Plante	198	34
107	7	1998	0	Fabriksroer - top		115	0	0	35	0	0	2	Plante	98	14
107	7	1999	0	Vårbyg til malt		85	0	0	0	0	0	2	Plante	82	17
107	7	2000	0	Vårbyg til malt		118	0	0	14	0	0	2	Plante	100	20
107	7	2001	0	Vårbyg		108	0	0	11	0	0	2	Plante	94	19
107	7	2002	0	Vårbyg til malt		113	0	0	14	0	0	2	Plante	90	19
107	7	2003	0	Vårbyg		78	0	0	0	0	0	2	Plante	97	20
107	7	2004	0	Purløg til frø, høs		178	0	0	3	0	0	2	Plante	30	7
107	7	2005	0	Vårbyg		97	0	0	12	0	0	2	Plante	112	23
107	7	2006	0	Konservesært		0	0	0	12	0	0	106	Plante	108	13
107	7	2007	0	Vårbyg til malt		106	0	0	0	0	0	2	Plante	90	18
107	7	2008	0	Vårbyg til malt	6 pct. e.afg gul sennep(nedm.)	103	0	0	13	0	0	2	Plante	85	17
107	7	2009	0	Fabriksroer - top		111	0	0	9	0	0	2	Plante	135	24
107	7	2010	0	Vårbyg til malt		107	0	0	0	0	0	2	Plante	104	19
107	7	2011	0	Vinterhvede		185	0	0	6	0	0	2	Plante	149	28
107	7	2012	0	Vinterhvede		199	0	0	22	0	0	2	Plante	141	27

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
107	7	2013	0	Fabriksroer - top		111	0	0	30	0	0	2	Plante	143	26
107	7	2014	0	Vårbyg		120	0	0	8	0	0	2	Plante	111	22
107	7	2015	0	Vinterhvede		177	0	0	10	0	0	2	Plante	161	30
107	7	2016	0	Vårbyg		138	0	0	8	0	0	2	Plante	122	24
107	7	2017	0	Fabriksroer - top		100	0	0	0	0	0	2	Plante	167	30
107	7	2018	0	Vårbyg		140	0	0	0	0	0	2	Plante	93	14
107	7	2019	0	Vinterhvede	Pl.+MFO, bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	194	0	0	0	0	0	2	Plante	174	30
107	7	2020	0	Fabriksroer - top		101	54	0	0	23	0	2	Plante	158	28

stnr=201

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
201	4	1990	2	Foderroer		108	340	0	0	54	0	2	Kvæg	152	23
201	4	1991	2	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	74	148	8	0	29	1	2	Kvæg	171	31
201	4	1992	2	Vårbyg, foderkorn		74	204	0	0	40	0	2	Kvæg	45	9
201	4	1993	2	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	66	261	39	0	49	3	2	Kvæg	89	16
201	4	1994	2	Foderroer		24	462	0	0	76	0	2	Kvæg	129	20
201	4	1995	2	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	88	303	16	0	51	1	2	Kvæg	127	23
201	4	1996	3	Majs		36	379	0	40	65	0	2	Kvæg	145	29
201	4	1997	2	Vårbyg, ærtehelsæd	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	0	0	0	9	0	0	57	Kvæg	227	11
201	4	1998	2	Vinterhvede		62	222	0	0	40	0	2	Kvæg	155	26
201	4	1999	2	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. ss græs, dæks.h.jul	86	331	0	0	54	0	2	Kvæg	228	35
201	4	2000	2	Havre		48	74	0	0	12	0	2	Kvæg	78	18
201	4	2001	2	Vinterhvede (brød)		82	381	0	0	61	0	2	Kvæg	112	20
201	4	2002	2	Vårbyg m. græsudlæg	6 pct. e.afg græs(nedm.)udl.forår	31	107	0	0	22	0	2	Kvæg	69	14
201	4	2003	1	Silomajs		29	176	0	11	31	0	2	Kvæg	87	16

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
201	4	2004	2	Vårbyg m. græsudlæg	6 pct. e.afg græs/korn(nedm.)s.1/8	25	89	0	0	19	0	2	Kvæg	61	12
201	4	2005	2	Vårbyg m. græsudlæg	6 pct. e.afg græs(nedm.)udl.forår	26	106	0	0	19	0	2	Kvæg	94	19
201	4	2006	2	Vårbyg		26	96	0	0	17	0	2	Kvæg	83	17
201	4	2007	1	Vinterbyg		73	124	0	0	26	0	2	Kvæg	109	23
201	4	2008	2	Vinterraps		110	83	0	0	13	0	2	Kvæg	121	30
201	4	2009	2	Vinterhvede	6 pct. e.afg olieræddike(nedm.)	34	122	0	0	20	0	2	Kvæg	89	16
201	4	2010	1	Vårbyg		60	27	0	0	4	0	2	Kvæg	94	17
201	4	2011	2	Vinterbyg		64	188	0	0	28	0	2	Kvæg	92	18
201	4	2012	2	Majshelsæd	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	31	307	0	14	46	0	2	Kvæg	129	25
201	4	2013	2	Vinterhvede		80	160	0	5	23	0	2	Kvæg	115	21
201	4	2014	2	Majshelsæd	E.afg. kl. (nedm.)udl.forår	15	353	0	7	52	0	12	Kvæg	133	25
201	4	2015	1	Kartoffel, chips		107	105	0	0	20	0	2	Plante	131	19
201	4	2016	3	Vårbyg		32	300	0	0	24	0	2	Plante	77	15
201	4	2017	2	Vinterraps		16	286	0	0	44	0	2	Plante	129	32
201	4	2018	2	Vinterhvede	Pl.+MFO, bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	61	176	0	0	27	0	2	Plante	132	19
201	4	2019	1	Kartoffel, chips		150	0	0	35	0	0	2	Plante	143	20
201	4	2020	1	Majshelsæd	Målr.e. græs efter majs	0	274	0	0	45	0	2	Plante	162	31

stnr=202

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
202	1	1990	2	Vårbyg + udlæg, fod	Græs til afgræs,slet	82	148	21	0	29	2	2	Kvæg	161	27
202	1	1991	2	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	90	148	6	0	29	1	2	Kvæg	171	31
202	1	1992	2	Anden rodfrugt		54	352	0	0	67	0	2	Kvæg	152	21
202	1	1993	2	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	66	261	0	0	49	0	2	Kvæg	121	13
202	1	1994	2	Markært		0	109	0	0	18	0	226	Kvæg	176	17

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
202	1	1995	2	Vinterhvede, foderk		86	217	0	0	37	0	2	Kvæg	150	28
202	1	1996	3	Vårbyg, ærtehelsæd	Italiensk rajgræs	0	74	18	0	13	2	60	Kvæg	185	16
202	1	1997	2	Vinterhvede, foderk		58	105	0	0	15	0	2	Kvæg	127	24
202	1	1998	2	Vinterrug		98	117	0	0	21	0	2	Kvæg	97	19
202	1	1999	2	Havre		24	164	0	0	27	0	2	Kvæg	81	18
202	1	2000	2	Vinterhvede (brød)		96	229	0	0	43	0	2	Kvæg	131	23
202	1	2001	2	Vintertriticale		54	88	0	0	14	0	2	Kvæg	100	20
202	1	2002	2	Silomajs		16	248	0	8	47	0	2	Kvæg	148	27
202	1	2003	1	Silomajs		29	216	0	11	52	0	2	Kvæg	132	24
202	1	2004	2	Silomajs		17	214	0	9	38	0	2	Kvæg	111	20
202	1	2005	2	Silomajs		17	247	0	9	48	0	2	Kvæg	124	23
202	1	2006	2	Silomajs		19	252	0	7	51	0	2	Kvæg	142	26
202	1	2007	1	Silomajs		17	189	0	9	33	0	2	Kvæg	111	20
202	1	2008	2	Silomajs		20	247	0	10	40	0	2	Kvæg	142	26
202	1	2009	2	Grønkorn, vårbyg	Eft.afg. ss 0 kl, dæks.h.jun	26	92	0	0	15	0	2	Kvæg	203	32
202	1	2010	1	Silomajs		20	145	0	10	22	0	2	Kvæg	124	23
202	1	2011	2	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	36	235	0	0	34	0	2	Kvæg	111	23
202	1	2012	2	Vårbyg m. græsudlæg		24	78	0	0	12	0	2	Kvæg	94	19
202	1	2013	2	Vinterraps		52	178	0	0	26	0	2	Kvæg	115	28
202	1	2014	2	Vinterhvede	Pl. e.afg olieræddike(nedm.)	106	70	0	0	11	0	2	Kvæg	142	27
202	1	2015	2	Majshelsæd	E.afg græs(nedm.)udl.forår	28	421	0	13	62	0	2	Kvæg	129	25
202	1	2016	1	Vårbyg	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	23	75	0	0	12	0	2	Plante	133	24
202	1	2017	1	Vinterbyg		79	65	0	0	10	0	2	Plante	99	17
202	1	2018	1	Vinterraps		113	161	0	0	34	0	2	Plante	103	25
202	1	2019	1	Vinterhvede	Pl.+MFO, bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	147	66	0	0	10	0	2	Plante	138	24
202	1	2020	2	Majshelsæd	Målr.e. græs efter majs	30	96	0	13	27	0	2	Plante	131	25

stnr=203

stnr	*jbnr*	*år*	*DeHa*	*afgrøde*	*EafgTekst*	*hanN*	*husN*	*udbN*	*HanP*	*husP*	*udbP*	*Nfix*	*brug*	*Nfj*	*Pfj*
203	1	1990	1	Vårbyg, foderkorn		74	0	0	0	0	0	2	Svin	126	23
203	1	1991	1	Vårraps, industri		123	0	0	0	0	0	2	Svin	57	15
203	1	1992	1	Vinterhvede, foderk		162	140	0	0	24	0	2	Svin	99	17
203	1	1993	1	Vårbyg + udlæg, fod	Rent græs	74	248	4	0	43	1	2	Svin	84	14
203	1	1994	2	Helsæd	Italiensk rajgræs	68	81	0	0	13	0	2	Svin	145	21
203	1	1995	2	Markært		0	0	0	14	0	0	196	Svin	140	14
203	1	1996	2	Vinterhvede, foderk		78	407	0	0	100	0	2	Svin	111	21
203	1	1997	2	Vinterhvede, foderk		49	211	0	0	46	0	2	Svin	66	13
203	1	1998	1	Vårbyg		48	106	0	0	26	0	2	Svin	77	15
203	1	1999	2	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. a græs, dæks.h.aug	49	201	0	0	203	0	2	Svin	62	13
203	1	2000	1	Vårbyg m. græsudlæg	E.afgr. kl. (nedm.)udl.forår	54	110	0	0	28	0	12	Svin	98	20
203	1	2001	1	Vårbyg m. græsudlæg	6 pct. e.afg græs(nedm.)udl.forår	38	112	0	0	28	0	2	Svin	74	15
203	1	2002	1	Havre		75	0	0	17	0	0	2	Svin	100	23
203	1	2003	2	Grønkorn, vårbyg	E.afg s 0 kl d.h.jun (s)	74	297	0	0	53	0	2	Kvæg	229	38
203	1	2004	1	Vårbyg m. græsudlæg	E.afg græs(nedm.)s.1/8	18	106	0	0	19	0	2	Kvæg	77	16
203	1	2005	2	Vårbyg		48	98	0	0	17	0	2	Kvæg	85	17
203	1	2006	2	Grønkorn, vinterhve	E.afg a u.50 pct.kl d.h.jun (s)	60	170	142	0	30	15	33	Kvæg	224	37
203	1	2007	1	Kl.græs, s. 31-50		174	182	0	0	32	0	107	Kvæg	250	40
203	1	2008	1	Kl.græs, s. 31-50		198	90	0	0	15	0	123	Kvæg	281	45
203	1	2009	1	Kl.græs, s. 31-50		184	202	0	0	34	0	99	Kvæg	241	33
203	1	2010	1	Vinterhvede		84	0	0	0	0	0	2	Kvæg	72	14
203	1	2011	2	Kl.græs, s. 11-30		67	205	0	9	34	0	189	Kvæg	265	40
203	1	2012	2	Kl.græs, s. 11-30		175	126	0	13	20	0	198	Kvæg	387	58

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
203	1	2013	2	Kl.græs, s. 11-30		109	161	0	0	23	0	144	Kvæg	224	34
203	1	2014	2	Kl.græs, s. 11-30		58	156	0	0	24	0	199	Kvæg	259	39
203	1	2015	2	Grønafgr. vårbyg/ær	Eft.afg. sss 11-30, dæks.h.jun	41	267	0	5	39	0	12	Kvæg	148	20
203	1	2016	2	Kl.græs, s. 11-30		121	209	0	2	32	0	140	Kvæg	241	36
203	1	2017	1	Kl.græs, s. 11-30		232	30	0	17	5	0	117	Plante	264	40
203	1	2018	1	Kl.græs, s. 11-30		200	263	0	24	48	0	63	Plante	176	27
203	1	2019	1	Vårbyg	E.afg bl. gr./korn/korsbl./andet (1/8)	95	0	0	9	0	0	2	Plante	103	19
203	1	2020	2	Grønkorn, vårbyg	Eft.afg. s kl.gr., dæks.h.aug	168	0	0	16	0	0	33	Plante	225	36

stnr=204

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
204	1	1990	2	Vårbyg + udlæg, fod	Græs til slet	90	90	42	0	18	5	2	Kvæg	137	23
204	1	1991	2	Kløvergræs		192	212	37	6	36	5	54	Kvæg	157	21
204	1	1992	2	Kløvergræs		251	100	129	13	17	16	52	Kvæg	142	19
204	1	1993	2	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	90	128	16	0	15	2	2	Kvæg	119	15
204	1	1994	3	Foderroer		54	182	0	0	27	0	2	Kvæg	248	34
204	1	1995	2	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	114	145	11	0	29	1	2	Kvæg	160	18
204	1	1996	2	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	66	54	24	0	13	2	2	Kvæg	168	24
204	1	1997	1	Græs til afgræsning		160	86	117	4	2	12	2	Kvæg	283	32
204	1	1998	1	Kl.græs, s+a 11-30		147	56	145	0	5	23	126	Kvæg	271	40
204	1	1999	1	Vårraps		47	67	0	0	6	0	2	Kvæg	105	27
204	1	2000	1	Vinterhvede (brød)		60	77	0	0	10	0	2	Kvæg	134	24
204	1	2001	0	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. a græs, dæks.h.aug	119	109	6	0	20	1	2	Kvæg	116	23
204	1	2002	0	Kartoffel, spise		130	0	0	8	0	0	2	Kvæg	166	24
204	1	2003	0	Vårbyg		103	0	0	13	0	0	2	Kvæg	83	17

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
204	1	2004	1	Vårbyg	E.afg græs(nedm.)s.1/8	66	82	0	0	15	0	2	Kvæg	85	17
204	1	2005	2	Vintertriticale		41	137	0	0	26	0	2	Kvæg	92	19
204	1	2006	1	Silomajs		30	87	0	15	16	0	2	Kvæg	111	20
204	1	2007	1	Vårbyg		21	18	0	0	3	0	2	Kvæg	85	17
204	1	2008	2	Vinterraps		85	177	0	0	38	0	2	Kvæg	106	26
204	1	2009	1	Vinterhvede		49	96	0	0	21	0	2	Plante	114	21
204	1	2010	2	Vintertriticale		37	153	0	0	23	0	2	Plante	93	19
204	1	2011	2	Silomajs		25	162	0	12	24	0	2	Plante	119	22
204	1	2012	2	Majshelsæd	E.afg græs(nedm.)udl.forår	0	201	0	0	29	0	2	Plante	129	25
204	1	2013	1	Kartoffel, chips		130	0	0	0	0	0	2	Plante	177	25
204	1	2014	0	Vårbyg	Pl. e.afg olieræddike(nedm.)	97	0	0	8	0	0	2	Plante	94	19
204	1	2015	0	Vårbyg	Pl. e.afg gr./korn(nedm.)s.1/8	115	0	0	14	0	0	2	Plante	87	17
204	1	2016	1	Vårbyg	Pl.+MFO, bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	49	90	0	6	30	0	2	Plante	94	18
204	1	2017	1	Kartoffel, spise		16	90	0	3	30	0	2	Plante	145	21
204	1	2018	-0	Vinterhvede	Pl.+MFO, bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	67	116	0	0	32	0	2	Svin	134	19
204	1	2019	-1	Vårbyg		19	69	0	0	18	0	2	Svin	113	21
204	1	2020	-1	Vårbyg		52	105	0	0	25	0	2	Svin	109	22

stnr=205

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
205	3	1990	1	Græs til slet		402	219	0	10	28	0	83	Kvæg	378	45
205	3	1991	1	Foderroer		95	386	0	0	63	0	2	Kvæg	166	23
205	3	1992	1	Markært		0	0	0	12	0	0	175	Kvæg	103	12
205	3	1993	1	Vinterhvede, foderk		149	98	0	0	14	0	2	Kvæg	154	28
205	3	1994	1	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	161	83	22	10	11	2	2	Kvæg	149	25

