



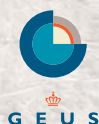
# VANDMILJØ OG NATUR 2008

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Faglig rapport fra DMU nr. 767 2010



DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER  
AARHUS UNIVERSITET



MILJØMINISTERIET

By- og Landskabsstyrelsen

[Tom side]

# VANDMILJØ OG NATUR 2008

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

---

Faglig rapport fra DMU nr. 767 2010

Poul Nordemann Jensen<sup>1</sup>

Susanne Boutrup<sup>1</sup>

Lilian van der Bijl<sup>1</sup>

Lars M. Svendsen<sup>1</sup>

Ruth Grant<sup>1</sup>

Peter Wiberg-Larsen<sup>1</sup>

Torben B. Jørgensen<sup>1</sup>

Thomas Ellermann<sup>1</sup>

Morten Hjorth<sup>1</sup>

Alf B. Josefson<sup>1</sup>

Marianne Bruus<sup>1</sup>

Bjarne Søgaard<sup>1</sup>

Lærke Thorling<sup>2</sup>

Karin Dahlgren<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet

<sup>2</sup> De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

<sup>3</sup> By- og Landskabsstyrelsen



DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER  
AARHUS UNIVERSITET



.....  
MILJØMINISTERIET

By- og Landskabsstyrelsen

## Datablad

- Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 767
- Titel: Vandmiljø og Natur 2008  
Undertitel: NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning
- Forfattere: Poul Nordemann Jensen<sup>1</sup>, Susanne Boutrup<sup>1</sup>, Lilian van der Bijl<sup>1</sup>, Lars M. Svendsen<sup>1</sup>, Ruth Grant<sup>2</sup>, Peter Wiberg-Larsen<sup>2</sup>, Torben B. Jørgensen<sup>2</sup>, Thomas Ellermann<sup>3</sup>, Morten Hjorth<sup>4</sup>, Alf B. Josefson<sup>4</sup>, Marianne Bruus<sup>5</sup>, Bjarne Søgaard<sup>6</sup>, Lærke Thorling<sup>7</sup> & Karin Dahlgren<sup>8</sup>
- Institution(er), afdeling(er): Danmarks Miljøundersøgelser: <sup>1</sup>Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariatet, <sup>2</sup>Afdeling for Ferskvandsøkologi, <sup>3</sup>Afdeling for Atmosfærisk Miljø, <sup>4</sup>Afdeling for Marin Økologi, <sup>5</sup>Afdeling for Terrestrisk Miljø, <sup>6</sup>Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet, <sup>7</sup>De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, <sup>8</sup>By- og Landskabsstyrelsen
- Udgiver: Danmarks Miljøundersøgelser©  
Aarhus Universitet  
URL: <http://www.dmu.dk>
- Udgivelsesår: Februar 2010  
Redaktion afsluttet: December 2009  
Faglig kommentering: Fagdatacentrene for de enkelte emneområder
- Finansiel støtte: Ingen ekstern finansiering
- Bedes citeret: Nordemann Jensen, P., Boutrup, S., Bijl, L. van der, Svendsen, L.M., Grant, R., Wiberg-Larsen, P., Jørgensen, T.B., Ellermann, T., Hjorth, M., Josefson, A.B., Bruus, M., Søgaard, B., Thorling, L. & Dahlgren, K. 2010: Vandmiljø og Natur 2008. NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 106 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 767. <http://www.dmu.dk/Pub/FR767.pdf>
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
- Sammenfatning: Denne rapport indeholder resultater fra 2008 af det nationale program for overvågning af vandmiljø og natur (NOVANA) i Danmark. Rapporten indeholder en opgørelse af de vigtigste påvirkningsfaktorer og en status for tilstand i grundvand, vandløb, søer, havet samt for overvågningen af naturtyperne på land og for overvågning af udvalgte planter og dyr. Grundlaget for rapporten er de årlige rapporter, som udarbejdes af fagdatacentrene for de enkelte emneområder. Disse rapporter er baseret på data indsamlet af de statslige miljøcentre og Danmarks Miljøundersøgelser.
- Emneord: Vandmiljøplanen, habitatdirektiv, miljøtilstand, grundvand, vandløb, søer, havet, terrestrisk natur, habitatområder, arter, atmosfærisk nedfald, spildevand, landbrug, kvælstof, fosfor, pesticider, tungmetaller, miljøfremmede stoffer.
- Layout: Grafisk værksted, DMU Silkeborg  
Forsidefoto: Klithede på Anholt. Foto: Susanne Boutrup
- ISBN: 978-87-7073-155-3  
ISSN (elektronisk): 1600-0048
- Sideantal: 106
- Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside <http://www.dmu.dk/Pub/FR767.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 NOVANA-2003, som alene omfattede vandmiljøet.

# Indhold

## Vandmiljø og Natur 2008 5

## Sammenfatning 6

### 1 Indledning 9

- 1.1 Det nationale program for overvågning 9
- 1.2 Vejr og afstrømning i 2007 10

### 2 Kvælstof 13

- 2.1 Kvælstof som forureningskilde 13
- 2.2 Tilførsel af kvælstof fra luften i 2008 14
- 2.3 Kilder til tilførsel af kvælstof fra luften 17
- 2.4 Tilførsel af ammoniak fra luften til naturarealer 19
- 2.5 Kvælstof fra spildevand 20
- 2.6 Kvælstof i landbrug 22
- 2.7 Kvælstof i vand fra dyrkede arealer 24
- 2.8 Kvælstoftab fra dyrkede marker 25

### 3 Fosfor 28

- 3.1 Fosfor som forureningskilde 28
- 3.2 Fosfor fra spildevand 30
- 3.3 Fosfor i landbrug 31
- 3.4 Fosforkoncentrationer og udvaskede mængder 32

### 4 Organisk stof som forureningskilde 35

### 5 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer 37

- 5.1 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer 37
- 5.2 Deposition af tungmetaller fra luften 38
- 5.3 Deposition af miljøfremmede stoffer fra luften 40

### 6 Grundvand 43

- 6.1 Grundvandet 43
- 6.2 Status for nitratindhold i grundvand 44
- 6.3 Udvikling i nitratindhold i grundvand 47
- 6.4 Uorganiske sporstoffer i grundvand 49
- 6.5 Pesticider i grundvand 50
- 6.6 Organiske mikroforureninger i grundvand 52

### 7 Vandløb 54

- 7.1 Vandløbene 54
- 7.2 Biologisk vandløbskvalitet – smådyr 56
- 7.3 Kvælstof i vandløb 57
- 7.4 Fosfor i vandløb 59

### 8 Søer 62

- 8.1 Søerne 62
- 8.2 Fosfor i søer – status og udvikling 63
- 8.3 Kvælstof i søer 64
- 8.4 Planteplankton, sigtdybde og klorofyl 66
- 8.5 Undervandsplanter 67

## **9 Marine områder 68**

- 9.1 De marine områder 68
- 9.2 Kvælstof og fosfor i marine områder 69
- 9.3 Planteplankton 71
- 9.4 Iltforhold i de marine områder 72
- 9.5 Bundplanter 74
- 9.6 Tungmetaller i marine områder 77
- 9.7 Miljøfremmede stoffer i marine områder 79
- 9.8 Biologiske effekter af miljøfremmede stoffer 81

## **10 Naturtyper 85**

- 10.1 Metoder til overvågning af naturtyper 85
- 10.2 Resultatet af naturtypeovervågningen, 2008 87
- 10.3 Udviklingen 2004-2008 91

## **11 Arter 94**

- 11.1 Overvågningstrategi 94
- 11.2 Hedepletvinge *Euphydryas aurinia* 95
- 11.3 Eremit *Osmoderma eremita* 96
- 11.4 Enkelt månerude *Botrychium simplex* 97
- 11.5 Gul stenbræk *Saxifraga hirculus* 99
- 11.6 Fruesko *Cypripedium calceolus* 100
- 11.7 Mygblomst *Liparis loeselii* 102

## **12 Referencer 104**

### **Danmarks Miljøundersøgelser**

### **Faglige rapporter fra DMU**

# Vandmiljø og Natur 2008

## Tilstand og udvikling - sammenfatning af undersøgelsesresultater 2008

Rapporten indeholder en sammenfatning af resultater fra 2008 af Det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen (NO-VANA).

Formålet med sammenfatningen er først og fremmest at orientere Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg om resultaterne af årets overvågning og om effekterne af de reguleringer og investeringer, der er foretaget for at beskytte natur og miljø. Endvidere giver sammenfatningen et nationalt overblik til de medarbejdere i de statslige og kommunale institutioner, der har bidraget til gennemførelse af overvågningsprogrammet, eller som arbejder med forvaltningen af vandmiljøet og naturen. Endelig kan offentligheden og interesseorganisationerne få centrale informationer om vandmiljøet og naturens tilstand og udvikling.

Overvågningen i 2008 omfattede overvågning af tilstand og udvikling i luften i baggrundsområder, vandmiljøet, den terrestriske natur og en række arter.

Det har ikke været muligt at inddrage data vedrørende miljøfremmede stoffer fra renseanlæg i rapporteringen. Disse data vil blive rapporteret efterfølgende.

Rapporten er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet (DMU) i samarbejde med By- og Landskabsstyrelsen og GEUS og på baggrund af nedenstående rapporter fra fagdatacentrene:

Vandløb 2008	<i>Wiberg-Larsen (red.), 2010</i>
Atmosfærisk deposition 2008	<i>Ellermann et al., 2010</i>
Landovervågningsoplunde 2008	<i>Grant et al., 2010</i>
Grundvand 2008	<i>Thorling (red.), 2010</i>
Marine områder 2008	<i>Hjorth og Josefson (red.), 2010</i>
Søer 2008	<i>Jørgensen et al., 2010</i>
Punktkilder 2008	<i>By- og Landskabsstyrelsen, 2010</i>
Naturtyper 2008	<i>Bruus et al., 2010</i>
Arter 2008	<i>Søgaard et al., 2010</i>

Fagdatacentrenes rapporter er baseret på data indsamlet af By- og Landskabsstyrelsens miljøcentre. DMU har varetaget indsamling af data vedrørende atmosfæren, nogle arter og åbne marine områder.

# Sammenfatning

Det danske nationale overvågningsprogram NOVANA er et integreret program med en samlet og systematisk overvågning af natur og miljø. Overvågningen dækker væsentlige dele af Danmarks internationale forpligtigelser samt nationale overvågningsbehov bl.a. for at eftervise effekterne af forskellige planer som vandmiljøplanerne.

## Generelle udviklingstendenser for kvælstof og fosfor i overfladevand

Når der tages højde for klimatiske forhold, er der generelt set ikke sket betydende ændringer i tilførslen af næringsstoffer fra punktkilder og landbrug til vandmiljøet de seneste 5 år. Variationer i nedbør betyder væsentlige år-til-år svingninger i udledningen fra både punktkilder og landbrug. Eftersom nedbørsmængden i 2008 var tæt på normalen og betydeligt mindre end i 2007, var udledningerne i 2008 tilsvarende lavere sammenlignet med 2007.

## Grøn vækst

Med aftalen om Grøn Vækst, der afløser og følger op på Vandmiljøplan III, er der sket et paradigmeskift i mål for reduktion i næringsstoffer. Hvor der var sat mål for reduktion i kvælstofudvaskningen (dvs. ud af rodzonen) i vandmiljøplanerne, er der i Grøn Vækst sat et reduktionsmål for den årlige landbrugsrelaterede udledning af kvælstof til havet på 19.000 ton N i 2015. For fosfor var der i Vandmiljøplan III mål om en halvering af fosforoverskuddet samt om anlæggelse af randzoner. Randzoner som virkemiddel er videreført i Grøn Vækst, og der er sat et mål om reduktion i den årlige landbrugsrelaterede fosfortilførsel til vandløb og søer på 210 ton fosfor.

## Særlige forhold i 2008

I det følgende omtales en række forhold, hvor der er set en særlig udvikling over perioden 1989-2008 eller hvor året 2008 har været specielt.

## Klima 2008

Vejrmæssigt var 2008 usædvanligt ved at være det næst varmeste år siden 1874 - kun overgået af 2007. Der var ingen varmerekorder i 2008, men der var det højest registrerede antal solskinstimer i maj, og foråret var som helhed det hidtil mest solrige. Nedbøren var 9% over normalen, og især august var meget våd. Afstrømningen afveg kun lidt fra et normalt år, dog med højere afstrømning end normalt i vinter- og efterårs månederne marts, oktober og november og lidt lavere end normalt i sommer månederne juni og juli.

## Grundvand

Indsatsen efter vedtagelsen af Vandmiljøplan I i 1987 for at mindske nitratudvaskningen fra dyrkede arealer har betydet, at det nu ser ud til at



nitratindholdet i det yngste iltede grundvand er faldende. Ved sammenligning af grundvandets alder med grundvandets nitratindhold finder man signifikant faldende tendens i over halvdelen af det yngste iltede grundvand. Samme tendens ses kun i en mindre del af det ældre iltede grundvand.

Hypigheden af fund af pesticider i grundvandsovervågningen var i 2008 på ca. 40%, hvilket var en lille stigning i forhold til 2004-2007. Hypigheden har dog været på samme niveau de seneste 4 år, hvilket har været lidt højere end de foregående år. Dette tilskrives, at der siden 2004 udelukkende har været undersøgt for pesticider i ungt grundvand (dannet efter ca. 1950).

### **Marine områder**

Trods høje vandtemperaturer i hele 2008 var iltforholdene i de danske farvande forholdsvis gode som følge af, at der hyppigt var kraftig vind. Sigtdybden i 2007 og 2008 var de ringest målte i de åbne farvande siden 1989 trods reduktion i næringsstofbelastning og i næringsstofkoncentrationer. Der er ikke umiddelbart nogen forklaring på dette.

Dybdeudbredelsen af ålegræs indgår som indikator for miljøtilstanden i marine områder. Ålegræssets udbredelse har sammenhæng med vandets klarhed (sigtdybden). Det betyder, at der trods en væsentlig reduktion i udledningen af næringsstoffer til især fjorde og kystvande generelt ikke er sket en forøgelse i ålegræssets udbredelse som følge af den relativ ringe sigtdybde.

Med vandrammedirektivets datterdirektiv for prioriterede stoffer (Europa-Parlamentet, 2008) er der fastsat et miljøkvalitetskrav for kviksølv i biota. Dette kvalitetskrav var overskredet i 40% af de undersøgte prøver af muslinger og i ca. 90% af de undersøgte prøver af fisk. Indholdet var i alle prøver lavere end EU's grænseværdi for kviksølv i fødevarer. Efter indførelsen af restriktioner mod brugen af tributyltin (TBT) i 2003 har der været en nedadgående tendens i koncentrationerne i muslinger. På trods af dette blev TBT ligesom de foregående år fundet i alle de undersøgte prøver af muslinger og udbredt i sediment. Kun i Nordsøen og Skagerrak blev der fundet koncentrationer svarende til "generel god miljøtilstand".

### **Terrestriske naturtyper**

Overvågning af terrestriske naturtyper siden 2004 viser allerede nu en statistisk signifikant udvikling i nogle af indikatorerne på flere intensivt overvågede naturtyper. En række andre indikatorer viser tendenser. Her vil de kommende års overvågning vise, om tendenserne fortsætter.

Mest markant er naturtypernes vegetationssammensætning, hvor der ses signifikante ændringer i alle de intensivt overvågede naturtyper undtagen strandeng. Eksempelvis har der i klithede og på tør hede været en signifikant stigning i dækningen af hedelyng, som er en af de typiske plantearter i disse naturtyper. Stigningen i dækningen af hedelyng ses også på naturtypen våd hede, men der har samtidig været et signifikant fald i dækningen af klokkelyng, hvilket tyder på ændrede hydrologiske forhold og udtørring, som udgør en trussel for naturtypen.

Truslen fra invasive arter er øget markant i adskillige naturtyper gennem de seneste fem år. For eksempel er dækning med rynket rose og frekvensen af fyr øget i flere af klit- og hedetyperne, hvilket til dels skal ses i sammenhæng med en øget tilgroning på grund af manglende græsning/pleje. Udbredelsen af det invasive mos stjerne-bredribbe er høj og stigende i disse år.

NOVANA-overvågningen af luft viser, at atmosfærisk kvælstofdeposition har været faldende siden 1989. Dette har afspejlet sig i form af signifikante fald i kvælstofindholdet i lav på klithede og tør hede og i såvel lav som mos i grå/grøn klit, der netop får deres kvælstof fra luften. Der har ikke været tilsvarende udvikling i kvælstofindholdet i dværgbuskenes årsskud. Dette afspejler, at kvælstoftilgængeligheden i jorden for den højere vegetation fortsat er høj, hvilket tilskrives kvælstofpuljer fra op-hobning fra tidligere år med større kvælstoftilførsler.

### **Arter**

For seks af de overvågede arter er der med resultaterne fra 2008 tidsserier, som gør det muligt at sammenligne bestandsstørrelser og udbredelser, hvorfor der er valgt at beskrive tilstanden og udviklingen for disse arter i denne rapport.

Sammenfattende for de seks arter er, at der er tale om små, skrøbelige bestande. Udviklingen i bestanden for orkideen fruesko har været positiv. Derimod er bregnen enkelt månerude ikke blevet registreret på hidtil kendte lokaliteter. Sommerfuglen hedepletvinge er blevet fundet på det største antal lokaliteter i perioden, men det skyldes formentlig en større eftersøgningsindsats frem for en spredning af arten til nye lokaliteter. For billen eremit og planterne mygblomst og gul stenbræk kan der heller ikke drages entydige konklusioner om udviklingstendenser.

For de fleste arter vil overvågningen i 2008 sammen med overvågningen i 2004-2007 udgøre en baseline, som resultaterne af overvågningen i de kommende år kan sammenlignes med.

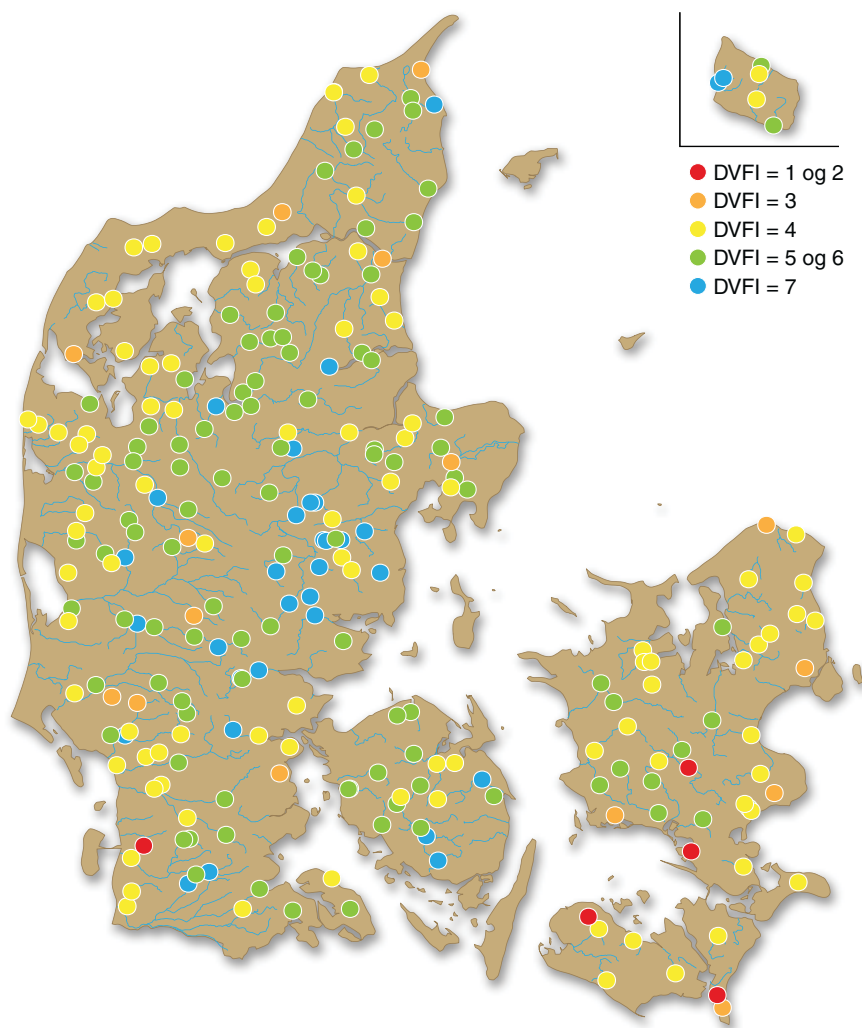
# 1 Indledning

## 1.1 Det nationale program for overvågning

Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet og Naturen (NOVANA) trådte i kraft 1. januar 2004 (Danmarks Miljøundersøgelser 2004; Bijl et al. (red.) 2007). Siden 1988 har Danmark haft et nationalt overvågningsprogram for vandområder. Dette program har sit udspring i Vandmiljøplanen fra 1987, hvor der blev iværksat overvågning af vandmiljøet med hovedvægten på de vandkemiske forhold i havet, kystvande, søer, vandløb og grundvand, samt vigtige kilder til forurening, nemlig spildevand, landbrug og via luften. Pesticider og andre miljøfremmede stoffer har siden programmets start været med i overvågningen af grundvand, og siden 1998 også i de øvrige dele af programmet.

**Figur 1.1.** Undersøgelseslokaliteter i NOVANA for bestemmelse af miljøtilstand i vandløb i 2008 (Wiberg-Larsen (red.) 2010).

**Dansk Vandløbsfauna Indeks (DVFI) i 2008**



Med implementeringen af NOVANA som et integreret overvågningsprogram for vandmiljøet og den terrestriske natur har Danmark fra 2004 haft en samlet, systematisk overvågning af både akvatisk og terrestrisk natur og miljø.

Danmark kan med dette program opfylde væsentlige dele af sine internationale overvågnings- og rapporteringsforpligtelser og nationale overvågningsbehov på vandmiljø- og naturområderne. Naturovervågning og især overvågning af den terrestriske natur er inddraget i den nationale overvågning ikke mindst af hensyn til forpligtelserne i EUs habitatdirektiv og fuglebeskyttelsesdirektiv, ligesom der er sket en opprioritering af overvågning af dyr og planter i vandområderne.

Overvågningsstationerne er fordelt over hele landet. Figur 1.1 viser eksempelvis placeringen af undersøgelseslokaliteter for bestemmelse af miljøtilstanden i vandløb ud fra DVFI (Dansk Vandløbs Fauna Indeks).

## 1.2 Vejr og afstrømning i 2008

Nedbørsmængden og fordelingen heraf har sammen med andre klimatiske faktorer væsentlig indflydelse på, hvor store mængder vand og næringsstoffer, der tilføres vandmiljøet fra det omliggende opland. Megen regn især i efteråret og om vinteren vil hurtigt tilføre store kvælstof- og fosformængder til vandløb og søer. En større delmængde heraf vil nå ud i havet, hvor den er tilgængelig for algeopblomstringer det følgende forår, og medfører større risiko for iltsvind end ved gennemsnits- eller lave nedbørsmængder. Vandføringer over det normale især i sommerhalvåret vil til gengæld typisk forbedre tilstanden i vandløb, idet udtørring undgås, og der bliver større fortynding af spildevand.

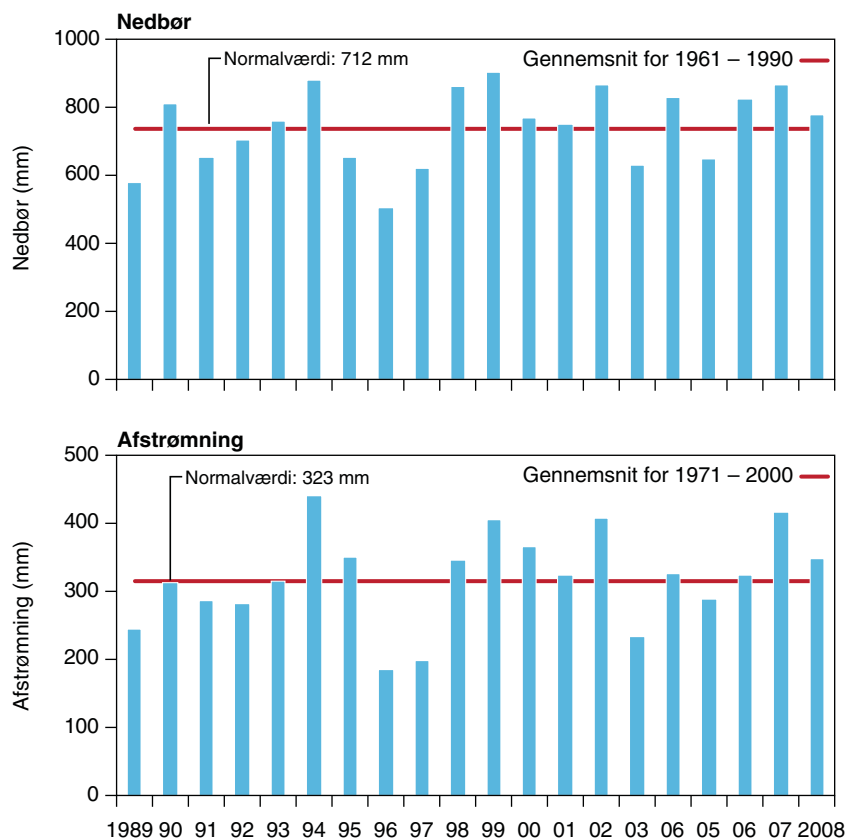
Temperaturen og antallet af solskinstimer er vigtige for fx vækstsæsonens længde og fordampning mv., mens vindstyrke og -retning påvirker fx omrøring i søer, vandudveksling i fjorde, indstrømning af saltvand ind mod Østersøen. Den samlede kombinationen af vejrforholdene vil derfor påvirke vand- og stoftilførsler fra land til vand, grundvandsdannelsen og tilstanden i vandmiljøet.

### Vejret i 2008

Vejrmæssigt var 2008 usædvanlig ved sammen med 2006 at være de næst varmeste år kun overgået af 2007, men uden varmerekorder i øvrigt. Der var det højest registrerede antal solskinstimer i maj, og foråret var som helhed det hidtil mest solrige.

Nedbøren i 2008 var 779 mm og dermed 9% over normalen (712 mm) (figur 1.2). August var især meget våd (146 mm eller 118% over normalen). Januar, marts og oktober var også våde, mens maj var meget tør og juni og december ret tørre. Vinteren 2007/08 (december til og med marts) var generelt nedbørsrig med 277 mm eller 34% over normalen på 207 mm. For perioden 1989-2008 har årsnedbøren været 33 mm over normalen (ca. 5%), hvilket overordnet set skyldes den høje vinternedbør.

**Figur 1.2.** Årsmiddelværdier for nedbør og afstrømning i Danmark. Desuden er langtidsnormalen vist.



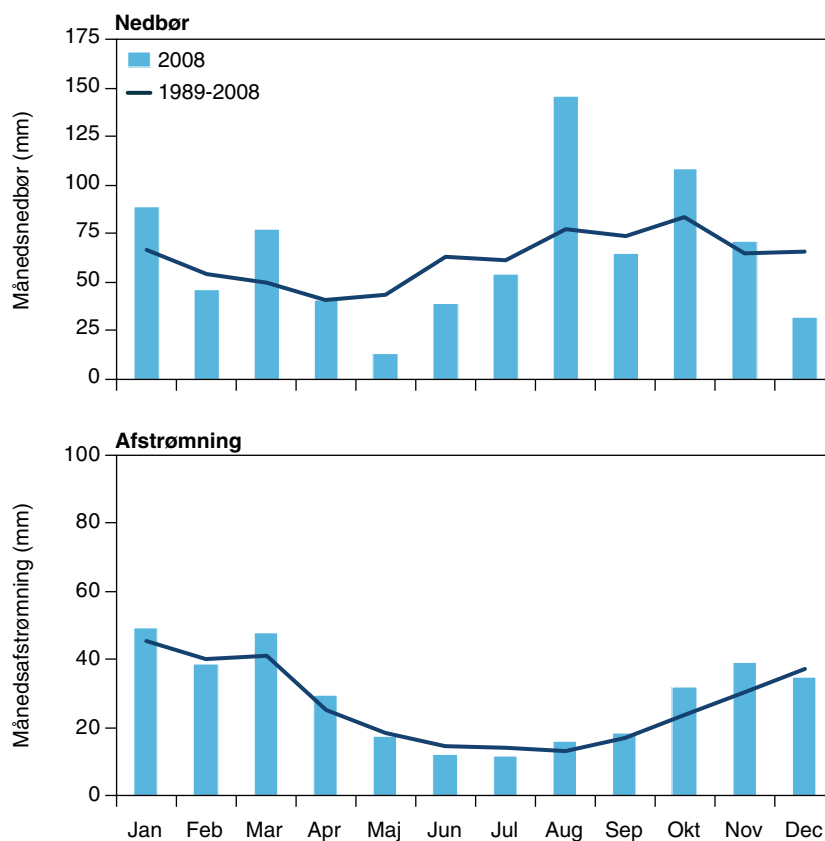
Årsmiddeltemperaturen på 9,4 °C i 2008 var den samme som i 2006 og den næst højest registrerede siden målingerne startede i 1873. Middelttemperaturen i 2008 var kun 0,1 °C under rekorden fra 2007 og 1,7 °C over normalen. I perioden 1989-2008 var temperaturen 1,0 °C over normalen. Alle måneder var varmere end normalt, men især var vinteren 2007/08 lun (4,0 °C mod normalt 0,9 °C), mens perioden marts til juli var i gennemsnit 1,5 °C over normalen. Alle år siden 1996 har været noget eller meget over normalen.

Med 1821 solskinstimer eller 22% over normalen på 1495 timer blev året det 5. solrigeste år, hvor især rekorden i maj med 347 soltimer (66% over normalen) og det rekordsolrige forår er usædvanligt. Maj blev den solrigeste kalendermåned i det hele taget, der er registreret.

### Afstrømning

Ferskvandsafstrømningen til de danske farvande er for 2008 opgjort til ca. 15.000 mio. m<sup>3</sup>. Det svarer til 347 mm vand fra hele landets areal, hvilket er godt 7% over normalen for 1971-2000 på 323 mm (figur 1.3). Afstrømningsnormalen er revideret ift. tidligere grundet ny opgørelsesmetode for afstrømning for perioden 1989 og frem. Det betyder, at den beregnede afstrømning ved sammenligning med tidligere beregninger årligt er 0-6% lavere (Wiberg-Larsen (red.) 2010). Afstrømningen i løbet 2008 afviger kun i begrænset omfang fra et "normal" år, dog med højere afstrømning end normalt i marts, oktober og november og lidt lavere især i juni og juli.

**Figur 1.3.** Månedsmiddelværdier for nedbør og ferskvandsafstrømning i 2007 sammenlignet med normalværdier (nedbør fra Cappelen 2009).



Dette afspejler i modificeret grad nedbørsfordelingen i 2008 med en vis tidsforskydning, dog slår den megen nedbør i august 2008 ikke igennem, da en del er gået til fordampning. Der er som normalt for nedbør også en stor geografisk variation i ferskvandsafstrømningen. Afstrømningen til farvandene omkring Jylland og Fyn var over normalen, men lidt under normalen til oplandene omkring Sjælland. Fra oplandene til Nordsøen og Lillebælt var afstrømningen omkring 500 mm, mens afstrømningen til sydlige Bælthav, Storebælt, Østersøen og Øresund med typisk 150-350 mm var de laveste.

## 2 Kvælstof

### 2.1 Kvælstof som forureningskilde

Tilførsel af kvælstof til vandområder og naturarealer som følge af menneskelig aktivitet er en vigtig årsag til forurening. I grundvand gør en overskridelse af grænseværdien for nitrat i drikkevand vandet uegnet som drikkevand. I marine områder og i nogle søer fører tilførsler af kvælstof til øget algevækst. De økologiske forhold i vandløb afhænger derimod ikke af kvælstofindholdet, med mindre det tilføres i form af ammoniak, der kan have giftvirkning og mindske iltindholdet. På naturarealer kan tilførsel af kvælstofforbindelser via atmosfæren føre til ændring af naturarealets vegetation.

#### 2.1.1 Målsætninger

Ifølge Vandmiljøplan I fra 1987 skal udledningerne til vandmiljøet være mindsket til højst 50% af niveauet midt i 1980'erne. Denne målsætning blev fastholdt i Vandmiljøplan II, og en række nye virkemidler blev implementeret. Med Vandmiljøplan III er der besluttet en yderligere reduktion på minimum 13% af kvælstofudledningen frem til 2015 i forhold til 2003, dvs. efter at effekten af Vandmiljøplan II er slået igennem.

Aftalen om Grøn Vækst afløser og følger op på VMPIII, idet den indeholder et mål om en reduktion af den landbrugsbetingede kvælstoftilførsel til havet med 19.000 ton pr år. Målet skal primært nås gennem en kvælstofkvote, men også via øgning af arealet med efterafgrøder, generel regulering samt anlæggelse af vådområder.

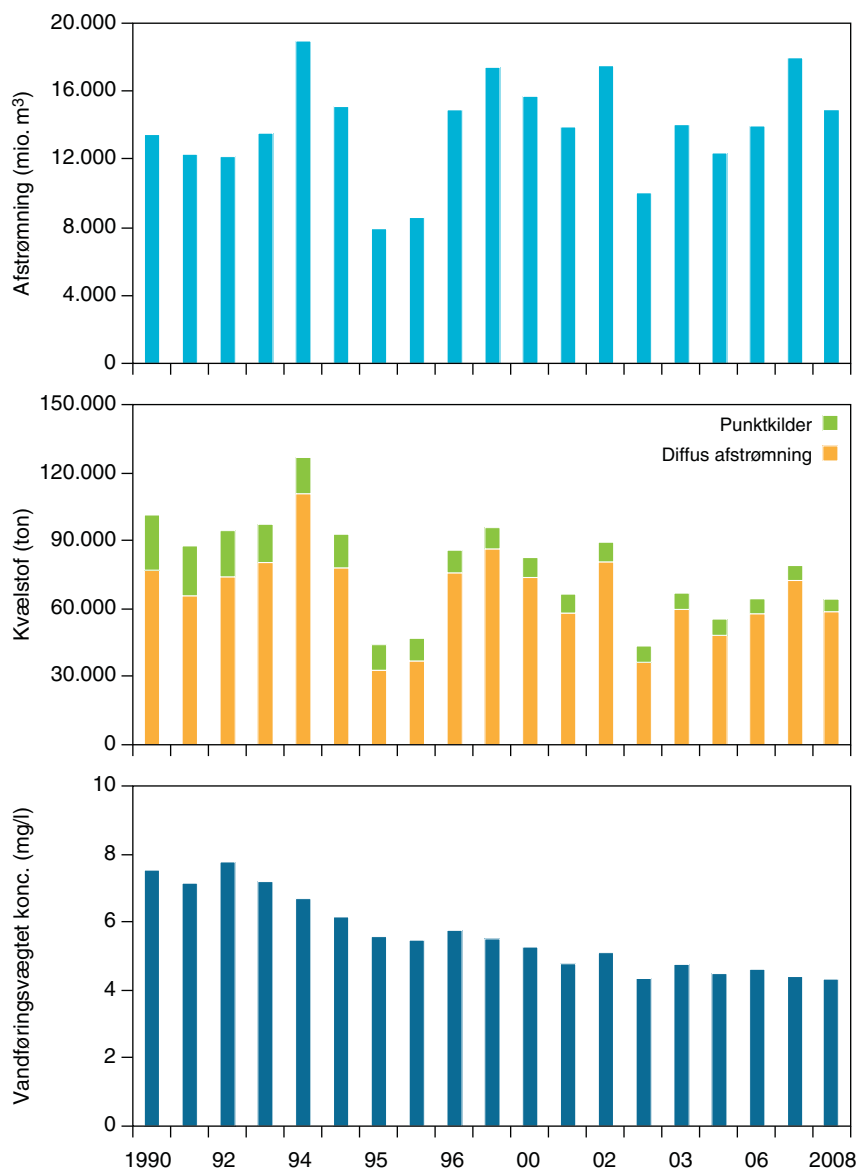
#### 2.1.2 Opfyldelse af målsætningerne

Konklusionen ved evalueringen af Vandmiljøplan II var, at landbrugets udledninger af kvælstof opfyldte målet for reduktion i udvaskningen. Ved midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan III i 2008 var det i forhold til målet om yderligere 13% reduktion i forhold til 2003 imidlertid ikke muligt at påvise et signifikant fald i kvælstofudvaskningen fra 2003 til 2007.

#### 2.1.3 Udvikling i kvælstoftilførsel fra land

I 2008 blev der i alt tilført ca. 64.000 ton N til havområderne omkring Danmark. Det er mindre end i 2007 som følge af mindre nedbør og dermed afstrømning, men på linje med 2006, se figur 2.1.

**Figur 2.1.** Udviklingen i ferskvandsafstrømning, kvælstoftilførsel og vandføringsvægtet kvælstofkoncentration i det afstrømmende vand til havet omkring Danmark, 1990-2008. Kvælstoftilførselen er fordelt på diffuse kilder (inkl. spildevand fra spredt bebyggelse) og spildevand fra punktkilder (Wiberg-Larsen (red.) 2010).



I figur 2.1 er der endvidere vist udviklingen i den vandføringsvægtede koncentration af kvælstof, hvorved betydningen af år-til-år variationer i afstrømning er reduceret. Som det fremgår af figur 2.1 er koncentrationen i gennemsnit faldet fra 7-8 mg/l i starten af 1990'erne til i de senere år at være omkring 4,5 mg/l

En analyse af udviklingen i kvælstofkoncentrationen viser, at der er sket et fald på i alt 47%, hvoraf den diffuse kvælstofdel udgør de 38%.

## 2.2 Tilførsel af kvælstof fra luften i 2008

Tilførsel af kvælstof fra luften spiller en væsentlig rolle for den samlede belastning af de danske farvande og af naturarealer på land fx heder og højmoser. Tilførslen er størst over land og aftager med afstanden til forureningskilderne, som både er udenlandske og danske. Kilderne er især fordampning af ammoniak fra landbrug og udslip af kvælstofoxider ved forbrændingsprocesser, fx i forbindelse med transport og energiproduktion.



Et af hovedformålene for luftprogrammet i NOVANA er derfor at bestemme den årlige deposition af kvælstof og den geografiske fordeling af tilførslen samt udviklingstendenserne heri.

### 2.2.1 Målte kvælstofdepositioner i 2008

Ved de fem danske hovedstationer blev der i 2008 målt en årlig deposition af kvælstof på 9-14 kg N/ha til landområder (tabel 2.1). På baggrund af målingerne på landområderne er depositionen på farvandsområder ved Anholt og Keldsnor beregnet til 6-7 kg N/ha. Depositionen til land- og vandområderne i 2008 var i gennemsnit for målestationerne henholdsvis 4% og 13% lavere end i 2007. Nedbøren i 2008 var lavere end i 2007, hvilket er en af de væsentlige årsager til faldet i depositionen.

**Tabel 2.1.** Målte kvælstofdepositioner i 2008 på en gennemsnitlig landoverflade i et område på 17 km x 17 km omkring målestationen (data fra Ellermann et al. 2010).

Luftmålestation	Kvælstof (kg N/ha)
Tange	12
Ulfborg	9
Lindet	14
Anholt	9
Keldsnor	9

De laveste depositioner blev bestemt ved målestationer, som ligger fjernt fra områder med intensivt landbrug. De højeste depositioner blev bestemt ved Lindet og Tange i Sønder- og Midtjylland, der ligger i landbrugsområder med stor emission af ammoniak fra dyrehold, og hvor der samtidig var stor nedbørsmængde.

### 2.2.2 Modelberegneede kvælstofdepositioner på hav for 2008.

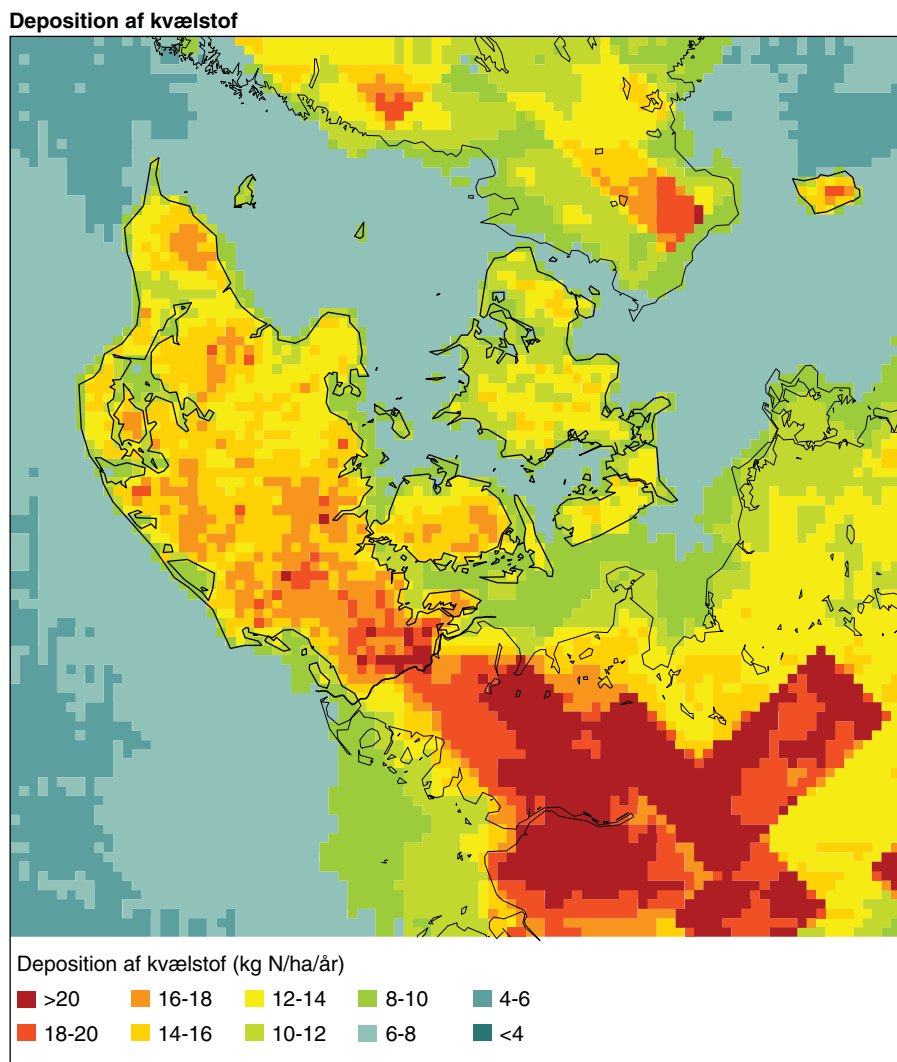
Den samlede deposition af kvælstof til de danske farvande er modelberegnet til 71.000 t N i 2008 (tabel 2.2). Det svarer til en gennemsnitlig deposition på ca. 6,7 kg N/ha og er 8% lavere i forhold til 2007. Forskellen skyldes hovedsagelig et fald i vådafsætningen af kvælstof som følge af mindre nedbør i 2008.

**Tabel 2.2.** Kvælstofdepositioner fra atmosfæren til farvande og landområder i 2008 (tal fra Ellermann et al. 2010).

Kvælstofdeposition 2008	Tørdeposition (tons N)	Våddeposition (tons N)	Total deposition (tons N)	Deposition pr. ha (kg N/ha)	Areal (km <sup>2</sup> )
Farvandsområder	16.000	55.000	71.000	6,7	105.000
Landområder	30.000	31.000	61.000	14	43.000

Den modelberegneede deposition varierer med en faktor to mellem de forskellige områder (figur 2.2). Størst deposition ses i de kystnære områder og fjorde, hvor afstanden til landbrugskilderne er lille. Den højeste deposition på 13 kg N/ha er således beregnet for de kystnære områder omkring Als, mens den laveste deposition på 6 kg N/ha er beregnet for Skagerak, Kattegat og Øresund. Endvidere ses en gradient med de højeste depositioner mod syd og lavere depositioner mod nord. Dette skyldes indflydelse fra områder med høje emissioner af kvælstof i landene syd for Danmark.

**Figur 2.2.** Den samlede deposition af kvælstofforbindelser beregnet for 2008 i kg N/ha (Ellermann et al., 2010).



### 2.2.3 Modelberegnete depositioner på land

Den samlede deposition af kvælstof til de danske landområder blev i 2008 modelberegnet til 61.000 tons N (tabel 2.2). Dette er 7% højere end i 2007, hvilket dels skyldes forskellige meteorologiske forhold i 2007 og 2008, dels en nødvendig opdatering af modellen.

Den gennemsnitlige deposition ligger på 14 kg N/ha, hvilket ligger på niveau med eller over tålegrænserne for mange af de følsomme danske naturtyper, fx heder og højmoser.

Den modelberegnete deposition varierer mellem 6 kg N/ha og 19 kg N/ha (figur 2.2). Årsagen til den store geografiske variation er navnlig, at depositionens størrelse afhænger af den lokale landbrugsaktivitet, fordi ammoniak deponeres tæt på kilderne. På lokal skala kan der derfor ses betydeligt større variationer end beregnet som gennemsnit for modellens gitterfelter på 6 km x 6 km. Endvidere spiller nedbørsmængderne en vigtig rolle for depositionens størrelse. Den største deposition er beregnet til den sydlige del af Jylland, hvor husdyrproduktionen er høj, og hvor nedbørsmængderne er store. Lavest deposition ses i Nordsjælland og på nogle af de små øer.

## 2.2.4 Samlet deposition

I tabel 2.2 er angivet tal for den samlede deposition på de danske farvande og de danske landarealer.

Tabellen viser, at tørdepositionen pr. km<sup>2</sup> var større på landarealer end til på havet. Det skyldes bl.a., at ammoniakkoncentrationen er højere over land end over vand pga. den kortere afstand til kilderne, og at tør-afsætning af kvælstof ved en given koncentration er større på et bevokset landareal end på vand.

