



**Danmarks Miljøundersøgelser**  
Aarhus Universitet

Faglig rapport fra DMU nr. 646, 2007

## **Vandmiljø og Natur 2006**

**NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning**



*[Tom side]*



**Danmarks Miljøundersøgelser**  
Aarhus Universitet

---

Faglig rapport fra DMU nr. 646, 2007

# Vandmiljø og Natur 2006

**NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning**

Susanne Boutrup<sup>1</sup>

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

Poul Nordemann Jensen<sup>1</sup>

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

Ruth Grant<sup>1</sup>

Jens Bøgestrand<sup>1</sup>

Torben B. Jørgensen<sup>1</sup>

Thomas Ellermann<sup>1</sup>

Gunni Ærtebjerg<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

<sup>2</sup> Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

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

# Datablad

- Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 646
- Titel: Vandmiljø og Natur 2006  
Undertitel: NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning
- Forfattere: S. Boutrup<sup>1</sup>, L. van der Bijl<sup>1</sup>, P.N. Jensen<sup>1</sup>, L.M. Svendsen<sup>1</sup>, R. Grant<sup>2</sup>, J. Bøgestrand<sup>2</sup>, T.B. Jørgensen<sup>2</sup>, T. Ellermann<sup>3</sup>, G. Ærtebjerg<sup>4</sup>, M. Bruus<sup>5</sup>, B. Søgaard<sup>6</sup>, L. Thorling<sup>7</sup> og K. Dahlgren<sup>8</sup>
- Institutioner, afdelinger: <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 Økologi, <sup>6</sup>Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet, <sup>7</sup>Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, <sup>8</sup>By- og Landskabsstyrelsen.
- Udgiver: Danmarks Miljøundersøgelser©  
Aarhus Universitet  
URL: <http://www.dmu.dk>
- Udgivelsesår: December 2007  
Redaktion afsluttet: November 2007
- Finansiel støtte: Ingen ekstern finansiering
- Bedes citeret: Boutrup, S., Bijl, L. van der, Jensen, P.N., Svendsen, L.M., Grant, R., Bøgestrand, J., Jørgensen, T.B., Ellermann, T., Ærtebjerg, G., Bruus, M., Søgaard, B., Thorling, L. & Dahlgren, K. 2007: Vandmiljø og Natur 2006. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 126 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 646.  
<http://www.dmu.dk/Pub/FR646.pdf>
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
- Sammenfatning: Denne rapport indeholder resultater fra 2005 og 2006 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 fagdatacentre for de enkelte emneområder. Disse rapporter er baseret på data indsamlet og rapporteret af amterne.
- 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: Luftmålestation ved Tange. Foto: Thomas Ellermann
- ISBN: 978-87-7073-018-1  
ISSN (elektronisk): 1600-0048
- Sideantal: 126
- Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside  
<http://www.dmu.dk/Pub/FR646.pdf>

# Indhold

## Vandmiljø og Natur 2006 5

Tilstand og udvikling - sammenfatning af undersøgelsesresultater 2005 - 2006 5

## Sammenfatning 6

Spildevand 6  
Tilførsel af forurenende stoffer via atmosfæren 7  
Landovervågningsoplande 7  
Grundvand 8  
Vandløb 9  
Søer 10  
Marine områder 10  
Terrestriske naturtyper 11  
Artsovervågning 12

## 1 Indledning 14

1.1 Det nationale program for overvågning 14  
1.2 Fokuspunkter 16  
1.3 Vejr og afstrømning i 2005 17

## 2 Kvælstof 19

2.1 Kvælstof som forureningskilde 19  
2.2 Tilførsel af kvælstof fra luften i 2006 20  
2.3 Kilder til tilførsel af kvælstof fra luften 22  
2.4 Tilførsel af ammoniak fra luften til naturarealer 24  
2.5 Kvælstof fra spildevand 25  
2.6 Kvælstof i landbrug 27  
2.7 Kvælstof i vand fra dyrkede arealer 29  
2.8 Kvælstoftab fra dyrkede marker 30

## 3 Fosfor 33

3.1 Fosfor som forureningskilde 33  
3.2 Fosfor fra spildevand 34  
3.3 Fosfor i landbrug 36  
3.4 Fosforkoncentrationer og udvaskede mængder 37

## 4 Organisk stof som forureningskilde 40

## 5 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer 42

5.1 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer 42  
5.2 Deposition af tungmetaller fra luften 43  
5.3 Deposition af miljøfremmede stoffer fra luften 45  
5.4 Pesticidanvendelse i landbruget 47

## 6 Grundvand 49

6.1 Grundvandet 49  
6.2 Status for nitratindhold i grundvand 52  
6.3 Udvikling i nitratindhold i grundvand 53  
6.4 Fosfor i grundvand 55  
6.5 Uorganiske sporstoffer i grundvand 57  
6.6 Pesticider i grundvand 59

## **7 Vandløb 62**

- 7.1 Vandløbene 62
- 7.2 Biologisk vandløbskvalitet – smådyr 64
- 7.3 Kvælstof i vandløb 66
- 7.4 Fosfor i vandløb 68
- 7.5 Tungmetaller i vandløb 70
- 7.6 Pesticider i vandløb 70
- 7.7 Fiskesamfund i relation til vandløbsstørrelse og israndslinie 72

## **8 Søer 73**

- 8.1 Søerne 73
- 8.2 Fosfor i søer – status og udvikling 74
- 8.3 Kvælstof i søer 75
- 8.4 Planteplankton, sigtdybde og klorofyl 77
- 8.5 Bunddyr 78

## **9 Marine områder 80**

- 9.1 De marine områder 80
- 9.2 Kvælstof og fosfor i marine områder 82
- 9.3 Planteplankton 84
- 9.4 Iltforhold i de marine områder 85
- 9.5 Bundplanter 87
- 9.6 Tungmetaller i marine områder 91
- 9.7 Miljøfremmede stoffer i marine områder 93
- 9.8 Biologiske effekter af miljøfremmede stoffer 95
- 9.9 Udviklingen i planktonalger i Kattegat, Bælthavet, Sundet og den vestlige Østersø 98
- 9.10 Effekter af miljøfarlige stoffer i havet 99

## **10 Terrestriske naturtyper 102**

- 10.1 Baggrund og formål med overvågning af terrestriske naturtyper 102
- 10.2 Overvågningen i 2006 104
- 10.3 Resultater af naturtypeovervågningen 2006 106
- 10.4 Invasive arter - Fokuspunkt 110

## **11 Artsovervågning 112**

- 11.1 Baggrund og formål med overvågning af arter 112
- 11.2 Gul stenbræk 114
- 11.3 Fuesko 115
- 11.4 Blank seglmos 116
- 11.5 Hedepletvinge 117
- 11.6 Sandterne 118
- 11.7 Markpiber 119
- 11.8 Overvågning af trækfugle 120
- 11.9 Vadefugle, maj 120
- 11.10 Svømmeænder 121

## **12 Referencer 123**

**Danmarks Miljøundersøgelser**

**Faglige rapporter fra DMU**

# Vandmiljø og Natur 2006

## Tilstand og udvikling - sammenfatning af undersøgelsesresultater 2005 - 2006

Rapporten indeholder resultater fra 2005 og 2006 af Det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen (NOVANA).

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 2005 og 2006 omfattede overvågning af tilstand og udvikling i luften, vandmiljøet, den terrestriske natur og en række arter.

På enkelte områder har det ikke været muligt at inddrage alle 2006-data i rapporteringen på grund af databaseomlægninger i forbindelse med kommunalreformen. Det drejer sig hovedsageligt om grundvandsdata, indvindingsdata, data vedrørende miljøfremmede stoffer fra renseanlæg, næringsstoffer og miljøfremmede stoffer fra industri, kildeopsplitning samt data fra saltvandsbrug og havbrug. Disse data vil indgå i næste års rapportering.

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

<a href="#">Vandløb 2006</a>	<i>Bøgestrand (red.), 2007</i>
<a href="#">Atmosfærisk deposition 2006</a>	<i>Ellermann et al., 2007</i>
<a href="#">Landovervågningsoplande 2006</a>	<i>Grant et al., 2007</i>
<a href="#">Grundvandsovervågning 2006</a>	<i>Thorling (red.), 2007</i>
<a href="#">Marine områder 2005-2006</a>	<i>Ærtebjerg (red.), 2007</i>
<a href="#">Søer 2006</a>	<i>Jørgensen et al., 2007</i>
<a href="#">Punktkilder 2006</a>	<i>By- og Landskabsstyrelsen, 2007</i>
<a href="#">Terrestriske naturtyper 2006</a>	<i>Bruus et al., 2007</i>
<a href="#">Arter 2006</a>	<i>Søgaard et al., 2007</i>

Fagdatacentrenes rapporter er baseret på data indsamlet af amterne, København og Frederiksberg kommuner og Bornholms Regionskommune. DMU har varetaget indsamling af data vedrørende atmosfæren og åbne marine områder.

# Sammenfatning

Rapporten er bygget op som en indikatorbaseret rapport, hvor udvalgte indikatorer er opdateret med resultaterne fra 2005 og 2006. I fagdata-centrenes rapporter om vandløb, søer, marine områder og terrestriske naturtyper er en række emner detaljeret behandlet som årets fokuspunkter. Udvalgte fokuspunkter indgår i denne sammenfatning.

Den nationale overvågning af vandmiljøet og naturen (NOVANA) erstattede 1. januar 2004 det tidligere overvågningsprogram NOVA-2003, som alene omfattede vandmiljøet. Med NOVANA har Danmark fået en samlet og systematisk overvågning af både akvatisk og terrestrisk natur og miljø.

Siden 1989 er udledningerne af kvælstof, fosfor og organisk stof faldet markant og dermed tilførslerne af næringssalte til vandmiljøet. Den atmosfæriske deposition af kvælstof til land- og vandområder har ligeledes været faldende siden 1989.

Faldet i tilførslerne af næringssalte har forbedret natur- og miljøforholdene i søer og marine områder. Forbedringerne i søerne varierer i stort omfang alt efter faldet i tilførslerne til den enkelte sø. Forbedringerne i marine områder ses først og fremmest i fjorde og kystnære områder. Miljøtilstanden i vandløb er ligeledes siden 1994 blev gradvis forbedret.

I grundvand er der målt et fald i nitratinholdet i det yngste grundvand som følge af den mindskede nitratudvaskning. I grundvandsovervågningen var hyppigheden af pesticidfund i 2005 og 2006 på samme niveau som i 2004. I vandforsyningsboringer har der de seneste år været en nedadgående tendens i hyppigheden af fund af pesticider, især fordi boringer med pesticider lukkes.

En række tungmetaller og miljøfremmede stoffer er i udbredt omfang fundet i marine områder, især i fjorde og kystnære områder, og i koncentrationer, som muligvis kan have en effekt på miljøet, heriblandt kviksølv, cadmium og kobber samt PCB og tributyltin (TBT). TBT-indholdet i muslinger og niveauet for hormonforstyrrelser i havsnegle som følge af TBT-påvirkning har dog ved flere stationer været faldende siden 2003, hvor TBT blev forbudt i bundmaling.

Vejrmæssigt var 2006 ekstrem med megen nedbør i anden halvdel af året og adskillige varmere rekorder. Den samlede nedbørsmængde i 2006 var lidt højere end normalen, men væsentlig højere end i 2005. Forskellen mellem nedbørsmængderne i 2005 og 2006 afspejlede sig bl.a. i større kvælstofdeposition i 2006 end i 2005.

## Spildevand

Udledningen af kvælstof i spildevand er siden 1989 faldet med ca. 80%. Årsagen er hovedsageligt, at kvælstof fjernes i renseanlæg. Også udled-



ningerne af kvælstof i spildevand fra industrielle udledere er faldet markant.

Udledningen af fosfor er siden 1989 faldet med 93%. Faldet er en følge af, at fosfor fjernes i renseanlæg og ved industrielle udledere.

Udledningen af organisk stof målt som BI5 er faldet med ca. 85% siden 1989. Det skyldes hovedsageligt bedre biologisk rensning på renseanlæg, men også et markant fald i udledningerne fra industrien. Samtidig er udledningerne fra den spredte bebyggelse og fra dambrug faldet.

Vandmiljøplanernes generelle nationale reduktionsmål for kvælstof, fosfor og organisk stof i spildevand har været opfyldt siden midten af 1990'erne. Siden er udledningerne fra renseanlæg langsomt faldet yderligere.

Udledninger af spildevand fra byer, industri, dambrug og spredt bebyggelse udgør fortsat en væsentlig andel af den samlede forureningsbelastning af de danske vandområder.

### **Tilførsel af forurenende stoffer via atmosfæren**

Den samlede kvælstofdeposition til danske vand- og landområder har varieret fra år til år med nedadgående tendens. Den vurderes at være faldet med henholdsvis ca. 26% og ca. 21% i perioden 1989-2006.

Med luftforureningsmodellen DEHM er kvælstofdepositionen til danske farvandsområder i 2006 beregnet til 9,4 kg N/ha og til danske landområder til 17 kg N/ha. Dette er 12-27% højere end i 2005, hvilket hovedsagelig skyldes den større nedbørsmængde i 2006 end i 2005.

Depositionen af fosfor i 2006 til de indre danske farvande og danske landområder estimeres til ca. 0,04 kg P/ha. Det vurderes, at der ikke er sket væsentlige ændringer i koncentrationer og depositioner af fosfor i perioden 1989-2006.

Depositioner og koncentrationer af ni tungmetaller adskilte sig i 2006 ikke væsentligt fra de seneste foregående år. I løbet af de seneste 17 år er der sket et fald i tungmetalniveauerne på mellem en faktor to og tre med de største fald for bly og cadmium.

Måling af våddeposition af miljøfremmede organiske stoffer ved Anholt og Sepstrup Sande viser, at depositionen ved de to stationer var på omtrent samme niveau. Våddepositionen af pesticider er generelt lav og har ikke akut virkning på planter.

### **Landovervågningsoplände**

På landsplan er handelsgødningsforbruget reduceret med 53% i perioden fra 1990 til 2006, mens kvælstofoverskuddet i markbalancen er reduceret med ca. 48%. En del af reduktionen skyldes, at der er taget landbrugsjord ud af drift.

Modelberegninger for landovervågningsoplandene viser, at kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealerne i gennemsnit er reduceret med 47% fra 1990 til 2006. Ligeledes er kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet faldet ca. 29-45%.

Resultaterne fra landovervågningen indgik sammen med andre data og modeller i slutevalueringen af Vandmiljøplan II i 2003, og vil også indgå i midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan III i december 2008.

### **Fosfor**

Overskuddet af fosfor på markerne var på landsplan ca. 4 kg fosfor pr. ha i 2006 ved beregning ud fra normtal mod ca. 15 kg pr. ha i 1990. I gennemsnit var der dog kun overskud på bedrifter med dyrehold, mens der var underskud på planteavlbrug. I 2005/2006 var tilførslen af fosfor til vandløbene fra landbrugsarealerne i landovervågningsoplandene på 0,07-0,21 kg pr. ha pr. år. Det er altså kun en lille del af nettotilførslen, der tabes fra dyrkede arealer til overfladevand. Den øvrige del ophobes i overfladejorden eller nedvaskes til dybere jordlag.

Tab af fosfor til vandløb skyldes erosion fra marker og brinker, drænvandstab samt udledninger fra spredt bebyggelse. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at også udvaskning af fosfor med jordvand og grundvand kan bidrage til fosfortabet, da der på nogle lokaliteter og i nogle år her måles høje fosforkoncentrationer.

### **Pesticider**

I den første pesticidhandlingsplan var det et delmål, at den solgte mængde aktivstof skulle halveres inden 2003 i forhold til perioden 1981-1985. Dette delmål er opfyldt. Et andet delmål om at mindske behandlingshyppigheden fra 2,04 i 2002 til 1,7 i 2009 er ikke nået. Behandlingshyppigheden på landsplan angiver det antal gange, det dyrkede areal kunne være behandlet, hvis den godkendte dosis for hvert middel var blevet anvendt. Den gennemsnitlige behandlingshyppighed var i 2006 på 2,28.

## **Grundvand**

Grundvandsindvindingen har de seneste år ligget på et stabilt niveau på godt 600 mio. m<sup>3</sup> pr. år efter en periode med et fald på omkring 37% over de seneste 15 år. Indvindingen fra vandværkerne udgjorde i 2005 65% af den samlede grundvandsindvinding, mens markvanding, gartneri og dambrug tegnede sig for 26%.

Grænseværdien for nitrat i drikkevand på 50 mg nitrat pr. liter er opfyldt for ca. 99% af det vand, der anvendes til vandforsyning. Der har i de seneste år været et fald i indholdet af nitrat i det øverste nydannede grundvand i sandområder. Faldet tilskrives den indsats, der er gjort efter vedtagelse af Vandmiljøplan I i 1987 for at mindske udvaskningen af nitrat fra dyrkede arealer. Vandet i de øvrige grundvandsforekomster er generelt dannet før 1987 og er derfor ikke påvirket af Vandmiljøplanen.

Indholdet af fosfor i grundvand er i knap 20% af vandforsyningsboringerne over grænseværdien for drikkevand. Dette er dog af underordnet betydning, idet fosfor fjernes på vandværkerne. De målte indhold af fos-

for i grundvandet afspejler i al væsentlighed de naturbetingede indhold i grundvandet. I en lille del af det allerøverste grundvand er der dog forhøjede indhold af fosfor.

I grundvandsovervågningen var hyppigheden af pesticidfund i 2005 og 2006 på samme niveau som i 2004. Hyppigheden af pesticidfund i boringer til vandforsyning fortsatte i 2005 og 2006 den nedadgående udvikling fra de seneste år. En væsentlig årsag til de færre fund er, at vandforsyningsboringer med pesticider lukkes.

## **Vandløb**

### **Næringsalte**

Indholdet og transporten af kvælstof er generelt faldende i de vandløb, der afvander dyrkede oplande og/eller modtager betydelige udledninger af spildevand. Faldet skyldes, at udvaskningen af nitrat fra dyrkede arealer er mindsket, og at kvælstof nu fjernes på alle større renseanlæg (over 5.000 PE).

Indholdet og transporten af fosfor er faldet markant i spildevandsbelastede vandløb gennem første halvdel af 1990'erne. Det er nu kun lidt højere end i vandløb i landbrugsoplande. Faldet skyldes udbygningen af renseanlæg med fosforfjernelse, herunder også små anlæg for at beskytte lokale recipienter. Faldet først i 1990erne er en fortsættelse af det fald, som startede, da man begyndte at fjerne fosfor på renseanlæg omkring 1980.

### **Pesticider og metaller**

Indholdet af tungmetaller og pesticider er målt i fem store vandløb. Metallerne blev fundet i forskellige koncentrationsniveauer uden nogen systematiske forskelle.

Overvågningen af pesticider omfatter 16 ukrudtsmidler og otte af deres nedbrydningsprodukter. I hovedparten af de analyserede prøver er der fundet ét eller flere pesticider. To af de hyppigst fundne pesticider er glyphosat og MCPA, som er blandt de mest anvendte pesticider i landovervågningsoplandene og de mest solgte pesticider på landsplan. AMPA, som er nedbrydningsprodukt af glyphosat, blev ligeledes fundet hyppigt. Tre ukrudtsmidler, som ikke længere må bruges, blev fundet i en stor del af prøverne: trichloreddikesyre, DNOC og atrazin. BAM, som er nedbrydningsprodukt af dichlobenil, der blev forbudt i 1997, blev fundet i ca. 70% af prøverne. Der er ikke fastsat kvalitetskriterier for nogen af stofferne.

### **Opfyldelse af målsætning**

Miljøtilstanden i vandløb er vurderet ud fra forekomsten af smådyr. Overvågningsresultaterne viser, at der siden 1994 er sket en gradvis forbedring i den økologiske tilstand i de danske vandløb. Det skyldes især bedre spildevandsrensning og mere miljøvenlig vandløbsvedligeholdelse. På landsplan opfyldte 59% af de undersøgte vandløb deres målsætning i 2006. På Bornholm opfyldte 5 ud af 6 undersøgte vandløb målsætningen mod 67% på Fyn, 64% i Jylland og kun 33% på øerne øst for Storebælt. Målopfyldelsen er bedst (86%) for de højest målsatte vandløb.

## Søer

Resultaterne fra de intensivt overvågede søer i 2006 viser, at miljøtilstanden siden 1989 er forbedret som følge af faldende tilførsler af fosfor. Faldet i tilførslen er meget forskellig fra sø til sø afhængig af, hvor meget udledningen med spildevand i søoplandet er mindsket. Indholdet af fosfor i søerne er i gennemsnit omtrent halveret siden 1989.

Tilførsel og indhold af kvælstof i søerne er faldet som følge af mindsket udvaskning af nitrat fra dyrkede arealer.

I ca. halvdelen af de intensivt overvågede søer er indholdet af næringsalte i søvandet faldet. Algemængden er ligeledes reduceret i ca. halvdelen af søerne.

Indholdet af næringssalte og alger i det store antal ekstensivt overvågede søer er højere end i de intensivt overvågede. Det betyder, at miljøtilstanden i de danske søer som helhed generelt er dårligere end i de intensivt overvågede søer. De ekstensivt undersøgte søer er mindre og mere lavvandede og derfor mere påvirkede.

## Marine områder

### Næringsalte og eutrofiering

Der er sket en markant reduktion i tilførslerne af kvælstof og fosfor til de indre danske farvande. Det har vist sig som et fald i koncentrationerne, størst i fjorde og kystområder. Det lavere indhold af næringsalte i de marine områder har ført til, at mængden af alger er faldet og sigtddybden steget siden 1980'erne, idet algernes vækst nu i højere grad end tidligere kan være begrænset af mangel på kvælstof og/eller fosfor.

I betragtning af det stille og varme vejr i 2005 og 2006, var iltforholdene i de åbne farvande relativt gode. Der var dog i nogle lavvandede fjorde i 2006 omfattende iltsvind og bunddyrsdød.

Ålegræssets hovedudbredelse er rykket ud på dybere vand langs åbne kyster og i yderfjordene, men den totale dybdeudbredelse er ikke tiltaget. I samme områder er dækningsgraden af eutrofieringsbetingede alger faldet. I inderfjordene er ålegræssets dybdeudbredelse og dækningsgrad aftaget, og forekomsten af eutrofieringsbetingede alger er generelt uændret. Forekomsten af bunddyr i de åbne indre farvande viser en lille stigning i antal arter i forhold til 2004, hvor niveauet var meget lavt, men antallet af arter er stadig halveret i forhold til 1994, og antallet af individer (tætheden) er faldet med 25-50% i samme periode.

### Miljøfremmede stoffer

Tributyltin (TBT), som blev forbudt i bundmaling i 2003, er ved flere stationer fundet i koncentrationer, som har været faldende siden 2003. Tilsvarende har der i havsnegle ved flere stationer været faldende niveauer af hormonforstyrrelser, der skyldes påvirkning af TBT. PCB og tjærestofet anthracen blev i flere områder fundet i koncentrationer, som muligvis kan have en effekt på miljøet.

Blødgørere indgik i undersøgelserne af muslinger i 2005. Blødgøreren DEHP blev fundet i alle prøver og var den af blødgørerne, der blev fundet i de højeste koncentrationer.

Der er fundet tegn på, at ålekvabber i visse kystnære områder er påvirkede af miljøfremmede stoffer, idet der er fundet udbredt forekomst af misdannelser hos yngel af ålekvabber.

## **Terrestriske naturtyper**

Overvågningen af den terrestriske natur har især fokus på internationale forpligtelser med hovedvægten på EU's Habitatdirektiv, hvis primære sigte er at sikre biologisk mangfoldighed gennem bevarelse af naturtyper og arter. Der er udpeget en række habitatområder, der sammen med de udpegede fuglebeskyttelsesområder indgår i et europæisk net af bevarelsesværdige områder, kaldet Natura 2000-områder. Disse rummer naturtyper og arter, hvis bevarelse vurderes at være af stor betydning for det europæiske fællesskab.

I overvågningen af de terrestriske naturtyper i 2006 indgik indikatorer for jordens surhedsgrad, kvælstofbelastningen, tilgroning med vedplanter og invasive arter.

Resultaterne af overvågningen i 2006 viser massiv forekomst af blåtop på bekostning af klokkelyng og andre dværgbuske, hvilket betyder, at den våde hede er under kraftig forandring. På den tørre hede fortrænger bølget bunke mange steder de karakteristiske dværgbuske. Disse forandringer på hederne skyldes formentlig eutrofiering. Denne konklusion understøttes af data for kvælstofindholdet i plantematerialet. Indholdet af kvælstof i tørvemos på højmoser og hængesæk indikerer også en eutrofieringspåvirkning hér, og indholdet af nitrat i vand tyder på nogen nedbrydning af tørv. Tilsvarende er der tydelige indikationer af eutrofiering på klitterne og de kalkrige moser.

Det vurderes, at strandene og grå/grøn klit ikke er truet af tilgroning med vedplanter, hvorimod tilgroning kan være et problem på klitlavninger og enebærklit. Hederne (især våd hede), tidvis våde enge og overdrevene er mange steder præget af tilgroning med vedplanter, som sammen med forekomst af invasive arter sætter den karakteristiske artsammensætning under pres. For alle tre typer af kalkrige moser tyder data på, at invasive arter er et problem på cirka halvdelen af stationerne, og tilgroning på nogle stationer.

Der forekommer invasive arter på knap halvdelen af stationerne på strandene, hvilket påvirker strandenes artssammensætning. Invasive arter forekommer på alle klittyper på hovedparten af stationerne, nogle arter i store bestande. Forekomsten af invasive arter på højmoser og tilgroning med vedplanter på alle typer sure moser bevirker, at den karakteristiske artssammensætning er under pres.

## Artsovervågning

Overvågning af arter i NOVANA i 2006 har omfattet i alt syv arter af karplanter, mosser, insekter og pattedyr fra habitatdirektivs bilag II og IV, nemlig Gul stenbræk, Fruesko, Mygblomst, Enkelt månerude, Blank seglmos, Hedepletvinge og Birkemus samt yderligere en række af arter af ansvarskrævende karplanter, vindelsnegle, padder og flagermus.

Overvågningen af ynglefugle på Fuglebeskyttelsesdirektivets Bilag I har i 2006 omfattet Hvidbrystet præstekrave, Sandterne, Sortterne, Markpiber, Splitterne, Dværgerterne, Fjordterne og Havterne.

For de fleste arter vil overvågningen i 2006 sammen med overvågningen i 2004-2005 udgøre en basislinie, som resultaterne af overvågningen i de kommende år kan sammenlignes med ved vurdering af udviklingstendenser i bestandsstørrelser og udbredelse.

I overvågningen af planter i 2006 blev Enkelt månerude registreret på en ud af to lokaliteter. Det samlede antal registrerede individer af Mygblomst var i 2006 det højeste i den periode, overvågningen har været udført.

Det samlede antal på 4.385 blomstrende skud af Gul stenbræk var i 2006 40% lavere i forhold til 2005 og 9% lavere end i 2004. Det er imidlertid tvivlsomt, om der er tale om regulær frem- eller tilbagegang for arten i de tilbageværende bestande, da de enkelte individer formodentlig kan overleve i mange år som vegetativ og sprede sig vegetativt.

For orkideen Fruesko er det samlede antal skud det største, der er optalt i Danmark i den tid, frueskobestandene har været overvåget. Mens Buderupholm-bestanden fortsat synes uden rekruttering af nye individer, er udbredelsen af bestanden ved Skindbjerg vokset betydeligt i de snart 40 år, bestanden har været kendt.

Såvel udbredelse som forekomst af Blank seglmos er gået tilbage. Årsagen er først og fremmest afvanding og dræning af artens voksesteder og tilgroning med højt voksende urter og vedplanter, i takt med, at først og fremmest afgræsning er indstillet. Den øgede tilførsel af næringsstoffer med vand og gennem luften er med til at forstærke tilgroningen.

Sommerfuglen Hedepletvinge synes med de nye fund i 2006 generelt at være i en positiv udvikling. De nye forekomster rummer sandsynligvis både fund af hidtil oversete forekomster og reelt nyindvandrede bestande.

Der blev ikke under overvågningen i 2006 registreret Hvidbrystet præstekrave uden for Ribe og Sønderjyllands amter, og dens bevaringsstatus er usikker. Sandterne har ikke ynglet i Danmark i 2006, og antallet af arten ligger derfor under det foreslåede faglige kriterium for bestandsstørrelse for gunstig bevaringsstatus.

Bevaringsstatus for Markpiber, en række vand- og vadefuglearter samt svømmeænder opgøres bl.a. på baggrund af resultater af tællinger over 12-årige perioder. Antallet af Markpiber har i perioden 2004-2006 ligget under det foreslåede faglige kriterium, mens antallet af Sædgås i Nord-

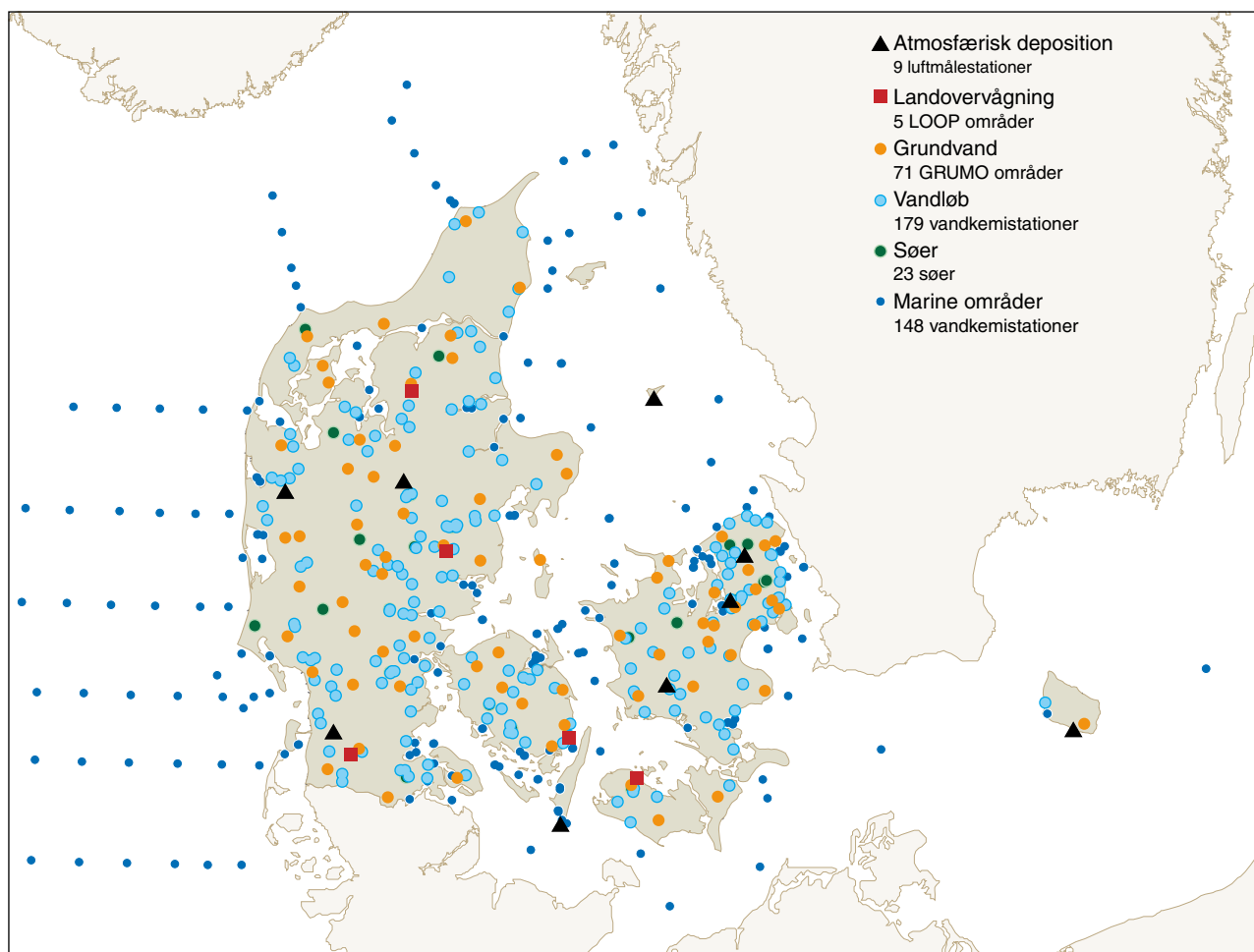
vestjylland i 2006 lå over det foreslåede faglige kriterium for gunstig bevaringsstatus på 2.000 fugle i modsætning til 2004 og 2005. I 2006 var antallet af såvel Lille kobbersnepe som Islandsk ryle og svømmeænderne Pibeand, Krikand, Spidsand og Skeand alle over de foreslåede faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for arterne.

# 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; Svendsen et al. (red.), 2004). Siden 1987 har Danmark haft et nationalt overvågningsprogram for vandområder. Dette program havde sit udsping i Vandmiljøplanen fra 1987, hvor der blev iværksat en 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. I 1998 blev miljøfremmede stoffer inddraget i overvågningen.

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



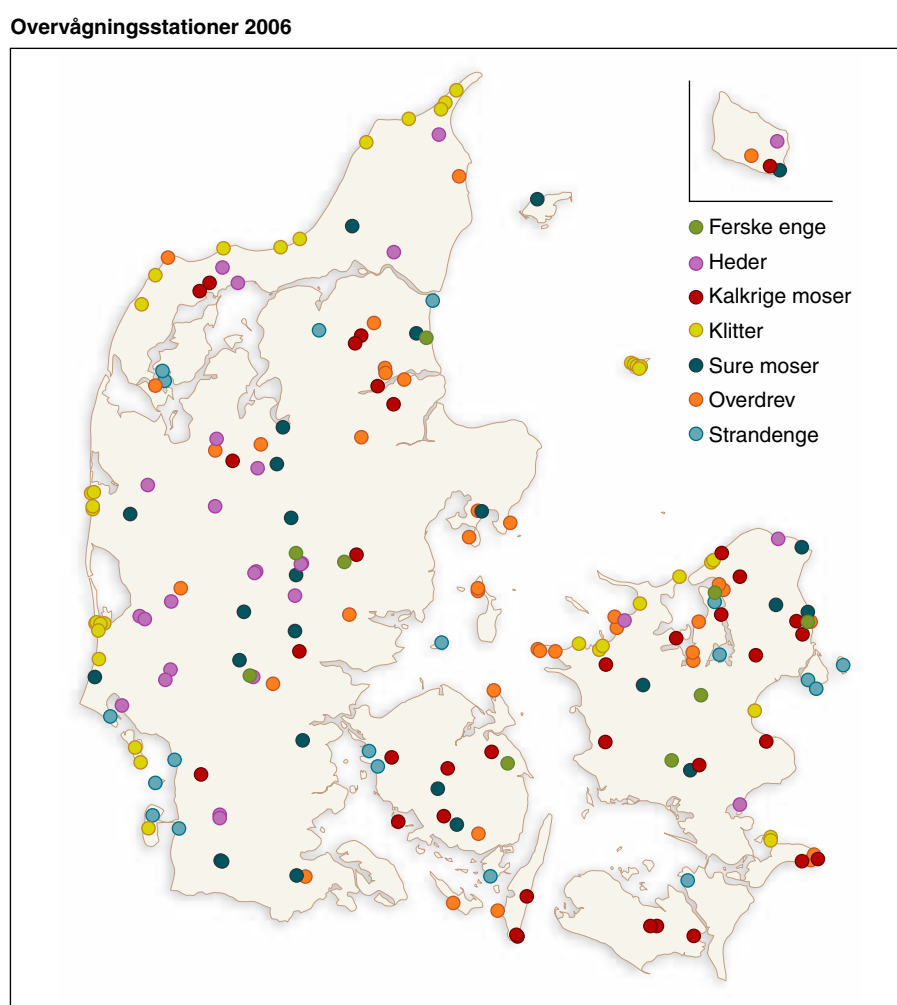
**Figur 1.1** NOVANA undersøgelseslokaliteter for udvalgte dele af programmerne for luft, landovervågning, grundvand, søer, vandløb og marine områder.



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. Nogle justeringer af overvågningen af vandmiljøet er gennemført med henblik på at tilgodese EUs vandrammedirektiv.

Overvågningsstationerne er fordelt over hele landet. Figur 1.1 viser placeringen af undersøgelseslokaliteter for udvalgte dele af programmerne for luft, landovervågning og vandmiljøet. Figur 1.2 viser placeringen af undersøgelseslokaliteter for udvalgte dele af programmet for terrestriske naturtyper.

**Figur 1.2** Undersøgelseslokaliteter i NOVANA for terrestriske naturtyper i 2006.



## 1.2 Fokuspunkter

Dybdegående analyse af data med redegørelse for årsagssammenhænge eller eksempelvis metodemæssige problemstillinger relateret til overvågningen er behandlet i fagdatacentrenes rapporter som fokuspunkter. Grundlaget for behandling af fokuspunkterne er normalt data fra den intensive overvågning, og konklusionerne inddrages ved den fremtidige tolkning af data fra såvel den intensive som den ekstensive del af overvågningen. Enkelte de fokuspunkter, der vedrører dybdegående analyse af data, er beskrevet i nærværende rapport.

Følgende emner har været behandlet som dette års fokuspunkter:

Vandløb:

- Chironomider og andre smådyrs betydning for miljøindikatorer
- Fiskesamfund i relation til vandløbsstørrelse og israndslinie (beskrevet i kap. 7.7)
- Baggrundskoncentration af kvælstof og fosfor i grundvand og overfladevand

Søer:

- Forekomst af undervandsplanter i forhold til indhold af totalfosfor
- Bunddyr (beskrevet i kap. 8.5)
- NOVANA søernes fordeling på naturtyper

Marine områder:

- Udviklingen i fytoplankton i Kattegat, Bælthavet, Sundet og den vestlige Østersø (beskrevet i kap. 9.9)
- Effekter af miljøfarlige stoffer i havet (beskrevet i kap. 9.10)

Terrestriske naturtyper:

- Invasive arter (beskrevet i kap. 10.4).

### 1.3 Vejr og afstrømning i 2005

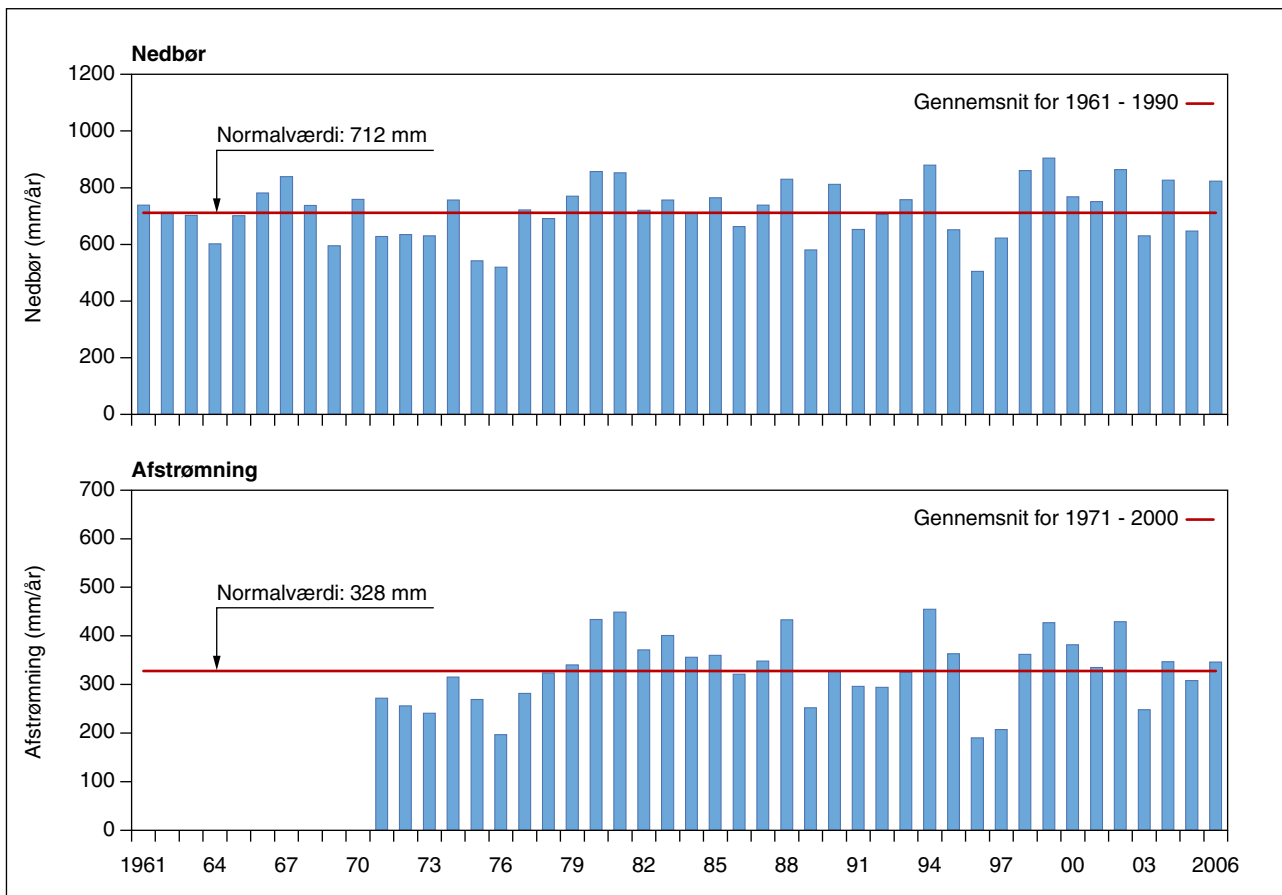
Den årlige nedbør har væsentlig indflydelse på hvor store mængder vand og næringsstoffer, der tilføres vandmiljøet fra det omliggende opland. Megen regn især i efteråret og om vinteren vil hurtigt tilføre store kvælstof- og fosformængder til vandløb og søer og nå ud i havet, så de er tilgængelige for algeopblomstringer det følgende forår. Vandføringer over det normale 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 f.eks. for vækstsæsonens længde, fordampning mv. Den samlede kombinationen af vejrforholdene vil derfor påvirke vand- og stoftilførsler fra land til vand, grundvandsdannelsen og tilstanden i vandmiljøet.

#### Vejret i 2006

Vejrmæssigt var 2006 ekstremt på grund adskillige varmerekorder og megen nedbør i 2. halvdel af året.

Med 823 mm nedbør var 2006 våd og nedbørsmængden ca. 16% over normalen (712 mm) og dermed 176 mm højere end i 2005 (figur 1.3). For perioden 1989-2006 har årsnedbøren været 24 mm over normalen (1961-1990), hvilket skyldes højere vinter nedbør.



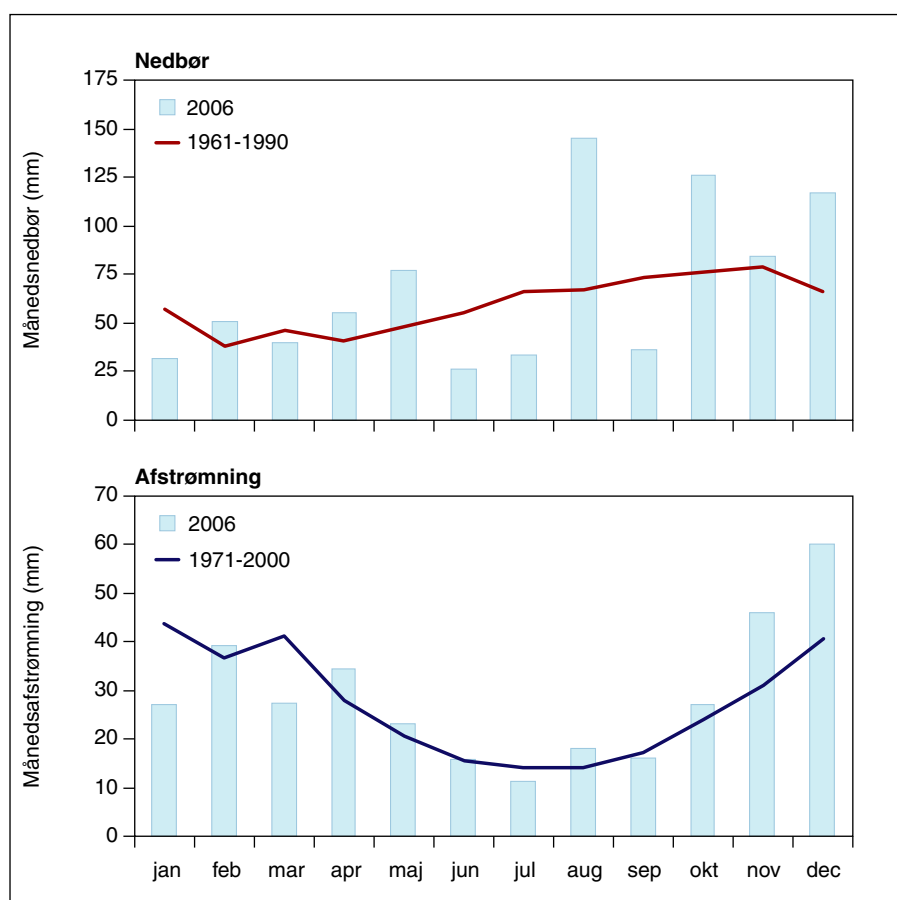
Figur 1.3 Årsmiddelværdier for nedbør og afstrømning i Danmark. Desuden er langtidnormalen vist.