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
205	3	1995	1	Foderroer		122	296	0	4	41	0	2	Kvæg	111	17
205	3	1996	1	Markært		0	0	0	16	0	0	176	Kvæg	117	13
205	3	1997	1	Vinterhvede, foderk		120	96	0	0	15	0	2	Kvæg	133	25
205	3	1998	1	Vårbyg	Eft.afg. a græs, dæks.h.aug	74	181	13	0	33	2	2	Kvæg	118	22
205	3	1999	1	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. a græs, dæks.h.aug	117	110	29	0	19	4	2	Kvæg	121	22
205	3	2000	1	Silomajs		43	241	0	36	52	0	2	Kvæg	117	21
205	3	2001	1	Silomajs		25	235	0	14	38	0	2	Kvæg	120	22
205	3	2002	1	Silomajs		48	201	0	20	34	0	2	Kvæg	117	21
205	3	2003	1	Silomajs		26	193	0	30	33	0	2	Kvæg	124	23
205	3	2004	1	Silomajs		17	197	0	9	34	0	2	Kvæg	117	21
205	3	2005	2	Silomajs		17	201	0	9	34	0	2	Kvæg	121	22
205	3	2006	2	Silomajs		26	196	0	14	33	0	2	Kvæg	133	24
205	3	2007	1	Silomajs		17	231	0	9	40	0	2	Kvæg	111	20
205	3	2008	1	Vårbyg		58	94	0	0	16	0	2	Kvæg	63	13
205	3	2009	2	Silomajs		30	285	0	15	45	0	2	Kvæg	148	27
205	3	2010	1	Vårbyg m. græsudlæg	E.afg græs(nedm.)udl.forår	108	0	0	0	0	0	2	Kvæg	93	17
205	3	2011	2	Kl.græs, s. 11-30		70	196	0	0	33	0	213	Kvæg	299	45
205	3	2012	2	Kl.græs, s. 11-30		159	257	0	8	40	0	125	Kvæg	274	41
205	3	2013	2	Kl.græs, s. 11-30		122	162	0	9	23	0	114	Kvæg	186	28
205	3	2014	2	Majshelsæd	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	15	353	0	7	52	0	2	Kvæg	133	25
205	3	2015	2	Vårbyg		21	295	0	0	43	0	2	Kvæg	105	21
205	3	2016	1	Vinterbyg		59	361	0	0	53	0	2	Plante	116	20
205	3	2017	1	Vinterraps		105	81	0	0	13	0	2	Plante	125	31
205	3	2018	1	Vinterhvede	Målr.e. bl. gr./korn/korsbl./andet (1/8)	170	0	0	16	0	0	2	Plante	120	17
205	3	2019	1	Vårbyg	E.afg bl. gr./korn/korsbl./andet (1/8)	13	154	0	15	24	0	2	Plante	124	23
205	3	2020	1	Kartoffel, chips		86	141	0	7	22	0	2	Plante	145	21

stnr=206

stnr	*jbnr*	*år*	*DeHa*	*afgrøde*	*EafgTekst*	*hanN*	*husN*	*udbN*	*HanP*	*husP*	*udbP*	*Nfix*	*brug*	*Nfj*	*Pfj*
206	1	1990	2	Vinterhvede, foderk		184	0	0	6	0	0	2	Kvæg	103	18
206	1	1991	2	Vårraps, industri		122	121	0	0	15	0	2	Kvæg	54	14
206	1	1992	2	Vårbyg, foderkorn		47	108	0	0	15	0	2	Kvæg	36	7
206	1	1993	2	Markært		0	134	0	0	19	0	205	Kvæg	151	15
206	1	1994	2	Udyrket Brak		0	0	0	0	0	0	2	Kvæg	0	0
206	1	1995	1	Vinterhvede, foderk		113	134	0	15	20	0	2	Kvæg	146	27
206	1	1996	2	Vårbyg, ærtehelsæd	Italiensk rajgræs	96	105	0	0	16	0	62	Kvæg	224	21
206	1	1997	1	Vårbyg + udlæg, hel	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	144	291	30	0	45	3	2	Kvæg	138	26
206	1	1998	2	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. ss græs, dæks.h.jul	142	235	0	8	44	0	2	Kvæg	198	30
206	1	1999	2	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	123	227	47	0	39	7	2	Kvæg	207	32
206	1	2000	2	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	129	211	63	0	35	9	2	Kvæg	210	35
206	1	2001	2	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	148	151	57	0	26	9	2	Kvæg	210	35
206	1	2002	2	Helsæd, vårbyg/ært	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	49	76	0	0	13	0	47	Kvæg	224	30
206	1	2003	2	Helsæd, vårbyg	6 pct. e.afg græs(nedm.)udl.forår	49	96	0	0	17	0	2	Kvæg	135	23
206	1	2004	1	Brak m. græs		0	0	0	0	0	0	5	Plante	0	0
206	1	2005	1	Brak m. græs		0	0	0	0	0	0	5	Plante	0	0
206	1	2006	1	Brak m. græs		0	0	0	0	0	0	5	Plante	0	0
206	1	2007	1	Brak m. græs		0	0	0	0	0	0	5	Kvæg	0	0
206	1	2008	1	Brak m. græs		0	0	0	0	0	0	5	Kvæg	0	0
206	1	2009	1	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	54	53	0	0	9	0	2	Kvæg	104	19
206	1	2010	1	Vintertriticale		78	89	0	0	15	0	2	Kvæg	72	15
206	1	2011	2	Silomajs	E.afg græs(nedm.)udl.forår	21	216	0	10	35	0	2	Kvæg	99	18
206	1	2012	2	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	0	308	0	0	46	0	2	Kvæg	135	26

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
206	1	2013	2	Majshelsæd	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	22	364	0	10	52	0	2	Kvæg	129	25
206	1	2014	1	Rent græs, s		96	198	0	0	61	0	2	Plante	226	34
206	1	2015	1	Rent græs, s		190	158	0	0	54	0	2	Plante	254	38
206	1	2016	1	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	138	71	0	0	18	0	2	Plante	123	22
206	1	2017	1	Vinterbyg		16	124	0	0	31	0	2	Plante	117	20
206	1	2018	1	Vinterraps		88	155	0	0	34	0	2	Plante	103	25
206	1	2019	1	Vinterhvede		81	80	0	0	24	0	2	Plante	140	24
206	1	2020	1	Majshelsæd	Målr.e. græs efter majs	32	157	0	14	37	0	2	Plante	123	23

stnr=301

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
301	6	1990	12	Vinterhvede, foderk		164	0	0	0	0	0	2	Kvæg	161	31
301	6	1990	12	Vinterhvede, foderk		164	0	0	0	0	0	2	Kvæg	168	31
301	6	1991	1	Vinterbyg + udlæg,	Græs til afgræsning	135	138	8	0	17	1	2	Kvæg	196	34
301	6	1992	1	Græs til afgræsning		184	92	107	24	13	13	60	Kvæg	220	24
301	6	1993	1	Vinterhvede, foderk		119	0	0	0	0	0	2	Kvæg	188	34
301	6	1994	1	Vinterbyg + udlæg,	Italiensk rajgræs	142	97	31	0	14	4	2	Kvæg	179	27
301	6	1995	1	Græs til afgræsning		138	0	101	0	0	13	76	Kvæg	220	25
301	6	1996	1	Vinterhvede, foderk		115	93	0	0	34	0	2	Kvæg	143	27
301	6	1997	1	Vinterbyg + udlæg,	Græs til afgræsning+slet, 0-10 pct. kløver	122	145	0	0	19	0	2	Kvæg	166	29
301	6	1998	1	Rent græs, s+a		171	84	351	20	23	50	2	Kvæg	223	33
301	6	1999	2	Rent græs, s+a		202	0	256	20	0	31	2	Kvæg	239	36
301	6	2000	1	Vinterhvede (brød)		87	106	0	0	23	0	2	Kvæg	131	23
301	6	2001	1	Vinterhvede (brød),		123	151	0	0	27	0	2	Kvæg	124	22
301	6	2002	1	Grønkorn, vårbyg	Eft.afg. sa kl.gr., dæks.h.jul	140	43	67	0	13	8	33	Kvæg	184	30

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
301	6	2003	1	Kl.græs, s+a 31-50		129	0	177	0	0	21	115	Kvæg	228	36
301	6	2004	1	Kl.græs, s+a 31-50		134	0	163	17	0	19	115	Kvæg	218	35
301	6	2005	1	Kl.græs, s+a 31-50		89	93	271	7	18	31	104	Kvæg	209	33
301	6	2006	1	Havre		0	165	0	0	32	0	2	Kvæg	37	8
301	6	2007	1	Vinterbyg		70	148	0	0	27	0	2	Kvæg	109	23
301	6	2008	1	Kl.græs, s+a 31-50		140	90	95	0	16	11	156	Kvæg	312	50
301	6	2009	1	Kl.græs, s+a 31-50		149	0	181	0	0	21	136	Kvæg	271	37
301	6	2010	1	Kl.græs, s+a 31-50		205	0	225	16	0	26	84	Kvæg	241	33
301	6	2011	1	Vinterhvede		24	185	0	0	30	0	2	Kvæg	115	21
301	6	2012	1	Kl.græs, s+a u.50 pct.k		173	0	107	18	0	16	105	Kvæg	211	29
301	6	2013	2	Kl.græs, s+a u.50 pct.k		124	82	155	0	13	24	112	Kvæg	217	30
301	6	2014	1	Kl.græs, s+a 11-30		96	0	166	0	0	25	136	Kvæg	203	31
301	6	2015	1	Helsæd, havre	Eft.afg. sss 31-50, dæks.h.jun	60	218	0	0	33	0	33	Kvæg	233	43
301	6	2016	1	Kl.græs, s+a 11-30		132	0	229	0	0	35	110	Kvæg	203	31
301	6	2017	1	Kl.græs, s+a 11-30		95	97	184	7	16	28	134	Kvæg	226	34
301	6	2018	0	Kl.græs, a. 11-30		168	0	312	0	0	49	79	Kvæg	200	30
301	6	2019	0	Kl.græs, a. 11-30		129	0	374	16	0	59	88	Kvæg	198	30
301	6	2020	0	Vårbyg m. kløverudl	Eft.afg. a kl.gr., dæks.h.aug	108	0	22	0	0	4	12	Kvæg	132	25

stnr=302

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
302	6	1990	1	Vårbyg + udlæg, fod	Græs til slet	99	0	0	0	0	0	2	Kvæg	183	32
302	6	1991	2	Kløvergræs		216	113	61	0	1	8	63	Kvæg	236	32
302	6	1992	1	Kløvergræs		189	101	87	0	1	11	59	Kvæg	205	28

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
302	6	1993	1	Græs til afgræsning		140	168	69	14	2	9	61	Kvæg	220	0
302	6	1994	1	Vinterhvede, foderk		190	0	0	19	0	0	2	Kvæg	134	24
302	6	1995	1	Vinterbyg, foderkor		165	0	0	21	0	0	2	Kvæg	132	25
302	6	1996	1	Vårbyg, foderkorn		88	0	0	11	0	0	2	Kvæg	118	24
302	6	1997	1	Vinterbyg, foderkor		119	0	0	0	0	0	2	Kvæg	124	24
302	6	1998	1	Vinterhvede		165	0	0	0	0	0	2	Kvæg	132	23
302	6	1999	0	Vinterbyg		146	0	0	6	0	0	2	Kvæg	95	20
302	6	2000	0	Vinterraps		179	0	0	0	0	0	2	Kvæg	140	27
302	6	2001	0	Vinterhvede		162	0	0	12	0	0	2	Kvæg	148	27
302	6	2002	0	Vinterhvede		168	0	0	11	0	0	2	Kvæg	108	20
302	6	2003	0	Vinterhvede		159	0	0	18	0	0	2	Kvæg	103	19
302	6	2004	1	Vinterbyg		80	56	0	0	14	0	2	Plante	121	26
302	6	2005	0	Vinterraps		120	89	0	5	25	0	2	Plante	106	26
302	6	2006	1	Vinterhvede		42	97	0	0	25	0	2	Plante	134	24
302	6	2007	1	Vårbyg m. græsudlæg	E.afgr. kl. (nedm.)udl.forår	68	74	0	0	19	0	12	Plante	97	21
302	6	2008	1	Vinterhvede		91	96	0	0	24	0	2	Plante	142	26
302	6	2009	1	Vinterhvede		106	92	0	0	23	0	2	Plante	130	24
302	6	2010	1	Vinterraps		106	80	0	0	20	0	2	Plante	100	25
302	6	2011	1	Vinterhvede		62	129	0	0	34	0	2	Plante	123	23
302	6	2012	1	Havre		20	123	0	0	26	0	2	Plante	15	4
302	6	2013	1	Vinterhvede		100	91	0	0	24	0	2	Plante	115	21
302	6	2014	1	Vinterhvede		101	84	0	0	22	0	2	Plante	129	25
302	6	2015	1	Vårbyg		57	74	0	0	19	0	2	Plante	94	20
302	6	2016	1	Vinterhvede		108	73	0	0	19	0	2	Plante	104	18
302	6	2016	1	Vårbyg		81	73	0	0	19	0	2	Plante	133	26
302	6	2017	1	Vinterraps		112	146	0	0	38	0	2	Plante	118	29

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
302	6	2018	1	Vinterhvede		116	73	0	0	19	0	2	Plante	104	15
302	6	2018	1	Vårbyg		116	73	0	0	19	0	2	Plante	83	13
302	6	2019	1	Vinterhvede		122	90	0	0	21	0	2	Plante	146	25
302	6	2020	0	Havre m. kl. udlæg	Eft.afg. a kl.gr., dæks.h.aug	30	176	22	0	28	4	12	Kvæg	129	24

stnr=303

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
303	6	1990	1	Vinterhvede, foderk		185	0	0	22	0	0	2	Svin	122	22
303	6	1991	0	Vinterbyg, foderkor		168	0	0	31	0	0	2	Svin	131	26
303	6	1992	1	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	84	0	0	16	0	0	2	Svin	64	12
303	6	1993	1	Frøgræs		122	328	0	0	78	0	36	Svin	135	7
303	6	1994	1	Rent græs		0	0	0	0	0	0	34	Svin	0	0
303	6	1995	1	Vårbyg, malt		92	0	0	0	0	0	2	Svin	120	26
303	6	1996	1	Vårbyg, foderkorn		78	0	0	0	0	0	2	Svin	100	20
303	6	1997	1	Vinterhvede, foderk		122	139	0	0	30	0	2	Svin	112	22
303	6	1998	1	Vinterhvede		96	112	0	0	29	0	2	Svin	135	23
303	6	1999	2	Vårbyg m. græsudlæg		0	121	0	0	31	0	2	Svin	96	19
303	6	2000	1	Rajgræs, alm. sildi		48	94	0	0	24	0	2	Svin	88	10
303	6	2001	1	Vinterhvede		108	117	0	0	30	0	2	Svin	137	25
303	6	2002	1	Vinterhvede		108	102	0	0	28	0	2	Svin	137	25
303	6	2003	1	Vinterhvede		96	76	0	0	21	0	2	Svin	121	22
303	6	2004	1	Vinterraps		78	112	0	0	29	0	2	Svin	135	33
303	6	2005	1	Vinterhvede		104	79	0	0	19	0	2	Svin	115	21
303	6	2006	1	Vårbyg m. græsudlæg	Frøgræsudlæg	29	76	0	0	17	0	2	Svin	69	14
303	6	2007	1	Rajgræs, alm. sildi		130	0	0	0	0	0	2	Plante	54	6