## 2.3 Kilder til tilførsel af kvælstof fra luften

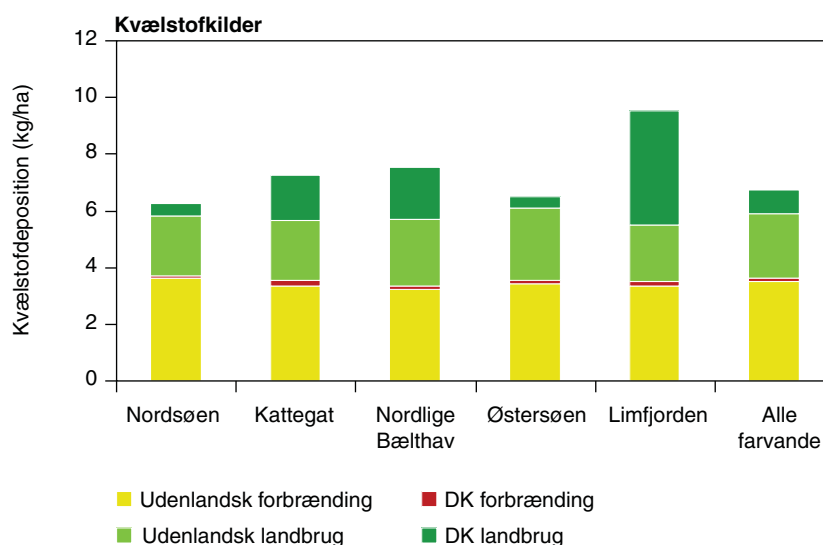
Kvælstofdepositionen i Danmark kommer fra en lang række danske og udenlandske kilder. For at kunne vurdere effekten af handlingsplaner med formål om at reducere emissionerne, er det nødvendigt at kvantificere indflydelsen af de forskellige kilder.

### 2.3.1 Kvælstofkilder

Ved hjælp af modelberegninger er det muligt at estimere, hvor stor en del af depositionen i Danmark, der stammer fra henholdsvis danske og udenlandske kilder. Det er også muligt at skelne mellem deposition, som kan henføres til udslip af kvælstofilter fra forbrændingsprocesser (transport, energiproduktion, forbrændingsanlæg og industriproduktion) og til udslip af ammoniak fra landbrugsproduktion.

Langt hovedparten af depositionen til de danske farvandsområder stammer fra udenlandske kilder (figur 2.3). Den danske andel af depositionen til de åbne danske farvande er estimeret til i gennemsnit at være på ca. 14% i 2008; den største danske andel forekom i Lillebælthav (27%) og det Nordlige Bælthav og Kattegat (25%) og den mindste andel i Nordsøen (9%). I lukkede fjorde, vige og bugter kan den danske andel være betydeligt større, hvilket skyldes den korte afstand til de danske kilder.

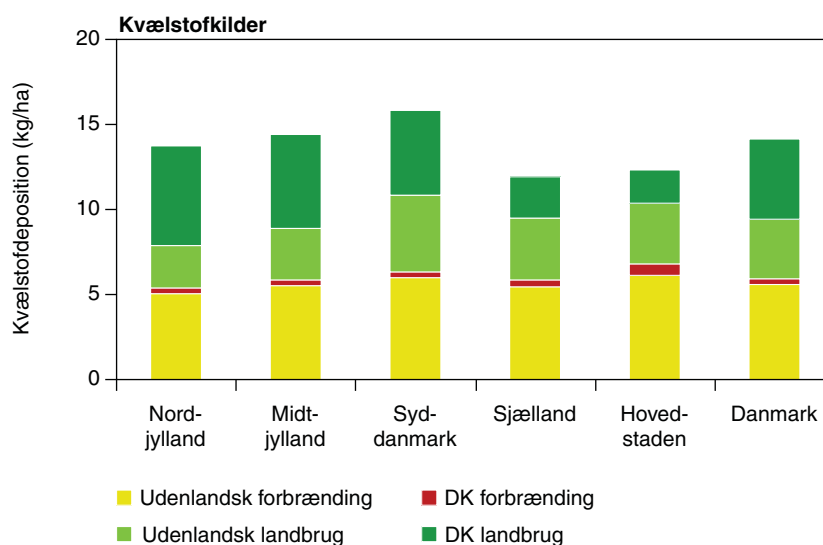
**Figur 2.3.** Kvælstofdeposition i 2008 til udvalgte danske farvandsområder og Limfjorden opdelt på danske og udenlandske kilder samt opdelt på emissioner fra forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion (Ellermann et al. 2010).



Figur 2.3 viser endvidere, at de danske bidrag hovedsageligt stammer fra emissioner fra landbrugsproduktionen, samt at forskellene mellem områderne i det store og hele kan forklares ved forskelle i landbrugsbidraget.

For de danske landområder er den danske andel af kvælstofdepositionen (figur 2.4) generelt større end for farvandsområderne. For landområderne er den danske andel i gennemsnit estimeret til ca. 36% i 2008. Den primære årsag til den større deposition på landområderne er deposition af ammoniak fra lokale landbrug. I Nord- og Midtjylland udgør ammoniak fra danske bidrag 41-45% af den totale kvælstofdeposition mod kun 21% i Hovedstaden. Det store bidrag fra danske kilder til depositionen i Jylland skyldes primært den store husdyrproduktion.

**Figur 2.4.** Gennemsnitlig kvælstofdeposition i 2008 til de nye regioner og i gennemsnit for Danmark opdelt på danske og udenlandske kilder samt opdelt på emissioner fra forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion (Ellermann et al. 2010).

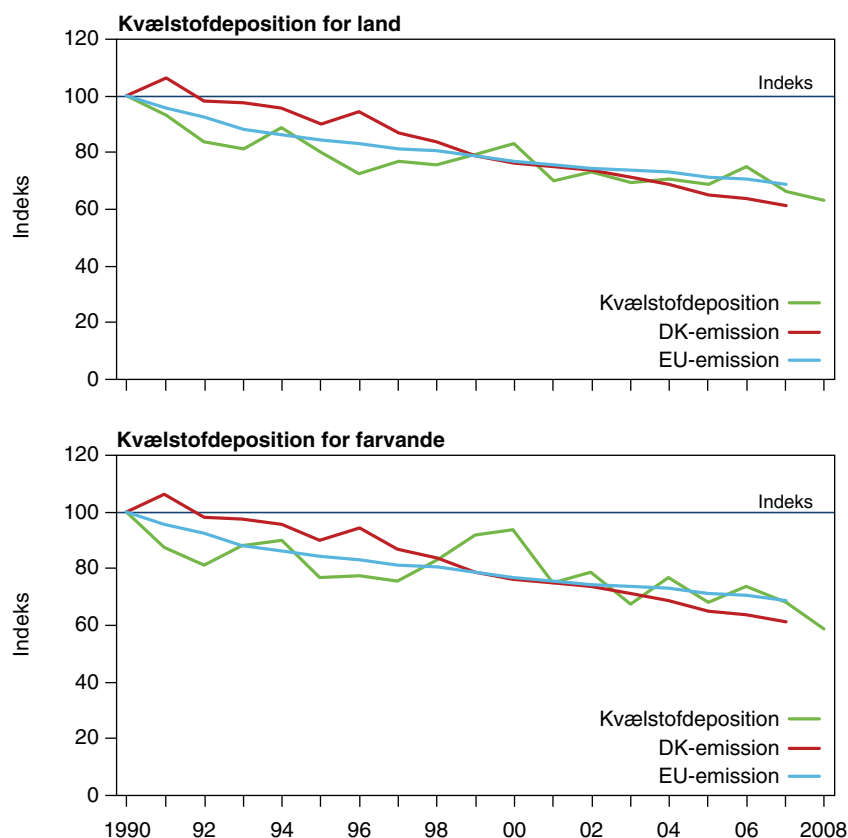


### 2.3.2 Udvikling i kvælstofdeposition

Den gennemsnitlige deposition af kvælstof på de indre farvande og de danske landområder er faldet med henholdsvis ca. 28% og 30% siden 1989 (figur 2.5).

Den atmosfæriske kvælstofdeposition følger ændringerne i emissionerne af kvælstof i Danmark og de øvrige europæiske lande (figur 2.5). Reduktionerne i de udenlandske kilder er årsag til den største del af reduktionen målt som ton N. Faldet i emissionen fra de danske kilder bidrager dog også til faldet i kvælstofdepositionen, navnlig i de dele af Jylland, hvor 41-45% af kvælstofdepositionen stammer fra danske kilder.

**Figur 2.5.** Udviklingstendenser for den samlede deposition og emission af kvælstof. Figuren til venstre viser tendenser for udviklingen i depositionen til de indre danske farvande, mens figuren til højre viser tendenser for udviklingen i depositionen til danske landområder. Alle værdier er indekseret til 100 i 1990. Udviklingstendenserne i deposition til landområder er beregnet som middelværdi af resultaterne fra DMU's hovedstationer. Beregningerne af deposition til farvandene er baseret på resultaterne fra hovedstationer ved Keldsnor og på Anholt, som begge er placeret ved kysten (Ellermann et al. 2010).



## 2.4 Tilførsel af ammoniak fra luften til naturarealer

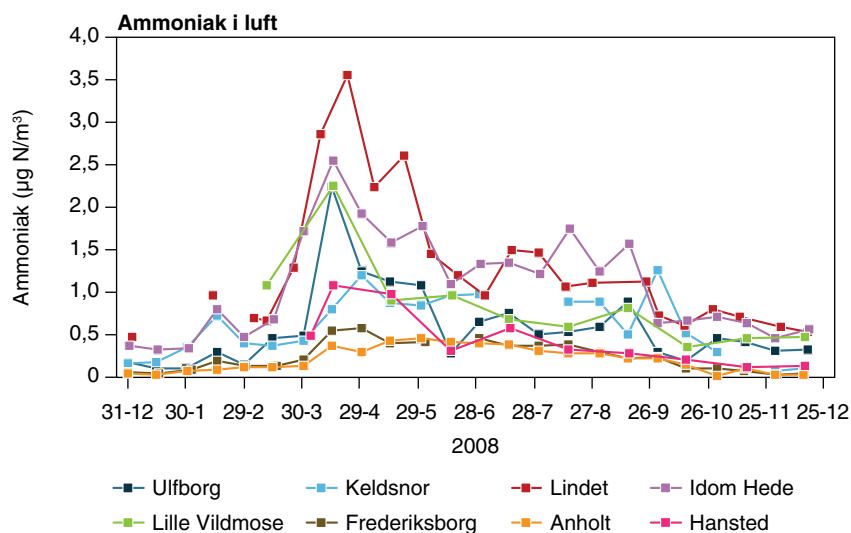
Natur- og halvkulturrealer på land, der ikke gødes, påvirkes af tilførsel af kvælstof fra luften. Det er uønsket, at tilførslen fra luften bliver så høj, at artssammensætningen på naturarealer ændres, dvs. at tålegrensen for kvælstof overskrides for de pågældende naturtyper.

For bedre at kunne vurdere sammenhænge mellem kvælstoftilførsel og den økologiske tilstand i naturområderne har ammoniak og partikulært ammonium siden 2004 været målt i luften på syv forskellige lokaliteter.

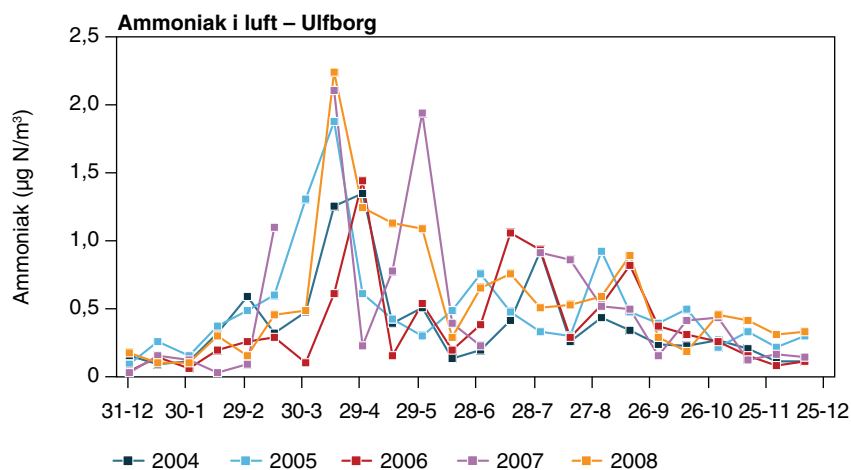
Der var i 2008 et ensartet forløb i koncentrationerne på de jyske stationer, der ligger tættest ved lokale kilder (figur 2.6). Koncentrationerne toppede (2 toppe) i foråret i forbindelse med sæsonen for udbringning af gødning på markerne, samt i mindre grad i eftersommeren. Niveaulet var ensartet lavt og udsvingene små for Frederiksborg og Anholt, som ligger langt fra lokale kilder.

I figur 2.7 er vist ammoniakmålinger fra en af stationerne, Ulfborg i perioden 2004-2008. Det fremgår af figuren, at tidspunkterne for hhv. forårs- og eftersommertoppene kan variere en smule ligesom varigheden af toppene kan være forskellig årene imellem. Der er generelt også variationer i koncentrationerne gennem året, men især i eftersommeren ses et varieret mønster.

**Figur 2.6.** Ammoniakkoncentrationer målt i Ulfborg (Ul), Keldsnor (Ke), Lindet (Li), Idom Hede (Id), Lille Vildmose (Ll V), Frederiksborg (Fr), Anholt (An) og Hansted (Ha) i 2008 (Ellermann et al. 2010).



**Figur 2.7.** Koncentrationer af ammoniak målt på Ulfborg 2004-2008 (Ellermann et al. 2010).



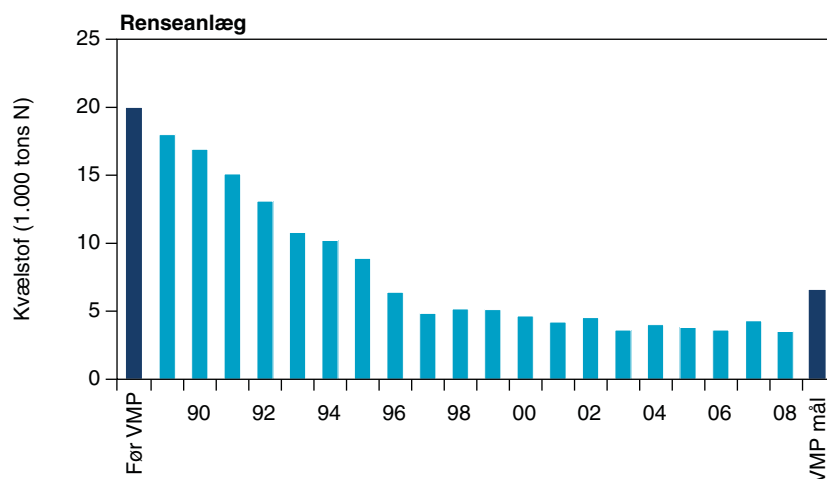
## 2.5 Kvælstof fra spildevand

### 2.5.1 Renseanlæg

Der er etableret kvælstoffjernelse på alle reneanlæg omfattet af Vandmiljøplan I for at opfylde udlederkravet på 8 mg N/l. I 2008 rensede 260 reneanlæg med krav om N fjernelse knap 90% af den samlede spildevandsmængde. I alt blev der fra alle anlæg i 2008 udledt ca. 3.500 t N, svarende til i gennemsnit et indhold på 5,0 mg N/l.

Udviklingen i de udledte kvælstofmængder siden 1980'erne er vist i figur 2.8. Siden 1995 har udledningen været mindre end målet i Vandmiljøplan I. Udledningen er siden 1989 mindsket med ca. 75%.

**Figur 2.8.** Udviklingen i de årligt udledte mængder af kvælstof fra renselanlæg (By- og Landskabsstyrelsen 2010).

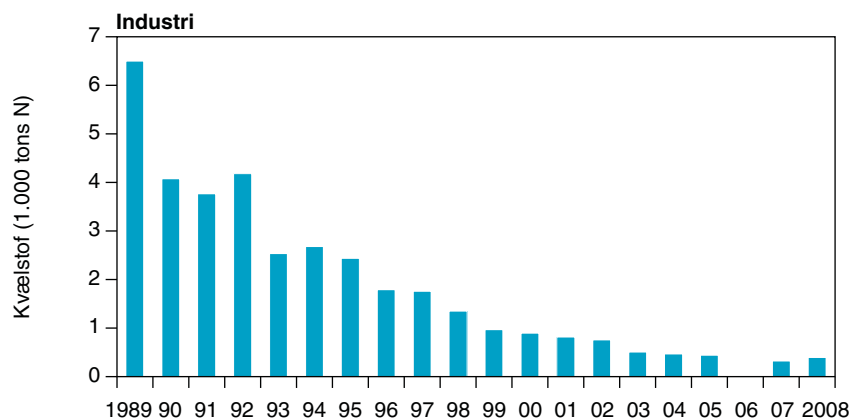


### 2.5.2 Industri med egen udledning

Direkte udledninger fra industri til vandområder er af noget mindre omfang end udledningerne gennem renselanlæg, idet der i 2008 blev udledt ca. 400 t N svarende til 6,5 mg N/l som gennemsnitskoncentration. Opførelsen er i mindre grad baseret på data fra tidligere år end 2008.

Målet i Vandmiljøplan I var 2.000 t/år. Reduktionen skyldes, at mange virksomheder gennem årene er blevet tilsluttet kommunale renselanlæg eller har etableret en renere teknologi og indført forbedrede rensemetoder. I alt er kvælstofudledningerne reduceret med 95% siden 1989 (figur 2.9).

**Figur 2.9.** Udvikling i årlig udledning af kvælstof fra industri med egen udledning (By- og Landskabsstyrelsen 2010).



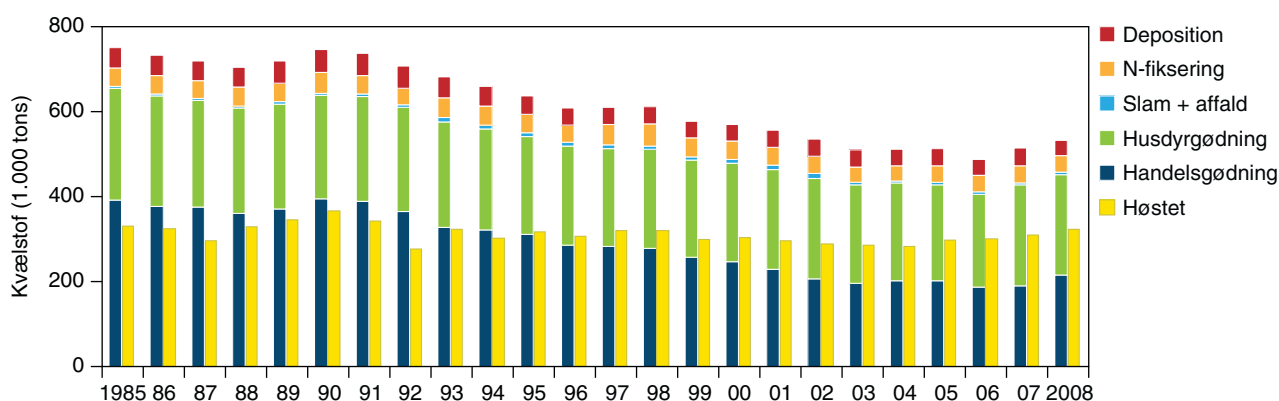
### 2.5.3 Akvakultur

De samlede udledninger af kvælstof fra produktionen af fisk i ferskvandsdambrug, saltvandsdambrug og havbrug opgøres ved teoretiske beregninger, bl.a. ud fra foderforbruget. Udledningerne i 2008 af kvælstof fra ferskvandsdambrug er beregnet til 729 t N og 233 ton N fra saltvandsbaserede fiskeopdræt. Der er således sket en betydelig reduktion i udledningen siden 1989, hvor den oversteg 2.000 ton N.

## 2.6 Kvælstof i landbrug

### 2.6.1 Gødningsforbrug

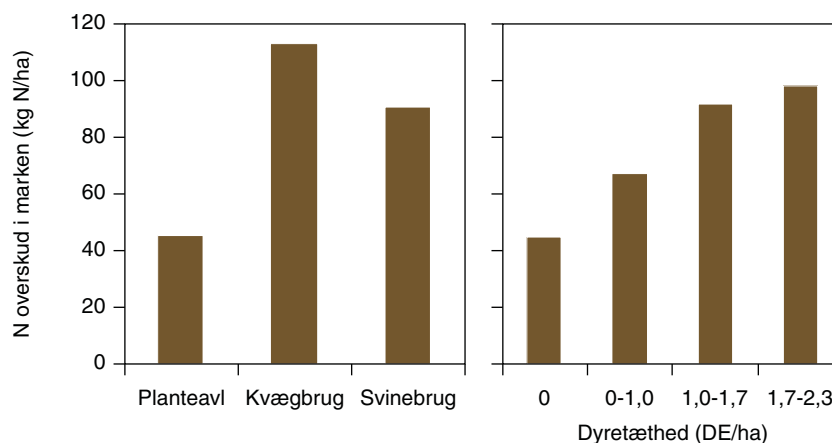
Handelsgødningsforbruget af kvælstof for hele landet er faldet fra 394.000 tons N i 1990 til 190.000 tons N i 2007. I 2008 steg det indberettede køb til 215.000 tons N, dels som følge af et højere forbrug på grund af ompløjning af ca. 80.000 ha brak, dels fordi landbruget i henhold til gødningsfirmaerne har købt gødning til lager. Stigningen i forbruget af gødning som følge af ompløjning af brak vil falde igen med 2 års forsinkelse. Kvælstoftilførslen med husdyrgødning har været næsten uændret i samme periode. Det årlige overskud i markbalancen er herved faldet fra 375.000 tons N i 1990 til 209.000 tons N i 2008, en reduktion på 44% (figur 2.10).



**Figur 2.10.** Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark, 1985 til 2008 (Grant et al. 2010).

Overskuddet af kvælstof er mindst for planteavlbrug, noget større for svinebrug og størst for kvægbrug. Overskuddet stiger med stigende husdyrtæthed (figur 2.11).

**Figur 2.11.** N-overskud i marken for forskellige brugstyper samt for brug grupperet med stigende husdyrtæthed, data fra 2008 (Grant et al. 2010).



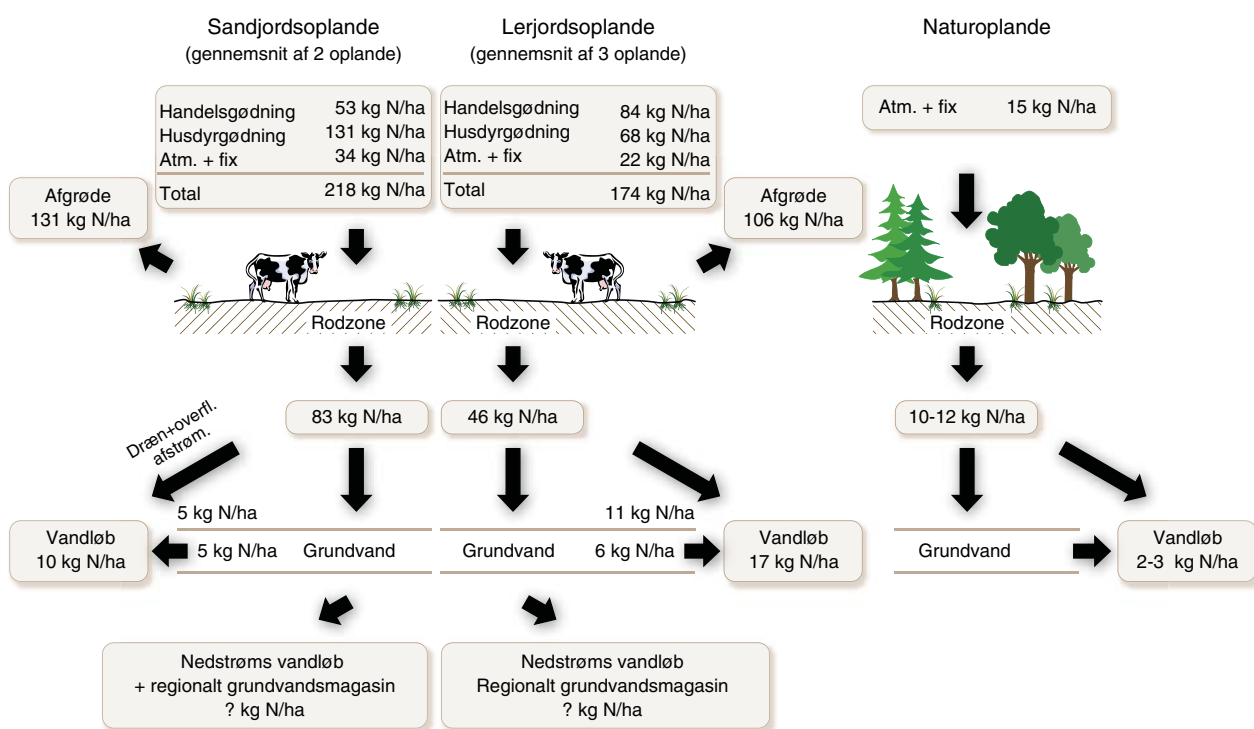


Der har siden 1990 været en markant forbedring i udnyttelsen af husdyrgødningen som følge af bindende kvælstofnormer, at opbevaringskapaciteten er øget, at en stigende andel af gødningen udbringes om foråret og sommeren, samt at der er taget forbedrede udbringningsteknikker i anvendelse.

## 2.6.2 Kvælstofkredsløbet

Af figur 2.12 fremgår, at der i landovervågningsoplandene i 2002/03 – 2007/08 udvaskedes 83 og 46 kg N/ha/år fra henholdsvis sandjorde og lerjorde. Det svarer til 38% og 26% af de totalt tilførte kvælstofmængder. Selv om udvaskningen er størst fra sandjorde, strømmer der alligevel mere kvælstof til vandløb i lerområder. Det skyldes, at vandet fra sandområderne generelt siver ned til det dybere liggende grundvand, hvor en stor del af det omsættes til atmosfærisk kvælstof ved denitrifikation. Derfor når kun ca. 12% af det udvaskede kvælstof frem til vandløb i sandområder mod ca. 37% i lerområder.

Det årlige kvælstofkredsløb (2003/04 – 2007/08)



**Figur 2.12.** Skemativering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt naturoplande for de hydrologiske år 2003/04-2007/08 (og tilhørende landbrugspraksis 2003-2007). Tilførsel og fraførsel af kvælstof er baseret på data fra interviewundersøgelsen og udvaskningen er modelberegnet med N-LES4 for alle marker i oplandet. NB! Vandløbs-transport i landbrugsoplandene er korrigeret for naturarealer og spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer det dyrkede areal incl. spredt bebyggelse (Grant et al. 2010).

Afstrømningen til vandløb skal tages med et vist forbehold idet

- Denitrifikationen i de øvre jordlag kan være betydelig i landovervågningsoplandene
- Langsomt strømmende vand repræsenterer landbrugspraksis af ældre dato.

- Der er sandsynligvis afstrømning til vandløbsstrækninger nedstrøms målestationen.

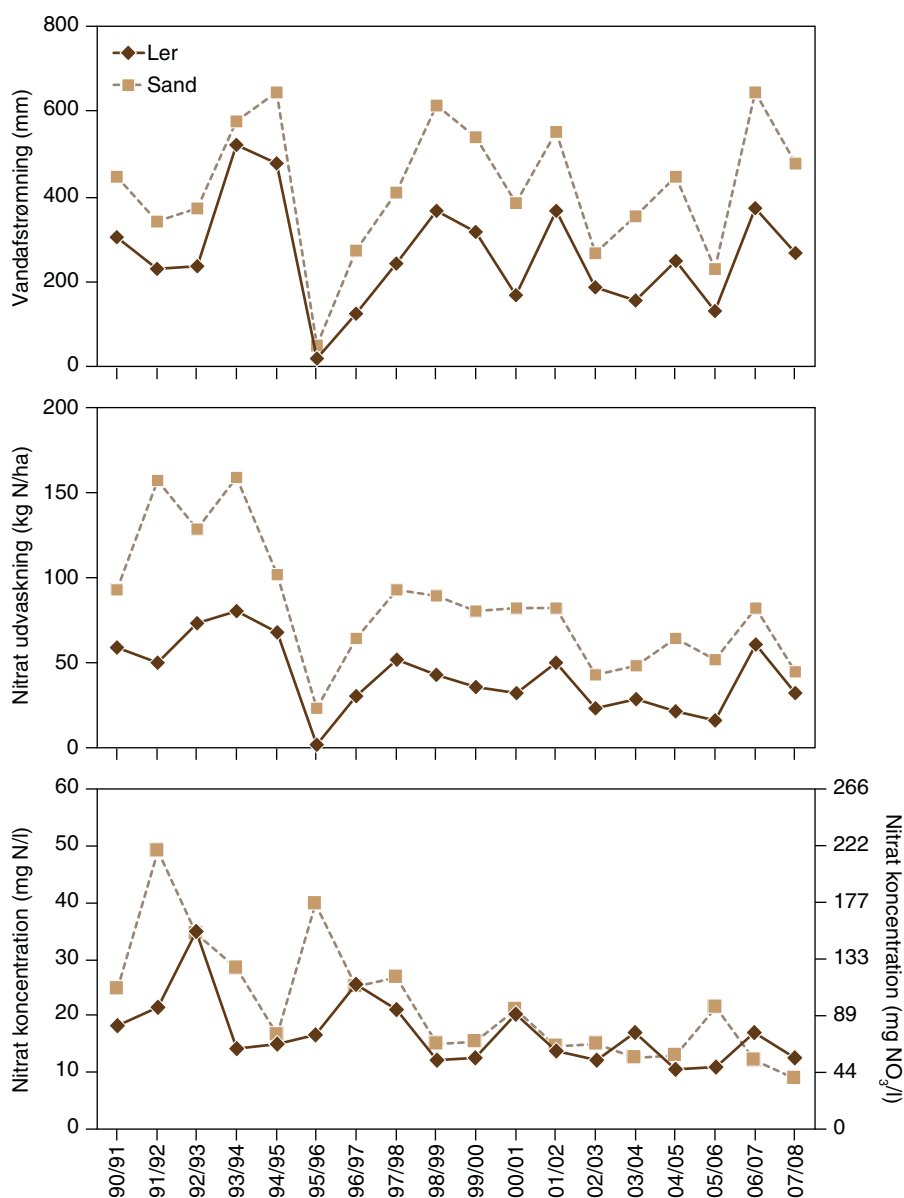
Fra udyrkede arealer (naturoplande) udvaskes typisk 10 - 12 kg N/ha, hvilket er på niveau med tilførslen fra luften til landoverflader (se også afsnit 2.2). Hvis landbrugsarealerne ikke havde været opdyrkede, ville udvaskningen formentlig have været på det samme niveau som i naturoplandene.

## 2.7 Kvælstof i vand fra dyrkede arealer

### 2.7.1 Kvælstofkoncentrationer

De målte koncentrationer af nitrat i det vand, der siver ned fra rodzonen under de dyrkede marker, er siden 1990 mindsket med 0,40 mg N/l pr. år på lerjordene og på sandjordene med 1,01 mg N/l pr. år (figur 2.13).

**Figur 2.13.** Udvikling i vandafstrømning samt målinger af N-udvaskning og N-koncentrationer i rodzonevandet i 1990/91 – 2007/08 (Grant et al. 2010).

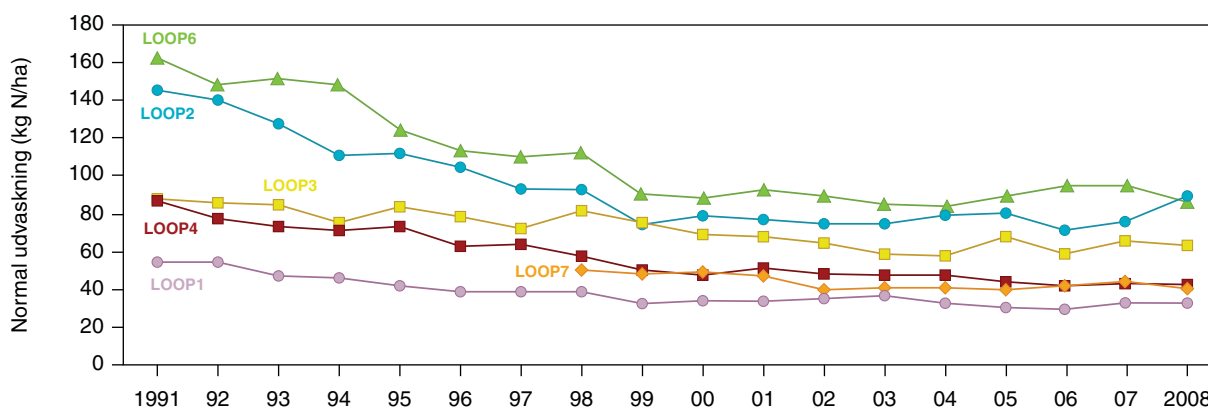


Det svarer til et fald på 33% for lerjordene og 55% for sandjordene, dog med meget stor spredning på tallene. I gennemsnit er kvælstofindholdet i vandet mindsket fra ca. 21 til ca. 14 mg/l for lerjorde og fra ca. 30 til ca. 15 mg/l for sandjorde siden starten af 1990'erne.

## 2.8 Kvælstoftab fra dyrkede marker

### 2.8.1 Tab fra rodzonen

Mængden af kvælstof, der er udvasket fra rodzonen i landovervågningsoplandene, er modelberegnet for hvert år ud fra klimadata og oplysninger om driftsforhold på arealerne. De udvaskede mængder afhænger stærkt af nedbørsforholdene. For at vise udviklingen i udvaskningen under normale klimaforhold er udvaskningen beregnet for gennemsnitlige nedbørsforhold. Resultaterne i figur 2.14 er således den udvaskning, der ville have været under gennemsnitlige nedbørsforhold.



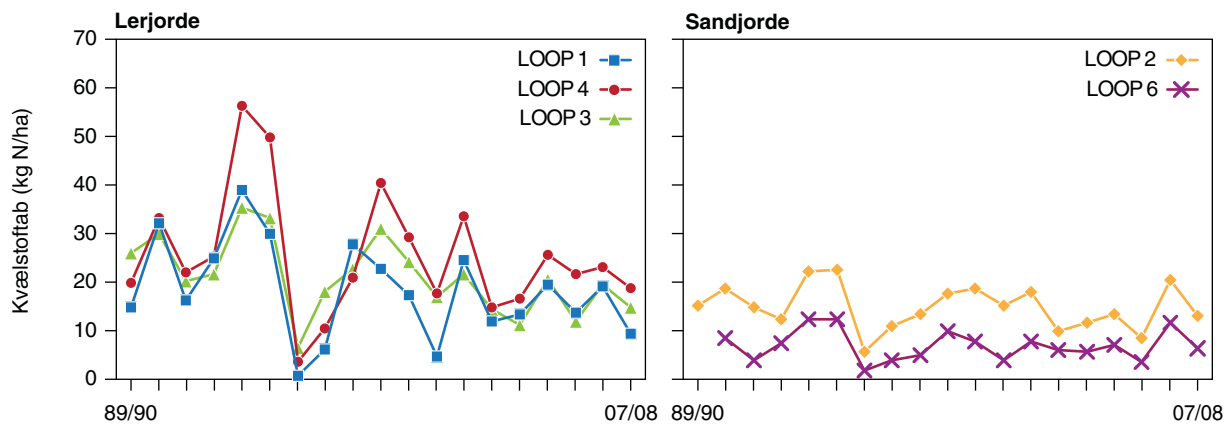
**Figur 2.14.** Modelberegnet udvaskning ved gennemsnitsklima for de 7 overvågningsoplande for driftsårene 1990/1991 – 2007/2008 (Grant et al. 2010).

Den modelberegnete rodzoneudvaskning er fra 1990/1991 til 2007/08 faldet fra 154 til 88 kg N/ha pr. år (43%) i sandjordsoplandene og fra 76 til 46 kg N/ha pr. år (39%) i lerjordsoplandene. Ved vægtning af jordtyperne i forhold til hele landet svarer tallene til et gennemsnitligt fald i udvaskning på ca. 41%.

### 2.8.2 Transport gennem vandløb ud af LOOP områderne

Kvælstoftabet til vandløb fra de dyrkede arealer er større i de tre lerede oplande (9-19 kg N/ha) end i de to sandede oplande (6 og 13 kg N/ha) i 2007/08. Lignende forskelle var også til stede i den foregående 5-års periode.

Transporten af kvælstof til vandløb er meget afhængig af vandafstrømningen, hvilket primært er årsagen til, at der var højere kvælstoftab i 2006/07 end i 2007/08.



**Figur 2.15.** Tabet af total kvælstof til vandløb fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb for perioden 1989/90 til 2007/2008 (Grant et al. 2010).

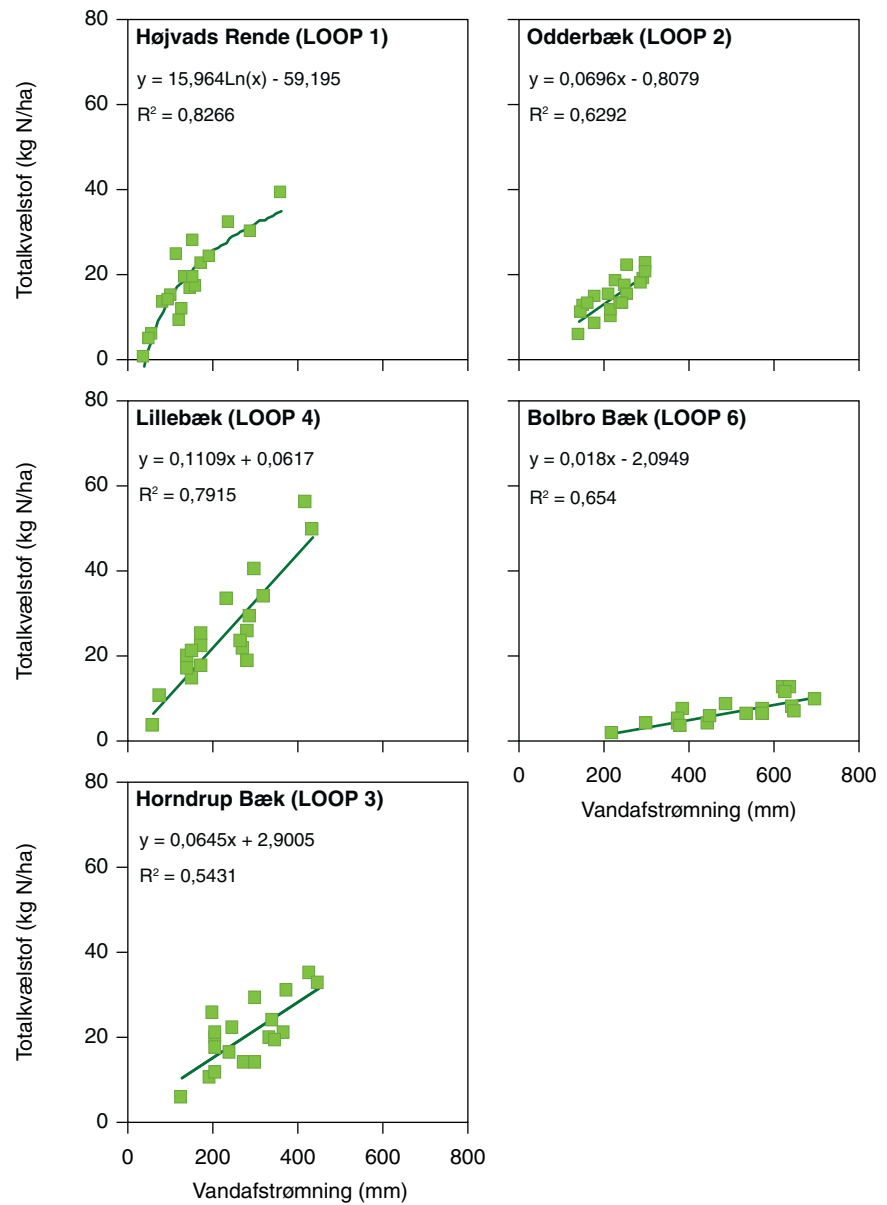
### 2.8.3 Kvælstoftabet stiger med afstrømningen

Tabet af kvælstof fra de dyrkede arealer er meget styret af nedbørsmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte år. For de fem vandløb i landovervågningsoplandene kan der således opstilles signifikante sammenhænge mellem den årlige afstrømning og det årlige tab af total kvælstof. Det årlige kvælstoftab fra landbrugsarealer stiger i de enkelte oplande med stigende afstrømning (figur 2.16).

Ved stigende afstrømning stiger kvælstoftabet mest fra det lerede Lillebæk opland. I det grovsandede Bolbro Bæk opland stiger kvælstoftabet fra de dyrkede arealer derimod kun svagt ved stigende afstrømning.

I Højvads Rende stiger kvælstoftransporten ikke lineært med vandafstrømningen, men bøjer af ved høje afstrømninger, formentlig fordi jorden ved høje afstrømninger her er ved at være tømt for nitrat.

**Figur 2.16.** Sammenhænge mellem årligt kvælstoftab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2007/08 (Grant et al. 2010).



## 3 Fosfor

### 3.1 Fosfor som forureningskilde

Tilførsel af fosfor til vandområder og naturarealer som følge af menneskelig aktivitet er en vigtig årsag til forurening. Især søer og fjorde og i nogen grad mere åbne havområder er forurenede som følge af fosfortilførsler, der har givet øget algevækst og heraf følgende miljøproblemer. I vandløb er fosforindholdet af mindre betydning for de økologiske forhold, men især ved meget lave fosforindhold vil en forøgelse påvirke mængden af alger, der vokser på bunden af vandløb. Der er store geologisk betingede forskelle fra sted til sted i fosforindholdet i det grundvand, der strømmer ud til vandområderne.

#### 3.1.1 Målsætninger

I Vandmiljøplan I fra 1987 var målsætningen at mindske fosforudledningerne med spildevand og fra landbrug med 80% ved at rense spildevand for fosfor og for landbrugets vedkommende ved at standse ulovlige gårdbidrag. I Vandmiljøplan III indgår der desuden som mål en reduktion af fosforoverskuddet på dyrkede arealer samt etablering af randzoner langs vandløb og søer. I Grøn Vækst (som erstatter og følger op på Vandmiljøplan III) er der opsat et mål om en reduktion af den landbrugsbetingede fosfortilførsel til vandløb og søer på i alt 210 ton pr. år. Det fremgår af Grøn Vækst, at målet nås ved udlægning af ca. 50.000 ha randzoner, begrænsning af jordbehandling i efterår og vinter samt ved anlæggelse af oversvømmede ådale.

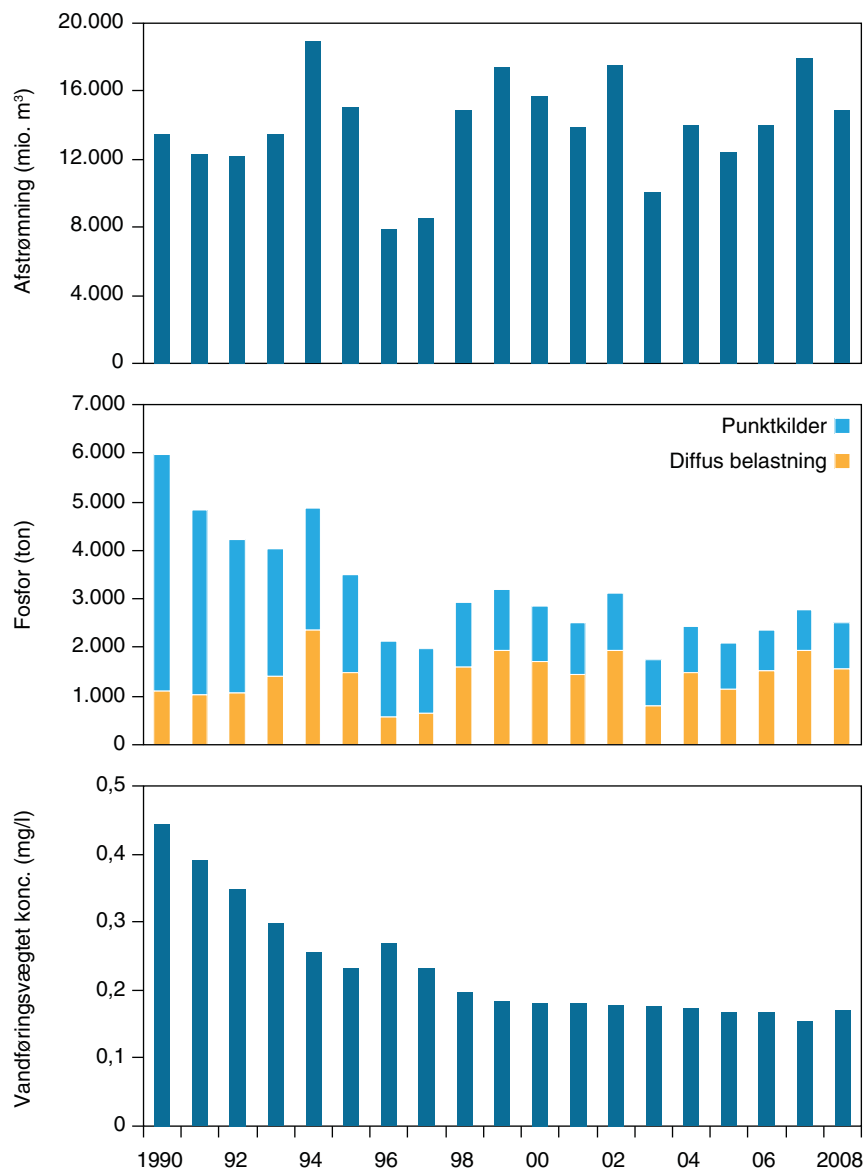
#### 3.1.2 Udviklingen i fosfortilførsel fra land

Den årlige fosfortilførsel fra land til de marine områder er siden 1990 mindsket fra ca. 5.500 t/år til omkring 2.500 t i 2008 (figur 3.1). Fosforafstrømningen var mindre i 2008 end i 2007 som følge af den store vandafstrømning i 2007. Reduktionen skyldes etablering af fosforfjernelse på renseanlæg. Efter at fosforfjernelsen stort set var etableret midt i 1990'erne, har der været en sammenhæng mellem vandafstrømningen fra land og fosfortilførslen. Det skyldes, at de diffuse kilder, især tilførslen fra dyrkede arealer, er størst i år med stor nedbør og afstrømning.

#### 3.1.3 Tilførsel af fosfor via luften

Atmosfærisk fosfor er hovedsageligt bundet til partikler og transporteres i luften med disse. Denne fosfor stammer fra både menneskeskabte og naturlige kilder, bl.a. afbrænding af kul og halm og jordfygning. Deposition af fosfor til de indre danske farvande og landområder er som tidligere år vurderet til ca. 0,04 kg P/ha. Depositionen på de indre danske farvande (areal 31.500 km<sup>2</sup>) i 2008 kan herudfra estimeres til ca. 130 tons P og på de danske landområder (areal 43.000 km<sup>2</sup>) til ca. 170 tons P.