Årsmiddeltemperaturen i 2006 var med 9,4 °C rekordhøj og 1,7 °C over normalen. Perioden 1989-2006 har med en middeltemperatur på 8,6 °C været noget varmere end normalen, hvilket ikke mindst skyldes meget milde vintre, som har været 1,4 °C over normalen. Der var 1.703 solskinstimer i 2006 eller 14% over normalen på 1.495 timer.

### Afstrømning

Ferskvandsafstrømningen for 2006 er opgjort til 14,9 mia. m<sup>3</sup>. Det svarer til 346 mm vand fra hele landets areal. Det er 6% over normalen for 1971-2000 på 328 mm. Afstrømningen var noget lavere end normalen i januar og marts og noget over normalen i april og 4. kvartal af 2006 (figur 1.4). Dette afspejler i høj grad nedbørsfordelingen, men med en vis tidsforskydning. Der er som for nedbør stor geografisk variation i ferskvandsafstrømningen. Fra oplandene til Nordsøen afstrømmede 400-500 mm, mens afstrømningen til sydlige Bælthav, Storebælt, Østersøen og Øresund typisk var 150-250 mm.

**Figur 1.4** Månedsmiddelværdier for nedbør og ferskvandsafstrømning i 2006 sammenlignet med normalværdier. (Nedbør fra Cappelen & Jørgensen, 2007).



## 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 drikkevand vandet uegnet til vandforsyning. 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 ammonium, der kan have giftvirkning og mindske iltindholdet. På naturarealer kan tilførsel af kvælstofforbindelser over et vist niveau via atmosfæren føre til en ændring af naturarealets vegetation.

#### Målsætninger

Danmark har via et EU direktiv om nationale emissionsgrænser og Gøteborg-protokollen en målsætning om at reducere kvælstofemissionen i 2010 med 60% og 43% for henholdsvis kvælstofilterne og ammoniak set i forhold til 1990. Samlet vil Gøteborg-protokollen resultere i en reduktion af Europas emissioner af kvælstofilter og ammoniak med henholdsvis 41% og 17% set i forhold til 1990.

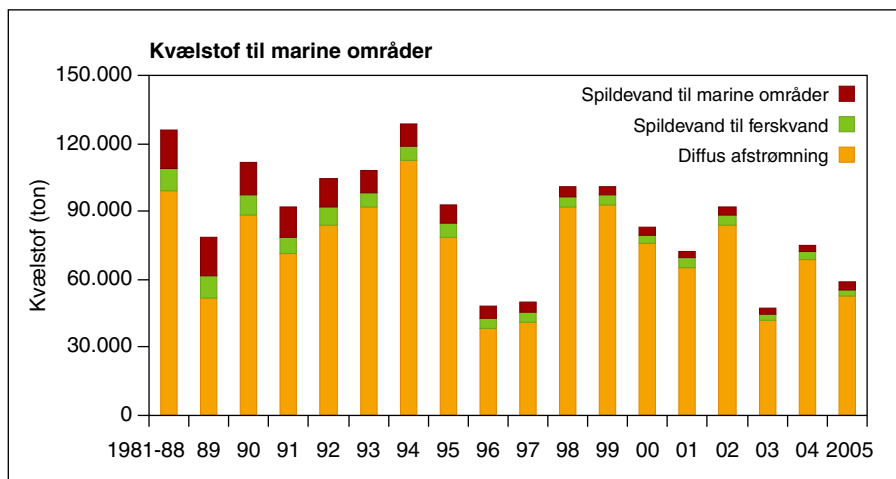
Ifølge Vandmiljøplan I fra 1987 skal udledningerne til vandmiljøet være mindsket til højst 50% af niveauet midt i 1980'erne. Denne målsætning blev fastholdt i Vandmiljøplan II og en række nye virkemidler blev implementeret. Med Vandmiljøplan III er der besluttet en yderligere reduktion på minimum 13%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

Herudover er det et generelt mål, at tilførsler af kvælstof ikke må forhindre opfyldelse af miljømålsætninger for vandområder og naturarealer. Der er ikke fastsat generelle mål for kvælstofindhold i vandløb, søer eller marine områder, og det er derfor, målsætningerne i amternes regionplaner der er gældende indtil der sker en revision.

#### Udvikling i kvælstoftilførsel fra land

Den årlige tilførsel af kvælstof fra land til de marine områder siden 1980'erne er vist i figur 2.1. Der er store år til år variationer som følge af forskelle i nedbørsmængder (se afsnit 1.2). Der har de senere år (fra omkring 1996) kun været et mindre fald i spildevandsudledningerne til ferskvand, mens reduktionen fra ca. 28.000 tons kvælstof i 1981-1988 til ca. 6.000 tons i 2005 svarer til en reduktion på ca. 25%. Der har ikke været en tilsvarende reduktion i den diffuse afstrømning. Opgørelsen for 2006 foreligger endnu ikke.

**Figur 2.1** Den samlede årlige tilførsel af kvælstof gennem vandløb og direkte spildevandsudledninger til marine områder. Spildevand fra spredt bebyggelse er medtaget som en diffus kilde (Bøgestrand (red.) 2007).



## 2.2 Tilførsel af kvælstof fra luften i 2006

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

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.

### Målte kvælstofdepositioner i 2006

Ved de seks danske hovedstationer blev der i 2006 målt en årlig deposition af kvælstof på 11-16 kg N/ha til landområder (tabel 2.1) og på baggrund af målingerne ved Anholt og Keldsnor til ca. 8-9 kg N/ha til vandområder. Depositionen til land- og vandområderne var i 2006 henholdsvis 6% og 10% højere end i 2005, hvilket hovedsageligt tilskrives en større nedbørsmængde i 2006 end i 2005.

**Tabel 2.1** Målte kvælstof-depositioner i 2006 på en gennemsnitlig landoverflade i et område på 17 km x 17 km omkring målestationen (data fra Ellermann et al., 2007).

Luftmålestation	Kvælstof (kg N/ha)
Tange	15
Ulfborg	11
Lindet	16
Anholt	11
Keldsnor	11

Den laveste depositioner blev bestemt ved målestationer, som ligger fjernt fra områder med intensivt landbrug. De højeste depositioner blev bestemt ved Lindet og Tange, der ligger i landbrugsområder med stor emission af ammoniak fra dyrehold.

### Modelberegnete depositioner på hav

Den samlede deposition af kvælstof til de danske farvande er modelberegnet til 97.000 t N i 2006 (tabel 2.2). Det svarer til en gennemsnitlig deposition på ca. 9,4 kg N/ha og en stigning på 27% i forhold til 2005. For-

skellen skyldes en kraftig stigning i nedbørsmængden over de danske farvandsområder. Forskellen mellem stigningen fra 2005 til 2006 på den modelberegnete kvælstofdeposition på 27% og den målte deposition på 10% skyldes at den modelberegnete deposition er beregnet på grundlag af et større område omfattende større nedbørsmængder på åbent hav.

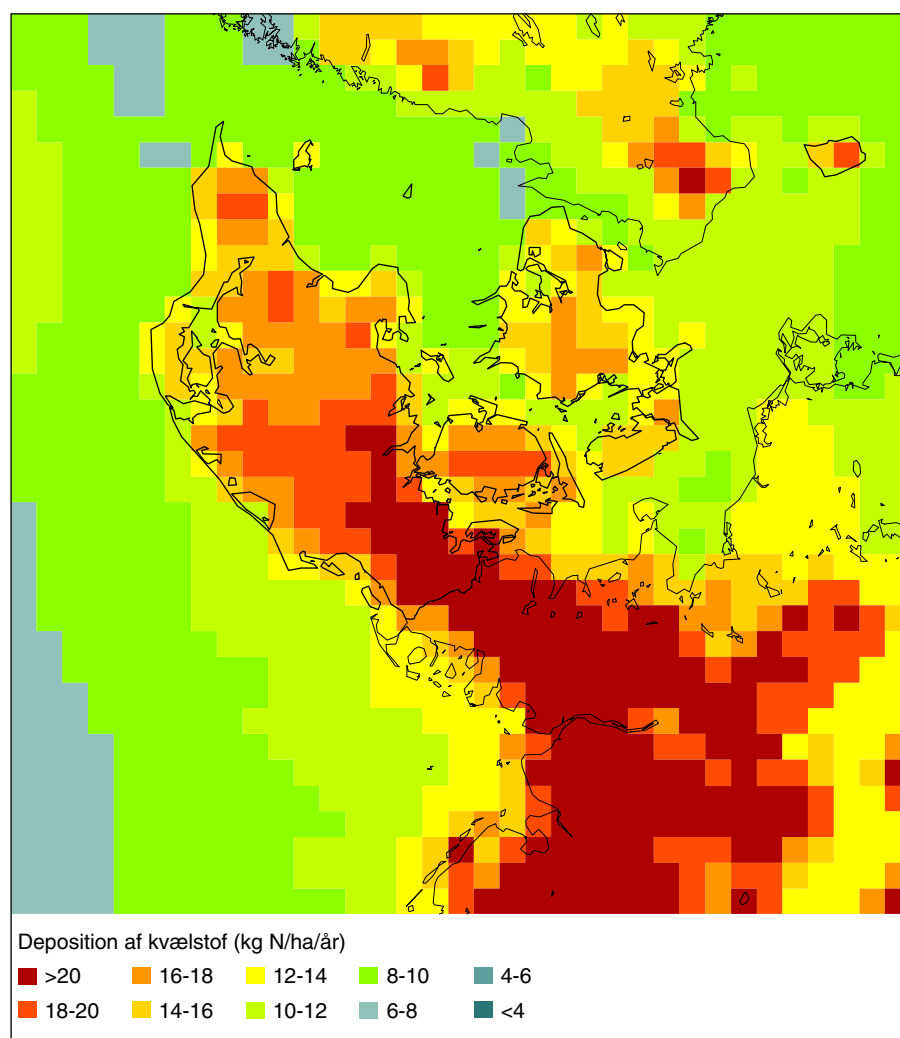
**Tabel 2.2** Kvælstofdepositioner fra atmosfæren til farvande og landområder i 2006 (tal fra Ellermann et al., 2007).

Kvælstofdeposition 2006	Tørdeposition (tons N)	Våddeposition (tons N)	Total deposition (tons N)	Deposition pr. ha (kg N/ha)	Areal (km <sup>2</sup> )
Farvandsområder	23.000	74.000	97.000	9,4	103.000
Landområder	35.000	37.000	72.000	17	43.000

Depositionen 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 17 kg N/ha er således beregnet for de kystnære områder omkring Als, mens den laveste deposition på 8 kg N/ha er beregnet for Skagerrak, 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 2006. Depositionen angiver en middelværdi for vand- og landoverflader for gitterfelterne på 17 x 17 km (Ellermann et al., 2007).

**Deposition af kvælstof**



### **Modelberegnede depositioner på land**

Den samlede deposition af kvælstof til de danske landområder blev i 2006 modelberegnet til 72.000 tons N (tabel 2.2). Dette er 12% højere end i 2005 hvilket hovedsageligt skyldes en større våddeposition som følge af større nedbør i 2006 end i 2005.

Den gennemsnitlige deposition ligger på 17 kg N/ha, hvilket ligger på niveau med eller over tålegrænserne for mange af de følsomme danske naturtyper, f.eks. højmoser 5-10 kg N/ha og heder 10-15 kg N/ha.

Depositionen varierer mellem 9 kg N/ha og 22 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 17 km x 17 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.

### **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 tørafsætning af kvælstof er større på et bevokset landareal end på vand, og at ammoniakkoncentrationen er højere over land end over vand pga. den kortere afstand til kilderne.

## **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, der har til mål at reducere emissionerne, er det nødvendigt at kvantificere indflydelsen af de forskellige kilder.

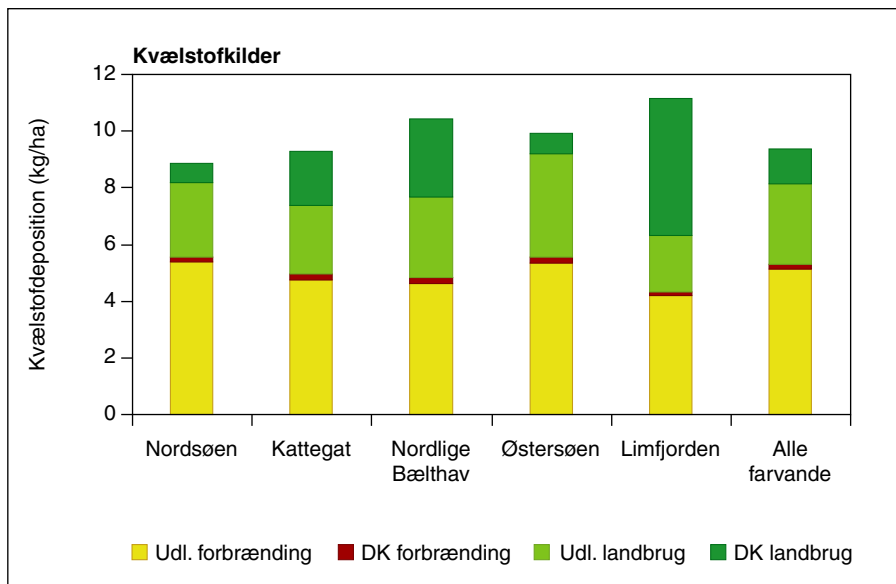
### **Kvælstofkilder**

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. 15%; den største danske andel forekom i Lillebælt (30%) og det Nordlige Bælthav (28%) 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 viser endvidere, at de danske bidrag hovedsageligt stammer fra emissioner fra landbrugsproduktionen.

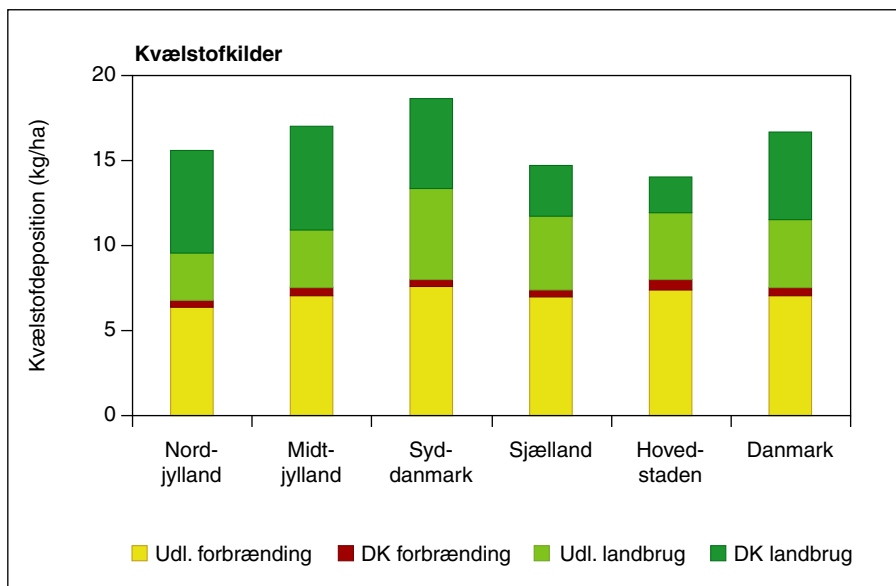


**Figur 2.3** Kvælstofdeposition i 2006 til udvalgte danske farvandsområder og Limfjorden opdelt på danske og udenlandske kilder samt opdelt på emissioner fra forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion (Ellermann et al., 2007).



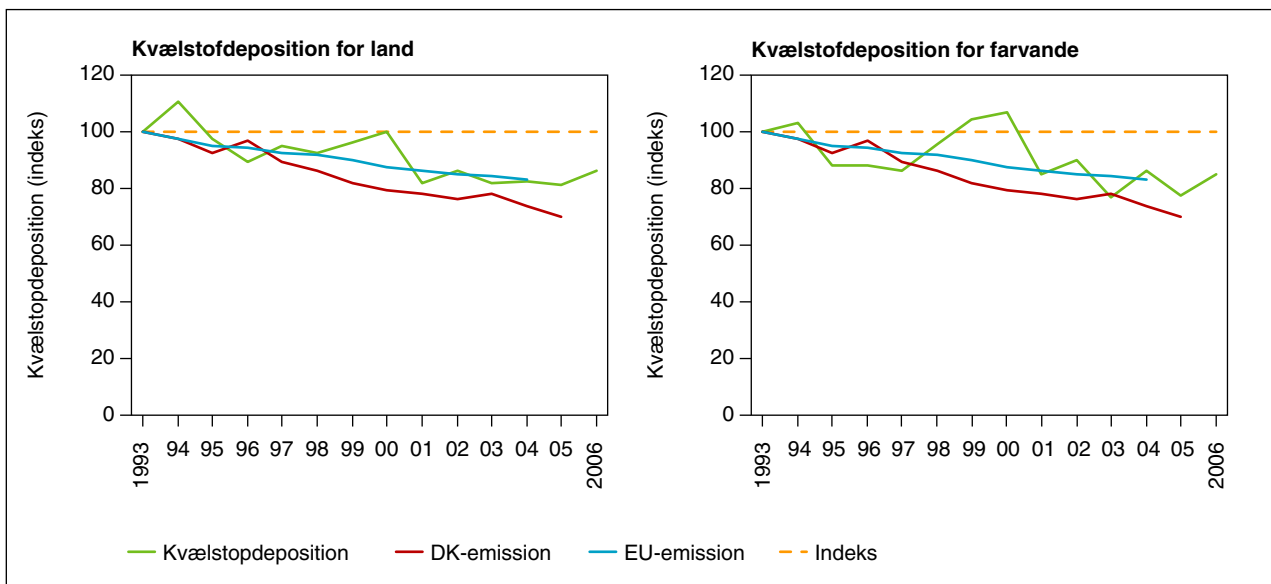
For de danske landområder er den danske andel af kvælstofdepositionen (figur 2.4) større end for farvandsområderne. I gennemsnit er den danske andel estimeret til ca. 33%. Den primære årsag til dette er den større deposition af ammoniak fra lokale landbrug. I Jylland udgør ammoniak fra danske bidrag ca. 40% af den totale kvælstofdeposition mod kun 19% i Hovedstaden. Det store bidrag fra danske kilder til depositionen i Jylland skyldes primært den store husdyrproduktion.

**Figur 2.4** Gennemsnitlig kvælstofdeposition i 2006 til landområder fordelt på regioner og som gennemsnit for Danmark opdelt på danske og udenlandske kilder samt opdelt på emissioner fra forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion (Ellermann et al., 2007).



### Udvikling i kvælstofdeposition

Figur 2.5 viser udviklingen i den gennemsnitlige deposition af kvælstof. Resultaterne viser, at der er sket et fald i kvælstofdepositionen på de danske farvande og landområder på henholdsvis ca. 21% og 26% siden 1989.



**Figur 2.5** Udviklingstendenser for den samlede deposition og emission af kvælstof beregnet som middel af resultaterne ved de 6 hovedmålestationer. Alle værdier er indekseret til 100 i 1993 (Ellermann et al., 2007).

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. Faldet i emissionen fra de danske kilder bidrager dog også til faldet i kvælstofdepositionen, navnlig i visse dele af Jylland, hvor omkring 40% af kvælstofdepositionen stammer fra danske kilder.

## 2.4 Tilførsel af ammoniak fra luften til naturarealer

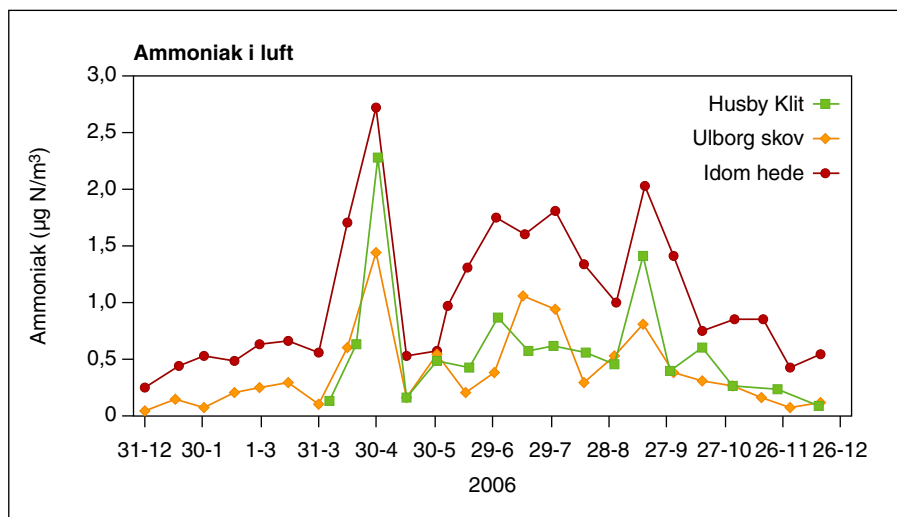
Natur- og halvkulturrealer på land, der ikke gødes, påvirkes af tilførsel af kvælstof fra luften. Det er uønsket, at tilførslen fra luften bliver så høj, at artssammensætningen på naturarealer ændres, dvs. at tålegrænsen for til kvælstof overskrides for de pågældende naturtyper.

For bedre at kunne vurdere sammenhænge mellem kvælstoftilførsel og den økologiske tilstand i naturområderne blev der derfor i 2004 igangsat målinger af ammoniak og partikulært ammonium.

### Sæsonvariation i ammoniakindhold i luften

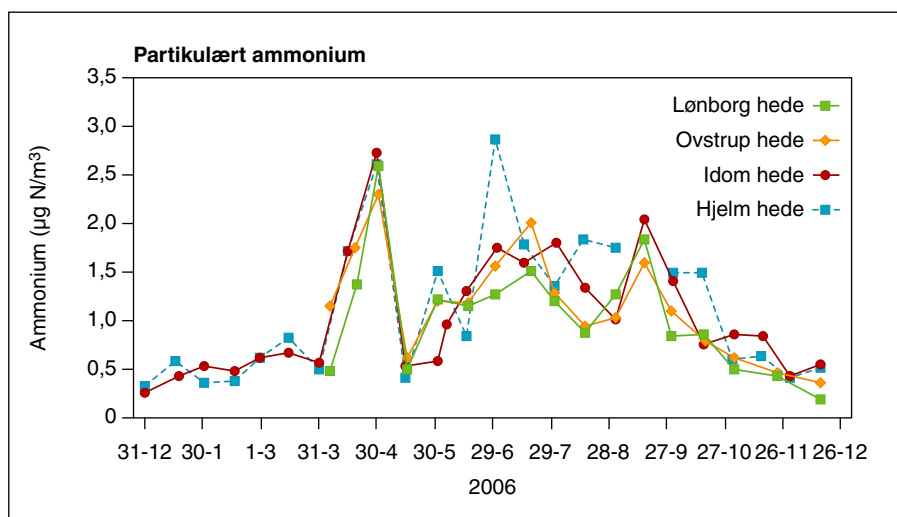
Figur 2.6 viser ammoniakkoncentrationen på tre forskellige lokaliteter. Der ses et ensartet forløb med de højeste niveauer på Idom hede, der ligger tættest ved lokale kilder. Koncentrationerne toppede i foråret i forbindelse med sæsonen for udbringning af gødning på markerne. Niveaueet i 2006 var meget lig niveaueet i 2005. De høje koncentrationer i september er formentlig en kombination af landbrugsaktiviteter og varmt vejr, idet øget temperatur alt andet lige øger emissionen.

**Figur 2.6** Ammoniakkoncentrationer målt på Idom hede, i Husby klit og over skov i Ulfborg i 2006. Målingerne er halvmånedsmiddelværdier (Ellermann et al., 2007).



Figur 2.7 viser værdier for den partikulære ammoniumkoncentration på en række stationer. Der er et meget ensartet forløb hen over året med samme sæsonvariation som for ammoniak, dog ikke med lave vinter-værdier.

**Figur 2.7** Koncentrationer af partikulært ammonium målt på Hjelm hede, Idom hede, Frederiksborg skov, Keldsnor, Ulfborg skov og Lindet skov i 2006. Målingerne er halvmånedsmiddelværdier. Åbne symboler er estimerede værdier (Ellermann et al., 2007).

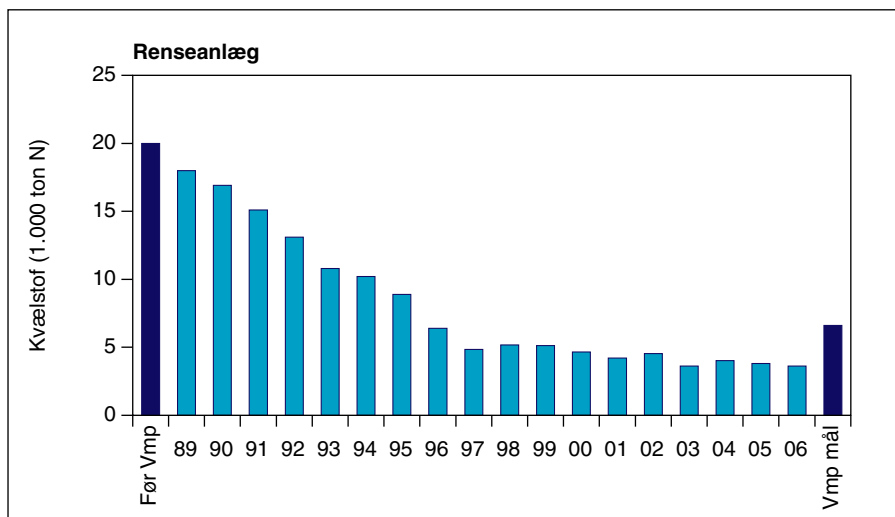


## 2.5 Kvælstof fra spildevand

### Renseanlæg

Der er etableret kvælstoffjernelse på stort alle renselanlæg omfattet af Vandmiljøplan I for at opfylde udlederkravet på 8 mg N/l. I 2005 rensede 269 renselanlæg med krav om N fjernelse knap 90% af den samlede spildevandsmængde og havde en gennemsnitlig koncentration i afløbet på 4,6 mg N/l. I 2006 rensede 264 renselanlæg med krav om N fjernelse ca. 90% af den samlede spildevandsmængde og havde en gennemsnitlig koncentration i afløbet på 4,5 mg N/l. I alt blev der fra alle anlæg i 2006 udledt 690 mio. m<sup>3</sup> spildevand indeholdende 3.623 t N, svarende til 5,3 mg N/l.

**Figur 2.8** Udviklingen i de årligt udledte mængder af kvælstof fra renselanlæg (By- og Landskabsstyrelsen, 2007).

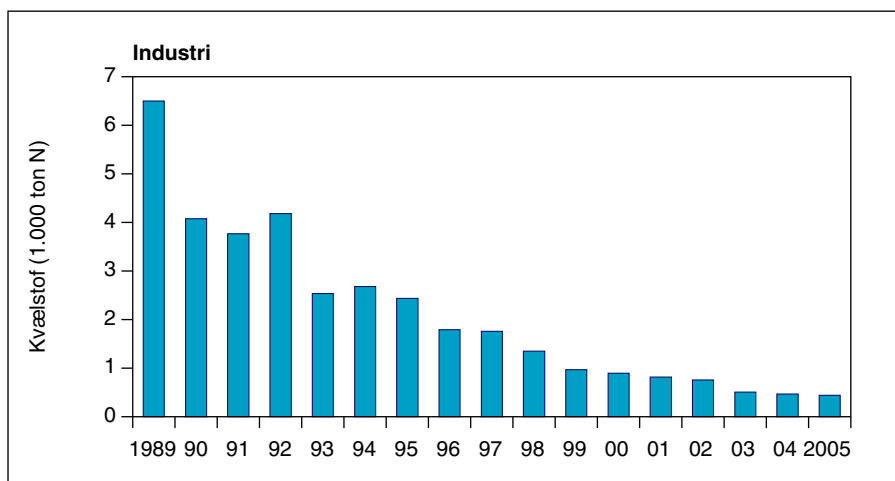


Udviklingen i de udledte kvælstofmængder siden 1980'erne er vist i figur 2.8. Siden 1995 har udledningen været mindre end målet i Vandmiljøplan I. Udledningen er siden 1989 mindsket med 75% og har de seneste år ligget på et konstant niveau.

#### Industri med egen udledning

Direkte udledninger fra industri til vandområder er af noget mindre omfang end udledningerne gennem renselanlæg, idet der i 2005 blev udledt 62 mio. m<sup>3</sup> indeholdende 441 t N svarende til 7,2 mg N/l som gennemsnitskoncentration. Det har endnu ikke været muligt at lave opgørelserne for 2006. Udledningen af kvælstof er mindsket fra ca. 5.000 t i 1989 til ca. 500 t siden 2003. 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 93% siden 1989 (figur 2.9).

**Figur 2.9** Udviklingen i de årligt udledte mængder af kvælstof fra industri med egen udledning (By- og Landskabsstyrelsen, 2007).

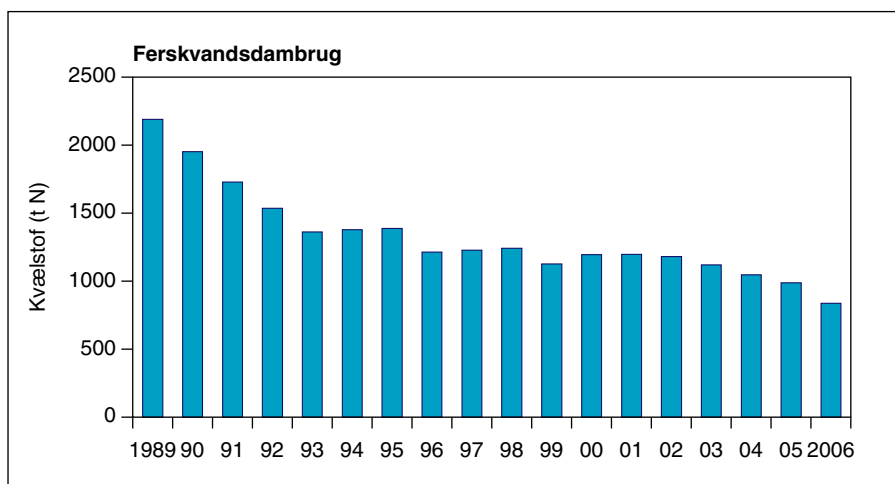


### Akvakultur

De samlede udledninger af kvælstof fra produktionen af fisk i ferskvandsdambrug, saltvandsdambrug og havbrug opgøres ved teoretiske beregninger, bl.a. ud fra foderforbruget. Udviklingen i de beregnede udledninger fra ferskvandsdambrug er vist i figur 2.10. Der ses en betydelig reduktion i udledningen siden 1989. Udledningerne af kvælstof er beregnet til 986 t N i 2005 og 839 t N i 2006. Udledningerne af kvælstof fra havbrugene og saltvandsdambrugene er beregnet til henholdsvis 265 t N og 20 t N i 2005, der foreligger endnu ikke data for 2006.

Udledningen fra ferskvandsdambrug er desuden beregnet ud fra konkrete målinger. Målingerne i 2005 omfattede ca. 127 dambrug og i 2006 ca. 97 dambrug. Hvis disse dambrug er repræsentative for alle ferskvandsdambrug, kan det beregnes at de årlige udledninger var henholdsvis ca. 650 t N og ca. 550 t N, altså langt mindre end den teoretisk beregnede udledning på 1.046 t N. Det skal bemærkes, at forudsætningerne som de to opgørelsesmetoder hviler på, er grundlæggende forskellige.

**Figur 2.10** Udvikling i teoretisk beregnede udledninger af kvælstof fra ferskvandsdambrug (By- og Landskabsstyrelsen, 2007).



## 2.6 Kvælstof i landbrug

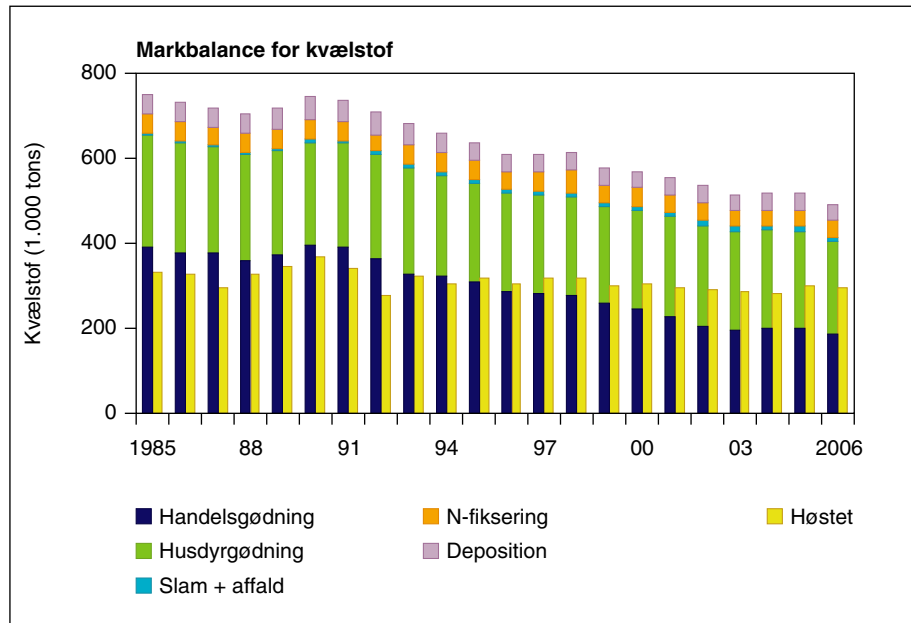
### Gødningsforbrug

Handelsgødningsforbruget af kvælstof for hele landet er faldet fra 395.000 tons N i 1990 til 187.000 tons N i 2006. Kvælstof i husdyrgødning er faldet fra ca. 244.000 tons N til 217.000 tons N per år i samme periode. Det årlige overskud i markbalancen er herved faldet fra 375.000 tons N i 1990 til 196.000 tons N i 2006, en reduktion på 48% (figur 2.11). En del af reduktionen skyldes, at der er taget landbrugsareal ud af drift. Opgjort pr. arealenhed er overskuddet reduceret med 45%.

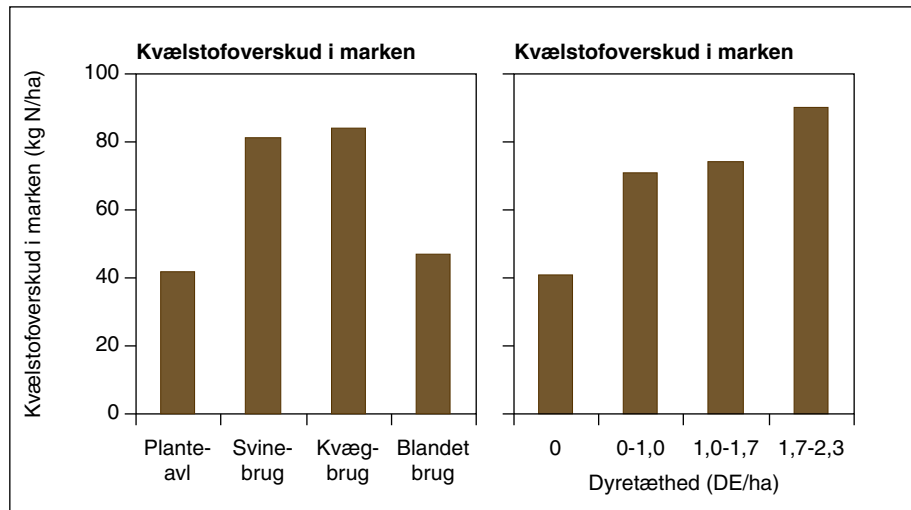
Overskuddet af kvælstof er mindst for planteavlbrug og stort set ens for gennemsnittet af svinebrug og kvægbrug. Overskuddet stiger med stigende husdyrtæthed (figur 2.12).

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

**Figur 2.11** Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugs-arealet i Danmark, 1985 til 2006 (Grant et al., 2007).

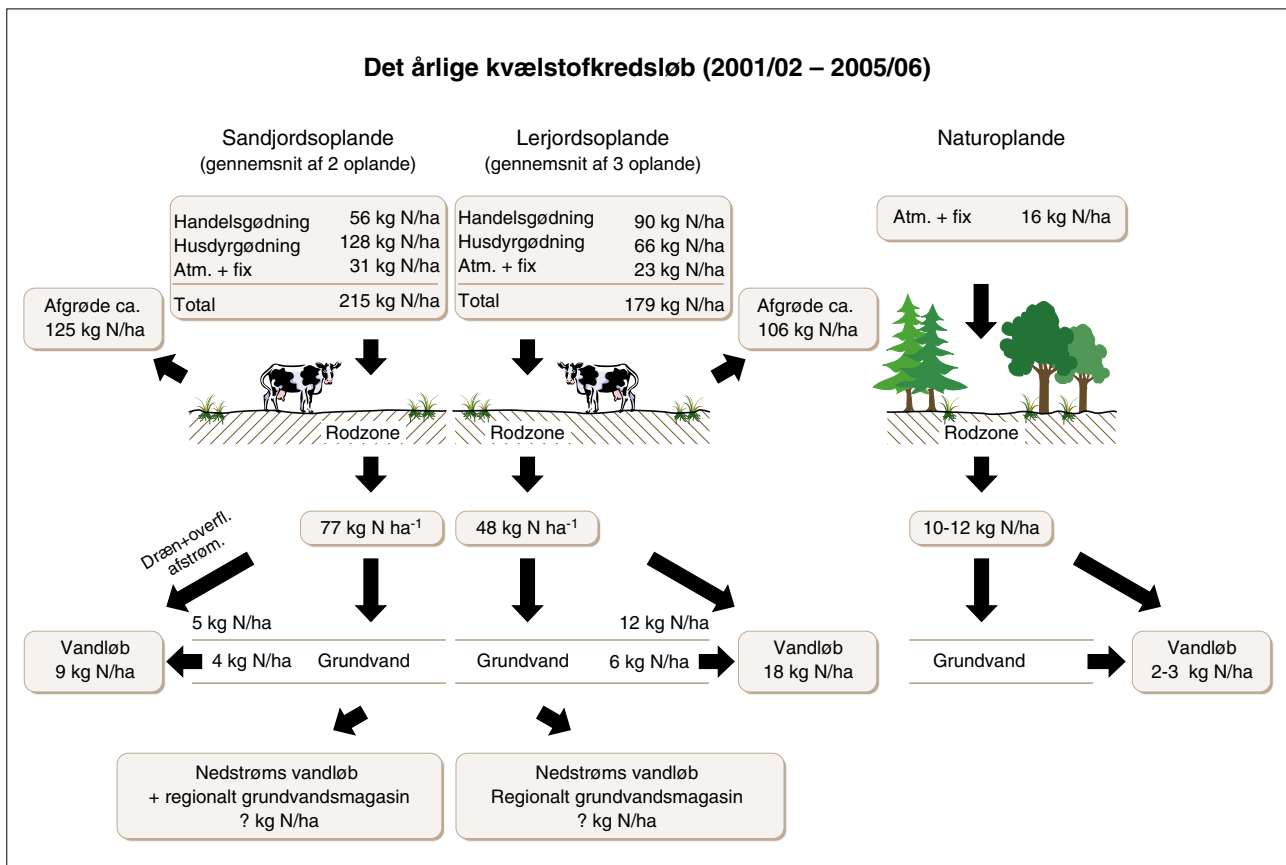


**Figur 2.12** Overskud af kvælstof i marken for forskellige brugstyper samt for brug grupperet med stigende husdyrtæthed i land-overvågningen i 2006 (Grant et al., 2007).



#### Kvælstofkredsløbet

Af figur 2.13 fremgår, at der i landovervågningsoplandene i 2001/02 – 2005/06 udvaskedes 77 og 48 kg N/ha/år fra henholdsvis sandjorde og lerjorde. Det svarer til 36% og 27% af de totalt tilførte kvælstofmængder. Selv om udvaskningen er størst fra sandjorde, strømmer der alligevel mere kvælstof til vandløb i lerområder. Det skyldes, at en stor del af vandet fra sandområderne siver ned til dybere liggende grundvand, hvor en stor del af det omsættes til atmosfærisk kvælstof ved denitrifikation. Derfor når kun ca. 8-15% af det udvaskede kvælstof frem til vandløb i sandområder mod ca. 38% i lerområder



**Figur 2.13** Skemativering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for de hydrologiske år 2000/01-2005/06. Den angivne vandløbstransport omfatter bidrag fra det dyrkede areal og spildevand fra spredt bebyggelse (Grant et al., 2007).

Fra udyrkede arealer (naturoplande) udvaskes typisk 10 - 12 kg N/ha, hvilket er på niveau med tilførslen fra luften til landoverflader, der i gennemsnit var på ca. 17 kgN/ha i 2006. Hvis landbrugsarealerne ikke havde været dyrkede, ville udvaskningen formentlig have været på det samme niveau som i naturoplandene.

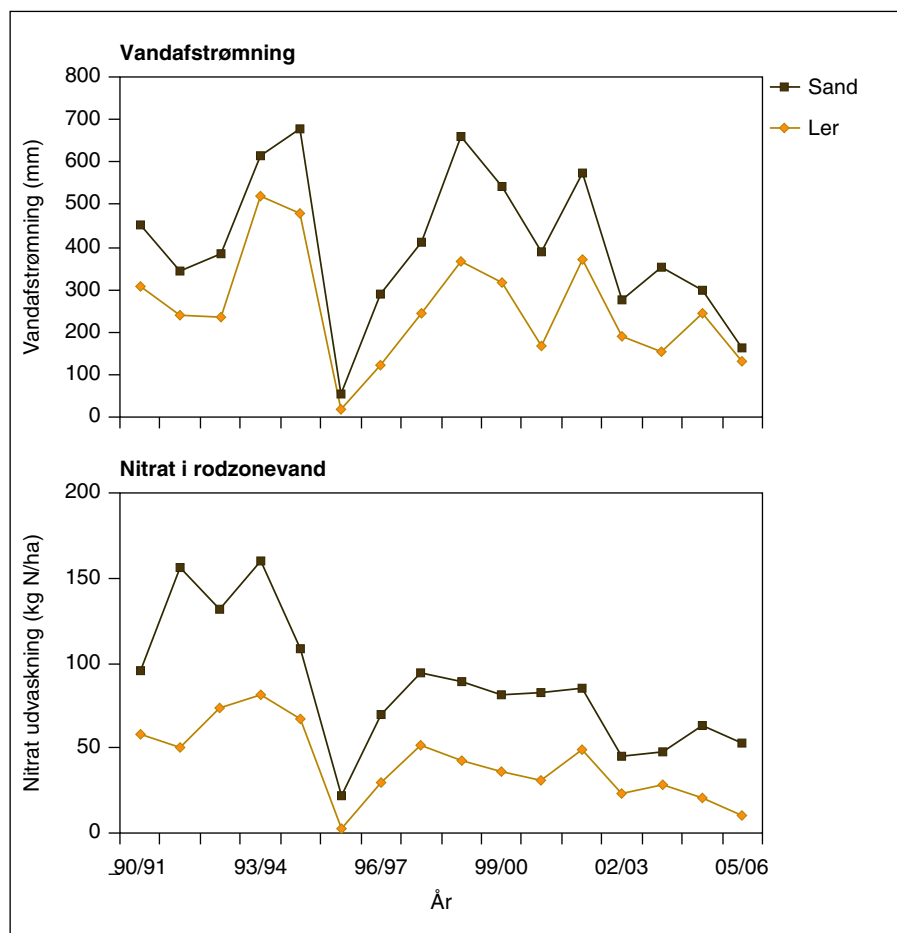
## 2.7 Kvælstof i vand fra dyrkede arealer

### Kvælstofkoncentrationer

De målte koncentrationer af nitrat i det vand, der siver ned fra rodzonen i de dyrkede marker, er mindsket siden 1990 med 0,40 mg N/l pr. år på lerjordene og på sandjordene med 0,97 mg N/l pr. år (figur 2.14). Det svarer til et fald på 29% for lerjordene og 45% for sandjordene, dog med stor spredning på tallene (fald på 11-44% henholdsvis 32-52%). I gennemsnit er kvælstofindholdet i vandet mindsket fra ca. 20 til 14 mg/l for lerjorde og fra 33 til 18 mg/l for sandjorde siden 1990.

Kvælstofkoncentrationen i rodzonevandet på sandjordene var i 2005/06 højere end de foregående år. Det skyldes givetvis den lave vandafstrømning i 2005/06, som betød, at den mængde kvælstof, som blev udvasket fra rodzonen, er blevet mindre fortyndet end de foregående år.