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
303	6	2008	1	Vinterhvede		79	113	0	0	24	0	2	Plante	142	26
303	6	2009	1	Vinterhvede		111	92	0	0	23	0	2	Plante	130	24
303	6	2010	1	Vinterraps		106	98	0	0	21	0	2	Plante	137	30
303	6	2011	0	Vinterhvede		127	20	0	0	4	0	2	Plante	123	23
303	6	2012	1	Vinterhvede		76	142	0	0	30	0	2	Plante	126	24
303	6	2013	1	Vinterhvede		80	97	0	0	26	0	2	Plante	115	21
303	6	2014	1	Vinterhvede	Pl. e.afg olieræddike(nedm.)	88	84	0	0	23	0	2	Plante	129	25
303	6	2015	1	Vårbyg		96	114	0	20	22	0	2	Plante	94	20
303	6	2016	1	Vårbyg		81	73	0	0	19	0	2	Plante	133	26
303	6	2017	1	Vinterbyg		108	73	0	0	19	0	2	Plante	148	26
303	6	2018	1	Vinterraps		119	153	0	0	40	0	2	Plante	118	29
303	6	2019	1	Vinterhvede		108	90	0	0	21	0	2	Plante	129	22
303	6	2020	1	Vårbyg		50	108	0	0	27	0	2	Plante	128	25

stnr=304

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
304	7	1990	0	Vinterraps, industr		206	0	0	23	0	0	2	Plante	127	33
304	7	1991	0	Vinterhvede, foderk		179	0	0	33	0	0	2	Plante	143	26
304	7	1992	0	Vårbyg, foderkorn		127	0	0	26	0	0	2	Plante	40	8
304	7	1993	0	Vinterhvede, foderk		169	0	0	28	0	0	2	Plante	94	17
304	7	1994	0	Vinterhvede, foderk		206	0	0	30	0	0	2	Plante	93	17
304	7	1995	0	Vinterbyg, foderkor		142	0	0	19	0	0	2	Plante	69	14
304	7	1996	0	Vinterbyg, foderkor		130	0	0	16	0	0	2	Plante	76	16
304	7	1997	0	Vinterbyg, foderkor		129	0	0	16	0	0	2	Plante	62	13
304	7	1998	0	Vinterraps		152	0	0	19	0	0	2	Plante	57	15

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
304	7	1999	0	Vinterhvede		130	0	0	16	0	0	2	Plante	72	13
304	7	2000	0	Vinterhvede		160	0	0	20	0	0	2	Plante	52	9
304	7	2001	0	Vinterhvede		175	0	0	19	0	0	2	Plante	115	21
304	7	2002	0	Vårbyg		113	0	0	14	0	0	2	Plante	51	10
304	7	2003	0	Vårbyg		113	0	0	13	0	0	2	Plante	53	11
304	7	2004	0	Vinterbyg		149	0	0	19	0	0	2	Plante	75	15
304	7	2005	0	Vinterbyg		147	0	0	19	0	0	2	Plante	88	18
304	7	2006	0	Vårbyg m. græsudlæg		104	0	0	8	0	0	2	Plante	68	14
304	7	2007	0	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	179	0	0	16	0	0	2	Plante	205	35
304	7	2008	1	Rent græs, s		149	149	0	0	33	0	2	Plante	198	30
304	7	2009	2	Rent græs, s		153	165	0	0	34	0	2	Plante	85	13
304	7	2010	2	Helsæd, vårbyg/ært	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	59	166	0	0	34	0	31	Plante	206	29
304	7	2011	2	Kl.græs, s. 31-50		85	165	0	0	34	0	150	Plante	231	32
304	7	2012	0	Kl.græs, s. 31-50		243	0	0	0	0	0	112	Plante	271	37
304	7	2013	0	Kl.græs, s. 31-50		221	0	0	0	0	0	88	Plante	191	26
304	7	2014	0	Kl.græs, s. 31-50		196	0	0	0	0	0	105	Plante	204	28
304	7	2015	1	Vårbyg m. kløverudl	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	20	88	0	0	16	0	2	Plante	72	14
304	7	2016	0	Vårbyg		118	0	0	0	0	0	2	Plante	34	6
304	7	2017	0	Vinterrug, hybrid		147	0	0	21	0	0	2	Plante	104	21
304	7	2018	0	Havre		102	0	0	13	0	0	2	Plante	61	10
304	7	2019	0	Kl.græs, s. u.50 pct.kl		196	0	0	24	0	0	97	Plante	197	27
304	7	2020	0	Kl.græs, s. 11-30		207	0	0	25	0	0	138	Plante	262	39

stnr=305

stnr	*jbnr*	*år*	*DeHa*	*afgrøde*	*EafgTekst*	*hanN*	*husN*	*udbN*	*HanP*	*husP*	*udbP*	*Nfix*	*brug*	*Nfj*	*Pfj*
305	6	1990	1	Vinterhvede, foderk		0	69	0	0	17	0	2		77	14
305	6	1991	2	Udyrket Brak		0	0	36	0	0	12	2		0	0
305	6	1992	1	Vårbyg, foderkorn		0	0	0	0	0	0	2		15	3
305	6	1993	0	Spildkorn		0	0	0	0	0	0	2		0	0
305	6	1994	0	Frilandsgrønsager		0	101	0	0	24	0	2		0	0
305	6	1995	0	Frilandsgrønsager		0	0	0	0	0	0	2		0	0
305	6	1996	1	Vårhvede, brød		0	82	0	0	29	0	2		60	10
305	6	1997	1	Græs til afgræsning		0	74	92	0	27	15	71		189	26
305	6	1998	1	Kl.græs, a. 11-30		0	44	87	0	15	11	156	Andet	191	29
305	6	1999	0	Kl.græs, a. 11-30		0	0	30	0	0	2	168	Andet	191	29
305	6	2000	0	Kl.græs, a. 11-30		0	0	29	0	0	2	168	Andet	195	31
305	6	2001	0	Vårbyg		0	162	0	0	33	0	2	Andet	42	8
305	6	2002	0	Vårbyg		0	0	0	0	0	0	2	Plante	54	12
305	6	2003	0	Kl.græs, a. 11-30		0	0	63	0	0	10	191	Plante	228	36
305	6	2004	0	Kl.græs, a. 31-50		22	0	66	3	0	10	103	Plante	125	20
305	6	2005	1	Kl.græs, a. 11-30		53	0	133	11	0	21	67	Plante	94	15
305	6	2006	0	Vinterhvede		150	0	0	18	0	0	2	Andet	75	14
305	6	2007	0	Vinterhvede		160	5	0	20	1	0	2	Andet	86	16
305	6	2008	0	Rent græs, afg		59	0	53	7	0	8	2	Andet	220	33
305	6	2009	0	Rent græs, afg		27	0	73	3	0	12	2	Andet	223	34
305	6	2010	0	Græs u50 pct.kl. lavt u		26	94	86	3	20	14	61	Andet	78	11
305	6	2011	0	Græs u50 pct.kl. lavt u		34	0	40	4	0	6	67	Andet	78	11

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
305	6	2012	0	Græs u50 pct.kl. lavt u		15	0	34	2	0	7	70	Plante	78	11
305	6	2013	0	Græs u50 pct.kl. lavt u		52	0	48	7	0	10	63	Plante	74	10

stnr=307

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
307	6	2016	1	Vårbyg		81	73	0	0	19	0	2	Plante	133	26
307	6	2017	1	Vinterraps		112	146	0	0	38	0	2	Plante	118	29
307	6	2018	1	Vinterhvede		116	73	0	0	19	0	2	Plante	104	15
307	6	2018	1	Vårbyg		116	73	0	0	19	0	2	Plante	83	13
307	6	2019	1	Vinterhvede		122	90	0	0	21	0	2	Plante	146	25
307	6	2020	0	Havre m. kl. udlæg	Eft.afg. a kl.gr., dæks.h.aug	30	176	22	0	28	4	12	Kvæg	129	24

stnr=308

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
308	5	2016	1	Vårbyg		81	73	0	0	19	0	2	Plante	133	26
308	5	2017	1	Vinterbyg		108	73	0	0	19	0	2	Plante	148	26
308	6	2018	1	Vinterraps		119	153	0	0	40	0	2	Plante	118	29
308	6	2019	1	Vinterhvede		108	90	0	0	21	0	2	Plante	129	22
308	6	2020	1	Vårbyg		50	108	0	0	27	0	2	Plante	128	25

stnr=401

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
401	7	1990	5	Foderroer		122	0	0	33	0	0	2	Plante	246	33

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
401	7	1991	4	Fodermajs		181	0	0	32	0	0	2	Plante	170	34
401	7	1992	4	Fodermajs		181	0	0	54	0	0	2	Plante	158	32
401	7	1993	4	Fodermajs		190	0	0	53	0	0	2	Plante	113	23
401	7	1994	4	Majs		170	0	0	72	0	0	2	Plante	142	29
401	7	1995	4	Vårbyg, malt		107	0	0	0	0	0	2	Plante	98	21
401	7	1996	3	Majs		66	210	0	23	36	0	2	Plante	164	33
401	7	1997	4	Vinterhvede, foderk		108	174	0	0	25	0	2	Plante	170	32
401	7	1998	18	Vårbyg til malt		74	81	0	0	21	0	2	Svin	79	16
401	7	1999	-10	Vårbyg		91	81	0	0	21	0	2	Plante	109	23
401	7	2000	1	Vinterbyg		74	112	0	0	28	0	2	Plante	116	25
401	7	2001	3	Vinterraps		80	234	0	0	64	0	2	Plante	122	23
401	7	2002	4	Vinterhvede		49	272	0	0	183	0	2	Plante	140	25
401	7	2003	2	Vinterhvede		55	148	0	0	44	0	2	Plante	126	23
401	7	2004	1	Vinterhvede		69	136	0	0	35	0	2	Plante	121	22
401	7	2005	2	Vinterhvede		69	162	0	0	42	0	2	Plante	138	25
401	7	2006	1	Vårbyg	Frøgræsudlæg	56	93	0	0	24	0	2	Plante	57	12
401	7	2007	2	Hundegræs		34	215	0	0	51	0	2	Plante	52	6
401	7	2008	3	Hundegræs	E.afg s græs, d.h.jul (s)	62	297	0	0	63	0	2	Plante	132	31
401	7	2009	1	Hundegræs		110	156	0	0	34	0	2	Plante	86	19
401	7	2010	1	Vinterhvede		102	74	0	0	16	0	2	Plante	134	26
401	7	2011	1	Vinterhvede		38	108	0	0	23	0	2	Plante	122	23
401	7	2012	1	Vårbyg til malt		82	0	0	0	0	0	2	Plante	100	21
401	7	2013	1	Vinterbyg		65	118	0	0	25	0	2	Plante	115	22
401	7	2014	1	Vårbyg		103	0	0	13	0	0	2	Plante	104	21
401	7	2015	0	Vinterbyg	Pl. e.afg korsblomstr.(nedm.)	131	0	0	0	0	0	2	Plante	141	29
401	7	2016	1	Vårbyg		146	0	0	7	0	0	2	Plante	106	20

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
401	7	2017	1	Vinterbyg		167	0	0	0	0	0	2	Plante	126	22
401	7	2018	1	Vinterraps		214	65	0	0	17	0	2	Plante	142	32
401	7	2019	1	Vinterhvede		116	73	0	0	19	0	2	Plante	171	29
401	7	2020	1	Vårbyg	Pl.+MFO, bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	128	0	0	0	0	0	2	Plante	108	21

stnr=402

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
402	6	1990	1	Vinterhvede, foderk		172	0	0	18	0	0	2	Svin	161	29
402	6	1991	1	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	108	0	0	18	0	0	2	Svin	94	18
402	6	1992	1	Kløverfrø		0	0	0	0	0	0	202	Svin	26	0
402	6	1993	1	Vinterhvede, brød		182	0	0	12	0	0	2	Svin	152	27
402	6	1994	1	Vårbyg + udlæg, fod	Italiensk rajgræs	83	0	0	26	0	0	2	Svin	144	17
402	6	1995	1	Markært		0	0	0	27	0	0	226	Svin	157	18
402	6	1996	1	Vinterhvede, foderk		58	99	0	0	19	0	2	Svin	144	28
402	6	1997	1	Vinterbyg, malt		137	0	0	22	0	0	2	Svin	121	25
402	6	1998	1	Vinterraps		155	182	0	0	58	0	2	Svin	127	33
402	6	1999	1	Rajgræs, alm. sild.		111	0	0	13	0	0	2	Svin	85	9
402	6	2000	2	Rajgræs, alm. 2.år		45	131	0	0	38	0	2	Svin	49	6
402	6	2001	2	Vinterhvede		84	125	0	0	36	0	2	Svin	138	25
402	6	2002	2	Vinterhvede		67	160	0	0	48	0	2	Svin	123	22
402	6	2003	1	Vårbyg m. græsudlæg		87	0	0	0	0	0	2	Svin	86	18
402	6	2004	1	Rajgræs, alm. sildi		35	128	0	0	35	0	2	Svin	78	9
402	6	2005	1	Vinterbyg		43	137	0	0	36	0	2	Svin	107	24
402	6	2006	1	Vinterraps		28	185	0	0	46	0	2	Svin	115	28
402	6	2007	1	Vinterhvede		33	162	0	0	39	0	2	Svin	123	22

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
402	6	2008	1	Vinterhvede		83	115	0	0	28	0	2	Svin	167	30
402	6	2009	1	Vinterhvede		93	139	0	0	36	0	2	Svin	134	24
402	6	2010	1	Vinterhvede m.udlæg	Frøgræsudlæg	61	103	0	0	26	0	2	Svin	146	28
402	6	2011	1	Rødsvingel, plænegr		39	90	0	0	22	0	2	Svin	48	5
402	6	2012	1	Rødsvingel, plænegr	Pl. e.afg gr./korn(nedm.)s.1/8	48	96	0	0	24	0	2	Svin	68	10
402	6	2013	1	Vårbyg		0	123	0	0	32	0	2	Svin	98	19
402	6	2014	1	Vinterbyg		65	99	0	0	26	0	2	Svin	116	22
402	6	2015	1	Vinterraps		104	102	0	0	27	0	2	Svin	129	32
402	6	2016	1	Vinterhvede		111	112	0	0	30	0	2	Svin	148	26
402	6	2017	1	Vinterhvede m.udlæg		131	124	0	0	32	0	2	Svin	149	27
402	6	2018	0	Rødsvingel, plænegr	Eft.afg. slæt efter frøgræs høstet i juli	51	180	0	0	35	0	2	Svin	27	3
402	6	2019	0	Rødsvingel, plænegr		81	57	0	0	14	0	2	Plante	77	11
402	6	2020	1	Majshelsæd	Målr.e. græs efter majs	88	132	0	30	20	0	2	Plante	181	34

stnr=403

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
403	6	1990	1	Vinterhvede, foderk		159	183	0	6	63	0	2	Svin	191	34
403	6	1991	1	Vårbyg, foderkorn		101	0	0	0	0	0	2	Svin	78	16
403	6	1992	1	Vinterraps, industr		165	0	0	19	0	0	2	Svin	124	32
403	6	1993	1	Vinterhvede, brød		135	170	0	0	41	0	2	Svin	198	34
403	6	1994	1	Vinterbyg, foderkor		170	0	0	23	0	0	2	Svin	110	21
403	6	1995	1	Vinterraps, industr		175	204	0	9	51	0	2	Svin	102	26
403	6	1996	1	Vinterhvede, foderk		60	369	0	0	106	0	2	Svin	136	26
403	6	1997	1	Vinterhvede, foderk		123	114	0	0	94	0	2	Svin	148	29
403	6	1998	1	Vinterhvede		100	206	0	0	65	0	2	Svin	132	23