**Figur 3.1.** Ferskvandsafstrømningen, den samlede tilførsel af fosfor til de marine kystafsnit og den vandføringsvægtede koncentration for 1990 til 2008 (Wiberg-Larsen (red.) 2010).



### 3.1.4 Opfyldelse af målsætning

De generelle, nationale mål i Vandmiljøplan I for reduktioner i udledning af fosfor er opfyldt. De nationale krav i Vandmiljøplan I vedrørende spildevandsudledninger har været opfyldt siden 1995, og Vandmiljøplan I kravene til landbruget antages at være opfyldt med ophør af de direkte udledninger fra gårdene omkring 1990. Delmålsætningen i Vandmiljøplan III om en 25% reduktion i fosforoverskuddet i 2009 vurderes at blive nået, mens det er vanskeligt at vurdere, om den fulde målsætning om en halvering i 2015 kan nås. Det vurderes i midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan III, at målet om yderligere 50.000 ha dyrkningsfrie randzoner langt fra vil blive opfyldt (Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet et al. 2008).

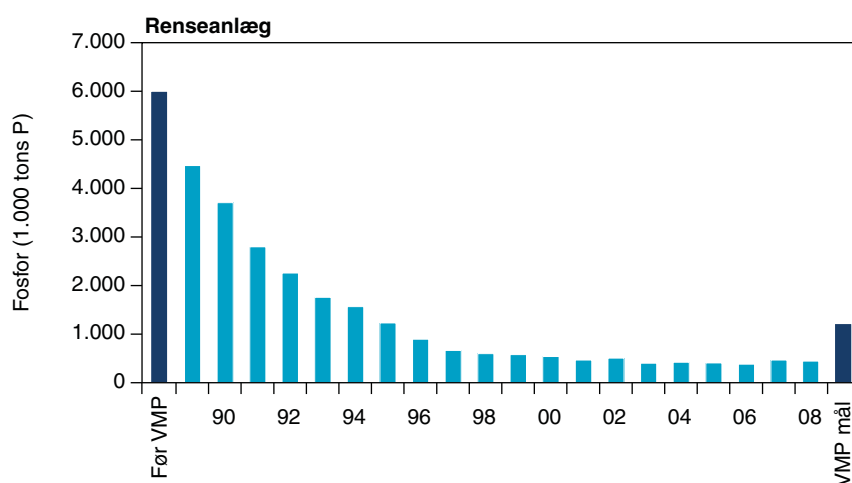
## 3.2 Fosfor fra spildevand

### 3.2.1 Renseanlæg

Der er etableret fosforfjernelse på alle renselanlæg for mere end 5.000 personer for at opfylde udlederkravet på 1,5 mg P/l i Vandmiljøplan I fra 1987. Udlederkravet er mange steder skærpet for at beskytte søer og fjorde, og i mange sø- og fjordoplunde sker der fosforfjernelse på alle renselanlæg uanset størrelse. Renseanlæggene udledte i 2008 i alt ca. 450 ton P svarende til en gennemsnitskoncentration i udløbet på 0,6 mg P/l.

Udviklingen i de udledte fosformængder siden 1980'erne er vist i figur 3.2. Siden 1995 har udledningen været mindre end målet i Vandmiljøplan I. Udledningen er siden 1989 mindsket med 93%.

**Figur 3.2.** Udviklingen i de årligt udledte mængder af fosfor fra renselanlæg (By- og Landskabsstyrelsen 2010).

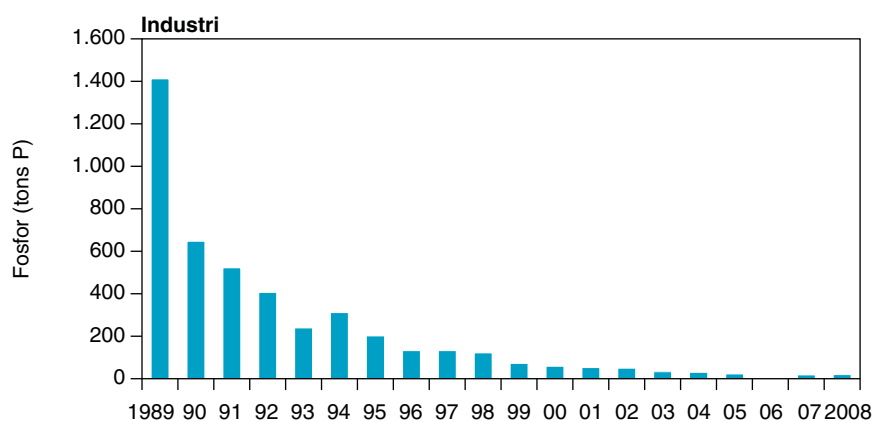


### 3.2.2 Industri med egen udledning

Direkte udledninger fra industri til vandområder er betydeligt mindre end udledningerne fra kommunale renselanlæg. I 2008 blev der udledt 20 t P svarende til 0,3 mg P/l som gennemsnitskoncentration. Opgørelsen er i mindre grad baseret på data fra tidligere år end 2008.

Af figur 3.3 fremgår, at udledningen er mindsket fra ca. 1.400 t i 1980'erne til langt under målet på 600 t/år i Vandmiljøplan I fra 1987.

**Figur 3.3.** Udvikling i udledt mængde fosfor fra industri med egen udledning (By- og Landskabsstyrelsen 2010).





Reduktionen skyldes, at mange virksomheder gennem årene er blevet tilsluttet kommunale renselanlæg eller har etableret en renere teknologi og forbedrede rensemetoder. I alt er fosforudledningerne direkte fra industrier reduceret med næsten 99% siden 1989.

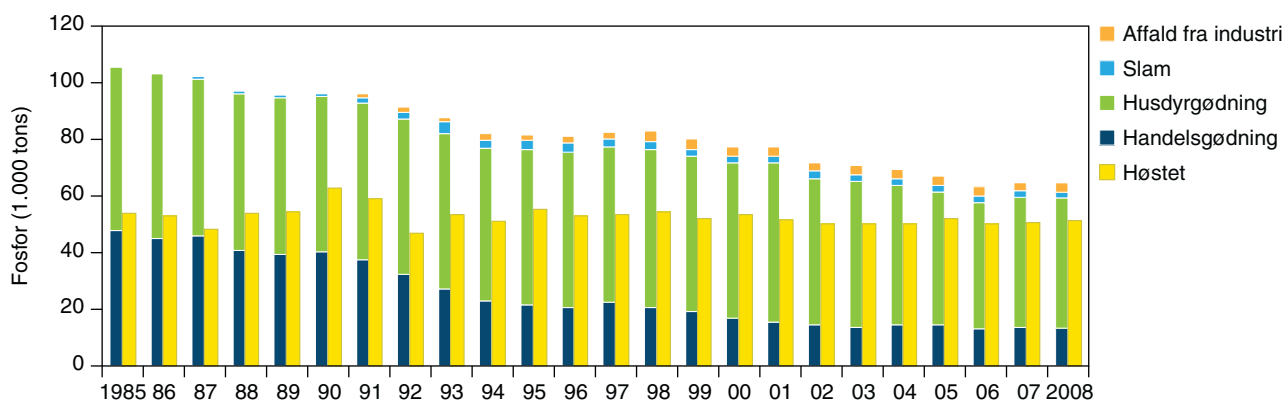
### 3.2.3 Akvakultur

De samlede udledninger af fosfor fra produktionen af fisk i ferskvandsdambrug, saltvandsdambrug og havbrug opgøres ved teoretiske beregninger, bl.a. ud fra foderforbruget. Der er sket en betydelig reduktion i udledningen siden 1989, hvor udledningen var knap 250 ton P. Udledningerne af fosfor fra ferskvandsdambrug er beregnet til 65 t P i 2008 og fra saltvandsbaseret fiskeopdræt 25 ton P.

## 3.3 Fosfor i landbrug

### 3.3.1 Gødningsforbrug

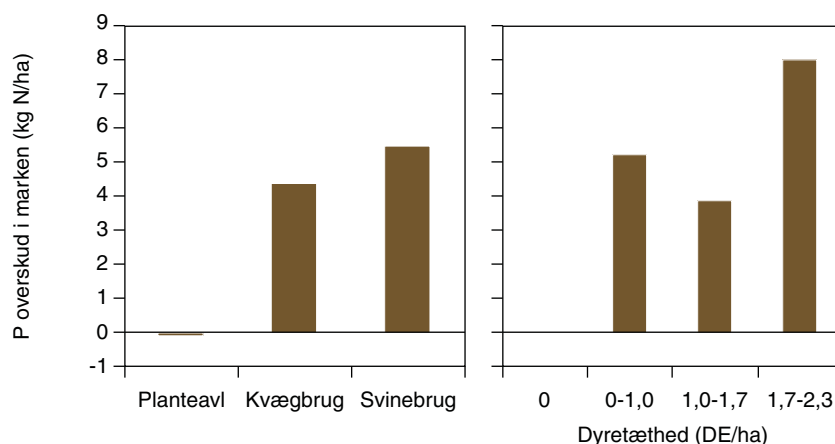
Forbruget af fosfor i handelsgødning er på landsplan reduceret med 10 kg P/ha i perioden 1990-2008, mens fosfortilførsel med husdyrgødning er reduceret med knap 3 kg P/ha. Nettotilførslen (også benævnt markoverskuddet) var i 2008 ca. 10.900 tons P svarende til 4 kg P/ha (figur 3.4). I Vandmiljøplan III var det målsætningen, at det totale overskud inden 2015 skal reduceres med 50% i forhold til overskuddet i 2001, dels gennem afgift på foderfosfater, dels gennem en forbedret foderudnyttelse. Vandmiljøplan III er nu afløst af Grøn Vækst, hvor målet er en reduktion af den landbrugsbetingede fosfortilførsel til vandløb og søer på 210 ton.



**Figur 3.4.** Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2008 (Grant et al. 2010).

Der er stor forskel på markoverskuddet af fosfor afhængig af brugstype og husdyrtæthed. I LOOP områderne blev der på planteavlsbrug i 2008 tilført mindre fosfor end der blev fjernet med afgrøden, mens der var overskud af fosfor på husdyrbrugene (figur 3.5). Overskuddet er størst ved højest husdyrtæthed.

**Figur 3.5.** Fosforoverskud ved forskellige brugstyper samt for brug grupperet med stigende husdyrtæthed, data fra 2008 (Grant et al. 2010).



### 3.4 Fosforkoncentrationer og udvaskede mængder

#### 3.4.1 Måleprogram

Udvaskning af fosfor fra rodzonen måles ved 31 jordvandsstationer og i omkring 20 boringer i det øvre grundvand 1,5 til 5 meter under terræn fordelt over 5 oplande. Transport af fosfor til overfladevand via dræn måles ved 7 stationer og i de vandløb, der afvander oplandene.

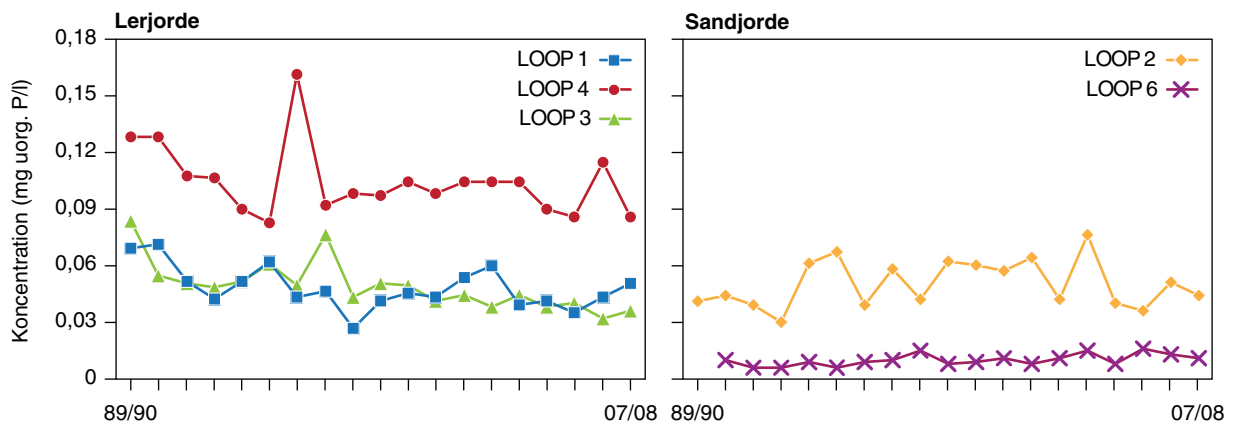
#### 3.4.2 Fosforkoncentrationer i vandet

24% af jordvandsstationerne ligger på jorde med stor fosformobilitet, og vandet har derfor højere fosforindhold end det sædvanlige lave niveau på omkring 0,02 mg P/l (tabel 3.1). Den store fosformobilitet resulterer også i høje fosforindhold i rodzonevand og dræn, der afvander disse jorde. Ingen af vandløbene i LOOP områderne afvander alene jorde med stor fosformobilitet, og de er derfor ikke opdelt i tabel 3.1.

**Tabel 3.1.** Niveauer for opløst ortho-fosforkoncentrationer (vandføringsvægtede) i rodzone, dræn og vandløb i LOOP områderne (Tal fra Grant et al. 2010).

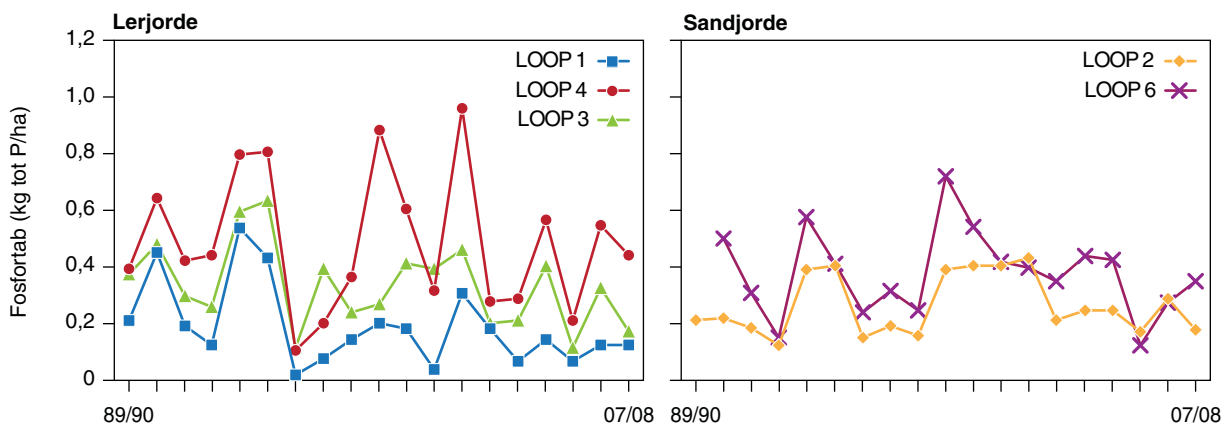
Fosforniveauer i LOOP	Jorde med lav P mobilitet	Jorde med stor P mobilitet
	mg P/l	mg P/l
Rodzone	0,006-0,025	Op til 0,35
Dræn	0,016-0,033	Op til 0,16
Vandløb	0,05 - 0,10	

Der er store forskelle på fosforindholdet i det vand, der forlader LOOP områderne gennem vandløb (figur 3.6) med de højeste indhold i Lillebæk på Fyn (LOOP 4).



**Figur 3.6.** Vandføringsvægtet koncentration af opløst uorganisk fosfor i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1990/91-2007/08 (Grant et al. 2010).

Tabet af fosfor fra landbrugsarealer til vandløbene er beregnet ved fra transporten af fosfor i vandløbene at fratække udledninger fra punktkilder og tabet fra naturarealer. Der er ingen systematisk forskel på tabet af fosfor fra sandede og lerede oplande (figur 3.7). Det største tab var til Lillebæk (LOOP 4). Derimod er tabet af fosfor meget afhængig af nedbørsmængder, hvilket er årsagen til, at fosforafstrømningen generelt var højere i 2006/07 i forhold til 2007/08, hvor nedbørsmængden var mindre.

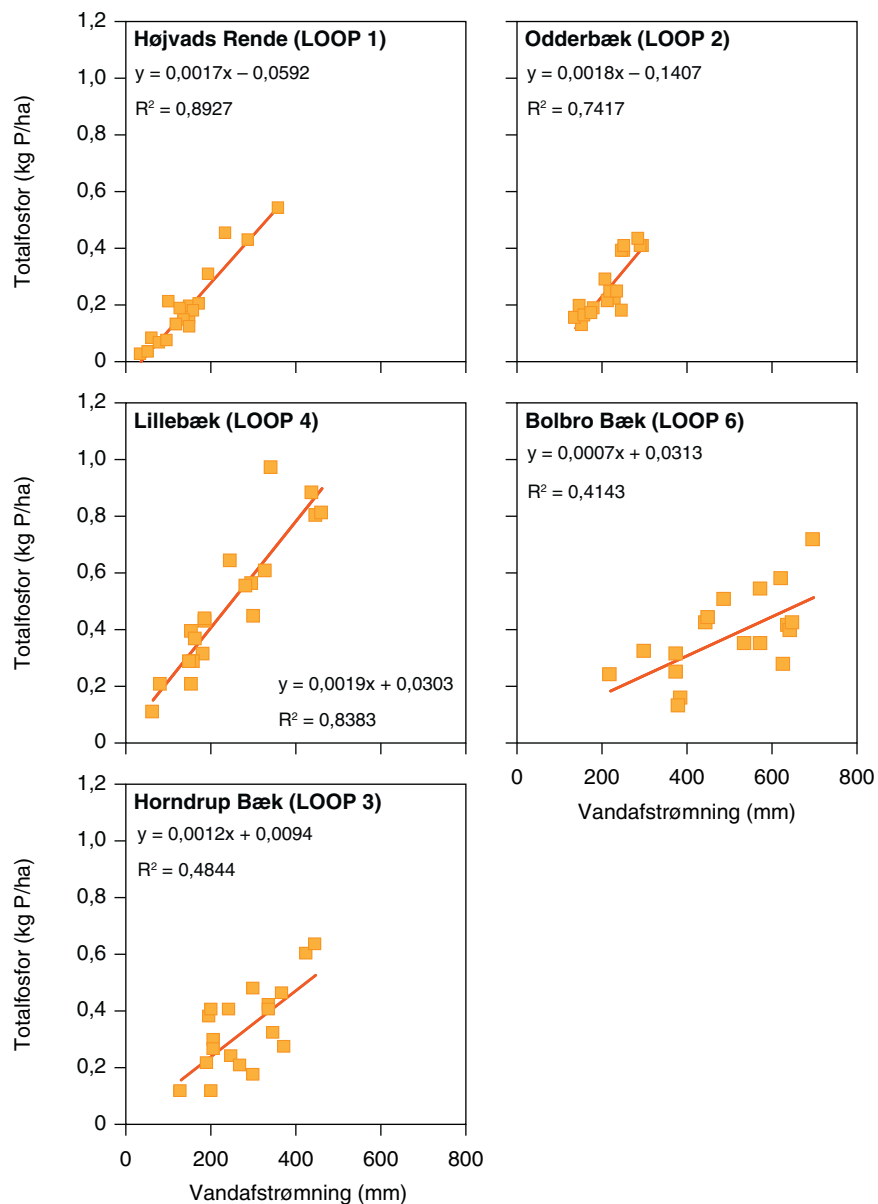


**Figur 3.7.** Tabet af total fosfor fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1990/91-2007/08 (Grant et al. 2010).

### 3.4.3 Fosfortab i forhold til afstrømning

Fosfortransporten med vandløb ud af oplandet følger især i lerjordsoplandene i høj grad vandafstrømningen (venstre del af figur 3.8). Ved de høje afstrømninger vil der kunne ske en udskylning af jord og dermed partikelbundet fosfor ved overfladisk afstrømning eller gennem dræn til vandløb.

**Figur 3.8.** Sammenhænge mellem årligt fosfortab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2007/08, for Odderbæk dog kun indtil 2007/08 (Grant et al. 2010).



## 4 Organisk stof som forureningskilde

Udledning af nedbrydeligt organisk stof var tidligere en vigtig kilde til forurening af vandområder. Udledningerne gav slamaflejringer i vandløb og i nærområder omkring store spildevandsudledninger til marine områder, og iltforbruget ved nedbrydning af det organiske stof forringede iltforholdene i vandområdet. Rensning af spildevand har afgørende mindsket forureningen med organisk stof.

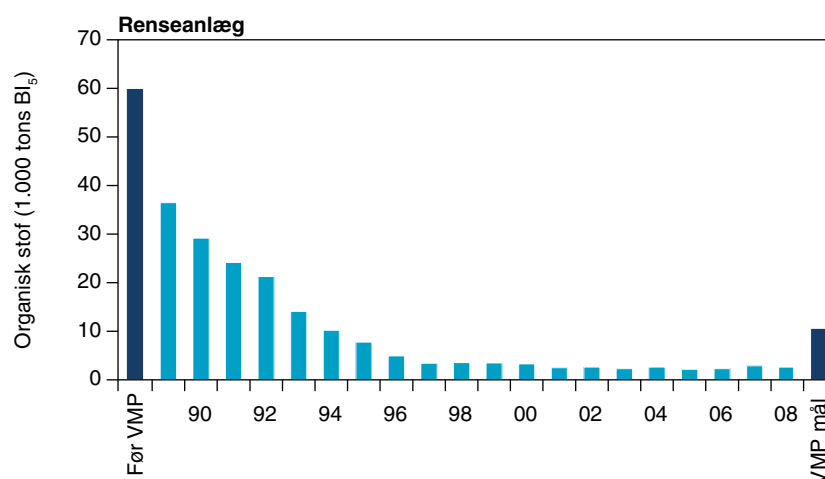
### 4.1.1 Kilder til forurening med organisk stof

Forureningen med nedbrydeligt organisk stof måles normalt som iltforbruget ved nedbrydning af det organiske stof i løbet af 5 døgn. Dette betegnes  $BI_5$ . Uden forurening er der et vist naturligt indhold af  $BI_5$  i det vand, der strømmer fra et opland ud i vandområder, normalt omkring eller under 1 mg/l. Der kommer stadig et betydeligt bidrag med spildevandsudledninger, mens dyrkning af jorden normalt ikke medfører en væsentlig forøgelse af indholdet af organisk stof i vandet fra markerne.

### 4.1.2 Udledning fra renseanlæg

Fra renseanlæg blev der i 2008 udledt 2.574 tons organisk stof ( $BI_5$ ). Det er langt mindre end målet i Vandmiljøplan I, se figur 4.1. I gennemsnit svarer det til et indhold på 3,6 mg/l, hvilket er langt mindre end det generelle udlederkrav i Vandmiljøplan I på 15 mg/l for anlæg for mere end 5.000 personer.

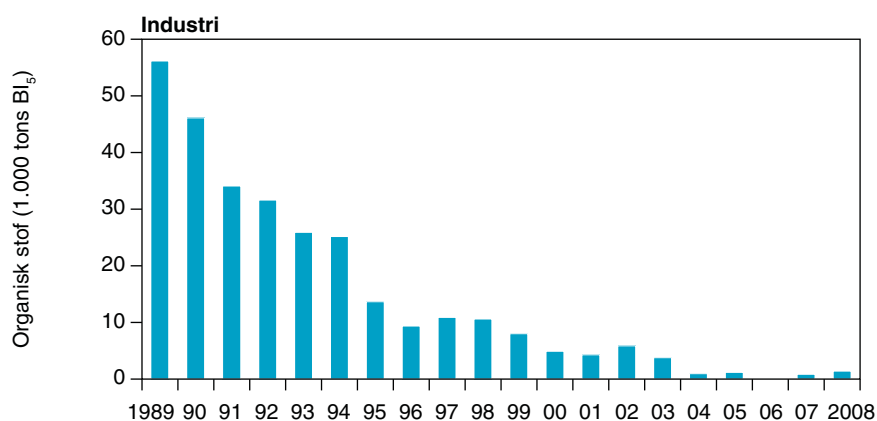
**Figur 4.1.** Udvikling i udledte mængder af organisk stof fra renseanlæg (By- og Landskabsstyrelsen 2010).



### 4.1.3 Udledning fra industri med egen udledning

Udledningerne af organisk stof fra industri med egen udledning er mindsket især frem til midt i 1990'erne, men der er også siden sket betydelige reduktioner, og den sidste store industri med betydelig udledning af organisk stof fik etableret biologisk rensning i slutningen af 2003 (figur 4.2). Der blev i 2008 udledt 1415 tons organisk stof ( $BI_5$ ) eller i gennemsnit et indhold på ca. 23 mg/l. Opgørelsen er i mindre grad baseret på data fra tidligere år end 2008.

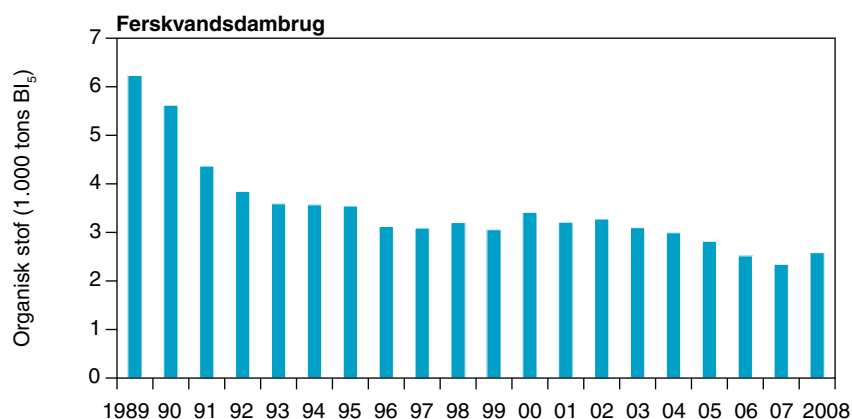
**Figur 4.2.** Udvikling i udledte mængder organisk stof fra industri med egen udledning (By- og Landskabsstyrelsen 2010).



#### 4.1.4 Akvakultur

Den samlede beregnede udledning af organisk stof fra ferskvandsdambrug er faldet væsentligt frem til midten af 1990'erne, hvorefter udviklingen er mindre markant (se fig. 4.3). Det skal understreges, at der er tale om teoretisk beregnede udledninger på baggrund af oplysninger om foderforbrug og produktion, hvor der for 2008 er indberettet data vedr. 244 dambrug med produktion. Den samlede udledning af organisk stof fra ferskvandsdambrug er for 2008 beregnet til 2.543 ton målt som BI<sub>5</sub>. For de saltvandsbaserede dambrug er udledningen i 2008 beregnet til 1.611 ton BI<sub>5</sub>, så den samlede beregnede udledning af organisk stof fra akvakultur i 2008 var på ca. 4.000 ton BI<sub>5</sub>.

**Figur 4.3.** Udvikling i den beregnede udledning af organisk stof fra ferskvandsdambrug (By- og landskabsstyrelsen 2010).



#### 4.1.5 Samlet vurdering af forurening med organisk stof

Udledningerne af organisk stof er mindsket så meget, at de kun giver en væsentlig forurening lokalt omkring udledningen. Især små vandløb kan være forurenede med organisk stof af udledninger fra spredt bebyggelse eller regnbetingede udledninger fra byer, og der kan ske forurening med organisk stof nedstrøms dambrug eller lokalt omkring havbrug.

## 5 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer

### 5.1 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer

Tungmetaller er naturligt forekommende i miljøet. Metallerne har forskellig betydning for mennesker og dyr, nogle er essentielle, nogle er toksiske og andre har mindre betydning. De essentielle kan være toksiske i høje koncentrationer.

Metaller kan blive frigjort fra deres oprindelige miljø som følge af menneskelig aktivitet, fx ved en grundvandssænkning. Grundvandssænkningen kan medføre iltning af jordlagene og dermed frigivelse af en række metaller til grundvandet. Metaller har udbredt anvendelse i vores dagligdag, og en væsentlig kilde til deres spredning er derfor også spildevand. Metallerne kan endvidere spredes via luften. Endelig indeholder handelsgødning og gylle tungmetaller, som ved udspredning af gødningen på markerne bliver tilført jorden, hvorfra de kan videreføres til vandmiljøet.

Gruppen af organiske miljøfremmede stoffer omfatter primært stoffer, som er fremstillet med henblik på at udnytte de egenskaber, som stofferne har. Eksempelvis udnyttes phthalaternes egenskaber som blødgørere i plastprodukter. PAH (PolyAromatiske Hydrocarboner) indgår blandt de organiske miljøfremmede stoffer. PAH dannes ved ufuldstændig forbrænding af organiske produkter, og findes derfor også naturligt i miljøet om end med en meget lille baggrundskoncentration. Pesticider anvendes i landbrug, skovbrug, gartnerier m.v. til bekæmpelse af plantesygdomme, skadedyrsangreb og ukrudt m.v.

Følgende stofgrupper indgår i overvågningen af organiske miljøfremmede stoffer:

- Pesticider
- Aromatiske kulbrinter
- Phenoler
- Halogenerede alifatiske kulbrinter
- Halogenerede aromatiske kulbrinter
- PCB (Polychlorerede biphenyler)
- Chlorphenoler
- PAH (PolyAromatiske Hydrocarboner)
- P-triesterer (Fosfor-triesterer)
- Blødgørere
- Dioxiner og furaner
- Organotinforbindelser
- Bromerede flammehæmmere
- PFAS.

Overvågningen af tungmetaller og miljøfremmede stoffer omfattede i 2008 luft, punktkilder, grundvand og marine områder. Resultaterne af overvågning i punktkilder vil blive rapporteret senere.

### 5.1.1 Screeningsundersøgelser

Sideløbende med den programsatte rutinemæssige overvågning af tungmetaller og miljøfremmede stoffer gennemføres der orienterende screeningsundersøgelser af "nye" stoffer. Undersøgelserne bliver lavet med henblik på at skabe grundlag for en stillingtagen til, om nye stoffer skal inddrages i overvågningen eller ej.

Der er gennemført screeningsundersøgelse af:

- PFAS (Perflorerede forbindelser) og organotinforbindelser i spildevand, ferskvand samt sediment og biota fra vandløb og søer (Strand et al. 2007)
- Beryllium i ungt grundvand (Larsen 2006)
- Lægemidler og triclosan i punktkilder og vandmiljøet (Mogensen et al. 2007)
- Screening for udvalgte pesticider i vandløb og grundvand (Bossi et al. 2009)
- Muskstoffer i punktkilder og i det akvatiske miljø (Bossi et al. 2009).

Der pågår screeningsundersøgelse af:

- PFAS i grundvand
- Methylkviksølv og hexachlorbutadien i biota
- Chloroalkaner i sediment
- Udvaskning fra jordforurening til overfladenært grundvand og overfladevand
- Udvaskning af veterinære lægemidler til dræn og grundvand.

## 5.2 Deposition af tungmetaller fra luften

Depositionen og indholdet i luften af partikelbundet tungmetal er gennem en årrække blevet målt på syv stationer fordelt ud over landet. I 2008 blev der målt på i alt otte stationer.

### 5.2.1 Målsætning

I Danmark og på Europæisk plan er det en målsætning, at naturen via luften ikke må modtage mere forurening med tungmetaller, end den kan tåle. Et EU-direktiv (det 4. datterdirektiv om bl.a. tungmetaller) pålægger medlemslandene at måle koncentrationerne i luften og depositionen af bl.a. arsen, cadmium og nikkel med henblik på en samlet europæisk reduktion af den mulige skadevirkning af disse stoffer i baggrundsområder.

### 5.2.2 Deposition af tungmetaller i 2008

Deposition af tungmetaller spiller en væsentlig rolle for den samlede belastning af de danske farvande og landområder med disse stoffer. I mange tilfælde er den atmosfæriske deposition af tungmetaller til vandmiljøet betydelig i forhold til andre kilder.

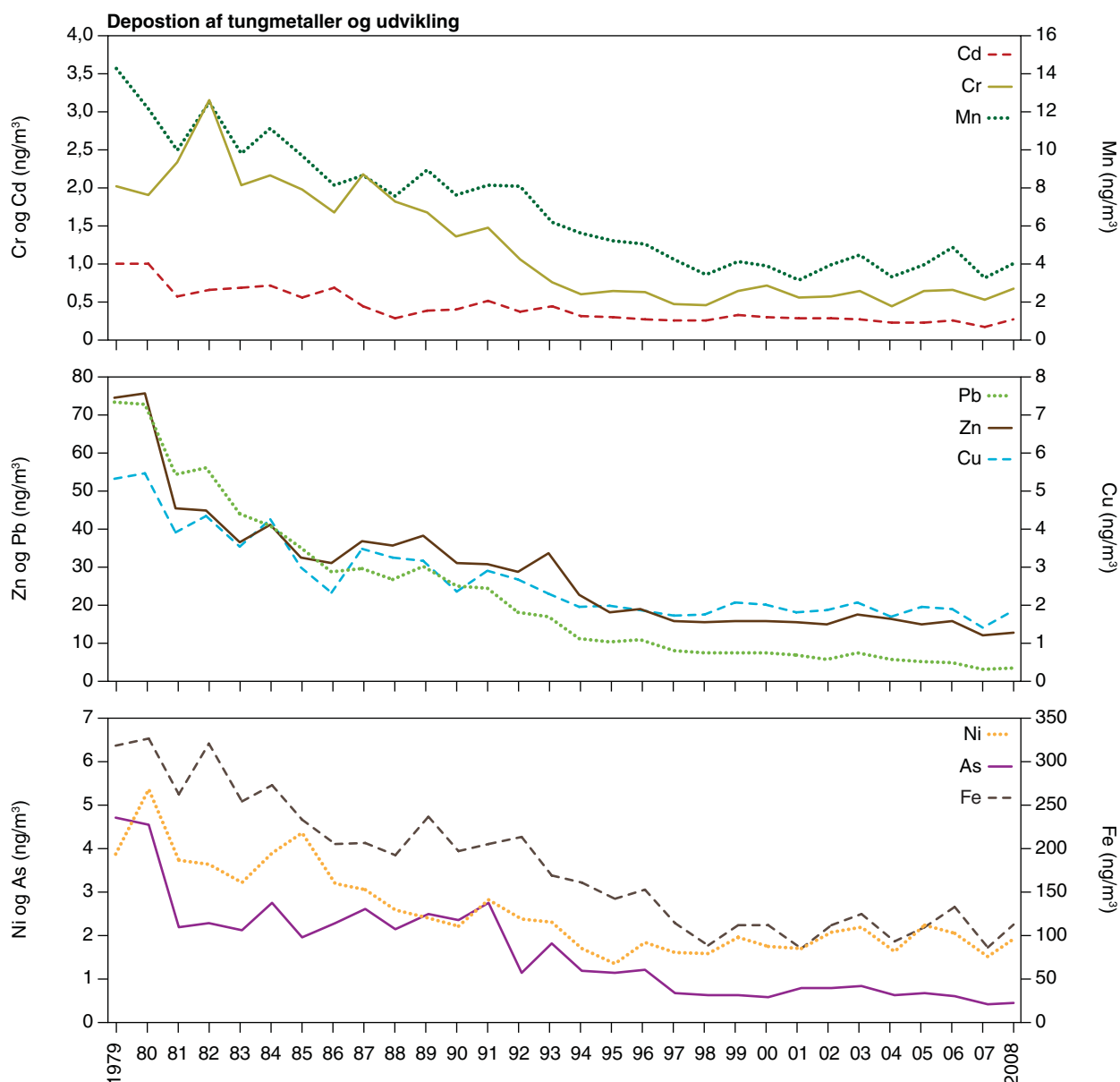
Depositionen af tungmetaller adskilte sig i 2008 ikke væsentligt fra de seneste par år. Men målingerne ved Keldsnor, hvor der ikke er foretaget målinger de foregående år, ligger højere end gennemsnittet ved de øvri-



ge stationer, og derfor var gennemsnittet i 2008 højere for nogen af metallerne.

### 5.2.3 Koncentration af tungmetaller i luften i 2008 og udvikling

Resultaterne af 30 års målinger viser, at såvel koncentrationen af luftens indhold af tungmetaller som depositionen af tungmetaller er reduceret betydeligt siden slutningen af 70'erne (figur 5.1).



**Figur 5.1.** Udvikling i våddeposition af en række tungmetaller i perioden 1979-2008. Kurverne repræsenterer gennemsnit af målinger ved Keldsnor og Tange. Usikkerheden på estimaterne er +30-50% (Ellermann et al. 2010).

En stor del af de tungmetaller, der findes i atmosfæren over Danmark, kommer fra kilder udenfor Danmark. En sammenligning af de estimerede depositioner til de indre danske farvande og danske landområder med de danske emissioner af tungmetaller viser, at de danske emissioner for de fleste af de målte tungmetaller er væsentligt mindre end depositionerne (tabel 5.1).

**Table 5.1.** Årlig deposition estimeret fra målinger på syv stationer samt emission af tungmetaller til atmosfæren fra danske kilder i 2008 (Ellermann et al. 2010).

Deposition	Deposition til land µg/m <sup>2</sup>	Deposition til vand µg/m <sup>2</sup>	Estimeret deposition		Emission
			Landområder (43.000 km <sup>2</sup> ) ton/år	Indre farvande (31.500 km <sup>2</sup> ) ton/år	Danske kilder ton/år
Cr, chrom	149	136	6	4	1,14
Ni, nikkel	289	253	12	8	10,7
Cu, kobber	774	740	33	23	9,5
Zn, zink	6.687	6.443	288	203	27
As, arsen	92	92	4	3	0,65
Cd, cadmium	30	30	1	1	0,71
Pb, bly	847	847	36	24	6,1
Fe, jern	37.117	35.072	1.596	1.105	-

En sammenligning af udviklingen i emissioner i Øst-, Vesteuropa og Danmark med udviklingen i deposition og koncentration viser, at der er god sammenhæng i udviklingstendenserne.

Foruden emissioner har også klimatiske forhold en væsentlig betydning for den variation, der ses mellem målingerne fra år til år af primært depositionen. Mængden af nedbør, antallet af byer, nedbørsintensiteten samt i hvilket omfang transport af luftmasser falder sammen med regnhændelser er faktorer, som påvirker depositionens størrelse.

### 5.3 Deposition af miljøfremmede stoffer fra luften

Deposition af miljøfremmede stoffer overvåges ved måling af pesticider, nitrophenoler og PAH i regnvandsprøver fra to stationer på Lille Valby nær Roskilde og Sepstrup Sande sydvest for Silkeborg.

De pesticider og nitrophenoler, der indgår i måleprogrammet, har alle en vis evne til at fordampe. Pesticiderne omfatter stoffer, hvoraf en del fortsat anvendes i Danmark eller i vore nabolande, samt deres nedbrydningsprodukter. Nitrophenoler dannes i luften ved reaktion mellem kvælstofilter og aromatiske kulbrinter. En enkelt, DNOC, har været anvendt som ukrudtsmiddel. PAH dannes ved forbrænding af fossile og naturlige brændsler, fx i biler og ved energiproduktion. PAH transporteres med luften fra kilderne til bl.a. naturområder.

#### 5.3.1 Målsætning

I Danmark og på europæisk plan er det en målsætning, at naturen ikke må modtage mere luftforurening, end den kan tåle. Der er ingen specifik målsætning om størrelsen af depositionen af miljøfremmede stoffer.

#### 5.3.2 Deposition af pesticider

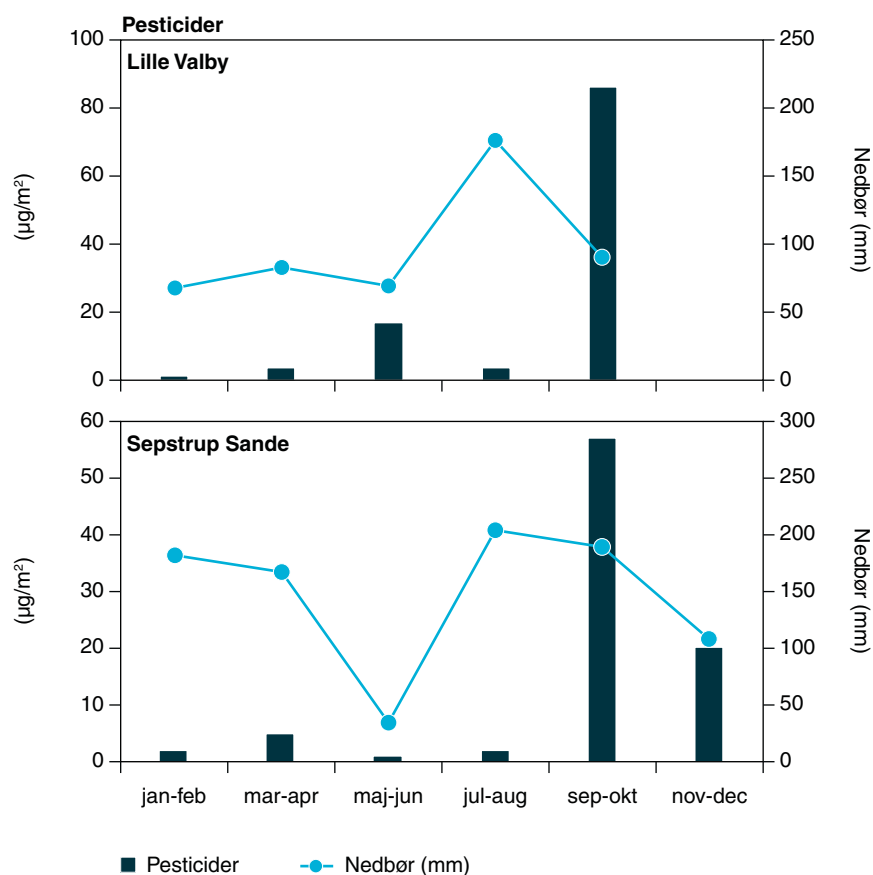
Depositionen af pesticider var lav det meste af året med markant højere depositioner i efterårsmånederne, hvor markerne bliver sprøjtede (figur 5.2). Det var ved Sepstrup Sande prosulfocarb, der udgjorde størstedelen af depositionen af pesticider, og ved Lille Valby pendamethalin. I 2007 var prosulfocarb årsag til høje efterårskoncentrationer ved begge stationer efterfulgt af pendimethalin. Begge pesticider anvendes til ukrudtsbekæmpelse i vintersæd, hvilket passer med tidspunktet for den største

deposition af pesticider. De to pesticider var i 2008, efter glyphosat, de mængdemæssigt mest betydende aktivstoffer i ukrudtsmidler til landbrugsformål (Miljøstyrelsen 2009).

På den ene af stationerne blev der desuden fundet relativ høj deposition i maj-juni. Den høje deposition på dette tidspunkt skyldtes primært MCPA, som er et ukrudtsmiddel, der anvendes bl.a. ved dyrkning af korn.

Våddepositionen af pesticider var generelt lav og vurderes at være uden akut virkning på planter.

**Figur 5.2.** Våddeposition af 14 almindeligt anvendte pesticider og 5 nedbrydningsprodukter i 2008 målt over 2-måneders perioder på Lille Valby og Sepstrup Sande. Prøven fra Lille Valby i nov-dec. mangler. Kurven angiver nedbørsmængde i den tilsvarende periode (Ellermann et al. 2010).



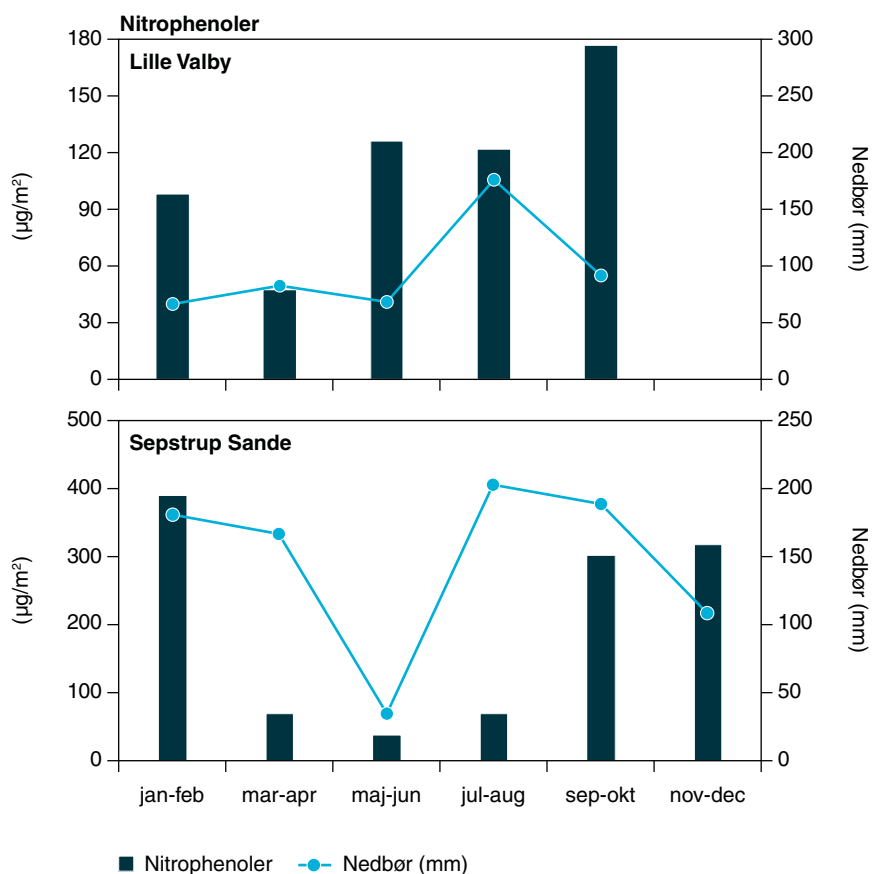
### 5.3.3 Deposition af nitrophenoler

Middelkoncentrationer og årlige depositioner af nitrophenoler var i 2008 højere ved stationen i Sepstrup Sande end ved stationen i Lille Valby (figur 5.3). Der er dog det forbehold, at der ikke er måling fra Lille Valby i november-december. Der blev i maj-juni og juli-august målt højere deposition af nitrophenoler ved stationen i Lille Valby end ved stationen i Sepstrup.