**Figur 2.14** Udvikling i vandafstrømning og målte nitratkoncentrationer i rodzonevandet i sandjordsoplande og lerjordoplande i 1990/91-2005/06 (Grant et al., 2007).



Der blev fundet store forskelle på kvælstofindholdet i vandløbene i de fem oplande (tabel 2.4). I Bolbro Bæk var kvælstofindholdet langt lavere end i de øvrige vandløb, fordi en stor del af afstrømningen foregår gennem reducerende grundvandsmagasiner.

**Tabel 2.4** Vandførings-vægtede gennemsnits-koncentrationer af total kvælstof i vandløb i landovervågningsoplandene (Grant et al., 2007).

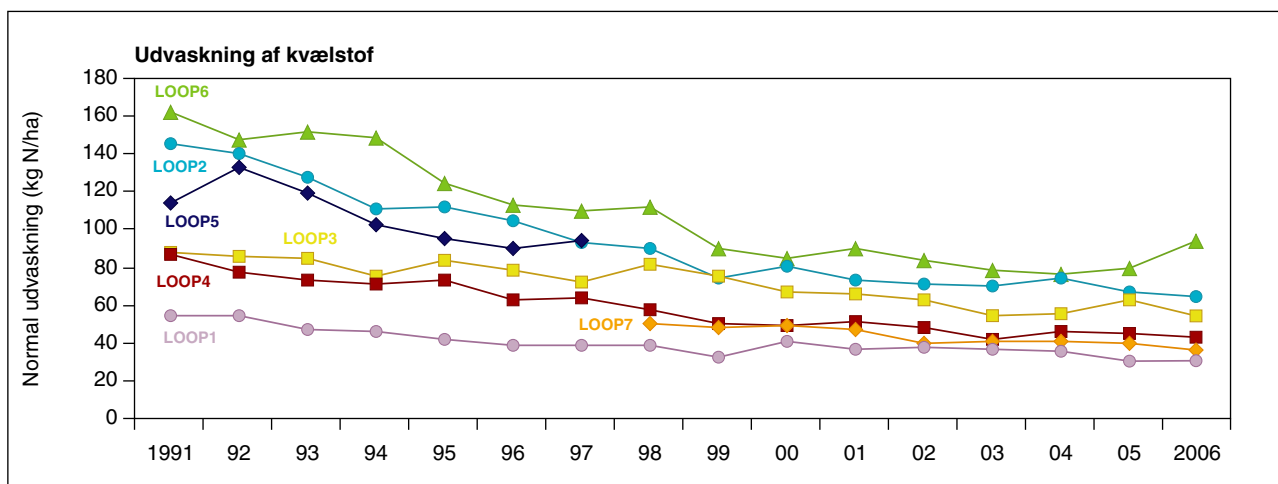
Landovervågningsopland	Koncentration af kvælstof (mg/l)	
	1990-2005	2005/2006
Højvads Rende (ler, LOOP 1)	8,9	10,2
Lillebæk (ler, LOOP 4)	10,4	6,7
Horndrup Bæk (ler, LOOP 3)	6,3	5,0
Odderbæk (sand, LOOP 2)	6,6	4,8
Bolbro Bæk (sand, LOOP 6)	1,3	2,0

## 2.8 Kvælstoftab fra dyrkede marker

### 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 (Grant et al., 2007). 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 2.15 er således den udvaskning, der ville have været under gennemsnitlige nedbørsforhold.





**Figur 2.15** Modelberegnet udvaskning ved gennemsnitsklima for de 7 landovervågningsoplande for driftsårene 1990/1991 – 2005/2006 (Grant et al., 2007).

Den modelberegnede rodzoneudvaskning er fra 1990/1991 til 2005/2006 faldet fra 154 til 78 kg N/ha pr. år (49%) i sandjordsoplandene (Nordjylland og Sønderjylland) og fra 76 til 43 kg N/ha pr. år (40%) i lerjordsoplandene (Storstrøms, Fyns og Vejle Amt). Ved vægtning af jordtyperne i forhold til hele landet svarer tallene til et gennemsnitligt fald i udvaskning på ca. 47%.

#### Transport gennem vandløb ud af LOOP områderne

Transporten af total kvælstof i vandløbene ud af LOOP områderne er vist i tabel 2.5. Transporterne i vandløbene var meget mindre end udvaskningen fra rodzonen i oplandene. I lerjordsområderne udgjorde transporten i vandløbene i 2005/2006 gennemsnitlig ca. 38% af rodzoneudvaskningen og i sandjordsområderne ca. 8-15%.

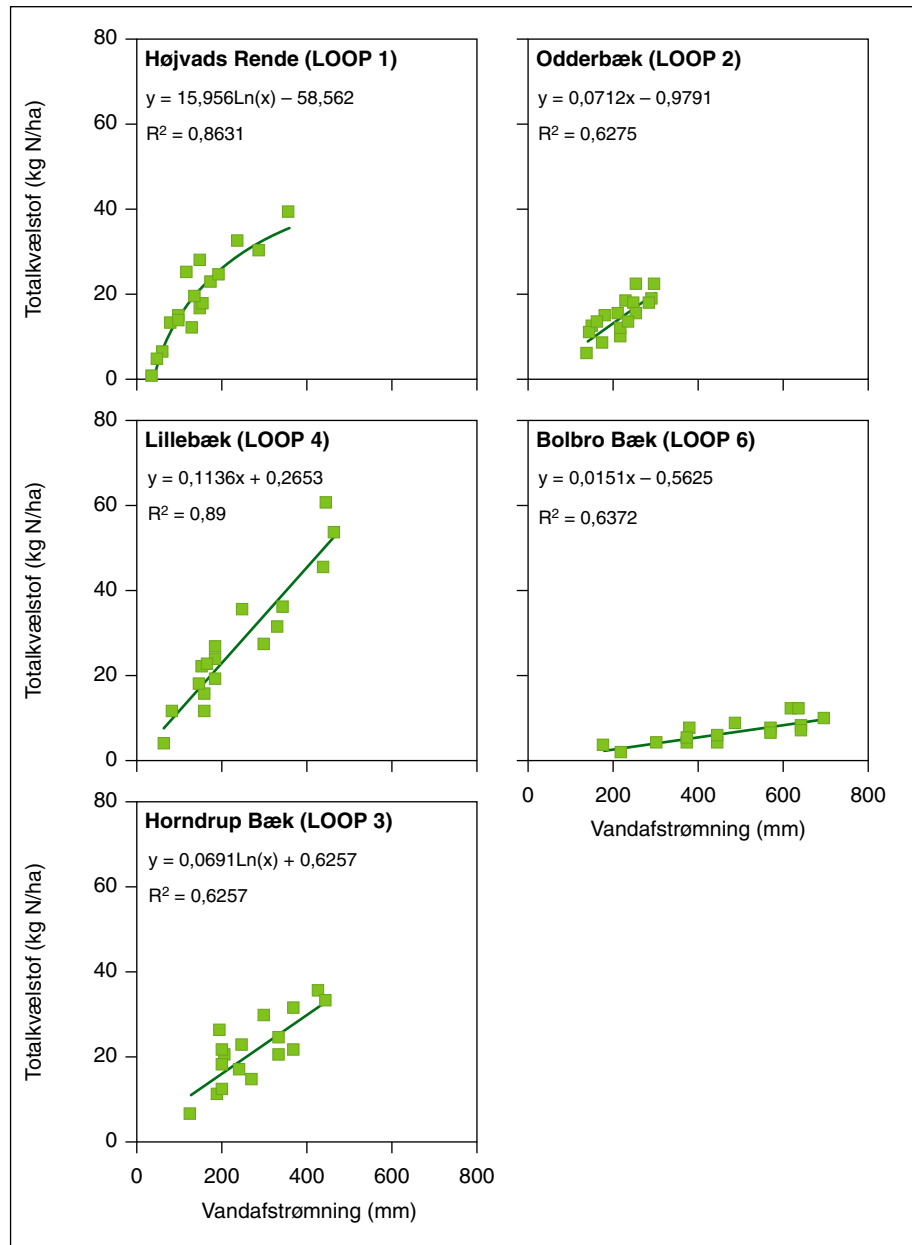
**Tabel 2.5** Årlige transporter af kvælstof i vandløb i landovervågningsoplandene (Grant et al., 2007).

Landovervågningsopland	Transport af kvælstof (kg/ha pr. år)	
	1990-2005	2005/2006
Højvads Rende (ler, LOOP 1)	19,4	13,7
Lillebæk (ler, LOOP 4)	28,7	11,5
Horndrup Bæk (ler, LOOP 3)	21,8	12,0
Odderbæk (sand, LOOP 2)	15,0	8,6
Bolbro Bæk (sand, LOOP 6)	6,8	3,6

#### 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 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.

**Figur 2.16** Sammenhænge mellem årligt kvælstoftab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2005/06 (Grant et al., 2007).



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.

## 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 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 af fosforindholdet 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.

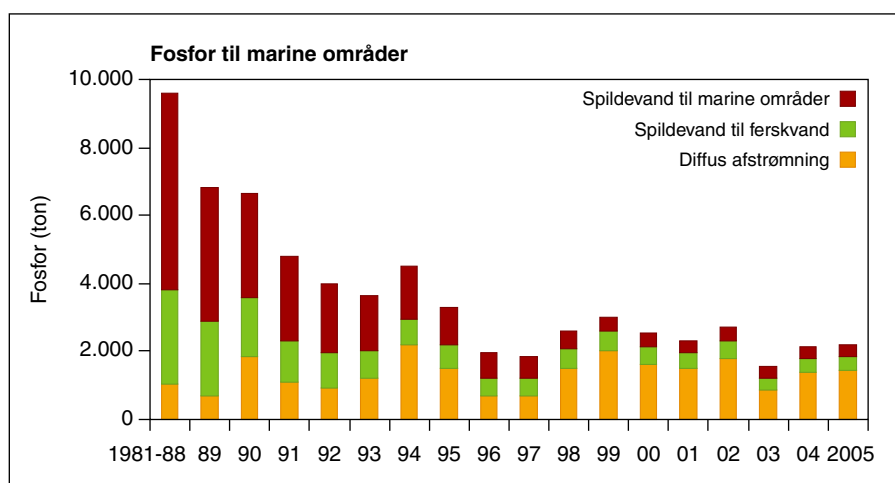
#### Målsætninger

I Vandmiljøplan I fra 1987 var målsætningen at mindske fosforudledningerne med spildevand og fra landbrug med 80% ved at rense spildevand for fosfor og ved at standse ulovlige landbrugsudledninger. I Vandmiljøplan III er det desuden besluttet at mindske fosforoverskuddet på dyrkede arealer. I amternes regionplaner var der for mange søer og fjorde fastsat konkrete målsætninger med grænseværdier for fosfortilførsel og/eller for fosforindhold i vandet i det enkelte vandområde. Disse grænseværdier har oftest medført mere vidtgående fosforfjernelse fra spildevand end de generelle landsdækkende krav.

#### Udviklingen i fosfortilførsel fra land

Den årlige fosfortilførsel fra land til de marine områder er siden 1980'erne mindsket fra næsten 10.000 t/år til omkring 2.000 t/år (figur 3.1). 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.

**Figur 3.1** Den samlede årlige tilførsel til marine områder af fosfor gennem vandløb og direkte spildevandsudledninger. Spildevand fra spredt bebyggelse medtaget som en diffus kilde (Bøgestrand (red.) 2007).



### 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 2005 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.

### 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 VMP I kravene til landbruget antages at være opfyldt med ophør af de direkte udledninger fra gårdene omkring 1990. Det er dog ikke ensbetydende med, at reduktionsmålene i de regionale vandmiljøplaner er opfyldt for alle vandområder.

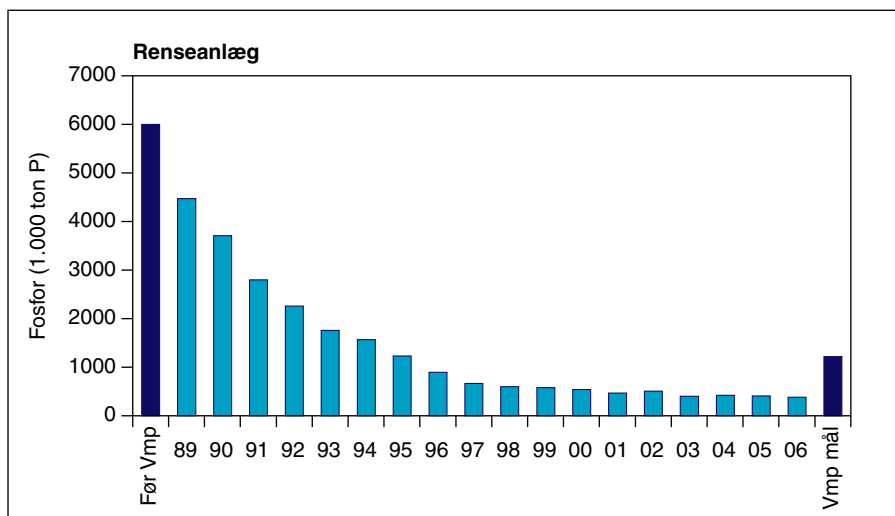
## 3.2 Fosfor fra spildevand

### 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 fjordoplande sker der fosforfjernelse på alle renselanlæg. 427 renselanlæg med krav om P fjernelse rensede i 2005 90% af den samlede spildevandsmængde og havde en gennemsnitlig koncentration i afløbet på 0,5 mg P/l. I 2006 rensede 403 renselanlæg med krav om P fjernelse 90% af den samlede spildevandsmængde og havde en gennemsnitskoncentration i afløbet på 0,5 mg/l. I alt blev der fra alle anlæg i 2006 udledt 690 mio. m<sup>3</sup> spildevand indeholdende 385 t P.

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%.

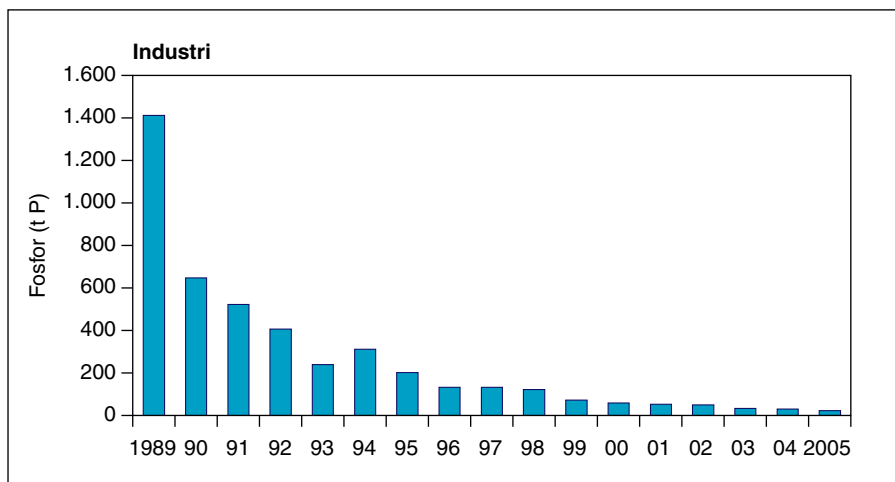
**Figur 3.2** Udviklingen i de årligt udledte mængder af fosfor fra renselanlæg (By- og Landskabsstyrelsen, 2007).



### Industri med egen udledning

Direkte udledninger fra industri til vandområder er af noget mindre omfang end udledningerne gennem kommunale renseanlæg, idet der i 2006 blev udledt 61,5 mio. m<sup>3</sup> indeholdende 24 t P svarende til 0,4 mg P/l som gennemsnitskoncentration. Af figur 3.3 fremgår, at udledningen er mindsket fra ca. 1.400 t i 1980'erne til under 50 t/år i de seneste to år, eller til langt mindre end målet på 600 t/år i Vandmiljøplan I fra 1987. Reduktionen skyldes, at mange virksomheder gennem årene er blevet tilsluttet kommunale renseanlæg eller har etableret en renere teknologi og forbedrede rensemetoder. I alt er fosforudledningerne reduceret med 98% siden 1989.

**Figur 3.3** Udviklingen i de årligt udledte mængder af fosfor fra industri med egen udledning (By- og Landskabsstyrelsen 2007).

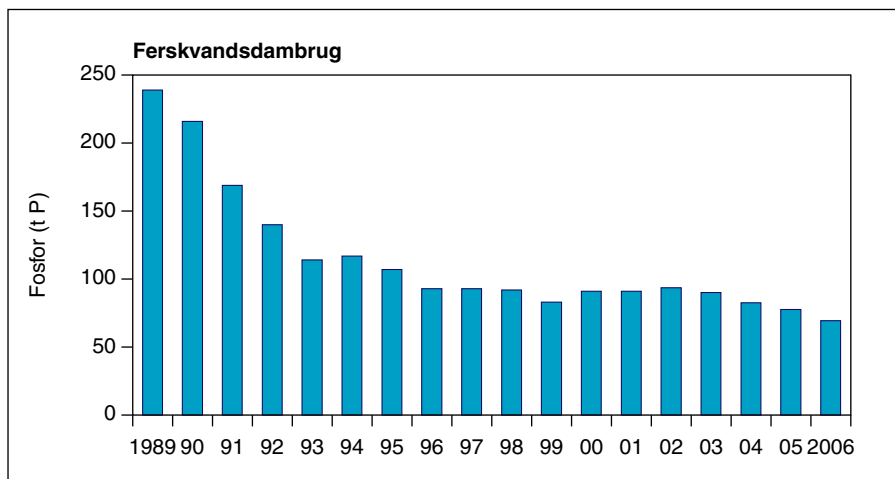


### Akvakultur

De samlede udledninger af fosfor fra produktionen af fisk i ferskvandsdambrug, saltvandsdambrug og havbrug opgøres ved teoretiske beregninger, bl.a. ud fra foderforbruget. Udviklingen i de beregnede udledninger fra ferskvandsdambrug er vist i figur 3.4. Der ses en betydelig reduktion i udledningen siden 1989, udledningerne af fosfor er beregnet til 78 t P i 2005 og 82 t P i 2006. Der foreligger endnu ikke data for saltvandsdambrug og havbrug i 2005 og 2006.

Udledningen fra ferskvandsdambrug er desuden beregnet ud fra konkrete målinger. Målingerne i 2005 omfattede ca. 125 dambrug og i 2006 ca. 100 dambrug. Hvis disse dambrug er repræsentative for alle ferskvandsdambrug, kan det beregnes at de årlige udledninger var henholdsvis 50 t P og 85 t P, altså på niveau med den teoretisk beregnede udledning. Det skal bemærkes, at forudsætningerne som de to opgørelsesmetoder hviler på er grundlæggende forskellige.

**Figur 3.4** Udvikling i teoretisk beregnede udledninger af fosfor fra ferskvands-dambrug, saltvandsdambrug og havbrug (By- og Landskabsstyrelsen, 2007).

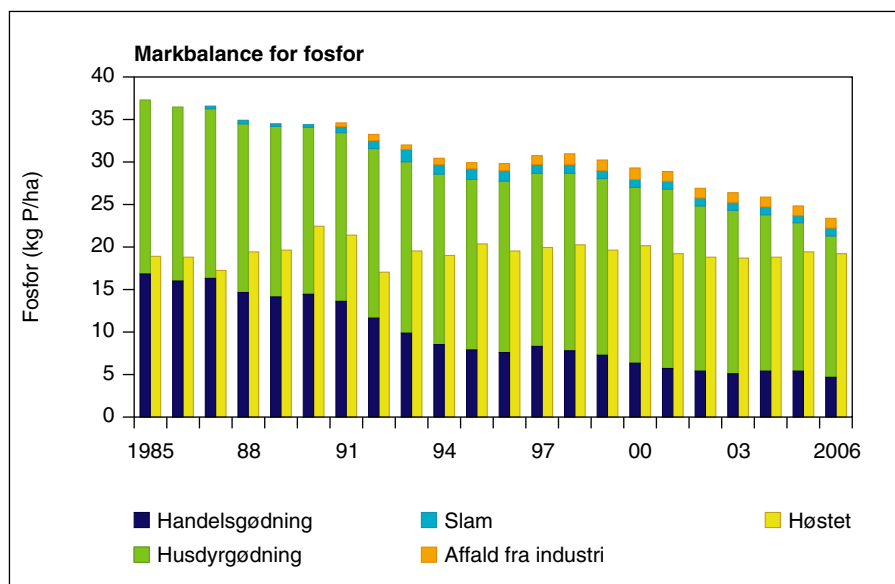


### 3.3 Fosfor i landbrug

#### Gødningsforbrug

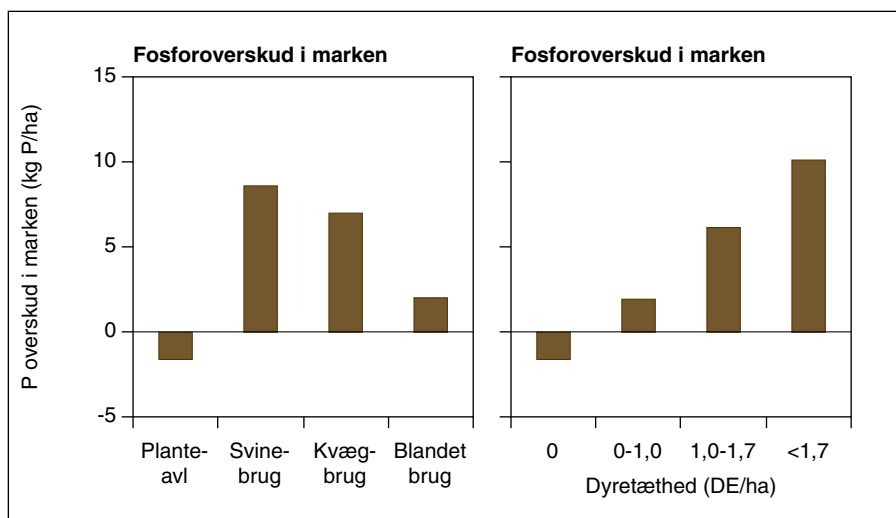
Forbruget af fosfor i handelsgødning er på landsplan reduceret med 10 kg P/ha i perioden 1990-2006, mens fosfortilførsel med husdyrgødning er reduceret med ca. 3 kg P/ha. Nettotilførslen (også benævnt markoverskuddet), har været faldende i perioden og udgør i 2006 ca. 11.000 tons P svarende til 4,3 kg P/ha (figur 3.5). I Vandmiljøplan III er det målsætningen, at total overskuddet inden 2015 skal reduceres med 50% i forhold til overskuddet i 2001, dels gennem afgift på foderfosfater, dels gennem en forbedret foderudnyttelse. Beregningen er foretaget ud fra normalt i landbruget. Ved beregning ud fra købte og solgte mængder fosfor i landbruget vil der være et større overskud.

**Figur 3.5** Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2006 (Grant et al., 2007).



Der er stor forskel på markoverskuddet af fosfor afhængig af brugstype og husdyrtæthed. I LOOP områderne blev der på planteavlsbrug i 2006 tilført mindre fosfor end der blev fjernet med afgrøden, mens der var overskud af fosfor på husdyrbrugene, især på svinebrugene (figur 3.6). Overskuddet stiger med stigende husdyrtæthed.

**Figur 3.6** Fosforoverskud i marken i landovervågningsområderne på ejendomme med forskellig brugstype og husdyrtæthed i landovervågningsområderne i 2006 (Grant et al., 2007).



### 3.4 Fosforkoncentrationer og udvaskede mængder

#### Måleprogram

Udvaskning af fosfor fra rodzonen måles ved 32 jordvandsstationer og i omkring 20 borer 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.

#### Fosforkoncentrationer i vandet

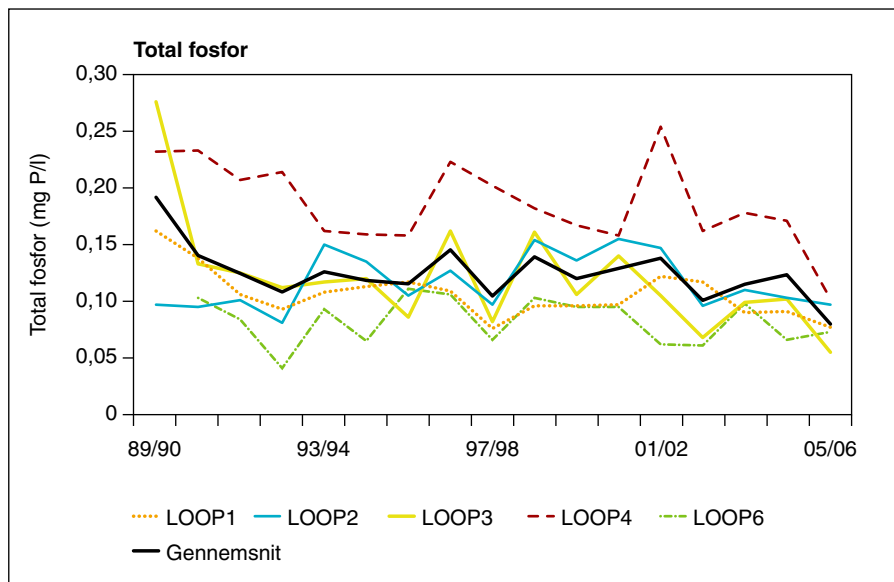
24% af jordvandsstationerne ligger på jorde med stor fosformobilitet, og vandet har derfor højere fosforindhold end det sædvanlige lave niveau på omkring 0,02 mg P/l (tabel 3.2). Den store fosformobilitet resulterer også i høje fosforindhold i dræn, der afvander disse jorde. Ingen af vandløbene i LOOP områderne afvander alene jorde med stor fosformobilitet og er derfor ikke opdelt i tabel 3.2.

Der er store forskelle på fosforindhold i det vand, der forlader LOOP områderne gennem vandløb (figur 3.7) med de højeste indhold i Lillebæk på Fyn (LOOP 4). Der er hverken for de enkelte vandløb eller for gennemsnitsværdierne for alle LOOP vandløbene generelle ændringer i fosforindholdet gennem perioden, måske bortset fra et fald omkring 1990.

**Tabel 3.2** Niveauer for opløst orto-fosforkoncentrationer (vandføringsvægtede) i rodzone, dræn, øvre grundvand og vandløb i LOOP områderne (Tal fra Grant et al., 2007).

Fosforniveauer i LOOP	Jorde med lav P mobilitet	Jorde med stor P mobilitet
	mg P/l	mg P/l
Rodzone	0,007-0,020	Op til 0,40
Dræn	0,016-0,026	0,14-0,16
Vandløb	0,06 - 0,12	

**Figur 3.7** Udvikling i års-gennemsnit af koncentrationer af total fosfor i LOOP vandløbene (Data fra Grant et al., 2007).



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 (tabel 3.3). Det største tab var til Lillebæk.

**Tabel 3.3** Tabet af total fosfor fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2005/06 og gennemsnittet pr. hydrologisk år i den forudgående periode 1990/91-2004/05.

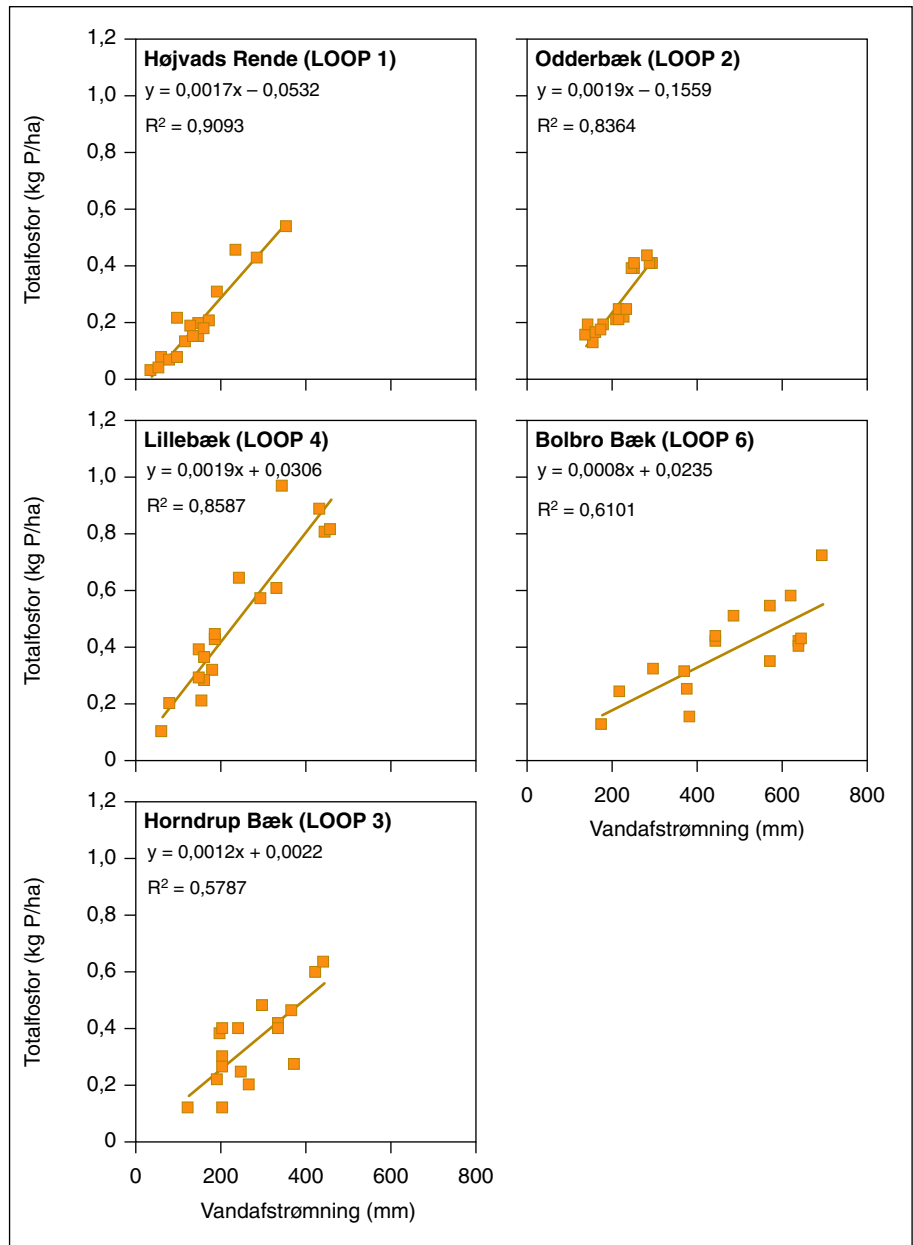
	Seneste hydrologiske år (normal prøvetagning) (2005/06)	Gennemsnit forudgående periode (normal prøvetagning) (1990/91-2004/05)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,07 kg P ha <sup>-1</sup>	0,21 kg P ha <sup>-1</sup>
Lillebæk (LOOP 4)	0,208 kg P ha <sup>-1</sup>	0,51 kg P ha <sup>-1</sup>
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,117 kg P ha <sup>-1</sup>	0,36 kg P ha <sup>-1</sup>
Odderbæk (LOOP 2)	0,173 P ha <sup>-1</sup>	0,28 kg P ha <sup>-1</sup>
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,123 kg P ha <sup>-1</sup>	0,40 kg P ha <sup>-1</sup>

#### Fosfortab i forhold til afstrømning

Især for lerjordsoplandene (venstre del af figur 3.8) følger fosfortransporten med vandløb ud af oplandet i høj grad vandafstrømningen. Transporten dæmpes ikke ved de meget store afstrømninger som for kvælstof, hvor nogle af de tilsvarende kurver bøjer af ved de højeste afstrømninger (se figur 2.14). For fosfor vil det modsatte ofte være tilfældet i dyrkede oplande, idet der især ved de høje afstrømninger vil kunne ske en udskylning af jord ved overfladisk afstrømning eller gennem dræn til vandløb. År til år variationerne er mindst fra det grovsandede opland til Bolbro Bæk, hvor en stor del af vandet er grundvandstilstrømning.



**Figur 3.8** Sammenhænge mellem årligt fosfortab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2005/06 (Grant et al., 2007).



## 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 nærømråder 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.

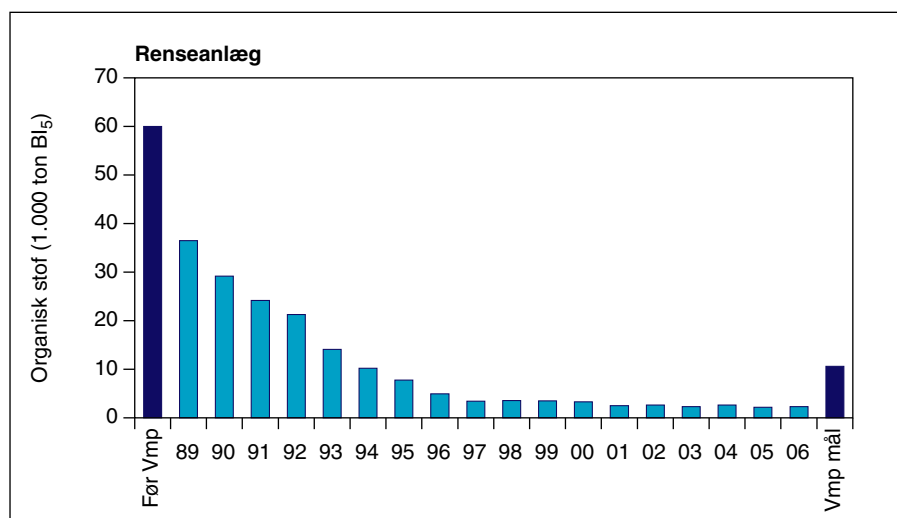
### Kilder til forurening med organisk stof

Forureningen med nedbrydeligt organisk stof måles normalt som iltforbruget ved nedbrydning af det organiske stof i løbet af 5 døgn. Dette betegnes BI<sub>5</sub>. Uden forurening er der et vist naturligt indhold af BI<sub>5</sub> 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.

### Udledning fra renseanlæg

Fra renseanlæg blev der i 2006 udledt 690 mio. m<sup>3</sup> spildevand, som indeholdt 2.322 tons organisk stof (BI<sub>5</sub>) eller i gennemsnit et indhold på 3,4 mg/l. Det 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).

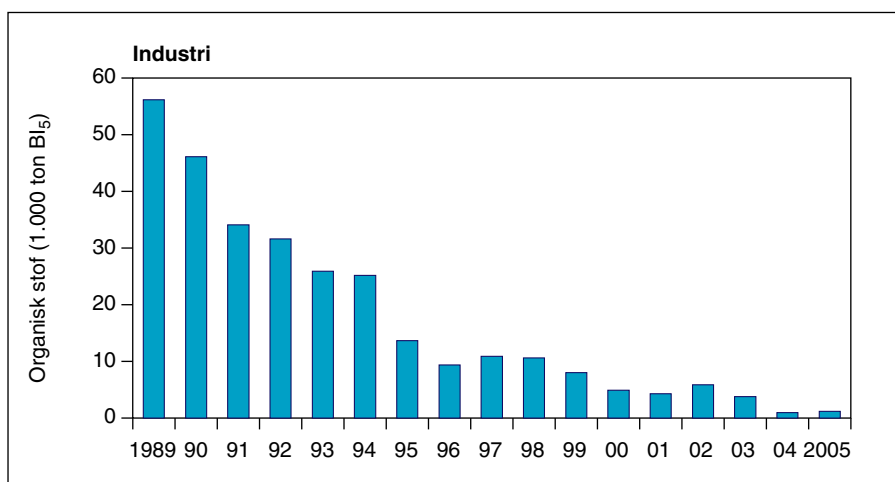
**Figur 4.1** Udvikling i udledte mængder af nedbrydeligt organisk stof, BI<sub>5</sub> med spildevand fra renseanlæg (By- og Landskabsstyrelsen, 2007).



### Udledning fra industri med egen udledning

Der blev i 2005 udledt 61,5 mio. m<sup>3</sup> spildevand, som indeholdt 1.154 tons organisk stof (BI<sub>5</sub>) eller i gennemsnit et indhold på ca. 18 mg/l. Udledningerne mindskedes 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).

**Figur 4.2** Udvikling i udledte mængder af nedbrydeligt organisk stof, BI<sub>5</sub> med spildevand fra industri med egen udledning (By- og Landskabsstyrelsen, 2007).



#### **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 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. Endelig indeholder handelsgødning og gylle tungmetaller, som ved udspredning af gødningen på markerne bliver tilført jorden.

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.

Overvågningen af tungmetaller og miljøfremmede stoffer omfattede i 2005 og 2006 luft, punktkilder, grundvand og marine områder. Resultaterne af overvågning i punktkilder indgår ikke nærværende rapport, men vil indgå i næste års rapport.

### **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).

Der pågår screeningsundersøgelse af:

- pesticider i ferskvand
- muskstoffer i sediment og biota
- PFAS i grundvand.

## **5.2 Deposition af tungmetaller fra luften**

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 og indholdet i luften af partikelbundet tungmetal er gennem en årrække blevet målt på seks stationer fordelt ud over landet.

### **Målsætning**

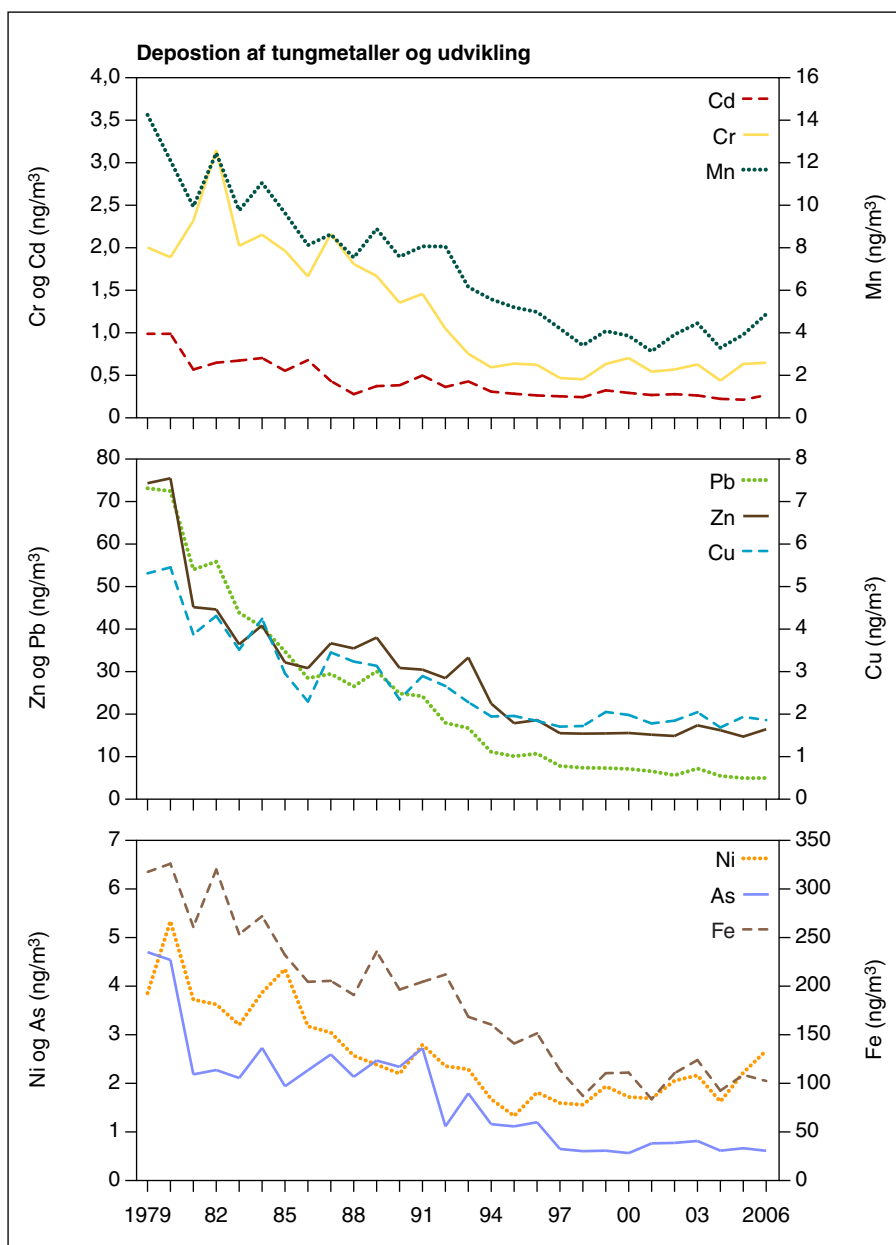
I Danmark og på Europæisk plan er det en målsætning, at naturen via luften ikke må modtage mere forurening med tungmetaller, end den kan tåle. Et EU-direktiv (det 4. datterdirektiv om bl.a. tungmetaller) pålægger medlemslandene at måle koncentrationerne i luften og depositionen af bl.a. arsen, cadmium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

### **Deposition af tungmetaller i 2006 og udvikling**

Depositionen af tungmetaller adskilte sig i 2006 ikke væsentligt fra de seneste par år. Det samme gælder luftens indhold af tungmetaller (figur 5.1). Resultaterne af 28 års målinger viser, at depositionen er reduceret betydeligt siden slutningen af 70'erne.

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 emissionerne for de fleste af de målte tungmetaller er væsentligt mindre end depositionerne (tabel 5.1).

**Figur 5.1** Udvikling i koncentrationer i luften af en række tungmetaller i perioden 1979-2006. Kurverne repræsenterer gennemsnit af målinger ved Keldsnor og Tange. Usikkerheden på estimerterne er +30-50% (Ellermann et al., 2007).



**Table 5.1** Årlig deposition estimeret fra målinger på otte stationer samt emission af tungmetaller til atmosfæren fra danske kilder i 2006 (Ellermann et al., 2007).

Våddeposition	Gennemsnit for målestationerne		Estimeret deposition		Emission
	Deposition til land $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Deposition til vand $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Landområder (43.000 $\text{km}^2$ ) tons/år	Indre farvande (31.500 $\text{km}^2$ ) tons/år	Danske kilder tons
Krom (Cr)	131	118	6	4	1,16
Nikkel (Ni)	326	282	14	9	9,6
Kobber (Cu)	813	775	35	24	8,5
Zink (Zn)	6.700	6.400	288	200	23
Arsen (As)	121	108	5	3	0,66
Cadmium (Cd)	39	33	2	1	0,53
Bly (Pb)	965	846	41	27	5,2
Jern (Fe)	36.500	34.500	1.570	1.080	-

### 5.3 Deposition af miljøfremmede stoffer fra luften

Deposition af miljøfremmede stoffer overvåges ved måling af pesticider og nitrophenoler på stationerne Anholt og Sepstrup Sande.

De stoffer, der indgår i måleprogrammet, har alle en vis evne til at fordampe. De fleste stoffer anvendes fortsat i Danmark eller i vore nabolande.

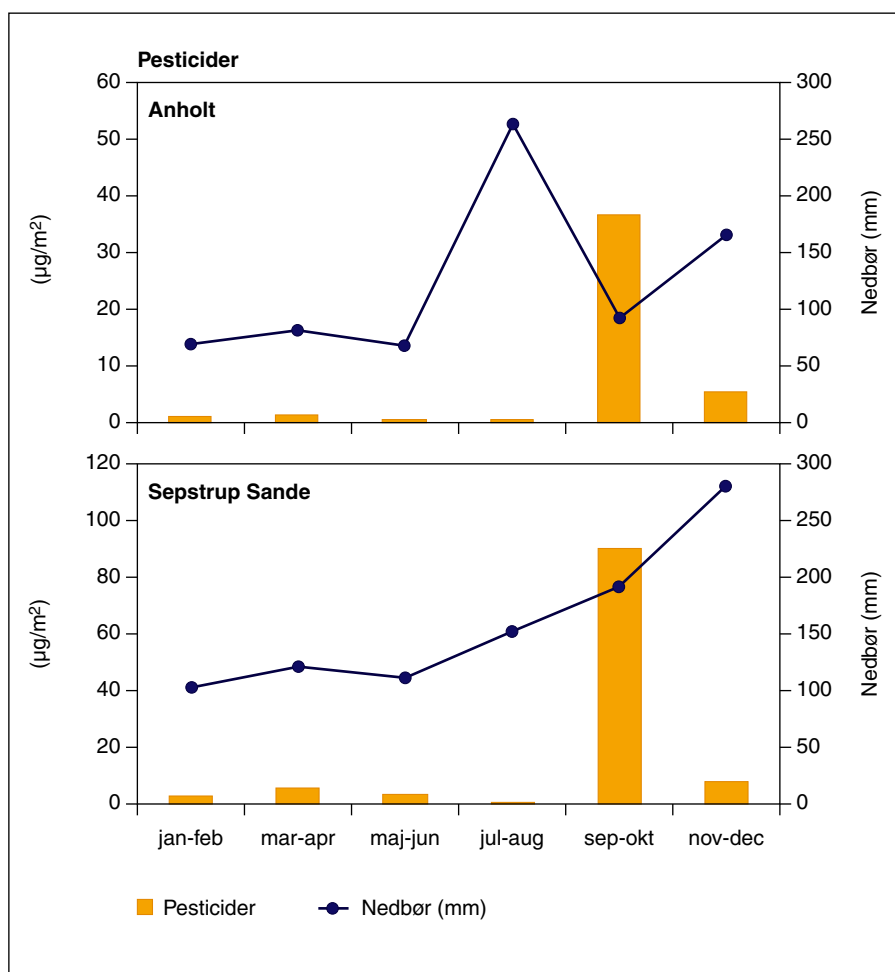
#### Målsætning

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.