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
403	6	1999	1	Vinterbyg		163	0	0	0	0	0	2	Svin	120	27
403	6	2000	2	Vinterraps		96	210	0	0	60	0	2	Svin	115	22
403	6	2001	2	Vinterhvede		52	125	0	0	36	0	2	Svin	138	25
403	6	2002	2	Vinterhvede		67	144	0	0	43	0	2	Svin	131	24
403	6	2003	1	Vinterhvede m.udlæg		66	118	0	0	36	0	2	Svin	131	24
403	6	2004	1	Rødsvingel, plænegr		0	177	0	0	49	0	2	Svin	63	9
403	6	2005	1	Rødsvingel, plænegr	E.afg græs(nedm.)udl.s.eft.	0	149	0	0	36	0	2	Svin	34	4
403	6	2006	1	Vårbyg		0	121	0	0	29	0	2	Svin	57	12
403	6	2007	1	Vinterhvede m.udlæg	Frøgræsudlæg	63	125	0	0	30	0	2	Svin	121	22
403	6	2008	1	Hundegræs	Eft.afg. ss græs, dæks.h.jul	148	149	0	0	35	0	2	Svin	71	10
403	6	2009	1	Hundegræs		108	72	0	0	18	0	2	Svin	72	21
403	6	2010	1	Vinterhvede		72	160	0	0	32	0	2	Svin	138	27
403	6	2011	1	Vinterhvede		77	125	0	0	26	0	2	Svin	130	24
403	6	2012	1	Vinterhvede m.udlæg		68	151	0	0	36	0	2	Svin	128	24
403	6	2013	1	Rødsvingel, plænegr		46	84	0	0	22	0	2	Svin	48	5
403	6	2014	1	Rødsvingel, plænegr		35	108	0	0	28	0	2	Svin	77	11
403	6	2015	1	Vinterraps		52	156	0	0	41	0	2	Svin	129	32
403	6	2016	1	Vinterhvede		111	132	0	0	35	0	2	Svin	148	26
403	6	2017	1	Vinterhvede m.udlæg		109	46	0	0	12	0	2	Svin	141	25
403	6	2018	0	Hundegræs	Eft.afg. slæt efter frøgræs høstet i juli	119	239	0	0	50	0	2	Svin	72	21
403	6	2019	0	Hundegræs		135	57	0	0	14	0	2	Plante	74	22
403	6	2020	1	Majshelsæd	Målr.e. græs efter majs	88	132	0	30	20	0	2	Plante	181	34

stnr=404

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
404	6	1990	0	Vårraps, industri		164	0	0	28	0	0	2	Plante	88	23
404	6	1991	0	Vinterhvede, foderk		166	0	0	18	0	0	2	Plante	141	26
404	6	1992	0	Vårbyg, foderkorn		107	0	0	0	0	0	2	Plante	74	14
404	6	1993	0	Vinterbyg, foderkor		162	88	0	19	21	0	2	Plante	123	24
404	6	1994	0	Vinterraps, industr		164	0	0	8	0	0	2	Plante	100	24
404	6	1995	0	Vinterhvede, brød		168	0	0	16	0	0	2	Plante	184	32
404	6	1996	0	Vinterhvede, foderk		158	0	0	13	0	0	2	Plante	104	20
404	.	1997	.	Vårbyg, malt		.	.	.	.	.	.	.		85	.
404	6	1998	0	Vinterbyg		204	0	0	25	0	0	2	Plante	105	22
404	6	1999	0	Nonfood, vinterraps		172	86	0	8	33	0	2	Plante	86	22
404	6	2000	0	Vinterhvede (brød)		162	0	0	10	0	0	2	Plante	167	30
404	6	2001	1	Vårbyg		120	0	0	21	0	0	2	Kvæg	105	21
404	6	2002	1	Vårbyg til malt		99	0	0	0	0	0	2	Plante	78	16
404	6	2003	2	Vårbyg til malt		34	77	0	0	24	0	2	Svin	122	23
404	6	2004	2	Vinterraps		78	119	0	0	33	0	2	Svin	116	29
404	6	2005	1	Vinterhvede		55	123	0	0	32	0	2	Svin	150	27
404	6	2006	1	Vinterhvede m.udlæg	Frøgræsudlæg	42	151	0	0	37	0	2	Svin	130	24
404	6	2007	1	Rødsvingel, plænegr		47	128	0	0	30	0	2	Svin	34	4
404	6	2008	1	Rødsvingel, plænegr		31	130	0	0	30	0	2	Svin	34	4
404	6	2009	1	Rødsvingel, plænegr	E.afg græs(nedm.)udl.s.eft.	50	95	0	0	21	0	2	Svin	65	9
404	6	2010	1	Vårbyg		0	125	0	0	26	0	2	Svin	91	16
404	6	2011	1	Vinterraps		79	192	0	0	41	0	2	Svin	121	30
404	6	2012	1	Vinterhvede		61	99	0	0	25	0	2	Svin	156	29
404	6	2013	1	Vinterhvede		104	109	0	0	28	0	2	Svin	150	27
404	6	2014	1	Vårbyg m. kløverudl		89	0	0	0	0	0	2	Svin	81	16

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
404	6	2015	1	Hvidkløver		0	11	0	0	2	0	200	Svin	39	4
404	6	2016	1	Vinterhvede		61	92	0	0	24	0	2	Svin	172	30
404	6	2017	1	Vinterrug, hybrid		47	157	0	0	40	0	2	Svin	102	22
404	6	2018	0	Vinterraps		115	158	0	0	40	0	2	Svin	126	31
404	6	2019	1	Vinterhvede	Pl. bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	184	29	0	0	7	0	2	Plante	158	27
404	6	2020	1	Vårbyg	Målr.e. græs udl. forår	46	146	0	25	36	0	2	Plante	111	22

stnr=405

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
405	6	1990	0	Vårbyg, foderkorn		107	0	0	25	0	0	2	Plante	150	28
405	6	1991	0	Markært		0	0	0	33	0	0	188	Plante	117	13
405	6	1992	0	Vinterhvede, foderk		174	0	0	32	0	0	2	Plante	212	37
405	6	1993	0	Vinterhvede, foderk		187	0	0	35	0	0	2	Plante	172	31
405	6	1994	0	Fabriksroer		162	0	0	37	0	0	2	Plante	215	27
405	6	1995	0	Vårbyg, foderkorn		117	0	0	22	0	0	2	Plante	112	22
405	6	1996	0	Vårraps, biobrændse		134	0	0	45	0	0	2	Plante	119	55
405	6	1997	0	Vinterhvede, foderk		167	0	0	16	0	0	2	Plante	159	30
405	6	1998	0	Vinterhvede (brød)		195	0	0	12	0	0	2	Plante	160	27
405	6	1999	0	Vårbyg til malt		121	0	0	24	0	0	2	Plante	109	22
405	6	2000	0	Vårbyg til malt		114	0	0	19	0	0	2	Plante	100	20
405	6	2001	0	Nonfood, vinterraps		159	0	0	18	0	0	2	Plante	131	23
405	6	2002	0	Vinterhvede		142	0	0	27	0	0	2	Plante	140	25
405	6	2003	0	Vinterhvede		166	0	0	24	0	0	2	Plante	129	23
405	6	2004	0	Vårbyg til malt	6 pct. e.afg græs(nedm.)udl.forår	102	0	0	17	0	0	2	Plante	99	20
405	6	2005	0	Vårbyg til malt		105	0	0	13	0	0	2	Plante	102	21

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
405	6	2006	0	Nonfood, vinterraps		158	0	0	20	0	0	2	Plante	111	27
405	6	2007	0	Vinterhvede		149	0	0	19	0	0	2	Plante	118	21
405	6	2008	0	Vårbyg til malt		109	0	0	19	0	0	2	Plante	99	20
405	6	2009	0	Vårbyg til malt		109	0	0	6	0	0	2	Plante	105	21
405	6	2010	0	Vårbyg til malt		106	0	0	16	0	0	2	Plante	110	20
405	6	2011	0	Vinterraps		186	0	0	23	0	0	2	Plante	138	34
405	6	2012	0	Vinterhvede		139	0	0	17	0	0	2	Plante	163	30
405	6	2013	0	Vårbyg til malt		121	0	0	13	0	0	2	Plante	108	21
405	6	2014	0	Vårbyg	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	109	0	0	14	0	0	2	Plante	101	20
405	6	2015	0	Vårbyg		115	0	0	15	0	0	2	Plante	112	22
405	6	2016	0	Vinterraps		196	0	0	21	0	0	2	Plante	69	17
405	6	2017	0	Vinterhvede		180	0	0	22	0	0	2	Plante	187	34
405	6	2018	0	Vinterhvede		216	0	0	26	0	0	2	Plante	113	16
405	6	2019	0	Vårbyg	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	119	0	0	22	0	0	2	Plante	106	20
405	6	2020	0	Vårbyg		141	0	0	20	0	0	2	Plante	106	21

stnr=406

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
406	6	1990	1	Fodermajs		95	250	0	9	31	0	2	Kvæg	217	44
406	6	1991	2	Fodermajs		123	222	0	28	30	0	2	Kvæg	217	44
406	6	1992	2	Fodermajs		70	312	0	17	39	0	2	Kvæg	179	36
406	6	1993	1	Vinterhvede, brød		134	192	0	0	24	0	2	Kvæg	184	32
406	6	1994	1	Vinterhvede, foderk		159	120	0	0	15	0	2	Kvæg	191	35
406	6	1995	2	Vinterhvede, foderk		135	53	0	0	7	0	2	Kvæg	173	32
406	6	1996	1	Vinterhvede, foderk		118	99	0	0	12	0	2	Kvæg	135	25

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
406	6	1997	1	Vinterhvede, foderk		134	89	0	0	11	0	2	Kvæg	150	29
406	6	1998	1	Fabriksroer - top		27	179	0	0	34	0	2	Kvæg	100	15
406	6	1999	1	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. aa kl.gr., dæks.h.jul	34	152	81	0	24	10	12	Kvæg	198	30
406	6	2000	1	Kl.græs, s+a 31-50		30	86	438	0	14	56	148	Kvæg	298	47
406	6	2001	2	Kl.græs, s+a 11-30		33	144	205	0	18	30	139	Kvæg	232	37
406	6	2002	2	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. a græs, dæks.h.aug	34	316	43	0	44	8	2	Kvæg	136	23
406	6	2003	2	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. aa kl.gr., dæks.h.jul	27	115	34	0	20	6	12	Kvæg	168	29
406	6	2004	2	Kl.græs, s. 11-30		31	135	0	5	24	0	149	Kvæg	195	31
406	6	2005	2	Rent græs, s		43	381	0	0	70	0	2	Kvæg	143	23
406	6	2006	2	Silomajs	E.afg græs(nedm.)udl.forår	0	182	0	0	33	0	2	Kvæg	120	22
406	6	2007	2	Silomajs		67	228	0	0	40	0	2	Kvæg	154	28
406	6	2008	3	Silomajs		39	239	0	0	39	0	2	Kvæg	149	27
406	6	2009	2	Silomajs		16	367	0	0	60	0	2	Kvæg	133	24
406	6	2010	2	Silomajs		24	318	0	0	52	0	2	Kvæg	118	22
406	6	2011	2	Silomajs		63	236	0	18	39	0	2	Kvæg	124	23
406	6	2012	2	Majshelsæd		12	252	0	23	41	0	2	Kvæg	129	25
406	6	2013	2	Majshelsæd	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	74	261	0	10	41	0	2	Kvæg	136	26
406	6	2014	1	Majshelsæd		54	246	0	0	38	0	2	Kvæg	97	18
406	6	2015	1	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	45	207	0	0	32	0	2	Kvæg	121	24
406	6	2016	0	Vårbyg	Pl.+MFO, bl. rug/vårbyg/korsbl./hon.urt	108	96	0	0	15	0	2	Kvæg	118	23
406	6	2017	0	Vårbyg	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	138	0	0	0	0	0	2	Kvæg	117	22
406	6	2018	0	Vårbyg	Pl. e.afg gr./korn(nedm.)s.1/8	143	0	0	0	0	0	2	Kvæg	105	16
406	6	2019	0	Vårbyg	E.afg bl. gr./korn/korsbl./andet (1/8)	128	0	0	0	0	0	2	Plante	128	24
406	6	2020	0	Vårbyg		142	0	0	0	0	0	2	Plante	114	23

stnr=601

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
601	1	1990	7	Vinterbyg, foderkor		122	214	0	0	54	0	2	Kv+sv	124	24
601	1	1991	8	Markært		0	24	0	0	4	0	210	Kv+sv	140	16
601	1	1992	2	Vinterhvede, foderk		68	208	0	0	53	0	2	Kv+sv	74	13
601	1	1993	2	Vårraps, industri		107	177	0	0	61	0	2	Kv+sv	70	18
601	1	1994	2	Vinterhvede, foderk		54	262	0	0	66	0	2	Kv+sv	169	31
601	1	1995	2	Vinterbyg, foderkor		69	238	0	0	60	0	2	Kv+sv	122	23
601	1	1996	2	Vårbyg, foderkorn		48	138	0	0	34	0	2	Kv+sv	98	20
601	1	1997	1	Vinterraps, industr		63	112	0	0	28	0	2	Kv+sv	38	10
601	1	1998	2	Vinterhvede		49	139	0	0	39	0	2	Andet	141	24
601	1	1999	2	Vinterhvede		80	157	0	0	44	0	2	Andet	106	18
601	1	2000	2	Vinterbyg		62	99	0	0	27	0	2	Andet	88	18
601	1	2001	2	Vinterraps		72	231	0	0	64	0	2	Andet	70	14
601	1	2002	2	Vinterhvede		73	116	0	0	34	0	2	Andet	127	23
601	1	2003	1	Vintertriticale		44	121	0	0	35	0	2	Svin	100	20
601	1	2004	1	Vårbyg		26	124	0	0	31	0	2	Svin	85	17
601	1	2005	1	Vinterhvede		87	117	0	0	28	0	2	Svin	106	19
601	1	2006	1	Vårbyg		33	106	0	0	24	0	2	Svin	78	16
601	1	2007	1	Havre		14	110	0	0	23	0	2	Svin	157	35
601	1	2008	1	Vinterhvede	6 pct. e.afg olieræd-dike(nedm.)	81	120	0	0	26	0	2	Svin	111	20
601	1	2009	2	Vinterhvede		76	140	0	0	30	0	2	Svin	121	22
601	1	2010	2	Silomajs		41	172	0	0	34	0	2	Svin	148	27
601	1	2011	1	Vårbyg		27	174	0	0	35	0	2	Svin	92	19
601	1	2012	1	Vinterhvede		61	129	0	0	28	0	2	Plante	121	23
601	1	2013	1	Vinterbyg		63	130	0	0	28	0	2	Plante	108	21

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
601	1	2014	1	Vinterraps		52	136	0	0	31	0	2	Plante	144	35
601	1	2015	1	Vinterhvede	Pl. e.afg korsblomstr.(nedm.)	70	127	0	0	32	0	2	Plante	117	22
601	1	2016	2	Vårbyg	Pl. e.afg korsblomstr.(nedm.)	38	128	0	0	36	0	2	Plante	91	17
601	1	2017	1	Kartoffel, stivelse		108	117	0	0	33	0	2	Plante	187	27
601	1	2018	1	Vårbyg	Målr.e. græs udl. forår	38	118	0	0	30	0	2	Plante	98	15
601	1	2019	1	Vårbyg		27	118	0	0	30	0	2	Plante	113	21
601	1	2020	2	Vinterhvede		99	163	0	0	40	0	2	Plante	118	20

stnr=602

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
602	5	1990	1	Kløvergræs-slet		178	0	0	19	0	0	64	Kvæg	220	33
602	5	1991	1	Vårbyg, foderkorn		158	0	0	15	0	0	2	Kvæg	132	25
602	5	1992	1	Vinterhvede, foderk		173	0	0	19	0	0	2	Kvæg	169	30
602	5	1993	1	Foderroer		97	421	0	10	75	0	2	Kvæg	164	25
602	5	1994	2	Fodermajs		80	257	0	24	50	0	2	Kvæg	179	36
602	5	1995	2	Fodermajs		93	163	0	23	36	0	2	Kvæg	189	38
602	5	1996	2	Vårbyg, foderkorn		48	132	0	0	20	0	2	Kvæg	114	23
602	5	1997	1	Vinterhvede, foderk		138	144	0	0	22	0	2	Kvæg	143	27
602	5	1998	2	Fodersukkerroe		123	305	0	0	81	0	2	Kvæg	105	15
602	5	1999	2	Silomajs		57	223	0	15	33	0	2	Kvæg	124	23
602	5	2000	2	Vårbyg		58	115	0	0	17	0	2	Kvæg	100	20
602	5	2001	3	Vårbyg		47	118	0	0	18	0	2	Kvæg	91	19
602	5	2002	2	Silomajs		15	340	0	4	84	0	2	Kvæg	124	23
602	5	2003	2	Silomajs		13	242	0	6	58	0	2	Kvæg	111	20
602	5	2004	2	Vårbyg	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	59	120	0	0	24	0	2	Andet	119	23

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
602	5	2005	2	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	72	143	0	0	32	0	2	Svin	117	22
602	5	2006	2	Vårbyg m. græsudlæg	E.afg græs(nedm.)udl.forår	65	134	0	0	29	0	2	Svin	79	16
602	5	2007	2	Vårbyg	Eft.afg. a græs, dæks.h.aug	113	139	13	14	28	1	2	Svin	196	40
602	5	2008	2	Vårbyg	Eft.afg. a græs, dæks.h.aug	137	0	12	13	0	1	2	Svin	76	15
602	5	2009	1	Vårbyg		32	146	0	0	29	0	2	Svin	81	16
602	5	2010	1	Vinterhvede	6 pct. e.afg græs(nedm.)udl.forår	69	148	0	0	28	0	2	Svin	102	20
602	5	2012	1	Vårbyg til malt		43	110	0	0	25	0	2	Svin	87	18
602	5	2013	1	Majs til energi		90	115	0	0	27	0	2	Svin	172	32
602	5	2014	1	Majs til energi		85	139	0	10	35	0	2	Svin	5	10
602	5	2015	1	Majs til energi		230	79	0	0	19	0	2	Svin	170	32
602	5	2016	1	Majs til energi		109	99	0	30	26	0	2	Plante	195	36
602	5	2017	1	Majs til energi	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	92	106	0	30	29	0	2	Plante	153	29
602	5	2018	1	Majs til energi		54	117	0	0	31	0	2	Kvæg	142	27
602	5	2019	1	Majs til energi	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	95	93	0	15	17	0	2	Kvæg	179	34
602	5	2020	1	Kartoffel, stivelse		134	146	0	11	35	0	2	Kvæg	191	27

stnr=603

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
603	1	1990	1	Græs til slet		209	0	0	22	0	0	63	Kvæg	220	26
603	1	1991	1	Kløvergræs,afgr,sle		205	149	27	11	20	3	56	Kvæg	173	23
603	1	1992	1	Vårbyg, foderkorn		103	0	0	0	0	0	2	Kvæg	69	14
603	1	1993	1	Vinterhvede, foderk		122	101	0	0	12	0	2	Kvæg	146	26
603	1	1994	2	Foderroer		135	300	0	0	61	0	2	Kvæg	175	27
603	1	1995	2	Korn, ærter modenhe	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	41	187	26	0	33	3	81	Kvæg	219	26
603	1	1996	2	Græs til afgræsning		224	0	340	17	0	35	71	Kvæg	189	26