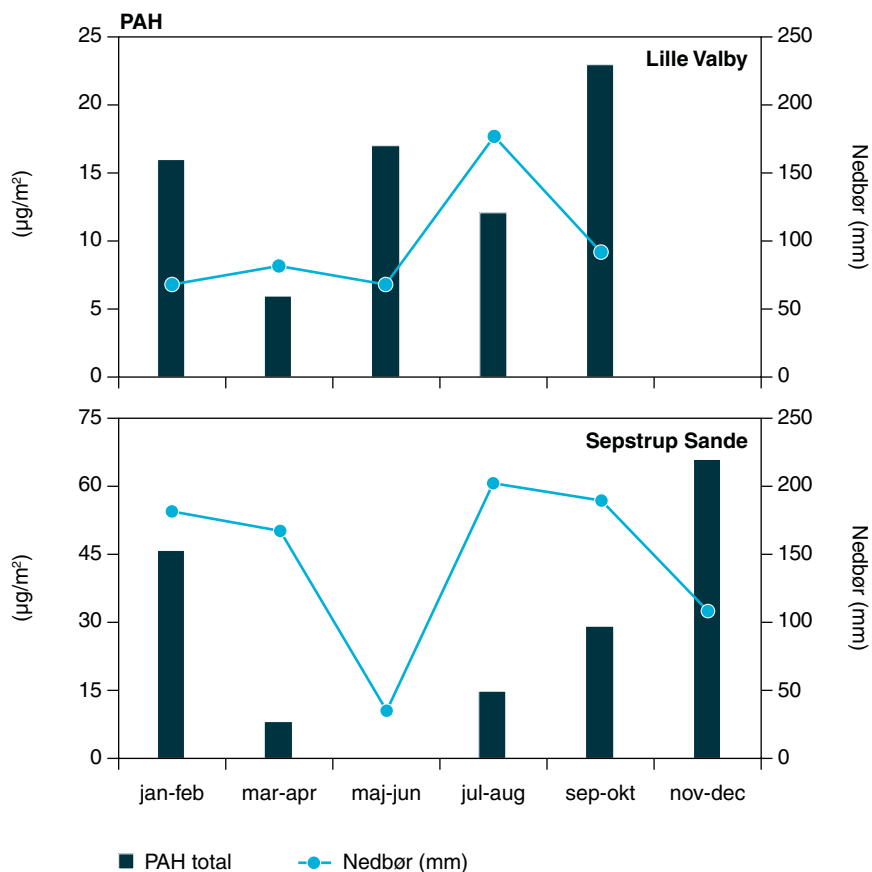
### 5.3.4 Deposition af PAH

Middelkoncentrationer og årlige depositioner af PAH var i 2008 højere ved stationen i Sepstrup Sande end ved stationen i Lille Valby (figur 5.4). Der er dog det forbehold, at der ikke er måling fra Lille Valby i november-december. Størst deposition blev der fundet i vintermånederne november-december på Sepstrup Sande, med det største bidrag fra naphthalen. Der foreligger ikke målinger fra Lille Valby i denne periode.

**Figur 5.3.** Samlet våddeposition af nitrophenoler i 2008 målt over 2-måneders perioder. Kurven angiver nedbørsmængde i den tilsvarende periode (Ellermann et al. 2010).



**Figur 5.4.** Samlet våddeposition af PAH i 2008 målt over 2-måneders perioder. Kurven angiver nedbørsmængde i den tilsvarende periode (Ellermann et al. 2010).



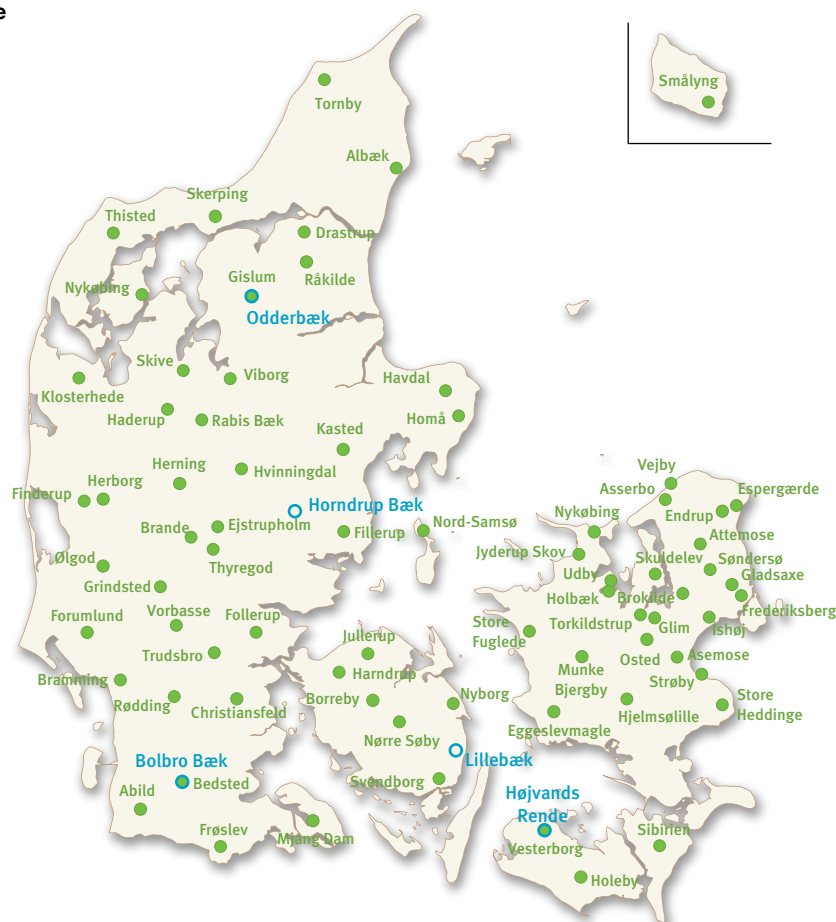
## 6 Grundvand

### 6.1 Grundvandet

Grundvand er grundlaget for Danmarks drikkevandsforsyning. Det er derfor vigtigt, at grundvandet har en kvalitet, der gør det egnet til drikkevand. En stor del af vandet i vandløb, søer og fjorde er kommet fra grundvandet i oplandet. Forurening af grundvandet vil derfor også kunne påvirke disse vandområder.

#### Grundvands- og landovervågningsområde

- Grundvandsovervågningsområde
- Land overvågningsopland



**Figur 6.1.** Beliggenhed af grundvandsovervågnings-områder (GRUMO) og landovervågningsoplande (LOOP) (Thorling (red.) 2010).

#### 6.1.1 Grundvandsovervågning

Formålet med overvågningen af grundvandet er at følge udviklingen i kvaliteten og størrelsen af ressourcen samt at følge effekten af Vandmiljøplanen i 1987 og efterfølgende vandmiljøplaner. Overvågningen foregår fortrinsvis gennem det nationale overvågningsprogram (NOVANA) i ca. 1.400 indtag i boringer fordelt på 73 grundvandsovervågningsområder (GRUMO) og 5 landovervågningsområder (LOOP) (figur 6.1). Grundvandsovervågningen fokuserer på den generelle grundvandskva-

litet, mens vandværkernes boringskontrol fokuserer på det grundvand, der indvindes til drikkevandsformål.

Hovedelementerne i grundvandsovervågningen er grundvandsressourcens størrelse, indholdet af naturlige hovedbestanddele, samt ikke mindst indhold og udvikling i indhold af forurenende stoffer som nitrat, tungmetaller, pesticider og andre miljøfremmede stoffer.

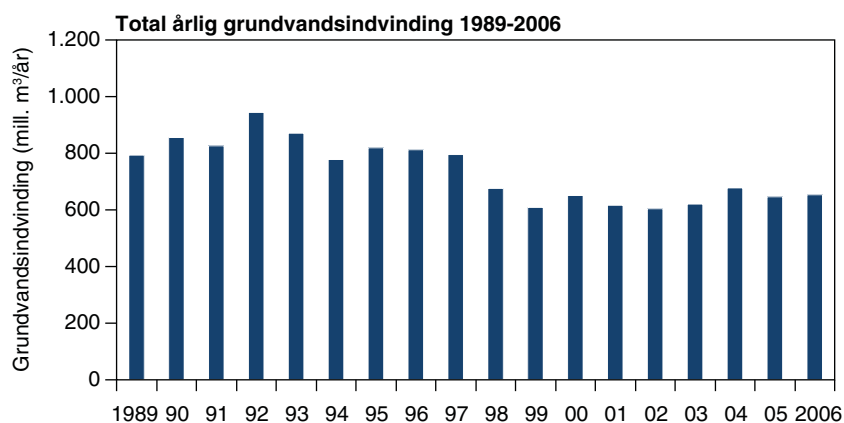
Vandværkernes kontrol af grundvandet samt indberetninger af indvundne mængder indgår som et element i overvågningen.

### 6.1.2 Vandindvinding

Vandindvindingen i Danmark er altovervejende baseret på grundvand, og mere end 97% af drikkevandet hentes fra grundvandsmagasiner.

Den samlede grundvandsindvinding i perioden 1989 – 2006 er vist i figur 6.2. Opgørelserne for 2007 og 2008 er endnu for mangelfulde til, at de kan anvendes til vurdering af udviklingstendenser. Indvindingen i 2006 er opgjort til ca. 650 mill. m<sup>3</sup>, hvilket var på niveau med indvindingen de foregående år efter et fald på omkring 37% over de sidste ca. 15 år. Indvinding af grundvand til markvanding, gartneri og dambrug udgjorde ca. en tredjedel af den samlede grundvandsindvinding i 2006, hvilket var en stigning i forhold til 2004 og 2005. Flere varme og meget tørre perioder i forår og sommer i de senere år er sandsynligvis en betydende årsag til, at der ses stigende tendens i indvindingen til erhvervsvanding og dambrug.

**Figur 6.2.** Den samlede grundvandsindvinding i Danmark i 1989-2006 (Thorling (red.) 2010).



## 6.2 Status for nitratindhold i grundvand

Nitrat i grundvand i høje koncentrationer gør vandet ubrugeligt til drikkevand, da høje nitratkoncentrationer kan være sundhedsskadelig, bl.a. på grund af hæmning af iltransporten med blodet. Desuden vil grundvand med et højt nitratindhold kunne være en væsentlig forureningskilde for vandområder.

### 6.2.1 Målopfyldelse

Grænseværdien for nitrat i drikkevand og i grundvand er ifølge Grundvandsdirektivet på 50 mg nitrat/l. Nitratindholdet i det øverste af det nydannede grundvand var i gennemsnit under denne grænseværdi, dog med stor spredning. Selv om der har været et generelt svagt fald i nitratindholdet i det nydannede grundvand i de seneste år, er der altså fortsat en del af dette, der indeholder mere end 50 mg nitrat/l.

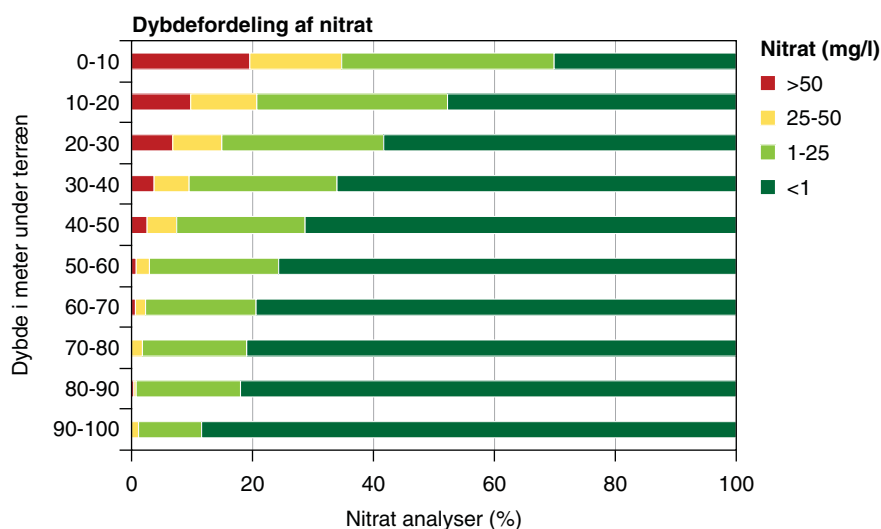
I grundvandsovervågningen var hyppigheden af pesticidfund over grænseværdien for drikkevand i 2008 på samme niveau som i 2007. Hyppigheden af pesticidfund i vandforsyningsboringer var i 2008 på niveau med hyppigheden i 2006, som var den laveste siden 1995. Fundhyppigheden var lavere i vandforsyningsboringerne end i grundvandsovervågningen, bl.a. fordi vandforsyningsboringer med pesticider lukkes.

For hele perioden 1990-2008 foreligger der ca. 118.000 nitratanalyser fra grundvandsovervågningen, landovervågningen, vandværkernes indvindingsboringer og fra andre boringer. Grundvandet fra en stor del af disse indtag er dannet før 1987. Derfor afspejler nitratindholdet ikke umiddelbart indsatsen for at mindske nitratudvaskningen som følge af Vandmiljøplan I i 1987 og den efterfølgende indsats. En nærmere analyse viser dog, at nitratindholdet topper i grundvand dannet omkring 1985, og derpå udviser et fald, der vurderes at kunne tilskrives ændringer i landbrugets dyrkningspraksis.

### 6.2.2 Dybdemæssig fordeling af nitrat

Den største del af analyserne med forhøjet indhold af nitrat kommer fra indtag, der ligger ned til 50 meter under terræn, og de højeste nitratindhold findes ikke uventet i de øverste 10 meter af jordlagene. Nitratindholdet er her over 1 mg nitrat/l i over ca. 70% af indtagene og over 50 mg/l i ca. 20% (figur 6.3).

**Figur 6.3.** Fordeling af nitratindholdet i 1990-2008 efter indtags-dybde under terræn i land- og grundvands-overvågning, boringskontrol i vandværkernes indvindingsboringer og 'Andre boringer' (Thorling (red.) 2010).

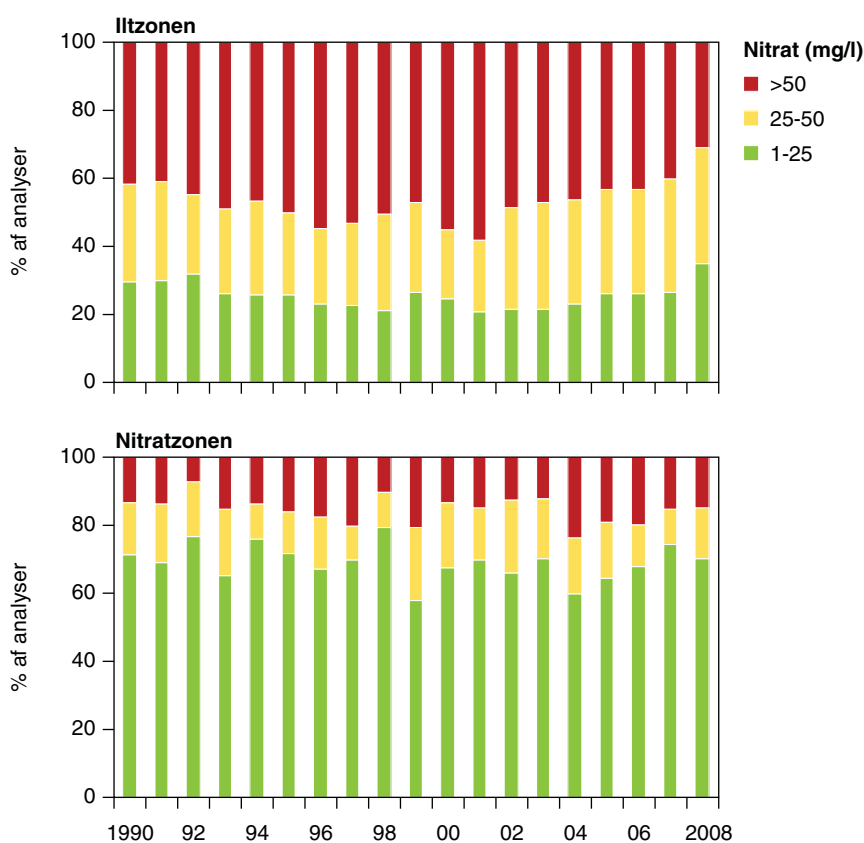


### 6.2.3 Fordeling af nitrat efter redoxzoner

Geokemisk kan grundvandet opdeles i 4 redoxzoner, hvor den øverste zone – iltzonen - har et højt iltindhold svarende til iltindholdet i regnvand. Nitratindholdet i iltzonen er højt på grund af udvaskning fra rodzonen. Som oxidationsmiddel forbruges ilt før nitrat, og iltindholdet falder derfor ned mod den næste zone – nitrat-zonen, som er iltfri, og hvor iltindholdet er lavt, og hvor det er nitrat i stedet for ilt, der bliver omsat (iltindhold under 1 mg/l og nitratindhold over 1 mg/l). Nedenunder findes jern/sulfat-zonen og metan-zonen uden nitrat eller ilt.

I figur 6.4 er vist hyppighedsfordelingen af nitratindhold i de undersøgte indtag i iltzonen og nitratzonen i grundvandsovervågningsområderne.

**Figur 6.4.** Fordeling af nitratindhold i perioden 1990-2008. Øverste del er for iltzonen (med ilt > 1 mg/l), den nederste del er fra nitratzonen (med ilt <1 mg/l og nitrat >1 mg/l). Den enkelte søjle repræsenterer grundvand fra flere indtag med vidt forskellige aldre (Thorling (red.) 2010).



Der ses den forventede fordeling med de højeste nitratindhold i det ilt-holdige grundvand (iltzonen) og et lavere nitratindhold i vand, hvor iltten er opbrugt (nitratzonen). I de endnu mere reducerende grundvandsindtag indeholder vandet ikke nitrat.

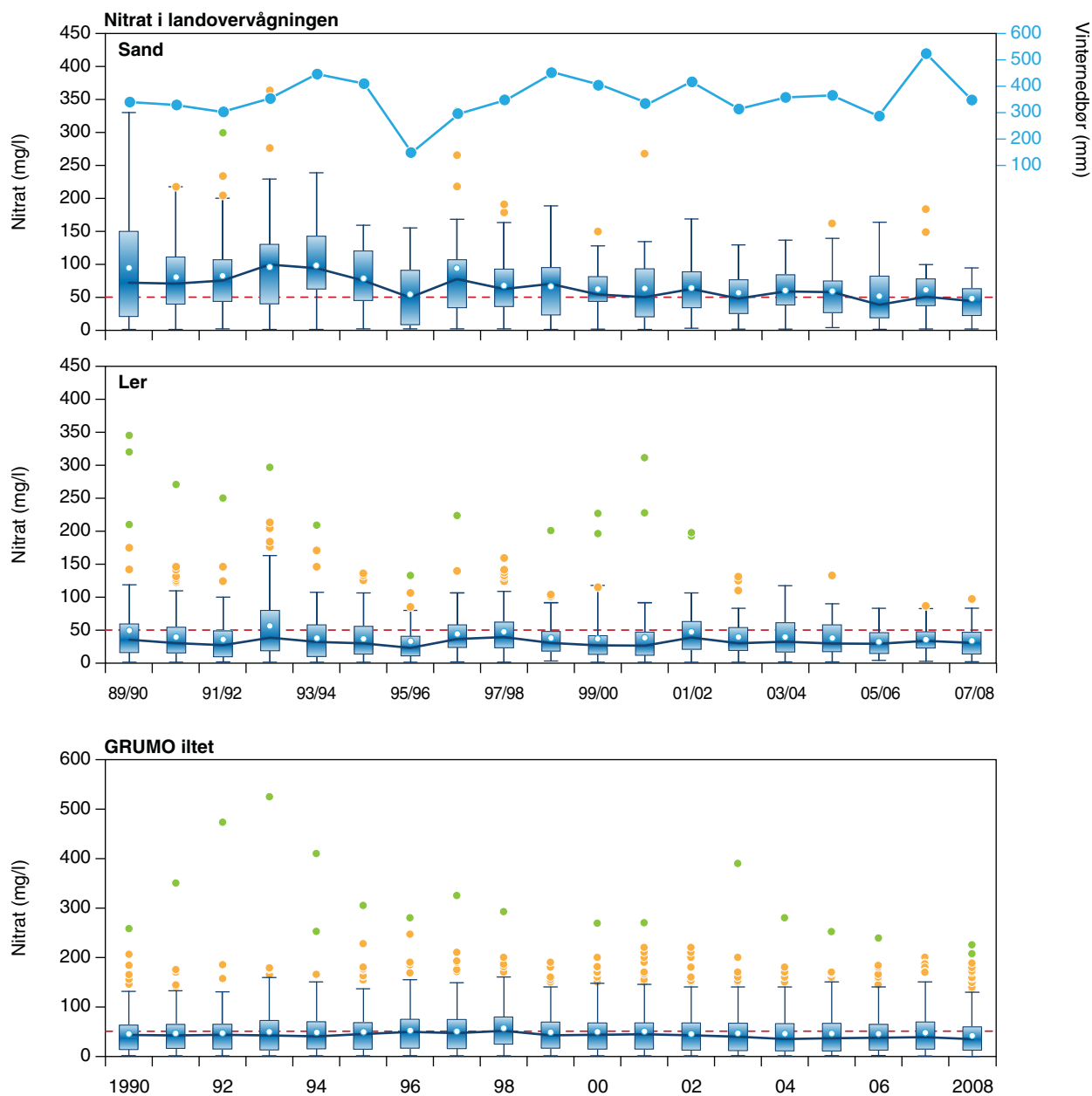
Der har de seneste år været en tendens til, at der i det iltede grundvand er aftagende hyppighed i indtag med nitratindhold over 50 mg/l. Nitratindholdet var i 2008 over 50 mg/l i ca. 30% af indtagene i det iltede grundvand mod ca. 50% i midten af 1990'erne.

I nitratzonen var hyppigheden af indtag med nitratindhold over 50 mg/l på samme niveau i 2008 som i 2007.



### 6.3 Udvikling i nitratindhold i grundvand

Udviklingen i nitratindhold i grundvandet i perioden 1990-2008 er vist i figur 6.5 for det øverste grundvand i landovervågningsområderne og i iltet grundvand i grundvandsovervågningsområderne, som typisk er det øverste grundvand. Udviklingen i landovervågningsområderne er opdelt i områder med henholdsvis sandjord og lerjord.



**Figur 6.5.** Udviklingen i nitratindhold i grundvand i perioden 1990-2008 sammenlignet med vinternedbøren (øverste kurve). Øverst er vist resultater fra landovervågningsområdernes højtliggende grundvand i vinter-månederne i sand- og lerjordsområder. Nederst er vist resultater fra det iltede grundvand i grundvandsovervågningsområderne. Kurven i boksene forbinder medianværdierne. Desuden er vist 75% og 25% fraktiler og minimums og maksimumsværdier af analyseresultater det enkelte år, samt grænseværdien for nitrat i drikkevand og grundvand på 50 mg/l (Thorling (red.) 2010).

#### 6.3.1 Landovervågningsområder

Der er stor spredning på de målte nitratkoncentrationer i vintermånederne i det overfladenære grundvand i landovervågningsområderne

(LOOP) (figur 6.5), specielt på sandjordsområderne. Nitratindholdet i sandområderne er noget højere end i lerområderne, hvor der er en større reduktionskapacitet. Specielt i sandjordsområderne opbygges der et kvælstofoverskud i jorden, som ved store nedbørsmængder udvaskes og giver et højt nitratindhold i det nydannede grundvand. Da iltindholdet ikke er målt, kan LOOP data ikke henføres til ilt- eller nitrat-zoner.

For perioden 1990-2008 har der i sandområderne i LOOP (figur 6.5 øverst) været et fald i det øverste grundvands gennemsnitlige nitratindhold fra ca. 95 til ca. 50 mg nitrat/l (svarende til et fald fra ca. 21 til ca. 11 mg nitrat-N/l). Faldet har ligget frem til vinteren 1999/2000, hvorpå ændringerne har været små.

I lerområderne har det gennemsnitlige nitratindhold i vinterhalvåret for hele perioden 2000-2008 svinget omkring 40 mg/l (svarende til omkring 9 mg N/l), og ikke vist et tydeligt fald som i sandområderne.

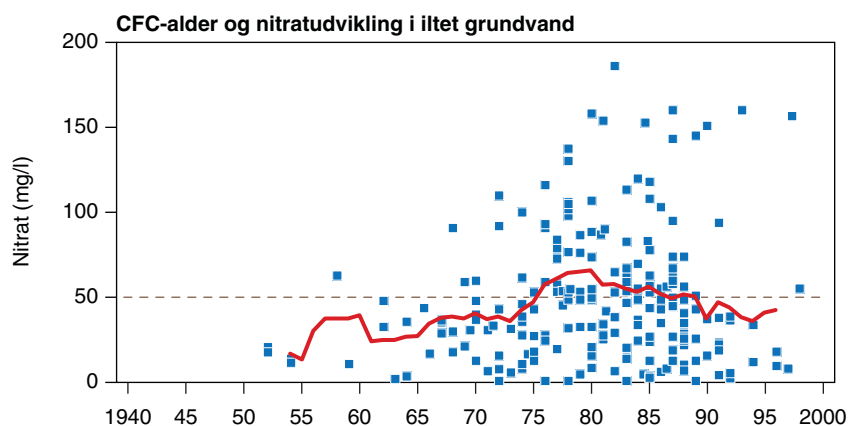
### 6.3.2 Grundvandsovervågningsområder

I det iltholdige grundvand i GRUMO områderne (figur 6.5 nederst) viser medianværdierne for perioden 1990-2008 en jævn stigning frem til den højeste værdi i 1998, hvorpå de faldt til et niveau på omkring 35 mg/l i 2004-2008. Gennemsnitsværdierne for nitrat har generelt været højere end medianværdierne og faldt fra ca. 55 mg/l i 1998 til ca. 42 mg/l i 2008. Nitratindholdet var i 25% af indtagene over ca. 60 mg/l nitrat i 2008.

### 6.3.3 Virkning af indsats på nitratindhold

Den indsats, der efter vedtagelse af Vandmiljøplan I i 1987 er gjort for at mindske nitratudvaskningen fra dyrkede arealer, har bevirket, at nitratindholdet i det øverste grundvand i sandede områder er mindsket. Ved at sammenholde grundvandets alder (målt ved CFC-datering) med nitratindholdet i iltet grundvand finder man indikation på, at tiltagene for at begrænse kvælstofoverskuddet i landbruget begynder at virke (figur 6.6). Der ses en tendens til stigende nitratindhold efterfulgt af et fald, som er i overensstemmelse med iagttagelserne i landovervågningsområderne. Der er imidlertid meget stor spredning på nitratindholdet i de iltede indtag, og mange indtag har et nitratindhold over 50 mg/l.

**Figur 6.6.** Udviklingen i det iltede grundvands nitratindhold i grundvandsovervågningen. CFC-årstallet angiver tidspunktet for grundvandets dannelse bestemt ud fra grundvandet indhold af CFC-forbindelser, også kaldet freoner. Den røde kurve er et 5 års glidende middel (Thorling (red.) 2010).



En statistisk analyse af udviklingstenderne for nitrat i de enkelte indtag i det iltede grundvand viser, at det går den rigtige vej. I omkring 62% af det yngste (0-15 år) iltede grundvand blev der fundet signifikant faldende tendens i nitratinholdet, mens der kun var signifikant faldende tendens for nitratinholdet i 22% af det ældre (25-50 år) iltede grundvand. I det ældre iltede grundvand var der et flertal med stigende tendens i nitratinholdet. Der er også et signifikant stigende nitratinhold i dele af grundvandsovervågningen i iltet grundvand dannet efter 1990

#### **6.3.4 Regional fordeling af nitrat i vandværkernes indvindingsboringer**

De områder i Danmark, hvor grundvandet, der bruges til drikkevand, har nitratinhold over 25 mg/l, er hovedsagelig koncentreret til "nitratbæltet" fra Djursland til Nordjylland. I en del af området indvindes der fra kalkbjergarter, som har lav kapacitet til at reducere nitrat, og som samtidig er dårligt beskyttede af lerdæklag. Nitrat i drikkevandet skyldes andre steder, at der på grund af fed ler i undergrunden indvindes overfladenært grundvand, samtidig med at grundvandsmagasinerne er sårbare overfor nitrat på grund af lav nitratreduktionskapacitet i jordlagene og/eller en dårlig beskyttelse fra dæklag.

### **6.4 Uorganiske sporstoffer i grundvand**

Nikkel og arsen er blandt en lang række sporstoffer, som er med i såvel grundvandsovervågningen som vandværkernes kontrol af deres indvindingsboringer. Både nikkel og arsen findes i grundvandet, og begge har en sundhedsmæssig betydning. Nikkel er nødvendigt i meget lave koncentrationer, men er samtidig årsag til stadigt stigende omfang af allergi. Arsen er yderst giftigt for mennesker.

Ud over nikkel og arsen undersøges grundvandet for 23 andre uorganiske sporstoffer, heriblandt de sundhedsskadelige tungmetaller cadmium, bly og kviksølv.

#### **6.4.1 Målsætning**

For nikkel er der et kvalitetskrav for drikkevand på 20 µg/l og for arsen på 5 µg/l ved indgang til ejendom (Miljøministeriet, 2006). Både nikkel og arsen kan til en vis grad fjernes i vandværkernes traditionelle sandfiltre og tilbageholdes i okkerslammet. Efter vandrammedirektivet må indholdet ikke øges således at videregående vandbehandling bliver nødvendig.

#### **6.4.2 Nikkel**

Nikkel findes naturligt i grundvandet. I jorden findes nikkel som pyrit (jernsulfid). Ved sænkning af grundvandsspejlet fx i forbindelse med overpumpning, får luftens ilt adgang til de pyritholdige jordlag. Derved omdannes pyrit til jern og sulfat, og der frigives nikkel. Endvidere kan nedsivning af nitrat gennem de pyritholdige jordlag medføre iltning af de nikkelholdige sulfider og dermed frigivelse af nikkel til grundvandet.

Der er fundet overskridelse af kvalitetskravet for nikkel i drikkevand og indholdet har været signifikant stigende i 11 indtag i perioden 1993-2008.

Den geografiske fordeling af disse indtag indikerer, at problemet med frigivelse af nikkel som følge af faldende grundvandsspejl, er under kontrol. Til gengæld er overskridelser af kvalitetskravet og stigninger som følge af nedsivende nitrat blevet mere dominerende.

### **6.4.3 Arsen**

Arsen forekommer praktisk taget kun i grundvand uden indhold af oxiderende stoffer, fx ilt og nitrat. Under oxiderende forhold findes arsen på en form, som har ringe opløselighed i vand.

Arsenindholdet overskrider kvalitetskravet til drikkevand og indholdet har været signifikant stigende i 45 indtag i perioden 1993-2008. Disse indtag fordeler sig over hele landet.

## **6.5 Pesticider i grundvand**

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter i grundvand stammer fra anvendelse i landbruget, skovbruget samt udyrkede arealer i byområder. Stofferne bliver ikke tilbageholdt eller nedbrudt ved traditionel vandbehandling på danske vandværker. Grundvandets indhold af disse stoffer må derfor ikke øges, således at videregående vandbehandling bliver nødvendig for at vandet kan anvendes til drikkevand.

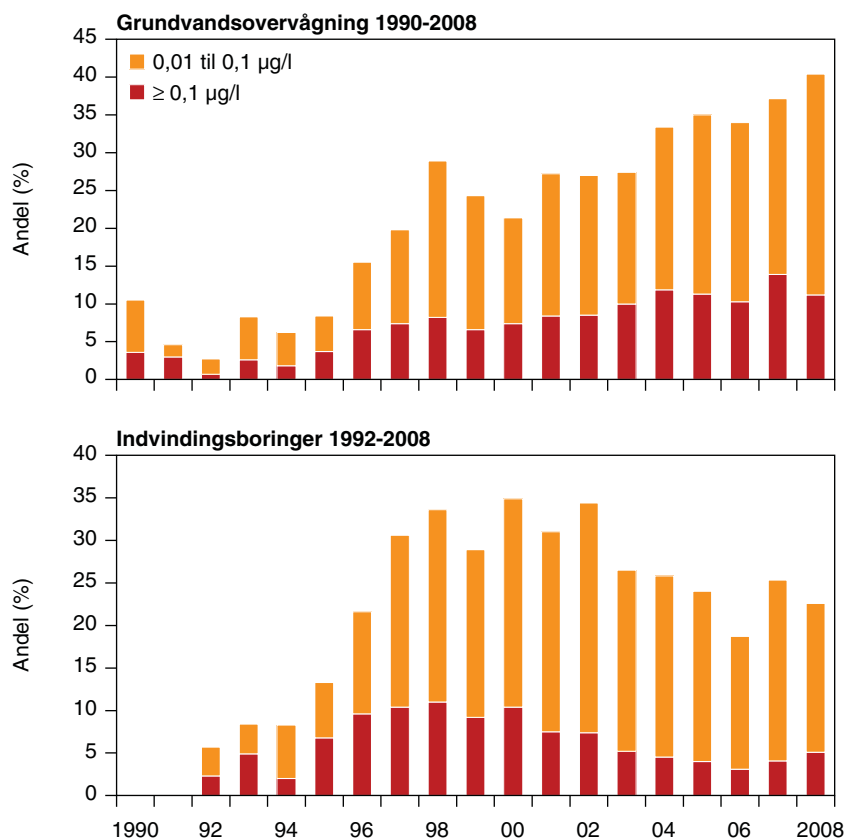
### **6.5.1 Målsætning**

Pesticidindholdet i drikkevand og grundvand må ikke overstige 0,1 µg/l for enkeltstoffer. De enkelte stoffer er pesticider og nedbrydningsprodukter heraf. Forekommer der flere stoffer, må den samlede sum ikke overstige 0,5 µg/l. Grænseværdierne er fastsat i bl.a. EU's drikkevandsdirektiv (Europaparlamentet og Rådet, 1998), Drikkevandsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2006) og EU's grundvandsdirektiv (Europaparlamentet og Rådet, 2006) ud fra et princip om, at der ikke må være pesticider i grundvand eller drikkevand. Grænseværdierne er ikke fastsat ud fra en direkte sundhedsmæssig vurdering af stofferne.

### **6.5.2 Pesticider i grundvand i 2008**

Pesticider blev i 2008 fundet i grundvandsovervågningen med fundhyppighed på ca. 40%, hvilket var en lille stigning i forhold til de foregående år (figur 6.7). Det stigende antal fund af pesticider i grundvandsovervågningen frem til 1998 afspejler, at grundvandet i denne periode er blevet analyseret for et stigende antal pesticider og nedbrydningsprodukter. Siden 2004 har der udelukkende været analyser af pesticider i ungt grundvand (dannet efter ca. 1950). De seneste tre år er det de samme indtag, der er analyseret, og den stigende fundhyppighed afspejler således stigende omfang af forekomst af stofferne i grundvandet. I 2008 blev der fundet overskridelse af grænseværdien for pesticider i grundvand og drikkevand i 11% af de undersøgte indtag.

**Figur 6.7.** Hyppighed af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen i perioden 1990 – 2008 og ved vandværkernes boringskontrol i perioden 1996-2008 (Thorling (red.) 2010).



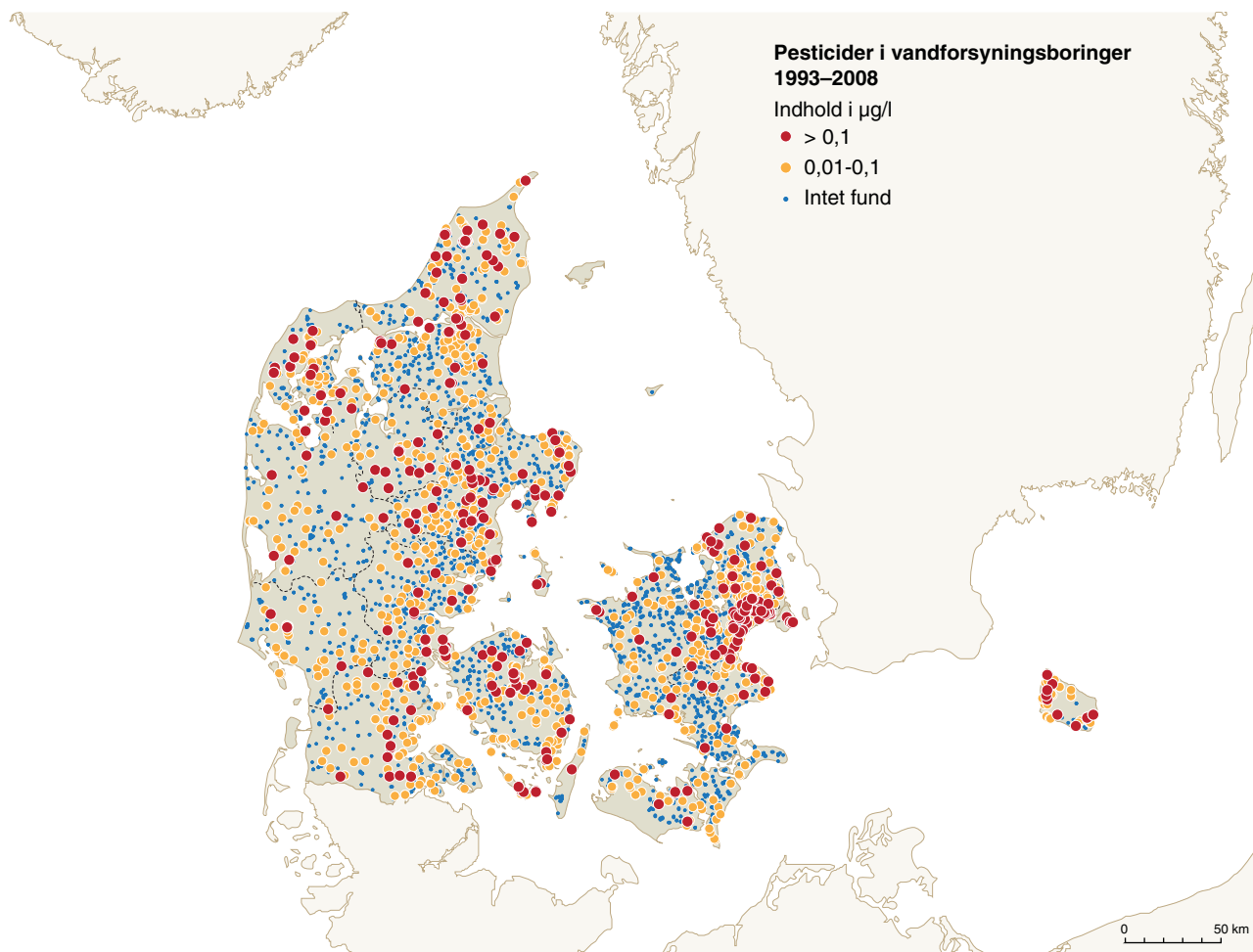
Mønstret for pesticidfund ved vandværkernes indvindingsboringer svarer ikke til mønstret ved boringerne i grundvandsovervågningen. Andelen af indvindingsboringer med overskridelse af grænseværdien for drikkevand var i 2006 den laveste siden 1995. Grænseværdien for drikkevand var i 2006 overskredet i 3% af de undersøgte boringer, og der blev fundet pesticider i 21%. I 2007 og 2008 har der været en lille stigning i hyppigheden af overskridelse af grænseværdien i forhold til i 2006. De seneste års fald i andelen af boringer med fund over grænseværdien for drikkevand skyldes, at vandværkerne tager forurenede boringer ud af drift. Årsagen til den stigende andel af pesticidpåvirkede boringer op gennem 90'erne er ikke, at grundvandet er blevet mere forurenet, men at mange vandværker har analyseret for et stigende antal pesticider og nedbrydningsprodukter.

Det mest anvendte pesticid i Danmark, glyphosat og dets nedbrydningsprodukt, AMPA er i stigende omfang fundet i det højtliggende grundvand. Glyphosat var ved en opgørelse i 2008 det pesticid, der var fundet med tredjestørst hyppighed i vandværkernes boringskontrol. BAM, som er et nedbrydningsprodukt af det ikke længere tilladte pesticid 2,6-dichlobenil, som var det aktive stof i bl.a. ukrudtsmidlet Prefix, blev fundet hyppigst i såvel grundvandsovervågningen som vandværkernes boringskontrol.

### 6.5.3 Regional fordeling

Ved de større byer er der fundet mange pesticider og nedbrydningsprodukter. BAM og 2,6-dichlobenil er dominerende. Desuden er der tilsyneladende en overrepræsentation af pesticidfund i lerede områder, hvor

der også er den største befolkningstæthed (figur 6.8). På sandede jyske hedesletter og på den tidligere havbund i Nordjylland er der kun få fund af pesticider. Dette kan forklares med, at vandværkerne generelt indvinder fra større dybder her end i resten af landet pga. nitrat i det øverste grundvand.



**Figur 6.8.** Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter ved vandværkernes kontrol af indvindingsboringer til og med 2008. Kun aktive indvindingsboringer er medtaget i figuren. Boringer, hvor der er fundet pesticider en eller flere gange, er vist som fund. Den enkelte boring indeholder derfor ikke nødvendigvis pesticider i dag (Thorling (red.) 2010).

## 6.6 Organiske mikroforureninger i grundvand

Organiske mikroforureninger omfatter et stort antal miljøfremmede stoffer, der anvendes bredt i det moderne samfund. Grundvandsovervågningen omfatter et antal udvalgte stoffer indenfor bl.a. klorerede opløsningsmidler, nonylphenoler og detergenter. Målingerne ved vandværkernes boringskontrol er i et vist omfang baseret på erkendte risici for forurening af grundvandet indenfor det enkelte vandværks indvindingsopland.

Ved grundvandsovervågningen i 2007 og 2008 er der undersøgt for organiske mikroforureninger i ca. 585 indtag. Aromatiske kulbrinter blev fundet hyppigst med en hyppighed på 16%. Vinylklorid overskred grænseværdien for drikkevand i ca. 1% af de undersøgte indtag.

Opløsningsmidlerne toluen og xylen blev fundet i ca. 7% af de ny-etablerede terrænnære indtag. Stofferne er også som noget nyt fundet i ældre forurenede indtag.

Ved vandværkernes boringskontrol er alle boringer blevet undersøgt indenfor perioden 2004-2008. Flere stoffer er i enkelte tilfælde fundet i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand, det gælder for pentaklorfenol, PAH-forbindelsen benz(a)pyren og vinylklorid. Desuden er nogle klorerede opløsningsmidler, triklorethylen og tetraklorethylen, de såkaldte renseristoffer, fundet i en række boringer.

## 7 Vandløb

### 7.1 Vandløbene

De vigtigste miljøproblemer i danske vandløb er, at kvaliteten af levestederne for planter og dyr er forringet som en følge af vandløbsreguleringer, spærringer og vandløbsvedligeholdelse, og at vandløb forurenes af nedbrydeligt, organisk stof, der udledes med spildevand. Herudover mindsker vandindvinding i oplandet vandføringen i nogle vandløb, især omkring de store byer, og i områder med jernholdige lavbundsarealer har dræning ført til forurening med okker.

Forurening med organisk stof er i vidt omfang afhjulpet ved biologisk rensning af spildevand, og virkningen af denne indsats har vist sig hurtigt i vandløbene. Derimod vil et reguleret og kanaliseret vandløb kun langsomt af sig selv kunne genskabe sit naturlige fysiske forløb og dermed levestederne for dyr og planter.

#### 7.1.1 Overvågningsprogrammet

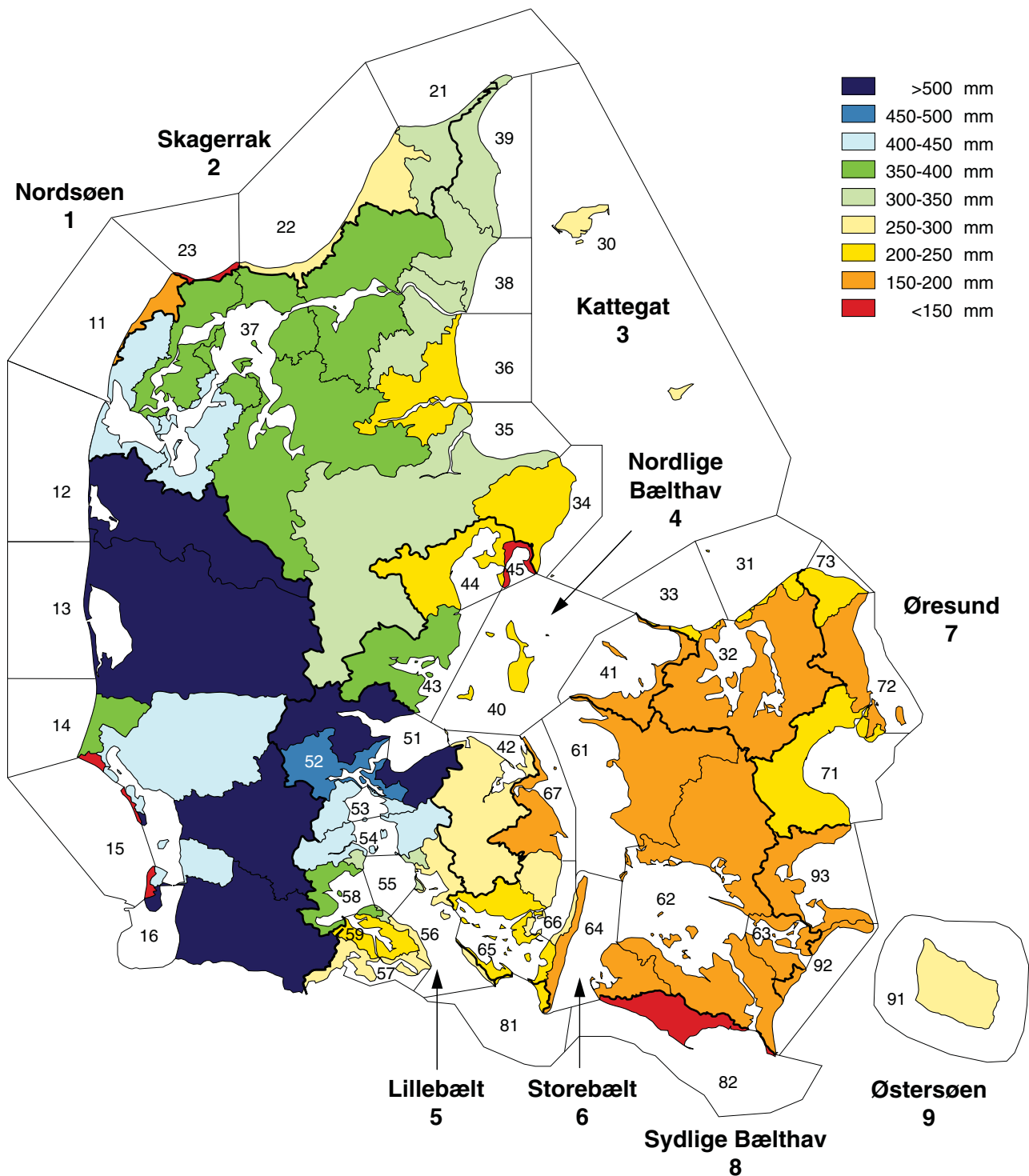
Overvågningsprogrammet var i 2008 sammensat således, at måleresultaterne giver oplysning om tre vigtige forhold:

- *Den økologiske tilstand på et repræsentativt stationsnet.* Et nøgleelement heri er undersøgelser af smådyrsfaunaen, idet der også undersøges for andre forhold ved 800 repræsentative stationer 1-2 gange i løbet af hver 6 års periode. 250 stationer undersøges dog hvert år. Desuden laves mere omfattende biologiske undersøgelser hvert år ved 50 stationer, incl. undersøgelser af vandplanter, fisk og de vandløbsnære arealer.
- *Koncentrationer af næringsstoffer i vandløb med forskellige typer af belastning.* Målinger i vandløb i naturoplande giver indikationer af, hvordan næringssaltniveauerne ville have været helt uden forurening, og ved sammenligning med målingerne fra vandløb i landbrugsoplande kan niveauet af dyrkningsbidraget beregnes.
- *Transport af næringsstoffer med vandløb til marine områder og nogle søer.* Denne transport bestemmes bl.a. ud fra daglige opgørelser af vandføring og måling af indhold af næringssalte, organisk stof mv. 12-24 gange om året.