#### Deposition af pesticider

Depositionen af pesticider var lavt det meste af året med markant højere depositioner i efterårsmånederne, hvor der udbringes pesticider (figur 5.2). Målingerne maj-august er ufuldstændige, og der er derfor ikke belæg for at vurdere depositionen i denne periode. Det var på begge stationer prosulfocarb, der udgjorde størstedelen af depositionen efterfulgt af pendamethalin. Begge pesticider anvendes til ukrudtsbekæmpelse i vintersæd, hvilket passer med tidspunktet for den største deposition af pesticider. Våddepositionen af pesticider er generelt lav og har derfor ikke akut virkning på planter.

**Figur 5.2** Våddepositionen,  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ , af 14 almindeligt anvendte pesticider i 2006. Der er målt over 2 måneders perioder på Anholt og Sepstrup Sande. Målingerne i maj-juni og juli-august er ufuldstændige (Ellermann et al., 2007).

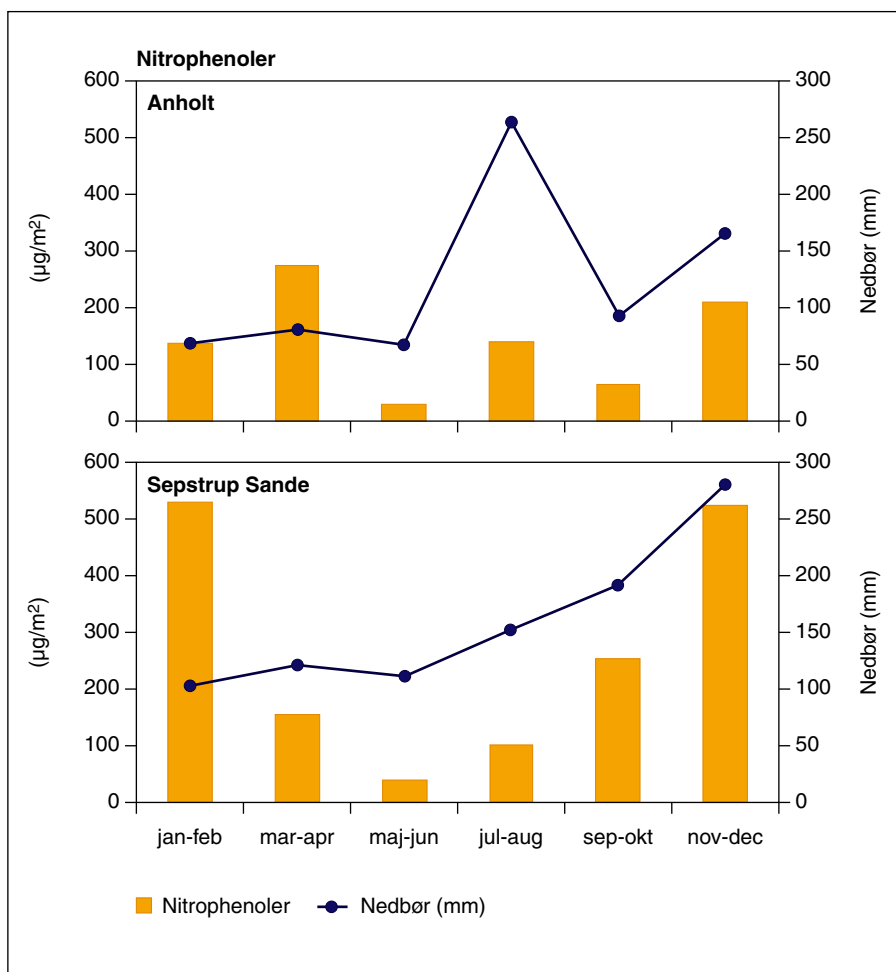


### Deposition af nitrophenoler

Nitrophenoler dannes fotokemisk i luften ved reaktion mellem kvælstofilter og aromatiske hydrokarboner. Begge slippes ud i forbindelse med forbrændingsprocesser, fx. fra biler eller energiproduktion.

Middelkoncentrationer og årlige depositioner af nitrophenoler var generelt højere i Sepstrup Sande end på Anholt. Depositionen på Sepstrup Sande var især høj i vintermånederne. Den forholdsvis ringe sæsonvariation på Anholt peger på, at den største del af nitrophenolerne bliver langtransporteret til Danmark.

**Figur 5.3** Samlet våddeposition af nitrophenoler i 2006 målt over 2 måneders perioder på Anholt og Sepstrup Sande (Ellermann et al., 2007).





## 5.4 Pesticidanvendelse i landbruget

Forbruget af pesticider på markerne i landovervågningsoplandene opgøres ved interviewundersøgelser. Kendskabet til pesticidforbruget sammenholdes med resultaterne af undersøgelse af pesticider i det overfladenære grundvand under markerne.

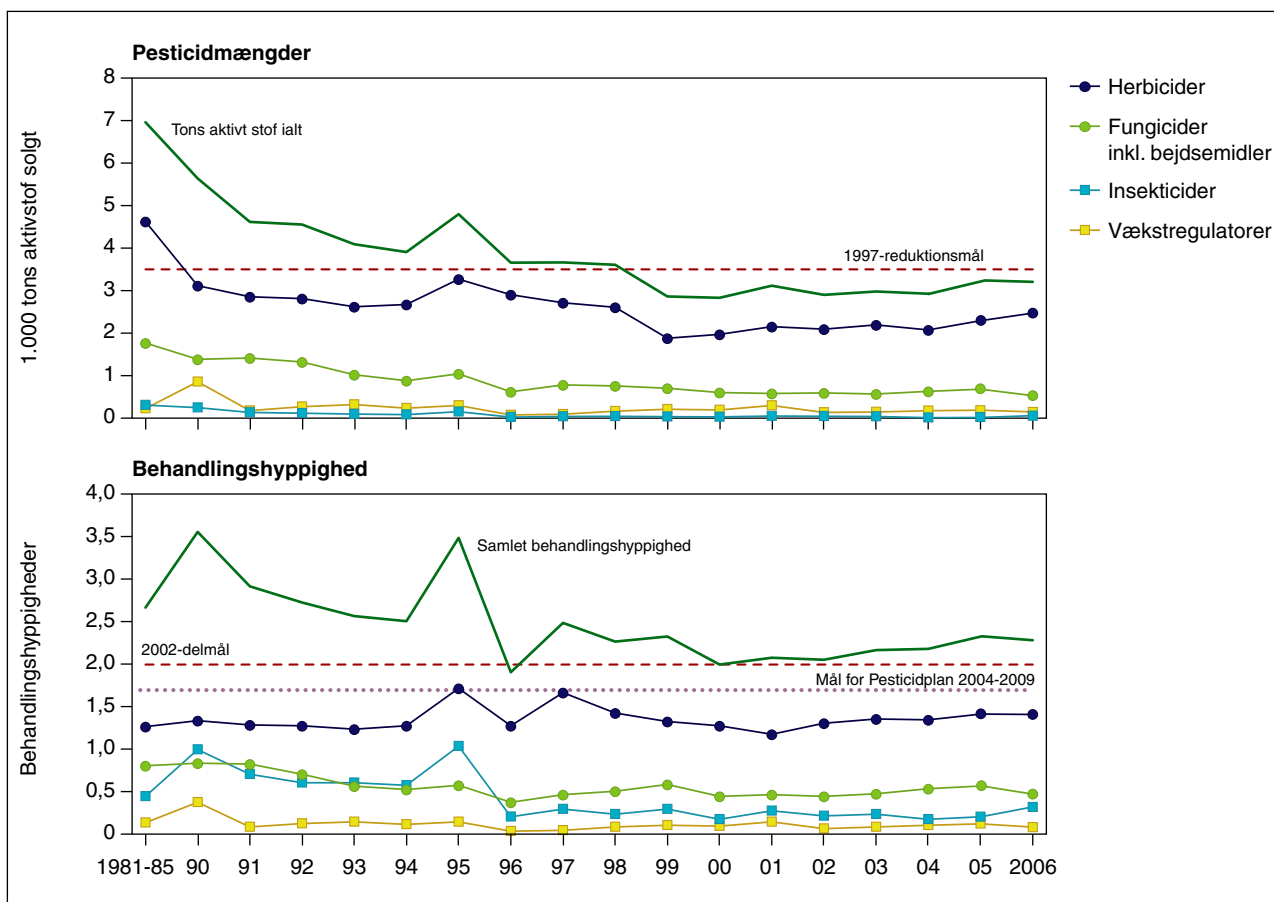
### Målsætning

Målsætningen i pesticidplanen for perioden 2004-2009 er at reducere behandlingshyppigheden<sup>1</sup> med pesticider fra 2,04 i 2002 til 1,7 ved udgangen af 2009, samt at fremme omlægning til pesticidfri dyrkning (Miljøministeriet og Fødevarerministeriet, 2000).

### Behandlingshyppighed i 2005

Den gennemsnitlige behandlingshyppighed var i 2006 på 2,28 mod 2,32 året før (Miljøstyrelsen, 2007) (figur 5.4). Behandlingshyppigheden for henholdsvis vintersæd og vårsæd, som tilsammen dyrkes på knap 69% af det dyrkede areal, var på henholdsvis 2,5 og 1,8.

Salget af pesticider var i 2006 stort set uændret i forhold til salget i 2006, hvor salget var det største i en årrække. Der var i 2006 et samlet salg på 3.212 tons aktivstoffer (Miljøstyrelsen, 2007).



**Figur 5.4** Udvikling i mængder af aktivt stof og behandlingshyppigheder fra 1990-2006. Udgangspunktet for reduktionsmålet er gennemsnittet for 1981-1985 (Grant et al., 2007).

<sup>1</sup> Behandlingshyppigheden er opgjort som det antal gange det samlede dyrkede areal kan behandles med den solgte mængde, når det anvendes i den godkendte dosis

### Opgørelse af mest anvendte pesticider i 2006

I tabel 5.2 er oplyst de 20 aktivstoffer, der i 2006 blev anvendt i størst mængde i landovervågningsoplandene. Blandt de 20 stoffer indgik seks stoffer i undersøgelse af det overfladenære grundvand, og fire af stofferne var blandt de 20 stoffer der blev fundet hyppigst i 1993-2006. De fire stoffer er glyphosat, bentazon, met amitron og MCPA anført med faldende hyppighed (Grant et al., 2007).

**Tabel 5.2** Opgørelse af de 20 aktive stoffer, der anvendes i størst mængde blev i fem landovervågningsoplande i 2006. Stofmængderne er givet som et gennemsnit for hele oplandsarealet. Arealet behandlet med det enkelte stof er angivet i % (Grant et al., 2007).

Aktivt stof	g stof/ha	Behandlet areal i opland (%)
Prosulfocarb	163	19,7
Glyphosat	107	14,3
MCPA	69	9,4
Mancozeb	68	1,2
Pendimethalin	52	15,4
Chlormequat-chlorid	45	6,2
Metamitron	24	2,3
Bentazon	21	8,0
Tolyfluanid	21	1,0
Terbutylazin	20	8,1
Fluroxypur	23	22,8
Kobberoxychlorid	16	0,6
Phenmedipham	12	2,4
Fluroxypur	11	19,3
Epoxiconazol	11	24,5
Cyprodinil	11	11,6
Dithianon	10	0,8
Fenpropidin	8	6,4
Pyraclostrobin	7	18,8
Fenpropimorph	7	5,4
Propyzamid	6	1,4

### Opfyldelse af målsætninger

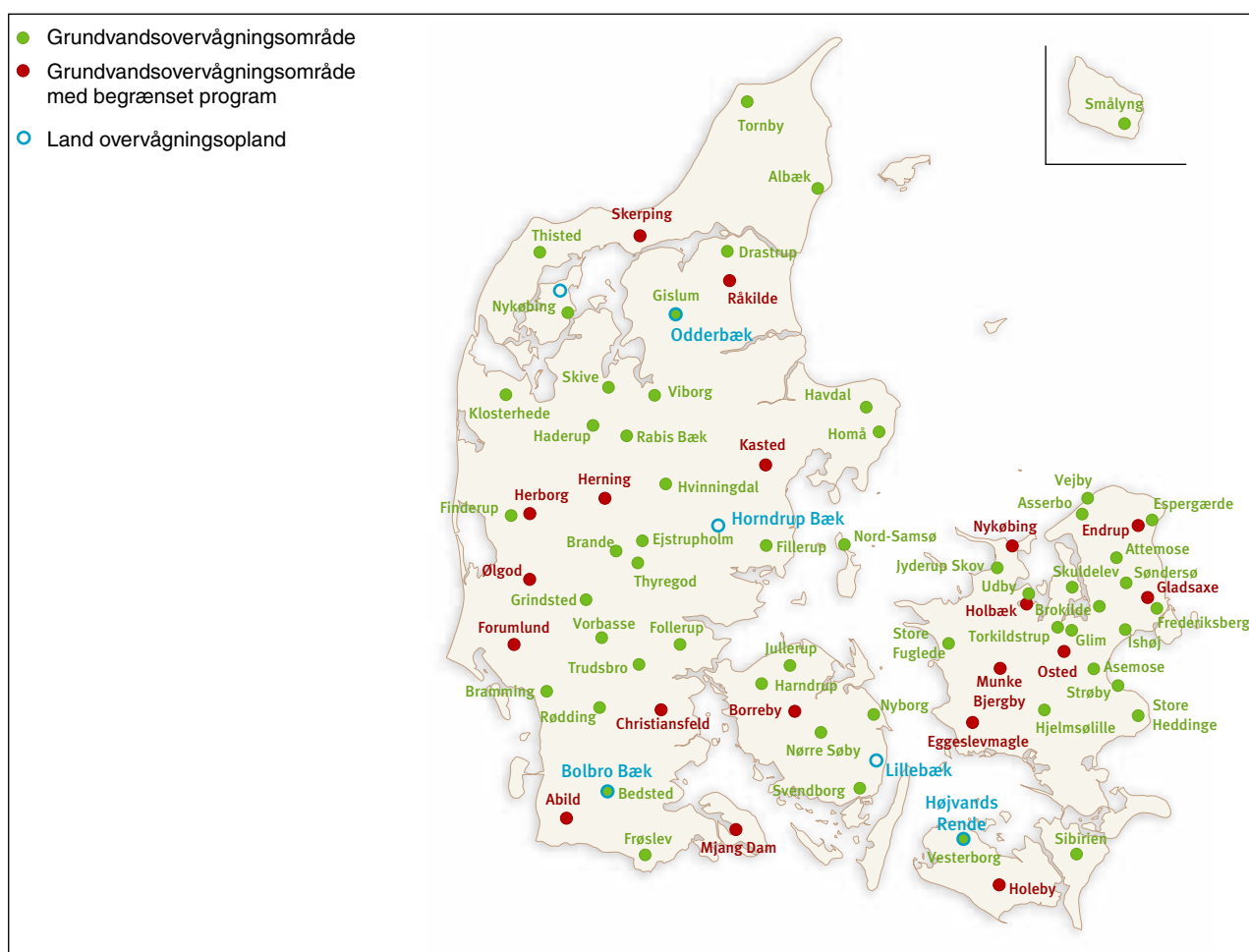
Delmålet i Pesticidhandlingsplanen 2004-2009 om reduktion af behandlingshyppigheden fra 2,04 i 2002 til 1,7 i 2009 er endnu ikke nået. Behandlingshyppigheden var i 2006 på 2,28 (figur 5.4).

## 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. Herudover er en stor del af vandet i vandløb, søer og fjorde kommet fra grundvandet i oplandet. Forurening af grundvandet vil derfor også kunne påvirke disse vandområder.

#### Grundvands- og landovervågningsområde



**Figur 6.1** Beliggenhed af grundvandsovervågnings-områder (GRUMO) og landovervågningsoplande (LOOP). (Thorling (red.), 2007).

#### Grundvandsovervågning

Formålet med overvågningen af grundvandet er at følge udviklingen i kvaliteten og størrelsen af ressourcen samt at følge effekten af Vandmiljøplanen i 1987 samt efterfølgende vandmiljøplaner. Overvågningen foregår fortrinsvist gennem det nationale overvågningsprogram (NOVA-NA) i ca. 1.400 borer i 74 grundvandsovervågningsområder (GRUMO) og 5 landovervågningsområder (LOOP) (figur 6.1). Vandværkernes kontrol af grundvandet samt indberetninger af indvundne mængder

indgår desuden som et element i overvågningen. Grundvandsovervågningen fokuserer på den generelle grundvandskvalitet, 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.

### Vandindvinding

Vandindvindingen i Danmark er altovervejende baseret på grundvand og mere end 97% af vandet hentes fra grundvandsmagasiner. Fra Haraldsted Sø nord for Ringsted og på Christiansø anvendes en beskedent mængde overfladevand i vandforsyningen.

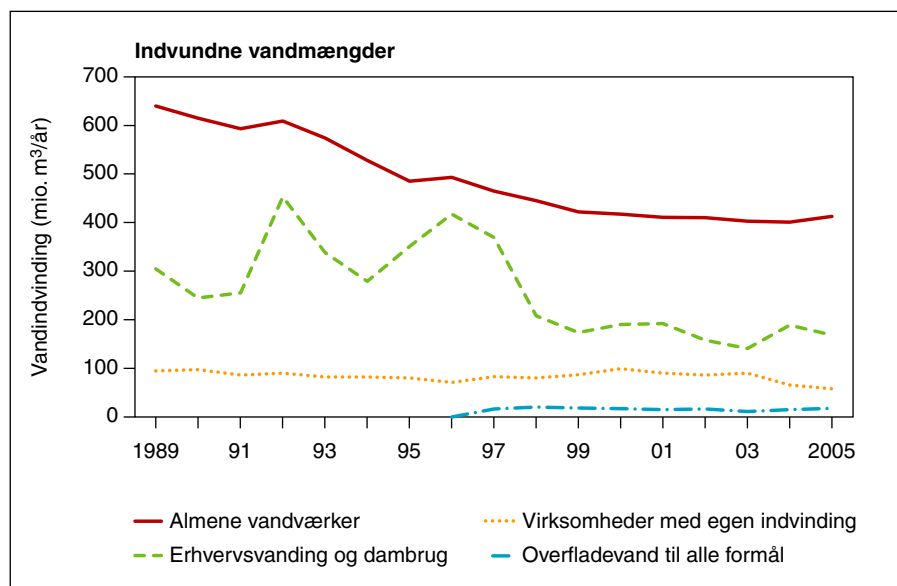
I figur 6.2 er vandindvindingen opgjort for perioden 1989-2005 på følgende fire hovedkategorier med den procentvise andel af grundvandsindvindingen i 2005 angivet i parentes:

- Almene vandværker (65%)
- Erhvervsvanding og dambrug (26%)
- Virksomheder med egen indvinding (7%)
- Overfladevand til alle formål.

Den totale grundvandsindvinding i 2005 var på 640 mill. m<sup>3</sup>, og indvindingen af overfladevand var 18 mill. m<sup>3</sup>.

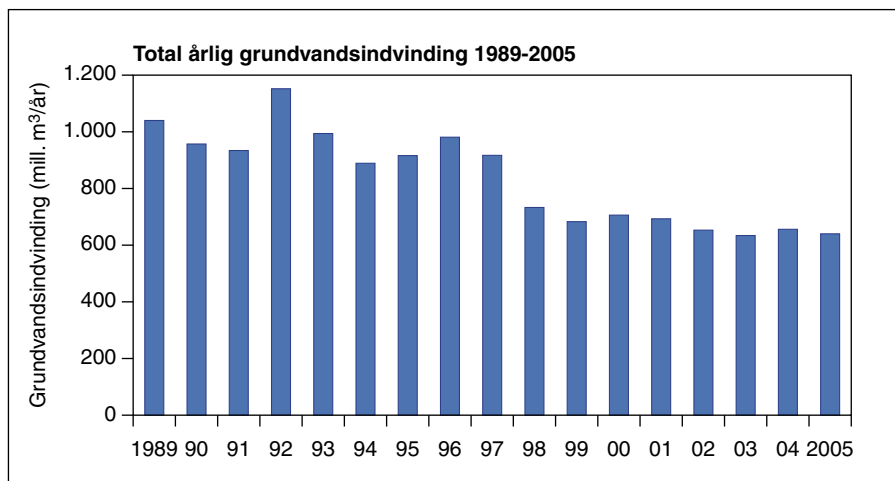
Grundvandsindvinding til erhvervsvanding (markvanding) faldt lidt i 2005 i forhold til 2004. Modsat steg indvindingen til almen vandforsyning tilsyneladende en anelse for første gang i over ti år fra 401 til 413 mill. m<sup>3</sup>. Ændringerne kan dog skyldes et ændret datagrundlag i forbindelse med kommunalreformen.

**Figur 6.2** Vandindvinding i Danmark fordelt på indvindingskategorier. Der er ingen opgørelse af indvinding af overfladevand før 1997 (Thorling (red.), 2007).



Den samlede grundvandsindvinding (figur 6.3) ser ud til at have fundet et stabilt niveau omkring godt 600 mill m<sup>3</sup> pr. år efter en periode med et fald på omkring 37 % over de sidste ca. 15 år. Regionalt er der store udsving, idet markvanding i nogle områder af landet udgør over halvdelen af den årlige indvinding i år med tørre forår og somre, og derfor vil vejret i høj grad påvirke det regionale indvindingsmønster.

**Figur 6.3** Den samlede grundvandsindvinding i Danmark (Thorling (red.), 2007).



#### Målopfyldelse

Grænseværdien for nitrat i drikkevand på 50 mg nitrat/l er opfyldt for ca. 99% af det vand, der anvendes til vandforsyning. Nitratindholdet i det øverste af det nydannede grundvand er i gennemsnit omkring denne grænseværdi, dog med stor spredning. Selv om der har været et generelt svagt fald i nitratindhold i det nydannede grundvand i de seneste år, er der altså fortsat en del af dette, der indeholder mere end 50 mg nitrat/l.

Fosforindholdet i grundvandet i vandforsyningsboringer er i knap 20% af borerne over grænseværdien for drikkevand. Dette er dog af underordnet betydning for drikkevandet, idet fosfor fjernes på vandværkerne. Mens nitrat i grundvand næsten udelukkende tilføres grundvandet via dyrkningsaktiviteter på overfladen, er et højt fosforindhold næsten altid betinget af de geologiske forhold.

I grundvandsovervågningen var hyppigheden af pesticidindhold over grænseværdien for drikkevand i 2005 og 2006 på samme niveau som i 2004. Pesticidindholdet i vandforsyningsboringer fortsætter i 2005 og 2006 den nedadgående udvikling fra de foregående år. Årsagen til det lavere pesticidindhold er bl.a., at vandforsyningsboringer med pesticider lukkes.

På nationalt niveau har der de seneste år (2001-2005) været væsentlig mindre nedbør end den foregående 10-års periode. På trods heraf er den beregnede grundvandsdannelse relativt konstant over perioden, hvilket tyder på en robusthed, når enkelte tørre år som 2003 ikke slår fuldt ud igennem med reduceret grundvandsdannelse. En længere årrække med vedblivende lav nedbør vil dog medføre reduceret grundvandsdannelse.

## 6.2 Status for nitratindhold i grundvand

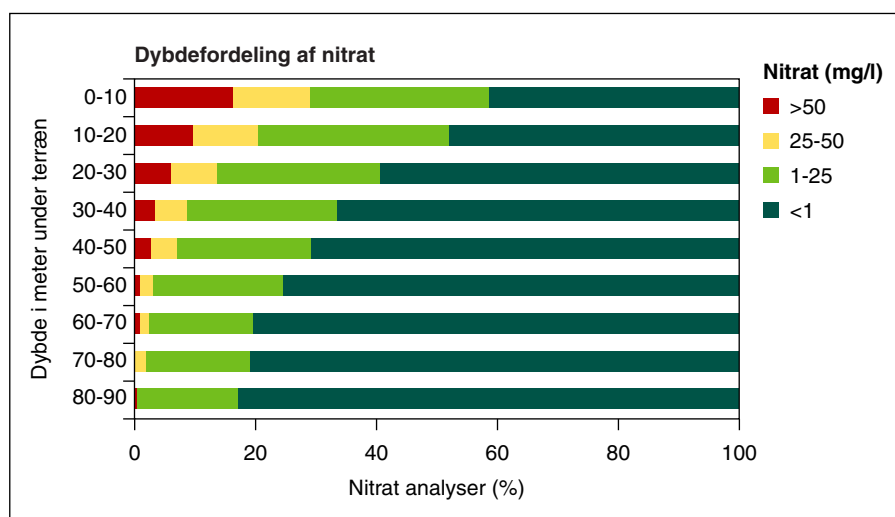
Nitrat i grundvand i høje koncentrationer gør vandet ubrugeligt til vandforsyning, da høje nitratkoncentrationer kan være sundhedsskadeligt, bl.a. på grund af hæmning af iltransporten med blodet. Desuden vil grundvand med et højt nitratindhold kunne være en væsentlig forureningskilde for vandområder.

For hele perioden 1990-2006 foreligger der i alt 102.456 nitratanalyser fra grundvandsovervågningen, landovervågningen og fra vandværkernes indvindingsboringer. Grundvandet fra næsten alle disse indtag er dannet før 1987. Derfor afspejler nitratindholdet ikke indsatsen for at mindske nitratudvaskningen som følge af Vandmiljøplan I i 1987 og den efterfølgende indsats.

### 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 jordsøjlen. Nitratindholdet er her over 1 mg nitrat/l i over ca. 59% af indtagene og over 50 mg/l i ca. 16% (figur 6.4).

**Figur 6.4** Fordeling af nitratindholdet i 1990-2006 efter indtags-dybde under terræn for land- og grundvands-overvågning, boringskontrol i vandværkernes indvindingsboringer og 'Andre boringer'. Datagrundlaget for 2006 er ufuldstændigt (Thorling (red.), 2007).

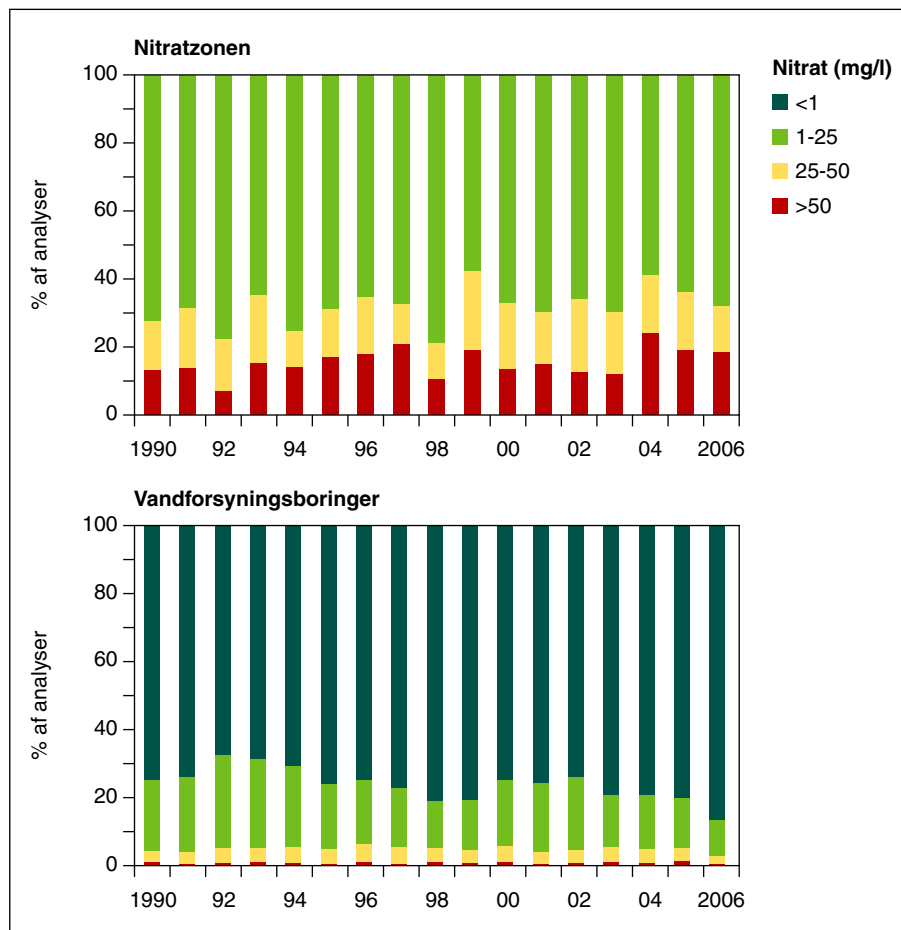


### Fordeling af nitrat efter redoxzoner

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, 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-zone og metan-zonen uden nitrat eller ilt.

I figur 6.5 er vist hyppighedsfordelingen af nitratindhold i de undersøgte indtag i iltzonen og nitratzonen i grundvandsovervågningsområderne.

**Figur 6.5** Fordeling af nitratindhold på 4 koncentrationsintervaller i perioden 1990-2006. Øverste del er for ilt zonen (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. Datagrundlaget for 2006 er ufuldstændigt (Thorling (red.), 2007).



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

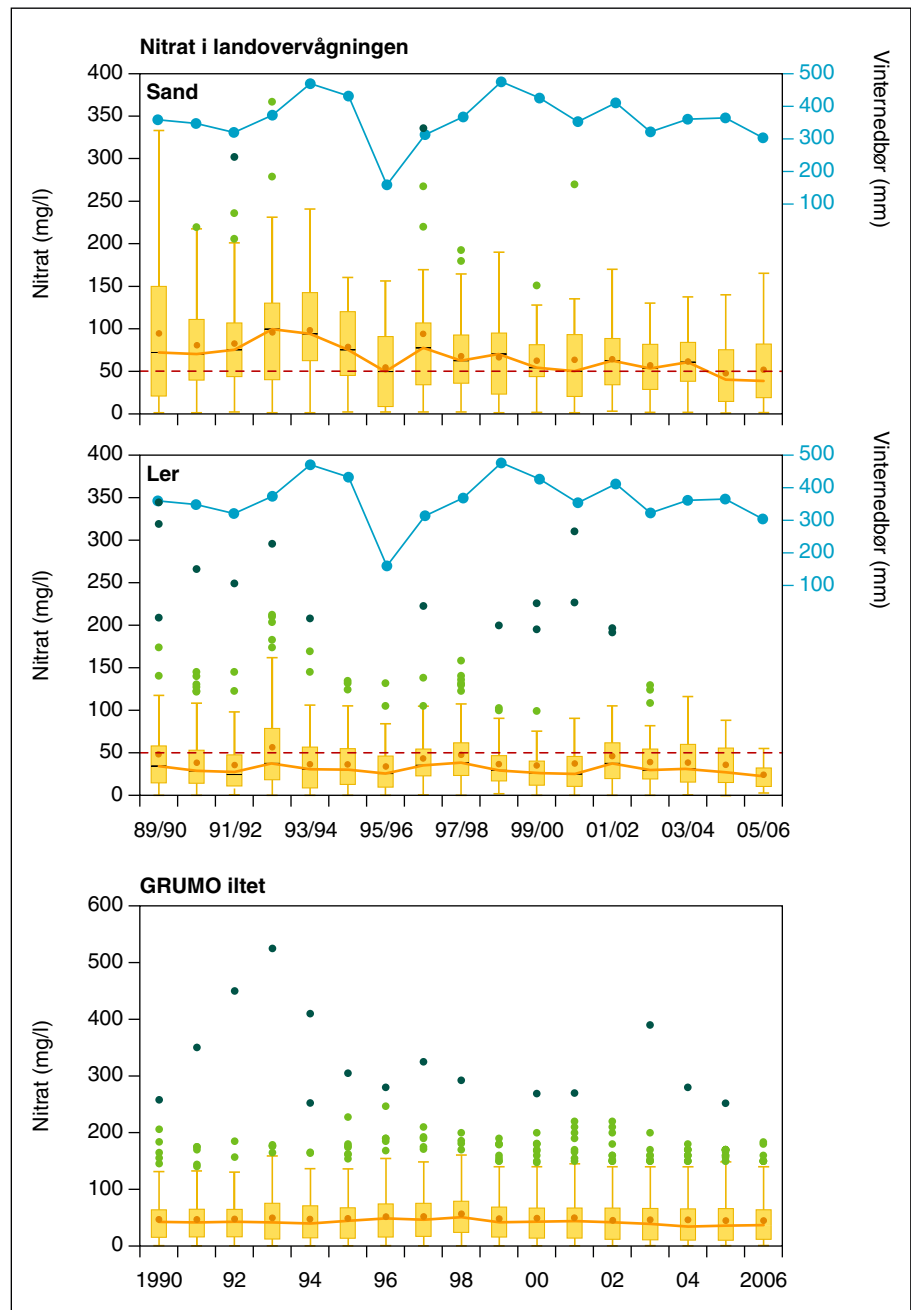
Der har de seneste år været en tendens til, at der i det iltede grundvand er aftagende hyppighed af indtag med nitratindhold over 50 mg/l. Nitratindholdet var i 2005 og 2006 over 50 mg/l i ca. 40% af indtagene i det iltede grundvand.

I nitratzonen var hyppigheden af indtag med nitratindhold over 50 mg/l på samme niveau i 2005 og 2006 som i 2004, hvor hyppigheden var højere end de foregående år.

### 6.3 Udvikling i nitratindhold i grundvand

Udviklingen i nitratindhold i grundvandet i perioden 1990-2006 er vist i figur 6.6 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 6.6** Udviklingen i nitratindhold i grundvand i perioden 1990-2006. Øverst resultater fra landovervågningsområdernes højtliggende grundvand i vintermånederne i sand- og lerjordsområder. Nederst er vist resultater fra det iltholdige grundvand i grundvandsovervågningsområderne. Kurven i boksene forbinder medianværdierne. Desuden er vist 10% og 25% fraktiler af analyseresultater det enkelte år, samt grænseværdien for nitrat i drikkevand på 50 mg/l. Datagrundlaget for 2006 er ufuldstændigt (Thorling (red.), 2007).



#### Regional fordeling af nitrat i vandværkernes indvindingsboringer

De områder i Danmark, hvor grundvandet, der bruges til drikkevand, har nitratindhold 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 en lav nitratreduktionskapacitet i jordlagene og/eller en dårlig beskyttelse fra dæklag.

#### Landovervågningsområder

Af figur 6.6 fremgår det, at der i det overfladenære grundvand i landovervågningsområderne (LOOP) er en stor spredning i nitratdata for vinterperioderne. Nitratindholdet i sandområderne er noget højere end i



lerområderne, hvor der er en større reduktionskapacitet. Da iltindholdet ikke er målt, kan LOOP data ikke henføres til ilt- eller nitrat-zoner.

For perioden 1990-2006 er der i sandområderne i LOOP områderne (figur 6.6 øverst) et fald i det øverste grundvands gennemsnitlige nitratindhold fra ca. 90 til ca. 60 mg nitrat/l. Faldet ligger frem til vinteren 1999/2000, hvorpå ændringerne bliver små. Det gennemsnitlige indhold er de fleste år over grænseværdien for drikkevand på 50 mg/l.

For lerområderne svinger det gennemsnitlige nitratindhold for perioden omkring 40 mg/l, og viser ikke et tydeligt fald som i sandområderne.

#### **Grundvandsovervågningsområder**

I det iltholdige grundvand i GRUMO områderne (figur 6.6 nederst) viser medianværdierne for perioden 1990-2006 en jævn stigning frem til den højeste værdi i 1998, hvorpå den falder til et niveau på omkring 35-37 mg/l i 2004-2006. Gennemsnitsværdierne for nitrat ligger generelt højere end medianværdierne og falder fra 56 mg/l i 1998 til ca. 45 mg/l i 2005-6. Nitratindholdet var i 25% af indtagene over ca. 65 mg/l nitrat i 2005-6.

#### **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. Vandet i de øvrige grundvandsforekomster er generelt sivet gennem overfladejorden før 1987, og det er derfor ikke påvirket af indsatsen siden da.

## **6.4 Fosfor i grundvand**

Fosfor i grundvandet er generelt ikke et problem for drikkevandsforsyningen. Grænseværdien på 0,15 mg/l for drikkevand er fastsat, fordi et højere indhold i brønde og korte borer er en indikator på tilførsel af spildevand eller lignende forurening og dermed på, at vandet er uegnet som drikkevand.

Da hovedparten af fosfor fjernes ved almindelig vandbehandling udgør naturbetingede høje indhold af fosfor ikke noget problem for den almene drikkevandsforsyning.

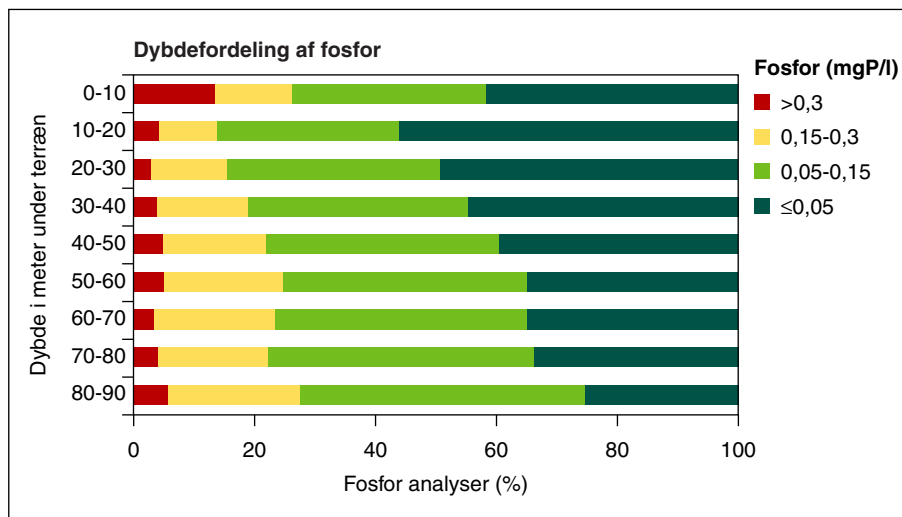
Høje koncentrationer af fosfor i grundvandet kan være et problem, hvis grundvandet strømmer til søer eller havet, da det kan stimulere algevækst og dermed resultere i eutrofiering af vandmiljøet.

#### **Fordeling af fosfor i grundvandet**

Fosforindholdet i grundvandet er ikke snævert relateret til dybden (figur 6.7). Andelen af indtag med under 0,15 mg/l fosfor falder dog med dybden, mens gruppen med de meget høje fosforindhold ikke ændrer sig mærkbart fra 10 meters dybde.

I grundvandsovervågningsområderne indeholder ca. 15% indtagene mere end 0,15 mg P/l, mens det er tilfældet for knap 20% af vandværkernes indvindingsboringer.

**Figur 6.7** Indtag fordelt efter fosforindhold og indtagsdybde under terræn for land- og grundvandsovervågning, fra vandværkernes kontrol af indvindingsboringer og fra "Andre boringer". Alle data for 1990-2006 er medtaget (Thorling (red.), 2007).

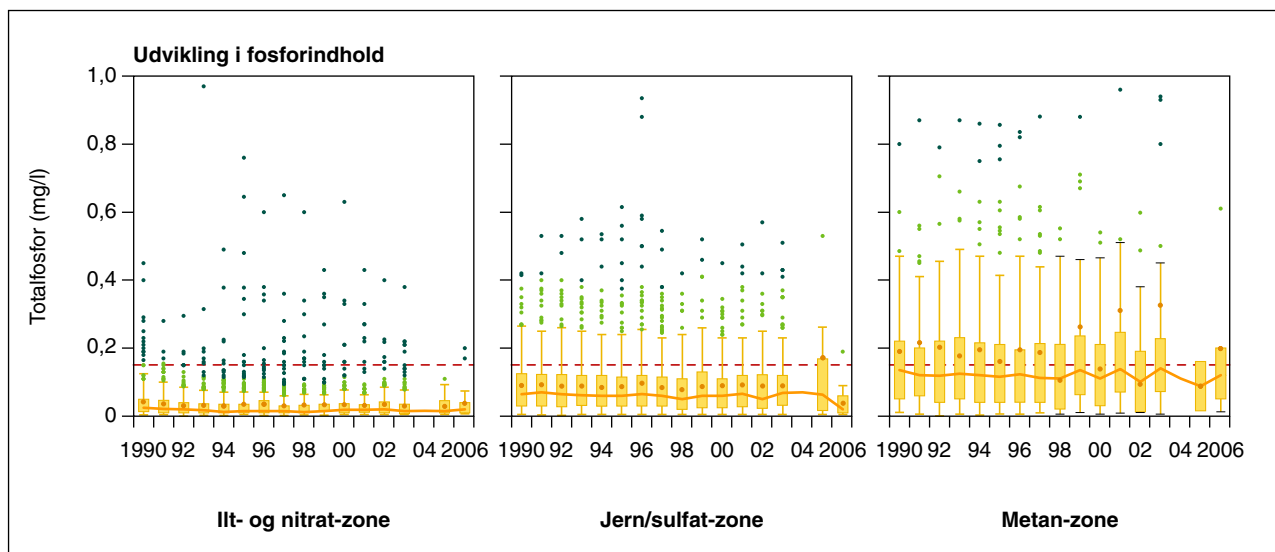


### Udvikling i fosforindhold i redoxzonerne

Fordelingen af total fosfor i 3 redoxzoner i grundvandsovervågningen er vist i figur 6.8.

I både ilt- og nitrat-zonerne ligger indholdet af opløst total fosfor lavt og på samme niveau. De to zoner er derfor slået sammen. Hovedparten af indtagene har et indhold, der ligger under grænseværdien for drikkevand på 0,15 mg/l. Under nitratholdige redoxforhold er fosfor i høj grad bundet til jordpartikler, især til jernforbindelser. Der ses ingen ændring i indholdet gennem perioden. Selv om der er mange enkeltfund over grænseværdien for drikkevand, er der samlet set kun i 1,7% af indtagene fundet fosforindhold over grænseværdien for drikkevand.

I jern og sulfat-zonen ligger fosforindholdet højere, men mere end 75% af indtagene ligger under grænseværdien for drikkevand. Gennemsnittet svinger omkring 0,1 mg/l.



**Figur 6.8** Udviklingen i grundvandets indhold af opløst total fosfor i mg/l for perioden 1990-2006 for 3 redoxzoner. Ilt- og nitrat-zonerne er slået sammen, idet de viser samme fordeling af fosfor. Datagrundlaget i 2004 var for lavt til at være repræsentativt, og er derfor ikke i figuren. Se desuden tekst til figur 6.6 (Thorling (red.), 2007).

Indtagene i metan-zonen har ofte et højt indhold af opløst fosfor, med et gennemsnit over grænseværdien for drikkevand. Den højeste målte værdi for opløst fosfor er 1,13 mg/l total fosfor.

#### **Regional fordeling af fosfor i vandværkernes indvindingsboringer**

Fosforindholdet i vandværksboringerne er visse steder i landet relativt højt. I ca. 1.400 indtag/boringer svarende til ca. 20% af de indberettede indtag er indholdet af opløst fosfor højere end 0,15 mg/l. De højeste fosforindhold (over 0,3 mg/l) kan ofte henføres til boringer, hvor vandet har været i kontakt med lerede marine aflejringer, som f.eks. i Nordjylland, Sønderjylland, Als, Ærø og Langeland. I områder, hvor der er kalkaflejringer underlejret de kvartære lag, som i den sydlige del af Sjælland samt på Lolland, Falster, Møn, Djursland, Himmerland og Hanherred, findes der kun få boringer med over 0,15 mg/l fosfor. I disse områder, hvor vandet strømmer gennem kalkbjergarter, kan fosfat reagere med calcium og udfælde som tungtopløselig apatit. Hvor der forekommer fosfor i terrænnært grundvand kan årsagen være forurening fra overfladen.

#### **Konklusion vedrørende fosforindhold**

De målte fosforindhold i grundvandet afspejler i al væsentlighed de naturbetingede indhold i grundvandet, og der er derfor ingen udvikling i fosforindholdet i grundvandet gennem overvågningsperioden. I en del af det allerøverste grundvand er der dog forhøjede indhold af fosfor.

## **6.5 Uorganiske sporstoffer i grundvand**

Nikkel og arsen er blandt en lang række uorganiske sporstoffer, som er med i såvel grundvandsovervågningen som vandværkernes kontrol af deres indvindingsboringer. Begge findes naturligt i grundvandet, men har samtidig 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.

#### **Målsætning**

For nikkel er der et midlertidig kvalitetskrav for drikkevand på 20 µg/l, og for arsen et kvalitetskrav på 5 µg/l ved indgang til ejendom (Miljøstyrelsen, 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.