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
603	1	1997	1	Græs til afgræsning		207	0	288	17	0	30	74	Kvæg	205	28
603	1	1998	2	Kl.græs, a. 11-30		180	0	203	13	0	31	88	Kvæg	223	33
603	1	1999	2	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	84	133	73	0	20	11	2	Kvæg	190	29
603	1	2000	2	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	152	0	57	0	0	9	2	Kvæg	200	34
603	1	2001	3	Helsæd, vårbyg/ært	Eft.afg. ss græs, dæks.h.jul	0	0	0	0	0	0	43	Kvæg	254	35
603	1	2002	2	Helsæd, vårbyg/ært	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	34	102	71	0	17	11	47	Kvæg	263	36
603	1	2003	2	Helsæd, vårbyg/ært	E.afg a+s græs, d.h.jul (s)	56	167	35	0	42	5	47	Kvæg	253	34
603	1	2004	2	Vårbyg	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	33	197	0	0	43	0	2	Andet	119	23
603	1	2005	2	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. a græs, dæks.h.aug	72	141	6	0	32	1	2	Svin	115	23
603	1	2006	2	Vårbyg		41	112	0	0	21	0	2	Svin	82	17
603	1	2007	2	Nonfood, vinterraps		39	139	0	0	27	0	2	Svin	184	45
603	1	2008	2	Vinterhvede		54	124	0	0	24	0	2	Svin	121	22
603	1	2009	1	Vårbyg	6 pct. e.afg græs(nedm.)udl.forår	32	146	0	0	29	0	2	Svin	87	17
603	1	2010	1	Vårbyg		44	148	0	0	28	0	2	Svin	88	16
603	1	2011	0	Vinterraps		34	0	0	0	0	0	2	Plante	100	25
603	1	2012	1	Vinterhvede		100	185	0	0	37	0	2	Svin	128	24
603	1	2013	1	Majs til energi		115	114	0	0	27	0	2	Svin	146	27
603	1	2014	1	Majs til energi		85	139	0	10	35	0	2	Svin	5	10
603	1	2015	1	Majs til energi		115	79	0	0	19	0	2	Svin	213	40
603	1	2016	1	Majs til energi		109	99	0	30	26	0	2	Plante	195	36
603	1	2017	1	Majs til energi	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	92	106	0	30	29	0	2	Plante	175	33
603	1	2018	1	Kartoffel, stivelse		105	220	0	0	54	0	2	Kvæg	203	29
603	1	2019	1	Majs til energi		95	93	0	15	17	0	2	Kvæg	179	34
603	1	2020	1	Majs til biomasse	Målr.e. græs udl. forår	95	119	0	15	28	0	2	Kvæg	184	103

stnr=604

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
604	1	1990	1	Vårbyg + udlæg, fod	Græs til afgræs,slet	95	0	0	0	0	0	2	Kvæg	211	35
604	1	1991	2	Vårbyg, foderkorn		81	49	0	0	0	0	2	Kvæg	94	18
604	1	1992	1	Vårhvede, foderkorn		34	114	0	0	10	0	2	Kvæg	72	13
604	1	1993	1	Fodermajs		27	268	0	0	47	0	2	Kvæg	170	34
604	1	1994	1	Fodermajs		57	310	0	34	67	0	2	Kvæg	189	38
604	1	1995	2	Vårbyg + udlæg, fod	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	105	204	40	0	27	5	2	Kvæg	117	21
604	1	1996	1	Græs til afgræsning		146	0	217	0	0	22	2	Kvæg	189	20
604	1	1997	1	Grønkorn	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	128	93	151	0	14	16	2	Kvæg	228	21
604	1	1998	2	Grønkorn, vårbyg	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	162	144	248	0	33	45	2	Kvæg	212	31
604	1	1999	2	Kl.græs, a. 11-30		153	0	400	0	0	72	73	Kvæg	223	33
604	1	2000	2	Grønkorn, vårbyg	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	94	71	231	0	11	41	2	Kvæg	161	27
604	1	2001	2	Grønkorn, vårbyg	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	0	163	128	0	28	23	2	Ikke oply	161	27
604	1	2002	3	Grønkorn, vårbyg	Eft.afg. sss 11-30, dæks.h.maj	0	95	0	0	17	0	33	Kvæg	232	38
604	1	2003	3	Kl.græs, s. 11-30		150	106	0	0	19	0	124	Kvæg	244	39
604	1	2004	2	Silomajs		19	270	0	10	50	0	2	Kvæg	111	20
604	1	2005	3	Silomajs		19	232	0	10	42	0	2	Kvæg	163	30
604	1	2006	2	Silomajs		22	278	0	11	50	0	2	Kvæg	187	34
604	1	2007	3	Grønkorn, vårbyg	E.afg s u.50 pct.kl d.h.jun (s)	86	117	0	0	21	0	33	Kvæg	194	32
604	1	2008	1	Silomajs	E.afg græs(nedm.)udl.forår	24	230	0	12	40	0	2	Kvæg	124	23
604	1	2009	2	Silomajs		40	127	0	6	26	0	2	Kvæg	99	18
604	1	2010	1	Silomajs		31	133	0	14	23	0	2	Plante	124	23
604	1	2011	1	Silomajs		51	112	0	26	16	0	2	Plante	124	23
604	1	2012	1	Majshelsæd		41	145	0	21	21	0	2	Plante	116	22
604	1	2013	1	Vinterhvede		65	166	0	0	15	0	2	Plante	129	23
604	1	2014	2	Vinterhvede	Pl. e.afg olieræddike(nedm.)	91	164	0	0	30	0	2	Plante	137	26

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
604	1	2015	1	Majshelsæd	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	32	142	0	13	22	0	2	Plante	143	27
604	1	2016	1	Vårbyg		26	128	0	0	22	0	2	Plante	91	17
604	1	2017	1	Vinterbyg		72	192	0	0	46	0	2	Plante	141	24
604	1	2018	1	Vinterraps		94	161	0	3	25	0	2	Plante	126	28
604	1	2019	2	Vinterhvede	Målr.e. olieræddike	52	177	0	0	30	0	2	Plante	106	18
604	1	2020	1	Majs til biomasse	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	33	197	0	6	32	0	2	Plante	231	130

stnr=605

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
605	1	1990	3	Helsæd	Italiensk rajgræs	220	120	0	9	15	0	2	kvæg	150	21
605	1	1991	4	Græs til slet		284	376	0	0	48	0	67	kvæg	252	30
605	1	1992	2	Græs til slet		295	179	0	0	23	0	48	kvæg	110	13
605	1	1993	1	Sletgræs, 0-10 pct.		243	188	0	0	24	0	64	kvæg	220	28
605	1	1994	2	Korn, ærter modenhe	Sletgræs, 0-10 pct. kløver	120	120	0	0	15	0	77	kvæg	190	20
605	1	1995	2	Korn, ærter modenhe	Rent græs	112	229	0	0	30	0	74	kvæg	176	22
605	1	1996	1	Vårbyg, helsæd	Italiensk rajgræs	81	65	0	0	10	0	2	kvæg	211	21
605	1	1997	2	Vårbyg + udlæg, hel	Italiensk rajgræs	54	69	0	0	11	0	2	kvæg	215	20
605	1	1998	1	Grønkorn, vinterrug	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	134	140	81	0	27	15	2	Kvæg	180	27
605	1	1999	2	Brak, flerårig		0	0	0	0	0	0	5	Kvæg	0	0
605	1	2000	1	Brak, flerårig		0	0	0	0	0	0	5	Kvæg	0	0
605	1	2001	2	Brak, flerårig		0	0	0	0	0	0	5	Kvæg	0	0
605	1	2002	0	Brak, flerårig		0	0	0	0	0	0	5	Plante	0	0
605	1	2003	0	Brak (fjernbrak)		0	0	0	0	0	0	5	Plante	0	0
605	1	2004	0	Brak, flerårig		0	0	0	0	0	0	5	Plante	0	0
605	1	2005	0	Blandede skovtræer		0	0	0	0	0	0	2	Plante	0	0

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
605	1	2006	0	Blandede skovtræer		0	0	0	0	0	0	2	Plante	0	0
605	1	2007	0	Skovtilplantning (u		0	0	0	0	0	0	2	Plante	0	0
605	1	2008	0	Skovtilplantning (u		0	0	0	0	0	0	2	Plante	0	0
605	1	2009	0	Skovtilplantning (u		0	0	0	0	0	0	2	Plante	0	0
605	1	2010	0	Skovtilplantning (u		0	0	0	0	0	0	2	Plante	0	0
605	1	2011	0	Skovtilplantning (u		0	0	0	0	0	0	2	Plante	0	0

stnr=606

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
606	1	1990	0	Vårbyg, foderkorn		90	0	0	13	0	0	2	Svin	124	24
606	1	1991	0	Vårbyg, foderkorn		82	140	0	8	34	0	2	Svin	105	20
606	1	1992	0	Vårbyg, foderkorn		90	0	0	14	0	0	2	Svin	48	10
606	1	1993	0	Vårbyg, foderkorn		107	0	0	12	0	0	2	Svin	84	16
606	1	1994	0	Vårraps, industri		52	232	0	0	38	0	2	Svin	70	18
606	1	1995	0	Vinterhvede, brød		76	202	0	0	48	0	2	Svin	138	24
606	1	1996	0	Vinterbyg, foderkor		75	164	0	0	26	0	2	Svin	101	19
606	1	1997	0	Grønkorn	Italiensk rajgræs	196	0	0	29	0	0	2	Plante	319	16
606	1	1998	1	Kl.græs, a. 0-10		174	0	134	8	0	21	2	Kvæg	207	31
606	1	1999	1	Kl.græs, s+a 11-30		0	79	0	0	15	0	203	Plante	239	36
606	1	2000	2	Grønkorn, vinterrug	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	0	201	0	0	39	0	2	Plante	189	32
606	1	2001	1	Kl.græs, a. 31-50 (		0	172	22	0	30	4	131	Plante	189	20
606	1	2002	2	Helsæd, vårbyg/ært	Eft.afg. aa kl.gr., dæks.h.jul	0	72	31	0	12	6	39	Kvæg	167	23
606	1	2003	2	Kl.græs, a. 31-50 (		0	139	57	0	24	10	131	Kvæg	189	20
606	1	2004	1	Kl.græs, s+a 31-50		0	131	0	0	23	0	143	Plante	172	27
606	1	2005	0	Helsæd, vårbyg/ært	Eft.afg. aa kl.gr. (økol.)	0	142	0	0	25	0	42	Kvæg	156	21

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
606	1	2006	1	Helsæd, vårbyg/ært	Eft.afg. s græs, dæks.h.aug	0	118	0	0	21	0	31	Plante	172	24
606	1	2007	1	Kl.græs, s. 31-50 (		0	170	0	0	29	0	151	Plante	187	30
606	1	2008	1	Helsæd, vårbyg/ært	E.afg a o.50 pct.kl d.h.jun (s)	0	71	0	0	12	0	59	Plante	110	14
606	1	2009	0	Kl.græs, s. 31-50 (		0	51	0	0	9	0	143	Plante	157	22
606	1	2010	0	Havre (økol.)		0	0	0	0	0	0	2	Plante	77	17
606	1	2011	1	Havre (økol.)		0	108	0	0	16	0	2	Plante	83	19
606	1	2012	1	Helsæd, vårbyg (øko	Udl. kl.gr., renbestand e høst	0	56	0	0	9	0	2	Plante	124	21
606	1	2013	1	Kl.græs, s. 31-50 (		0	67	0	0	9	0	191	Plante	211	29
606	1	2014	1	Kl.græs, s+a 31-50		0	73	0	0	11	0	176	Plante	196	27
606	1	2015	1	Kl.græs, s+a 31-50		0	64	0	0	12	0	178	Plante	196	27
606	1	2016	1	Kl.græs, s. 31-50 (		0	66	0	0	10	0	164	Plante	181	25
606	1	2017	1	Kl.græs, s+a 31-50		0	53	12	0	8	2	150	Plante	166	23
606	1	2018	0	Havre (økol.)		0	33	0	0	11	0	2	Plante	85	14
606	1	2019	1	Havre (økol.)		0	57	0	0	13	0	2	Plante	57	11
606	1	2020	1	Vårbyg (økol.)		0	57	0	0	13	0	2	Plante	66	13

stnr=607

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
607	1	1990	1	Græs til slet		199	0	0	10	0	0	59	Kvæg	189	23
607	1	1991	1	Rent græs		184	80	51	14	9	6	55	Kvæg	173	20
607	1	1992	1	Vårbyg, foderkorn		32	0	0	3	0	0	2	Kvæg	70	13
607	1	1993	1	Foderroer		110	595	0	2	155	0	2	Kvæg	181	27
607	1	1994	1	Vårbyg + udlæg, fod	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	0	185	10	0	54	1	2	Kvæg	152	21
607	1	1995	1	Græs til afgræsning		213	0	108	10	0	14	2	Kvæg	220	24
607	1	1996	1	Græs til afgræsning		276	0	184	19	0	19	2	Kvæg	157	18

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
607	1	1997	1	Vårbyg, foderkorn		4	92	0	16	19	0	2	Kvæg	85	17
607	1	1998	1	Fodersukkerroe		90	309	0	9	104	0	2	Kvæg	179	26
607	1	1999	1	Vårbyg m. kløverudl	Eft.afg. a kl.gr., dæks.h.aug	98	0	11	0	0	2	12	Kvæg	298	46
607	1	2000	1	Grønkorn, vinterrug	Eft.afg. aa kl.gr., dæks.h.jul	173	0	121	16	0	18	12	Svin	117	20
607	1	2001	3	Kl.græs, a. 0-10		173	94	24	4	20	3	2	Svin	211	33
607	1	2002	2	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. a græs, dæks.h.aug	138	77	6	12	8	1	2	Andet	100	20
607	1	2003	1	Vårbyg m. græsudlæg	Eft.afg. a kl.gr., dæks.h.aug	104	182	13	0	32	1	12	Kvæg	100	20
607	1	2004	2	Vårbyg		0	427	0	0	114	0	2	Andet	71	14
607	1	2005	2	Havre	Eft.afg. a græs, dæks.h.aug	55	139	28	0	65	3	2	Kvæg	103	22
607	1	2006	2	Helsæd, vårbyg/ært	E.afg s u.50 pct.kl d.h.jun (s)	186	106	0	6	18	0	125	Kvæg	594	84
607	1	2007	2	Kl.græs, a. 31-50		110	25	269	0	2	23	93	Kvæg	187	30
607	1	2008	2	Kl.græs, a. 0-10		151	0	297	0	0	26	2	Kvæg	169	25
607	1	2009	1	Kl.græs, a. 0-10		117	0	241	5	0	21	2	Kvæg	169	25
607	1	2010	1	Havre		55	0	0	0	0	0	2	Kvæg	98	22
607	1	2011	1	Vinterhvede		108	83	0	9	11	0	2	Kvæg	130	24
607	1	2012	2	Vårbyg	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	47	143	0	0	17	0	2	Kvæg	108	22
607	1	2013	2	Helsæd, vårbyg	Eft.afg. aa græs, dæks.h.jul	108	9	46	0	1	5	2	Kvæg	164	28
607	1	2014	3	Grønkorn, vårbyg	Eft.afg. sa 31-50, dæks.h.jun	61	474	51	0	57	6	23	Kvæg	122	19
607	1	2015	2	Kl.græs, s+a 31-50		134	0	212	12	0	25	80	Kvæg	157	22
607	1	2016	1	Kl.græs, s+a 31-50		189	0	175	13	0	22	94	Kvæg	226	31
607	1	2017	0	Kl.græs, s+a 31-50		163	0	238	10	0	28	89	Kvæg	208	28
607	1	2018	0	Kl.græs, a. 31-50		221	0	323	9	0	40	47	Kvæg	192	26
607	1	2019	0	Vårbyg	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	81	215	0	0	27	0	2	Kvæg	113	21
607	1	2020	1	Majs til biomasse	Målr.e. græs udl. forår	77	154	0	10	27	0	2	Plante	185	104