#### 7.1.2 Klima og afstrømning i 2008

Den gennemsnitlige ferskvandsafstrømning var på 347 mm, svarende til ca. 15.000 millioner m<sup>3</sup>, hvilket kun er lidt mere end normalt. Imidlertid har 8 ud af de seneste 11 år været mere nedbørsrige end normalt (1961-90 gennemsnit, se figur 1.2), og vandføringen i vandløb var derfor også større end normalt. Det øger også udvaskningen. På grund af geografiske forskelle i nedbørsmængden er der store forskelle i vandløbsafstrømningen mellem landsdelene (figur 7.1).





**Figur 7.1.** Ferskvandsafstrømningen (i mm) til 2. ordens marine kystafsnit i 2008 (afsnit 16 og 37 er underopdelt på 3. orden) (Wiberg-Larsen (red.) 2010).

Oplandene til det sydlige Bælthav, Storebælt, Østersøen og Øresund havde de laveste ferskvandsafstrømninger, typisk mellem 150 og 300 mm. De største afstrømninger forekom som normalt i Vestjylland med et niveau på omkring 500 mm.

### 7.1.3 Opfyldelse af målsætning

Vandløbene har været målsat i amternes regionplaner, som er gældende indtil der endeligt er vedtaget vandplaner. Vandplanerne, som forventes

offentliggjort i udkast i nær fremtid, vil indeholde målsætninger fastsat ud fra ensartede kriterier i henhold til EU's vandrammedirektiv.

Der er ikke i denne rapport foretaget en vurdering af målopfyldelse efter amternes målsætning, idet de forventes at være forældede, men heller ikke i forhold til målene i vandplanerne, idet de ikke kendes i skrivende stund.

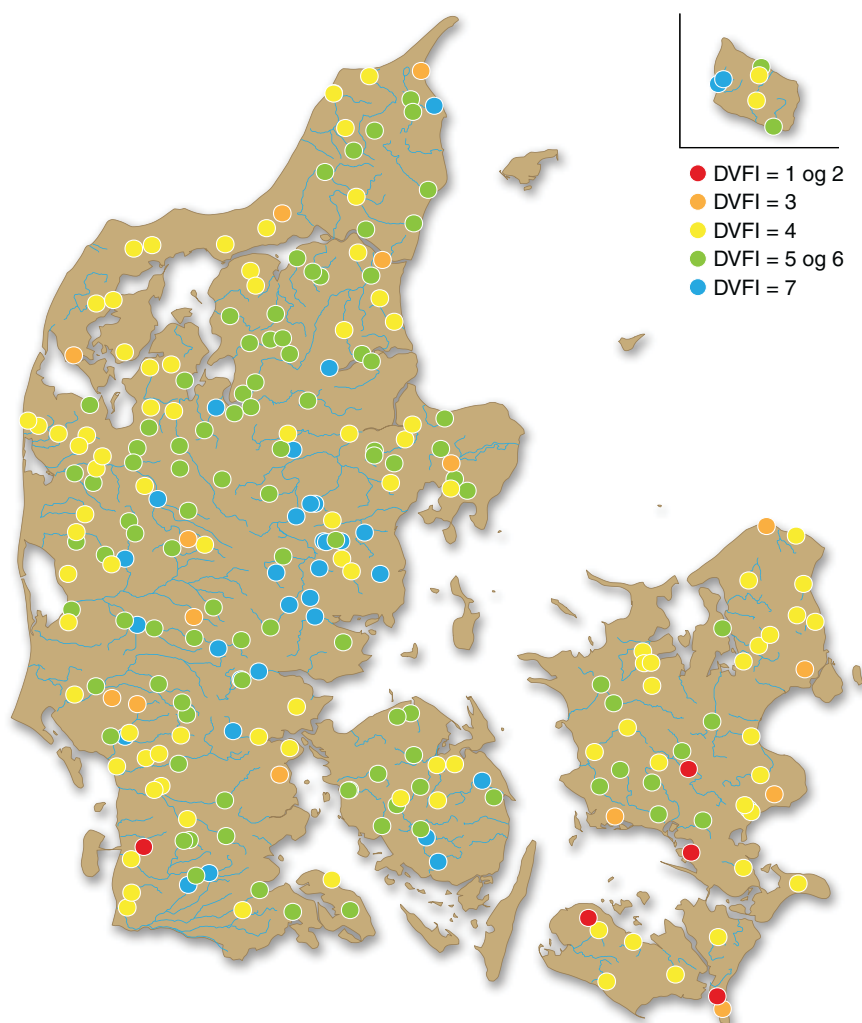
## 7.2 Biologisk vandløbskvalitet – smådyr

Den biologiske vandløbskvalitet bedømmes først og fremmest ud fra de smådyr, der findes i vandløbet. Faunaen karakteriseres ved det såkaldte Dansk Vandløbsfaunaindex (DVFI) med værdier fra 1 (meget stærkt påvirket) til 7 (upåvirket).

Faunaklasserne 5, 6 og 7 blev i 2008 fundet i ca. 54% af vandløbene og er karakteristiske for forholdsvis rene og fysisk varierede vandløb (figur 7.2).

**Figur 7.2.** Miljøtilstanden i 2008 i danske vandløb illustreret ved hjælp af smådyrsfaunaen. Blå cirkler (DVFI 7) illustrerer vandløb med en naturlig eller kun svagt påvirket smådyrsfauna. Røde cirkler (DVFI 1 og 2) illustrerer vandløb med en kraftigt forringet smådyrsfauna. Opdelingen af DVFI værdierne i 5 kvalitetsklasser er foretaget ud fra den p.t. gældende opfattelse af klassifikationen efter Vandrammedirektivet (Wiberg-Larsen (red.) 2010).

**Dansk Vandløbsfauna Indeks (DVFI) i 2008**



### 7.2.1 Forskelle i vandløbskvalitet

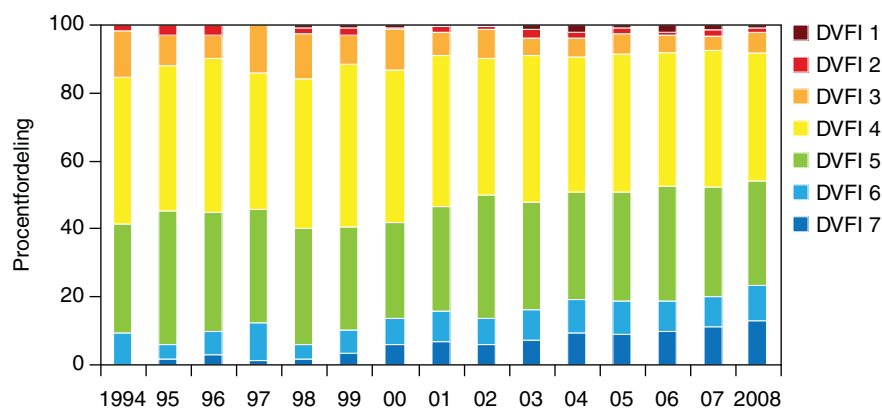
Generelt havde de større vandløb en bedre miljøkvalitet end de små vandløb i 2008. Andelen af vandløb med faunaklasserne 6 og 7 steg således med stigende bredde fra 19% (0-2m) til 35% (>10m). Samtidig er der ingen af de større vandløb, der har dårligere faunaklasse end 4. Regionalt er vandløbenes tilstand bedst i Jylland, på Fyn og Bornholm.

### 7.2.2 Udvikling i biologisk vandløbskvalitet

Der er ikke anvendt samme undersøgelsesmetode og vandløbsstationer i hele overvågningsperioden fra 1989. Kun data tilbage fra 1994 har derfor indgået ved beskrivelse af udviklingen.

I sammenstillingen af udviklingen i den biologiske vandløbskvalitet i figur 7.3 er der taget udgangspunkt i de 250 stationer, der indgår hvert år i NOVANA programmet. Fordelingen af DVFI værdier viser, at andelen af stationer med DVFI 5, 6 og 7 er øget fra 42% i 1994 til 54% i 2008.

**Figur 7.3.** Miljøtilstanden i de danske vandløb i perioden 1994-2008. Blå og grøn illustrerer de rene og fysisk gode vandløb (faunaklasserne 5, 6 og 7) (Wi-berg-Larsen (red.) 2010).



### 7.2.3 Konklusion vedrørende biologisk vandløbskvalitet

Sammenfattende kan det konkluderes, at den biologiske kvalitet af de undersøgte vandløb er langsomt forbedret siden 1994, så at der i 2008 var god kvalitet (dvs. DVFI > 5) i godt halvdelen af vandløbene. Forbedringerne skyldes primært en bedre spildevandsrensning og i et vist omfang forbedrede fysiske forhold som følge af en mere miljøvenlig vandløbsvedligeholdelse. Dette støttes også af de regionale undersøgelser udført af de tidligere amter.

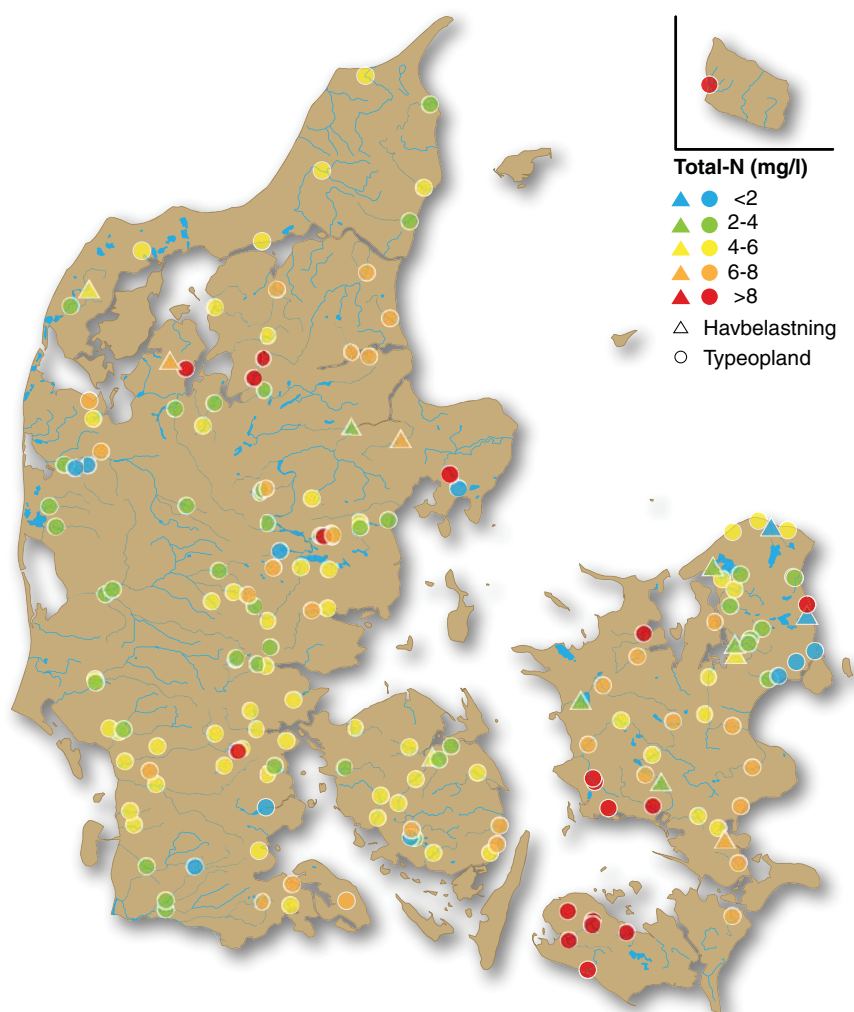
## 7.3 Kvælstof i vandløb

Kvælstofindholdet i vandløb har generelt ingen betydning for den biologiske kvalitet i vandløb, men det er alligevel vigtigt, fordi kvælstof via vandløbene transporteres til søer og marine områder. Størstedelen af kvælstofindholdet i danske vandløb stammer fra udvaskning fra dyrkede marker, mens den naturbetingede baggrunds-tilførsel og de forskellige former for spildevand giver mindre bidrag.

### 7.3.1 Kvælstofkoncentrationer i 2008

Vandløb i Vestjylland har generelt en lavere koncentration af kvælstof end vandløb øst for israndslinien (figur 7.4). I Vestjylland siver en stor del af regnvandet lang vej gennem reducerende (iltfrie) grundvandsmagasiner, før det når frem til vandløb. Undervejs bliver nitrat omsat ved biologisk eller kemisk denitrifikation. I østdanske vandløb strømmer en stor del af nedbøren med sit kvælstofindhold gennem øvre grundvandsmagasiner eller dræn uden at passere iltfrie zoner. Derfor bliver der ikke fjernet så meget nitrat fra vandet, inden det når frem til vandløb. Lave kvælstofindhold findes også i afløb fra søer, fordi der også i søer fjernes betydelige mængder kvælstof ved denitrifikation. De laveste kvælstofindhold findes i vandløb, der afvander naturarealer og skov.

**Figur 7.4.** Koncentrationen af total kvælstof i vandløb i 2008. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier (Wiberg-Larsen (red.) 2010).



Kvælstofniveauet afhænger af arealanvendelsen i vandløbsoplandet. I vandløb i de dyrkede oplande er kvælstofkoncentrationen ca. 4 gange højere end i naturoplandene, og spildevandstilførsel har generelt ikke nogen særlig betydning for kvælstofniveauet (tabel 7.1). De store forskelle (standardafvigelse) inden for samme belastningstype skyldes forskelle i geologi og dyrkningspraksis i de forskellige oplande.

**Tabel 7.1.** Gennemsnitlig koncentration og arealkoefficient af total kvælstof i 2008 i vandløb med forskellig type af påvirkninger. Standardafvigelse er vist i parentes (Wiberg-Larsen (red.) 2010).

Belastningstype	Antal vandløb	Kvælstofkoncentration (mg N/l). Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier	Arealkoefficient (kg N/ha)
Naturvandløb	9*	1,3 (0,6)	-
Landbrug og punktkilder	57	4,5 (1,8)	15,5 (7,6)
Landbrug uden punktkilder	98	5,5 (2,3)	15,0 (7,5)

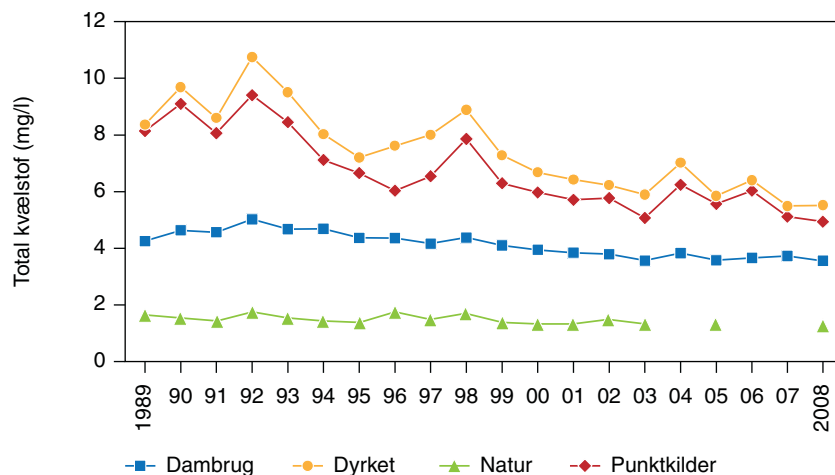
\* Data fra 2005.

Arealkoefficienterne for landbrugsoplande med og uden byspildevand var lavere i 2008 end fx 2007 som følge af den mindre afstrømning i 2008.

### 7.3.2 Udvikling siden 1989

Kvælstofkoncentrationen i vandløbene er generelt faldende, bortset fra naturvandløbene, hvor den stort set er uændret. Faldet har været tydeligt i de vandløb, der er klassificeret som beliggende i dyrkede oplande, eller som modtager betydende udledninger af by- eller industrispildevand (figur 7.5). I vandløb med betydelige udledninger fra dambrug har der kun været en mindre reduktion. Her har koncentrationsniveauet dog været lavere gennem hele perioden, primært fordi dambrugsdrift er koncentreret i grundvandsfødte vandløb i egne, hvor nitratindholdet i grundvandet er lavt.

**Figur 7.5.** Udvikling i kvælstofkoncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger, klassificeret ud fra forholdene i 1991 (Wiberg-Larsen (red.) 2010).



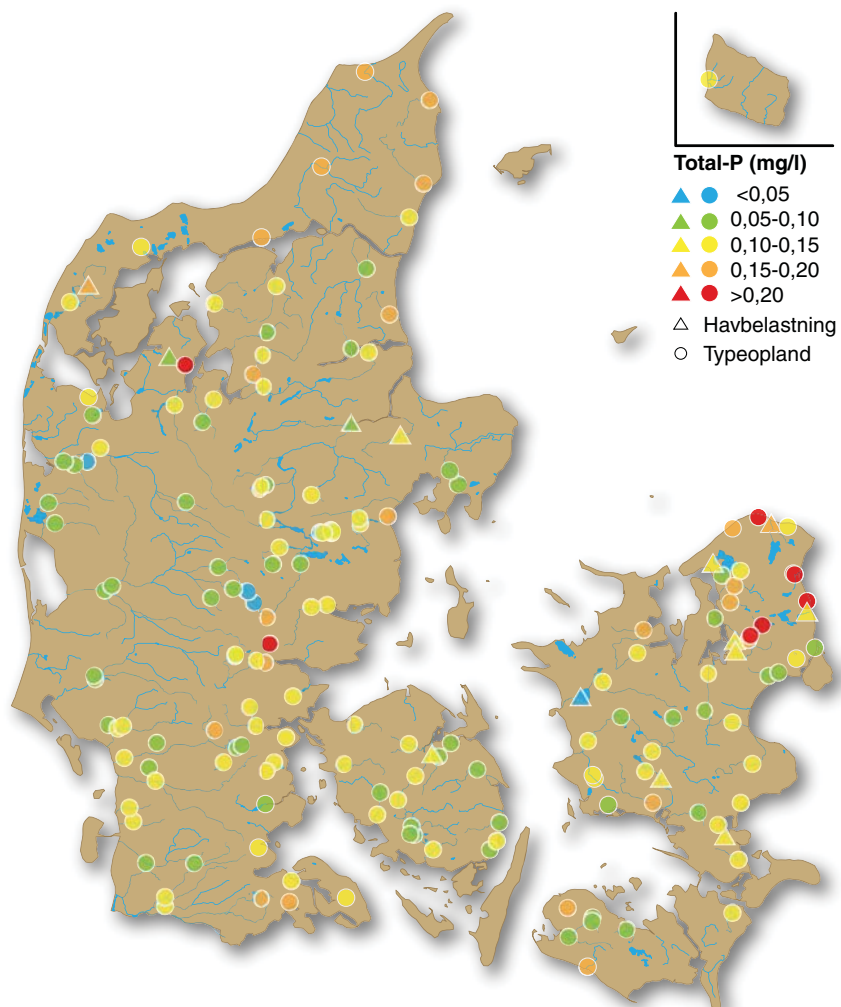
## 7.4 Fosfor i vandløb

Fosforindholdet i vandløb har kun mindre betydning for den biologiske kvalitet i vandløb. Fosforindholdet er alligevel vigtigt, fordi fosfor transporteres via vandløb til nedstrøms søer og marine områder. Fosforindholdet i danske vandløb kommer fra tre hovedkilder: naturbetinget baggrundsbidrag, dyrkede marker og diverse spildevandskilder. Størrelsen af disse kilder varierer stærkt fra vandløb til vandløb afhængig af spildevandsudledninger, arealudnyttelsen og de geologiske forhold.

#### 7.4.1 Total fosfor i vandløb 2008

Høje fosforkoncentrationer findes især i tæt befolkede områder som fx Nordsjælland, se figur 7.6. Her er der kun en lille fortynding af det spildevand, der udledes til vandløb, herunder spildevand fra spredt bebyggelse.

**Figur 7.6.** Koncentrationen af total fosfor i vandløb i 2008. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier (Wiberg-Larsen (red.) 2010).



Koncentrationen af fosfor i vandløb, som ligger i dyrkede oplande, eller hvor der er væsentlige udledninger fra punktkilder, var i 2008 gennemsnitligt 2-3 gange højere end niveauet målt i naturvandløb (tabel 7.2). Der er dog forskel på vandløb, som kun påvirkes af landbrugsdrift og spredt bebyggelse udenfor kloakering, og vandløb som også belastes med spildevand fra byer, idet de højeste indhold af fosfor er fundet i vandløb, som modtager byspildevand.

**Tabel 7.2.** Gennemsnitlig koncentration og arealkoefficient af total fosfor i 2008 i vandløb med forskellig type af påvirkninger. Standardafvigelse i parentes (Wiberg-Larsen (red.) 2010).

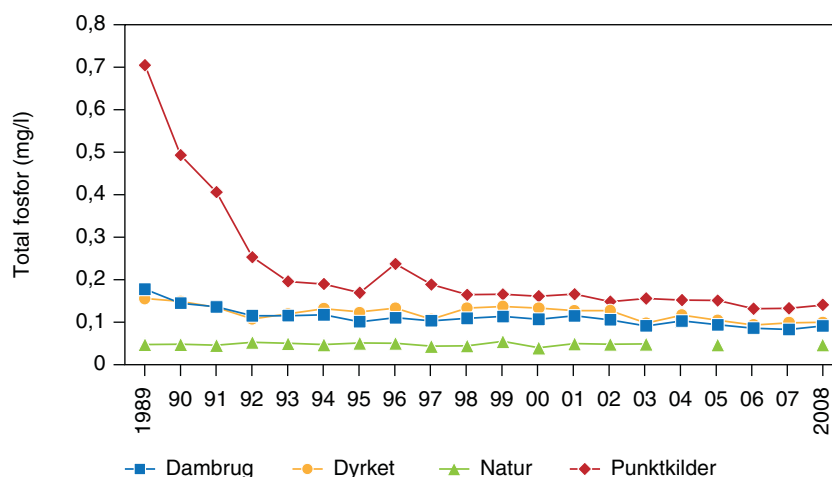
	Antal vandløb	Fosforkoncentration (mg P l <sup>-1</sup> ) Gennemsnit af vandførings- vægtede årsmiddelværdier	Arealkoefficient (kg P ha <sup>-1</sup> )
Naturvandløb	9	0,06 (0,03)	-
Landbrug og punktkilder	57	0,14 (0,07)	0,49 (0,25)
Landbrug uden punktkilder	77	0,11 (0,03)	0,32 (0,21)

Ligesom for kvælstof er arealkoefficienten for fosfor også afhængig af det enkelte års vandafstrømning, og koefficienterne for landbrugsoplande med og uden byspildevand er lavere i 2008 end i 2007. Derimod er fosforkoncentrationen i 2008 nogenlunde uændret i forhold til de foregående år.

#### 7.4.2 Udvikling siden 1989

Koncentrationen af total fosfor i punktkildebelastede vandløb er faldet markant gennem første halvdel af 1990'erne og er nu kun lidt højere end i dyrkningspåvirkede vandløb (figur 7.7). Faldet skyldes udbygningen af renseanlæg med fosforfjernelse, også ofte på små anlæg for at beskytte lokale recipienter. Faldet først i 1990'erne er en fortsættelse af fald som følge af tidligere iværksat fosforfjernelse og stop for udledning af møddingsvand mv. I dambrugspåvirkede vandløb er fosforkoncentrationen også faldet som følge af formindskede udledninger fra dambrug. I naturvandløb er der ingen signifikant ændring, og i vandløb i dyrkede områder er der forskelligt rettede ændringer, men med en klar overvægt af vandløb med fald i koncentrationen. Fald i fosfor her kan både skyldes reduktion i udledning af spildevand fra spredt bebyggelse og ændrede driftsformer i landbruget.

**Figur 7.7.** Udvikling i fosforkoncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger, klassificeret ud fra forholdene i 1991 (Wiberg-Larsen (red.) 2010).



## 8 Søer

### 8.1 Søerne

Det vigtigste miljøproblem i danske søer er, at algemængden i vandet er meget stor, især som følge af tilførsel af fosfor fra spildevand og landbrug. Store algemængder gør vandet uklart, mindsker forekomst af bundplanter, giver iltproblemer ved bunden og ændrer derved hele søens plante- og dyreliv.

Fosforfjernelse på renseanlæg og afskæring af spildevand har afgørende mindsket tilførslen af fosfor fra spildevand. Det har mindsket forureningen i mange søer, men forbedringerne i søerne er begrænsede af, at der stadig sker en betydelig tilførsel af fosfor fra dyrkede arealer, med spildevand fra spredt bebyggelse og regnvandsafstrømning fra byer. Desuden sker forbedringer i søer generelt meget langsomt, fordi der fra søbunden sker en frigivelse af ophobet fosfor, der stammer fra tidligere tiders spildevandsudledninger.

#### 8.1.1 Overvågningsprogrammet

Overvågningsprogrammet omfatter:

- Intensivt undersøgte søer: Undersøgelser hvert år, incl. målinger af stoftilførsel i 19 søer.
- Ekstensivt undersøgte søer større end 5 ha: Undersøgelser hvert 3. år: Vandkemi, plankton, planter. Hvert 6. år: Bunddyr og fisk.
- Ekstensivt undersøgte søer 0,1-5 ha: Undersøgelser hver 6. år af vandkemi og planter.
- Ekstensivt undersøgte søer 0,01-0,1 ha: Undersøgelser hver 6. år af vandkemi, planter og padder.

#### 8.1.2 Målsætning for søer

Målsætningen for miljøkvaliteten i den enkelte sø var fastsat i amternes regionplaner, dog således at der for mange små søer er fastsat fælles, generelle kvalitetsmål. Målsætningerne er oftest specificerede med krav til fosfor, klorofyl eller sigtdybde og evt. dybdegrænse for bundplanter. De vandplaner, som forventes udsendt i nær fremtid i udkast, vil indeholde målsætninger fastsat ud fra ensartede kriterier i henhold til EU's vandrammedirektiv.

Der foretages derfor ingen sammenligning mellem tilstand i de overvågede søer og opstillede målsætninger.

#### 8.1.3 Udvikling i miljøkvalitet

Overvågningsresultaterne for de intensivt overvågede søer viser, at der siden 1989 er sket en forbedring i miljøtilstanden som følge af en reduktion i fosfortilførslen. Omfanget af reduktionen er meget forskellig fra sø til sø afhængig af hvilke kilder, det har været muligt at mindske. Også



kvælstoftilførsel og kvælstofindhold i søerne er mindsket som følge af mindsket nitratudvaskning. De biologiske parametre viser forbedringer næsten på linje med forbedringerne i næringsstofindhold (tabel 8.1).

Fosforkoncentrationen i de ekstensivt overvågede søer er højere end i de intensivt overvågede søer og stigende med aftagende søstørrelse (tabel 8.2). Fosforkoncentrationen influerer på sigtdybden, som derfor er aftagende med søstørrelsen.

**Tabel 8.1.** Statistisk signifikante udviklinger for udvalgte nøgleparametre (sommergennemsnit) i miljøtilstanden i 19 intensivt overvågede søer siden 1989 (Jørgensen et al. 2010).

Parameter	Forbedret	Forværret	Uændret
P-søkoncentration	11	1	7
N-søkoncentration	13	0	6
Sigt dybde	12	2	5
Klorofyl <i>a</i>	10	2	7

**Tabel 8.2.** Miljøtilstanden i de fire typer af overvågnings søer illustreret ved udvalgte nøgleparametre. Der er angivet medianværdier for sommerperioden. 2008 data for de intensive søer, 2006 – 2008 ekstensiv 1 søer, 2004 – 2008 for ekstensiv 2 og - 3 søer (Jørgensen et al. 2010)

Parameter	Intensive	Eks 1	Eks 2	Eks 3
Antal søer	19	198	213	279
P-søkoncentration (mg P/l)	0,072	0,099	0,163	0,350
N-søkoncentration (mg N/l)	1,18	1,44	1,64	2,15
Sigt dybde (m)	1,4	0,9	0,9	0,5
Klorofyl <i>a</i> (µg/l)	31,3	39,2	38,7	28

For de mindste søer (ekstensiv 3 som er mindre end 1000 m<sup>2</sup>) eller vandhuller er der andre forhold, som påvirker indholdet af klorofyl, så der fx er et lavere klorofylindhold i disse søer trods et højere fosforindhold. Det kan fx være, fordi der normalt ikke forekommer fisk i disse vandhuller.

## 8.2 Fosfor i søer – status og udvikling

### 8.2.1 Fosfortilførsel til de intensivt undersøgte søer

Fosforkoncentrationen i det vand, der strømmer til søerne, er reduceret betragteligt i løbet af overvågningsperioden, idet koncentrationen i gennemsnit var 0,2 mg P/l i perioden 1989-1997, mens den i 2008 var 0,095 mg P/l. Til sammenligning var gennemsnitskoncentrationen i vandløb i landbrugsområder uden punktkilder ca. 0,1 mg P/l.

### 8.2.2 Fosforindhold i søvandet

Der er generelt højt fosforindhold i søerne overalt i Danmark. I helt uforurenedede søer vil fosforindholdet normalt være lavere end 0,025 mg/l, og kun nogle få søer i Jylland har et fosforniveau under dette.

Fosforindholdet er generelt størst i de små søer og damme (eks. 3 i tabel 8.2). De høje indhold i små søer og damme kan skyldes, at der hidtil ikke har været fokus på at mindske tilførslerne til de små søer, og at de lav-

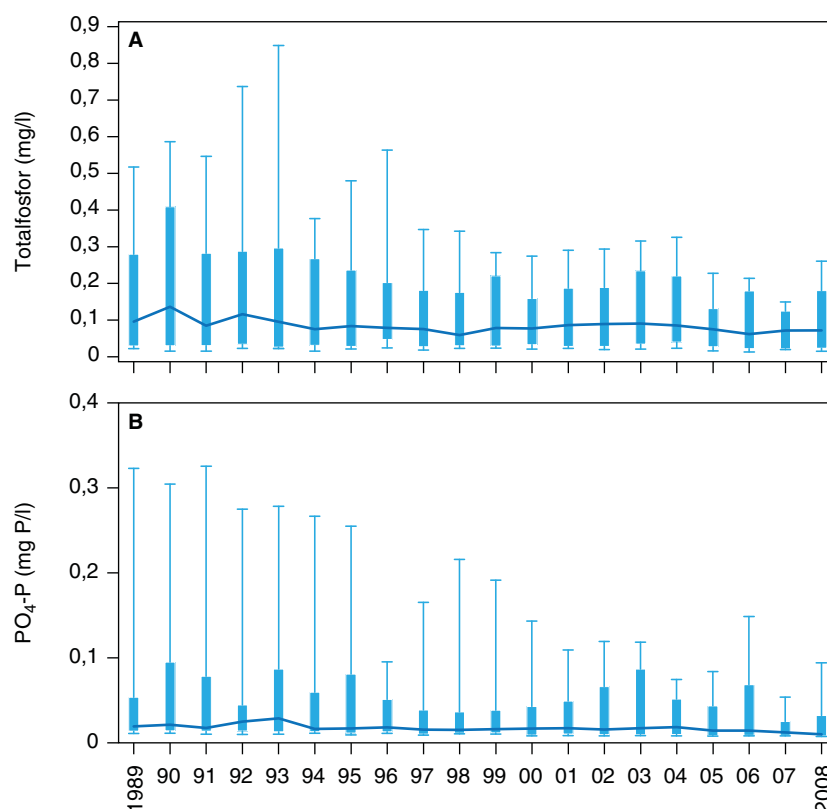
vandede søer er mest påvirkede af fosforfrigørelse fra bunden om sommeren.

### 8.2.3 Udvikling i fosforindhold

Fosfortilførslerne er især mindsket i 1980'erne og 1990'erne som følge af spildevandsrensning, afskæring af spildevand og stop for ulovlige landbrugsudledninger.

Fosforindholdet i de intensivt undersøgte søer er mindsket i de søer, der tidligere modtog store spildevandsbidrag (figur 8.1). Årsgennemsnittet (ikke vist i fig. 8.1) for total fosfor i søvandet i de 19 søer, der alle er undersøgt i perioden 1989-2008, er mindsket fra 0,158 mg/l i 1989-96 til 0,083 mg/l i 2008 og uorganisk, opløst fosfat fra 0,064 til 0,023 mg/l. I 11 af de 19 søer har der været et signifikant fald i fosforkoncentrationen (tabel 8.1).

**Figur 8.1.** Udviklingen i sommergennemsnit for søkoncentrationen af øverst: totalfosfor og nederst: orthofosfat (mg P/l) i de 19 intensive søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90% fraktiler. Linjen viser medianværdien (Jørgensen et al. 2010).



### 8.3 Kvælstof i søer

Kvælstof er ligesom fosfor et plantenæringsstof, der har betydning for algerne i søerne, selv om fosfor i de fleste søer oftest er den begrænsende faktor. Nyere resultater peger på, at kvælstof spiller en væsentlig rolle for undervandsplanterne, og at høje kvælstofkoncentrationer kan gøre det vanskeligere at opnå klarvandede forhold. I søerne foregår der en denitrifikation, som mindsker den mængde kvælstof, der transporteres ud af søerne og videre via vandløbene til havet. Overvågningen af kvælstofkoncentrationerne bidrager med viden om denitrifika-

tionskapaciteten og giver dermed muligheder for at vurdere søernes samlede kapacitet til at fjerne kvælstof.

### 8.3.1 Kvælstoftilførsel

Kvælstoftilførslen til de fleste søer domineres af dyrkningsbidraget fra søoplandet. Enkelte søer tilføres også betydende mængder fra luften. Det stammer hovedsageligt fra forbrændingsprocesser og fra ammoniakfordampning fra landbrug (se kapitel 2).

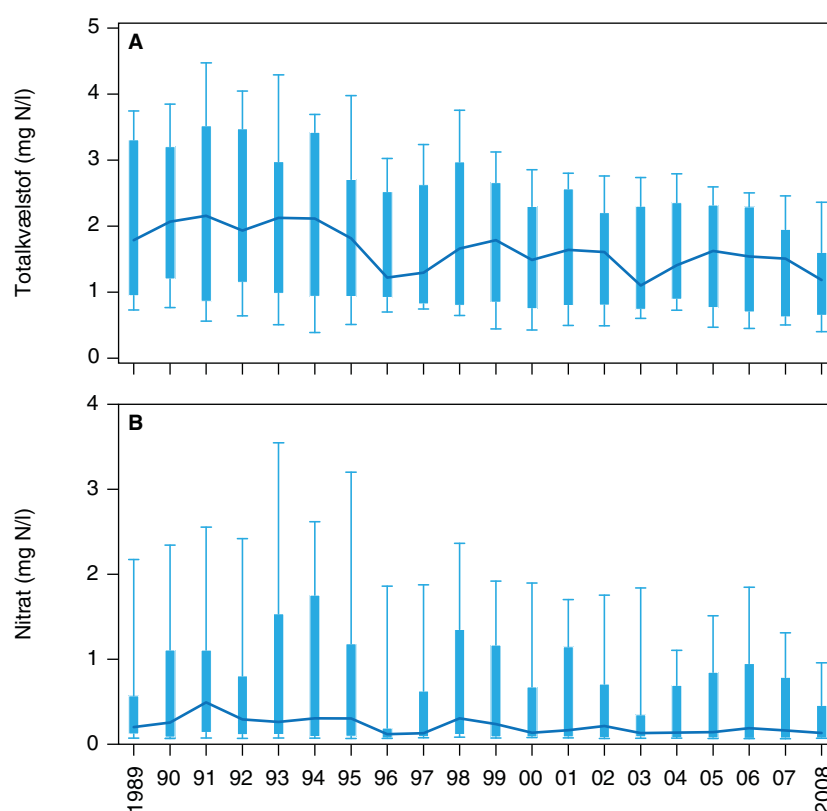
For kvælstof vil der sammenlignet med fosfor ske hurtigere ændringer i indholdet i søvandet, når tilførslerne ændres, fordi mudderbunden ikke i samme omfang som for fosfor fungerer som en stødpude for indholdet i vandet.

### 8.3.2 Kvælstofindhold

Der er ikke som for fosfor en væsentlig forskel på kvælstofindholdet i de små søer sammenlignet med de store (tabel 8.2).

Der har været et fald i kvælstofniveauet i de intensivt overvågede søer siden først i 1990'erne på ca. 35% for sommerperioden (figur 8.2). I de seneste 10 år har niveauet været mere eller mindre uændret. På enkelt søniveau har der i 13 af de 19 intensivt overvågede søer været en signifikant reduktion i indholdet af total kvælstof siden 1989 (tabel 8.1).

**Figur 8.2.** Udviklingen i sommergennemsnit for søkoncentrationen af totalkvælstof og nitrat (mg N/l) i de 19 intensive søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90% fraktiler. Linjen viser medianværdien (Jørgensen et al. 2010).



## 8.4 Planteplankton, sigtddybde og klorofyl

Øgede mængder af alger i vandet er den primære virkning i søerne af øgede næringssalttilførsler. Mængden af alger bestemmes ved at måle indholdet af klorofyl, det grønne farvestof der muliggør fotosyntese i planter. Sigtddybden, som er den dybde, hvor en hvid skive netop kan skimtes, giver også ofte et godt mål for algemængden og for vandkvaliteten.

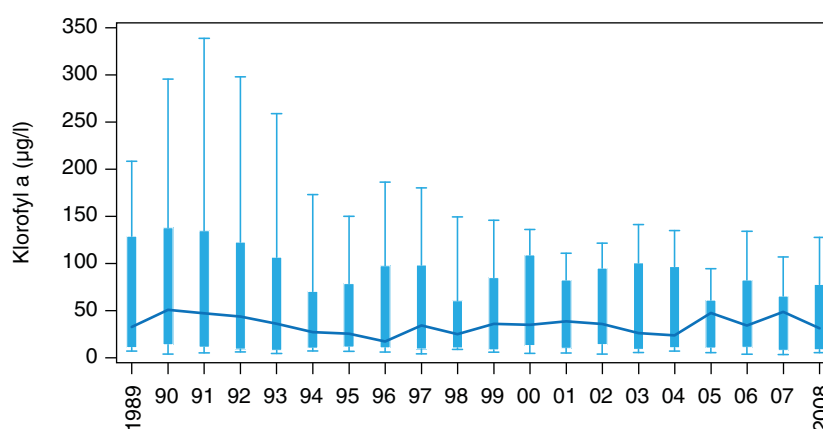
### 8.4.1 Algemængde og sigtddybde i 2008

Medianen for sigtddybde for sommeren 2008 er for intensivt overvågede søer og de 3 størrelsesklasser af ekstensivt overvågede søer vist i tabel 8.2. På samme måde som for fosfor er miljøkvaliteten målt ved sigtddybden generelt dårligere i søer med et mindre søareal. For små søer mindre end 5 ha var medianen af sigtddybde om sommeren i 2008 knap 1 m, mod 1,4 m i de større intensivt overvågede søer. Der er ikke samme fordeling af klorofylindholdet i vandet i forhold til søstørrelsen (tabel 8.2).

### 8.4.2 Udvikling i søernes vandkvalitet

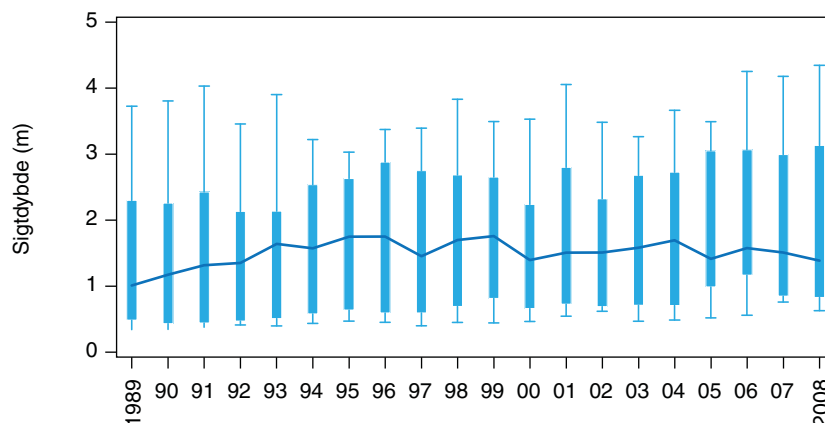
Siden 1989 er indholdet af klorofyl mindsket i de mest forurenede søer, mens medianværdien af målingerne i de 19 søer, der har været undersøgt siden 1989, er stort set uændret (figur 8.3). I 10 ud af de 19 søer har der været en signifikant reduktion i sommermiddelmålingerne.

**Figur 8.3.** Udviklingen i sommergennemsnit for søkoncentrationen af klorofyl *a* ( $\mu\text{g/l}$ ) i de 19 intensiv undersøgte søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90% fraktiler. Linjen viser medianværdien (Jørgensen et al. 2010).



Sigtddybden i de 19 intensivt undersøgte søer har vist en generel stigende tendens siden 1989 med de største stigninger i de søer, hvor sigtddybden i forvejen var størst. Eksempelvis er den maksimale sigtddybde steget fra 3,7 m i 1989-1998 til 5,6 m i 2008. Det generelt reducerede næringsstofniveau i søerne siden overvågningen af vandmiljøet startede i 1989 har således ført til øget sigtddybde. I 12 ud af de 19 intensivt overvågede søer er sommergennemsnit af sigtddybden øget (se tabel 8.1).

**Figur 8.4.** Udviklingen i sigtddybde i de 19 intensiv undersøgte søer, der har været overvåget siden 1989 ud fra sommergennemsnit. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90% fraktiler. Linjen viser medianværdien (Jørgensen et al. 2010).



## 8.5 Undervandsplanter

Undervandsvegetationen er en meget væsentlig parameter for hele søens økologi. Vegetationen har afgørende betydning for blandt andet fiske-sammensætning, dyreplanktonsammensætning, udveksling af næringsstoffer mellem sediment og vand, næringsstofkoncentrationen i vandfasen og iltindholdet i såvel vand som sediment. Undervandsvegetationen er desuden følsom over for forringelser i vandkvaliteten i form af fx reduceret sigtddybde eller øget algemængde/klorofylindhold og dermed en god indikator for vandkvaliteten.

Undervandsplanternes udbredelse er siden 1993/94 og frem til 2008 undersøgt én gang årligt i nogle af de intensivt overvågede søer, således at der er en tidsserie med årlige målinger for 11 søer fra 1993/94-2008.

Siden vegetationsundersøgelsernes start i 1993 er der sket en stigning i såvel relativ plantedækket areal og relativ plantedækket volumen som i vegetationens absolutte dybdegrænse, hvor der i 5 af de 11 søer er sket en forøgelse i dybdegrænsen, mens der ikke er konstateret signifikante ændringer i de øvrige.

## 9 Marine områder

### 9.1 De marine områder

Den vigtigste forureningspåvirkning af de danske marine områder er den eutrofiering (næringsberigelse), der sker som følge af, at tilførslerne af kvælstof og fosfor fra land, via luften og med havstrømme er højere end de naturbetingede niveauer. De mest forurenede marine områder er fjorde med stor tilførsel af næringssalte fra land. Også de åbne dele af de indre danske farvande er påvirkede af de forhøjede næringssalttilførsler. Påvirkningerne forstærkes af, at vandet i de lavvandede, danske farvande ofte er lagdelt. Det øger risikoen for dårlige iltforhold ved bunden.

Der er sket en generel reduktion af næringssaltindholdet i de fleste marine områder siden begyndelsen af 90'erne, men denne forbedring har endnu ikke ført til markante og generelle forbedringer i plante- og dyrelivet.

Miljøtilstanden påvirkes ikke kun af eutrofiering. I mange danske områder findes miljøfremmede stoffer i koncentrationer, der kan have skadelige effekter.