#### **Nikkel**

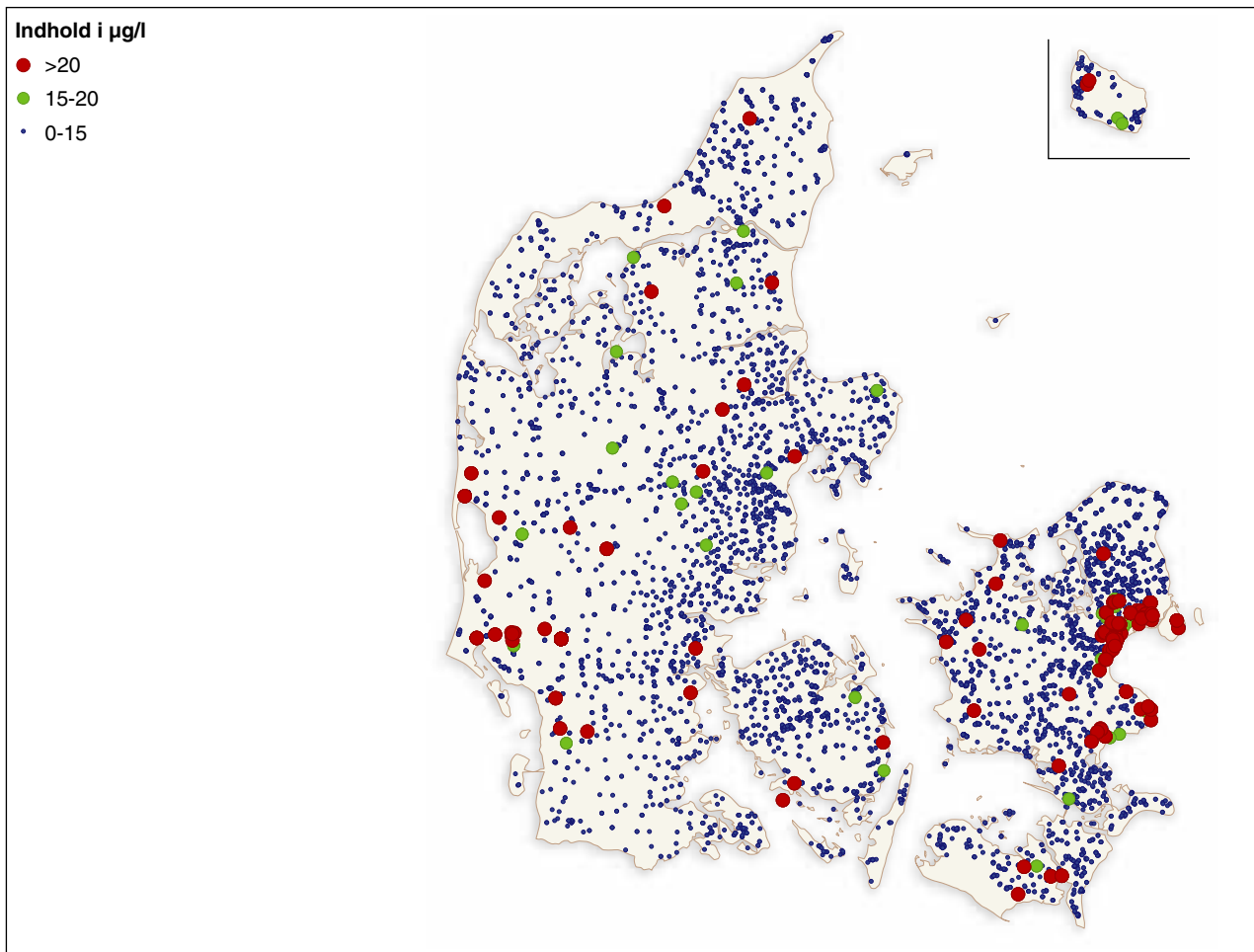
Nikkel findes naturligt i grundvandet. I naturområder i grundvands-overvågningen er gennemsnitskoncentrationen 2,5 µg/l.

I jorden findes nikkel i pyrit (jernsulfid). Ved sænkning af grundvandspejlet, fx. i forbindelse med overpumpning, får luftens ilt adgang til de pyritholdige jordlag. Derved omdannes pyrit til opløst jern og sulfat, og der frigives nikkel.

I perioden 1993-2006 er der overskridelse af grænseværdien for nikkel i drikkevand på 20 µg/l i knap 3% af de undersøgte boringer. Overskridelse af grænseværdien forekommer især i den østlige del af Sjælland

(figur 6.9). Højtliggende kalkmagasiner med nikkelholdige sulfider kombineret med stor grundvandsindvinding og deraf følgende indtrængning af atmosfærisk luft har betydet, at sulfiderne går i opløsning. Dette giver de høje nikkelkoncentrationer.

#### Nikkel i vandforsyningsboringer 2000-2006



Figur 6.9 Nikkelindhold i vandværkernes boringskontrol i perioden 2000-2006 (Thorling (red.), 2007).

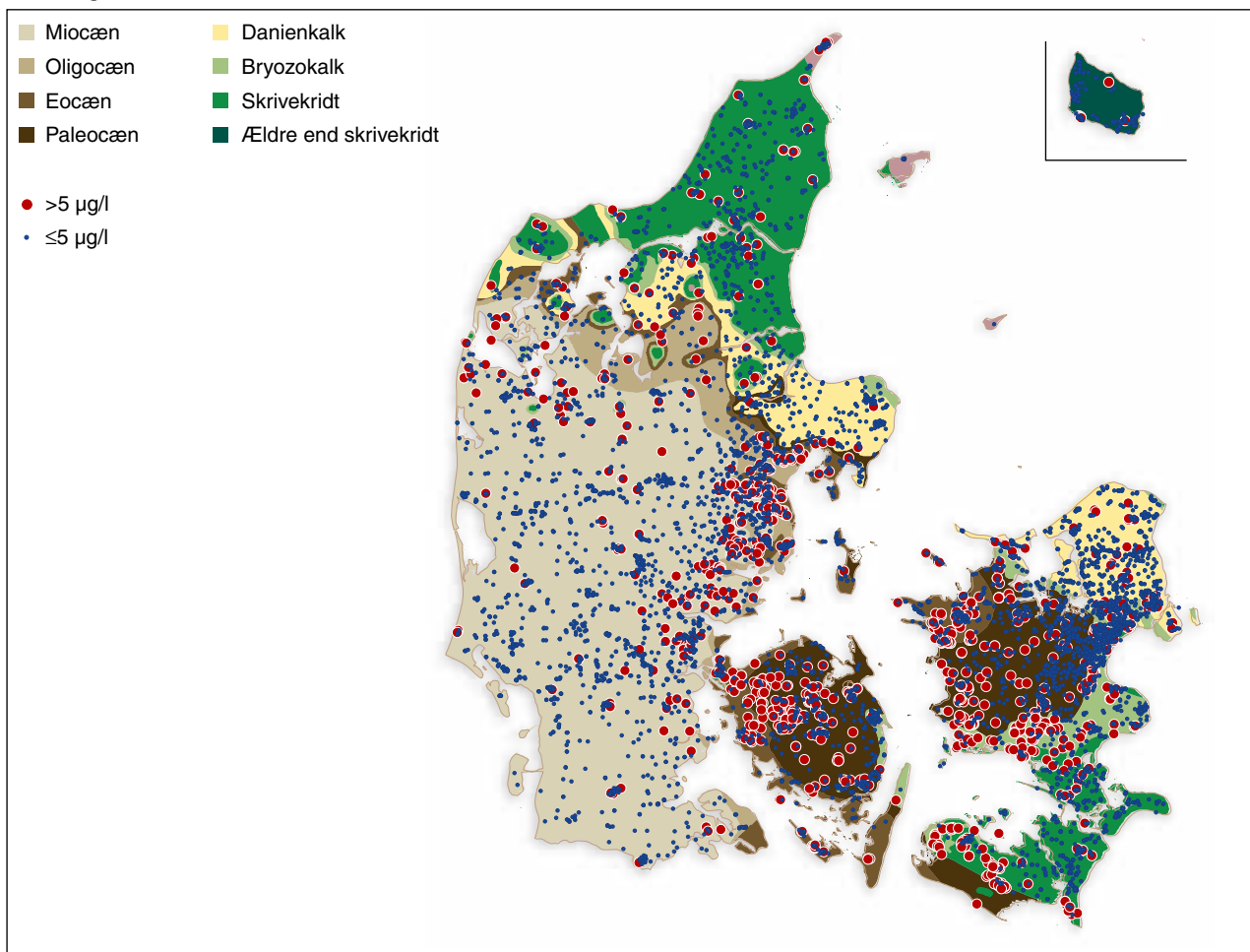
#### Arsen

Arsen forekommer praktisk taget kun i grundvand uden indhold af oxiderede stoffer, f.eks. ilt, nitrat eller sulfat. Under oxiderede forhold findes arsen på en form, som har ringe opløselighed i vand.

I perioden 2000-2004 er der fundet overskridelse af grænseværdien for drikkevand på 5 µg/l i ca. 15% af alle indtag.

Den geografiske fordeling af arsen viser, at hovedkilden er geologisk betinget (figur 6.10). De højeste koncentrationer er fundet i områder med tertiære marine lerbjergarter.

## Arsen i grundvand 1981-2006



**Figur 6.10** Indholdet af arsen i grundvandet i Danmark i forhold til udbredelsen af prækvartære formationer. Røde prikker angiver hvor koncentrationer i grundvandet er over 5 µg/l, mens blå prikker viser hvor koncentrationer i grundvandet er under 5 µg/l. 5 µg/l er grænseværdien for arsen ved afgang fra vandværk. Analyser er fra forskellige typer borer: LOOP, GRUMO, indvindingsboringer og undersøgelsesboringer. (Thorling (red.), 2007).

## 6.6 Pesticider i grundvand

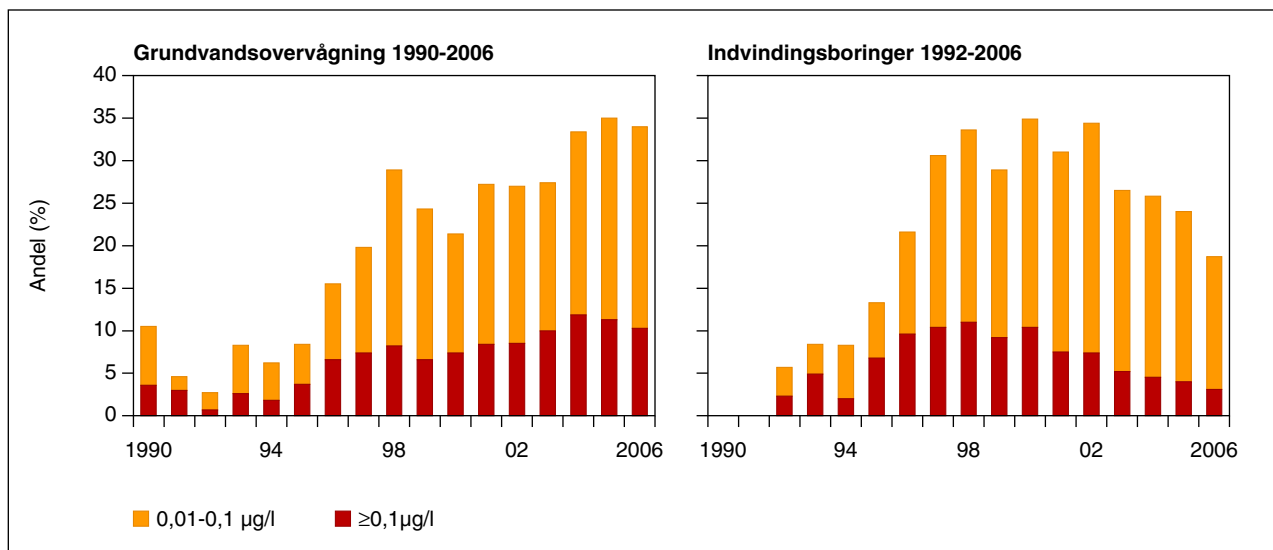
Pesticider og deres nedbrydningsprodukter i grundvand stammer fra anvendelse i landbruget, skovbruget samt udyrkede arealer i byområder. Stofferne bliver ikke tilbageholdt eller nedbrudt ved den traditionelle vandbehandling på danske vandværker. Grundvandets indhold må derfor ikke øges, således at videregående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

### Målsætning

Pesticidindholdet i drikkevand må ikke overstige 0,1 µg/l for enkeltstoffer. De enkelte stoffer er pesticider og nedbrydningsprodukter heraf. Forekommer der flere stoffer i drikkevandet, må den samlede sum ikke overstige 0,5 µg/l. Grænseværdierne er fastsat i bl.a. EU's drikkevandsdirektiv (Europaparlamentet og Rådet, 2000) og Drikkevandsbekendtgørelsen (Miljøstyrelsen, 2006) ud fra et princip om, at der ikke må være pesticider i drikkevand. Grænseværdierne er ikke fastsat ud fra en direkte sundhedsmæssig vurdering af stofferne.

### Pesticider i grundvand i 2005 og 2006

Pesticider blev i 2005 og 2006 fundet i grundvandsovervågningen med samme fundhyppighed som i 2004, hvor andelen af fund var lidt højere end i de foregående år (figur 6.11). Det højere niveau for i fundhyppigheden og hyppigheden af fund over grænseværdien for drikkevand i 2004-2006 i forhold til de foregående år skyldes til dels, at der særligt er analyseret for pesticider i ungt grundvand, og at ukrudtsmidlet metribuzin, som indtil 2003 har været anvendt på kartoffelmarker, blev inddraget i analyseprogrammet i 2004.



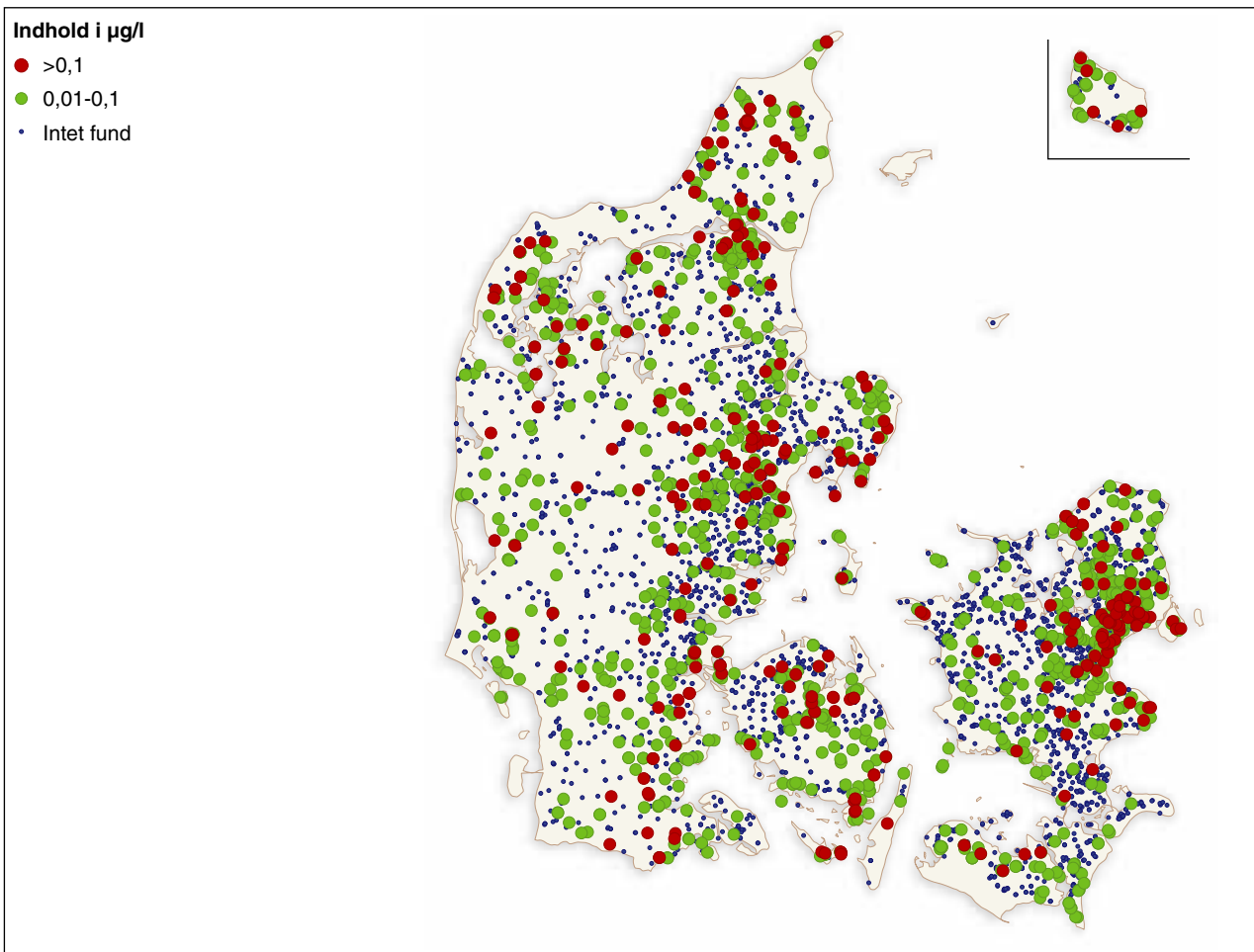
**Figur 6.11** Hyppighed af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen i perioden 1990 – 2006 og ved vandværkernes boringskontrol i perioden 1992-2006 (Thorling (red.), 2007).

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 2005 den laveste siden 1995. Grænseværdien for drikkevand var i 2005 overskredet i 4% af de undersøgte boringer, og der blev fundet pesticider i 24%. 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 forurennet, men at mange vandværker har analyseret for et stigende antal pesticider og nedbrydningsprodukter.

### Regional fordeling

Ved de større byer er der fundet mange pesticider og nedbrydningsprodukter. BAM og dets moderstof 2,6 dichlobenil, som var det aktive stof i bl.a. ukrudtsmidlet Prefix, er dominerende. Desuden er der tilsyneladende en overrepræsentation af pesticidfund i lerede områder (figur 6.12). 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.

### Pesticider i vandforsyningsboringer 1993-2006



**Figur 6.12** Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter ved vandværkernes kontrol af indvindingsboringer. Kun aktive indvindingsboringer er medtaget i figuren. Boringer hvor der er fundet pesticider en eller flere gange er vist med store punkter. Den enkelte boring indeholder derfor ikke nødvendigvis pesticider i dag (Thorling (red.), 2007).

## 7 Vandløb

### 7.1 Vandløbene

De vigtigste miljøproblemer i danske vandløb er, at levestederne for planter og dyr er forringede 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 mange 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 meget langsomt af sig selv kunne genskabe sit naturlige fysiske forløb og dermed levestederne for dyr og planter.

#### Overvågningsprogrammet

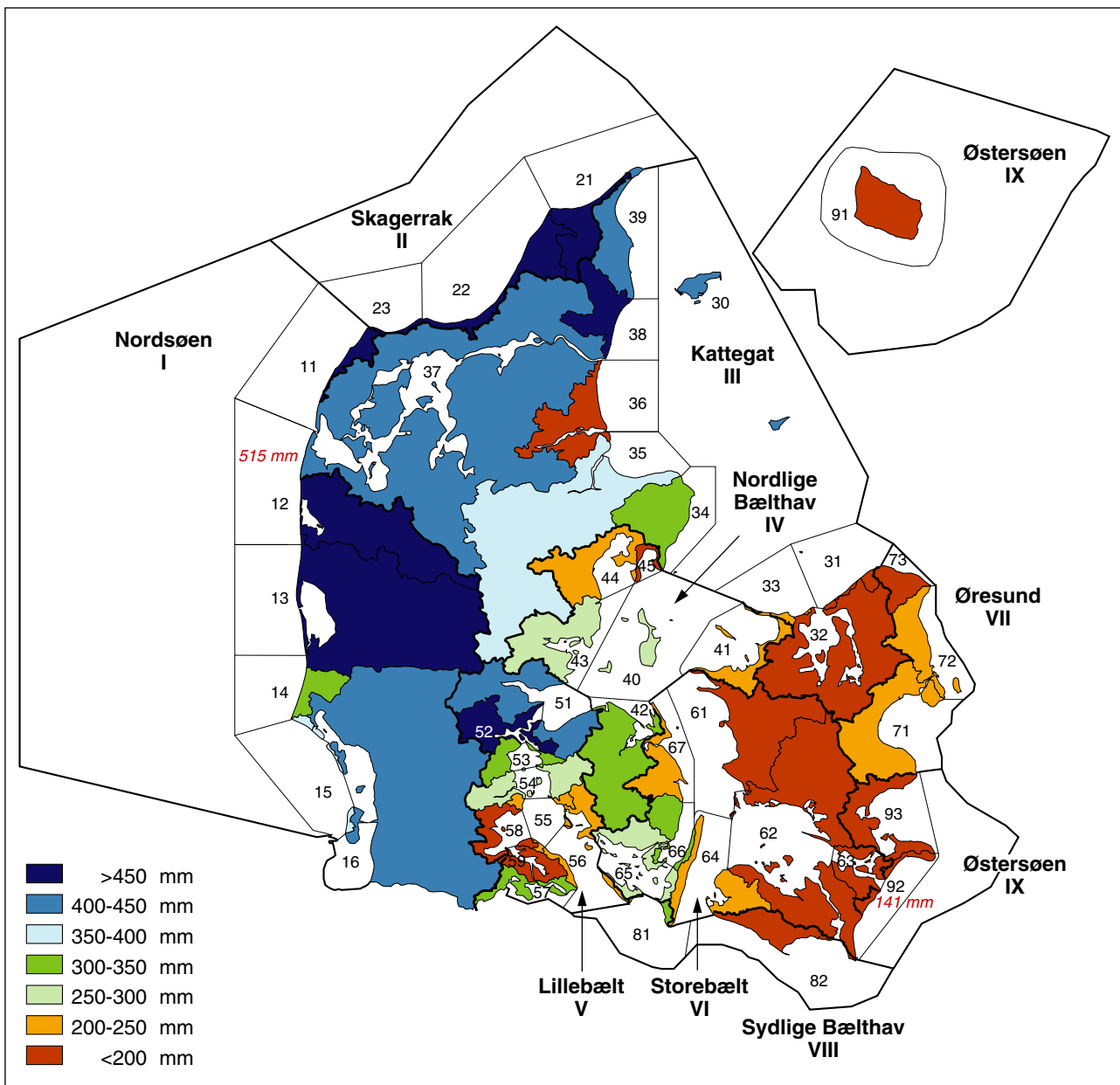
Overvågningsprogrammet er sammensat, således at måleresultaterne giver oplysning om 4 vigtige forhold:

- *Den økologiske tilstand og målopfyldelse på et repræsentativt stationsnet.* Nøgleelementet heri er undersøgelser af smådyrfaunaen og de fysiske 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 næringsstoffsalt-niveauerne 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 i 179 vandløb ud fra daglige opgørelser af vandføring og måling af indhold af næringsstoffer, organisk stof mv. 12-24 gange om året.
- *Måling af miljøfremmede stoffer.* Tungmetaller, pesticider og andre miljøfremmede stoffer måles i 5 vandløb med prøvetagning 12 gange årligt.

#### Klima og afstrømning i 2006

Den gennemsnitlige ferskvandsafstrømning var på 346 mm, svarende til 14.870 millioner m<sup>3</sup>. 7 ud af de seneste 9 år var mere nedbørsrige end normalt, og vandføringen i vandløb derfor også større end normalt. Det bidrager til at øge den biologiske kvalitet i vandløb. Især på grund af geografiske forskelle i nedbørsmængden er der store forskelle i vandløbsafstrømningen mellem landsdelene (figur 7.1).





Figur 7.1 Ferskvandsafstrømningen (i mm) fra de forskellige vandløbsoplande i Danmark i 2006 (Bøgestrand (red.), 2007).

Oplandene til det sydlige Bælthav, Storebælt, Østersøen og Øresund havde de laveste ferskvandsafstrømninger, typisk mellem 150 og 250 mm. De største afstrømninger forekom som normalt i Vestjylland med et niveau på mellem 450 og 500 mm. I Jylland var afstrømningen generelt lidt over det normale, hvorimod den i den østlige del af Danmark var meget nær normalen.

#### Opfyldelse af målsætning

Vandløbene var målsat i amternes regionplaner. Opfyldelse af målsætningen vurderes generelt ud fra forekomsten af smådyr i vandløbet. Ud fra de fundne dyr beregnes et kvalitetsindeks: Dansk Vandløbsfaunaindeks (DVFI). DVFI er 6 eller 7 i uforurenede vandløb med en artsrig smådyrfauna og 1 eller 2 i stærkt forurenede vandløb. For de fleste vandløb var målsætningen i amternes regionplaner, at DVFI skal være mindst 5, men målsætningen kan være helt nede på 3 eller oppe på 7 for nogle

vandløb. Der er ikke generelle kvalitetskrav til danske vandløb vedrørende vandføring, indhold af næringsstoffer eller de fysiske forhold.

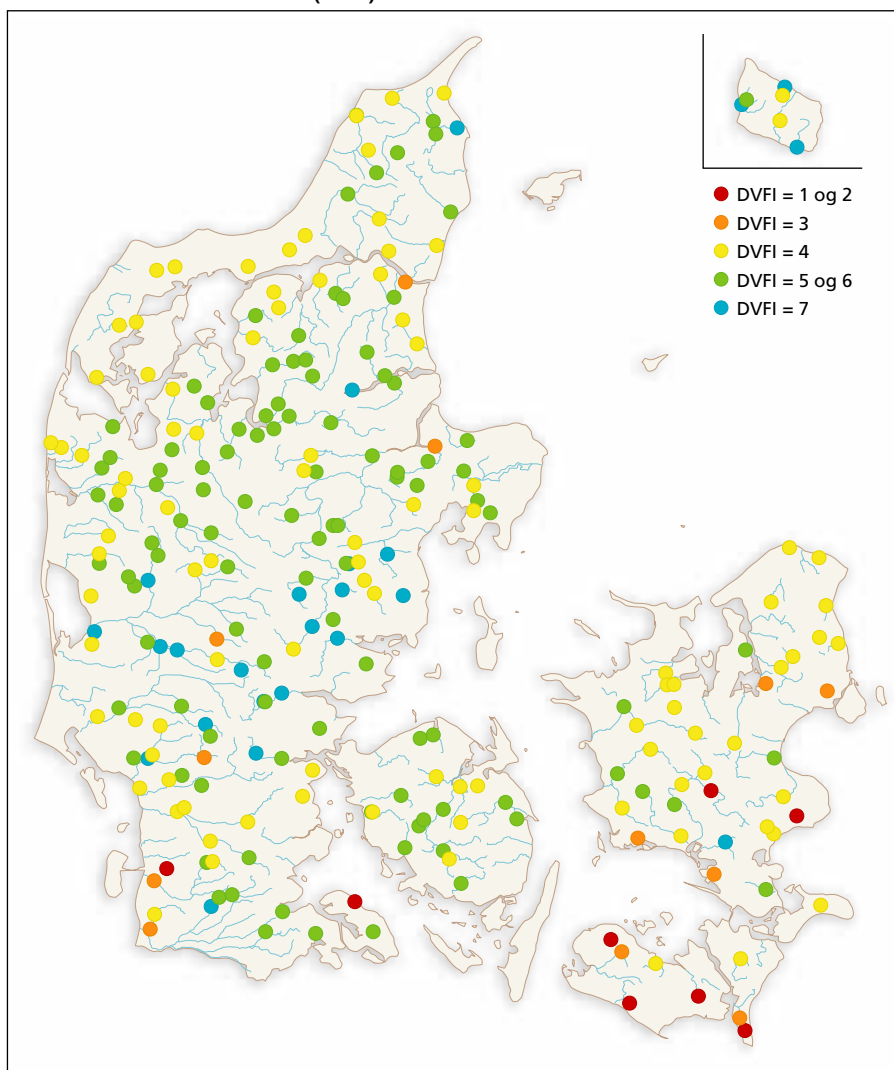
Overvågningsresultaterne viser, at der siden 1994 er sket en gradvis forbedring i den økologiske tilstand i de danske vandløb. Det skyldes især bedre spildevandsrensning og mere miljøvenlig vandløbsvedligeholdelse. På landsplan opfyldte 59% af de undersøgte vandløb deres målsætning i 2006. 5 ud af 6 undersøgte vandløb på Bornholm opfyldte målsætningen mod 64 og 67% på Fyn og i Jylland og kun 33% på øerne øst for Storebælt. Målopfyldelsen er bedst (86%) for de højest målsatte vandløb, hvor DVFI skal være mindst 6.

## 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 forurenset) til 7 (artsrig rentvandsfauna). Oftest anses målsætningen for opfyldt, hvis DVFI er 5, men for nogle vandløb er kravet 6 eller 7.

**Figur 7.2** Miljøtilstanden i 2006 i danske vandløb illustreret ved hjælp af smådyrfaunaen. Blå cirkler (DVFI 7) illustrerer vandløb med en naturlig eller kun svagt ændret smådyrfauna. Røde cirkler (DVFI 1 og 2) illustrerer vandløb med en kraftigt forringet smådyrfauna. Opdelingen af DVFI værdierne i 5 kvalitetsklasser er foretaget ud fra den p.t. gældende opfattelse af klassifikationen efter Vandrammedirektivet. Farveskalaen er i overensstemmelse med retningslinjerne i de internationale standarder (DS/EN ISO 8689-2: 2000) (Bøgestrand (red.), 2007).

Dansk Vandløbsfauna Indeks (DVFI) i 2006



Faunaklasserne 5, 6 og 7 blev i 2006 registreret i ca. 53% af vandløbene og er karakteristiske for forholdsvis rene og fysisk varierede vandløb (figur 7.2). Yderligere 39% af vandløbene havde en moderat påvirket smådyrfauna (faunaklasse 4). Faunaklasserne 1, 2 og 3, der karakteriserer en meget dårlig tilstand, fandtes i 8% af vandløbene.

#### Fordeling af vandløbskvalitet

Generelt havde de større vandløb en bedre miljøkvalitet end de små vandløb i 2006. Andelen af vandløb med faunaklasserne 6 og 7 steg således med stigende bredde fra 17% (0-2m) til 36% (>10m). Samtidig er der kun et af de større vandløb, der har faunaklassen 3.

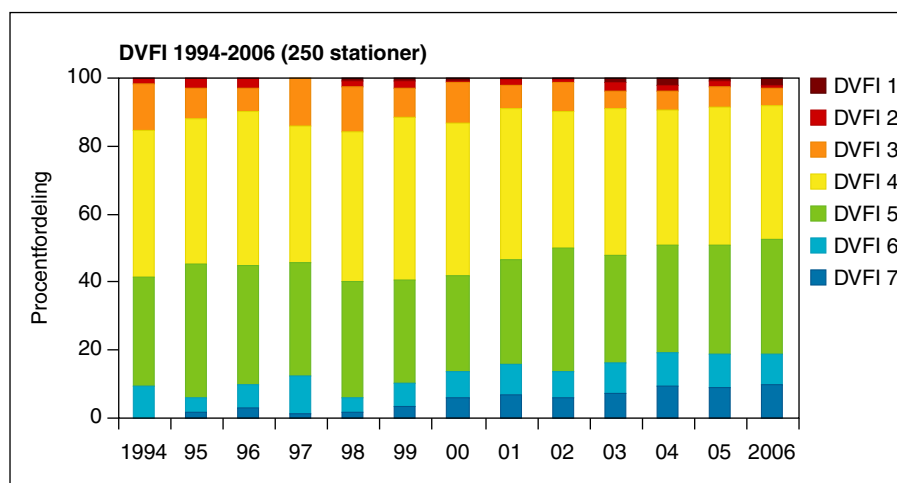
Regionalt var vandløbenes tilstand bedst i Jylland, Fyn og på Bornholm og dårligst på øerne øst for Storebælt (figur 7.2).

#### Udvikling i biologisk vandløbskvalitet

Der er ikke anvendt samme undersøgelsesmetode og vandløbsstationer i hele overvågningsperioden fra 1989. Data tilbage fra 1994 kan indgå 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 53% i 2006.

**Figur 7.3** Miljøtilstanden i de danske vandløb i perioden 1994-2006. I perioden 1994-97 er opgørelsen baseret på 65-72 stationer, i 1998 på 114, i 1999-2003 på 231-234 stationer og i 2004-206 på 243-250 stationer. Blå og grøn illustrerer de rene og fysisk gode vandløb (faunaklasserne 5, 6 og 7) (Bøgestrand (red.), 2007).



#### Konklusion vedrørende biologisk vandløbskvalitet

Sammenfattende kan det konkluderes, at den biologiske kvalitet af vandløbene er langsomt forbedret siden 1994, så at der i 2006 var god kvalitet i lidt over halvdelen af vandløbene. Forbedringerne skyldes de mere varierede fysiske forhold i mange vandløb som følge af en mere miljøvenlig vandløbsvedligeholdelse og en bedre spildevandsrensning. Forbedringer i vandløbenes biologiske tilstand kommer oftest inden for få år efter at de fysiske forhold er forbedrede eller spildevandbelastningen mindsket. Forbedringerne skal ses i lyset af, at der også skete forbedringer i årtierne før 1994.

### 7.3 Kvælstof i vandløb

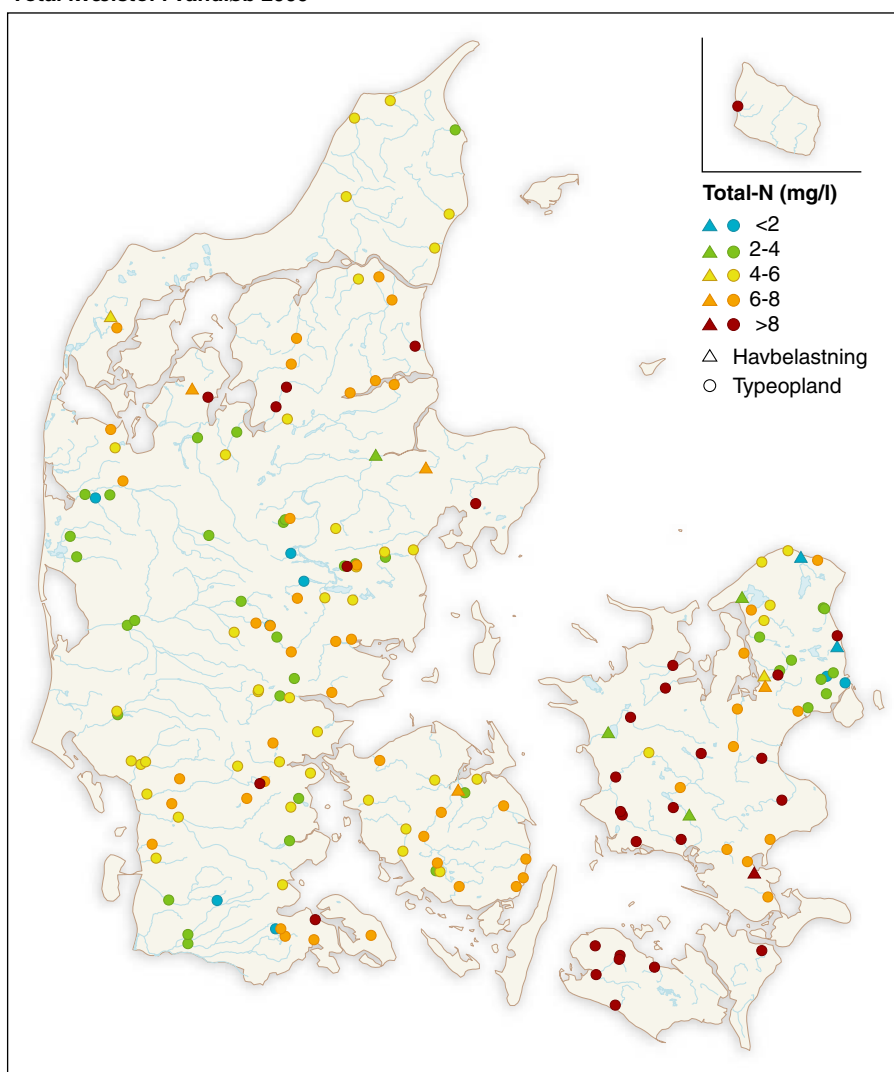
Kvælstofindholdet i vandløb har generelt ingen betydning for den biologiske kvalitet i vandløb, men det er alligevel vigtigt, fordi det via vandløbene transporteres til nedstrøms søer og marine områder. Størstedelen af kvælstofindholdet i danske vandløb stammer fra udvaskning fra dyrkede marker, mens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

#### Kvælstofkoncentrationer i 2006.

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 2006. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier (Bøgestrand (red.), 2007).

**Total kvælstof i vandløb 2006**



Kvælstofniveauet afhænger af arealanvendelsen i vandløbsoplandet. I tabel 7.1 er vist gennemsnitskoncentrationer for vandløb, der afvander naturoplande og dyrkede oplande med og uden spildevandsudledninger. Koncentrationsniveauet er 4-5 gange lavere i vandløb i naturoplandene end i de dyrkede oplande, og spildevandstilførsel har ikke nogen særlig betydning for kvælstofniveauet. For de transporterede mængder af kvælstof er forholdet mellem dyrkede og udyrkede en faktor 10-15 (tabel 7.1). Det skyldes, at vandføringen i de små naturvandløb er relativt mindre end i de øvrige vandløb. De store forskelle inden for samme belastningstype skyldes forskelle i geologi og dyrkningspraksis i de forskellige oplande.

**Tabel 7.1** Gennemsnit af vandføringsvægtede koncentrationer og arealkoefficienter (transport pr. ha opland) af total kvælstof i 2006 i vandløb med forskellig type af påvirkninger. Begge de nederste vandløbsgrupper modtager spildevand fra spredt bebyggelse (Bøgestrand (red.), 2007).

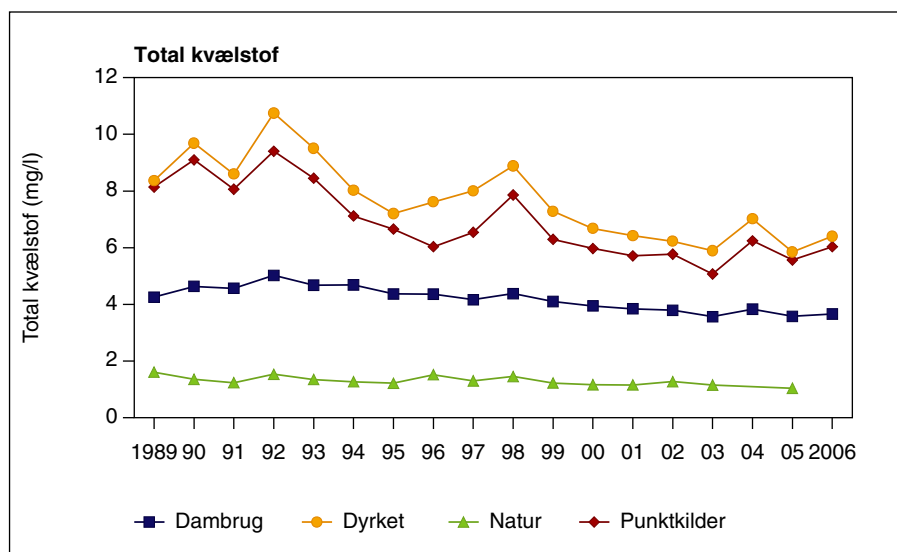
Belastningstype	Antal vandløb	Koncentration (mg N/l)	Arealkoefficient (kg N/ha)
Naturvandløb*	9	1,08 + 0,75	1,77 + 1,09
Landbrug og byspildevand	64	5,3 + 2,4	17,1 + 7,8
Landbrug – ingen byspildevand	95	6,4 + 2,5	16,3 + 7,7

\* Data fra 2005.

#### Udvikling siden 1989

Kvælstofkoncentrationen i vandløbene er generelt faldende, i naturvandløbene er den dog stort set uændret. Faldet har været tydeligst i de vandløb, der er klassificeret som beliggende i dyrkede oplande eller udsat for 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 (Bøgestrand (red.), 2007).



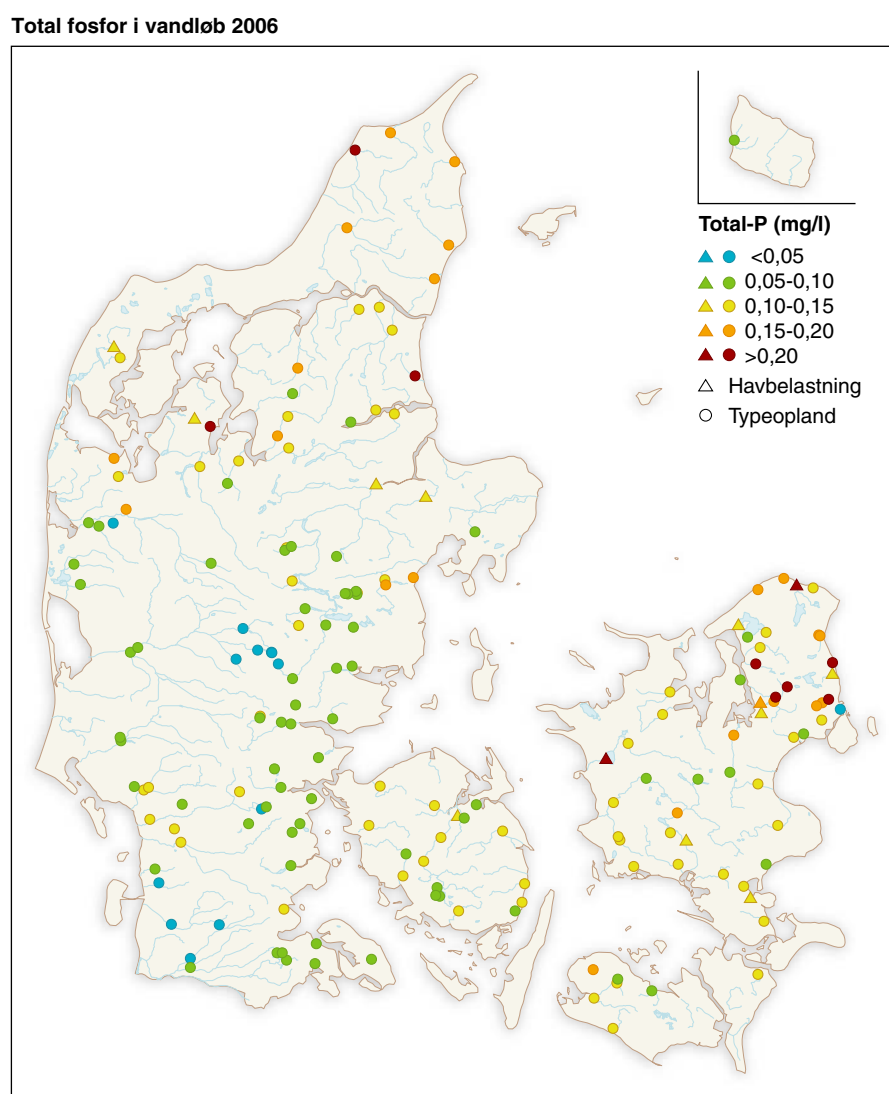
## 7.4 Fosfor i vandløb

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, udvaskning fra dyrkede marker og diverse spildevandskilder. Størrelsen af disse kilder varierer stærkt fra vandløb til vandløb afhængig af spildevandsudledninger, arealudnyttelsen og de geologiske forhold.

### Total fosfor i vandløb 2006

Høje fosforkoncentrationer findes især i tæt befolkede områder som f.eks. Nordsjælland. Her er der 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 2006 som vandføringsvægtede årsmiddelværdier (Bøgestrand (red.), 2007).



Koncentrationen af fosfor i vandløb, som ligger i dyrkede oplande eller er udsat for væsentlige udledninger fra punktkilder, var i 2006 gennemsnitligt 2-3 gange højere end niveauet målt i naturvandløb (tabel 7.2) og arealkoefficienten 3-6 gange så stor. 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 vandløb med spildevand fra byer har de højeste indhold af fosfor.

**Tabel 7.2** Gennemsnitlig koncentration og arealkoefficient (transport pr. ha opland) af total fosfor i 2006 i vandløb med forskellig type af påvirkninger. Begge de nederste vandløbsgrupper modtager spildevand fra spredt bebyggelse (Bøgestrand (red.), 2007).