stnr=608

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
608	1	1990	1	Græs til slet		135	0	0	11	0	0	63	Kvæg	220	26
608	1	1991	1	Rent græs		110	78	283	6	11	36	61	Kvæg	220	25
608	1	1992	1	Vinterhvede, foderk		162	0	0	0	0	0	2	Kvæg	105	19
608	1	1993	2	Fodermajs		99	196	0	34	28	0	2	Kvæg	142	29
608	1	1994	2	Korn, ærter modenhe	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	119	200	0	7	25	0	87	Kvæg	268	24
608	1	1995	2	Græs til afgræsning		351	126	19	0	16	2	81	Kvæg	252	29
608	1	1996	2	Græs til afgræsning		305	81	48	0	12	5	2	Kvæg	220	25
608	1	1997	2	Græs til afgræsning		204	151	114	0	23	12	2	Kvæg	236	27
608	1	1998	2	Rent græs, s+a		266	77	125	8	14	21	2	Kvæg	239	36
608	1	1999	2	Rent græs, s+a		208	68	187	0	11	34	2	Kvæg	223	33
608	1	2000	2	Rent græs, s+a		180	97	61	0	16	11	2	Kvæg	244	39
608	1	2001	2	Rent græs, s+a		331	109	84	0	18	15	2	Kvæg	283	45
608	1	2002	2	Rent græs, s+a		185	167	181	0	30	33	2	Kvæg	260	41
608	1	2003	2	Grønkorn, vårbyg	Lucerne til fabrik	0	90	0	0	16	0	340	Kvæg	360	40
608	1	2004	2	Lucerne til foder		0	0	0	0	0	0	288	Kvæg	252	30
608	1	2005	2	Rent græs, s		149	221	0	0	40	0	2	Kvæg	130	21
608	1	2006	2	Kl.græs, s. 11-30		221	180	0	0	32	0	105	Kvæg	317	51
608	1	2007	2	Lucerne til foder		0	0	0	32	0	0	405	Kvæg	356	42
608	1	2008	2	Lucerne til foder		0	0	0	35	0	0	405	Kvæg	356	42
608	1	2009	2	Vinterhvede	E.afg. f. s græs, dæks.h.aug	59	92	0	0	15	0	2	Kvæg	87	16
608	1	2010	2	Rent græs, s		164	280	0	0	46	0	2	Kvæg	310	47
608	1	2011	2	Rent græs, s		217	187	0	0	31	0	2	Kvæg	296	45
608	1	2012	1	Rent græs, s		165	223	0	0	35	0	2	Kvæg	240	36
608	1	2013	1	Majshelsæd		34	108	0	17	11	0	2	Plante	142	27
608	1	2014	2	Majshelsæd	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	80	115	0	30	17	0	2	Kvæg	148	28

stnr	jbnr	år	DeHa	afgrøde	EafgTekst	hanN	husN	udbN	HanP	husP	udbP	Nfix	brug	Nfj	Pfj
608	1	2015	2	Majs til energi	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	45	176	0	30	27	0	2	Kvæg	156	29
608	1	2016	2	Majs til energi	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	63	196	0	15	29	0	2	Kvæg	146	27
608	1	2017	2	Majs til energi	Pl. e.afg græs(nedm.)udl.forår	44	202	0	25	32	0	2	Kvæg	153	29
608	1	2018	2	Vårbyg (økol.)		0	189	0	0	37	0	2	Plante	71	11
608	1	2019	2	Kl.græs, s. 31-50 (		0	300	0	0	42	0	147	Plante	196	27
608	1	2020	2	Kl.græs, s. 31-50 (		0	264	0	0	38	0	154	Plante	199	27

Bilag 5.2 Perkolation samt udvaskning af kvælstof og fosfor fra stations-markerne

Bilag 5.2 Perkolation samt udvaskning af kvælstof of fosfor fra stationsmarkerne

stnr=102

stnr	*hyyear*	*mm* (*mm år^{-1}*)	*N_udv* (*kg N ha^{-1} år^{-1}*)	*P_udv* (*kg P ha^{-1} år^{-1}*)
102	199091	342	14	0.029
102	199192	212	11	0.019
102	199293	152	84	0.004
102	199394	468	0	0.030
102	199495	341	69	0.046
102	199596	14	0	-0.003
102	199697	98	12	0.005
102	199798	216	52	0.010
102	199899	279	49	0.007
102	199900	202	17	0.010
102	200001	80	58	0.004
102	200102	372	86	0.029
102	200203	224	49	0.019
102	200304	80	26	0.006
102	200405	216	41	0.014
102	200506	184	60	0.015
102	200607	301	47	0.028
102	200708	136	12	0.008
102	200809	95	11	0.005
102	200910	111	13	0.010
102	201011	238	24	0.017
102	201112	261	21	0.017
102	201213	176	30	0.009
102	201314	75	27	0.005
102	201415	193	19	0.012
102	201516	224	40	0.014
102	201617	64	68	0.001
102	201718	282	11	0.014
102	201819	58	45	0.002
102	201920	193	21	0.009

stnr=103

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
103	199091	315	52	0.028
103	199192	200	25	0.016
103	199293	176	49	0.015
103	199394	469	85	0.021
103	199495	354	66	0.028
103	199596	-1	0	-0.000
103	199697	92	7	0.004
103	199798	194	22	0.004
103	199899	259	27	0.009
103	199900	187	20	0.008
103	200001	77	8	0.003
103	200102	322	36	0.016
103	200203	152	9	0.005
103	200304	97	16	0.003
103	200405	164	17	0.010
103	200506	153	19	0.010
103	200607	242	39	0.015
103	200708	122	15	0.005
103	200809	114	5	0.001
103	200910	134	17	0.006
103	201011	224	60	0.010
103	201112	194	45	0.010
103	201213	142	24	0.009
103	201314	85	23	0.005
103	201415	165	14	0.010
103	201516	213	72	0.012
103	201617	58	11	0.003
103	201718	309	115	0.012
103	201819	30	6	0.001
103	201920	175	29	0.005

stnr=104

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
104	199091	323	70	0.027
104	199192	176	60	0.016
104	199293	179	82	0.013

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
104	199394	478	6	0.037
104	199495	355	52	0.044
104	199596	28	4	0.002
104	199697	120	14	0.008
104	199798	223	45	0.013
104	199899	266	39	0.014
104	199900	209	16	0.016
104	200001	116	28	0.015
104	200102	339	48	0.051
104	200203	192	37	0.023
104	200304	160	42	0.026
104	200405	275	48	0.049
104	200506	231	49	0.032
104	200607	282	52	0.048
104	200708	117	13	0.016
104	200809	134	2	0.006
104	200910	178	15	0.021
104	201011	249	42	0.097
104	201112	220	13	0.035
104	201213	173	8	0.045
104	201314	109	35	0.014
104	201415	193	87	0.043
104	201516	242	22	0.036
104	201617	118	50	0.011
104	201718	304	47	0.040
104	201819	85	15	0.006
104	201920	202	52	0.015

stnr=105

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
105	199091	279	17	0.024
105	199192	162	16	0.013
105	199293	148	51	0.016
105	199394	438	18	0.017
105	199495	331	69	0.025
105	199596	-0	0	-0.001
105	199697	86	10	0.004
105	199798	187	46	0.007

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
105	199899	245	39	0.010
105	199900	200	22	0.006
105	200001	57	6	0.003
105	200102	317	54	0.015
105	200203	198	7	0.005
105	200304	106	24	0.003
105	200405	196	35	0.007
105	200506	171	17	0.091
105	200607	228	24	0.011
105	200708	124	18	0.015
105	200809	124	30	0.001
105	200910	146	41	0.006
105	201011	215	28	0.009
105	201112	192	16	0.010
105	201213	158	28	0.008
105	201314	89	15	0.004
105	201415	168	29	0.008
105	201516	179	19	0.007
105	201617	67	1	0.003
105	201718	294	41	0.010
105	201819	33	11	0.001
105	201920	160	35	0.007

stnr=107

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
107	199394	491	84	0.018
107	199495	365	52	0.030
107	199596	48	5	0.003
107	199697	109	15	0.006
107	199798	211	38	0.010
107	199899	275	7	0.009
107	199900	236	21	0.004
107	200001	108	9	0.005
107	200102	377	33	0.020
107	200203	231	19	0.004
107	200304	131	23	0.004
107	200405	253	71	0.008
107	200506	222	36	0.011

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
107	200607	352	111	0.014
107	200708	177	13	0.011
107	200809	151	14	0.003
107	200910	181	10	0.004
107	201011	237	18	0.008
107	201112	218	15	0.011
107	201213	180	13	0.010
107	201314	110	5	0.006
107	201415	192	20	0.010
107	201516	226	6	0.007
107	201617	140	7	0.002
107	201718	310	12	0.006
107	201819	57	0	-0.000
107	201920	208	8	0.005

stnr=201

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
201	199091	346	57	0.054
201	199192	296	114	0.013
201	199293	286	103	0.023
201	199394	475	106	0.023
201	199495	523	77	0.028
201	199596	101	32	0.008
201	199697	249	189	0.010
201	199798	313	61	0.080
201	199899	518	117	0.032
201	199900	456	88	0.035
201	200001	392	97	0.019
201	200102	520	102	0.014
201	200203	247	21	0.031
201	200304	373	48	0.098
201	200405	335	27	0.031
201	200506	231	28	0.107
201	200607	579	106	0.031
201	200708	353	32	0.021
201	200809	267	92	0.013
201	200910	278	43	0.014
201	201011	309	144	0.015

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
201	201112	344	72	0.020
201	201213	376	97	0.021
201	201314	346	58	0.021
201	201415	380	97	0.022
201	201516	460	125	0.020
201	201617	284	37	0.011
201	201718	492	90	0.019
201	201819	293	81	0.010
201	201920	601	159	0.024

stnr=202

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
202	199091	387	160	0.073
202	199192	347	196	0.022
202	199293	317	130	0.145
202	199394	536	187	0.052
202	199495	569	130	0.056
202	199596	161	115	0.016
202	199697	321	63	0.039
202	199798	363	166	0.103
202	199899	546	142	0.039
202	199900	482	107	0.096
202	200001	394	57	0.057
202	200102	551	152	0.020
202	200203	324	43	0.035
202	200304	378	35	0.048
202	200405	391	30	0.039
202	200506	295	44	0.128
202	200607	626	90	0.058
202	200708	404	12	0.039
202	200809	322	72	0.017
202	200910	312	7	0.018
202	201011	333	97	0.017
202	201112	323	9	0.018
202	201213	316	22	0.028
202	201314	388	47	0.021
202	201415	441	26	0.027
202	201516	471	115	0.033

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
202	201617	292	95	0.010
202	201718	459	101	0.017
202	201819	364	159	0.013
202	201920	613	81	0.027

stnr=203

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
203	199091	352	209	0.055
203	199192	296	194	0.016
203	199293	280	131	0.024
203	199394	465	150	0.035
203	199495	487	106	0.043
203	199596	135	81	0.011
203	199697	269	128	0.026
203	199798	334	195	0.144
203	199899	493	128	0.044
203	199900	455	65	0.042
203	200001	367	56	0.032
203	200102	480	34	0.063
203	200203	342	33	0.044
203	200304	293	16	0.040
203	200405	317	32	0.046
203	200506	278	75	0.063
203	200607	546	67	0.032
203	200708	310	9	0.024
203	200809	245	20	0.022
203	200910	279	117	0.017
203	201011	293	184	0.016
203	201112	297	5	0.045
203	201213	278	5	0.033
203	201314	337	34	0.016
203	201415	422	10	0.024
203	201516	419	32	0.019
203	201617	277	6	0.014
203	201718	430	2	0.024
203	201819	295	23	0.009
203	201920	570	86	0.039

stnr=204

stnr	*hyyear*	*mm* (*mm år*$^{-1}$)	*N_udv* (*kg N ha*$^{-1}$ *år*$^{-1}$)	*P_udv* (*kg P ha*$^{-1}$ *år*$^{-1}$)
204	199091	313	46	0.050
204	199192	279	119	0.016
204	199293	279	77	0.011
204	199394	480	174	0.019
204	199495	505	140	0.020
204	199596	109	20	0.032
204	199697	247	54	0.022
204	199798	291	119	0.089
204	199899	443	76	0.026
204	199900	464	104	0.045
204	200001	394	83	0.014
204	200102	474	19	0.014
204	200203	278	57	0.024
204	200304	349	31	0.102
204	200405	338	26	0.038
204	200506	248	43	0.041
204	200607	574	75	0.028
204	200708	334	14	0.017
204	200809	255	47	0.013
204	200910	263	51	0.013
204	201011	288	74	0.014
204	201112	441	139	0.022
204	201213	341	81	0.018
204	201314	326	28	0.016
204	201415	386	16	0.019
204	201516	450	28	0.019
204	201617	285	64	0.006
204	201718	448	76	0.010
204	201819	312	37	0.007
204	201920	586	62	0.022

stnr=205

stnr	*hyyear*	*mm* (*mm år*$^{-1}$)	*N_udv* (*kg N ha*$^{-1}$ *år*$^{-1}$)	*P_udv* (*kg P ha*$^{-1}$ *år*$^{-1}$)
205	199091	334	139	0.104
205	199192	297	127	0.015
205	199293	260	92	0.009

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
205	199394	504	73	0.154
205	199495	492	30	0.020
205	199596	102	15	0.018
205	199697	263	0	-0.010
205	199798	317	41	0.087
205	199899	503	42	0.025
205	199900	444	112	0.032
205	200001	436	350	0.027
205	200102	544	129	0.020
205	200203	312	72	0.022
205	200304	359	47	0.057
205	200405	395	29	0.052
205	200506	295	58	0.085
205	200607	614	85	0.040
205	200708	394	93	0.037
205	200809	280	37	0.015
205	200910	303	90	0.015
205	201011	242	33	0.013
205	201112	320	10	0.016
205	201213	297	56	0.015
205	201314	362	66	0.019
205	201415	365	194	0.019
205	201516	449	98	0.022
205	201617	275	34	0.010
205	201718	480	182	0.013
205	201819	296	88	0.009
205	201920	566	99	0.029

stnr=206

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
206	199091	359	83	0.047
206	199192	323	197	0.014
206	199293	319	146	0.016
206	199394	492	144	0.020
206	199495	499	66	0.016
206	199596	146	58	0.010
206	199697	282	19	0.017
206	199798	318	29	0.088

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
206	199899	468	10	0.018
206	199900	439	58	0.024
206	200001	383	21	0.018
206	200102	474	50	0.027
206	200203	288	20	0.029
206	200304	332	18	0.092
206	200405	381	31	0.068
206	200506	254	16	0.077
206	200607	553	56	0.034
206	200708	394	12	0.049
206	200809	334	4	0.017
206	200910	305	81	0.015
206	201011	316	72	0.016
206	201112	346	46	0.017
206	201213	307	8	0.015
206	201314	365	5	0.018
206	201415	431	29	0.022
206	201516	444	49	0.018
206	201617	277	145	0.004
206	201718	461	182	0.008
206	201819	337	188	0.006
206	201920	548	76	0.011

stnr=301

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
301	199091	407	179	0.276
301	199192	266	87	0.190
301	199293	325	169	0.051
301	199394	642	183	0.437
301	199495	541	80	0.073
301	199596	111	3	0.058
301	199697	202	123	0.034
301	199798	326	95	0.013
301	199899	434	19	0.010
301	199900	441	85	0.010
301	200001	341	128	0.010
301	200102	397	99	0.010
301	200203	283	33	0.016

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
301	200304	231	56	0.010
301	200405	364	23	0.006
301	200506	213	22	0.004
301	200607	501	168	0.007
301	200708	463	70	0.027
301	200809	195	8	0.010
301	200910	250	5	0.013
301	201011	349	40	0.017
301	201112	316	96	0.016
301	201213	311	17	0.023
301	201314	276	21	0.014
301	201415	346	54	0.018
301	201516	503	42	0.037
301	201617	298	24	0.008
301	201718	344	21	0.018
301	201819	280	78	0.020
301	201920	542	58	0.023

stnr=302

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
302	199091	367	83	0.036
302	199192	272	69	0.021
302	199293	327	176	0.017
302	199394	698	322	0.055
302	199495	550	102	0.041
302	199596	137	20	0.021
302	199697	223	72	0.033
302	199798	361	124	0.011
302	199899	482	60	0.102
302	199900	458	8	0.117
302	200001	369	76	0.065
302	200102	409	18	0.141
302	200203	332	27	0.022
302	200304	297	15	0.012
302	200405	456	13	0.006
302	200506	270	44	0.008
302	200607	533	87	0.005
302	200708	382	21	0.020