#### 9.1.1 Overvågningsprogrammet

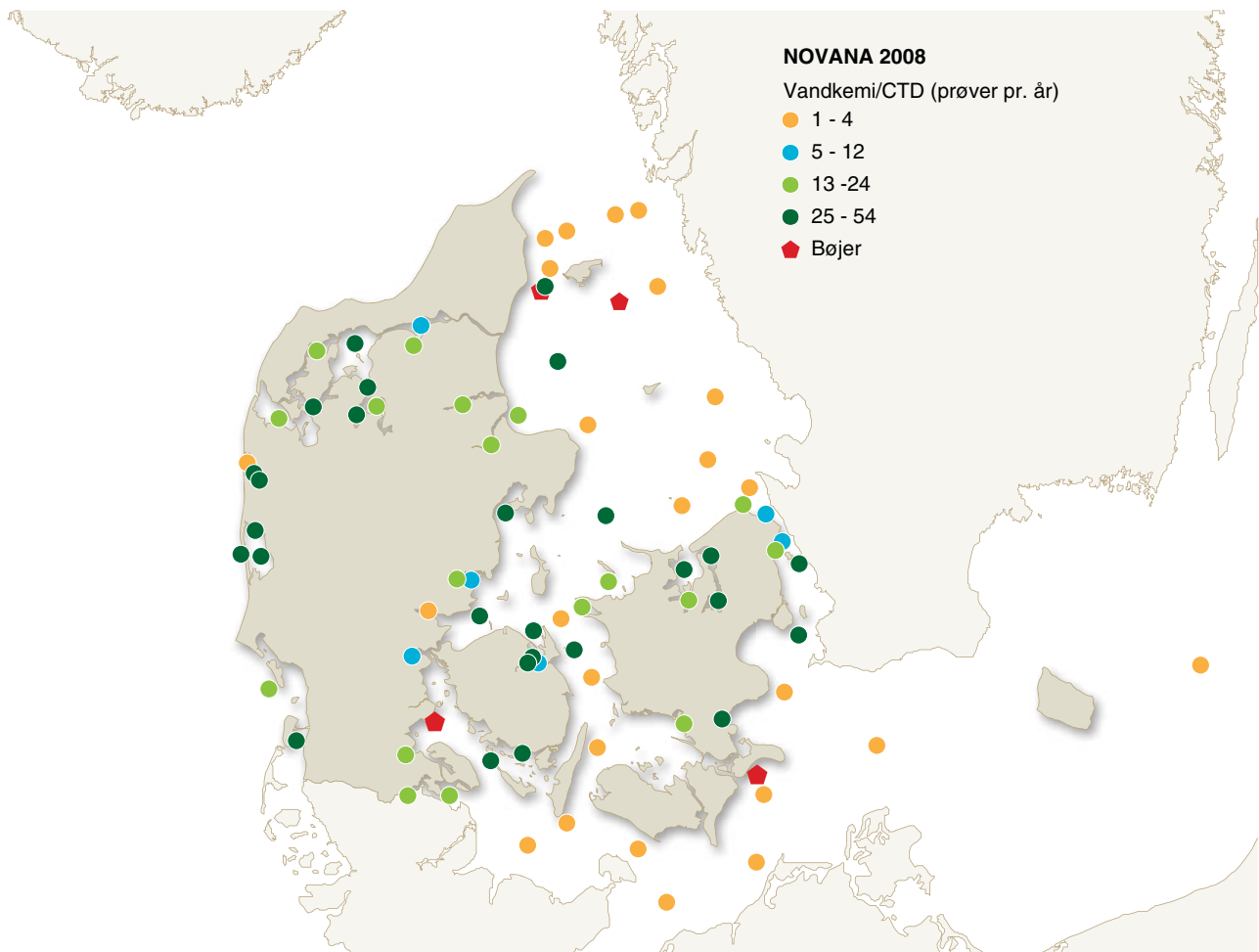
Overvågningsprogrammet NOVANA for de marine områder har i perioden 2004-2008 omfattet følgende overordnede elementer:

- Undersøgelser og modellering af fysiske forhold i vandfasen samt undersøgelser af plankton. Der har været overvåget 34 repræsentative kystområder, heraf 11 intensive samt 14 intensive og 100 ekstensive havstationer (de fleste ekstensive kun til og med 2006).
- Biodiversitet og naturtyper. Overvågningen har omfattet 39 rev, 7 fiskelokaliteter og 845 bundfaunastationer, dog ikke alle hvert år.
- Miljøfarlige stoffer og biologisk effektmonitoring. Overvågningen har omfattet prøver fra sedimenter på 50 lokaliteter, muslinger på 57 lokaliteter, fisk på 5 lokaliteter, og der registreres bioeffekt på 34 lokaliteter, dog ikke alle hvert år.

Som et eksempel på stationernes placering er der i figur 9.1 vist, hvor der tages prøver til vandkemiske analyser i de frie vandmasser.

#### 9.1.2 Klima i 2008

De aktuelle miljøforhold i marine områder er meget afhængige af vejret. Næringssalttilførslerne øges i nedbørsrige perioder, mens blæst øger omrøringen og udskiftningen af vandmasserne og dermed mindsker iltsvind. En stigning i temperaturen vil øge den biologiske omsætning, hvilket medfører øget iltforbrug og forøget styrke af vandsøjlets lagdeling, og dermed behov for større vindenergi for at nedblande ilt fra havoverfladen. Det mest karakteristiske ved 2008 var de høje vand- og lufttemperaturer gennem hele året.



**Figur 9.1.** Prøvetagningsstationer for vandkemi i 2008, som er anvendt i denne rapportering. Bøjestationer, hvis data også er anvendt, er ligeledes vist på figuren (Hjorth & Josefson (red.) 2010).

### 9.1.3 Målsætninger og målsætningsopfyldelse

Målsætningen i amternes regionplaner for fjorde og kystområder var generelt, at der skal være et plante- og dyreliv, der højest er svagt påvirket af menneskelige aktiviteter. De vandplaner, som i nær fremtid forventes udsendt i udkast, vil indeholde målsætninger fastsat ud fra ensartede kriterier i henhold til EU's vandrammedirektiv.

Der er ikke for fjordene og kystområderne foretaget en vurdering af målopfyldelse for 2008.

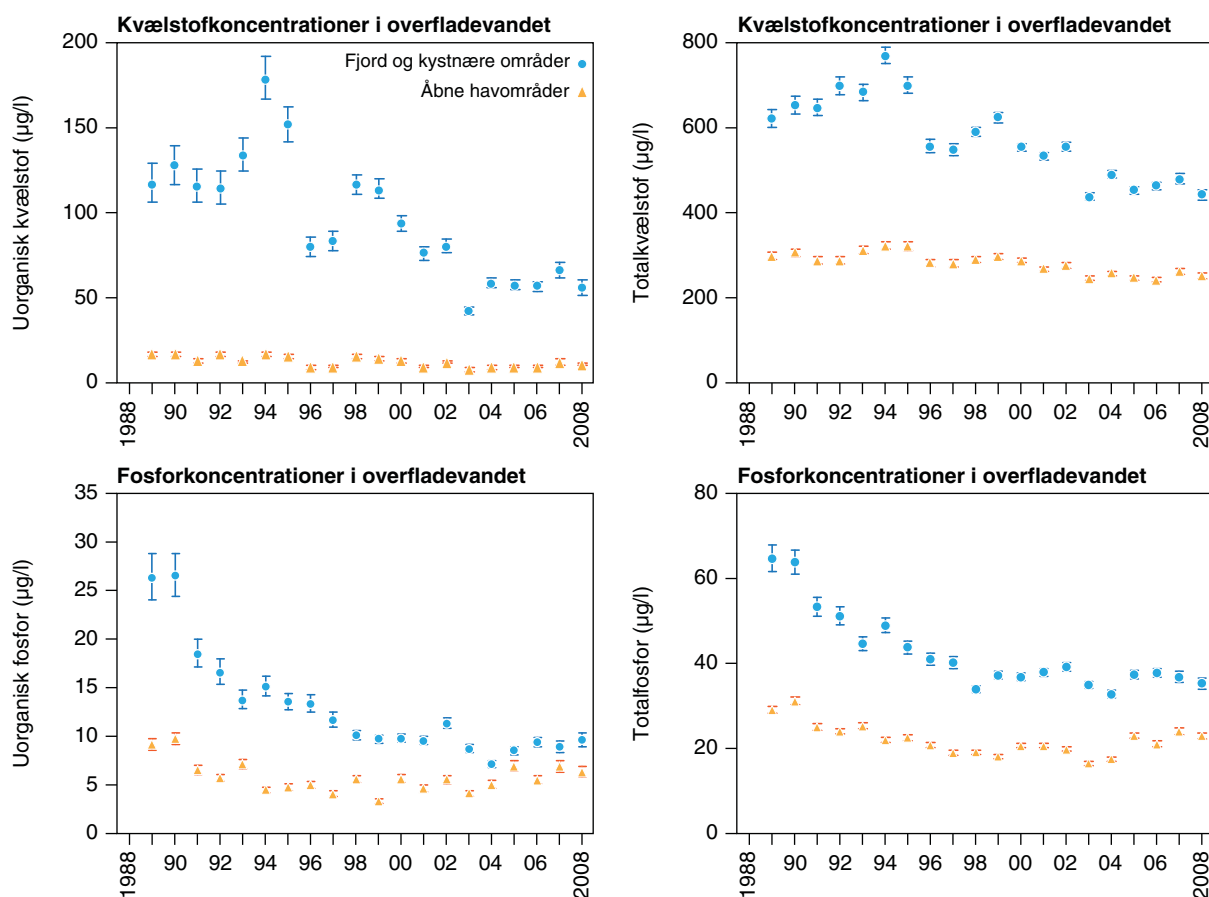
## 9.2 Kvælstof og fosfor i marine områder

Indholdet af næringsalte i vandet er størst i marine områder med stor tilførsel af ferskvand, fordi indholdet af kvælstof og fosfor er langt højere i det afstrømmende ferskvand end i havvand. Fjordene er derfor generelt de stærkest forurenede marine områder. Samtidig er fjordene også de marine områder, hvor man tydeligst kan se virkningen på næringsstofkoncentrationerne af at mindske tilførslerne fra land, idet langt hovedparten af ferskvandsafstrømningen i Danmark løber til fjorde. Beskrivel-

sen af udviklingen i indhold af kvælstof og fosfor er derfor i det følgende opdelt i to grupper: de åbne indre farvande og fjorde/kystvande.

### 9.2.1 Udvikling i næringsalte i overfladevandet

Fosforindholdet i fjorde/kystvande mindskedes især i begyndelsen af 1990'erne (figur 9.2) som følge af fosforfjernelse fra spildevand. Der er sket markante reduktioner, idet det uorganiske, plantetilgængelige fosforindhold er mindsket fra ca. 25 µg/l til ca. 10 µg/l. Også total fosfor er næsten halveret.



**Figur 9.2.** Årsmiddel af målte koncentrationer af uorganisk kvælstof (DIN), total kvælstof (TN), uorganisk fosfor (DIP), og total fosfor (TP) i overfladevandet (0-10 m) dels i fjorde/kystvande(cirkler) og dels i åbne havområder (trekanter). 95% konfidensgrænser er vist (Hjorth & Josefson (red.) 2010).

Reduktionen i kvælstofindhold er især sket omkring og efter midten af 1990'erne (figur 9.2). For uorganisk kvælstof er der i gennemsnit sket ca. en halvering af niveauet, mens total kvælstof er mindsket knap så meget. Reduktionen skyldes især, at udvaskningen fra dyrkede arealer er mindsket.

### 9.2.2 Næringsaltbegrænsning af algevæksten

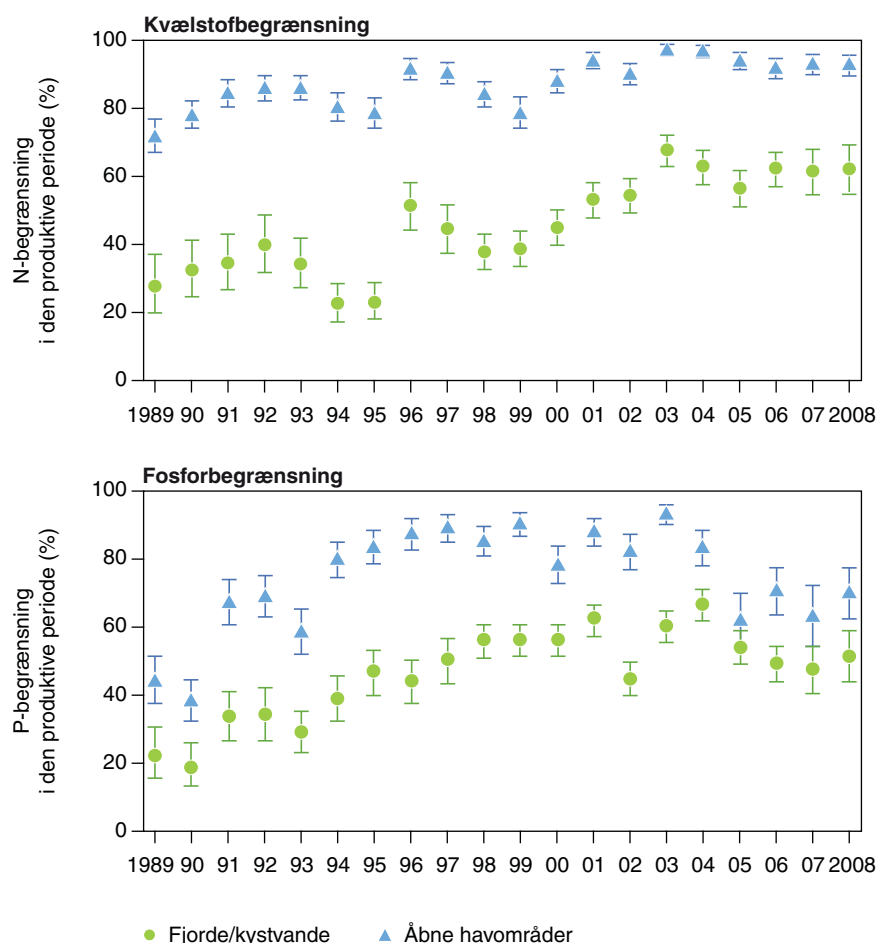
Det lavere næringssaltindhold i vandet i marine områder har ført til, at algevæksten nu i højere grad end tidligere er potentielt begrænset af mangel på kvælstof og/eller fosfor. Mest markant er den øgede potentielle fosforbegrænsning i fjorde, hvor fosfor i gennemsnit kan være begrænsende i ca. 50% af vækstsæsonen mod kun ca. 20% omkring 1990 (figur 9.3). I de åbne områder er fosforbegrænsningen øget fra ca. 40% af



tiden til ca. 80% i perioden 2000-2004. I 2008 har fosforbegrænsningen været på linje med de tre foregående år, men mindre end 1999-2004. I de senere år er omfanget af potentiel kvælstofbegrænsning ligeledes øget og her ligger 2008 på niveau med de forudgående år både for kystområderne og det åbne hav.

Måleresultaterne indikerer, at algemængderne i fjorde/kystvande kan mindskes både ved at mindske kvælstoftilførsel og ved at mindske fosfortilførsel. I de åbne farvande er det tvivlsomt, om yderligere reduktion i udledningerne af fosfor vil have nogen effekt, dels fordi kvælstof oftest er det mest begrænsende nærings salt, dels fordi tilførslerne af fosfor fra havbunden og med havstrømme er store i forhold til udledningerne. Selv når nærings saltkoncentrationerne er så lave, at de indikerer en vækstbegrænsning, er det dog ikke sikkert, at de begrænser væksten, da vurderingen er baseret på måling af koncentrationer og ikke på den hastighed, hvormed næringsstofferne omsættes og bliver tilgængelige for planktonalgerne.

**Figur 9.3.** Potentiell begrænsning af kvælstof og fosfor udregnet som sandsynligheden for, at målinger i den produktive periode fra marts til og med september lå under værdierne for potentielt begrænset primær-produktion (28 µg/l for uorganisk N og 6,2 µg/l for uorganisk P) i overfladevandet (0-10 m) for fjorde (cirkler) og åbne havområder (trekanter) (Hjorth & Josefson (red.) 2010).



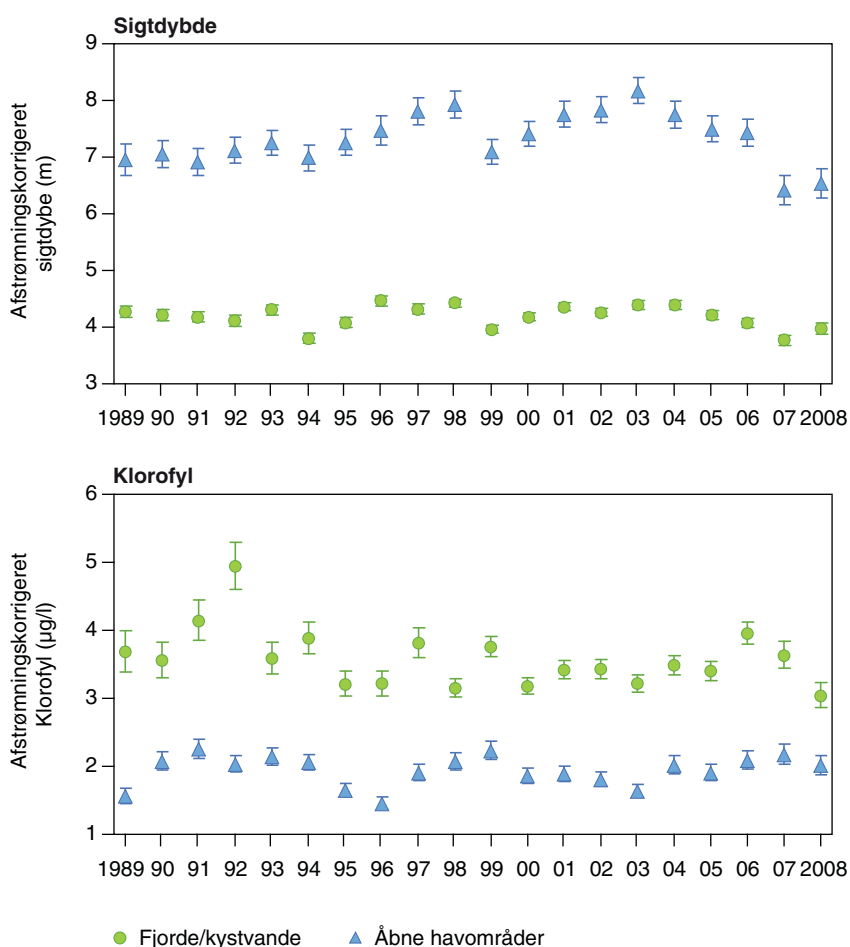
## 9.3 Planteplankton

### 9.3.1 Udvikling i sigtdybde og klorofyl

I figur 9.4 er vist udviklingen i de gennemsnitlige værdier for hhv. sigtdybde og klorofylmængde for fjorde og åbne indre farvande i årene 1989-2008. Figuren viser, at der for de åbne farvande er sket et væsentligt

fald i sigtdybden i årene 2007 og 2008, som er de laveste målte sigtdybder siden 1989. Set over hele perioden 1989-2008 er der ikke nogen signifikant udvikling i sigtdybden. Samtidig er der over perioden sket et fald i klorofylindholdet i fjordene, hvor koncentrationen i 2008 var den lavest målte i perioden 1989-2008.

**Figur 9.4.** Udvikling 1989- 2008 i gennemsnitsværdier for sigtdybde og klorofyl i hhv. fjorde (prik) og åbent hav (trekant) (Hjorth & Josefson (red.) 2010).



## 9.4 Iltforhold i de marine områder

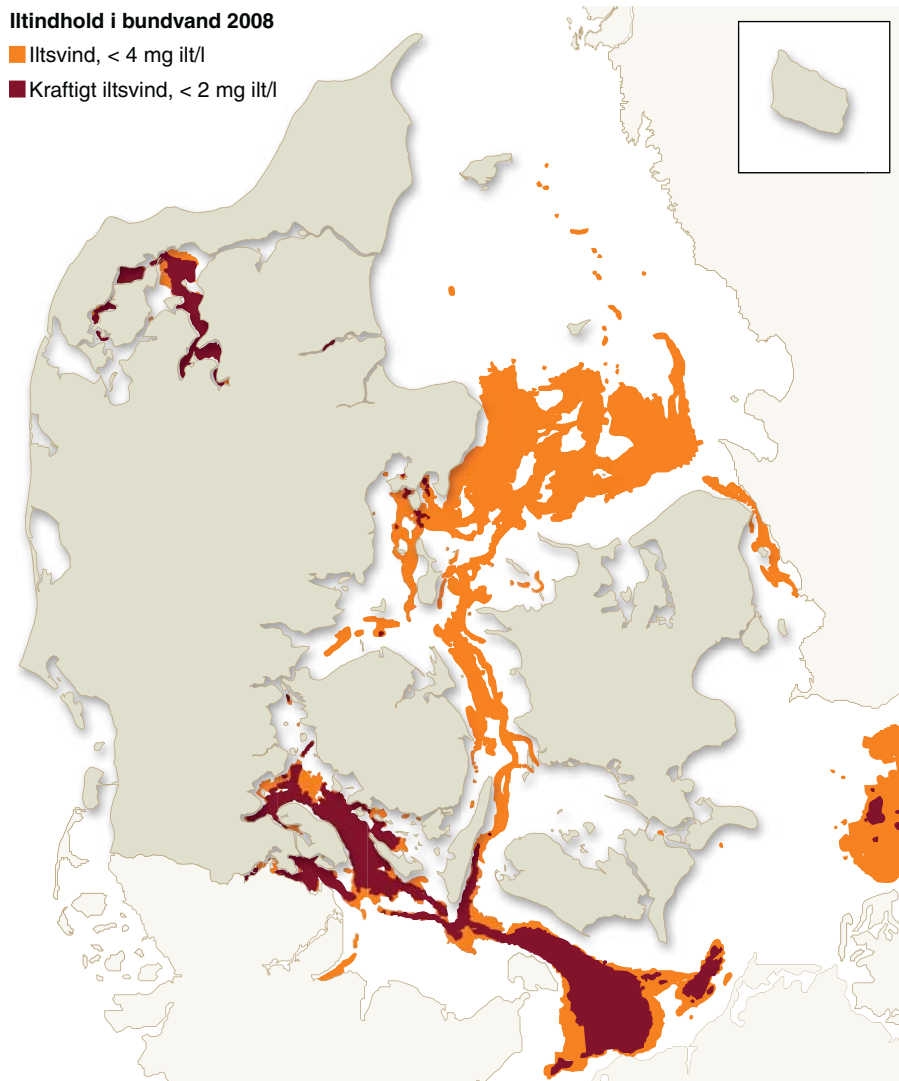
### 9.4.1 Året 2008

Selvom temperaturen i såvel overfladevand som bundvand lå over normalen i alle årets måneder i både fjorde og kystområder og i de åbne havområder, var iltsvindene i 2008 af lidt kortere varighed og mindre udbredte end i perioden 2003-2006, bl.a. pga. jævnlige hændelser med kraftig vind.

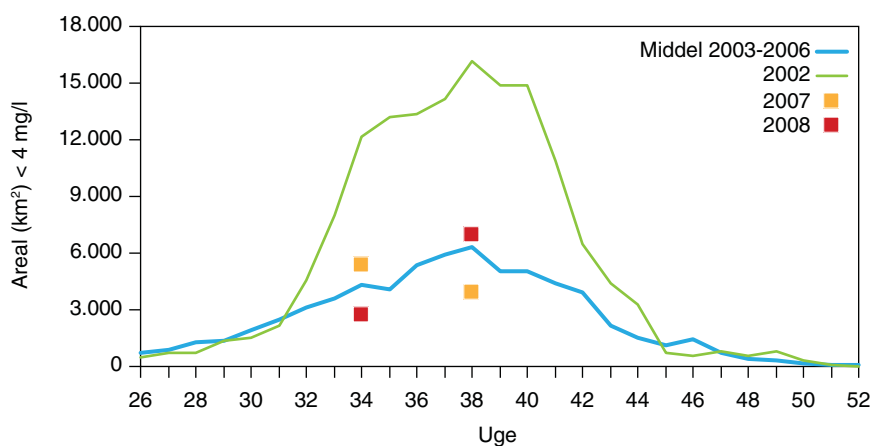
Arealet berørt af kraftigt iltsvind i løbet af 2008 var større end i 2007.

Udbredelsen af iltsvind skifter årene imellem afhængig af bl.a. vindforholdene. I figur 9.6 er vist udbredelsen af iltsvind dels som gennemsnit over årene 2003-2006, dels i 2002 hvor det mest udbredte iltsvind fandt sted og endelig de seneste to år.

**Figur 9.5.** Det samlede areal berørt af iltsvind i august og september 2008. Orange farve indikerer iltsvind ( $< 4 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$ ), og brun farve indikerer kraftigt iltsvind ( $< 2 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$ ) (Hjorth og Josefson (red.), 2010).



**Figur 9.6.** Areal dækket af iltsvind ( $< 4 \text{ mg/l}$ ) uge for uge i sidste halvdel af 2002 og i middel for årene 2003-2006, samt midt i september i 2007 og 2008 (Hjorth og Josefson (red.), 2010).



#### 9.4.2 Udvikling i iltforhold

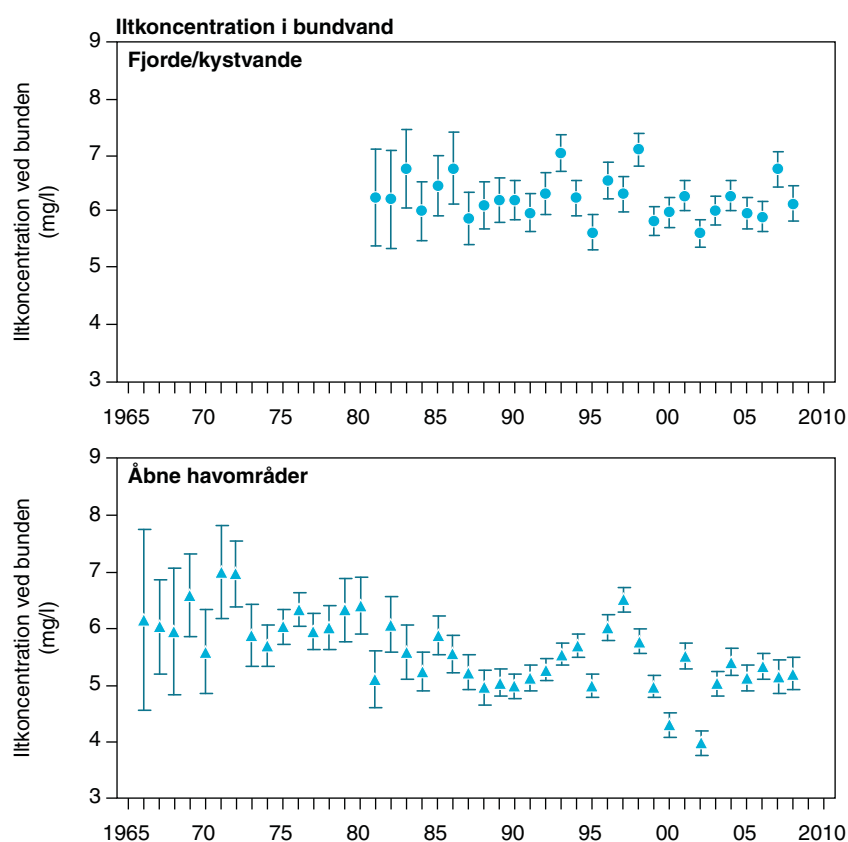
Iltforholdene i bundvandet for de åbne farvande, som er målt siden midten af 1960'erne (figur 9.7 nederst), viser en signifikant negativ udvikling. Omkring 1990 var middel-iltkoncentrationen i juli-november lav i de åbne farvande. Gennem første halvdel af 1990'erne steg iltkoncentra-

tionen generelt til 1970'er-niveau i de tørre år 1996-97, for derefter generelt at falde igen. Iltkoncentrationen lå i 2008 på niveau med de forudgående 5 år.

Der er ingen tydelig udvikling i iltindhold i fjorde og kystnære områder i perioden 1981-2008 (figur 9.7 øverst). Middelværdien for 2008 lå på niveau med de forudgående år bortset fra 2007, som lå højere.

Dataanalyser viser en sammenhæng mellem iltkoncentrationen under lagdelte forhold i juli-november og tilførsel af kvælstof i det forudgående år (juli-juni). For fjorde og kystområder er vindstyrken i juli-september samme år ligeledes en væsentlig faktor. I de åbne indre farvande er der desuden sammenhæng med indstrømningen af bundvand i maj-september og med temperaturen af det indstrømmende vand fra Skagerrak i januar-april.

**Figur 9.7.** Middelt iltkoncentration i bundvandet for NOVANA-stationer i (øverst) fjorde og kystnære områder og (nederst) åbne havområder (Hjorth og Josefson (red), 2010).



## 9.5 Bundplanter

Bundplanterne i havet omkring Danmark er dels frøplanter som ålegræs og havgræs, dels store alger som fx blåretang og sukkertang, der vokser fasthæftede på sten. Nogle store alger flyder frit i vandet, fx søsalat.

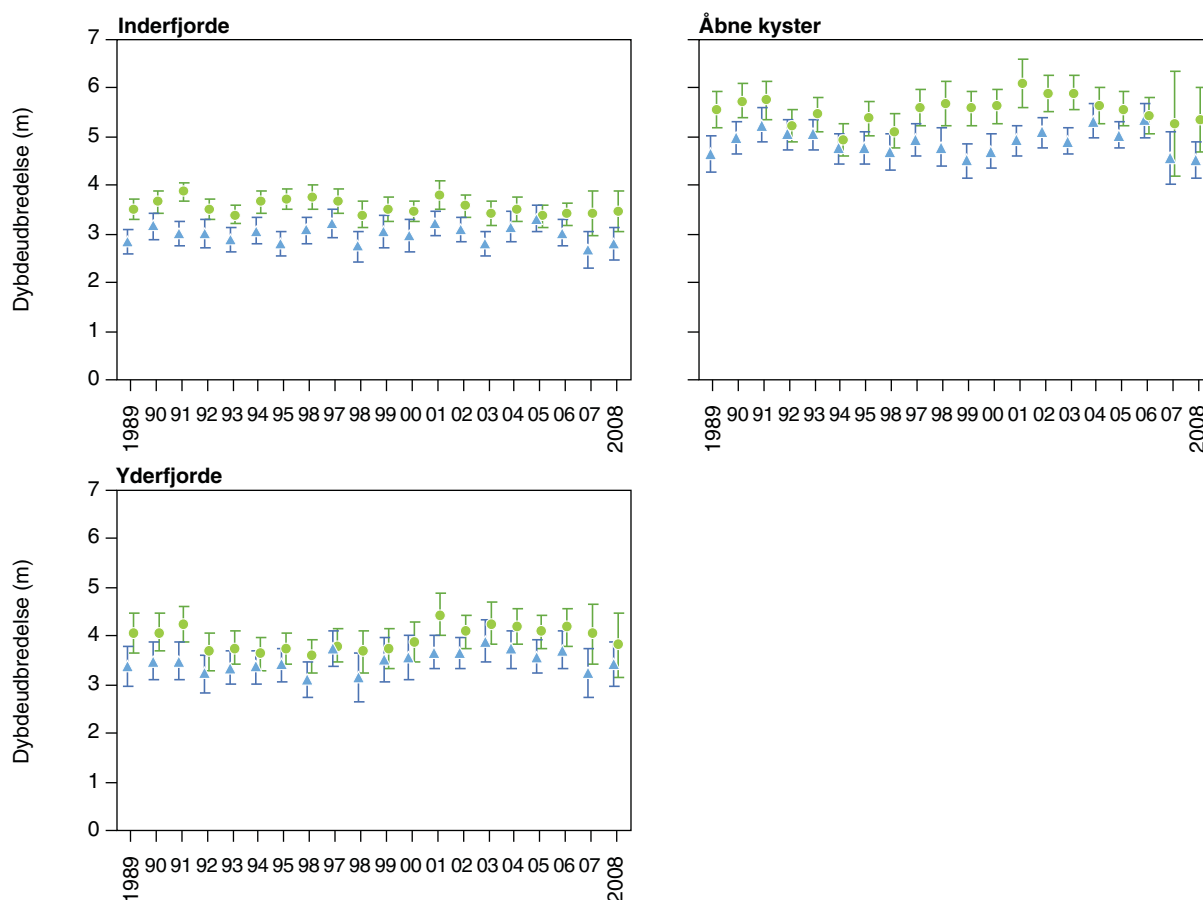
Bundplanterne er vigtige indikatorer for miljøtilstanden, fordi de påvirkes forskelligt af eutrofiering, der fx kan føre til masseforekomst af søsalat. Dybdeudbredelsen af planterne er ligeledes en indikator for vandkvaliteten.

Et fald i tilførslen af næringssalte forventes at føre til forbedrede lysforhold, og til at vegetationen derved vil få større dybdeudbredelse og større dækningsgrad på dybt vand.

### 9.5.1 Ålegræs

Ålegræssets maksimale dybdegrænse er generelt størst langs de åbne kyster (4,9-6,1 m), lidt mindre i yderfjordene (3,6-4,2) og mindst i inderfjordene (3,4-3,9 m) set over perioden 1989-2008 (se også figur 9.8).

I figur 9.8 er vist udviklingen for ålegræssets dybdegrænse (både maksimal og hovedudbredelse) som gennemsnit for disse tre typer af kystvande. Der har været moderate variationer i dybdegrænserne for ålegræs gennem perioden.



**Figur 9.8.** Udvikling i dybdegrænsen for ålegræssets maksimale udbredelse (●) og hovedudbredelse (Δ) gennem perioden 1989-2008. Udviklingen er vist for åbne kyster og for yder- og inderfjorde (ekskl. Limfjorden) (Hjorth & Josefson, 2010).

En analyse af perioden 1989-2008 viser, at der for de åbne farvande og yderfjordene ikke har været en signifikant udvikling i ålegræssets maksimale udbredelse eller hovedudbredelse. For inderfjordene har der været et signifikant fald i den maksimale dybdeudbredelse, mens der ikke har været en udvikling i dybdegrænsen for hovedudbredelse.

Mod forventning afspejler udviklingen i ålegræssets dybdegrænse ikke det faktum, at kvælstofkoncentrationen generelt er faldet siden 1989. Det kan hænge sammen med, at vandet ikke er blevet mere klart siden 1989 - hverken i de åbne farvande eller i fjordene.

### 9.5.2 Makroalger på stenrev i åbne farvande

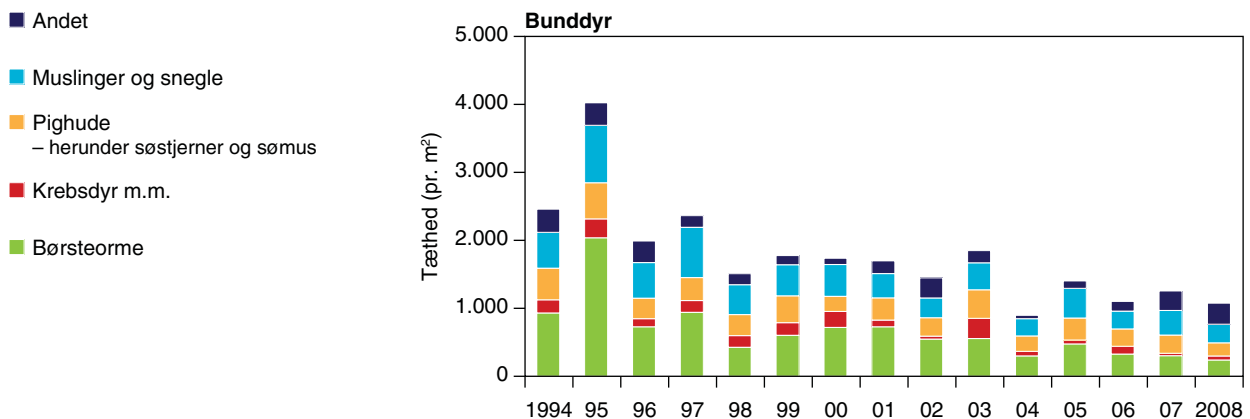
Undersøgelserne af stenrev har vist, at vegetationen på stenrevene i de indre åbne farvande består af en flerlaget rød- og brunalgevegetation, der dækker den faste bund fuldstændigt ned til 10-12 m's dybde. På større dybder end 12-14 m aftager algerne samlede dækning til et enkelt lag oprette alger, der ikke dækker hele revet. De oprette algers dækning aftager med stigende dybde, hvorimod skorpeformede algebelægninger fortsat træffes med stor dækning på 24 m's dybde. Resultaterne har vist en væsentlig indflydelse fra søpindsvins græsning på tangskovene på en række rev. Den samlede algedækning på dybere dele af udvalgte stenrev i de åbne dele af Kattegat i 2008 var signifikant dårligere end gennemsnittet i perioden 1994 - 2001.

### 9.5.3 Bunddyr

De dyr, der lever på havbunden, påvirkes af de omgivende miljøforhold, hvad enten de er menneskeskabte eller styret af naturlige processer. De fleste bunddyr er flerårige, og forekomsten af dem afspejler derfor levevilkårene over flere år. Eutrofiering påvirker i særdeleshed bundfaunaen ved at øge fødemængden for bunddyrene, men samtidig øges iltforbruget ved bunden og dermed risikoen for iltsvind, hvor den ultimative konsekvens er massedød.

### 9.5.4 Bunddyr i de åbne farvande

I de åbne, indre farvande blev bundfaunaen i 2008 undersøgt på 24 stationer (heraf 22 med målinger siden 1994). Resultaterne viser, at tætheden af bunddyr i 2008 (individantal) var på niveau med de foregående 3 år (figur 9.9), men lavere end i 1990-erne.

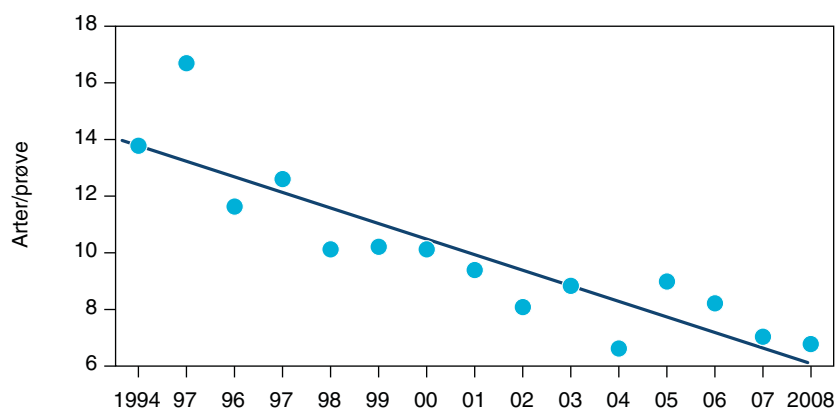


Figur 9.9. Udvikling i tætheder fordelt hovedgrupper i perioden 1994-2008 (Hjorth og Josefson (red.) 2010).

Artsrigdommen viser et fald i perioden 1994-2008 til et niveau som sammen med niveauet i 2004 var det lavest målte (figur 9.10). Årsagen er ukendt og skyldes ikke iltsvind, da data er fra Kattegat, som kun marginalt har været påvirket af iltsvind de senere år.

En analyse af individtætheden i de kystnære områder viser samme nedadgående tendens som for de åbne områder. Heller ikke her er der en forklaring på tilbagegangen.

**Figur 9.10.** Tidsmæssig udvikling i antal arter pr. prøve på 20 stationer i Kattegat og Bælthavet, med data fra perioden 1994-2008 (Hjorth & Josefson (red.) 2010).



## 9.6 Tungmetaller i marine områder

Tungmetaller forekommer naturligt i havmiljøet. Koncentrationer, der er højere end baggrundsniveauet, skyldes normalt spildevandsudledning, marine installationer, skibe eller tilførsel af tungmetaller via atmosfæren.

Overvågningen af tungmetaller i det marine miljø omfattede i 2008 målinger i muslinger, fisk og sediment fra danske fjorde, Vadehavet og indre farvande. Muslinger anvendes som generel indikator for havmiljøets belastning med tungmetaller, da de generelt opkoncentrerer metallerne. Fisk undersøges for at se, om der sker en opkoncentrering i fødekæden. Målinger i sediment sker på materialer, der er sedimenteret gennem de seneste 5-10 år, og de giver således et mål for den gennemsnitlige belastning i denne periode. Målingerne omfatter zink, kobber, nikkel, bly, cadmium og kviksølv.

I 2008 indgik en række kystnære stationer i områder, der ved vandrammedirektivets basisanalyse blev vurderet til at være i risiko for ikke at opfylde målsætningen om god økologisk tilstand i 2015, eller hvor datagrundlaget ikke var tilstrækkeligt til at foretage vurderingen.

### 9.6.1 Målsætning

Tungmetaller i det marine miljø er omfattet af internationale marine konventioner, bl.a. HELCOM, OSPAR og Nordskonferencerne. Der er ikke i nogen af disse sammenhænge fastsat grænseværdier. De fundne koncentrationer vurderes i forhold vurderingskriterier, som er udarbejdet af OSPAR (OSPAR 2008) og et vejledende system til klassificering af forureningsgraden udarbejdet af Det norske Statens Forureningsstilsyn (Statens Forureningsstilsyn (SFT) 2007) (figur 9.11).

EU har fastsat grænseværdier for indholdet af bly, cadmium og kviksølv i fisk og muslinger, der anvendes til fremstilling af fødevarer. Desuden er der i forbindelse med vandrammedirektivet fastsat et miljøkvalitetskrav for kviksølv i biota (muslinger og fisk).

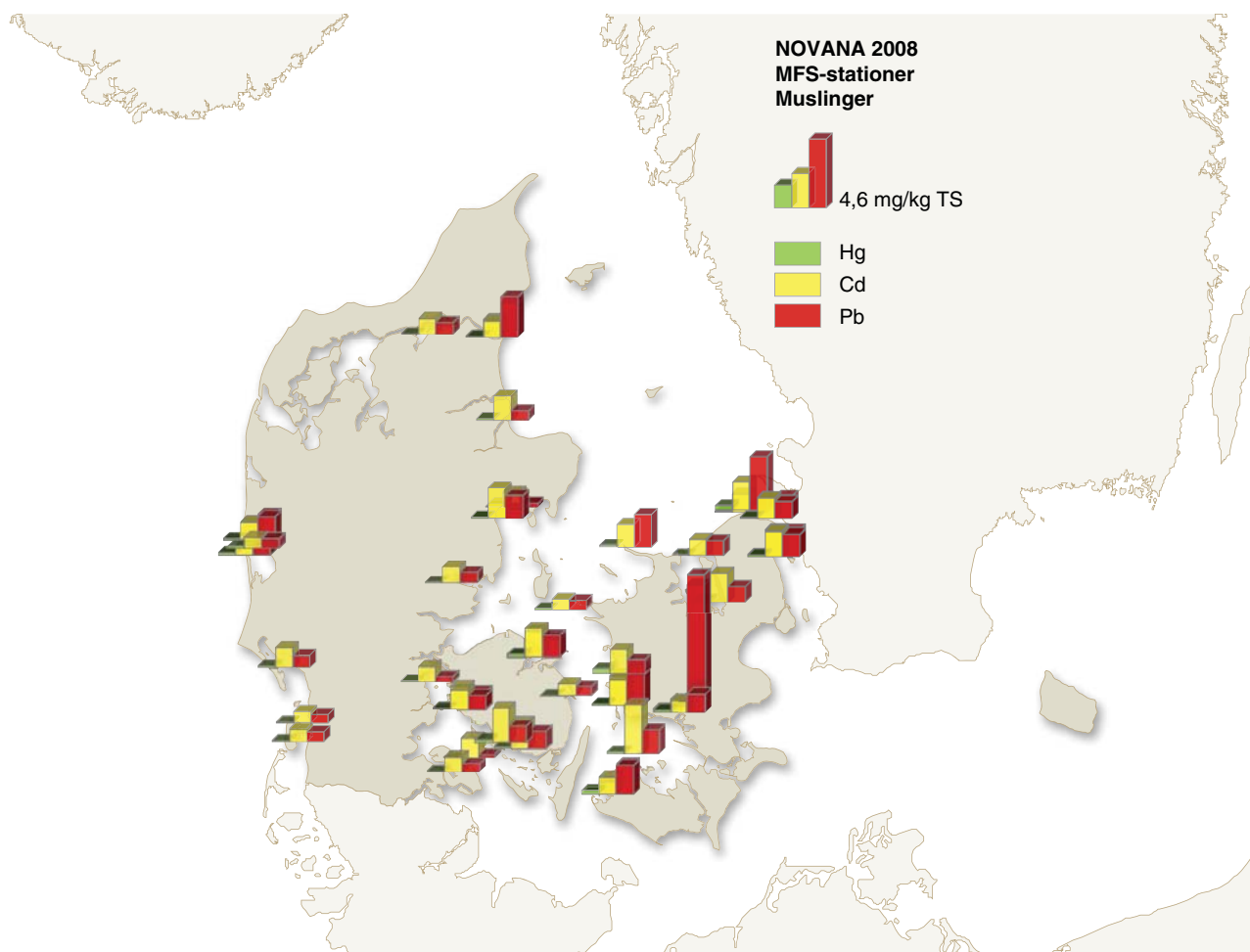
SFT klassificeringssystem 1997

Klasse	I	II	III	IV	V
Tilstandsbeskrivelse	Meget god Ubetydelig/ lidt foruren	God Moderat foruren	Mindre god Markant foruren	Dårlig Stærkt foruren	Meget dårlig Meget stærkt foruren

Figur 9.11. Klassificeringssystem udarbejdet Det norske Statens Forurensningstilsyn.

### 9.6.2 Tungmetaller i muslinger og fisk

Generelt er indholdet af tungmetaller i muslinger på et niveau svarende til baggrunds niveau efter OSPAR's vurderingskriterier og "god tilstand" efter det norske klassificeringssystem. Indholdet af bly, cadmium og kviksølv var i 2008 i 84-96% af de undersøgte prøver på et niveau svarende til, at tilstanden er "meget god/ubetydeligt foruren" (figur 9.12). Kobber blev ved flere stationer fundet i koncentrationer, der svarer til "stærkt foruren".



Figur 9.12. Fordeling af cadmium, bly og kviksølv i prøver af muslinger (Hjorth og Josefson (red.) 2010).

For såvel muslinger som fisk var indholdet af cadmium og kviksølv under EU's grænseværdier for fødevarer. I enkelte prøver blev der fundet overskridelse af grænseværdien for bly.



Vandrammedirektivets miljøkvalitetskrav for kviksølv i biota er 20 µg/kg. Denne kravværdi var overskredet i 40% af de undersøgte prøver af muslinger med de højeste koncentrationer i prøver fra Musholm Bugt ved Storebælt og fra Vesterhavet. I 85-95% af de undersøgte fisk var kviksølvindholdet højere end vandrammedirektivets miljøkvalitetskrav.

### 9.6.3 Tungmetaller i sediment

Indholdet af tungmetaller i sediment var højere end OSPAR's baggrundsvurderingskriterier i ca. 25-75% af de undersøgte sedimentprøver fra danske havområder (tabel 9.1). Overskridelserne blev hyppigst fundet for de mest toksiske metaller, cadmium og kviksølv.

**Tabel 9.1.** Procentdel af sedimentprøver med metalindhold højere end OSPAR's baggrundsvurderingskriterier (data fra Hjorth og Josefson (red.) 2010).

Zink	Kobber	Kviksølv	Cadmium	Bly	Krom	Nikkel
28%	41%	63%	73%	41%	43%	24%

De forhøjede niveauer af tungmetaller blev især fundet i de indre danske farvande og Smålandshavet.

## 9.7 Miljøfremmede stoffer i marine områder

Miljøfremmede stoffer blev i 2008 målt i det marine miljø i muslinger og fisk indsamlet i fjorde, Vadehavet og indre danske farvande samt i sediment. Indholdet af miljøfremmede stoffer i muslinger bliver sammen med indholdet af tungmetaller generelt anvendt som indikator for belastningen med miljøfarlige stoffer, såvel internationalt som nationalt. Blåmuslinger findes overalt i danske marine områder med undtagelse af Ringkøbing Fjord. Her måles i stedet på sandmuslinger.