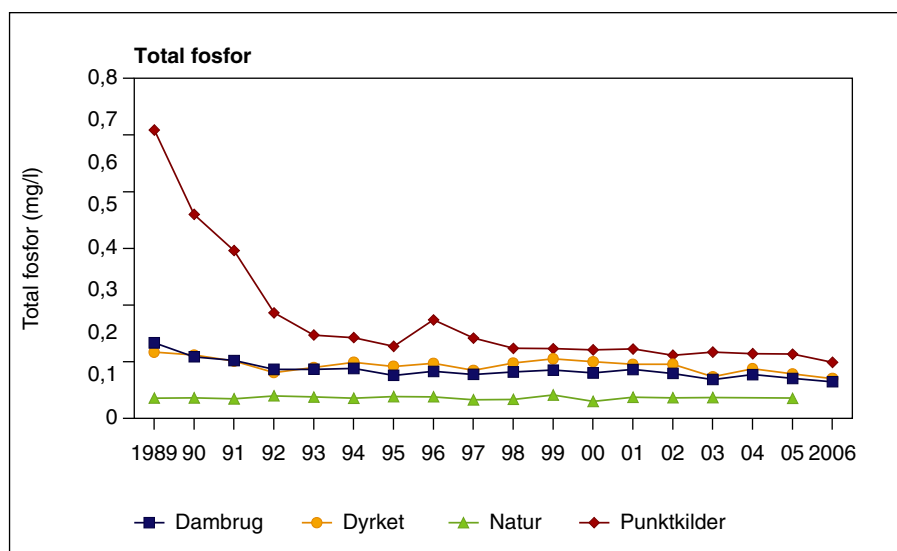
Belastningstype	Antal vandløb	Koncentration (mg P/l)	Arealkoefficient (kg P/ha)
Naturvandløb*	9	0,05 ±0,03	0,07 ±0,03
Landbrug og byspildevand	64	0,14 ±0,08	0,45 ±0,24
Landbrug – ingen byspildevand	62	0,09 ±0,04	0,25 ±0,18

\* Data fra 2005.

### 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. Fald i fosfor her kan både skyldes reduktion i udledning af spildevand fra spredt bebyggelse og ændrede driftsformer i landbrug.

**Figur 7.7** Udvikling i fosforkoncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger, klassificeret ud fra forholdene i 1991 (Bøgestrand (red.), 2007).



## 7.5 Tungmetaller i vandløb

Tungmetaller er naturligt forekommende i miljøet og findes i vandløbsvand i et naturligt baggrundsniveau. Forhøjede koncentrationer af tungmetaller kan forekomme i vandløb som følge af eksempelvis spildevandsudledning. Desuden bidrager den atmosfæriske deposition af tungmetaller til deres forekomst i vandløb.

### Målsætning

For kobber er der i Bekendtgørelse nr. 1669 fastsat et kvalitetskrav til fersk overfladevand (Miljøministeriet, 2006). Kvalitetskravet er fastsat som en koncentration, der må tilføjes baggrundskoncentrationen samt en øvre værdi.

### Tungmetalkoncentrationer i 2006

Metallerne er fundet med stor hyppighed i de fem undersøgte vandløb. Zink, kobber, bly og cadmium blev fundet over detektionsgrænsen i ca. 80% af prøverne og kviksølv i godt halvdelen af prøverne. Koncentrationerne var meget forskellige og der var ingen systematiske forskelle, således var der ikke et vandløb hvor koncentrationen af alle metaller var højere end i de øvrige ( tabel 7.3).

**Tabel 7.3** Medianværdier for tungmetalkoncentrationerne ( $\mu\text{g/l}$ ) i 2006, hvor stoffet er målt i mindst halvdelen af prøverne fordelt på 5 vandløb. Den gennemsnitlige medianværdi er beregnet pr stof (*Bøgestrand (red.), 2007*).

Tungmetal	Gudenå	Skjern Å	Bygholm Å	Odense Å	Tryggevejlede Å	Gnm. medianværdier
Cadmium	0,010	0,037	0,048	0,029	0,016	0,028
Kobber	0,815	0,675	2,100	1,750	1,800	1,428
Kviksølv	0,0016	0,0011	0,0020	-	0,0020	0,0017
Bly	0,175	0,125	0,230	0,350	0,180	0,212
Zink	3,750	6,650	3,900	5,150	3,200	4,530

### Overholdelse af kvalitetskrav

Mediankoncentrationerne af kobber var i alle tilfælde lavere end den øvre værdi for kvalitetskravet i ferskvand på  $12 \mu\text{g/l}$  (Miljøministeriet, 2006).

## 7.6 Pesticider i vandløb

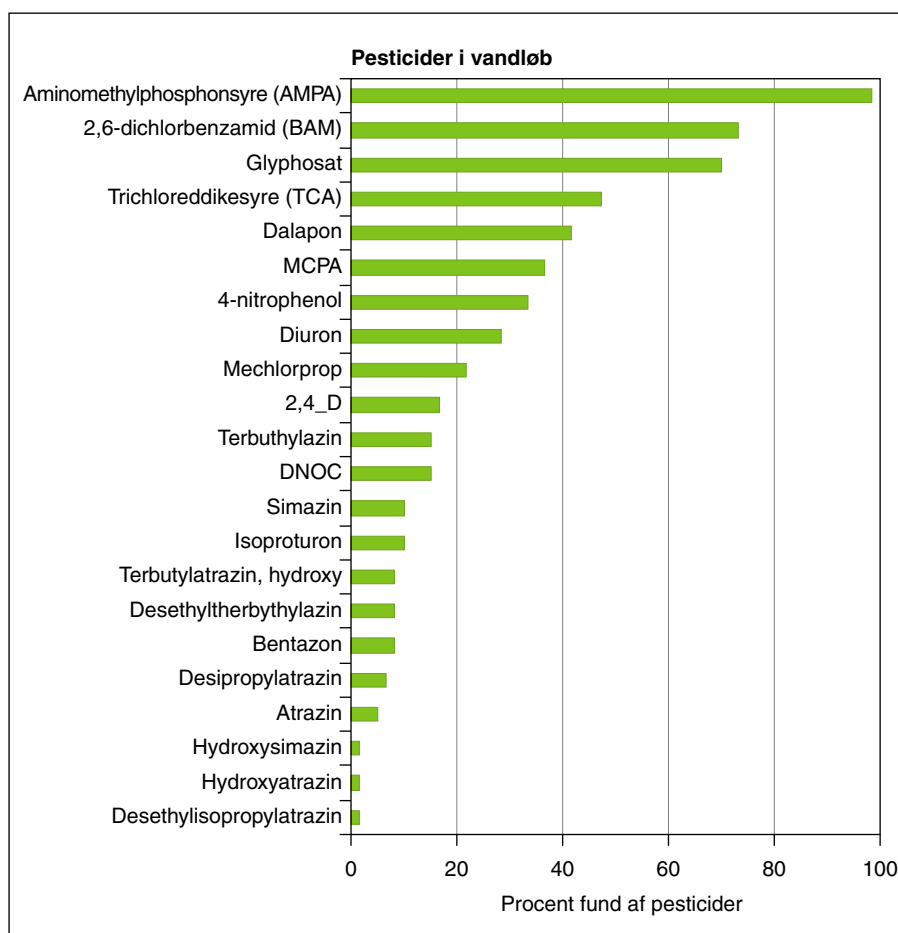
Pesticider findes udbredt i vandløb. Særlig udbredt er ukrudtsmidler, som anvendes i landbrug, skovbrug og på udyrkede arealer. Det er giftige stoffer der kan have en skadevirkning, hvis de findes i høje koncentrationer og/eller i længere tid. Stoffernes virkning på dyre- og plantelivet i vandløbene er ikke kendt til bunds.

### Pesticidfund i 2006

Der er i 2006 fundet indhold af et eller flere pesticider i hovedparten af de analyserede prøver fra de fem undersøgte store vandløb. Pesticidovervågningen i vandløb omfatter 14 ukrudtsmidler og 8 nedbrydningsprodukter heraf (figur 7.8).



**Figur 7.8** Fundprocent opgjort som antallet af prøver med pesticidindhold over detektionsgrænsen i forhold til det samlede antal analyserede prøver (Bøgestrand (red.), 2007).



Glyphosat og MCPA er blandt de tre mest anvendte ukrudtsmidler såvel på landsplan som i landovervågningsoplandene (kap. 5.5). De to stoffer, samt AMPA, som er nedbrydningsprodukt af glyphosat, blev fundet i de undersøgte vandløb og i det overfladenære grundvand under markerne i landovervågningen. Glyphosat og AMPA blev fundet i alle fem vandløb, glyphosat i ca. 70% af de analyserede prøver og AMPA i stort set alle de analyserede prøver. MCPA blev fundet i fire af de fem vandløb i samlet set ca. en tredjedel af de analyserede prøver.

Fire af de ukrudtsmidler, der er undersøgt for, må ikke længere anvendes. Det er følgende:

- Trichloreddikesyre (TCA) – fundet i alle fem vandløb i samlet set ca. 45% af de analyserede prøver
- 4-nitrophenol – fundet i alle fem vandløb i samlet set ca. en tredjedel af de analyserede prøver. Stoffet er nedbrydningsprodukt af parathion, som blev forbudt i Danmark i 2003. 4-nitrophenol bliver tilført via atmosfærisk deposition, jvnf. kap. 5.3
- DNOC - fundet i to af de fem vandløb i samlet set ca. 10% af de analyserede prøver
- Atrazin - fundet i tre af de fem vandløb i samlet set ca. 8% af de analyserede prøver. Nedbrydningsprodukter af atrazin er fundet i enkelte prøver.

BAM, som er nedbrydningsprodukt af dichlobenil, der blev forbudt i 1997, blev fundet i alle fem vandløb i samlet set ca. 75% af de analyserede prøver.

### Overholdelse af kvalitetskrav

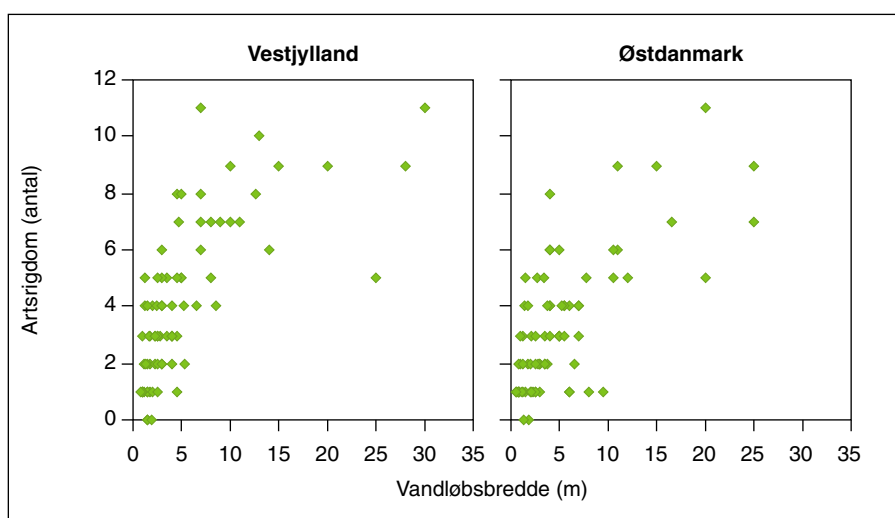
Der er blandt de undersøgte pesticider fastsat et dansk kvalitetskrav for bentazon (Miljøministeriet 2006). Indholdet var i alle de undersøgte prøver lavere end kvalitetskravet på 45 µg/l.

## 7.7 Fiskesamfund i relation til vandløbsstørrelse og israndslinie

Fiskedata blev indsamlet ved over 300 vandløbsstationer i 2004-2005. Stationerne er fordelt over hele landet og placeret, så de dækker alle vandløbsstationer lige fra de mindste kilder til de nederste strækninger i de store vandløb. Israndslinien er en vigtig skillelinie for de fysiske og kemiske forhold i vandløbene, idet fx. alkaliniteten generelt er lavere i de vestjyske vandløb end i de østdanske, andelen af sand på vandløbsbunden er generelt højere i vestjyske end østdanske vandløb, og mange østdanske vandløb har større hældning og dermed hurtigere vandhastighed end vestjyske vandløb. Disse faktorer har betydning for fordelingen af vandløbsfisk i Danmark.

Der blev fundet en klar stigning i lokal artsrigdom med øget vandløbsstørrelse i både Vestjylland og Østdanmark (figur 7.9). Den maksimale lokale artsrigdom var 11 forskellige arter og blev fundet i både Vestjylland (i Skjern Å) og Østdanmark (i Gudenåen). I begge regioner var der en tendens til mætning i forholdet mellem vandløbsbredde og artsrigdom med stigende vandløbsbredde.

**Figur 7.9** Sammenhæng mellem vandløbsbredde og artsrigdom i 78 vestjyske og 78 østdanske vandløb (Bøgestrand (red.), 2007).



I de små vandløb blev der fundet de samme 7-8 fiskearter over hele landet, mens der for de større vandløb blev fundet regionale forskelle i hvilke arter, der forekommer. Bl.a. er forekomsten af arter tilpasset søer eller langsomt flydende vandløb højest i det østlige Danmark, muligvis pga. mange indskudte søer i vandløbene. En analyse af artssammensætningen og forskelle mellem vestjyske og østdanske vandløb opdelt i tre størrelsesgrupper viste, at der er signifikante forskelle primært mellem store og små vandløb indenfor den samme region og mellem store vandløb (> 10 m) på tværs af israndslinien. Der findes altså forskellige faunasammensætninger af vandløbsfisk i Danmark på tværs af israndslinien, men analysen peger på, at forskellene er størst mellem store vandløb.

## 8 Søer

### 8.1 Søerne

Det vigtigste miljøproblem i danske søer er, at algermængden i vandet er meget stor, især som følge af tilførsel af fosfor fra spildevand og landbrug. Store algermængder 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.

#### Overvågningsprogrammet

Overvågningsprogrammet omfatter :

- Intensivt undersøgte søer: Undersøgelser hvert år, incl. målinger af stoftilførsel i 23 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.

#### 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. Amternes regionplaner er efter amternes nedlæggelse ophøjet til landsplandirektiv.

#### 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 linie med forbedringerne i næringsstofindhold (tabel 8.1).

**Tabel 8.1** Ændring i vandkvalitet i 20 intensivt overvågede søer i perioden 1989-2006 (sommergennemsnit) (Jørgensen et al., 2007).

Parameter	Forbedret	Forværret	Uændret
P-søkoncentration	12	0	8
N-søkoncentration	10	0	10
Sigtdybde	10	0	10
Klorofyl a	9	1	10
Undervandsplanter, dybdegrænse	5	2	5

Næringssaltniveauerne i de ekstensivt overvågede søer er højere end i de intensivt overvågede (tabel 8.2). Sammenfattende er det derfor nødvendigt at mindske fosfortilførslen til de fleste søer yderligere, for at de kan opfylde de nuværende målsætninger i regionplanerne.

**Tabel 8.2** Medianværdier (sommer) i 2006 for 23 intensivt overvågede søer og tre størrelsesgrupper af søer med ekstensiv overvågning. Min- og maks-værdier er anført i parentes (Jørgensen et al., 2007).

	Intensiv	Ekstensiv 1	Ekstensiv 2	Ekstensiv 3
Areal	10-4000 ha	> 5 ha	0,1-5 ha	0,01-0,1 ha
Antal søer	23	190	202	207
Total fosfor (mg/l)	0,056 (0,012-0,42)	0,098 (0,01-3,3)	0,16 (0,012-15)	0,35 (0,005-9,6)
Total kvælstof (mg/l)	1,3 (0,29-3,6)	1,5 (0,31-6,3)	1,7 (0,36-39)	2,2 (0,26-42)
Chlorofyl (µg/l)	34 (1,4-205)	38 (0,02-460)	40 (1,7-2740)	28 (0,6-3200)
Sigtdybde (m)	1,5 (0,45-6,1)	0,9 (0,2-6,5)	0,8 (0,1-3,8)	0,8 (0,05-1,6)

## 8.2 Fosfor i søer – status og udvikling

### Fosfortilførsel til de intensivt undersøgte søer

Fosforkilderne i søoplandene afviger fra kildefordelingen for hele landet, fordi de fleste søer ligger i det åbne land uden store spildevandskilder. Det har ikke været muligt at lave en samlet kildeopsplitning for 2005 og 2006, men i 2004 var det diffuse (natur+dyrkning) bidrag i gennemsnit ca. 2/3 af den samlede fosfortilførsel. Denne fordeling er næppe ændret væsentligt siden 2004.

### Fosforindhold i søvandet

Der er generelt meget høje fosforindhold i søerne overalt i Danmark. Kun nogle få søer i Jylland har et fosforindhold på under 0,025 mg/l. I helt uforurenede søer vil fosforindholdet normalt være lavere end 0,025 mg/l.

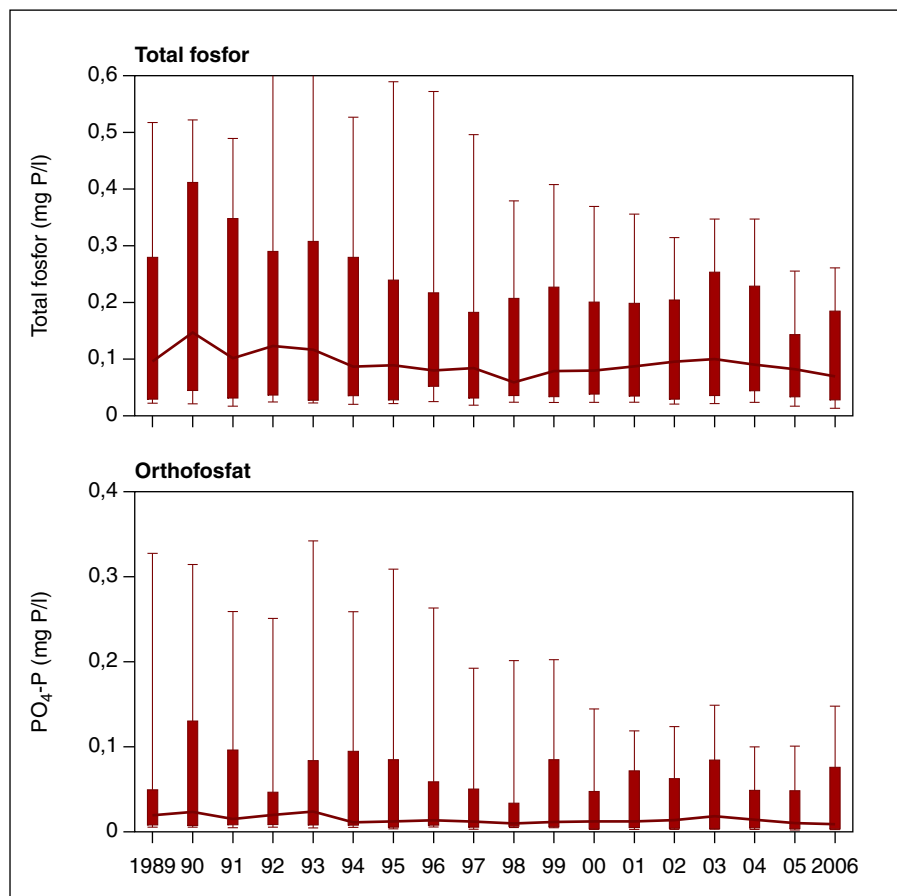
Fosforindholdet er generelt størst i de små søer og damme (tabel 8.2). De høje indhold i små søer og damme kan skyldes, at der hidtil ikke har været fokus på at mindske tilførslerne til de små søer, og at de lavvandede søer er mest påvirkede af fosforfrigørelse fra bunden om sommeren.

### 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 for total fosfor i søvandet i de 20 søer, der alle er undersøgt i perioden 1989-2006, er mindsket fra 0,18 mg/l i 1989-96 til 0,095 mg/l i 2006 og uorganisk, opløst fosfat fra 0,077 til 0,037 mg/l. I 12 af de 20 søer har der været et signifikant fald i fosforkoncentrationen (tabel 8.1).

**Figur 8.1** Udviklingen i koncentrationen af total fosfor og orthofosfat i vandet om sommeren i 20 intensivt overvågede søer, som er undersøgt i perioden 1989-2006. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90% fraktiler. Kurven forbinder medianværdierne (Jørgensen et al., 2007).



### 8.3 Kvælstof i søer

Kvælstof er ligesom fosfor et plantenæringsstof, der har betydning for algemængden 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 denitrifikationskapaciteten og giver dermed muligheder for at vurdere søernes samlede kapacitet til at fjerne kvælstof.

#### Kvælstoftilførsel

Kvælstoftilførslen til de fleste søer domineres af dyrkningsbidraget fra søoplandet. En del søer tilføres også betydelige mængder fra luften. Det stammer hovedsageligt fra forbrændingsprocesser og fra ammoniakfordampning fra landbrug (se kapitel 3).

Der sker en betydelig fjernelse af kvælstof i søerne ved denitrifikation, hvorved nitrat omdannes til atmosfærisk kvælstof. Jo længere tid vandet opholder i en sø, jo større andel af tilførslen vil blive omsat og dermed ikke ført videre mod havet.

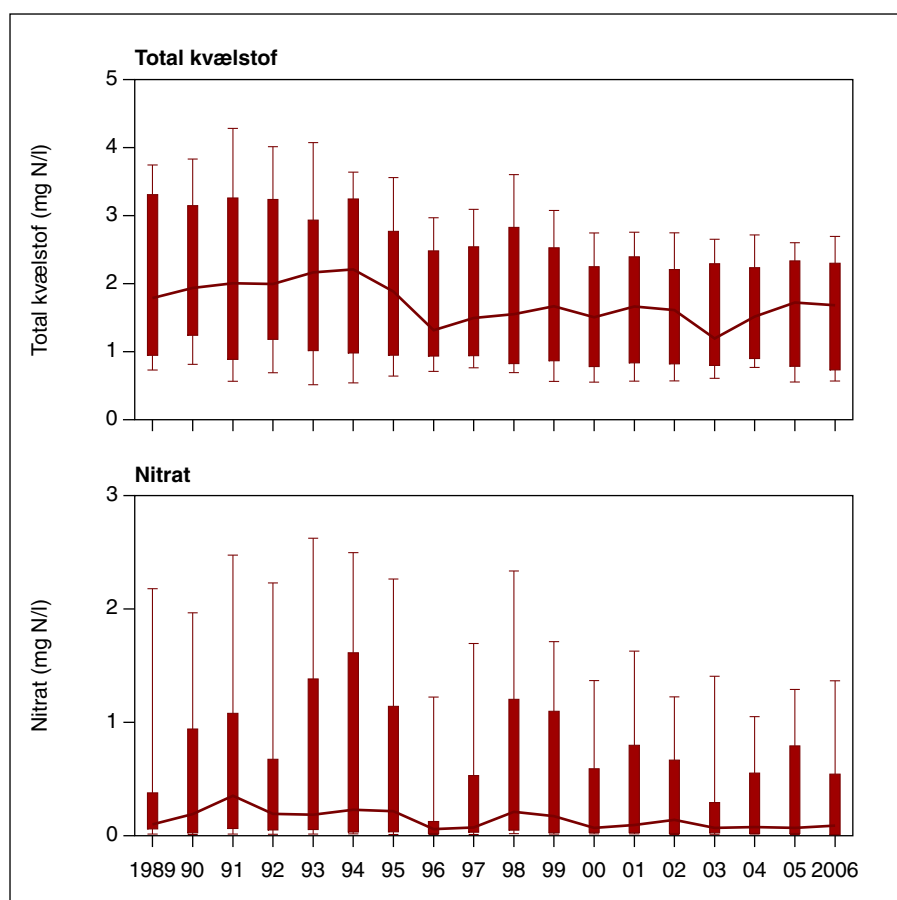
For kvælstof vil der sammenlignet med fosfor ske hurtigere ændringer i indholdet i søvandet, når tilførslerne ændres, fordi mudderbunden ikke i samme omfang som for fosfor fungerer som en stødpude for indholdet i vandet.

### Kvælstofindhold

På samme måde som for fosfor er kvælstofindholdet i de små søer højere end i de store, herunder de intensivt overvågede søer (tabel 8.2). Der er formentlig en større del af de små søer, hvor hele oplandet er dyrket. Det er af stor betydning for kvælstoftilførslen.

Der har været et fald i kvælstofniveauet i de intensivt overvågede søer siden 1989 på omkring 20% for sommerperioden (figur 8.2). Det er dog primært i årene 1994 til 1996, at der er sket et fald i den gennemsnitlige kvælstofkoncentration. I de seneste 10 år har niveauet været mere eller mindre uændret. På enkelt sø-niveau har der i 10 af de 20 intensivt overvågede søer været en signifikant reduktion i indholdet af total kvælstof siden 1989.

**Figur 8.2** Udviklingen i koncentrationen som sommergennemsnit af totalkvælstof og nitrat i 20 intensivt overvågede søer, som er overvågede i perioden 1989-2006. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90% fraktiler. Kurven forbinder medianværdierne (Jørgensen et al., 2007).



## 8.4 Planteplankton, sigtdybde 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. Sigtdybden, som er den dybde hvor en hvid skive netop kan skimtes, giver også ofte et godt mål for algemængden og for vandkvaliteten.

### Algemængde og sigtdybde i 2006

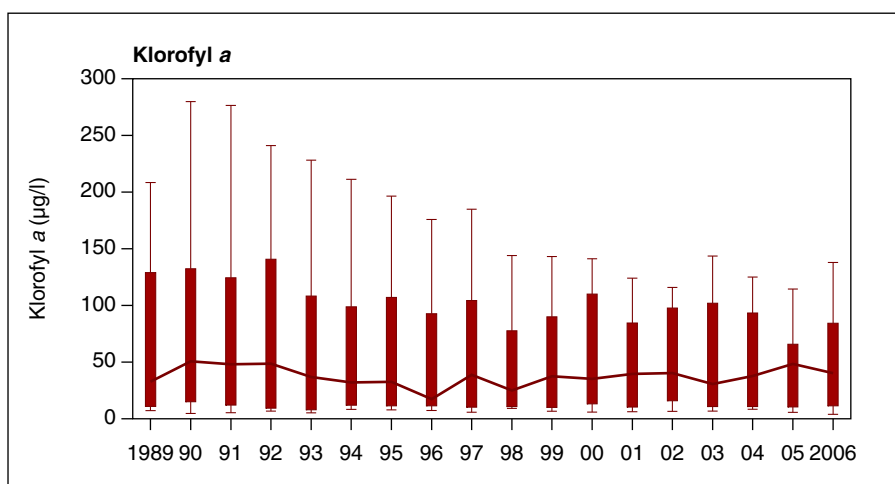
Den gennemsnitlige sigtdybde for sommeren 2006 er for intensiv søerne og de 3 størrelsesklasser for ekstensive søer vist i tabel 8.2. På samme måde som for fosfor er miljøkvaliteten målt ved sigtdybden generelt dårligere i søer med et mindre søareal. For små søer mindre end 0,5 ha var den gennemsnitlige sigtdybde om sommeren i 2006 ca. 0,8 m, mod ca. 1,5 m i de større intensivt overvågede søer. Der er ikke samme fordeling af klorofylindholdet i vandet i forhold til søstørrelsen (tabel 8.2).

### Udvikling i søernes vandkvalitet

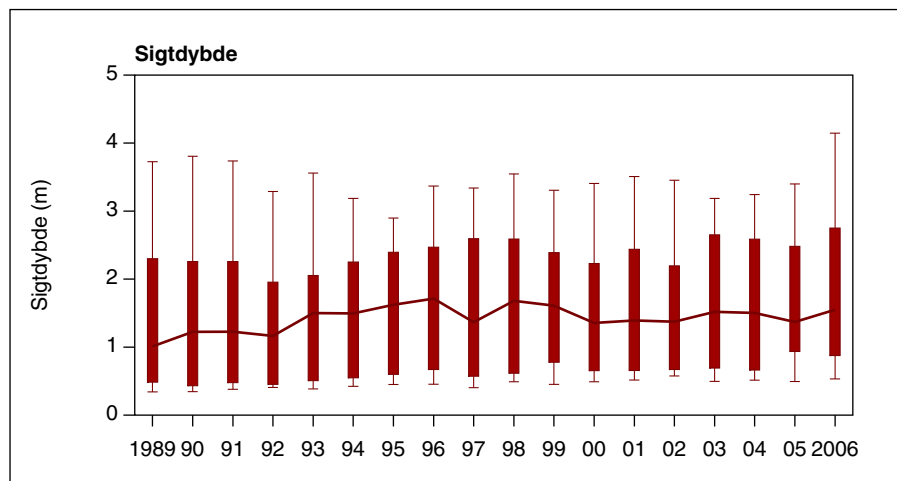
Siden 1989 er indholdet af klorofyl mindsket i de mest forurenede søer, mens medianværdien af målingerne i de 20 søer der har været undersøgt siden 1989 er stort set uændret (figur 8.3). I 9 ud af de 20 søer har der været en signifikant reduktion i sommermiddelkoncentrationerne, mens middelkoncentrationen er steget i én sø.

Sigtdybden i de 20 intensivt undersøgte søer har vist en generel stigende tendens siden 1989 med de største ændringer i de mest næringsrige søer. Samlet er medianværdien øget fra 1,1 m i 1989 til 1,5 m i 2006 (figur 8.4). Det generelt reducerede næringsstofniveau i søerne siden overvågningen af vandmiljøet startede i 1989 har således ført til øget sigtdybde. I halvdelen af søerne er sommergennemsnit af sigtdybden øget.

**Figur 8.3** Udviklingen i klorofyl i overfladevandet i 20 intensivt undersøgte søer, som er overvågede i perioden 1989-2006. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90% fraktiler. Kurven forbinder medianværdierne (Jørgensen et al., 2007).



**Figur 8.4** Udviklingen i sigtddybden i overfladevandet i 20 intensivt undersøgte søer, som er overvågede i perioden 1989-2006. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90% fraktiler. Kurven forbinder medianværdierne (Jørgensen et al., 2007).



## 8.5 Bunddyr

Undersøgelser af bunddyr har været en del af den nationale overvågning af søer siden 2004 som krav i Vandrammedirektivet.

I 152 søer over 5 ha er der udtaget 8-12 tilfældigt udvalgte uafhængige prøver i profundalزونen, dvs. den dybeste del af søen som oftest på barsbund uden undervandsvegetation. I mere lavvandede søer med udbredt undervandsvegetation kan der forekomme vegetation på prøveudtagningsstederne.

Dyrene er opgjort i definerede taxonomiske grupper, antal og biomasse pr. m<sup>2</sup>. Muslinger og snegle indgår ikke i biomasseopgørelserne, fordi deres forekomst beregningsmæssigt fejlagtigt kan skævvride biomasseopgørelserne. Biomasseopgørelser, tætheder samt antal taxa omfatter ikke vandlopper og dafnier.

Bunddyrenes levevilkår reguleres blandt andet af den mængde alger, der sedimenterer fra vandfasen ned på søbunden. Algernes biomasse er typisk reguleret af fosforkoncentrationen, og der vil således være en sammenhæng mellem dels fosforniveau og bunddyrsbiomasse men specielt mellem algebiomasse og bunddyrenes forekomst og tæthed/biomasse.

Meget næringsfattige miljøer vil medføre såvel en lille algebiomasse som en beskedne mængde bunddyr fordi fødegrundlaget er lille, og et stigende næringsstofniveau vil resultere i et større fødegrundlag og dermed øget biomasse. Optimale vækstforhold opnås ved klorofylniveauer mellem 50 og 150 µg/l for antallet af dyr og mellem 50 og 100 µg klorofyl/l for bunddyrsbiomassen i de danske søer større end 5 ha, hvor de største antal og biomasser opnås i de lavvandede søer.

De fleste søer med større dækning af undervandsvegetation har et lavt klorofylniveau, og i disse søer er der registreret et relativt stort antal bunddyrstaxa. En af årsagerne er, at undervandsplanterne sikrer fysisk variation i søen og mulighed for forekomst af plantetilknyttede arter. I lavvandede søer kan undervandsvegetation forekomme på store dele af søbunden og dermed skabe varierende bundforhold. I dybe søer vil un-



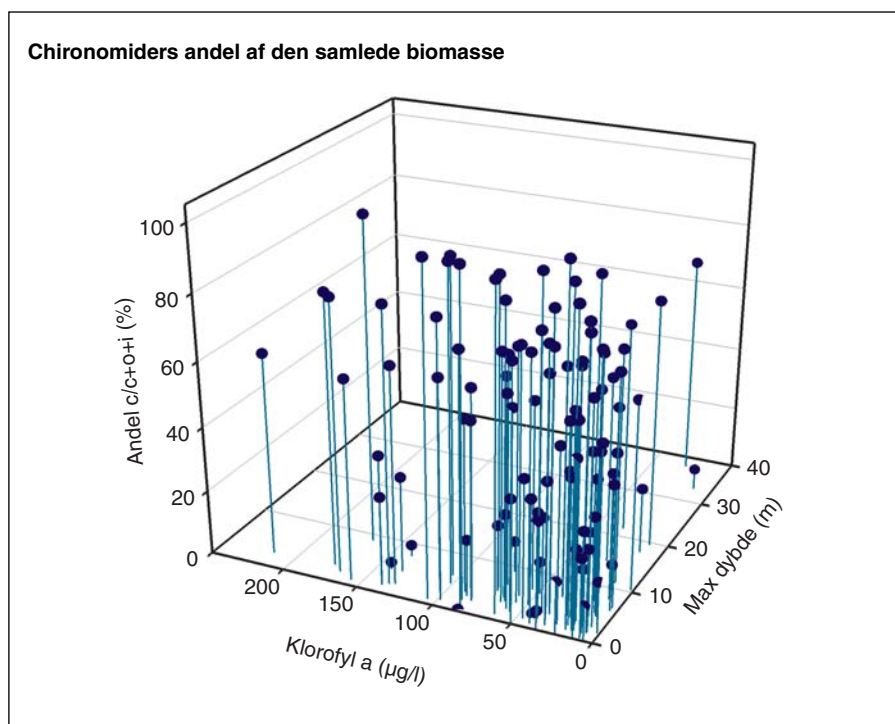
dervandsvegetation sjældent have mulighed for at vokse helt ud i profundalزونen.

Resultaterne viser, at bunddyrenes biomasse i de lavvandede søer er væsentligt større i søer med end uden undervandsvegetation, hvorimod der ikke er nogen forskel i antallet af bunddyr. I dybere søer med maksimumsdybder større end 3 meter er der derimod ikke nogen forskel i hverken biomasse eller antal, hvad enten søen har et væsentligt vegetationsdække eller ej. Uanset dækningsgrad har vegetationen således ikke den samme indflydelse på bunddyrernes forekomst på barbunden i de dybe søer som i de lavvandede. Som tidligere nævnt er der typisk ikke nogen egentlig barbundzone i de lavvandede søer, hvor vegetationen i højere grad har mulighed for at vokse over hele søen.

Mængde og sammensætning af bunddyr afhænger af flere faktorer. I profundalزونen er bunddyrene følsomme over for lave iltkoncentrationer og dermed også eutrofiering, og f.eks. er chironomider (dansemyg-gelarver) mindre tolerante over for lave iltkoncentrationer, end oligochaeter (børsteorme) er det.

Næringsrige og periodevist iltfattige forhold i de dybere søer favoriserer chironomider frem for andre bunddyr. Figur 8.5 viser, at insektlarver (excl.chironomider) og oligochaeter udgør en større andel af biomassen i lavvandede og næringsfattige søer (lave værdier på figuren), medens der i de dybe søer, hvor sandsynligheden for iltfattige forhold er størst, oftest er dominans af chironomider.

**Figur 8.5** Chironomidernes procentvise andel af den samlede biomasse af chironomider+oligochaeter+andre insektlarver som funktion af klorofylniveau (sommergennemsnit) og maksimumsdybde i de undersøgte NOVANA søer (Jørgensen et al., 2007).



## 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 en stor tilførsel af næringssalte fra land. Også mere 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 reduktion af næringssaltindholdet i de fleste marine områder, men endnu ikke markante og generelle forbedringer i plante- og dyrelivet.

Miljøfremmede stoffer kan i visse områder også påvirke tilstanden.

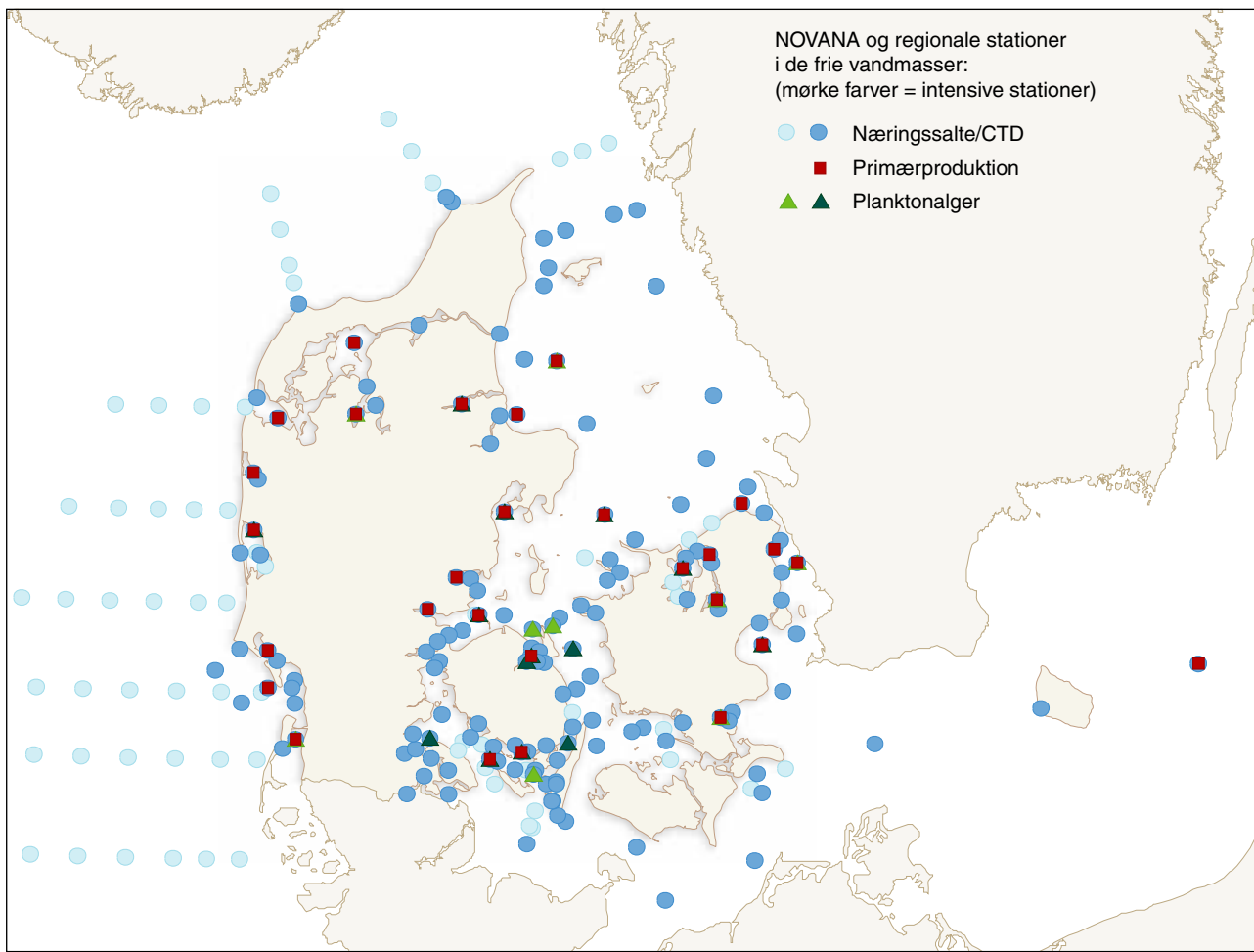
#### **Overvågningsprogrammet**

Formålet med den marine overvågning er at beskrive tilstanden og udviklingen i de danske farvande, herunder effekterne af forureningskilder og stoftransporter. Overvågningen skal vise effekterne af indsats mod forurening, og om de opstillede mål er opfyldt, samt bidrage til at opfylde internationale forpligtigelser og anvendes som en del af beslutningsgrundlaget for indsats til opfyldelse af miljømål.

Overvågningsprogrammet for de marine områder er opdelt i tre indsatsområder:

- Eutrofiering inkl. fysiske forhold og modellering. Der overvåges 34 repræsentative kystområder, heraf 11 intensive samt 14 intensive og 100 ekstensive havstationer.
- Biodiversitet og naturtyper. Der overvåges 39 rev, 7 fiskelokaliteter og 845 bundfaunastationer, dog ikke alle hvert år.
- Miljøfarlige stoffer og biologisk effektmonitoring. Der overvåges sedimenter på 50 lokaliteter, muslinger på 57 lokaliteter, fisk på 5 lokaliteter og bioeffekt på 33 lokaliteter, dog ikke alle hvert år.

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



Figur 9.1 Prøvetagnings-stationer for næringsalte og plankton. Fra Ærtebjerg (red.) (2007), hvor tilsvarende kort for bunddyr, bundplanter og miljøfarlige stoffer er vist.

#### Klima i 2006

De aktuelle miljøforhold i marine områder er meget afhængige af vejret, især fordi næringsalttilførslerne øges i nedbørsrige perioder, og fordi blæst øger omrøringen og udskiftningen af vandmasserne og dermed mindsker iltvind. Det mest karakteristiske ved 2006 var de meget høje vand- og lufttemperaturer i årets sidste halvdel. Nedbøren i 2006 var meget svingende og samlet ca. 14% over normalen. Der var ganske få dage i 2006 med kraftig vind.

#### Målsætninger og målsætningsopfyldelse

Målsætningen i amternes regionplaner for de danske marine områder er generelt, at der skal være et plante- og dyreliv, der højst er svagt påvirket af menneskelige aktiviteter.

Der er ikke foretaget en vurdering af mål opfyldelse for 2005 og 2006. Det vurderes dog, at der ikke er sket væsentlige ændringer i forhold til 2004, hvor målsætningen vurderedes generelt opfyldt i Skagerrak og de åbne dele af Nordsøen og tæt på at være opfyldt i det åbne nordlige og centrale Kattegat.

Derimod blev det i 2004 vurderet for de øvrige danske farvande, at målsætningerne ikke var opfyldt.

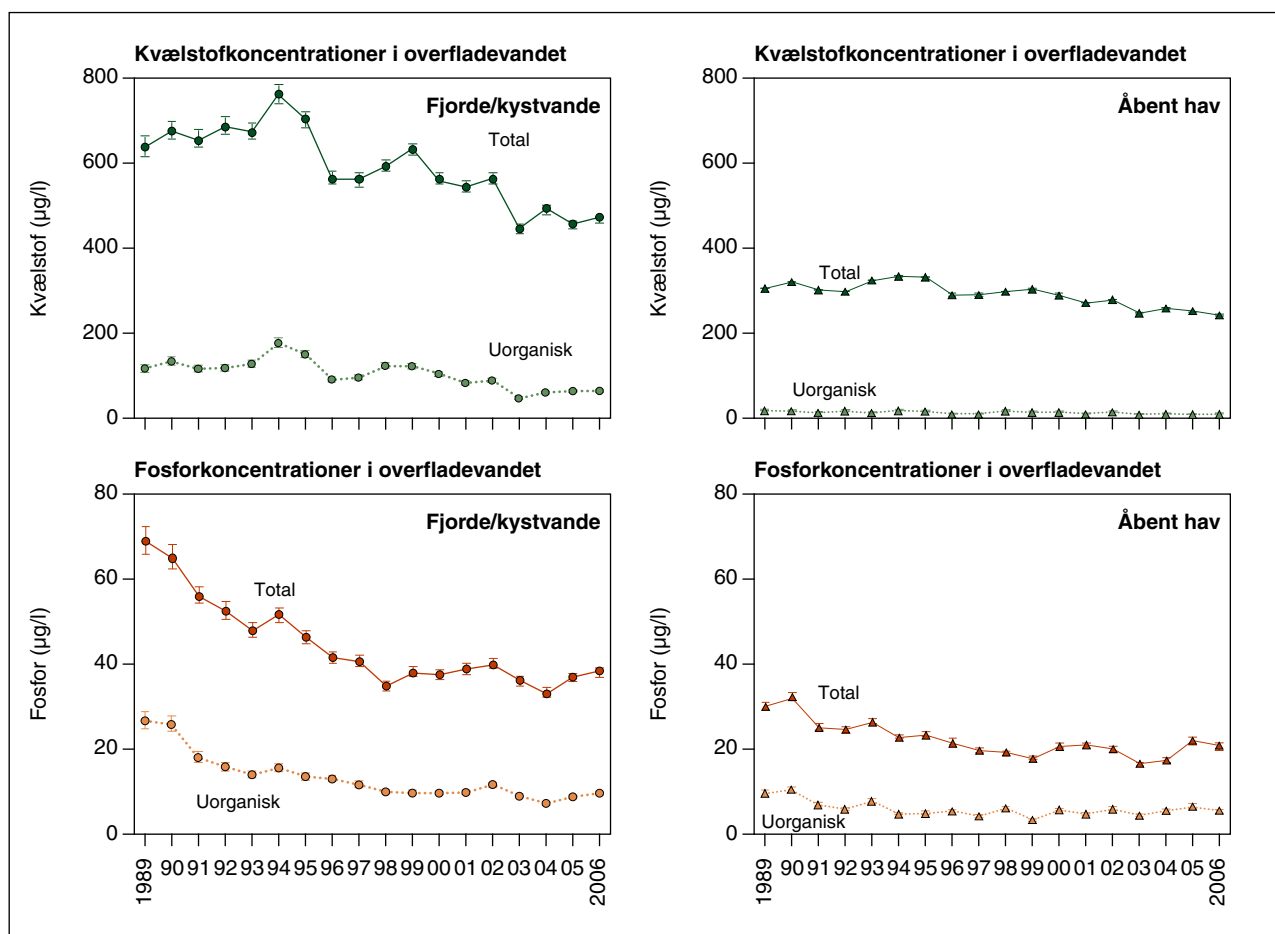
## 9.2 Kvælstof og fosfor i marine områder

Indholdet af næringssalte i vandet er størst i fjorde 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 den gruppe af marine områder, hvor man tydeligst kan se virkningen af at mindske næringssalttilførslerne fra land, idet langt hovedparten af ferskvandsafstrømningen i Danmark løber til fjorde. Beskrivelsen af udviklingen i indhold af kvælstof og fosfor i det følgende er derfor opdelt i to grupper: de åbne indre farvande og fjorde/kystvande.