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
302	200809	173	23	0.009
302	200910	242	16	0.013
302	201011	425	47	0.021
302	201112	313	18	0.016
302	201213	323	28	0.018
302	201314	239	11	0.012
302	201415	365	44	0.018
302	201516	540	47	0.019
302	201617	306	35	0.005
302	201718	390	50	0.008
302	201819	251	74	0.003
302	201920	528	27	0.012

stnr=303

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
303	199091	395	42	0.069
303	199192	351	58	0.031
303	199293	320	15	0.029
303	199394	714	24	0.095
303	199495	594	11	0.058
303	199596	117	22	0.005
303	199697	229	26	0.015
303	199798	312	40	0.014
303	199899	481	38	0.029
303	199900	413	22	0.030
303	200001	331	33	0.024
303	200102	420	43	0.025
303	200203	318	39	0.021
303	200304	251	17	0.017
303	200405	471	36	0.143
303	200506	246	29	0.015
303	200607	513	23	0.009
303	200708	406	41	0.036
303	200809	188	31	0.012
303	200910	250	25	0.019
303	201011	419	44	0.025
303	201112	286	19	0.018
303	201213	319	22	0.019

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
303	201314	254	34	0.015
303	201415	353	63	0.022
303	201516	543	49	0.036
303	201617	312	31	0.015
303	201718	375	38	0.024
303	201819	262	34	0.016
303	201920	531	35	0.024

stnr=304

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
304	199091	406	69	0.029
304	199192	335	101	0.017
304	199293	322	65	0.018
304	199394	680	88	0.029
304	199495	561	70	0.029
304	199596	145	20	0.010
304	199697	252	31	0.048
304	199798	362	33	0.008
304	199899	515	12	0.013
304	199900	450	12	0.014
304	200001	341	9	0.012
304	200102	424	21	0.016
304	200203	363	33	0.016
304	200304	281	42	0.040
304	200405	468	36	0.019
304	200506	295	10	0.012
304	200607	506	43	0.006
304	200708	373	18	0.019
304	200809	202	3	0.013
304	200910	261	1	0.017
304	201011	362	14	0.020
304	201112	275	3	0.015
304	201213	264	4	0.027
304	201314	267	5	0.013
304	201415	321	3	0.018
304	201516	510	31	0.021
304	201617	328	38	0.007
304	201718	381	25	0.014

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
304	201819	289	53	0.006
304	201920	537	23	0.018

stnr=307

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
307	201516	81	5	0.003
307	201617	319	25	0.031
307	201718	395	11	0.028
307	201819	250	37	0.024
307	201920	528	14	0.053

stnr=308

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
308	201516	73	8	0.008
308	201617	312	32	0.042
308	201718	373	48	0.055
308	201819	262	43	0.026
308	201920	531	44	0.066

stnr=401

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
401	199091	315	7	0.122
401	199192	295	40	0.066
401	199293	279	48	0.063
401	199394	575	96	0.165
401	199495	548	56	0.171
401	199596	-6	0	-0.002
401	199697	183	38	0.053
401	199798	297	30	0.077
401	199899	453	45	0.159
401	199900	387	36	0.163
401	200001	230	26	0.090
401	200102	472	36	0.198
401	200203	222	17	0.085
401	200304	192	32	0.060

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
401	200405	341	29	0.159
401	200506	197	18	0.097
401	200607	359	33	0.200
401	200708	291	13	0.151
401	200809	226	30	0.124
401	200910	333	65	0.125
401	201011	266	37	0.121
401	201112	297	11	0.150
401	201213	229	11	0.112
401	201314	258	19	0.143
401	201415	272	24	0.129
401	201516	373	22	0.185
401	201617	161	18	0.069
401	201718	310	36	0.152
401	201819	101	18	0.033
401	201920	360	25	0.174

stnr=402

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
402	199091	352	37	0.047
402	199192	244	18	0.025
402	199293	328	68	0.029
402	199394	580	95	0.048
402	199495	580	36	0.062
402	199596	24	2	0.001
402	199697	202	25	0.019
402	199798	302	24	0.028
402	199899	500	156	0.050
402	199900	423	5	0.053
402	200001	271	15	0.033
402	200102	449	44	0.067
402	200203	279	40	0.022
402	200304	193	8	0.027
402	200405	345	8	0.045
402	200506	192	1	0.032
402	200607	452	67	0.052
402	200708	286	30	0.036
402	200809	204	52	0.025

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
402	200910	323	58	0.036
402	201011	267	41	0.037
402	201112	337	16	0.054
402	201213	326	3	0.057
402	201314	248	19	0.028
402	201415	303	20	0.038
402	201516	394	44	0.040
402	201617	179	65	0.017
402	201718	309	51	0.039
402	201819	215	39	0.022
402	201920	463	34	0.062

stnr=403

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
403	199091	324	36	0.039
403	199192	255	14	0.015
403	199293	258	45	0.024
403	199394	550	106	0.037
403	199495	542	121	0.028
403	199596	-12	0	-0.001
403	199697	197	94	0.018
403	199798	292	138	0.015
403	199899	447	125	0.025
403	199900	417	33	0.024
403	200001	262	86	0.013
403	200102	434	90	0.030
403	200203	231	42	0.006
403	200304	180	38	0.005
403	200405	368	16	0.024
403	200506	260	5	0.017
403	200607	418	63	0.024
403	200708	268	23	0.018
403	200809	230	26	0.017
403	200910	295	60	0.016
403	201011	257	51	0.020
403	201112	267	16	0.019
403	201213	215	15	0.026
403	201314	267	35	0.022

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
403	201415	336	33	0.024
403	201516	374	59	0.020
403	201617	169	46	0.006
403	201718	306	33	0.020
403	201819	202	36	0.011
403	201920	454	68	0.029

stnr=404

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
404	199091	283	60	0.025
404	199192	270	44	0.015
404	199293	277	71	0.021
404	199394	527	61	0.027
404	199495	574	85	0.029
404	199596	-28	0	-0.001
404	199697	196	39	0.011
404	199798	278	54	0.014
404	199899	455	30	0.023
404	199900	437	108	0.013
404	200001	219	33	0.005
404	200102	452	52	0.022
404	200203	247	19	0.007
404	200304	180	15	0.005
404	200405	378	50	0.014
404	200506	167	37	0.007
404	200607	367	40	0.017
404	200708	377	18	0.021
404	200809	245	7	0.013
404	200910	341	12	0.017
404	201011	268	35	0.014
404	201112	325	19	0.017
404	201213	216	18	0.011
404	201314	215	21	0.011
404	201415	267	25	0.013
404	201516	380	59	0.013
404	201617	157	11	0.004
404	201718	353	70	0.008
404	201819	108	21	0.003

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
404	201920	329	2	0.013

stnr=405

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
405	199091	340	63	0.031
405	199192	228	61	0.015
405	199293	183	48	0.015
405	199394	487	61	0.023
405	199495	532	30	0.027
405	199596	-10	0	-0.001
405	199697	176	28	0.009
405	199798	250	0	-0.004
405	199899	459	73	0.015
405	199900	416	91	0.011
405	200001	221	22	0.006
405	200102	472	69	0.016
405	200203	240	26	0.006
405	200304	214	46	0.006
405	200405	347	42	0.011
405	200506	177	4	0.008
405	200607	400	39	0.016
405	200708	309	68	0.016
405	200809	177	12	0.010
405	200910	301	39	0.015
405	201011	278	48	0.014
405	201112	329	54	0.017
405	201213	234	24	0.012
405	201314	247	66	0.013
405	201415	239	42	0.012
405	201516	341	53	0.010
405	201617	197	19	0.002
405	201718	276	41	0.005
405	201819	100	56	0.001
405	201920	331	49	0.006

stnr=406

stnr	*hyyear*	*mm* (*mm år*$^{-1}$)	*N_udv* (*kg N ha*$^{-1}$ *år*$^{-1}$)	*P_udv* (*kg P ha*$^{-1}$ *år*$^{-1}$)
406	199091	359	76	0.045
406	199192	295	111	0.019
406	199293	268	150	0.019
406	199394	519	67	0.041
406	199495	544	80	0.034
406	199596	-22	0	-0.001
406	199697	192	36	0.010
406	199798	306	61	0.016
406	199899	467	52	0.035
406	199900	346	42	0.022
406	200001	201	65	0.011
406	200102	432	89	0.036
406	200203	181	14	0.010
406	200304	169	34	0.009
406	200405	313	11	0.024
406	200506	175	15	0.016
406	200607	380	101	0.033
406	200708	381	151	0.028
406	200809	232	76	0.019
406	200910	332	111	0.029
406	201011	347	91	0.029
406	201112	376	80	0.053
406	201213	303	44	0.038
406	201314	257	17	0.031
406	201415	263	60	0.025
406	201516	356	26	0.033
406	201617	175	46	0.011
406	201718	304	39	0.029
406	201819	127	21	0.006
406	201920	367	86	0.028

stnr=601

stnr	*hyyear*	*mm* (*mm år*$^{-1}$)	*N_udv* (*kg N ha*$^{-1}$ *år*$^{-1}$)	*P_udv* (*kg P ha*$^{-1}$ *år*$^{-1}$)
601	199091	561	76	0.058
601	199192	395	190	0.040
601	199293	442	107	0.049

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
601	199394	580	150	0.100
601	199495	675	76	0.064
601	199596	264	47	0.025
601	199697	367	139	0.134
601	199798	454	73	0.031
601	199899	668	88	0.056
601	199900	596	87	0.127
601	200001	467	15	0.081
601	200102	586	98	0.069
601	200203	466	101	0.022
601	200304	373	52	0.016
601	200405	553	58	0.025
601	200506	379	55	0.027
601	200607	558	73	0.038
601	200708	556	51	0.042
601	200809	521	57	0.064
601	200910	487	58	0.081
601	201011	517	142	0.054
601	201112	590	67	0.069
601	201213	599	35	0.058
601	201314	548	46	0.036
601	201415	708	69	0.048
601	201516	581	49	0.045
601	201617	397	72	0.016
601	201718	604	89	0.037
601	201819	345	41	0.027
601	201920	599	99	0.045

stnr=602

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
602	199091	521	15	0.071
602	199192	458	112	0.055
602	199293	467	193	0.048
602	199394	629	136	0.098
602	199495	649	122	0.067
602	199596	238	97	0.051
602	199697	411	212	0.069
602	199798	554	169	0.109

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
602	199899	635	24	0.108
602	199900	627	78	0.155
602	200001	510	80	0.821
602	200102	575	68	0.670
602	200203	523	132	0.274
602	200304	413	123	0.106
602	200405	550	10	0.295
602	200506	355	79	0.533
602	200607	567	46	1.016
602	200708	508	32	0.215
602	200809	472	26	0.379
602	200910	499	94	0.207
602	201011	425	69	0.149
602	201112	579	47	0.248
602	201213	585	33	0.264
602	201314	546	118	0.201
602	201415	647	27	0.292
602	201516	621	44	0.274
602	201617	487	97	0.204
602	201718	632	51	0.302
602	201819	396	108	0.098
602	201920	604	31	0.200

stnr=603

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
603	199091	524	31	0.052
603	199192	419	44	0.046
603	199293	500	117	0.056
603	199394	721	172	0.096
603	199495	768	110	0.071
603	199596	182	20	0.076
603	199697	370	32	0.126
603	199798	533	19	2.940
603	199899	743	97	1.081
603	199900	590	32	0.334
603	200001	482	28	0.070
603	200102	603	50	0.066
603	200203	388	21	0.036

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
603	200304	383	71	1.055
603	200405	684	135	0.020
603	200506	320	111	0.029
603	200607	655	77	0.023
603	200708	643	96	0.032
603	200809	545	80	0.128
603	200910	514	70	0.045
603	201011	448	103	0.026
603	201112	615	51	0.042
603	201213	577	63	0.036
603	201314	567	171	0.030
603	201415	689	97	0.035
603	201516	612	90	0.026
603	201617	414	156	0.009
603	201718	684	150	0.013
603	201819	379	73	0.006
603	201920	711	133	0.014

stnr=604

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
604	199091	565	166	0.056
604	199192	443	286	0.052
604	199293	494	221	0.051
604	199394	725	177	0.119
604	199495	737	186	0.078
604	199596	165	55	0.186
604	199697	404	61	0.099
604	199798	553	82	1.278
604	199899	712	212	0.917
604	199900	549	193	0.215
604	200001	516	232	0.071
604	200102	605	194	0.066
604	200203	379	39	0.027
604	200304	397	58	0.228
604	200405	698	390	0.021
604	200506	420	271	0.019
604	200607	722	293	0.057
604	200708	550	76	0.030

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
604	200809	516	263	0.102
604	200910	557	159	0.032
604	201011	481	87	0.184
604	201112	640	149	0.055
604	201213	599	176	0.034
604	201314	587	94	0.030
604	201415	719	90	0.073
604	201516	588	198	0.027
604	201617	382	61	0.008
604	201718	656	142	0.014
604	201819	393	91	0.007
604	201920	682	32	0.019

stnr=605

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
605	199091	492	54	0.058
605	199192	357	51	0.040
605	199293	409	139	0.052
605	199394	644	208	0.114
605	199495	752	40	0.077
605	199596	183	20	0.027
605	199697	367	140	0.037
605	199798	480	28	0.062
605	199899	654	16	0.080
605	199900	561	14	0.080
605	200001	415	110	0.062
605	200102	591	32	0.448
605	200203	395	13	0.135
605	200304	368	26	0.049
605	200405	577	27	0.075
605	200506	344	9	0.071
605	200607	585	44	0.371
605	200708	531	40	0.091
605	200809	480	30	0.076
605	200910	502	77	0.038
605	201011	457	105	0.036
605	201112	562	129	0.044
605	201213	560	129	0.044

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
605	201314	533	123	0.042
605	201415	736	169	0.057
605	201516	648	149	0.051
605	201617	424	98	0.033
605	201718	711	164	0.055
605	201819	354	81	0.028
605	201920	721	166	0.056

stnr=606

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
606	199091	569	63	0.057
606	199192	421	48	0.042
606	199293	462	52	0.051
606	199394	726	88	0.106
606	199495	740	32	0.169
606	199596	116	15	0.036
606	199697	360	53	0.030
606	199798	418	18	0.060
606	199899	692	12	0.853
606	199900	560	23	0.087
606	200001	382	9	0.027
606	200102	581	5	0.088
606	200203	348	5	0.020
606	200304	315	20	0.020
606	200405	585	3	0.021
606	200506	265	4	0.015
606	200607	593	4	0.128
606	200708	581	5	0.033
606	200809	483	1	0.067
606	200910	487	3	0.036
606	201011	427	26	0.057
606	201112	578	27	0.063
606	201213	556	2	0.036
606	201314	547	2	0.036
606	201415	669	2	0.033
606	201516	540	1	0.020
606	201617	300	2	0.008
606	201718	662	2	0.017

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
606	201819	384	35	0.010
606	201920	729	38	0.022

stnr=607

stnr	hyyear	mm (mm år^{-1})	N_udv (kg N ha^{-1} år^{-1})	P_udv (kg P ha^{-1} år^{-1})
607	199091	568	194	0.058
607	199192	459	357	0.047
607	199293	494	179	1.285
607	199394	669	110	1.454
607	199495	667	66	0.322
607	199596	182	63	0.264
607	199697	377	47	0.903
607	199798	556	167	0.360
607	199899	707	104	1.893
607	199900	549	27	0.600
607	200001	503	21	0.387
607	200102	573	74	0.276
607	200203	424	151	0.034
607	200304	388	108	0.019
607	200405	664	165	0.023
607	200506	303	36	0.019
607	200607	591	124	0.047
607	200708	509	54	0.023
607	200809	474	67	0.097
607	200910	509	43	0.038
607	201011	460	141	0.329
607	201112	592	122	0.421
607	201213	530	71	0.058
607	201314	543	41	0.043
607	201415	625	55	0.055
607	201516	568	49	0.048
607	201617	400	108	0.020
607	201718	613	44	0.037
607	201819	359	18	0.015
607	201920	645	117	0.037

stnr=608

stnr	*hyyear*	*mm* (*mm år*$^{-1}$)	*N_udv* (*kg N ha*$^{-1}$ *år*$^{-1}$)	*P_udv* (*kg P ha*$^{-1}$ *år*$^{-1}$)
608	199091	556	75	0.059
608	199192	471	218	0.047
608	199293	463	165	0.081
608	199394	704	346	0.144
608	199495	749	165	0.071
608	199596	157	12	0.079
608	199697	352	62	0.098
608	199798	480	119	0.089
608	199899	668	148	0.187
608	199900	504	100	0.058
608	200001	413	55	0.282
608	200102	545	110	0.035
608	200203	383	77	0.022
608	200304	360	44	0.013
608	200405	569	33	0.037
608	200506	278	32	0.017
608	200607	577	34	0.985
608	200708	492	28	0.022
608	200809	457	37	0.056
608	200910	490	184	0.574
608	201011	389	21	1.307
608	201112	511	23	0.169
608	201213	508	34	0.093
608	201314	539	377	0.036
608	201415	659	151	0.055
608	201516	573	166	0.036
608	201617	420	130	0.024
608	201718	620	202	0.021
608	201819	332	81	0.018
608	201920	638	1	0.061

Bilag 5.3 Grundvandsindtag og DGUnr. samt grundvandets redox karakteristik

Statusoversigt over redoxforholdene i grundvandsboringerne (DGU numrene vist) i LOOP vurderet på baggrund af det eksisterende datagrundlag fra 2016. *: horisontal boring. Tallene i parentes angiver antallet af boringer inkl. den horisontale boring, hvorfra data ikke indgår i rapporteringen.