Målingerne omfatter stoffer, som er udvalgt på baggrund af deres forekomst og skadelige effekt i det marine miljø. Der er målt for en række forbudte organoklorforbindelser, antibegroningsmidlet i bundmaling tributyltin, bromerede flammehæmmere og tjærestoffer (PAH). Der er suppleret med måling af phthalater, dioxiner, furaner og coplanare PCB'er ved en række kystnære stationer, som ved vandrammedirektivets basisanalyse blev vurderet til at være i risiko for ikke at opfylde målsætningen om god økologisk tilstand i 2015, eller hvor datagrundlaget ikke var tilstrækkeligt til at foretage vurderingen.

### 9.7.1 Målsætning

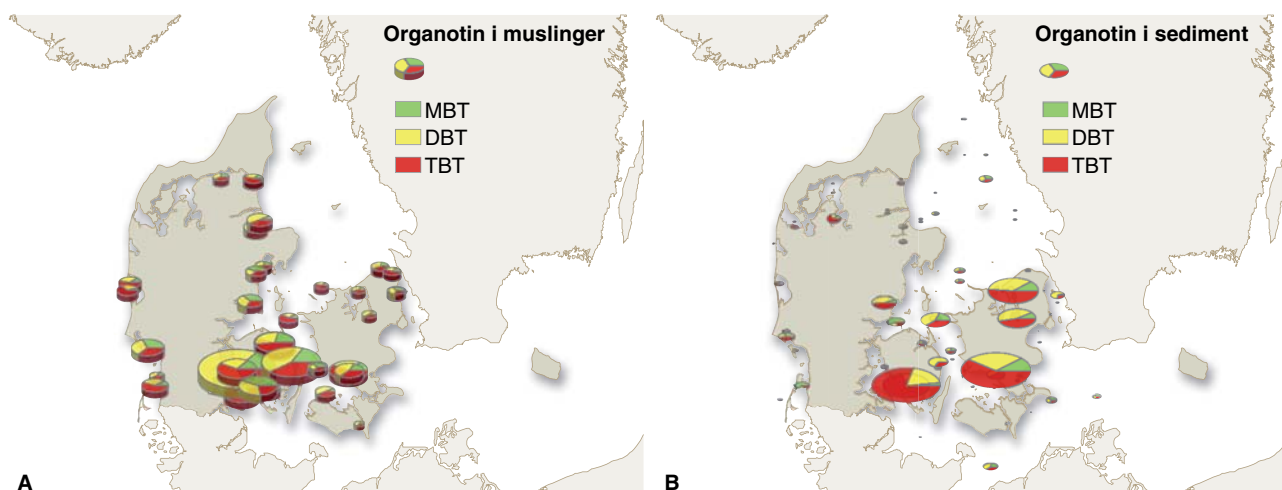
En række miljøfremmede stoffer i det marine miljø er omfattet af vandrammedirektivet samt internationale marine konventioner, bl.a. HELCOM, OSPAR og Nordsøkonferencerne. OSPAR har udarbejdet økotoksikologiske vurderingskriterier, "Ecotoxicological Assessment Criteria" (EACs) (OSPAR 1998). Endvidere har OSPAR udviklet kriterier til at vurdere, om de enkelte stoffer er tæt på baggrundsværdien (BAC), som for de fleste stoffer undtagen PAH pr. definition er 0. EAC-værdien er fastlagt således, at hvis koncentrationen overstiger denne værdi, er der risiko for, at langtidspåvirkninger kan medføre effekter på de mest følsomme arter i økosystemet. Enkelte stoffer, som der endnu ikke er udar-

bejdet EAC-kriterier for, er vurderet efter klassificeringen fra Statens Forureningstilsyn SFT (1998) (se kapitel 9.6).

I regi af vandrammedirektivet er der fastsat miljøkvalitetskrav for hexachlorbenzen og hexachlorbudtadien i muslinger og fisk. Kun hexachlorbenzen blev analyseret i muslinger og fisk, mens hexachlorbutadien blev analyseret i sediment.

### 9.7.2 Miljøfremmede stoffer i muslinger, fisk og sediment i 2008

Tributyltin (TBT) blev ligesom i de foregående år fundet i samtlige undersøgte prøver af muslinger (figur 9.13). TBT blev ligeledes fundet udbredt i sediment. Der har siden 2003 været restriktioner på brugen af TBT, og i 2008 blev det forbudt at anvende stoffet i bundmaling til skibe. Dette afspejler sig i en nedadgående tendens i koncentrationerne gennem de seneste år. Ved vurdering ud fra OSPAR's EAC-kriterier var indholdet i 68% af de undersøgte muslinger dog på et niveau, hvor effekter i miljøet ikke kan udelukkes. Kun i Nordsøen og Skagerak blev der fundet en "generel god miljøtilstand".



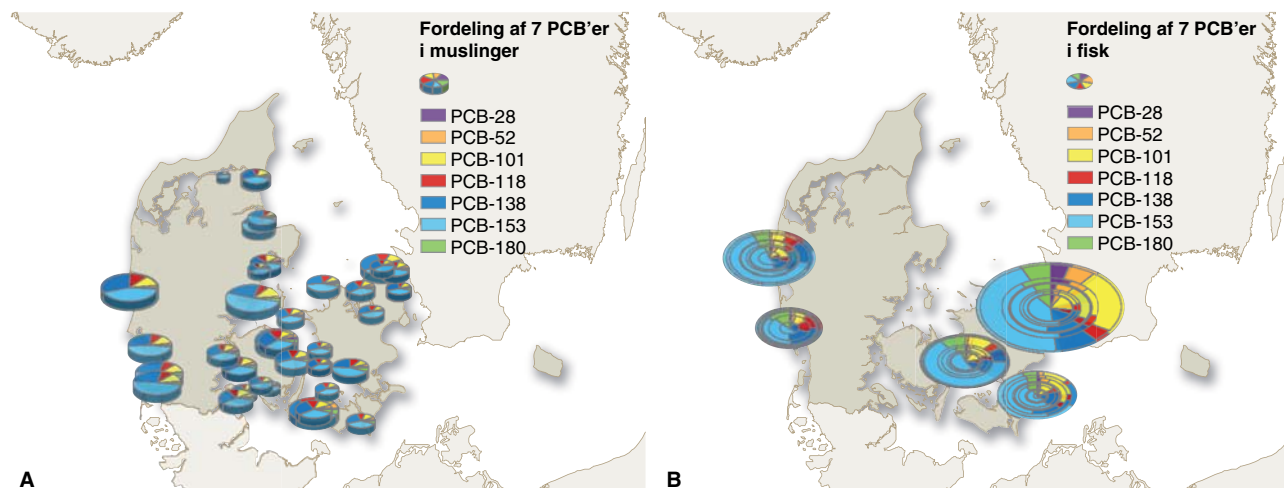
**Figur 9.13.** Den geografiske fordeling af TBT og nedbrydningsprodukter i blåmuslinger og sediment. Størrelsen af lagkagerne angiver koncentrationen. Den højeste koncentration i muslinger var 22  $\mu\text{g Sn/kg v v}$  og i sediment 194  $\mu\text{g Sn/kg TS}$  (Hjorth og Josefson (red.) 2010).

PAH'er blev ligeledes fundet generelt udbredt i det marine miljø. De fleste PAH'er blev fundet i muslinger i koncentrationer over OSPAR's baggrundsniveau men under det niveau, hvor der er risiko for langtidspåvirkninger (EAC). I sediment blev hovedparten af PAH'erne fundet på niveauer svarende til "meget god" og "god" tilstand. To af PAH-forbindelserne, benz(a)anthracen og fluoranthen blev i enkelte prøver af muslinger fundet i koncentrationer over EAC. I sediment blev anthracen og benz(ghi)perylen i henholdsvis ca. 20 og 30% af prøverne fundet i koncentrationer over det af OSPAR anvendte økotoxikologiske vurderingskriterium<sup>1</sup>.

PCB-koncentrationen i muslinger var for en række af stofferne tæt på eller under detektionsgrænsen, mens enkelte blev fundet over baggrundsniveauet. Ingen af PCB'erne blev fundet i koncentrationer over det ni-

<sup>1</sup> I tilfælde af mangel på økotoxikologisk vurderingskriterium (EAC) anvender OSPAR de amerikanske laveffekt områder (US-EPA ERL).

veau, der i henhold til det norske klassifikationssystem kan have langtidseffekter. I både fisk og muslinger var PCB #153 generelt den dominerende forbindelse. Blandt de fem fiskestationer, blev de højeste koncentrationer fundet i Øresund, samme forhold gjorde sig ikke gældende for muslinger, hvor koncentrationsniveauet har ringe geografisk variation (figur 9.14).



**Figur 9.14.** Geografisk fordeling og sammensætning af PCB i muslinger og skrubber. Størrelsen af lagkagerne angiver koncentrationen. Den højeste sumkoncentration af de 7 PCB'er i muslinger var  $5,4 \mu\text{g/kg}$  vv og i fisk  $244 \mu\text{g/kg}$  vv (Hjorth og Josefson (red.) 2010).

Indholdet af bromerede flammehæmmere var i de fleste af de undersøgte prøver af såvel muslinger som sediment på niveau med eller under detektionsgrænsen. Kun for et af stofferne, BDE-47 er der udviklet et kvalitetskriterium i det norske klassifikationssystem. I ca. 4% af de undersøgte prøver af muslinger var indholdet af BDE-47 på et niveau svarende til "moderat forurenede". BDE-47 blev sammen med BDE-99 påvist i ca. halvdelen af prøverne af sediment, men i alle tilfælde i lave koncentrationer.

Koncentrationerne af dioxiner, furaner og coplanare PCB var i alle prøver af muslinger lavere end EU's grænseværdi for fødevarer. I forhold til det norske klassifikationssystem var indholdet i 71% af de undersøgte prøver på et niveau svarende til baggrund eller "let forurenede", og i 29% af prøverne svarede indholdet til "moderat forurenede niveau". I sediment var indholdet af dioxiner i alle prøver på et niveau svarende til "meget god" tilstand efter det norske klassifikationssystem.

## 9.8 Biologiske effekter af miljøfremmede stoffer

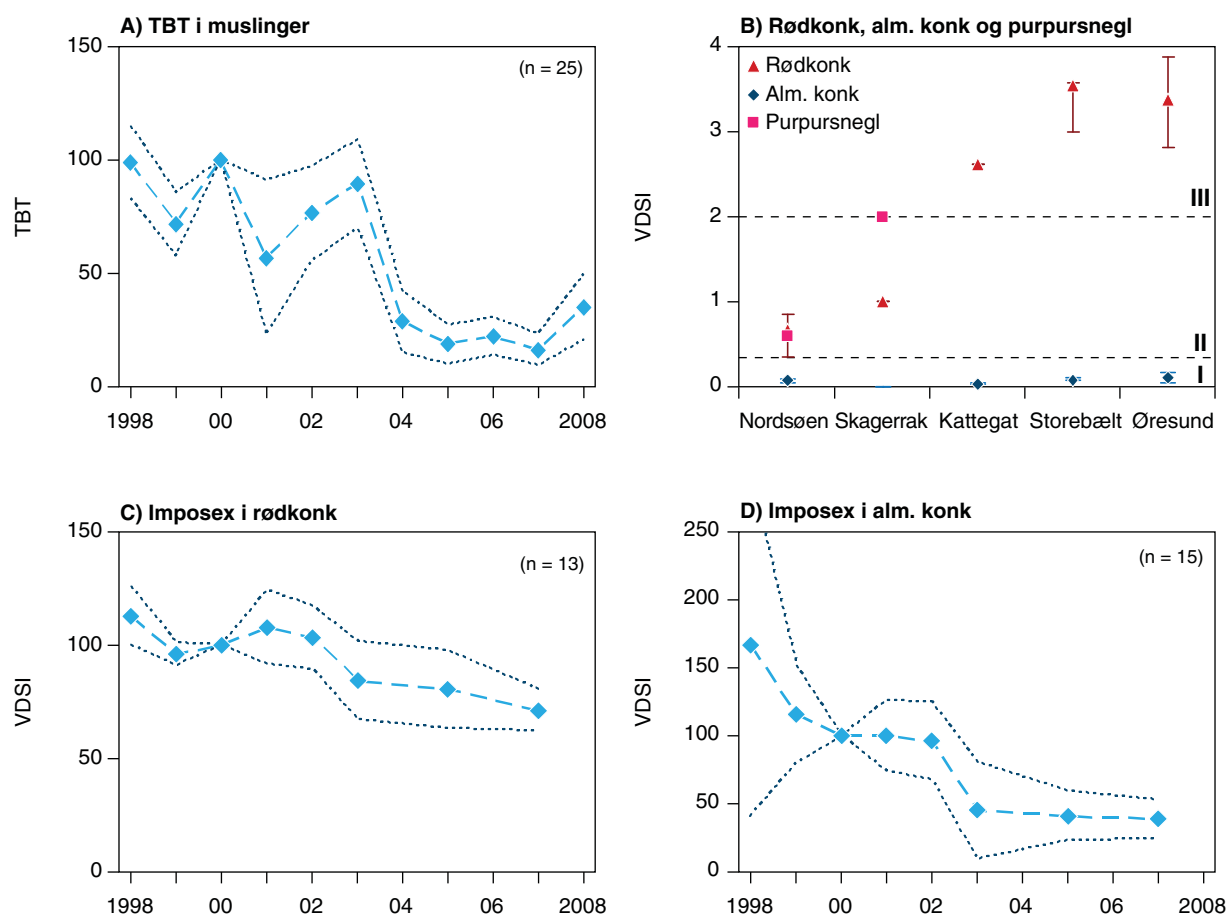
Biologiske effekter af miljøfarlige stoffer er undersøgt i fisk og muslinger i marine områder med henblik på at vurdere, om miljøfarlige stoffer udgør en risiko for dyrelivet i havet. Havsnegle er undersøgt for kønsændringer (impo- og intersex), som er en specifik effekt af påvirkning af tributyltin (TBT). Ålekvabbers yngel er undersøgt for fejludviklinger, og hos voksne ålekvabber er der målt afgangsenzymer. Den lysosomale stabilitet er målt hos muslinger (forklaring i box). Forekomst af fejludviklet fiskeyngel og lysosomal membranstabilitet anses som generelle stressmarkører for den samlede påvirkning af forskellige typer af miljøfarlige

stoffer, mens aktiviteten af afgiftningenszymer i fisk kan relateres til fortrinsvis PAH.

<p><b>Imposex og intersex hos havsnegle</b></p> <p>Synlige kønsændringer i ellers særkønnede havsnegle. Hunnerne udvikler irreversible hanlige køns karakterer (penis, sædleder). Imposex kan medføre sterilitet. Omfanget af imposex måles med indekssværdien VDSI.</p>	<p><b>Undersøgelse af ålekvabbers yngel</b></p> <p>Ålekvabbers yngel undersøges for deformiteter, i form af misdannelser af indvolde, skelet (knæk og spiral), hoved, øjne og siamesiske tvillinger.</p>
<p><b>Lysosomal stabilitet</b></p> <p>Den lysosomale stabilitet undersøges ved at måle tiden for destabilisering af membraner på celler i hæmolymfen (blodvæsken hos dyr med åbent kredsløb). Lav lysosomal membran stabilitet er indikation på, at muslingerne er påvirkede.</p>	<p><b>Aktivitet af afgiftningenszymer</b></p> <p>I voksne ålekvabber måles aktiviteten af afgiftningenszymer (CYP1A, målt som EROD). Øget aktivitet betyder, at fiskens metaboliske afgiftningssystem er trådt i kraft. Høj enzym aktivitet er indikation på, at fiskene er påvirkede.</p>

### 9.8.1 Imposex og intersex i havsnegle

Fem forskellige arter af havsnegle er undersøgt for imposex og intersex. Sammen med en faldende tendens i indholdet af TBT i muslinger er niveauerne af imposex og intersex aftaget markant hos alle de undersøgte arter. På trods af dette var imposex i 2008 stadigvæk almindeligt forekommende hos de mest følsomme arter, heriblandt rødkonk, i de danske farvande, selv i åbne havområder (figur 9.15). Hos mindre følsomme arter, heriblandt alm. konk, fandtes der kun imposex hos 0-17% af de undersøgte snegle.



**Figur 9.15.** Indeksbaseret tidlig udvikling af koncentrationen af TBT i muslinger (A) og imposex i rødkonk (C) og alm. konk (D), samt intensiteten af imposex i rødkonk og alm. konk (B) i danske farvande. Ved indeksering er data for år 2000 sat til 100 (Hjorth og Josefson (red.) 2010).

I de kystnære farvande var der meget stor forskel på, hvor mange af de undersøgte hunner af dværgkonk der havde udviklet imposex. De højeste niveauer blev fundet indenfor få kilometer fra den nærmeste større havn.

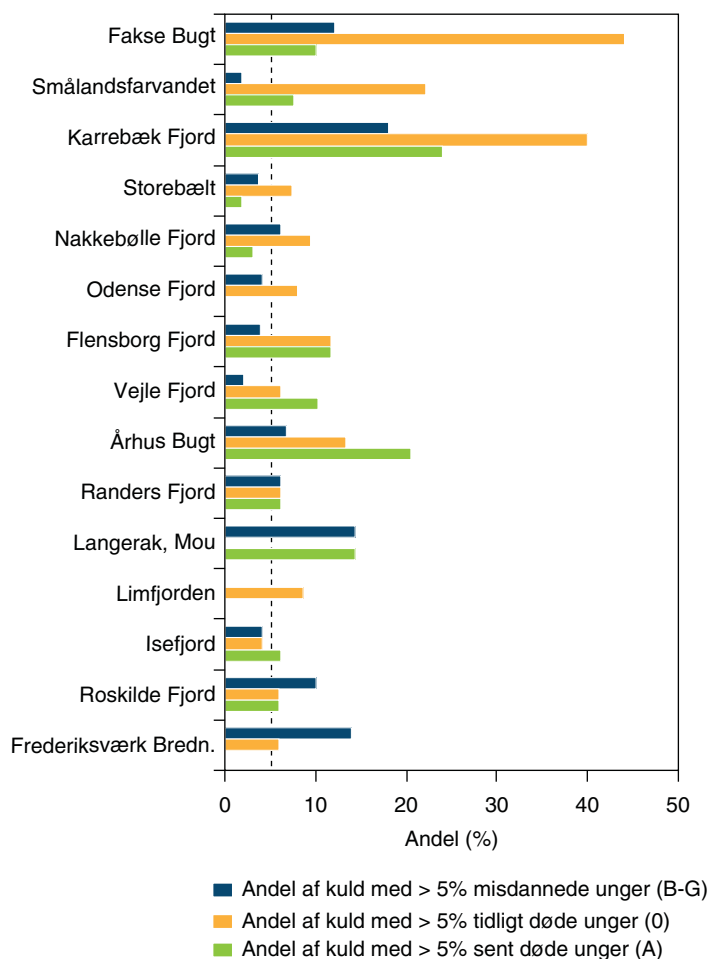
### 9.8.2 Undersøgelse af ålekvabbens yngel

Ålekvabben anvendes til undersøgelse af biologiske effekter da:

- den er stationær
- den føder levende unger, op til 200 pr. kuld
- den findes udbredt i kystnære områder.

Der blev fundet betydelige forskelle i forekomsten af misdannelser af ålekvabbeyngel. I enkelte områder havde op til 12-18% af kullene øget forekomst af misdannelser (figur 9.16). De fleste områder, hvor der er fundet øget forekomst af misdannede unger, er kendetegnet ved at være kystnære områder med menneskelig påvirkning fra byer og industri. Det er derfor sandsynligt, at disse effekter skyldes påvirkning af miljøfarlige stoffer, herunder dioxin, PAH eller tungmetaller.

**Figur 9.16.** Andel af ålekvabbe-kuld med en øget forekomst (dvs. > 5%) af fejludviklede unger, hhv. som synligt misdannede unger (type B-G), tidligt døde unger (type 0) og sent døde unger (type A) (Hjorth og Josefson (red.) 2010).



En vurdering af udviklingen i danske ålekvabbebestande tyder på, at de er særligt følsomme over for høje vandtemperaturer om sommeren lige som i det tyske Vadehav. Det muliggør, at undersøgelser af ålekvabbe

ikke bare kan anvendes som indikator for effekter af miljøfarlige stoffer, men også som en indikatorart, der kan integrere effekter af forskellige presfaktorer – herunder aktuelle klimaforandringer i de danske farvande.

### **9.8.3 Aktivitet af afgiftningsenzym i ålekvabber**

Aktivitet af afgiftningsenzymet hos voksne ålekvabber blev ligesom hyppigheden af misdannelser hos ålekvabbeyngel fundet med betydelige geografiske variationer. Den største aktivitet blev fundet i områder med størst menneskelig påvirkning og dermed generelt stor belastning med organiske miljøfarlige stoffer som eksempelvis PAH og PCB.

De højeste aktiviteter af afgiftningsenzymet blev i 2008 fundet i de samme kystnære områder som i 2007. Derudover blev der ved Fakse Bugt fundet flere gange større enzymaktivitet end i 2007, uden at der foreligger nogen umiddelbar forklaring.

### **9.8.4 Lysosomal stabilitet i muslinger**

Undersøgelser af den lysosomale membranstabilitet som mål for blåmuslingers sundhedstilstand tyder på, at muslinger i ca. halvdelen af de undersøgte kystnære områder er påvirkede af miljøfarlige stoffer. Tidligere indikationer på en sammenhæng mellem effektive niveauer og indholdet af PAH og PCB i muslinger blev ikke verificeret ved undersøgelserne i 2008.

## 10 Naturtyper

NOVANAs naturtypeprogram skal give et repræsentativt billede af tilstand og udvikling i de danske terrestriske naturtyper på Habitatdirektivets liste. Overvågningen skal fastlægge naturtypernes tilstand og beskrive sammenhænge mellem påvirkninger, tilstand og udvikling. Af de i alt 45 primært terrestriske naturtyper, der forekommer i Danmark, indgår de 28 i NOVANAs overvågning. De 10 skov-naturtyper har været overvåget siden 2007, mens de øvrige 18 har været overvåget siden 2004.

Overvågningen består dels af et net af intensivt overvågede stationer, der overvåges årligt, og som fortrinsvist ligger i de udpegede habitatområder, og dels af et net af ekstensivt overvågede stationer, der er placeret både inden for og uden for habitatområderne. De ekstensivt overvågede stationer overvåges hvert 6. år. I 2008 er der foretaget en overvågning af de intensivt overvågede stationer og en del af de ekstensivt overvågede stationer.

Med de indsamlede data for overvågningen siden 2004 er det for første gang muligt at beskrive udvikling i de naturtyper, der er analyseret i årets rapport, *Naturtyper, 2008* (Bruus et al., 2010) på baggrund af data fra intensivt overvågede stationer. For de i Bruus et al. præsenterede indikatorer er der foretaget en statistisk analyse af mulige udviklingstendenser siden 2004. Disse analyser er vurderet på et 5% signifikansniveau. Idet der kun er 5 års data til rådighed, skal der en kraftig udviklingstendens til for at opnå statistisk signifikans. Det er derfor i nogle tilfælde valgt også at omtale ikke-signifikante tendenser. I rapporten *Naturtyper 2008* (Bruus et al., 2010) er der angivet p-værdi herfor.

Med tiden vil overvågningen af Danmarks natur desuden kunne bidrage med væsentlig viden om naturens tilstand og ændringer i andre sammenhænge, eksempelvis i relation til klimaændringer og til den generelle udvikling i biodiversiteten i Danmark og effekter af forvaltningsmæssige tiltag.

Ifølge habitatdirektivet anses en naturtypes "bevaringsstatus" for "gunstig", når

- det naturlige udbredelsesområde og de arealer, det dækker inden for dette område, er stabile eller i udbredelse, og
- den særlige struktur og de særlige funktioner, der er nødvendige for dets opretholdelse på lang sigt, er til stede og sandsynligvis fortsat vil være det i en overskuelig fremtid, samt når
- bevaringsstatus for de arter, der er karakteristiske for den pågældende naturtype, er gunstig.

### 10.1 Metoder til overvågning af naturtyper

Overvågningsstationerne for de enkelte naturtyper er afgrænset således, at naturtypen, som stationen er udpeget for, udgør mindst 50% af overvågningsarealet. Arealer grænsende op til selve naturtypen indgår for at

sikre en overvågning af såvel områder, der i dag tilhører naturtypen, og områder som i fremtiden potentielt vil kunne få en god tilstand. Overvågningen omfatter typisk 20, 40 eller 60 tilfældigt udlagte prøvefelter, afhængigt af stationens areal og kompleksitet. Et prøvefelt består af et 0,5 m x 0,5 m kvadrat. Med prøvefeltet som centrum er der udlagt en cirkel med radius på 5 meter for alle naturtyper og endnu en cirkel på 15 meter for skovtyperne. Der tages prøver i samme prøvefelter hvert år.

Naturtypen fastlægges i hver enkelt prøvefelt ud fra fysio-geo-kemiske forhold og observerede plantearter. Det er ofte muligt at finde flere forskellige sekundære naturtyper i prøvefelterne på en station, idet variation i jordbundstype, eksponering, successionsstadium og hydrologi kan give ophav til flere forskellige naturtyper, som forekommer i mosaik på stationen.

I prøvefeltet måles urtevegetationens højde, og planternes dækningsgrader registreres. Fra 2007 er det muligt at beregne en samlet dækningsgrad for eksempelvis laver, mosser, græsser, dværgbuske og urter. Det er registreret, og om prøvefeltet er omfattet af husdyrgræsning og/eller høslæt.

I den omgivende 5 m-cirkel registreres supplerende plantearter, og der foretages en vurdering af en række naturtypespecifikke strukturer og påvirkningsvariable. For de lysåbne naturtyper indgår dækningen af dværgbuske, lave (< 1m) og høje (> 1m) vedplanter, vandflade, høljer og skader efter angreb fra lyngens bladbille. På stationen registreres dækningen af invasive arter og de karakteristiske arter og for udvalgte naturtyper måles vandstanden (se tabel 10.1).

**Tabel 10.1.** Oversigt over prøvetagningsaktiviteter i prøvefelt, 5 m-cirkel og på stationen for lysåbne naturtyper. Ikke alle prøver tages hvert år eller på alle naturtyper, jf. tabel 10.2 (Bruus et al., 2010).

Prøvefeltet	5 m-cirkel	Stationen
Dækningsgrad af plantearter	Supplerende artsliste	Dækningsgrad af invasive plantearter
Supplerende plantearter	Dækning af vedplanter (under og over 1 m)	Karakteristiske plantearter
Vegetations højde	Dækning af dværgbuske	Vandstandsmåling
Forekomst af græsning/høslæt	Dækning af vandflade	
Jordprøver	Angreb af bladbiller på heder	
Vandprøver	Dækning af høljer i højmoser	
	Plantepøver	

De indsamlede data bruges som indikatorer for areal og udbredelse samt struktur og funktion. I årets rapport indgår registrering af tilgroning, vegetationshøjde, græsning og høslæt, hydrologi og salinitet. De valgte næringsstofrelaterede parametre varierer lidt mellem naturtyperne, men omfatter forholdet mellem kulstof og kvælstof i jorden (C/N-forholdet), nitrat i vand og kvælstof i lav, mos og dværgbuskes årsskud, fosfor i jord (P-tal), pH og Ellenbergs indikatorværdi for næringsstof. I de vådere naturtyper måles desuden ledningsevne og vandstand. Ellenbergs indikatorværdi for næringsstof er udtryk for vegetationens tilpasning til tilgængeligheden af næringsstoffer på voksestedet.

Næringsindhold i jord og årsskud afspejler den tilgængelige næringsstofpulje på lokalitet. Derimod afspejler lavernes og mossernes indhold af kvælstof luftens kvælstofindhold og dermed den mængde kvælstof, som lokaliteten aktuelt eksponeres for.



Indikatorer for artssammensætningen omfatter artsindeks, middelscore, og indikatorarter, invasive arter og dækningsgrad af udvalgte arter samt forholdet mellem forekomsten af laver og mosser. Artsindekset er udviklet til at vurdere naturtilstanden lokalt. I beregningen af artsindekset indgår dels artsrigdommen og dels middelscoren, som udtrykker arternes følsomhed over for ændringer i vækstbetingelserne. De invasive plantearter er ikke-hjemmehørende arter, der breder sig på bekostning af den oprindelige flora. Idet laver generelt er mere følsomme over for eutrofiering end mosser, er forholdet mellem forekomsten af laver og mosser udtryk for næringsstofbelastningen.

**Tabel 10.2.** Oversigt over prøvetagningsaktiviteter for NOVANA-programmets naturtyper. Prøvetagningen følger stationens primære naturtype og udføres i alle prøvefelter, hvor det er muligt (Bruus et al., 2010).

Habitattype	EU ref. Nr.	Jordprøver			Vandprøver			Planteprøver
		C/N*	P*	pH	NO3	pH, ledn	Vandstand**	N i løv***
Strandeng	1330		x	x				
Indlandssalteng	1340		x	x				
Grå/grøn klit	2130			x				x
Kliithede	2140	x		x				x
Klitlavning	2190	x		x				
Enebærklit	2250			x				
Våd hede	4010	x		x				x
Tør hede	4030	x		x				x
Tørt kalksandsoverdrev	6120	x	x	x				
Kalkoverdrev	6210	x	x	x				
Surt overdrev	6230	x	x	x				
Tidvis våd eng	6410	x	x	x			x	
Højmose	7110				X	x	x	x
Hængesæk	7140				X	x		x
Tørvelavning	7150			x				
Avneknippemose	7210	x		x				
Kildevæld	7220				X	x		x
Rigkær	7230	x	x	x			x	x

\* Fosfortal (P-tal), forholdet mellem kulstof og kvælstof i jordbunden (C/N-forholdet) måles kun én gang i programperioden på intensivt og ekstensivt overvågede stationer.

\*\* Hydrologiske målinger er endnu ikke fuldt implementeret og vil ikke kunne genereres på prøvefeltniveau. For at kunne analysere de indkomne data kræves derfor modellering af målinger over minimum 3-4 år.

\*\*\* Kvælstof (N) i løv måles kun på intensivt overvågede stationer.

## 10.2 Resultatet af naturtypeovervågningen, 2008

For alle de præsenterede indikatorer er der foretaget en statistisk analyse af mulige udviklingstendenser. Disse analyser er vurderet på et 5% signifikansniveau.

### 10.2.1 Strandeng

Naturtypen omfatter mange undertyper. De yderste, stærkt saltpåvirkede strandenge har en stor andel af vegetationsløse partier, mens den

egentlige strandeng har mere sluttet vegetation. De vigtigste trusler mod naturtypen er tilgroning, ændrede hydrologiske forhold som følge af afvanding mv. samt gødskning.

Det samlede billede for de intensivt overvågede strandenge viser, at de undersøgte indikatorer for strandengenes tilstand stort set ikke har ændret sig i perioden 2004-2008. Tilgroning og forekomsten af invasive arter synes ikke at være et problem for de intensivt overvågede strandenge. De relativt høje Ellenberg indikatorværdier for næringsstof tyder på, at næringselskende arter er fremherskende i strandengsvegetationen, hvilket både kan skyldes naturligt næringsrige forhold og gødskning i forbindelse med afgræsning. Mængden af plantetilgængeligt fosfor i jorden og de fundne problem-arter indikerer, at en væsentlig andel af stationerne kan have været eller bliver gødsket.

### 10.2.2 Grå/grøn klit

Grå/grøn klit omfatter grå klit og grønsværklit. Den grå klit findes på udvasket og sur bund og rummer relativt få arter af højere planter, men er typelokalitet for laver. Hvor jordbunden er mere kalkrig og dermed mindre sur, findes den artsrige, urtedominerede grønsværklit, der enten kan være tør og åben eller ganske frodig og tæt. Grå/grøn klit er naturligt næringsfattig og særdeles sårbar overfor eutrofiering samt for lidt eller forkert pleje.

Det samlede billede for de intensivt overvågede grå/grønne klitter peger på, at plantedækket på grå/grøn klit er øget som følge af bl.a. manglende dynamik og måske de stigende temperaturer. Dette bygger især på øget dækning med hedelyng og revling og den høje dækning med bølget bunke og sand-star sammenholdt med den lave dækning med bart sand. Der synes at foregå en relativt hurtig udvikling i retning mod klithede.

Forekomsten af invasive arter i næsten hver fjerde 5 m-cirkler viser, at naturtypens artssammensætning og funktion kan være truet. Det faldende kvælstofindhold i lav kunne indikere en faldende kvælstofdeposition, mens det stabilt høje indhold af kvælstof i skudspidser indikerer, at naturtypens tilstand stadig er påvirket af ophobede næringsstoffer, hvilket stemmer overens med data for C/N-forholdet fra 2004.

### 10.2.3 Klithede

Klitheden er karakteriseret ved en mere udvasket og stabil jordbund end grå/grøn klit, og domineres af dværgbuske. Klitplantning, fx med bjergfyr og hjælme, kan medføre en unaturlig dæmpning af klitternes naturlige dynamik og give anledning til ændringer i struktur og funktion. Klitheder er meget følsomme over for eutrofiering, der øger tilgroning med græsser, halvgræsser og vedplanter, som kan udkonkurrere mosser og laver.

Det samlede billede for de intensivt overvågede klitheder viser en stigende tendens for vegetationshøjde og dækningen af dværgbuske, der sammen med den høje dækning af bølget bunke, sand-star og sand-hjælme tyder på, at plantedækket kan være øget på klitheden. Høj dækningsgrad af bølget bunke, sand-hjælme og sand-star kan indikere et

forhøjet næringsstofniveau i jordbunden, hvilket stemmer overens et lavt C/N- forhold.

Invasive arter og tilgroning med vedplanter truer naturtypens artssammensætning og funktion. En betydelig del af de forekommende vedplanter udgøres dog af den karakteristiske art gråris. Problemet med invasive arter er stigende og skyldes især forekomsten af bjerg-fyr, rynket rose og stjerne-bredribbe.

Det faldende kvælstofindhold i laver indikerer, at kvælstofdepositionen kan være faldet. Den stigende tendens for kvælstofindholdet i årsskud af dværgbuske kan tolkes som et resultat af en fortsat akkumulering af næringsstoffer i jordbunden.

#### **10.2.4 Fugtig klitlavning**

I fugtige eller vanddækkede klitlavningerne forekommer en række vådbundssamfund såsom klitsøer, kær og røsumpe, der er indbefattet af naturtypen klitlavning. I klitlavningerne trives de fugtighedskrævende arter, og her vil dræning og grundvandsindvinding have stærk negativ effekt. Klitlavning er en naturligt næringsfattig naturtype og ligeledes særdeles sårbar overfor eutrofiering.

Den høje dækning af de to græsser blåtop og tagrør kan indikere en eutrofiering af naturtypen, hvilket dog ikke afspejles i vegetationens sammensætning, idet den domineres af arter tilpasset relativt næringsfattige forhold.

Det samlede billede viser, at den fugtige klitlavning kan være truet af invasive arter og tilgroning, idet forekomsten af invasive arter og graden af tilgroning med vedplanter er høj. Forekomsten af den invasive art bjerg-fyr udgør et stigende problem, men derudover udgøres en stor andel af vedplantedækningen af gråris og mose-pors, som ikke er problematiske i denne naturtype.

#### **10.2.5 Våd hede**

Naturtypen findes overvejende på sandede og tørveholdige jorder i Jylland, ofte kun som et smalt bælte omkring vandhuller, i fugtige lavninger på heden og i tilknytning til højmoser. Klokkelyng (*Erica tetralix*) er eneste karakteristiske art for den våde hede, og lyngfamiliens arter (klokkelyng, hedelyng, rosmarinlyng, mosebølle og tranebær) bør være dominerende. Sænkning af grundvandet kan medføre, at klokkelyng, der ikke tåler udtørring, går tilbage, mens andre arter bliver dominerende.

Manglende eller forkert pleje, eutrofiering og vandstandssænkning kan føre til ændringer i artssammensætningen primært med en reduktion i dækningen med dværgbuske og en øget dækning med græsser til følge.

Det samlede billede for de intensivt overvågede våde heder viser et fald i klokkelyngdækning, hvilket tyder på, at artssammensætningen på de våde heder er forringet i perioden 2004-2008. Stigningen i hedelyngdækningen kan tyde på, at nedgangen i naturtypens eneste karakteristiske art, klokkelyng, skyldes udtørring, idet hedelyng tåler udtørring bedre

end klokkelyg. Indsamlingerne af data for C/N-forhold i 2004 viser, at der på mange våde heder er et forhøjet kvælstofindhold i jorden. Dækningen med blåtop er i gennemsnit højere end dækningen med klokkelyg, hvilket kan betyde, at blåtop mange steder er ved at udkonkurrere klokkelyg som følge af eutrofiering og/eller afvanding. Også den høje forekomst og dækning af invasive vedplanter (især bjergfyr), som viser en stigende tendens, er en trussel mod naturtypen.

#### **10.2.6 Tør hede**

Hederne findes på sandede, næringsfattige jorder med typisk mordanelse og er et resultat af tidligere tiders anvendelse. Naturtypen er blevet fastholdt som sådan blandt andet ved slåning, afgræsning og tørveskæring. Efter ophør af hedebrugene er det blevet nødvendigt at "pleje" hederne, hvis artssammensætningen med dværgbuske som dominerende element skal bevares. Tør hede er naturligt næringsfattig og særdeles sårbar overfor eutrofiering.

Det samlede billede for de intensivt overvågede tørre heder viser, at artsammensætningen bedømt ud fra udviklingen i dækningen med hedlyng og bølget bunke samt forekomsten af indikatorarter synes at være forbedret i perioden 2004-2008. Forekomsten af invasive arter tyder imidlertid på en negativ påvirkning. Dækningen med laver er meget lav, hvilket indikerer, at de konkurrencesvage arter er under pres, formentlig bl.a. pga. eutrofiering.

Udviklingen i kvælstof i lav, som er et hurtigt reagerende mål for kvælstofeksposeringen, tyder på, at kvælstofdepositionen kan være faldet fra 2006 til 2008, hvorimod kvælstofindholdet i årsskud, som er et udtryk for den akkumulerede kvælstofpulje, er steget. Kvælstofpåvirkningen af vegetationen er således stadig høj, og naturtypen derfor kan være truet af eutrofiering. Dette stemmer overens med, at der på stort set alle tørre heder er for meget kvælstof i jorden, idet C/N-forholdet er meget lavt. Ellenbergs indikatorværdi for næringsstof er stort set konstant igennem perioden 2004-2008, hvilket indikerer, at artssammensætningen i undersøgelsesperioden generelt ikke er ændret som følge af ændret næringsstofbelastning.

#### **10.2.7 Højmose**

Højmoser er moser, som kun modtager vand gennem nedbør. Moserne består af tuer, som er højereliggende partier med lyng, og høljer, som er lavere, våde dele med tørvemos. Aktiv højmose omfatter hele højmosekomplekset med højmoseflade, tørvegrave, søer samt laggzone og rand med rørsump eller hængesæk. Eutrofiering og udtørring er meget store trusler for højmoserne.

Det samlede billede for de intensivt overvågede højmoser viser, at der ikke er sket de store ændringer i forholdene på højmoserne i perioden 2004-2008, hvilket betyder, at naturtypens artssammensætning og funktion fortsat er truet af eutrofiering og udtørring. Næringsstofindikatorerne viser, at kvælstofbelastningen fortsat er for høj, hvilket også til dels afspejles i artssammensætningen, da dækningen med dværgbuske og blåtop er høj. At der overhovedet forekommer vedplanter, er problematisk i denne naturtype.

### 10.2.8 Rigkær

Rigkær har lav-middelhøj, tæt og artsrig urtevegetation domineret af græsser, halvgræsser og mange bredbladede urter. Høje urter og vedplanter er tegn på tilgroning og manglende afgræsning. Naturtypen er helt afhængig af hydrologien, så afvanding og vandindvinding, der har udtørrende effekt, vil være en trussel mod naturtyperne. Udtørring og tilgroning er sammen med eutrofiering de største trusler for rigkær.

Det samlede billede for de intensivt overvågede rigkær viser, at plantedækket er højt på rigkærene som følge af eutrofiering og manglende græsning. Også det høje indhold af kvælstof i mosserne indikerer, at rigkærene er næringsstofpåvirkede. Tilgroningen med vedplanter kan være en trussel, og specielt forekomsten af rød-el og pil er stigende. Dækningen med tørvemosser er lav, hvilket indikerer, at de danske rigkær endnu ikke, som det ellers ses i forskellige steder i Europa, er truet af forsurening. Naturtypens intensivt overvågede stationer synes ikke at være truet af invasive arter.

## 10.3 Udviklingen 2004-2008

De statistiske analyser af mulige udviklingstendenser er vurderet på et 5% signifikansniveau, og for nogle af de overvågede parametre er det muligt at se en udvikling gennem overvågningsperioden fra 2004-08. En del af udviklingen ses i form af signifikante ændringer, andre som tendenser, her defineret på et 5-10% signifikansniveau. Indsamling af yderligere data i de kommende års NOVANA-overvågning vil kunne give dokumentation for, om de observerede tendenser fortsætter.

De seneste år har været varme, med megen vintervedbør og udprægede tørkeperioder i starten af vækstsæsonen i 2007 og 2008, hvilket kan have haft indflydelse på de observerede ændringer.

De mest markante ændringer på de intensivt overvågede stationer i de her rapporterede naturtyper ses i naturtypernes vegetationssammensætning med signifikante ændringer i de fleste undersøgte naturtyper på nær strandeng, jf. tabel 10.3.

I klithede og på tør hede ses signifikant stigning i indikatorarter, der tilhører de typiske plantesamfund på disse naturtyper, med en signifikant stigning i dækning af hedelyng. På klitheden ses derudover også en signifikant stigning i dækningen af sandstar, mosepors og sand-hjælme.

Også på våd hede ses en signifikant stigning i dækning af hedelyng og dværgbuske, men da dette samtidig er ledsaget af et signifikant fald i klokkeløng, tyder det på ændrede hydrologiske forhold og udtørring, der udgør en trussel for naturtypen.

Stigningen i dækning af arter omfatter også arter, der ikke er ønskværdige på naturtyperne. F.eks. er dækning af bølget bunke steget signifikant i højmose med tilhørende faldende tendens i smalbladet kæruld og mosset *Sphagnum magellanicum* hvilket antyder, at højmose er under forandring. Bølget bunke har ligeledes tendens på stigende dækning på klitheden.

**Tabel 10.3.** Udvikling i målte parametre i 2004-2008. Signifikante ændringer er vurderet på et 5% signifikansniveau, mens udviklingstendenser er vurderet på et signifikansniveau over 5% og under 10%. +: Stigende udvikling. -: Faldende udvikling (Bruus et al. 2010).

Naturtype	Udvikling *	
	Signifikante ændringer	Tendenser
Klithede	+ hedelyng + mosepors + sand-star + sand-hjælme - N i lav + invasive arter + indikatorarter	+ N i årsskud + dværgbuske + bølget bunke + bjergfyr +gråris
Højmose	+ bølget bunke	- <i>Sphagnum magellanicum</i> - smalbladet kæruld - rosmarinlyng - vedplanter > 1m
Fugtig klitlavning	+ bjergfyr + pH	- vedplanter > 1m
Rigkær	+ tagrør + rødel + pileslægten	- vedplanter > 1m
Tør hede	- N i lav + N i årsskud + hedelyng + invasiv fyr + indikatorarter	
Strandeng		+ Ellenberg N - vedplanter < 1m
Grå/grøn klit	+ hedelyng + rynket rose + stjerne-bredribbe + pH - N i lav - N i mos	
Våd hede	+ hedelyng + klitfyr + dværgbuske - klokkelyng	- N i lav - vegetationshøjde - middelscore + bjergfyr

Et andet eksempel på tilgang af nye arter er dækning af invasive arter, der i adskillige naturtyper er øget markant gennem de seneste fem år. For eksempel er dækning med rynket rose øget signifikant i den grå/grønne klit, og frekvensen af fyr, specielt bjerg-fyr, er øget signifikant i flere af klit- og hedetyperne, hvilket til dels skal ses i sammenhæng med en øget tilgroning på grund af manglende græsning/pleje. Indvandringen af fyr og rynket rose kan ud over konkurrencen mod den oprindelige typiske vegetation også udgøre en tilgroningstrussel. Udbredelsen af det invasive mos stjerne-bredribbe er høj og stigende i disse år. Der kendes ingen plejeforanstaltninger, der kan modvirke denne udvikling.

NOVANA-overvågningen af kvælstofdeposition viser, at der siden 1989 er sket et fald i kvælstofdepositionen på 30% på de danske landområder, lokalt kan dette dog variere (Ellermann et al., 2010). Faldet er jævnt gennem perioden, dvs. tendensen også kan erkendes i perioden for naturtypeovervågningen 2004-08.

Faldet i kvælstofdepositionen slår igennem med signifikante fald i kvælstof i lav på klithede, tør hede og i grå/grøn klit, hvor der desuden ses signifikant fald i kvælstof i mos pga. reduktion af kvælstofeksponeringen. Til gengæld ses ingen udvikling i kvælstofindholdet i årsskudene, der afspejler kvælstoftilgængeligheden for den højere vegetation, dvs. kvælstofpuljen, som først på længere sigt ændres som følge af den lavere deposition.

Kvælstofpuljerne er således fortsat høje pga. ophobning gennem tidligere år med større kvælstoftilførsler og udgør en trussel mod at bevare eller genoprette den for naturtyperne karakteristiske artssammensætning. Den aktuelle kvælstofdeposition er for en betydelig del af arealerne med især næringsfattige naturtyper stadig så høj, at den overskrider tålegrænserne for naturtyperne. Plejeforanstaltninger vil sammen med en yderligere reduktion af kvælstofpåvirkningen kunne bringes i anvendelse for at imødegå yderligere forringelse.

Sammenfattende kan det således konkluderes at effekten af reduceret kvælstofreduktion kan erkendes i nogle af naturtyperne. Dette vil, hvis udviklingen fortsætter, bidrage til en positiv udvikling. Der kan være behov for plejeforanstaltninger rettet mod høje kvælstofpuljer, afvanding, tilgroning og invasive arter for at forbedre tilstanden.

## 11 Arter

Delprogrammet for arter i NOVANA omfatter overvågning af tilstand og udvikling for i alt ca. 85 udvalgte plante- og dyrearter på EF-Habitatdirektivets bilag samt udvalgte ansvarsarter, hvor mere end 20% af den samlede bestand på et eller andet tidspunkt i deres livscyklus findes i Danmark. Dertil kommer fugle omfattet af EF-Fuglebeskyttelsesdirektivet. Formålet med overvågningen er at tilvejebringe viden om de enkelte arters bevaringsstatus og dermed et grundlag for at vurdere, om der skal iværksættes forvaltningsmæssige tiltag, der kan forbedre den enkelte arts udbredelse og antal.