### Udvikling i næringssalte 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  $\mu\text{g/l}$  til ca. 10  $\mu\text{g/l}$ . Også total fosfor er næsten halveret.

Reduktionen i kvælstofindhold er især sket omkring og efter 2000 (figur 9.2). For uorganisk kvælstof er der i gennemsnit ca. en halvering af niveauet, mens total kvælstof er mindsket knap så meget. Reduktionen skyldes især, at udvaskningen fra dyrkede arealer er mindsket.

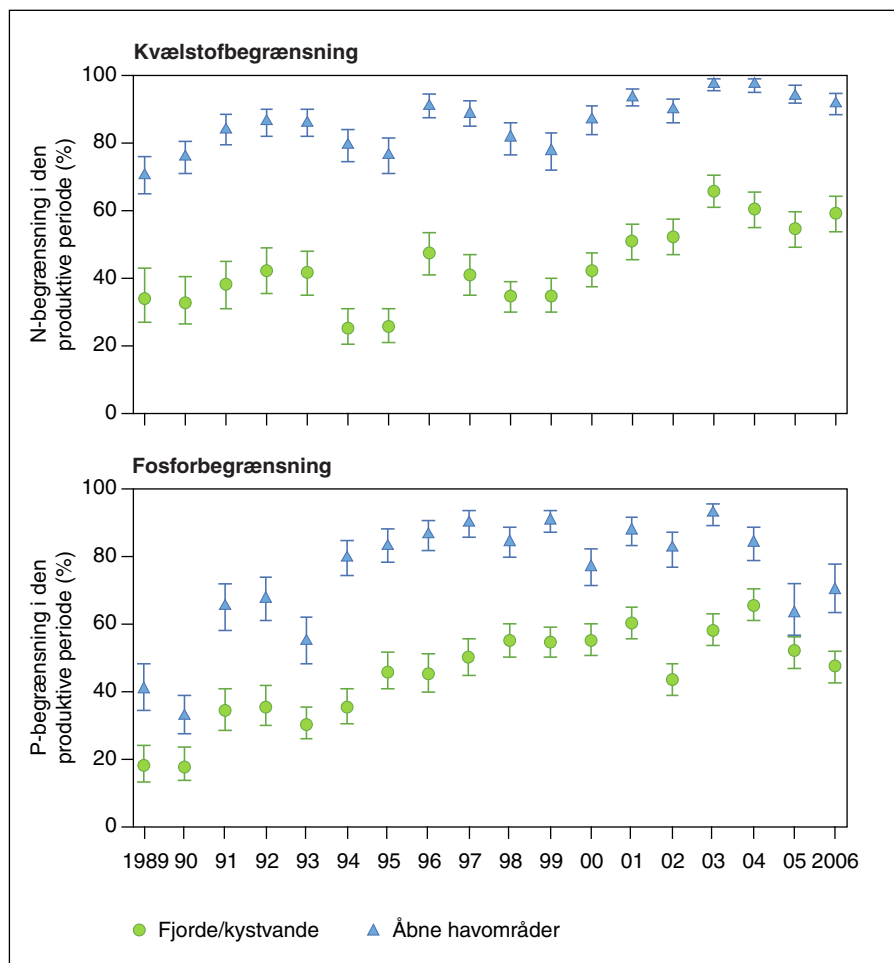


**Figur 9.2** Årsmiddel af målte koncentrationer af uorganisk kvælstof (DIN), total kvælstof (TN), uorganisk fosfor (DIP), og total fosfor (TP) i overfladevandet (0-10 m) dels i fjorde/kystvande(cirkler) og dels i åbne havområder (trekanter). 95% konfidensgrænser er vist (Ærtebjerg (red.), 2007).

### Næringssaltbegrænsning af algevæksten

De 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 2005 og 2006 har fosforbegrænsningen dog været mindre end de forudgående år. I de senere år er også omfanget af potentiel kvælstofbegrænsning øget og her ligger 2005 og 2006 på niveau med de forudgående to år.

**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 primærproduktion (28 µg/l for uorganisk N og 6.2 µg/l for uorganisk P) i overfladevandet (0-10 m) Cirkler fjorde/kystområder, trekanter åbne havområder (Ærtebjerg (red.), 2007).



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 nærings stofferne omsættes og bliver tilgængelige for planktonalgerne.

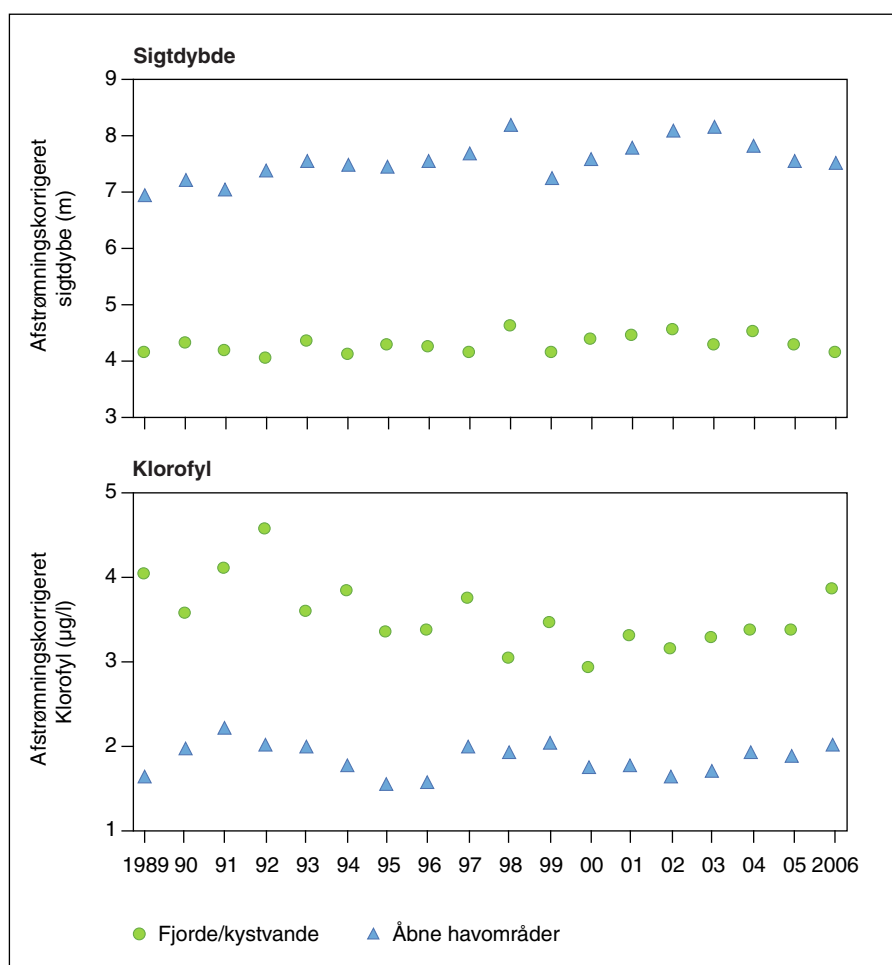
### 9.3 Planteplancton

Både i sommeren 2005 og 2006 var der flere tilfælde af opblomstring af giftige alger. Specielt masseforekomst af blågrønalgen *Nodularia* gav i juli 2006 anledning til problemer på badesteder og var årsag til flere dødsfald blandt hunde.

#### 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 1989-2006. Værdierne er korrigeret for forskelle i klimatiske forhold. Figuren viser, at der er sket en mindre stigning i sigtdybden, dog uden at være signifikant for fjorde og kystvande. Samtidig er der sket et signifikant fald i klorofylindholdet i fjorde og kystvande.

**Figur 9.4** Udvikling 1989- 2006 i gennemsnitsværdier for sigtdybde og klorofyl i hhv. fjorde (prik) og åbent hav (trekant) (Ærtebjerg (red.), 2007).



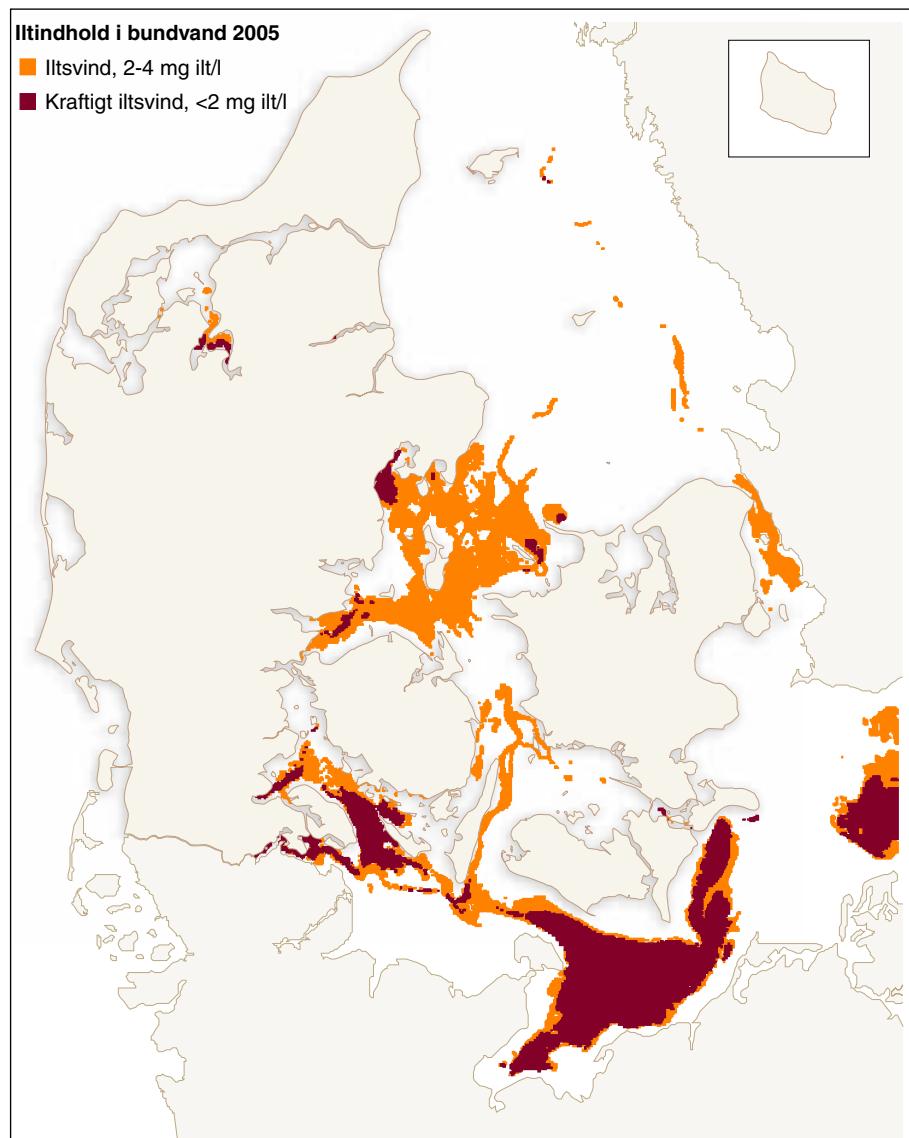
## 9.4 Iltforhold i de marine områder

### Årene 2005 og 2006

I 2005 var iltforholdene i de danske farvande relativt gode bortset fra sydlige Bælthav og sydlige Lillebælt på trods af manglende kraftig vind i sommeren og efteråret.

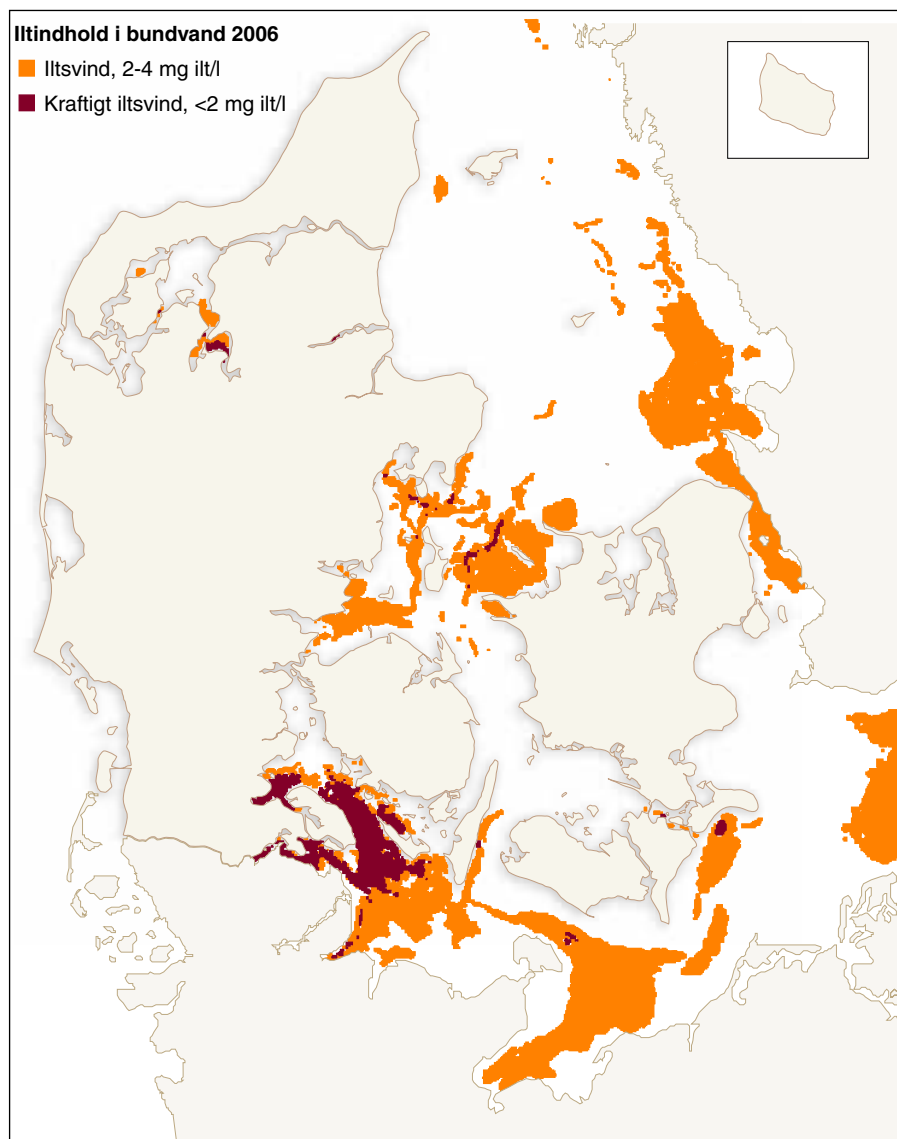
Den største iltvindsudbredelse herunder områder med kraftigt iltvind blev observeret i slutningen af oktober 2005, hvor arealet med kraftigt iltvind var af samme størrelse som på samme tidspunkt 2002, se figur 9.5.

**Figur 9.5** Den største udbredelse af iltvind blev i 2005 observeret midt i oktober 2005, hvor der var et areal på ca. 7.500 km<sup>2</sup> med iltvind og ca. 3.000 km<sup>2</sup> med kraftigt iltvind (Ærtebjerg (red.), 2007).



I 2006 var iltforholdene ligeledes relativt gode især i betragtning af de lave vindhastigheder og høje temperaturer. Største udbredelse af kraftigt iltvind var i begyndelsen af oktober 2006 og havde et væsentligt mindre omfang end i 2005 (figur 9.6).

**Figur 9.6** Den største udbredelse af iltsvind i 2006 blev observeret i uge 40, hvor der var et areal på ca. 7.000 km<sup>2</sup> med iltsvind, hvoraf ca. 1000 km<sup>2</sup> med kraftigt iltsvind (Ærtebjerg (red.), 2007).



#### Arealudbredelse af iltsvind 2001-2006

Udbredelsen af iltsvind er meget forskellig fra år til år afhængig af vejrforholdene, herunder vind, nedbør og udvaskning af næringssalte. I tabel 9.1 er vist, hvor store arealer der var ramt af kraftigt iltsvind i hvert af årene 2001-2006. Det ses, at området med kraftigt iltsvind i 2005 var noget mere udbredt end i 2006, men begge år langt mindre end i 2002.

**Tabel 9.1** Det relative areal påvirket af kraftigt iltsvind (< 2 mg ilt/l) i årene 2001-06 (Ærtebjerg (red.), 2007).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Områder med kraftigt iltsvind	7%	21%	10%	8%	12%	6%

#### Udvikling i iltsvind

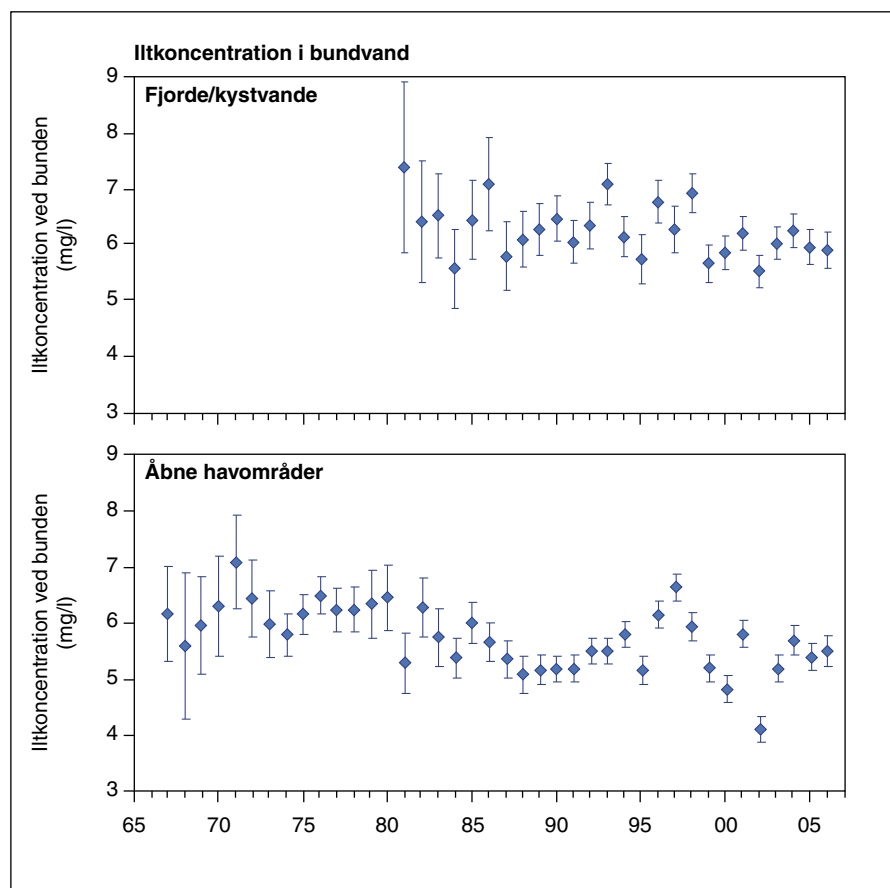
Der er ingen tydelig udvikling i iltsvind i de danske farvande som helhed i perioden 1981-2006. Dog er middelkoncentrationen af ilt i Limfjorden, de østjyske/fynske fjorde og kystvande faldet i perioden (figur 9.7). I de åbne farvande var middel iltkoncentrationen juli-november lave omkring 1990. Gennem første halvdel af 1990'erne steg iltkoncentrationen generelt til 1970'er-niveau i de tørre år 1996-97, for derefter generelt



at falde igen. Middelværdien for 2005 og 2006 lå på niveauet for midten af 1980'erne.

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** Middel iltkoncentration i bundvandet i åbne havområder (A) og fjorde og kystnære områder (B). Usikkerheden på middelværdien er faldet med tiden pga. flere målepunkter og hyppigere målinger (Ærtebjerg (red.), 2007).



## 9.5 Bundplanter

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

Bundplanterne er vigtige indikatorer for miljøtilstanden, fordi de påvirkes forskelligt af eutrofiering, der f.eks. kan føre til masseforekomst af søsalat, og fordi dybdeudbredelsen af planterne er 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.

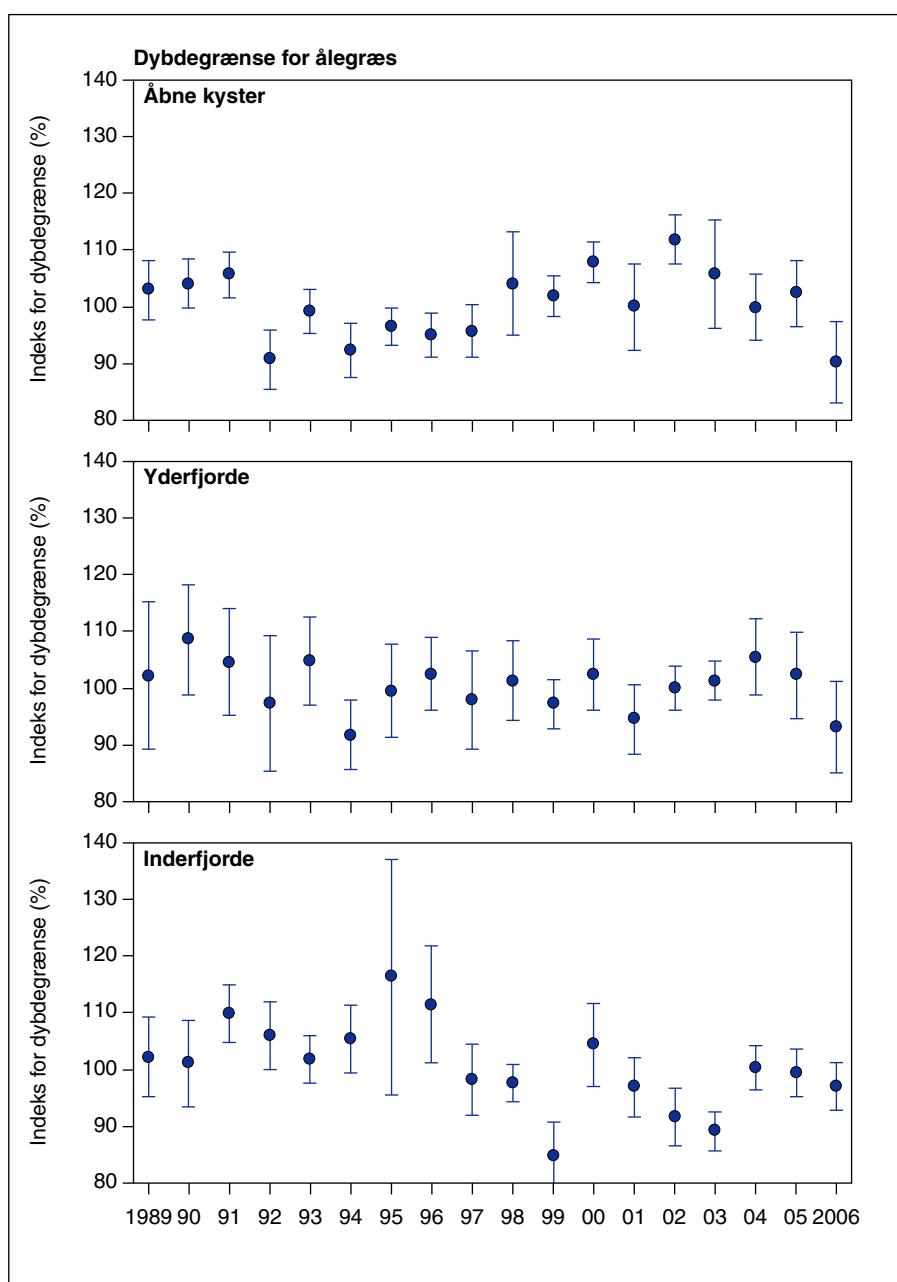
### Ålegræs

Ålegræssets dybdegrænse er generelt størst langs de åbne kyster (5,0-6,7 m), lidt mindre i yderfjordene (3,0-4,2) og mindst i inderfjordene (2,4-3,4) set over perioden 1989-2006.

I figur 9.8 er vist udviklingen i index for ålegræssets dybdegrænse som gennemsnit for disse tre typer af kystvande. Indekset angiver for hvert år den procentuelle afvigelse fra gennemsnittet for hele perioden. Der har været betydelige variationer i dybdegrænserne for ålegræs gennem perioden, men tilsyneladende ingen systematiske ændringer, der har kunnet forklares med ændringer i næringssalt-indhold.

Ålegræssets udbredelse er blevet analyseret for dybdeintervallerne 1-2, 2-4 og 4-6 m i de tre typer af kystvande. Sammenfattende viste analyserne, at bestandene i den ydre del af fjordene og langs de åbne kyster har udvist både positive og negative tendenser over perioden 1989-2006.

**Figur 9.8** Udvikling i index for ålegræssets maksimale dybdegrænse langs åbne kyster samt i yder- og inderfjorde gennem perioden 1989-2006. En høj indeksværdi betyder, at ålegræsset vokser dybere end i et gennemsnitsår (Ærtebjerg (red.), 2007).



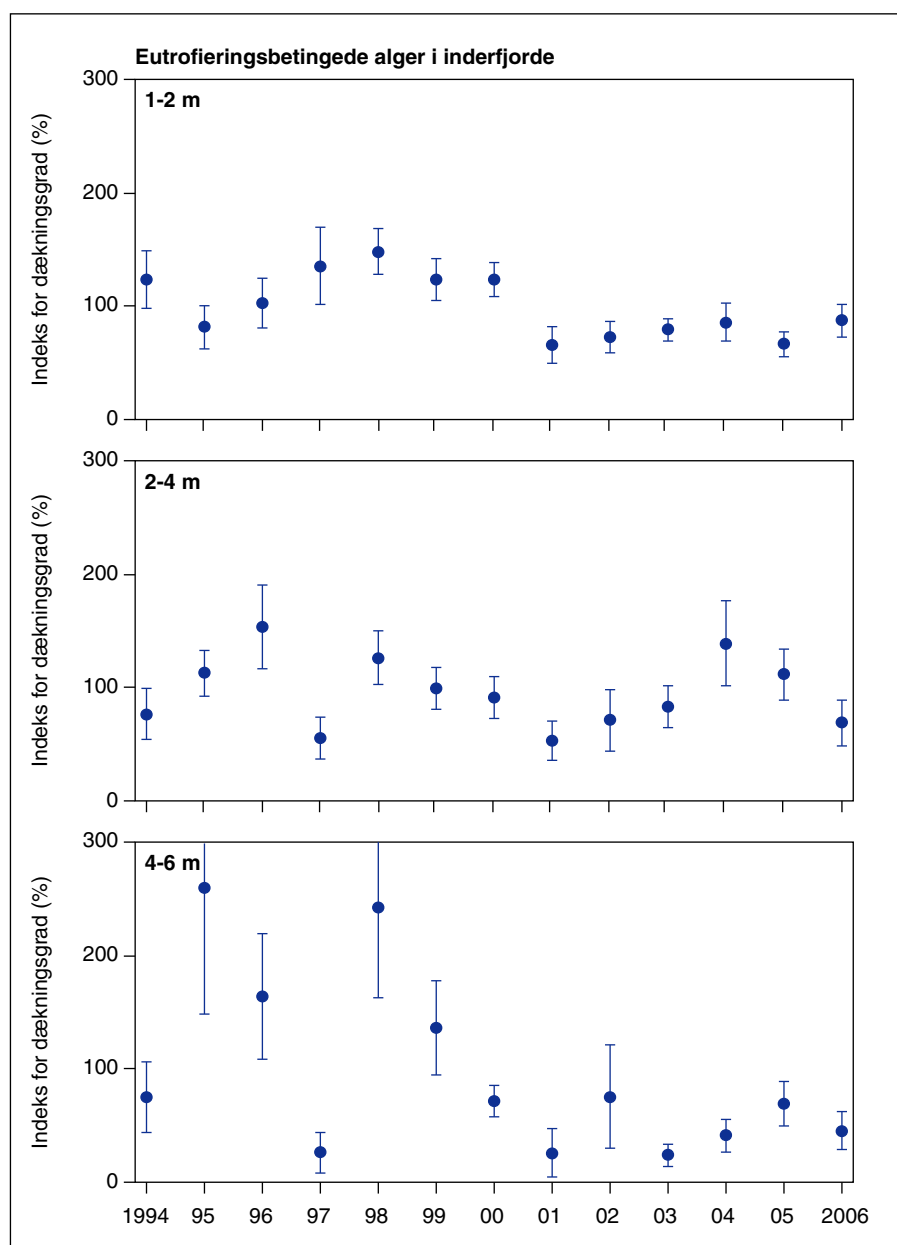
Dybdeudbredelsen af ålegræssets sammenhængende bestande er øget, men den totale dybdegrænse for enkeltplanter er ikke øget. Dybdegrænse og dækningsgrad i inderfjordene blev reduceret gennem perioden 1989-2006.

Sigtdybden er blevet større både i de åbne farvande og fjordene. Der er derfor et misforhold mellem en større sigtdybde og en reduceret udbredelse af ålegræs i inderfjordene. Det peger på, at andre forhold end lyset spiller en rolle her. En væsentlig faktor ser ud til at være, at iltsvind skader ålegræsset

### Eutrofieringsbetingede alger

Eutrofieringsbetingede alger betegner alger, som favoriseres af stor nærings salttilførsel. En høj dækningsgrad af sådanne alger burde derfor afspejle næringsbelastning. Dækningsgraden af eutrofieringsbetingede alger er faldet i yderfjorde og på åbne kyster gennem perioden 1994-2006, men er uændret i inderfjorden (figur 9.9).

**Figur 9.9** Udvikling i indeks for dækningsgraden af eutrofieringsbetingede alger gennem perioden 1994-2006. Udviklingen er vist for 3 dybdeintervaller i inderfjorde. En høj indekssværdi betyder, at mængden af alger er større end i et gennemsnitsår (Ærtebjerg (red.), 2007).



### 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 i Samsø Bælt. Generelt er algerne dækningsgrad på stenrevne uændret i perioden 1994-2006.

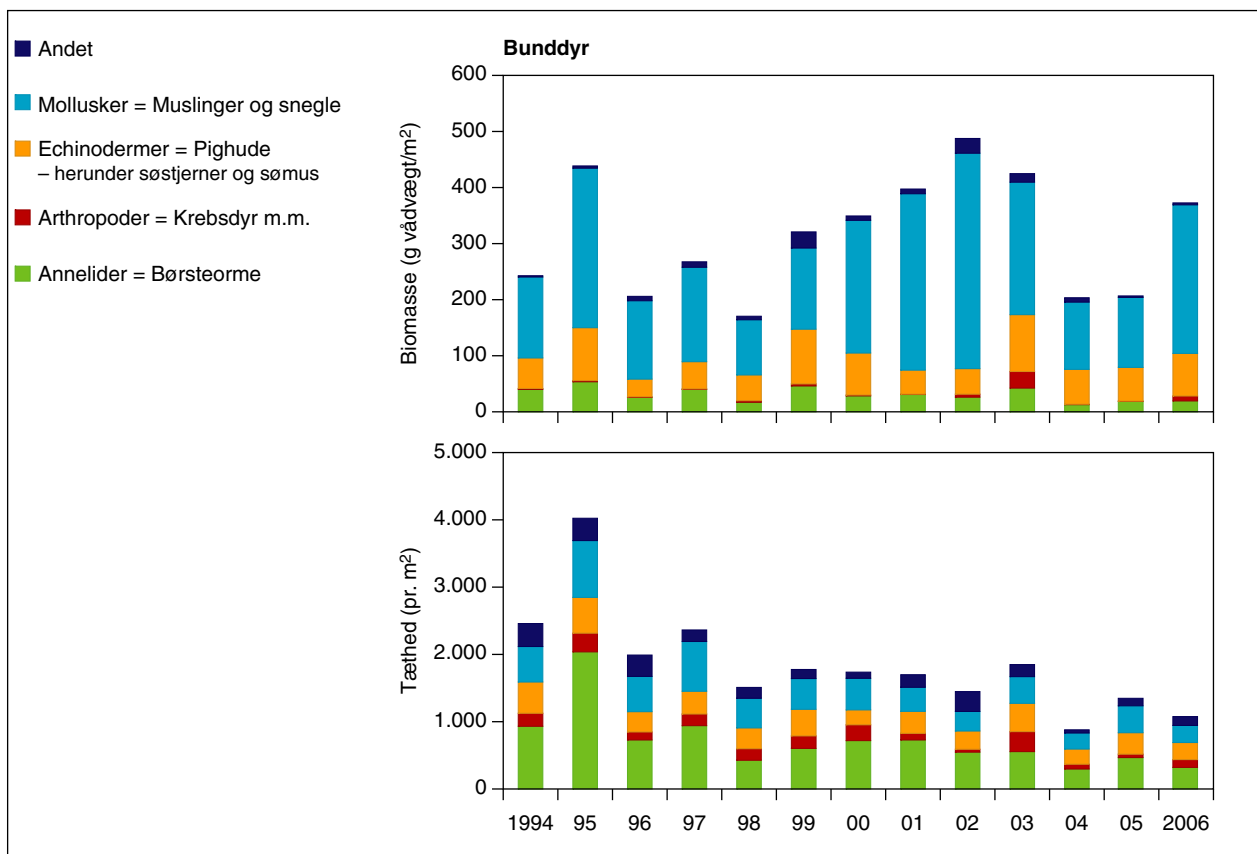
### Bunddyr

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 iltvind.

Det har ikke været muligt at inddrage resultater af bunddyrsundersøgelser i fjorde og kystvande i 2005 og 2006 i dette års rapportering.

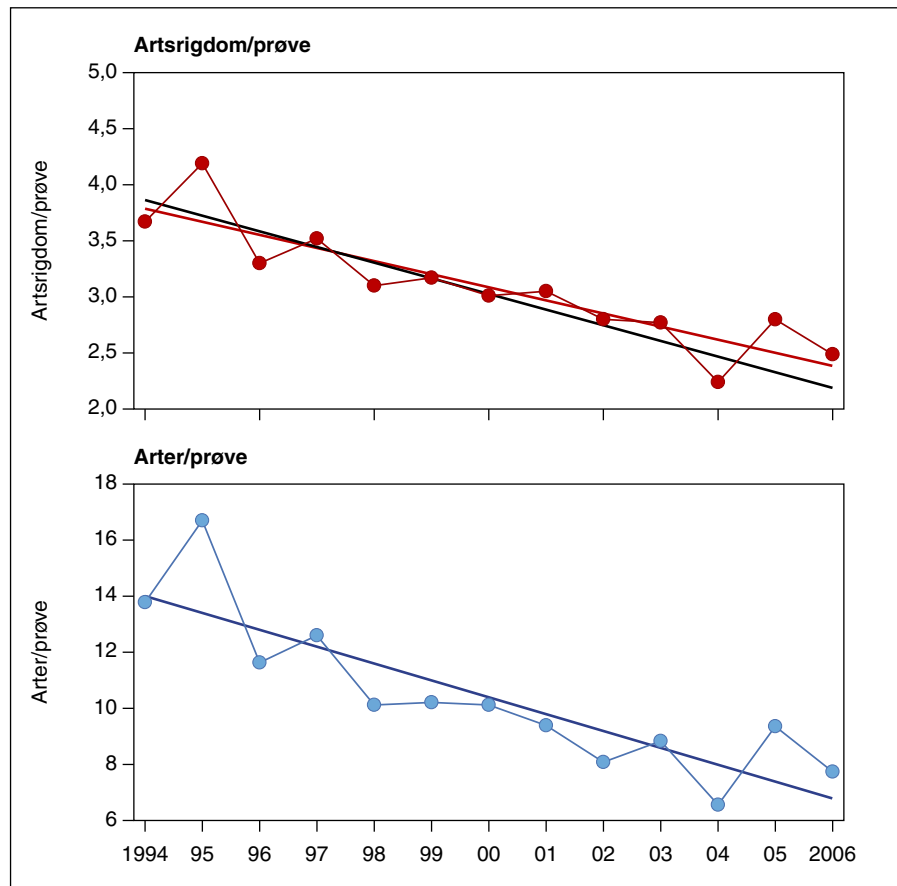
### Bunddyr i de åbne farvande

I de åbne, indre farvande er bundfaunaen i 2005 og 2006 undersøgt på 22 stationer. Resultaterne viser, at der var en bedre forekomst af bunddyr (individantal) i 2005 og 2006 end i 2004 (figur 9.10).



**Figur 9.10** Tidsmæssig udvikling i den totale biomasse fordelt på taksonomiske hoved-grupper fra de 22 stationer i de åbne danske farvande og tidsmæssig udvikling i tætheder fordelt på taksonomiske hoved-grupper (Ærtebjerg (red.), 2007).

**Figur 9.11** Tidsmæssig udvikling i artsantal pr. prøve på 20 stationer i Kattegat og Bælthavet, for perioden 1994-2006 (Ærtebjerg (red.), 2007).



Artsrigdommen var ligeledes forbedret i 2005 og 2006, men kan ikke opveje en generel tilbagegang siden midten af 1990'erne (figur 9.11).

En beregning af miljøkvalitetsindeks for bunddyr viser, at kvaliteten er faldet i Kattegat fra perioden 1994-99 til 2000-06.

## 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 2005 og 2006 målinger i muslinger og fisk fra danske fjorde, Vadehavet og indre farvande. Muslinger anvendes som generel indikator for belastningen af tungmetaller i havmiljøet. Målingerne omfatter zink, kobber, nikkel, bly, cadmium og kviksølv.

### Målsætning

Tungmetaller i det marine miljø er omfattet af internationale marine konventioner, bl.a. HELCOM, OSPAR og Nordsøkonferencerne. Der er ikke i nogen af disse sammenhænge fastsat grænseværdier. De fundne koncentrationer vurderes i forhold til baggrundsvurderingskriterier udarbejdet af OSPAR (OSPAR 2004) og et vejledende system til klassificering af forureningsgraden udarbejdet af Det norske Statens Forurensningstilsyn (Statens Forurensningstilsyn (SFT), 1997) (figur 9.12).

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 9.12 Klassificeringssystem udarbejdet Det norske Statens Forurensningstilssyn.

Fødevarestyrelsen har fastsat grænseværdier for indholdet af tungmetaller i fisk og muslinger, der anvendes til fremstilling af fødevarer (Fødevarestyrelsen, 2005).

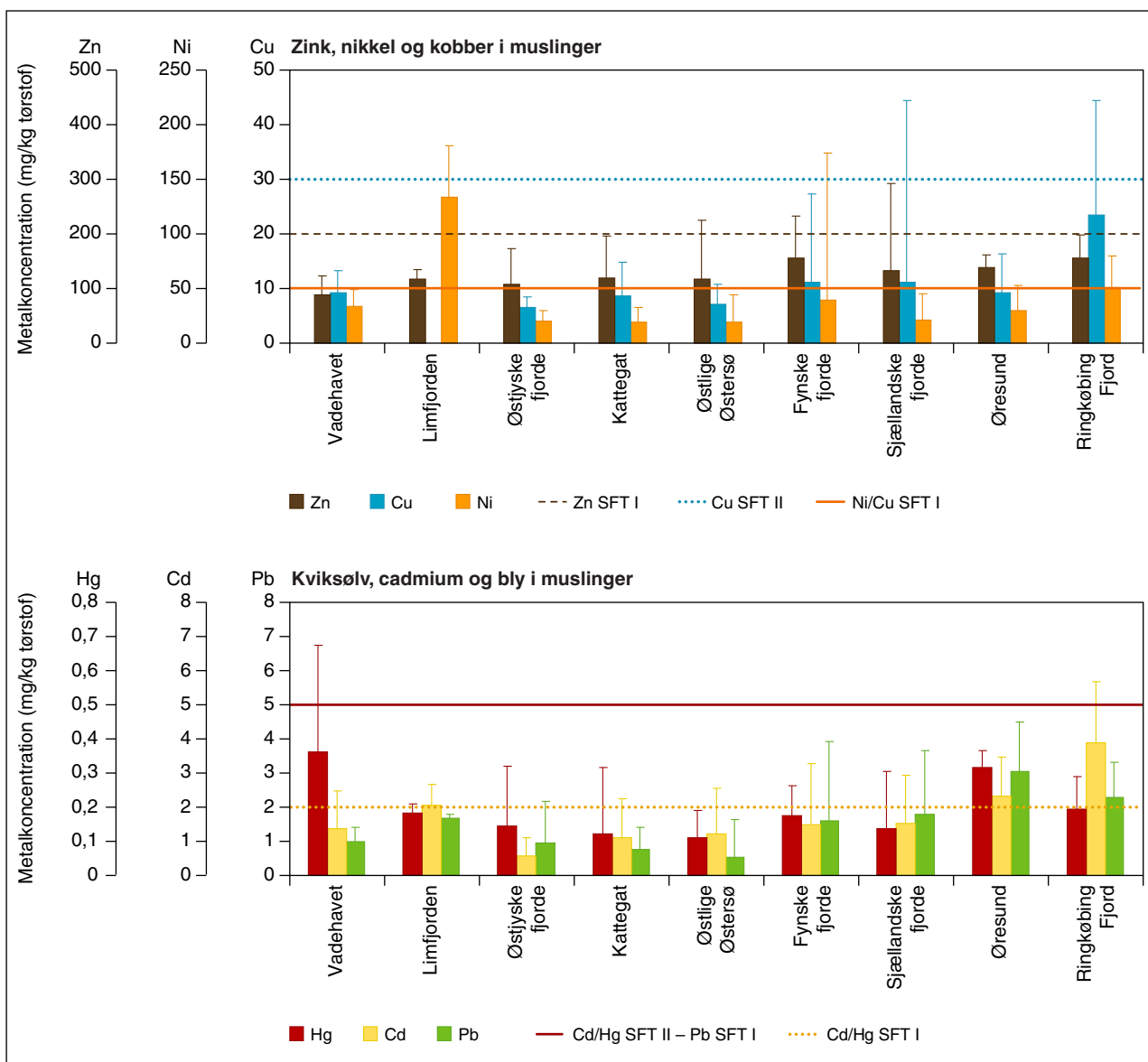
#### Tungmetaller i muslinger

Generelt er de danske farvande ubetydeligt til moderat forurenede med tungmetaller. Dog blev kviksølv og cadmium, som er de mest giftige af metallerne, fundet i mange områder i koncentrationer som svarer til klassificeringen "moderat foruren" efter det norske klassificeringssystem (figur 9.13), og enkelte steder i koncentrationer svarende til "markant foruren". Kobberindholdet var i 2005 i over 50% af de undersøgte prøver højere end indholdet svarende til "moderat foruren", mens kun 10% af prøverne var på dette niveau i 2006.

#### Vurdering af målte koncentrationer

Sammenligning med de af OSPAR udarbejdede baggrundvurderingskriterier (BAC) viste, at indholdet af zink i 2005 og 2006 var lavere end BAC i alle de undersøgte prøver, indholdet af cadmium og bly var under BAC i henholdsvis 70% og 60% af de undersøgte prøver og indholdet af kobber og kviksølv var for begge metaller under BAC i 70% af prøverne.

Der var ingen overskridelse af grænseværdierne for fisk og muslinger beregnet til fremstilling af fødevarer.



Figur 9.13 Metalkoncentrationer (mg/kg tørvægt) i muslinger i 2005 og 2006 angivet som gennemsnit og maksimum af 1-5 stationer pr. område med 1-3 replikater pr. station (Ærtebjerg (red.), 2007).

## 9.7 Miljøfremmede stoffer i marine områder

Miljøfremmede stoffer måles i det marine miljø i blåmuslinger indsamlet i fjorde, Vadehavet og indre danske farvande. Indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i blåmuslinger bliver 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 typisk er langsomt nedbrydelige og som har tendens til at ophobes i sediment eller marine organismer.