Redox forhold	Redox vandtype	LOOP 1 Lolland LER	LOOP 2 Nordjylland SAND	LOOP 3 Østjylland LER	LOOP 4 Fyn LER	LOOP 6 Sønderjylland SAND	I alt
Iltholdigt	Vandtype A	230.226	40.889	98.867	165.275	159.927	43
		230.259	40.877	98.873	165.303	159.929	
			48.947	98.883	165.305	159.934	
			48.957	98.885	165.306	159.936	
			48.960	98.888	165.308	159.938	
			48.963	98.891	165.321	159.941	
			48.966	98.894	165.327	159.956	
				98.895		159.958	
				98.900		159.961	
				98.903		159.963	
				98.904		159.904	
				98.930		159.907	
				98.858		159.916	
				98.866			
Nitratholdigt	Vandtype B	230.196	48.948	98.877	165.312	159.952	18
		230.211	40.867	98.882	165.279		
		230.217		98.927			
		230.227		98.893			
		230.260		98.890			
		230.223		98.879			
		230.229					
Ikke-nitratholdigt	Vandtype C eller D	230.212	40.901		65.330		23 (24)
		230.218	40.904		165.285		
		230.182	40.975		165.288		
		230.194	40.976		165.317		
		230.224	40.954		165.329		
		230.175	40.902		165.333		
		230.176			7m		
		230.197	40.1708*		165.299,		
		230.261					
		230.179					
		230.181					
Varierende redoxkemi	Vandtype A, B, C eller D		40.868		165.276	159.932	9
					165.333,	159.897	
					11m	159.900	
					165.300	159.911	
						159.913	
I alt		20	16 (17)	20	19	19	93 (94)

Bilag 6.1 Metodebeskrivelse

Hydrografopsplitning

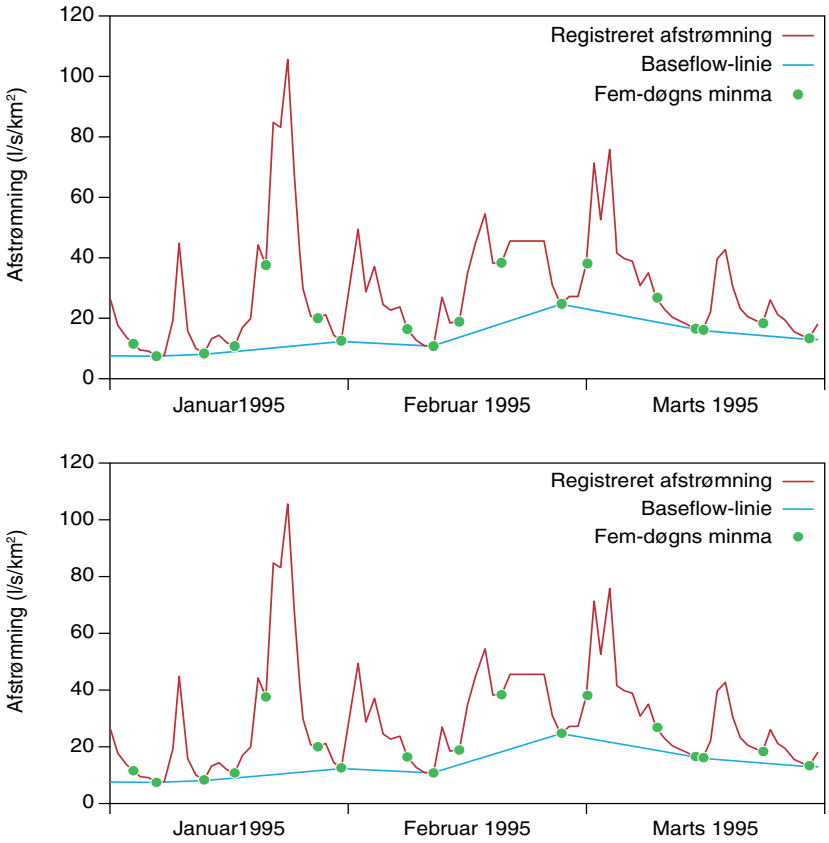
Hydrografopsplitning er foretaget efter en metode beskrevet af Institut of Hydrology (1993). Afstrømningen opdeles for hvert døgn i en overfladenær og en grundvandsnær afstrømningsdel. Det såkaldte baseflow-index angiver for en længere måleperiode, typisk et år, forholdet mellem grundvands-andelen (baseflow) 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.

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 frem for 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 pct. 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 kvælstof-transporten, 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 pct., når man sammenligner med en beregning baseret på meget intensive målinger.

Bilag 6.2 Metodebeskrivelse

Opgørelse af kvælstof- og fosfortab

Det samlede tab af hhv. kvælstof og fosfor fra et opland findes på baggrund af målinger i oplandets hovedvandløb (*oplandstabet*). Døgnmiddelvandføringer 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 af kvælstof 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 fratrukket naturarealer. Bidrag fra naturarealer er opgjort som produktet mellem den vandføringsvægtede baggrundskoncentration og afstrømningen fra oplandet. Baggrundskoncentrationen er bestemt på grundlag af målinger i 19 naturoplande (Bøgestrand, 2006). 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 fosfor beregnes et oplandstab ved at fratrække bidrag fra punktkilder fra den samlede transport, som derpå divideres med det samlede oplandsareal.

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

Appendiks 1. Beskrivelse af oplandene

Kortlægning af alle oplandene

Jordbundsundersøgelsen blev udført af Statens Planteavlsforsøg, 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 henføre 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 pct.) og lerjorder (14 pct.). Skov udgør 27 pct. 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 pct.) og finsandet jord (17 pct.). Skov udgør ca. 2 pct. 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 pct.) og lerblandet sand (24 pct.). Skov udgør 18 pct. 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 pct.) og lerblandet sand (4 pct.). Skov udgør 2 pct. af oplandsarealet, 89 pct. anvendes til intensiv landbrugsdrift, og 9 pct. 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 pct.) og humusjord (10 pct.). Flyvestation Karup udgør en del af oplandsarealet (ca. 13 pct.); skov findes i ca. 22 pct. 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 pct.), lerblandet sandjord (18 pct.) og humusjord (14 pct.). Mere end 99 pct. af arealet er i landbrugsdrift; 0,4 pct. er skov.

LOOP 7, Hulebæk (Vestsjællands Amtskommune)

Oplandet udgør ca. 1520 ha. Området er karakteriseret ved et småkuperet morænelandskab. I oplandet er 76 pct. af landbrugsjorden klassificeret som sandblandet lerjord og 20 pct. som lerjord. Det dyrkede areal udgør 78 pct., 15 pct. er skov og 7 pct. 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 1985, Vandmiljøplanen fra 1987 og Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug fra 1991, Vandmiljøplan II fra 1998, Vandmiljøplan III fra 2004, Grøn Vækst i 2009 og Fødevare- og landbrugspakken i 2015.

NPO-Handlingsplanen omhandlede 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.

Vandmiljøplan I havde som målsætning at reducere kvælstof- og fosforudledningen med henholdsvis 50 pct. og 80 pct. inden 1993. Den samlede kvælstofudledning fra landbruget til vandmiljøet var beregnet til 260.000 t N midt i 1980erne. Vandmiljøplanen indebar, at landbrugets udledning skulle reduceres med 127.000 t N, svarende til 49 pct. 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).

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 Bæredygtigt landbrug, 1991 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, 2004	Øget krav til efterafgrøder, udnyttelse af husdyrgødning, vådområder, miljøvenlig jordbrugsdrift, skovrejsning, afgift på mineralsk foderfosfat, bufferzoner til sårbar natur og gyllehandlingsplan
Grøn Vækst, 2009	9.000 ton N: Omlægning af kvælstofreguleringen. Øget krav til efterafgrøder. Begrænsninger i jordbearbejdning forud for forårssåede afgrøder. Randzoner langs vandløb og søer. Vådområder. Resterende 10.000 ton N: er under forhandling, herunder muligheden for omlægning af kvælstofreguleringen.
Vandplan 1, 2014 (erstatter Grøn Vækst)	Virkemidler skal sikre en reduktion på 6.600 ton N og 51 ton P i udledning til kystvande frem mod 2015.

Fødevare- og landbrugspakken, 2015	Der sker en ændring fra de tidligere generelle indsatser orienteret mod hele landbruget, og der indføres differentierede indsatser og målrettet regulering vedr. kvælstofudledning i udpegede oplande.

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

De to ovenfor nævnte handlingsplaner havde 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, havde 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 omfattede bl.a. forlængelse af frister frem til år 2000 med hensyn til landbrugets opfyldelse af reduktionsmål for kvælstofudledningen. Desuden stilledes 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 omfattede forbud mod at sprede flydende husdyrgødning om efteråret, dog med undtagelse af udbringning til vinterraps og overvintrende græs. Endvidere blev det fra 1995 kun tilladt at udbringe fast gødning i perioden fra høst og indtil 20. oktober på arealer, hvor der skulle være afgrøder den følgende vinter.

Som led i opfølgning på Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug havde Landbrugs og Fiskeriministeriet den 15. december 1995 på regeringens vegne forelagt "Redegørelse for udnyttelse af husdyrgødning og udvikling i landbrugets kvælstofhusholdning". Det fremgik heraf, at udbygning af eksisterende regelsæt sammen med iværksættelse af yderligere initiativer på landbrugsområdet var 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 resulterede i, at landmændene ved udarbejdelse af gødningsregnskaber fra 1996 ikke længere frit kunne fastlægge forventet udbytte, dette skulle baseres på et gennemsnit af tidligere år. Med hensyn til næringsstofindhold i husdyrgødning kunne landmændene selv værdisætte dette på baggrund af husdyrgødningsanalyser indtil 1997; fra 1998 skulle fastsættelsen af næringsstofindholdet i husdyrgødning ske på baggrund af normværdier med mulighed for korrektion for aktuel fodring. Desuden indebar planen en gradvis stigning i kravet til udnyttelse af husdyrgødning; fra 1. august 1997 var udnyttelseskravet således øget til 50 pct. for svinegylle, 45 pct. for kvæggylle, 15 pct. for dybstrøelse og 40 pct. for anden husdyrgødning.

I januar 1998 foretog Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Jordbrugs-Forskning 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 blev landbrugets reduktionskrav fastholdt, og initiativer til opfyldelse heraf skulle være iværksat senest 2003. VMPII omfattede en bred vifte af virkemidler, herunder vådområder,

skovrejsning, SFL områder, økologisk jordbrug, forbedret foderudnyttelse, skærpede harmoniregler, 6 pct. efterafgrøder, nedsatte normer og skærpet krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning.

Den 2. maj 2001 blev der yderligere vedtaget en politisk Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan II. Denne indeholdt ændrede regler for tilskud til retablering af vådområder, som skulle gøre ordningen mere attraktiv. Der indførtes en kontraktordning, som skulle sikre at arealet, der kunne opnå brødhvedetillæg ville komme til at svare til behovet for brødhvede. Endelig blev der foretaget en revision af normerne, som skulle sikre at landmændenes kvotefastsættelse blev i bedre 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 Fødevareministeriets 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 ton N pr år midt 1980'erne til en prognose for udvaskningen på 162.000 ton N pr år i 2003. Udvaskningen vil herved blive reduceret med 48 pct.. 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 var der nu målsætninger om, at vandmiljøet skal forbedres gennem reduktioner i udledningerne af kvælstof og fosfor, og naturbeskyttelsen skulle fortsat forbedres, ligesom nabogener skulle begrænses. Planen skulle være fuldt gennemført i 2015.

Med hensyn til fosfor var det målsætningen at fosforoverskuddet skulle halveres i forhold til et totalt overskud i 2001 på 32.700 ton P samt at der skulle udlægges 50.000 ha randzoner. Med hensyn til kvælstof var målsætningen en reduktion i udledningen på 13 pct. i forhold til udvaskningen i 2003. Det forventedes at den generelle strukturudvikling og EU's landbrugsreform ville bidrage betydeligt til reduktionen. Herudover indgik elementer som skovrejsning, retablering af yderligere vådområder, stramning af kravet til efterafgrøder, samt evt. skærpelse af kravet til udnyttelse af husdyrgødning.

I 2009 blev Grøn Vækst vedtaget som opfølgning på vandmiljøplanerne. Planen forskriver at der frem til 2015 skal ske en reduktion i udledning til havet på 19.000 ton N og 210 ton P. De 9.000 ton N skal hentes ved etablering af 140.000 ha målrettede efterafgrøder og øget krav til vådområder i vandplanerne samt ved et generelt fokus på jordbehandling om efteråret samt øget krav til randzoner langs vandløb og søer. Implementeringen af de sidste 10.000 ton er udsat.

I april 2014 indgik regeringen bestående af Socialdemokratiet og Det Radikale Venstre sammen med partierne Venstre, Konservative og Dansk Folkeparti en aftale om Vækstplan Fødevarer, der skulle styrke økonomien i landbruget.

Aftalen indeholder en række justeringer af målsætningerne fra Grøn Vækst, bl.a. en halvering af randzonearealet til 25.000 hektar. Desuden blev kravet om 140.000 ha målrettede efterafgrøder erstattet med at forhøje det generelle krav om lovpligtige efterafgrøder med 60.000 ha. Dette krav bortfaldt efterfølgende i juli 2015 (Anonym, 2015). I oktober 2014 vedtages første generation af vandplaner, hvor målsætningen for mindre udledning til havet blev reduceret til 6.600 ton N og 51 ton fosfor i 2015.

Fra 2015 indgik krav om miljøfokusområder (MFO) som en del af betingelsen for den direkte landbrugsstøtte. MFO-arealer skal dække 5 pct. af bedriftens areal og kan bl.a. udgøres af randzoner, brak, lavskov, efterafgrøder, græsudlæg og visse landskabselementer.

I december 2015 vedtog regeringen, bestående af partiet Venstre, sammen med Dansk Folkeparti, Konservative og Liberal Alliance Fødevare- og landbrugspakken, hvor det er planen, at virkemidler i højere grad skal implementeres målrettet, for at de enkelte vandområder kan opfylde miljøkrav i vandrammedirektivet, frem for, som hidtil, med samme generelle krav uanset hvor bedrifter er placeret i landet og uanset reduktionskrav.

Vandområdeplan II for perioden 2015-2021 blev vedtaget i juni 2016. Heri er der planlagt virkemidler som vådområder, brak af lavbundsjorde, skovrejsning samt justering af ordningen for MFO-arealer. Virkemidlerne forventes at reducere udledning til havet med ca. 6.900 ton N, mens indsats for en yderligere reduktion på ca. 6.200 ton N udsættes til efter 2021.

LANDOVERVÅGNINGSOPLANDE 2020

NOVANA

Landovervågningen udføres i 6 små landbrugsdominerede oplande, hvor landbrugspraksis og næringsstofudledning fra jord, til dræn, vandløb og grundvandet moniteres. Interviewoplysninger om landbrugspraksis viser, at der igennem overvågningsperioden er en markant bedre udnyttelse af gødningens næringsstoffer. Modelberegninger baseret på oplysning om landbrugspraksis viser, at kvælstofudvaskningen for det dyrkede areal er reduceret med 43 pct. fra 1990/91 til 2003/04. For perioden 2004/05-2020/21 kan der ikke konstateres en signifikant udvikling i den modelberegnede udvaskning for lerjordsoplandene, mens der er er signifikant mindre udvaskning for de to sandjordsoplande, LOOP 2 og 6. Målinger viser, at kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet er faldet med 0,27 og 0,58 mg N/l pr år på henholdsvis ler- og sandjorde i perioden 1990/91-2015/16. I ferskvandsovervågningen er der for 49 målte vandløb i dyrkede oplande beregnet et generelt fald i kvælstofkoncentrationen på 51 ± 4 pct. for perioden 1989-2020.t

ISBN: 978-87-7156-645-1
ISSN: 2244-9981