En arts forekomst kan beskrives ved henholdsvis udbredelse og bestandsstørrelse. Begge parametre udgør centrale elementer i habitatdirektivets definition af gunstig bevaringsstatus. Definitioner på faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus fremgår af Søgaard et al. 2005, mens tidligere vurderinger af bevaringsstatus fremgår af Pihl et al. 2000.

For nogle af de overvågede arter foreligger der data i tidsserier, som gør det muligt at sammenligne bestandsstørrelser og udbredelser og eventuelle ændringer i disse. Det gælder for enkelt månerude, gul stenbræk, fruesko og mygblomst og i et vist omfang hedepletvinge og eremit, og denne rapport beskrives tilstanden og udviklingen for disse arter. For de fleste arter vil overvågningen i 2008 sammen med overvågningen i 2004-2007 udgøre en baseline, som resultaterne af overvågningen i de kommende år kan sammenlignes med. For en nærmere beskrivelse af disse arter henvises til Søgaard et al., 2009.

### 11.1 Overvågningstrategi

Overvågning af bestandsstørrelser er i mange tilfælde ressourcekrævende, mens overvågning af udbredelse kan gennemføres for færre ressourcer og på et mere ekstensivt niveau.

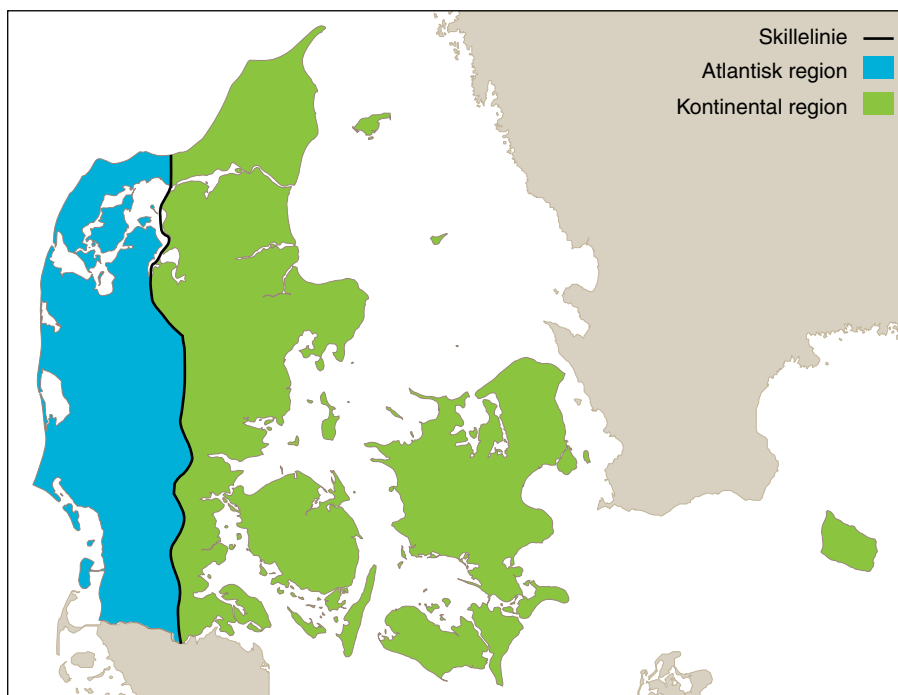
Intensiv overvågning er overvågning af bestandsstørrelser, men omfatter også registrering af relevante baggrundsoplysninger i det omgivende miljø på et forholdsvis overordnet niveau til brug for vurderingen af bestandens status. Nogle af informationerne tilvejebringes gennem NOVANAs delprogram for naturtyper. Intensiv overvågning gennemføres som udgangspunkt årligt, men vil som en tilpasning til forvaltningsmæssige behov kunne gennemføres hvert 2., 3. eller 6. år.

Ekstensiv overvågning er overvågning af arternes udbredelse i UTM-kvadratnettet på 10x10 km<sup>2</sup>. Denne overvågning retter sig direkte mod parameteren 'udbredelsesområde' i EF-Habitatdirektivets definitioner af gunstig bevaringsstatus og tilsigter at tilvejebringe et datagrundlag for at kunne vurdere, hvorvidt en arts udbredelse i Danmark er aftagende, stabil eller voksende. Ekstensiv overvågning gennemføres som udgangspunkt hvert 6. år, men frekvensen kan øges i fornødent omfang. Registrering af baggrundsoplysninger indgår kun på et helt overordnet niveau.



De nationale vurderinger af bevaringsstatus foretages inden for de biogeografiske regioner, der findes inden for landets grænser. Inden for EU er der primo 2008 defineret 9 biogeografiske regioner, hvor Danmark er omfattet af 2 (figur 11.1).

**Figur 11.1.** Danmark er omfattet af to biogeografiske regioner, den atlantiske og den kontinentale region (Søgård et al. 2010).



## 11.2 Hedepletvinge *Euphydryas aurinia*

Hedepletvinge lever på fugtige heder og ugødede enge på mager jord med rigelige bevoksninger af djævelsbid, som er den foretrukne værtsplante. De befrugtede æg lægges på undersiden af værtsplanten, hvor de klækkes 2-3 uger senere. Larverne lever i et fællesspind, som gradvis flytter sig, efterhånden som de fortærer værtsplanten, og i august-september spinder de et overvintringsspind dybt nede i vegetationen. Hedepletvinge er ikke set uden for Jylland siden 1920'erne. I 2008 er arten kun set på en række mere eller mindre spredte levesteder i Vendsyssel samt fra enkelte lokaliteter i Himmerland.

I 2007 blev bevaringsstatus vurderet som ugunstig i både den atlantiske og kontinentale biogeografiske region i Danmark. De faglige kriterier forudsætter, at arten etableres og konsolideres på flere lokaliteter inden for dens nuværende udbredelsesområde og som minimum findes i én til flere levedygtige bestande i den nordlige del af landet, både inden for den atlantiske og kontinentale region. Desuden skal den samlede bestand være stabil eller stigende.

### 11.2.1 Overvågningen i 2008

Hedepletvinge overvåges ved registrering af imago og/eller larvespind på den foretrukne værtsplante, djævelsbid. Bestandsstørrelse opgøres ved optælling af larvespind. Desuden indsamles en række levestedsoplysninger, herunder forekomst af djævelsbid og blomstrende urter (nektarplanter). Overvågningsresultaterne viser, at en varieret flora af nek-

tarplanter kan understøtte bestanden hen over forsommeren. Langt hovedparten af alle spindene findes på lokaliteter med en gennemsnitlig vegetationshøjde på under 25 cm og med omgivelser, som er natur eller udyrkede arealer.

### **11.2.2 Vurdering af udviklingen**

Med nye fund af hedepletvinge i 2006 og 2008 er der sket en yderligere forøgelse i antallet af bestande af hedepletvinge, og der er samtidig konstateret en forøgelse af enkelte bestande i forhold til 2000-2004. Sammenfattende er det ikke muligt at vurdere om der er tale om en reel positiv eller negativ udvikling i artens udbredelse og bestandsforhold.

De senere års store opmærksomhed har bidraget til øget viden om levesteder for arten. De nye forekomster repræsenterer derfor sandsynligvis både oversete forekomster og nyetablerede bestande. Det vurderes sandsynligt, at yderligere eftersøgning af arten på potentielle, velegnede levesteder kan resultere i flere nye fund af lokaliteter med forekomst af hedepletvinge.

## **11.3 Eremit *Osmoderma eremita***

Eremit er knyttet til løvtræer i gamle skove, men findes ofte i park- eller allé-træer uden for skovene. Larven findes i smuld i hule stammer eller større grene, undtagelsesvis er den dog fundet i smuld under tyk egebark. Den kan leve i mange arter af løvtræer og i sjældne tilfælde også i nåltræer. Den findes oftest i stammer med flere meters omkreds, men er også fundet ynglende i mindre træer. Hovedparten af individerne lever hele livet i det samme værtstræ. Eremit har en spredningsradius på nogle hundrede meter, og dens udbredelse i Danmark er begrænset til øerne øst for Storebælt. Den er i nyere tid kun kendt fra Sjælland og Lolland.

I 2007 blev bevaringsstatus vurderet som ugunstig i den kontinentale biogeografiske region i Danmark. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for eremit forudsætter bl.a., at arten findes i flere levedygtige bestande inden for den kontinentale region i Danmark. Desuden skal den samlede bestand være stigende, og der skal ske en forøgelse af antallet af lokaliteter med dens forekomst.

### **11.3.1 Overvågningen i 2008**

Eremit blev i 2008 eftersøgt på potentielle, egnede levesteder i gamle løvtræer med hulheder på 27 lokaliteter på Sjælland, Lolland-Falster, Fyn og Sydjylland og desuden i forbindelse med overvågning i 2008 af Stellas mosskorpion på 12 lokaliteter i Østjylland. Af sikkerhedsmæssige hensyn undersøges kun hulheder i op til seks meters højde af træet.

**Tabel 11.1.** Lokalteter med forekomst af eremit ved overvågning i 1999 (Martin 2002), 2004 (Søgaard et al. 2006) og NOVANA 2008 med angivelse af antal undersøgte træer og potentielle (egnede) værtstræer på lokaliteterne i 2004 og 2008 (Søgaard et al. 2010).

Lokalitet	Træer med eremit			Træer undersøgt		Potentielle træer	
	1999	2004	2008	2004	2008	2004	2008
Bognæs Storskov	16	13	22	111	116	111	120+
Vallø Dyrehave/Slotspark	7	2	2	317	93	317	200
Hellebæk/Hammermølle	0	0	1	-	13	-	13
Maltrup Skov	10	7	10	15	14	73	42
Halsted Kloster Dyrehave	3	1	2	25	19	253	95
Krenkerup Haveskov	5	3	6	15	13	145	87
Oreby Skov	2	2	2	5	11	38	28
Lekkende Dyrehave	4	4	5	20	15	230	94
Vemmetofte Dyrehave	9	8	12	45	48	280	146
Sorø Sønderskov	5	0	2	30	30	253	189
	61	40	64	583	372	1.700	1.014+

Eremit blev i 2008 fundet på 64 træer fordelt på 10 lokaliteter (tabel 11.1), der omfatter alle lokaliteter, hvor arten blev registreret i 1999 og 2004 samt på en helt ny lokalitet for arten i Nordsjælland. Desuden er arten genfundet i Sorø Sønderskov, hvor den blev fundet i 1999, men ikke i 2004. Fundene fordelte sig på fire træarter med eg, som den foretrukne, bøg, ask og lind som ny art som værtstræ for eremit. På 12 lokaliteter for Stellas mosskorpion, hvor eremit også blev eftersøgt, blev der ikke fundet tegn på forekomst af eremit.

Antallet af potentielle værtstræer er i NOVANA 2004 og 2008 opgjort til mere end 1.000 træer (tabel 11.1). Det kan ikke udelukkes, at eremit kan findes på flere egnede værtstræer på eller uden for de undersøgte lokaliteter.

### 11.3.2 Vurdering af udviklingen

Overvågningen i 2004 og 2008 tyder med stor sandsynlighed på, at eremit kun er udbredt på Sjælland og Lolland-Falster. Antallet af træer med forekomst i 2008 er af samme størrelsesorden som i 1999 (hhv. 64 og 61), hvilket i bedste fald overordnet kan tolkes som en stabilisering af den samlede bestand. De tre vigtigste lokaliteter for eremit (Bognæs Storskov, Maltrup Skov og Vemmetofte Dyrehave) har i 2004 og 2008 rummet henholdsvis 70% og 69% af samtlige træer med eremit i Danmark.

Eremittens krav til levested er i en generel konflikt med moderne skovbrug, og på mange lokaliteter mangler mellemaldrende træer, der på sigt kan udvikle sig til egnede værtstræer.

## 11.4 Enkelt månerude *Botrychium simplex*

Enkelt månerude vokser i Danmark på strandoverdrev og knoldet fersk eng, hvor den optræder på toppen af tuerne hævet nogle centimeter over grundvandsspejlet. Før 1950 var arten med sikkerhed registreret på syv lokaliteter i Danmark og har efter 1980 været kendt på én lokalitet, Saltbæk Vig. I 2002 blev der registreret en mindre bestand på Norddjursland.

Bevaringsstatus for enkelt månerude blev i 2007 vurderet som ugunstig, i den kontinentale region i Danmark. Bevaringsstatus forudsætter bl.a., at arten findes i flere levedygtige bestande i den kontinentale region. Den samlede nationale bestandsstørrelse skal være stigende, og der skal ske en forøgelse i antallet af lokaliteter med arten.

#### 11.4.1 Overvågning i 2008

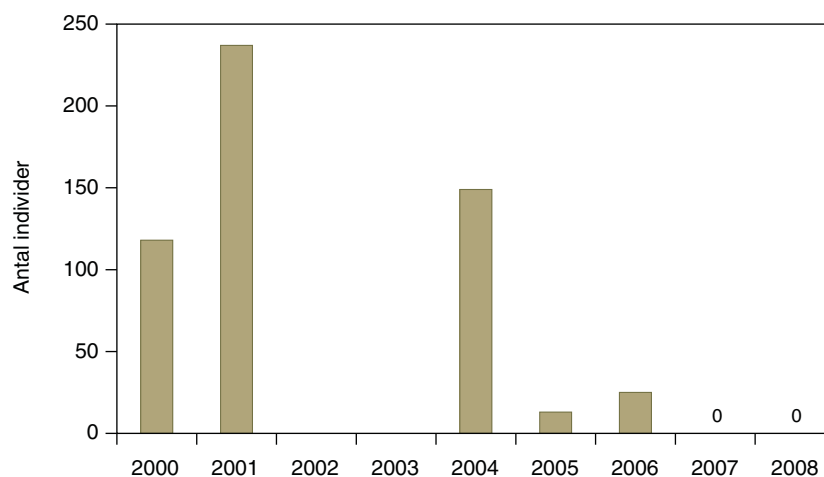
Enkelt månerude overvåges ved fastlæggelse af bestandsstørrelse, fordeling og udbredelse, og derudover registreres en række levestedsparametre. Enkelt månerude blev i 2008 eftersøgt på to lokaliteter i to UTM-kvadrater i Nordvestsjælland og Østjylland, men arten blev ikke fundet på de to lokaliteter i 2008.

#### 11.4.2 Vurdering af udviklingen

Der blev i 2000, 2001, 2004, 2005, 2006, 2007 og 2008 udført en systematisk gennemgang af det potentielle levested (ca. 15 ha) for enkelt månerude ved Saltbæk Vig, og punkter med fund af individer i de foregående år blevet undersøgt. I 2001 blev 20 delbestande af enkelt månerude registreret spredt over det meste af det potentielle voksested. I 2004, 2005 og 2006 blev arten lokaliseret i mindre delområder. Det samlede antal lokaliseringer for perioden 2000-2006 ligger inden for en polygon med et areal på 9,5 ha. Arten blev ikke registreret i 2007 og 2008. Enkelt månerude blev nyfundet på Djursland i 2001. Fundet blev verificeret i 2002, og voksestedet har været overvåget årligt siden 2002.

På baggrund af optællingerne i 2000, 2001, 2004, 2005, 2006, 2007 og 2008 ser det ud til, at enkelt månerude er gået antalsmæssigt tilbage ved Saltbæk Vig (figur 11.2), og at findestederne varierer inden for lokaliteten. I 2004, 2005 og 2006 blev arten fundet inden for samme begrænsede delområde, mens den ikke blev genfundet i 2007 og 2008.

**Figur 11.2.** Bestandsudviklingen for enkelt månerude ved Saltbæk Vig 2000-2008. Bestanden blev ikke optalt i 2002 og 2003 (Søgaard et al. 2010).



Tre faktorer influerer på enkelt månerudes forekomst ved Saltbæk Vig: Ændring af græsningstryk, valg af dyreart til græsning, jordbundens fugtighed, der betinges af vandstandshøjden i vigen, som reguleres af en pumpestation, og de klimatiske forhold. Græsning vurderes gunstig for enkelt månerude, mens forårstørke kan bevirke, at ikke alle individer

sætter overjordiske skud, idet enkelt månerude formodentlig er i stand til at overleve underjordisk i flere år.

For bestanden på Norddjursland foreligger der bestandsopgørelser for perioden 2002-2008. I 2002 blev der registreret 35 individer, mens der i 2003 blev optalt 17 individer. Enkelt månerude blev ikke registreret ved artsovervågningen i 2004, 2005, 2006, 2007 og 2008, men blev genfundet i forbindelse med anden overvågning i 2005. Der var ikke græssende dyr på voksestedet på optællingstidspunktet i maj 2008, hvor vegetationsdækkets højde ikke oversteg 25 cm, mens dækningsgraden af vedplanter var under 10%.

## **11.5 Gul stenbræk *Saxifraga hirculus***

Gul stenbræk vokser i Danmark i lysåbne væld og vældmoser med frem-sivende grundvand, der er ensvarmt året igennem (paludellavæld). Før 1950 blev arten med sikkerhed fundet på ca. 90 lokaliteter, fortrinsvis i Midt- og Nordjylland samt i Vestjylland og Nordsjælland. I 1998 blev gul stenbræk eftersøgt på de 17 registrerede voksesteder for arten i perioden 1969-1990. Den blev genfundet på syv lokaliteter.

I 2007 blev bevaringsstatus vurderet som ukendt i den atlantiske region og som ugunstig i den kontinentale biogeografiske region. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus forudsætter bl.a., at arten findes i flere levedygtige bestande i den kontinentale region, herunder i den nordlige og østlige del af Jylland. Den samlede nationale bestand skal være stigende, og der skal ske en forøgelse i antallet af lokaliteter med arten.

### **11.5.1 Overvågning i 2008**

Gul stenbræk blev overvåget på nuværende og tidligere levesteder ved en total optælling af blomstrende skud på levestedet. Fordeling og udbredelse registreres ved de enkelte individers (kloners) forekomst og den samlede bestands udstrækning på levestedet. Der blev endvidere registreret en række levestedsparametre.

Gul stenbræk blev i 2008 eftersøgt på tolv lokaliteter i otte UTM-kvadrater i Midt- og Vestjylland samt i Nordjylland og fundet på syv lokaliteter i fem UTM-kvadrater. Arten blev genfundet ved Bredsgårde, hvor den senest blev registreret i 1986. Lokaliteten er blevet overvåget med års mellemrum, men planterne har formodentlig vegeteret og er derfor blevet overset.

### **11.5.2 Vurdering af udviklingen**

Det samlede antal blomstrende skud i 2008 (2.323) er det laveste i de fem år, der har været foretaget en totaloptælling af skud af gul stenbræk. Antallet af blomstrende skud i 2008 lå 26%, 47% og 69% lavere i forhold til henholdsvis optællingerne i 2007, 2006 og 2005, mens antallet af vegetative skud i de optalte bestande viser en fremgang på 33% i 2008 i forhold til 2007, tabel 11.2).

På den baggrund er det næppe muligt at vurdere, om der er tale om en regulær frem- eller tilbagegang for arten i de tilbageværende bestande. Antallet af blomstrende skud er udtryk for individernes blomstringsintensitet og formeringsmuligheder, mens lokaliseringen af kloner udtrykker bestandens udstrækning. De enkelte kloner kan formodentlig overleve og sprede sig vegetativt i mange år.

**Tabel 11.2.** Optællinger af gul stenbræk, NOVANA 2008. Antal blomstrende og vegetative skud (vegetative efter skråstregen). - lokaliteten er ikke blevet overvåget. 0 lokaliteten er blevet overvåget, men der er ikke blevet registreret blomstrende eller vegetative skud (Søgaard et al. 2010).

Lokalitet	2004	2005	2006	2007	2008
Halkær	155	631	698/2871	87/1600	177/2010
Kielstrup	0/7	0/1	-	0/1	0/1
Krogens Møllebæk	193	344	126	178/1194	76/1645
Bredsgård	-	-	-	0	3/10
Kvorning Mølle, vest	46	29	5	68/125	75/177
Kvorning Mølle, øst	14	25	20	9/50	31/116
Rosborg Sø	4.429	6.463	3.536	2.808	1.961
I alt	4.837	7.492	4.385	3.150/2.970	2.323/3.959

## 11.6 Fruesko *Cypripedium calceolus*

Fruesko vokser i Danmark på to skråninger med en jordbund med et højt kalkindhold. Den ene er en skovklædt, nordvestvendt skråning domineret af bøg. Den anden er en nordøstvendt skråning, der er græsklædt med spredte buske af ene. Den nordlige ende af sidstnævnte skrænt er beplantet med rødgran, hvor fruesko optræder i randen af beplantningen og mellem træerne. Fruesko forekommer to steder i Danmark, begge i Himmerland.

I 2007 blev den nationale bevaringsstatus for fruesko vurderet som gunstig i den kontinentale biogeografiske region i DK. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus forudsætter bl.a., at arten findes i Østjylland inden for den kontinentale region, og at den findes på mindst to lokaliteter med levedygtige bestande. Antallet af individer/kloner i den enkelte bestand skal være stabilt eller stigende. På de nuværende voksesteder skal der opretholdes/skabes gode etablerings- og levevilkår for arten. Det samlede areal med forekomst af fruesko og med gode levevilkår for arten skal være stabilt eller stigende.

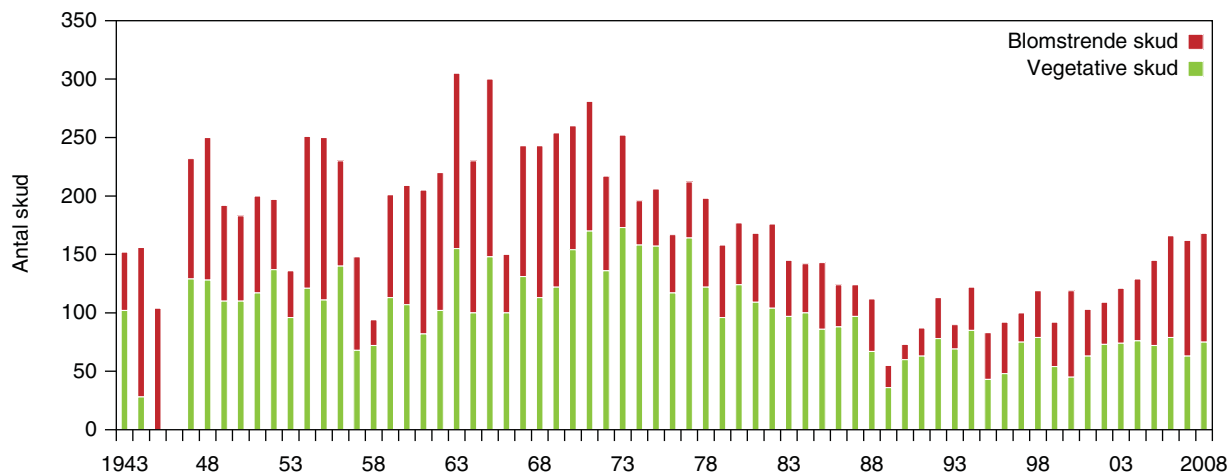
### 11.6.1 Overvågning i 2008

Bestandsstørrelse og -sammensætning af fruesko og frugtsætning opgøres ved en totaloptælling af de vegetative og blomstrende skud på levestedet. Bestandsstørrelsen opgøres så vidt muligt som antal kloner (individer). Der registreres endvidere en række levestedsparametre.

Fruesko blev i 2008 eftersøgt og fundet på to lokaliteter, nemlig henholdsvis Buderupholm og Skindbjerg, der ligger i det samme UTM-kvadrat.

### Buderupholm

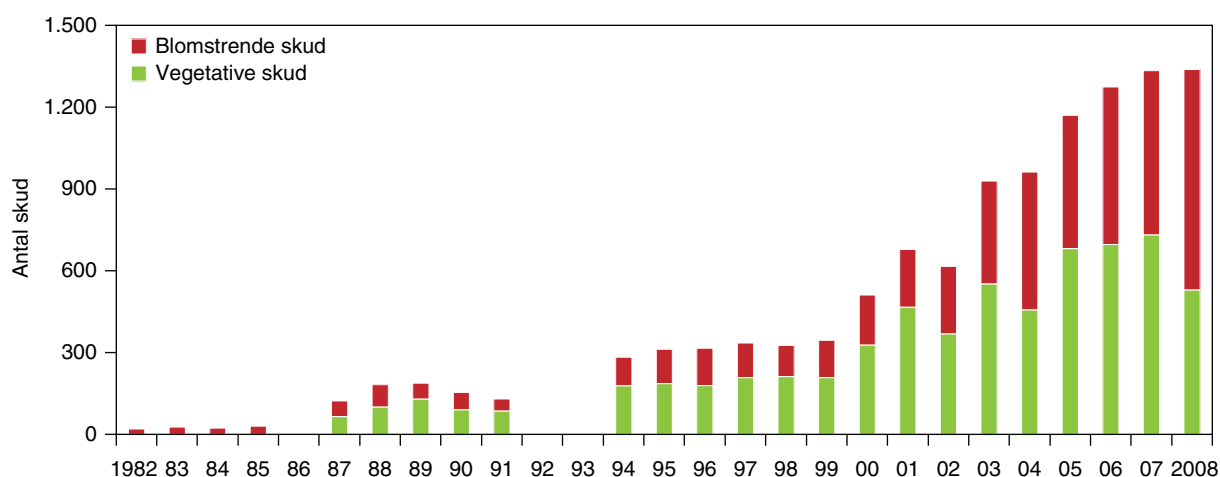
Efter flere år med fremgang blev der i 2008 registreret et samlet antal skud af samme størrelsesorden som i 2006 og 2007. 93 skud eller omkring 55% var blomstrende, hvilket er det næsthøjeste antal registrerede blomstrende skud siden begyndelsen af 1970'erne, hvor antallet var trecifret (figur 11.3). Om det betyder en forøget frøsætning og dermed forøget formeringssucces, er uvist.



Figur 11.3. Registrering af fruesko. Bestandsudvikling i Buderupholm Bjergeskov 1943-2008 (DMU's orkidédatabase, Søgaard et al. 2010).

### Skindbjerg

Der blev der i 2008 i bestanden ved Skindbjerg for fjerde år i træk optalt over 1.000, nemlig 1.338 skud, hvilket er det samme antal som i 2007. Bestanden har været i næsten ubrudt fremgang siden overvågningen blev iværksat i 1987. Især i perioden fra og med 2000 har fremgangen været markant, idet antallet af skud i denne periode er blevet næsten firedoblet (figur 11.4).



Figur 11.4. Registrering af fruesko. Bestandsudvikling ved Skindbjerg 1982-2008 (DMU's orkidédatabase, Søgaard et al. 2010).

### 11.6.2 Vurdering af udviklingen

Bedømt alene på mængden af vegetative og blomstrende skud er det samlede antal skud det største, der er optalt i Danmark i den tid frueskobestandene har været overvåget. Mens Buderupholm-bestanden i indhegningen fortsat synes uden rekruttering af nye individer, har bestanden ved Skindbjerg ekspanderet betydeligt i de snart 40 år, den har været kendt. Ekspansionen omfatter en forøgelse både i antallet af skud hos de gammelkendte individer (kloner) og i antallet af individer.

## 11.7 Mygblomst *Liparis loeselii*

Mygblomst vokser i Danmark på kalkholdig, gerne mosdækket jordbund i fugtige enge og moser samt i grønklitlavninger (ekstrem rigkær). Arten er registreret på 105 lokaliteter i Danmark inden for de sidste 200 år. I 1997-2000 blev mygblomst eftersøgt på 18 lokaliteter og genfundet på 11 lokaliteter med en samlet bestand på ca. 5.000 individer.

I 2007 blev bevaringsstatus vurderet som ugunstig i den kontinentale region. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus forudsætter bl.a., at arten findes i den kontinentale region herunder i den nordlige og østlige del af Jylland, på Fyn og Sjælland/Lolland/Falster og i hvert af de fire områder i én til flere levedygtige bestande. Bestandsstørrelsen skal nationalt være stigende, og der skal ske en forøgelse af antallet af de nuværende bestande.

### 11.7.1 Overvågning i 2008

Mygblomst overvåges på voksestederne ved en registrering af de blomstrende og vegetative individer, deres fordeling og udbredelse. Endvidere registreres en række levestedsparametre.

Mygblomst blev i 2008 eftersøgt på 23 lokaliteter i 17 UTM-kvadrater og fundet på 14 lokaliteter i 11 UTM-kvadrater, heraf med et genfund, mens den ikke blev fundet ved Flyndersø, hvor den blev registeret i 2005, 2006 og 2007.

### 11.7.2 Vurdering af udviklingen

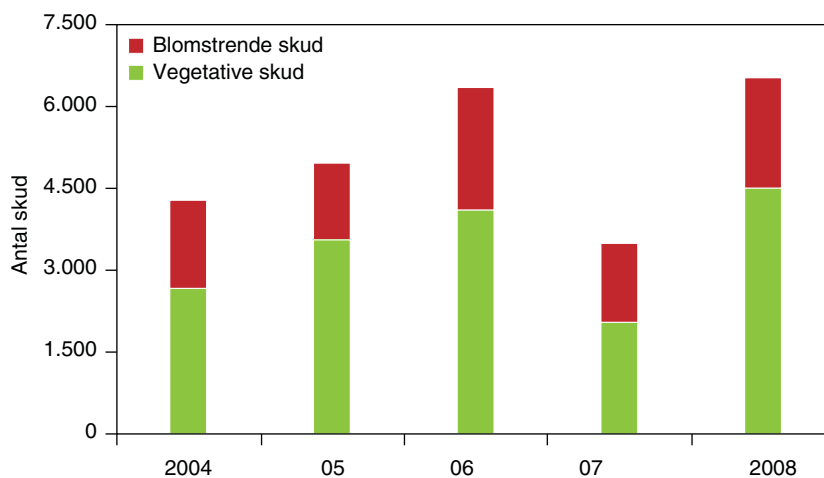
I 2008 blev der registreret 3.973 blomstrende og vegetative individer af mygblomst i Danmark (figur 11.5). Mygblomst blev i 2008 registreret på 14 lokaliteter mod 12, 13, 16 og 12 i henholdsvis 2004, 2005, 2006 og 2007. Fremgangen skyldes dels, at optællingen blev genoptaget i den store bestand ved Saltbæk Vig, og at arten blev genfundet på en lokalitet ved Køge, hvor den sidst blev registreret i 2001. Antallet af registrerede blomstrende og vegetative skud var bl.a. som følge heraf højere i 2008 end i 2007.



**Tabel 11.3.** Registrerede individer af mygblomst i 2004 - 2008. Veg - vegetative. Blom - blomstrende. - bestanden ikke optalt. Kaldred-bestanden er blevet overvåget ved stikprøveudtagning, mens der ikke blev foretaget en systematisk optælling af bestanden i Buksekæret (Søgaard et al. 2010).

LOKALITET	2004		2005		2006		2007		2008	
	Veg	Blom	Veg	Blom	Veg	Blom	Veg	Blom	Veg	Blom
Hadsund	82	7	176	42	364	452	327	469	289	294
Nørlev	339	236	625	370	694	366	350	270	433	137
Kærsgård	-	-	0	2	0	0	-	-	-	-
Vandplasken	234	106	466	82	340	116	221	97	211	43
Tved	147	34	92	21	210	36	111	35	196	63
Helnæs	316	42	320	103	432	239	417	215	761	312
Urup Dam	435	98	281	63	139	41	15	4	78	16
Skuldelev	123	29	34	16	14	15	67	36	61	16
Buksekær	0	1	6	6	1	5	-	-	0	1
Kaldred	793	988	1.220	533	1.385	719	-	-	115	48
Asmindrup	90	43	170	62	167	71	178	64	43	17
Flyndersø	-	-	-	-	11	0	9	5	0	0
Orø	-	-	-	-	20	19	77	62	173	94
Bagholt	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1
Holmegård	56	10	81	38	73	28	107	61	126	141
Even	42	14	71	63	235	132	156	124	211	89
I alt	2.657	1.608	3.542	1.401	4.085	2.239	2.035	1.442	2.701	1272
Total	4.265		4.943		6.324		3.477		3.973	

**Figur 11.5.** Overvågning af mygblomst 2004-2008. Det samlede antal registrerede individer (DMU's orkidédatabase, Søgaard et al. 2010).



Lokalitet for lokalitet kan der konstateres betydelige udsving i antallet af individer i 2008 sammenlignet med de tidligere år. Individantallet er gået frem på seks lokaliteter, på én lokalitet er bestandsstørrelsen på niveau med 2007, mens antallet af individer er faldet på fire andre lokaliteter, heraf markante fald på to lokaliteter. Det er uvist, om der er tale om naturlige bestandssvingninger eller -sammenbrud.

## 12 Referencer

Aftale om Vandmiljøplan III 2005-2015 mellem regeringen, Dansk Folkeparti og Kristendemokraterne, 2004.

Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Jensen, P.N. (red) 2007: NOVANA. Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen. Programbeskrivelse 2007-2009 - del 2. Danmarks Miljøundersøgelser. 120 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 615. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>.

Bossi, R., Sortkjær, O. & Juhler, R.K. 2009: Screening for udvalgte pesticider i vandløb og grundvand. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 22 s. – Arbejdsrapport fra DMU nr. 252. <http://www2.dmu.dk/Pub/AR252.pdf>

Bossi, R., Mogensen, B.B. & Johansen, E. 2009: Muskstoffer i punktkilder og i det akvatiske miljø. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 31 s. – Arbejdsrapport fra DMU nr. 255. <http://www2.dmu.dk/Pub/AR255mf.pdf>.

Bruus, M., Nielsen, K.E., Damgaard, C., Nygaard, B., Fredshavn, J.R., & Ejrnæs, R. 2010: Terrestriske naturtyper 2008. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 78 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 765. (elektronisk)

By- og Landskabsstyrelsen 2009: Punktkilder 2008.

Cappelen, J. 2009: Danmarks klima 2008 med Tórshavn, Færøerne og Nuuk, Grønland. Teknisk rapport 09-01. Danmarks Meteorologiske Institut, 58 pp.

Danmarks Miljøundersøgelser 2004: Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen. Programbeskrivelse - del 1. Danmarks Miljøundersøgelser. 48 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 495. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>.

Danmarks Miljøundersøgelser orkidedatabase:  
[http://www.dmu.dk/Dyr\\_planter/Planter/Orkideoversigt/](http://www.dmu.dk/Dyr_planter/Planter/Orkideoversigt/)

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet og DMU, Århus Universitet 2008: Midtvejsevaluering af vandmiljøplan III. 36 s.

Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Christensen, J., Kemp, K., Løfstrøm, P. & Monies, C. 2010: Atmosfærisk deposition 2008. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 74 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 761 (elektronisk).

Europaparlamentets og Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter. EFT L 206 af 22/07/1992 (Habitatdirektivet). <http://www.eu-oplysningen.dk/dokumenter/retsakter/pop/392L0043/>

Europaparlamentets og Rådets direktiv 98/83/EF af 3. november om kvaliteten af drikkevand. EFT L 330 af 5.12.1998 (Drikkevandsdirektivet).

Europaparlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF af 23. oktober om fastsættelse af en ramme for fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger. EFT L 327 af 22.12.2000 (Vandrammedirektivet).

EU-kommissionens forordning 2001/466/EF af 8. marts 2001 om fastsættelse af grænseværdier for bestemte forurenende stoffer i levnedsmidler.

Europaparlamentets og Rådets direktiv 2006/118/EF af 12. december 2006 om beskyttelse af grundvandet mod forurening og forringelse (Grundvandsdirektivet).

Europaparlamentets og Rådets direktiv 2006/129/EF af 18. september 2008 om miljøkvalitetskrav inden for vandpolitikken, om ændring og senere ophævelse af direktiv 82/176/EØF, 83/513/EØF, 84/156/EØF, 84/491/EØF, 86/280/EØF og om ændring af 2000/60/EF.

European Commission (2007): Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR27. 144 pp. European Commission, DG Environment. Nature and Biodiversity. Bruxelles.

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Pedersen, L.E., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. 2010: Landovervågningsoplande 2008. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 126 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 762 (elektronisk).

Helsing, F. 2008: Monitoring af hedepletvinge (*Euphydryas aurinia*) 2007-2008. – Rapport udarbejdet til Skov- og Naturstyrelsen. ASPEA Life Projekt. 50 s.

Hjorth, M. & Josefson, A. (red.) 2010: Marine områder 2008 - Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 136 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 760 (elektronisk).

Jørgensen, T.B., Bjerring, R., Landkildehus, F., Søndergaard, M., Sortkjær, L. & Clausen, J. 2010: Søer 2008. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 46 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 763 (elektronisk).

Larsen, C.L., 2006: Screening af beryllium i dansk grundvand. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Rapport nr. 2006/67. [http://www.blst.dk/NR/rdonlyres/39DFEB08-BAB2-47F9-A2E0-0A88B268850F/0/proj14\\_Slutrapport2.pdf](http://www.blst.dk/NR/rdonlyres/39DFEB08-BAB2-47F9-A2E0-0A88B268850F/0/proj14_Slutrapport2.pdf)

Martin, O. 2002: Kortlægning af eremit *Osmoderma eremita* i Danmark 1999. - I: Pihl, S. & Laursen, K. (red.). Kortlægning af arter omfattet af EF-habitat-direktivet 1997-2000. Danmarks Miljøundersøgelser. - Arbejdsrapport fra DMU, nr. 167: 57-78.

Miljøministeriet 2006: Bekendtgørelsen nr. 1664 af 14. december 2006 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg.

Mogensen, B.M., Bossi, R., Kjær, J., Juhler, R. & Boutrup, S. 2007: NOVANA-screeningsundersøgelse af lægemidler og triclosan i punktkilder og det akvatiske miljø. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 74 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 638.  
<http://www2.dmu.dk/Pub/FR638.pdf>

OSPAR 1998: Report on the Third OSPAR Workshop on Ecotoxicological Assessment Criteria (EAC), The Hague: 25-29 November 1996, Oslo and Paris Commissions, 1998.

OSPAR 2008: (Draft) Agreement on CEMP Assessment Criteria for the QSR 2010.

Pihl, S., Ejrnæs, R., Søgaard, B., Aude, E., Nielsen, K.E., Dahl, K. & Laurson, J.S. 2000: Naturtyper og arter omfattet af EF-Habitatdirektivet. Indledende kortlægning og foreløbig vurdering af bevaringsstatus. - Danmarks Miljøundersøgelser. 219 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 322.

Regeringen 2009: Grøn Vækst. April 2009:6.  
[http://www.mim.dk/NR/rdonlyres/D5E4FC9A-B3AC-4C9A-B819-C42300F23CCA/0/GROENVAEKST\\_2904rapporten.pdf](http://www.mim.dk/NR/rdonlyres/D5E4FC9A-B3AC-4C9A-B819-C42300F23CCA/0/GROENVAEKST_2904rapporten.pdf)

SFT 2007: TA-2229/2007. Revidering af klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensningstilsyn, Norge. <http://www.sft.no/publikasjoner/2229/ta2229.pdf>

Strand, J., Bossi, R., Sortkjær, O. & Larsen, M.M. 2007: PFAS og organotinforbindelser i punktkilder og det akvatiske miljø. Faglig rapport fra DMU nr. 608, 2007. <http://www2.dmu.dk/Pub/FR608.pdf>

Søgaard, B., Skov, F., Ejrnæs, R., Nielsen, K. E., Pihl, S., Clausen, P., Laursen, K., Bregnballe, T., Madsen, J., Baatrup-Pedersen, A., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Møller, P.F., Riis-Nielsen, T., Buttenschøn, R.M., Fredshavn, J., Aude, E. & Nygaard, B. (2005): Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. - Faglig rapport fra DMU, nr. 457, 3. udg. 462 s.

Søgaard, B., Pihl, S. & Wind, P. (2006): Arter 2004-2005. NOVANA. - Faglig rapport fra DMU, nr. 582. 148 s.

Søgaard, B., Pihl, S., Wind, P., Laursen, K., Clausen, P., Andersen, P.N., Bregnballe, T., Petersen, I.K. & Teilmann, J. 2010: Arter 2008. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 118 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 766. <http://www.dmu.dk/Pub/FR766.pdf>

Thorling, L. (red.) 2010: Grundvand. Status og udvikling 1989-2008. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland – GEUS. [www.geus.dk](http://www.geus.dk).

Wiberg-Larsen, P. (red.) 2010: Vandløb 2008. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 66s. - Faglig rapport fra DMU nr. 764 (elektronisk).

## DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet. På DMU's hjemmeside [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk) finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø. Her kan du også finde en database over alle publikationer som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler, rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk)

Danmarks Miljøundersøgelser  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde  
Tlf.: 4630 1200  
Fax: 4630 1114

Administration  
Afdeling for Arktisk Miljø  
Afdeling for Atmosfærisk Miljø  
Afdeling for Marin Økologi (hovedadresse)  
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi  
Afdeling for Systemanalyse (hovedadresse)

Danmarks Miljøundersøgelser  
Vejlsovej 25  
Postboks 314  
8600 Silkeborg  
Tlf.: 8920 1400  
Fax: 8920 1414

Afdeling for Ferskvandsøkologi  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Terrestrisk Økologi

Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 14, Kalø  
8410 Rønne  
Tlf.: 8920 1700  
Fax: 8920 1514

Afdeling for Systemanalyse  
Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

## Faglige rapporter fra DMU

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

- Nr./No. 2009**
- 744 Danish Emission Inventories for Stationary Combustion Plants. Inventories until year 2007. By Nielsen, M., Nielsen, O.-K., Plejdrup, M. & Hjelgaard, K. 216 pp.
- 742 Vildtbestande og jagttider i Danmark: Det biologiske grundlag for jagttidsrevisionen 2010. Af Noer, H., Asferg, T., Clausen, P., Olesen, C.R., Bregnballe, T., Laursen, K., Kahlert, J., Teilmann, J., Christensen, T.K. & Haugaard, L. 288 s.
- 741 Biodiversity at the Ecosystem Level – Patterns and Processes. Proceedings of the 2nd DanBIF conference, 26-27 April 2009. By Balslev, H. & Skov, F. (eds.). 44 pp.
- 739 Emission Inventory for Fugitive Emissions in Denmark. By Plejdrup, M.S., Nielsen, O.-K. & Nielsen, M. 47 pp.
- 738 Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2008. Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringssager. Af Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, M., Simonsen, V. & Krogh, P.H. 48 s.
- 737 Environmental monitoring at the former lead-zinc mine in Maarmorilik, Northwest Greenland, in 2008. By Schiedek, D., Asmund, G., Johansen, P., Rigét, F., Johansen, K., Strand J., & Mølvig, S. 70. pp.
- 736 Naturtilstand på terrestriske naturarealer – besigtigelser af § 3-arealer. Af Fredshavn, J.R., Nygaard, B. & Ejrnæs, R. 46 s.
- 735 Naturtilstand i habitatområderne. Habitatdirektivets lysåbne naturtyper. Af Fredshavn, J.R. & Ejrnæs, R. 76 s.
- 734 Undervandsplanter som indikatorer for vandkvalitet i søer. Af Søndergaard, M., Johansson, L.S., Jørgensen, T.B. & Lauridsen, T.L. 48 s.
- 732 Lokal kvælstofdeposition og kvælstofindhold i lav. Af Andersen, H.V., Nielsen, K.E., Degn, H.J., Geels, C., Løfstrøm, P., Damgaard, C. & Christensen, J.H. 46 s.
- 731 Anvendelse af en feltbaseret metode til bedømmelse af biologisk vandløbskvalitet i danske vandløb. Af Skriver, J., Hansen, F.G., Jensen, P.B., Larsen, L.K. & Larsen, S.E. 42 s.
- 730 Metodeafprøvning af passive diffusionsopsamlere til koncentrationsbestemmelse af ammoniak. Af Andersen, H.V., Løfstrøm, P., Moseholm, L., Ellerman, T. & Nielsen, K.E. 31 s.
- 729 Biologiske beskyttelsesområder i Nationalparkområdet, Nord- og Østgrønland. Af Aastrup, P. & Boertmann, D. 90 s.
- 728 Danske plantesamfund i moser og enge – vegetation, økologi, sårbarhed og beskyttelse. Af Nygaard, B., Ejrnæs, R., Baattrup-Pedersen, A. & Fredshavn, J.R. 144 s.
- 727 Overdrev, enge og moser. Håndbog i naturtypernes karakteristik og udvikling samt forvaltningen af deres biodiversitet. Af Ejrnæs, R., Nygaard, B. & Fredshavn, J.R. 76 s.
- 726 Klimatilpasning og den sociale faktor. 2009. Af Petersen, L.K., Jensen, A. & Nielsen, S.S. 52 s.
- 724 Denmark 's National Inventory Report 2009. Emission Inventories 1990-2007 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change. By Nielsen, O.-K., Lyck, E., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Gyldenkærne, S., Winther, M., Nielsen, M., Fauser, P., Thomsen, M., Plejdrup, M.S., Albrechtsen, R., Hjelgaard, K., Vesterdal, L., Møller, I.S. & Baunbæk, L. 826 pp.
- 723 Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters. By Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K. & Mosbech, A. 38 pp.
- 722 Grønne kommuner. Indikatorer til belysning af kommunernes indsats på natur- og miljøområdet. Af Levin, G., Münier, B., Fuglsang, M. & Frederiksen, P. 177 s.
- 721 Seabirds and marine mammals in Northeast Greenland. Aerial surveys in spring and summer 2008. By Boertmann, D., Olsen, K. & Nielsen, R.D. 50 pp.
- 720 The eastern Baffin Bay. A preliminary strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities in the KANUMAS West area. By Boertmann, D., Mosbech, A., Schiedek, D. & Johansen, K. (eds). 238 pp.

*[Tom side]*

## VANDMILJØ OG NATUR 2008

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Denne rapport indeholder resultater fra 2008 af det nationale program for overvågning af vandmiljø og natur (NOVANA) i Danmark. Rapporten indeholder en opgørelse af de vigtigste påvirkningsfaktorer og en status for tilstand i grundvand, vandløb, søer, havet samt for overvågningen af naturtyperne på land og for overvågningen af udvalgte planter og dyr. Grundlaget for rapporten er de årlige rapporter, som udarbejdes af fagdatacentre for de enkelte emneområder. Disse rapporter er baseret på data indsamlet af de statslige miljøcentre og Danmarks Miljøundersøgelser.

ISBN: 978-87-7073-155-3  
ISSN: 1600-0048