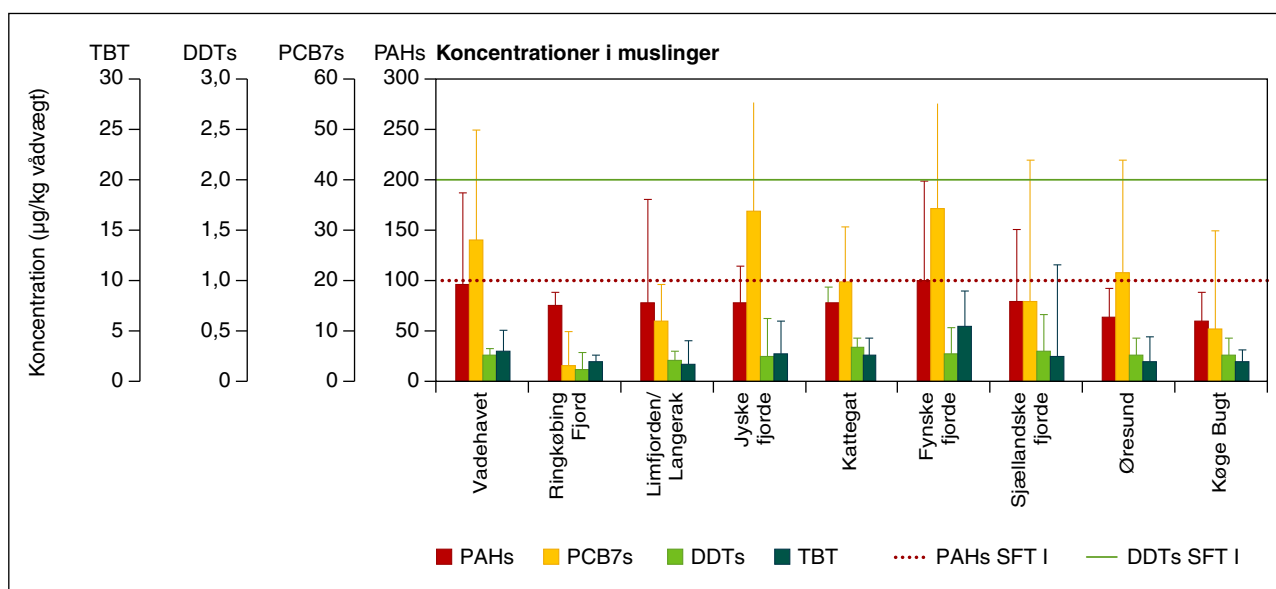
### Målsætning

En række miljøfremmede stoffer i det marine miljø er omfattet af vandrammedirektivet samt internationale marine konventionen, bl.a. HELCOM, OSPAR og Nordøkonferencerne. OSPAR har udarbejdet vejledende økotoxikologiske vurderingskriterier, "Ecotoxicological Assessment Criteria" (EACs) (OSPAR, 1998). EAC-værdien er opgivet som et

koncentrationsinterval. Den øvre grænse (EACHøj) er fastlagt, således at der er sandsynlighed for, at langtidspåvirkninger kan medføre effekter på de mest følsomme arter i økosystemet, hvis koncentrationen overstiger denne værdi. Hvis koncentrationen ligger indenfor intervallet, kan det ikke udelukkes, at der kan forekomme effekter, mens der sandsynligvis ikke vil opstå skader på miljøet, hvis koncentrationen er lavere end den nedre grænse (EAClav). Som supplement til EAC-værdierne anvendes klassificeringen fra Statens Forureningstilsyn SFT (1998) (se kapitel 9.6).

#### Miljøfremmede stoffer i muslinger i 2005 og 2006

Tributyltin (TBT), PCB og anthracen, som tilhører stofgruppen PAH, blev i flere områder fundet i koncentrationer, som ikke kan udelukkes at have en effekt på miljøet (figur 9.14). Denne vurdering er baseret på, at indholdet af anthracen var højere end EAClav i 13% af de analyserede prøver, PCB indholdet højere end EAClav i 85% af prøverne. For TBT var 28% imellem EAClav og EACHøj og 72% større end EACHøj og for DDE var 94% af prøverne lavere end EAClav, og alle under EACHøj.

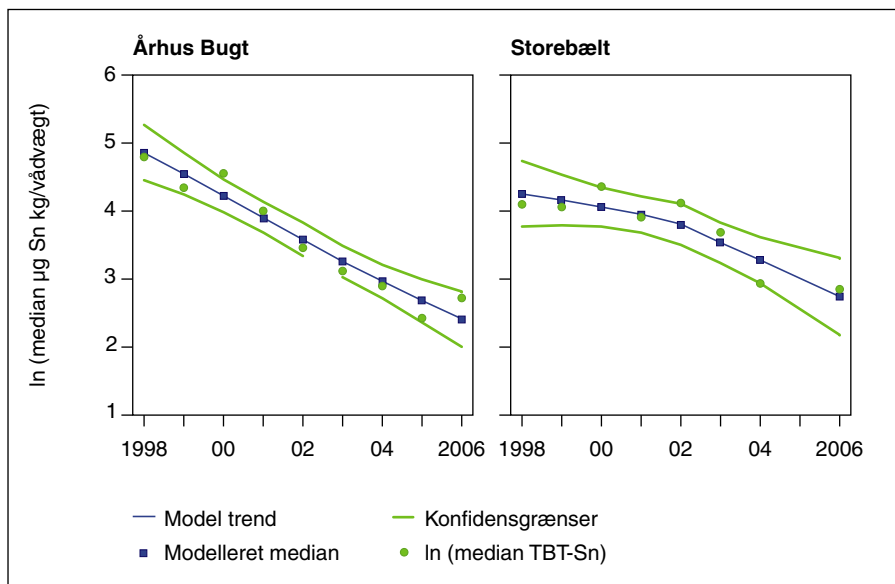


**Figur 9.14** Koncentrationer ( $\mu\text{g/kg}$  vådvægt) af sum af PAH, PCB, DDT og TBT i muslinger (middel + maks.) sammenholdt med SFT I for DDT og PAH (Ærtebjerg (red.), 2007).

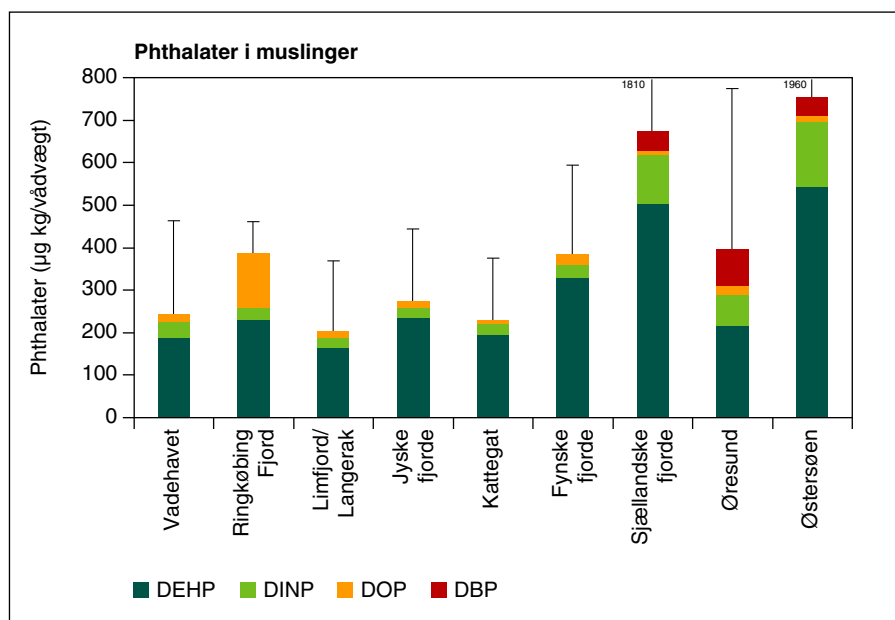
Tributyltin (TBT) i bundmaling blev forbudt i 2003. En analyse af den tidlige udvikling af TBT indholdet i muslinger viste, at ved 19 af de stationer, hvorfra der er data fra mindst fem år, var TBT indholdet faldende. Ved flere stationer var der et "knæk på kurven" omkring 2003 (figur 9.15).



**Figur 9.15** Udvikling i TBT-indhold i muslinger i Århus Bugt (St. 170165) og Storebælt (M 39), som er blandt stationerne med faldene koncentrationer. \* angiver mediankoncentrationen det angivne år, + den modellerede værdi med 95% konfidensgrænser (Ærtebjerg (red.), 2007).



**Figur 9.16** Blødgørere i muslinger for danske områder (Ærtebjerg (red.), 2007).



Analyse af dioxiner og blødgørere (phthalater) indgik i undersøgelserne i 2005. Stofferne blev fundet i alle de undersøgte områder. I størstedelen af prøverne blev der fundet dioxinindhold svarende til SFT klassificeringen "ubetydelig forurenet". Blødgørerne blev fundet i alle de undersøgte områder med hyppigst fund af DEHP, som blev fundet i alle prøver og i de højeste koncentrationer (figur 9.16).

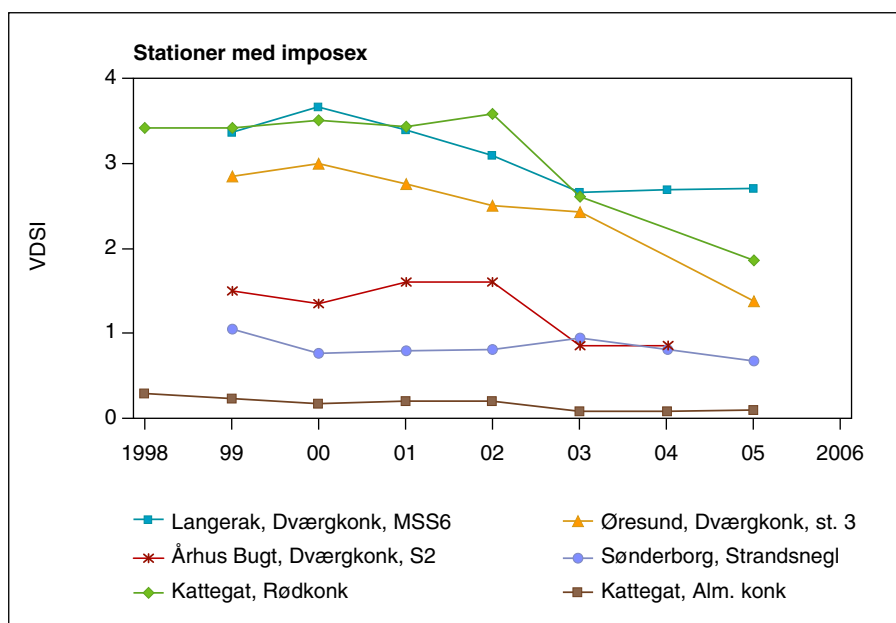
## 9.8 Biologiske effekter af miljøfremmede stoffer

Biologiske effekter af miljøfarlige stoffer er undersøgt i fisk, havsnegle og muslinger i kystnære områder samt i havsnegle fra åbne farvande. Effekterne er undersøgt ved forekomst af imposex og intersex i havsnegle, undersøgelse af ålekvabbers yngel og måling af afgiftningsenzymmer i ålekvabber samt måling af den lysosomale stabilitet hos muslinger (forklaring i box). Imposex og intersex i havsnegle skyldes påvirkning af tributyltin (TBT), mens de øvrige effekter ikke er stofspecifikke, og derfor

skal betragtes som generelle markører for den samlede påvirkning. Påvirkningen kan komme fra miljøfarlige stoffer, men også andre ydre stressfaktorer kan måske have en effekt.

<p><b>Imposex og intersex i havsnegle</b> Synlige kønsændringer i ellers særkønnede havsnegle. Hunnerne udvikler irreversible hanlige køns karakterer (penis, sædleder). Imposex kan medføre sterilitet. Omfanget af imposex måles med indeksværdien VDSI.</p>	<p><b>Undersøgelse af ålekvabbens yngel</b> Ålekvabbens yngel undersøges for deformiteter, og hos de voksne ålekvabber undersøges bl.a. længde og lever- og gonade-somatisk indeks.</p>
<p><b>Lysosomal stabilitet</b> Den lysosomale stabilitet undersøges ved at måle tiden for destabilisering af membraner på celler i hæmolymfen (blodvæsken hos dyr med åbent kredsløb). Lav lysosomal membranstabilitet er indikation på, at muslingerne er påvirkede.</p>	<p><b>Aktivitet af afgiftningenszymer</b> I ålekvabe-lever måles cP450-medieret enzymaktivitet. Øget aktivitet betyder, at fiskens metaboliske afgiftningssystem er trådt i kraft. Høj enzym aktivitet er indikation på, at fiskene er påvirkede. Aktiviteten af afgiftningenszymerne bliver ofte betegnet EROD aktivitet.</p>

**Figur 9.17** Imposexniveauer i 1999-2005 i kystnære og åbne farvande (Ærtebjerg (red.), 2007).



### Imposex og intersex i havsnegle

Imposexniveauerne og niveauerne for TBT indhold i muslinger er begyndt at aftage i flere områder (figur 9.17), hvilket er tegn på faldende forurening. En samlet vurdering af imposex og intersex samt TBT koncentrationer i havvand, sediment og muslinger viser dog, at TBT især i de kystnære områder stadigvæk er en væsentlig trussel for havmiljøet.

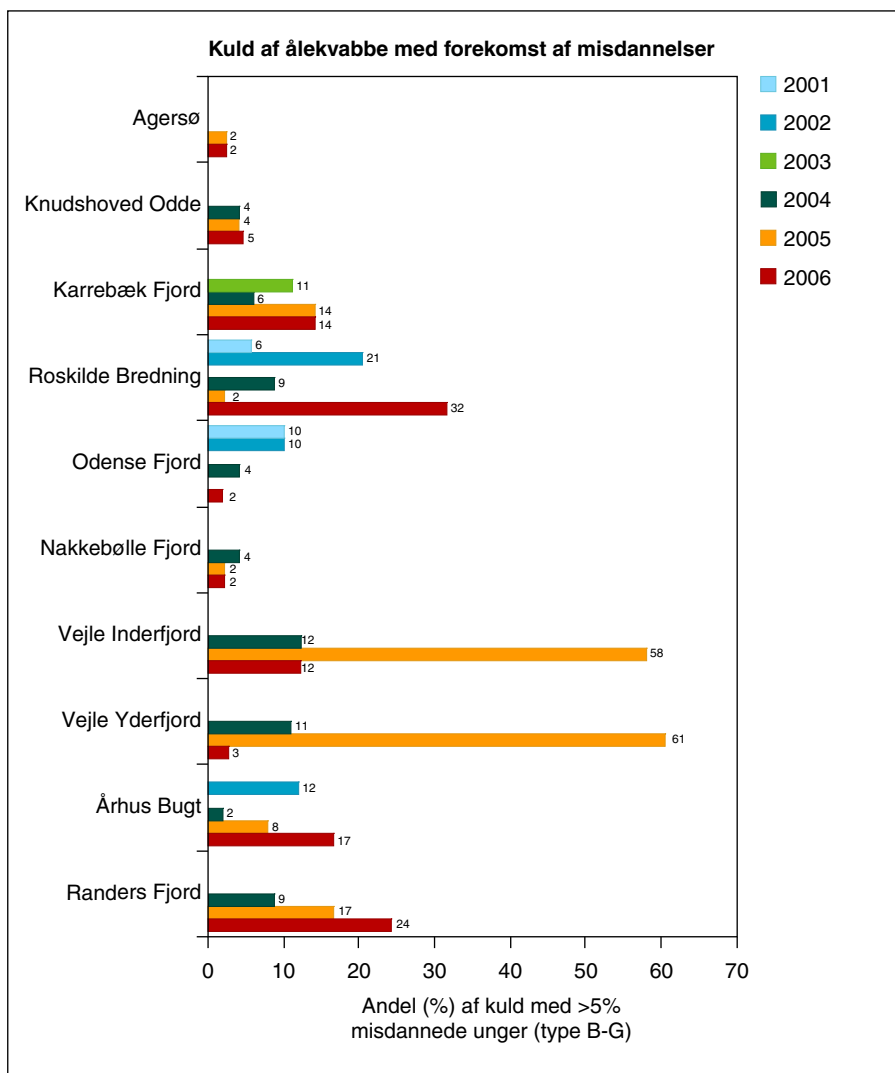
### Undersøgelse af ålekvabbens yngel

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 er fundet mange typer af misdannelser blandt ålekvabbens unger i de danske farvande, og betydelige variationer i omfanget af misdannelser mellem de enkelte år. Især i Vejle Fjord i 2005, men også i Århus Bugt og Randers, Roskilde og Karrebæk fjorde blev misdannelserne fundet med større hyppighed i 2005 og 2006 end i 2004, som var det første år, hvor undersøgelsen indgik i NOVANA (figur 9.18).

**Figur 9.18** Andel af kuld med øget forekomst (>5%) af misdannet, levende yngel. (Ærtebjerg (red.), 2007).



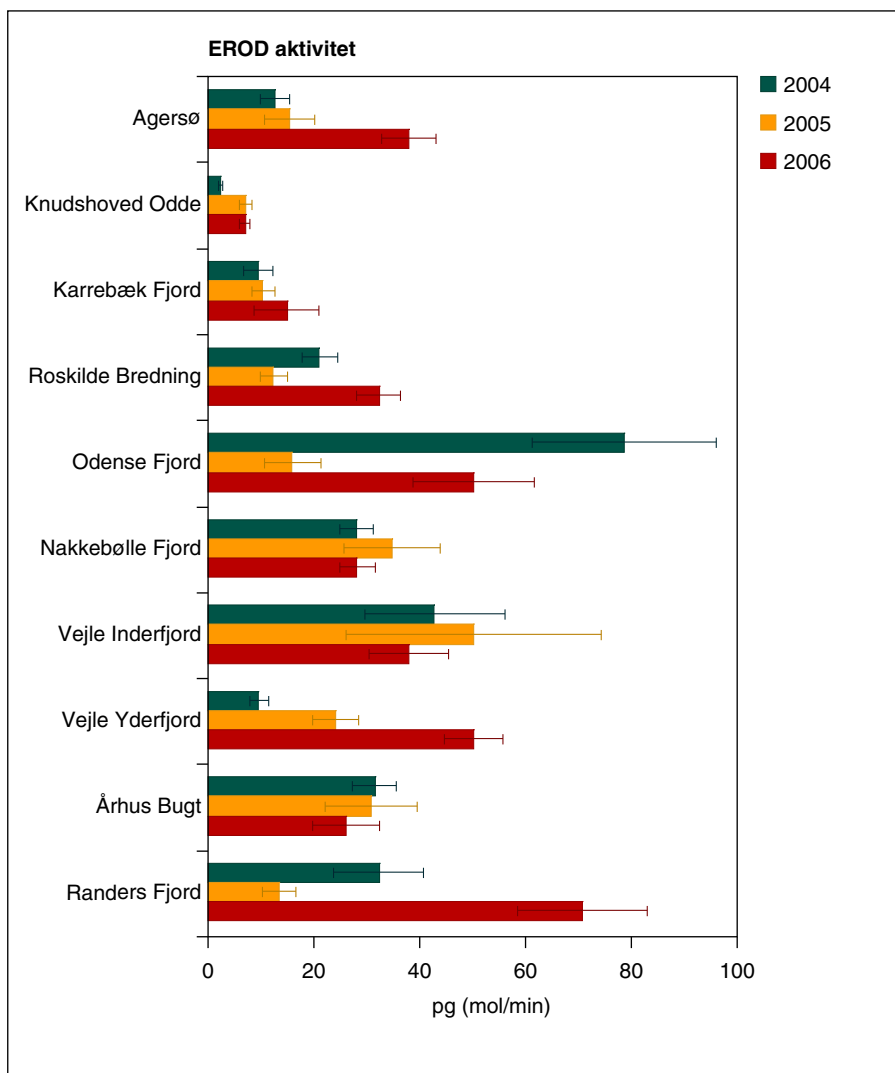
Disse områder er kendetegnet ved at være kystnære med en betydelig menneskelig påvirkning. Forekomsten af misdannet yngel er betydeligt lavere i mindre påvirkede områder, fx Agersø.

Supplerende undersøgelser af kønsfordelingen hos ynglen har vist en ligelig kønsfordeling. En skæv kønsfordeling kan være tegn på påvirkning af hormonforstyrrende stoffer. Kun ved Karrebæk Fjord er der fundet en skæv kønsfordeling.

**Aktivitet af afgiftningenszym i ålekvabber**

Aktivitet af afgiftningenszymer hos voksne ålekvabber er ligesom hyppigheden af misdannelser hos ålekvabbeyngel fundet med betydelige geografiske variationer og år til år variationer (figur 9.19).

**Figur 9.19** Aktivitet af afgiftningenszymer (EROD aktivitet) i lever af ålekvalbe (Ærtebjerg (red.), 2007).



#### Lysosomal stabilitet i muslinger

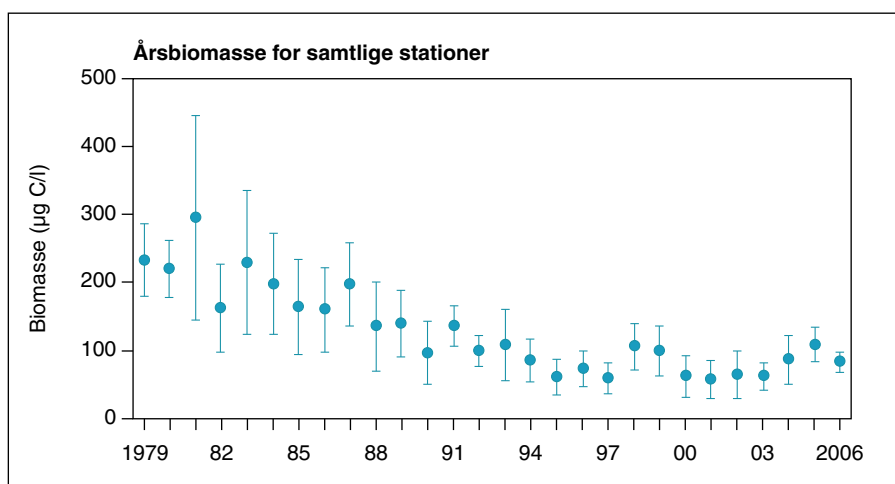
Undersøgelserne af den lysosomale membranstabilitet som mål for blåmuslingers sundhedstilstand har vist, at muslinger i de fleste kystnære områder har det godt. Kun i visse år, er der i enkelte områder fundet effekter, der især synes at skyldes forhøjede niveauer af organiske miljøgifte som PAH og PCB.

### 9.9 Udviklingen i planktonalger i Kattegat, Bælthavet, Sundet og den vestlige Østersø

Overvågning af planktonalger har været en del af den marine overvågning siden 1979. Der er en tæt kobling mellem tilførsler af næringsstoffer og biomasse af planktonalger samt potentielle økologiske og økonomiske effekter af oplomstringer af toksiske planktonalger.

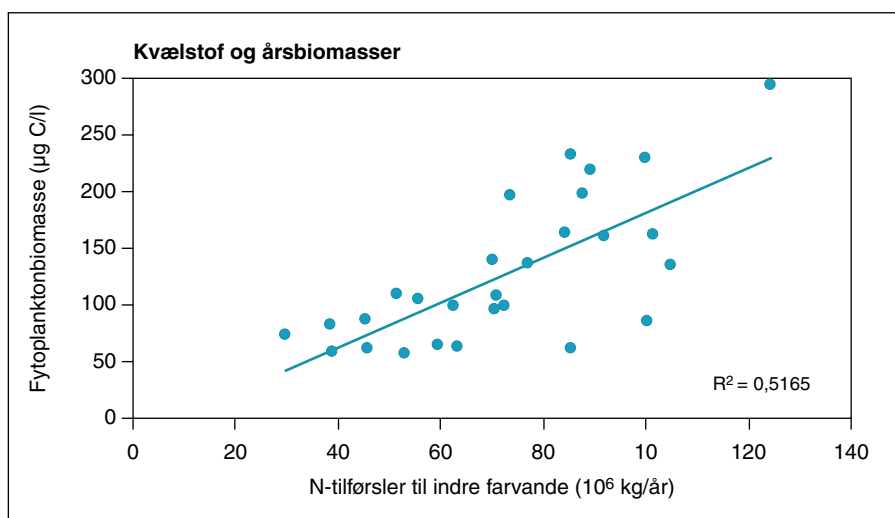
Biomassen af planktonalger er faldet signifikant siden 1979 i Kattegat, Bælthavet, Øresund og den vestlige Østersø (figur 9.20).

**Figur 9.20** Årsbiomasser for samtlige stationer. Biomasserne er angivet som gennemsnit af alle stationer med standardafvigelse (Ærtebjerg (red.), 2007).



Faldet hænger sammen med reduktioner i tilførslerne af kvælstof til de indre danske farvande (figur 9.21), men også med en stigning i overfladevandets temperatur. Det er muligt, at temperaturstigningen, via øget græsning på planktonalgerne, og gradvist mindre vind i samme periode har forstærket effekten af de reducerede næringsstofftilførsler.

**Figur 9.21** Sammenhængen mellem tilførsler af N til de indre danske farvande og årsbiomasser af fytoplankton for samtlige stationer i perioden 1979-2006 (Ærtebjerg (red.), 2007).



I løbet af overvågningsperioden siden 1979 er der sket ændringer i arts-sammensætningen af planktonalgensamfundene. Ændringerne kan ikke umiddelbart relateres til de ændrede temperaturforhold. Det samme ses ved sammenligning med historiske data. Der er ikke fundet en tydelig sammenhæng mellem forekomst af dominerende arter og tilførsler af næringsstoffer. Det er muligt, at ændringer i klimatiske forhold og havstrømme har ført nye arter til de indre danske farvande.

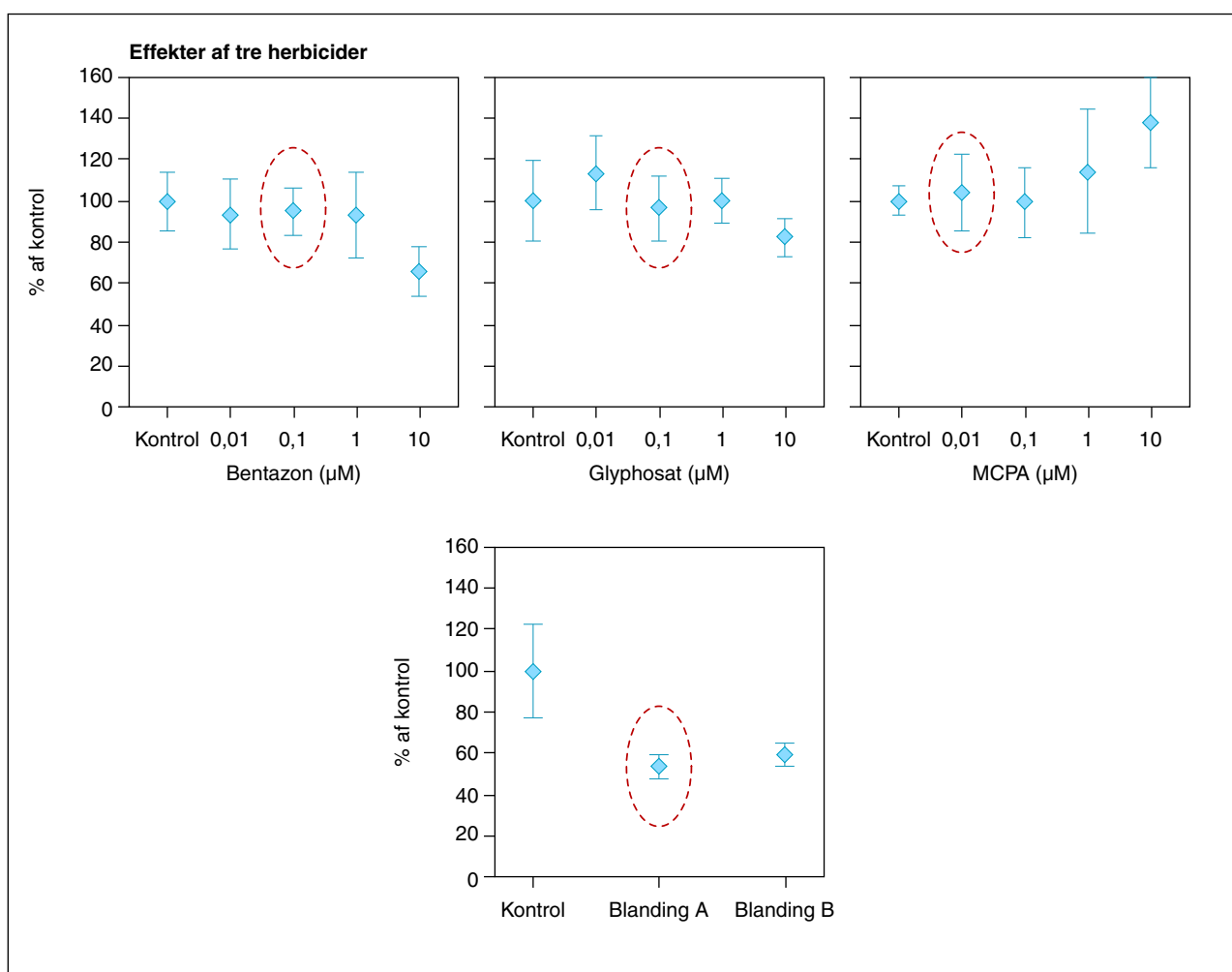
## 9.10 Effekter af miljøfarlige stoffer i havet

Viden om de miljøfarlige stoffers virkning på øko-systemniveau og interaktion med eutrofierings-processer er ved at blive opbygget. Miljøfarlige stoffer kan have effekter på de indikatorer, der traditionelt anvendes til påvisning af effekter af eutrofiering, dvs. primærproduktion, klorofylkoncentration og artsdiversitet. Alle fysiske, kemiske og biologiske

karakteristika i miljøet påvirker organismer direkte ved at have indflydelse på deres fysiologiske tilstand.

De fysisk-kemiske forhold kan også have betydning for, hvordan miljøfarlige stoffer opfører sig i miljøet, deres transport gennem systemet og dermed i sidste ende for deres potentielle effekt og tilgængelighed for dyr og planter. En organisms placering i fødenettet har også betydning for dens optagelse og akkumulering af visse miljøfarlige stoffer, samt dens følsomhed overfor indirekte effekter af stofferne.

Resultaterne af de senere års forskning viser bl.a., at fx forskellige arter af fytoplankton har forskellig følsomhed over for det samme stof. Tilgængeligheden af miljøfarlige stoffer er afhængig af det miljø, de uddrages til, herunder graden af eutrofiering, og indirekte effekter kan have stor betydning for såvel den langsigtede planktoniske produktivitet, som for artsdiversiteten af både flora og fauna. De miljøfarlige stoffer kan desuden påvirke spredning og vækst af fx ålegræs og bunddyr, og dermed ændre omsætningsvejene for energi og næringsstoffer.



**Figur 9.22** Effekter af tre ukrudtsmidler og en blanding af de tre på vækst af ålegræs udtrykt som procent af kontrol. Koncentrationerne i blanding A af de tre ukrudtsmidler er markeret med cirkler. Blanding B er 100 gange stærkere end blanding A (Ærtebjerg (red.) 2007).

Forurening med miljøfarlige stoffer i det marine miljø kommer både fra diffuse kilder og punktkilder, og stofferne forekommer derfor sjældent alene. Stoffernes effekt er imidlertid oftest undersøgt enkeltvis. En undersøgelse af effekten overfor væksten af ålegræs af tre ukrudtsmidler glyphosat, MCPA og bentazon dels enkeltvis og dels i kombination har vist, at de tre stoffer i kombination påvirker væksten, mens stofferne enkeltvis ikke påvirker (figur 9.22). Ålegræs har de senere år haft bedre mulighed for at udvikle sig som resultat af de mindskede udledninger af næringsstoffer, men det har ikke altid været tilfældet.

## 10 Terrestriske naturtyper

### 10.1 Baggrund og formål med overvågning af terrestriske naturtyper

Overvågningen af den terrestriske natur har især fokus på internationale forpligtelser med hovedvægten på EU's Habitatdirektiv, hvis primære sigte er at sikre biologisk mangfoldighed gennem bevarelse af naturtyper og arter. Der er udpeget en række habitatområder, der sammen med de udpegede fuglebeskyttelsesområder indgår i et europæisk net af bevaringsværdige områder, kaldet Natura 2000-områder. Natura 2000-områderne rummer naturtyper og arter, hvis bevarelse vurderes at være af stor betydning for det europæiske fællesskab.

**Tabel 10.1** Antal naturtyper og intensive stationer (Strandberg et al, 2005).

Nr.	Habitattype	Antal intensive stationer
1330/ 1340	Strandenge inkl. indlandssaltenge	19
2130	Stabile kystklitter med urteagtig vegetation (grå klit og grønsværklit)	16
2140	Kystklitter med dværgbuskvegetation (klihede)	11
2190	Fugtige klitlavninger	10
2250	Kystklitter med enebær	7
4010	Våde dværgbusksamfund med klokkelyg (våd hede)	9
4030	Tørre dværgbusksamfund (tørre heder)	18
6120	Meget tør overdrevs- eller skræntvegetation på kalkholdigt sand	6
6210 (* )	Overdrev og krat på mere eller mindre kalkholdig bund (* vigtige orkidé lokaliteter)	16
6230	Artsrige overdrev eller græsheder på mere eller mindre sur bund	15
6410	Tidvis våd eng på mager eller kalkrig bund, ofte med blåtop	11
7110	Aktive højmoser	11
7140	Hængesæk og andre kærsamfund dannet flydende i vand	9
7150	Plantesamfund med næbfør, soldug eller ulvefod på vådt sand eller blottet tørv (tørvelavning)	7
7210	Kalkrige moser og sumpe med hvas avneknippe	8
7220	Kilder eller væld med kalkholdigt (hårdt) vand	11
7230	Rigkær	18

#### Naturtypeovervågningen i NOVANA

NOVANAs naturtypeprogram skal give et repræsentativt billede af tilstand og udvikling i de danske terrestriske naturtyper på Habitatdirektivets liste. Overvågningen skal fastlægge naturtypernes tilstand samt beskrive sammenhænge mellem påvirkninger, tilstand og udvikling. Naturtypen fastlægges i hver enkelt prøvefelt ud fra Habitatdirektivets kodeliste. Variationer på overvågningsstationen kan give ophav til flere forskellige naturtyper i mosaik på en given station.

Af de i alt 35 lysåbne naturtyper, der forekommer i Danmark indgår de 18 i NOVANAs overvågning. En stor del af de øvrige 17 naturtyper ind-



går som en naturlig mosaik og vil derfor også i et vist omfang indgå i resultaterne. Fra 2007 har overvågningen desuden omfattet 10 skovtyper.

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 repræsentativt net af ekstensivt overvågede stationer, placeret både inden for og uden for habitatområderne.

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 både områder, der i dag tilhører naturtypen og har en god tilstand og områder, der i fremtiden potentielt vil kunne få en god tilstand. Overvågningen omfatter typisk 20-60 tilfældigt udlagte prøvefelter afhængigt af stationens areal og kompleksitet.

#### **Strategi for overvågning af naturtyper**

Overvågningen er baseret på de faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for naturtyper. Habitatdirektivets definition af gunstig bevaringsstatus indebærer, at en naturtype eller art kan bevares inden for en overskuelig fremtid. Viden om naturtypernes tilstand og udvikling vil blive væsentligt forøget gennem overvågningsprogrammet.

Et af formålene med NOVANA er at indsamle data med henblik på at foretage en konkret vurdering af bevaringstilstand. En landsdækkende vurdering af bevaringstilstand både inden for og uden for habitatområderne vil gradvist blive udbygget efterhånden som resultaterne fra den intensive og ekstensive overvågning foreligger. Den ekstensive overvågning er først fuldt gennemført i 2009. Der vil med udarbejdelse af Natura 2000-planer i 2009 politisk blive fastsat egentlige målsætninger for habitatområderne. Data fra NOVANA vil her spille en central rolle, dels i fastsættelsen af målsætningerne, dels i opfølgningen på naturplanerne.

#### **Faglige kriterier**

I beskrivelsen og vurderingen af overvågningsresultaterne for de enkelte naturtyper indgår de faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus. Valget af faglige kriterier er baseret på undersøgelser af konkrete og målbare parametre, som har vist sig at være anvendelige som tilstandsindikatorer for den pågældende naturtype, f.eks. værdier for kvælstofindholdet i planter og jord, vegetationens sammensætning og graden af tilgroning med vedplanter mv. De faglige kriterier kan ikke stå alene eller bruges enkeltvis, men skal indgå i en samlet helhedsvurdering af bevaringsstatus for den enkelte naturtype på nationalt plan. På grundlag af indsamlede data vil der blive udarbejdet metoder til at vægte de enkelte faglige kriterier over for hinanden og i forhold til eventuelle supplerende oplysninger om naturtypen med henblik på en samlet vurdering af bevaringsstatus.

For en række af de faglige kriterier er kendskabet begrænset eller direkte mangelfuldt i forhold til at kunne fastsætte en talværdi for kriteriet. Den endelige fastsættelse må i disse tilfælde afvente ny viden som forventes opbygget i tilknytning til overvågningen. For nogle naturtyper vil den løbende videnopbygning kunne føre til ændringer og justeringer af de faglige kriterier. De faglige kriterier bruges således i første omgang som et pejlemærke ved vurderinger af overvågningsresultaterne.

## 10.2 Overvågningen i 2006

### Vegetationsundersøgelser

Et prøvefelt består af et 0,5 m x 0,5 m kvadrat. Med prøvefeltet som centrum er udlagt en cirkel med radius på 5 meter. Her måles plantearternes forekomst, dækning og vegetationens højde samt en række andre parametre såsom vindbrud, forekomst af vanddække, skader efter insektangreb etc.

### Indikatorer målt i 2006

Der er udvalgt en række målbare indikatorer, som beskriver de fysiske, kemiske, geologiske og biologiske forhold og sammenhænge mellem påvirkninger og naturtypens tilstand. Indikatorerne er udvalgt med henblik på at kunne beskrive effekterne af påvirkningsfaktorer såsom eutrofiering, forsurening, driftsændringer, ændringer i hydrologi og habitatfragmentering.

De valgte måleparametre varierer lidt mellem naturtyperne, men omfatter målinger af en række næringsstofrelaterede parametre, herunder C/N i jord, nitrat i vand og kvælstof i lav og mos, fosfor i jord, pH samt i de vådere naturtyper også ledningsevne og vandstand.

**Tabel 10.2** Oversigt over prøvetagningsaktiviteter for NOVANA-programmets naturtyper. Prøvetagningen følger stationens primære naturtype og udføres i alle prøvefelter, hvor det er relevant (Bruus et al., 2007).

Habitattype	EU ref. nr.	Jordprøver			Vandprøver			Planteprøver
		C/N	P	pH	Nitrat	pH, ledningsevne	Vandstand	N i løv
Strandeng/indlandssalteng	1330/40		x	x				
Grå/grøn klit	2130			x				x
Klithede	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	
Højmoser	7110				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	

*Kvælstofindholdet* i årsskud er en indikator for den umiddelbare kvælstofpåvirkning. Højt kvælstofindhold kan øge risikoen for angreb af lyngens bladbille i hedelyng.

For grå/grøn klit er der sat et fagligt kriterium på maksimalt 6 mg N/g tørstof kvælstof i lav. Kvælstofindholdet i årsskud af hedelyng og revling bør på klithede, våd hede og tør hede ligge under 14 mg N/g ts ifølge de faglige kriterier. For indholdet af kvælstof i tørvemosser på højmosse samt mos på kildevæld og rigkær er kriteriet fastsat til 10 mg N/g ts.

*Nitrat i vand* måles i højmose, avneknippemose, hængesæk og kildevæld. I næringsfattige naturtyper som højmose og hængesæk vedligeholdes den tilgængelige kvælstofpulje ved tilførsel fra atmosfæren og ved nedbrydning af dødt organisk materiale i naturtypen. Forekomst af nitrat i jordvandet i disse naturtyper vil indikere ændringer i de processer, der i et stabilt økosystem sikrer en næsten fuldstændig binding af kvælstoffet. Forekomsten af forhøjede nitratkoncentrationer i højmoser kan befordre en indvandring af græsser.

Det faglige kriterium for højmoser er fastsat til mindre end 0,03 mg nitrat-N/l. For hængesæk og kildevæld er der ikke fastsat noget kriterium for nitratindhold, men niveauet skal som for de to førnævnte naturtyper være stabilt eller faldende. Baggrundsniveauet for grundvand i naturområder vurderes at ligge på mellem 1 og 3 mg nitrat-N/l, og niveauet i kildevæld bør således ikke være højere end 3 mg/l.

*Jordbundens surhedsgrad* spiller en afgørende rolle for plantevæksten, for den mikrobielle aktivitet samt for en række kemiske og fysiske jordbundsegenskaber. Eutrofierende og forsurende stoffer fra atmosfæren bevirker en jordbundsforurening, idet der sker en udvaskning af basekationer og dermed et fald i pH. Ændring i jordbundens pH ændrer næringsstofferne tilgængelighed og optagelse i planterne.

Forekomsten af *invasive arter* er opgjort på stationsniveau. Små bestande, dvs. bestande med mindre end 100 individer pr. station, er opgjort som antallet af individer på stationen. Hvor der forekommer store bestande, dvs. over 100 individer, er artens dækningsgrad på stationen vurderet. Bestandene af invasive arter må ikke være i stigning.

Forskellige *græsarter*, fx blåtop, forekommer naturligt i fugtige lavninger i hede-naturtyper, men ikke som et dominerende element. Manglende eller forkert pleje, eutrofiering og vandstandssænkning kan føre til ændringer i artssammensætningen med enten en reduktion i dækningen af dværgbuske og en øget dækning af græsser eller et skift i dominansen af forskellige arter af dværgbuske til følge. Det er derfor vigtigt at se på forholdet mellem forekomsten af disse artsgrupper for at vurdere naturtypernes tilstand.

Bortset fra det faglige kriterium for dækningen af blåtop i våd hede, der er fastsat til en maksimal dækning på 10-30%, er der ikke fastsat kvantitative kriterier for dækningen af hhv. græsser og dværgbuske, men for våd hede skal dækningsgraden af dværgbuske være stabil eller i forbedring, og for den tørre hede skal artssammensætningen være inden for den forventede variationsbredde for naturtypen i Danmark.

*Tilgroning* er en naturlig proces i Danmark. På langt de fleste lysåbne naturtyper er græsning og fjernelse af *vedplanter* derfor en væsentlig forudsætning for bevarelse af naturtypen. De fleste danske naturtyper vil således med tiden springe i skov under fravær af græsning eller anden naturpleje.

For grå/grøn klit, klithede, våd hede, tør hede, tørt kalksandsoverdrev, kalkoverdrev og tidvis våd eng skal tilgroningsgraden med vedplanter generelt være stabil eller faldende. Der er for våd hede fastsat et kriteri-

um for dækning af vedplanter på maksimalt 5%, og for tør hede og tidvis våd eng er kriteriet maksimalt 10%.

*Vegetationens sammensætning* er en vigtig indikator, og det er afgørende, at vegetationens sammensætning falder inden for naturtypens naturlige variationsbredde. Arter, som er begunstigede af eutrofiering eller stærke forstyrrelser, og som kan vise, om naturtypen er præget af markante negative påvirkninger, benævnes problemarter.

### 10.3 Resultater af naturtypeovervågningen 2006

I dette års rapport om overvågningen af de terrestriske naturtyper indgår indikatorer for jordens kvælstofbelastning, surhedsgrad, tilgroning med vedplanter, invasive arter og artssammensætningen generelt.

#### **Strandenge**

Strandenge omfatter plantesamfund, som jævnligt oversvømmes af havet, f.eks. ved vinterstorme. De har en vegetation af salttålede græsser og urter. Naturtypen omfatter mange undertyper. De yderste, stærkt saltpåvirkede strandenge og vadegræssamfundene har store vegetationsløse partier, mens den egentlige strandeng og indlandssalt-ene har mere sammenhængende vegetation. På kyster, der er beskyttet mod bølgepåvirkning og erosion, findes strandsump. Strandoverdrev overskyldes for sjældent til at høre til naturtypen strandeng og hører til naturtypen, overdrev.

De vigtigste trusler mod naturtypen er tilgroning, ændrede hydrologiske forhold som følge af dræning, samt eutrofiering. Afgræssede strandenge er domineret af en lav græs/halvgræsvegetation og strandenge i deres artsrige, lavtvoksende form er helt afhængig af en passende afgræsning. Ophører græsningen medfører det tilgroning med høje græsser og halvgræsser.

På baggrund af data fra 2006 vurderes det, at tilgroningen med vedplanter på strandene generelt ikke er noget problem. Der forekommer invasive arter på knap halvdelen af stationerne, hvilket påvirker strandenes artsammensætning. De fundne problemarter antyder, at de øvre dele af strandene ofte bærer præg af omlægning og eventuelt har været udsat for gødskning.

#### **Klitter**

Sandklitterne dannes langs ubeskyttede kyster, der i særlig grad er udsat for havets og vindens kræfter, med en omfattende materialetransport af det opskyllede havsand ind over land. Yderst langs havet dannes forklitten og den hvide klit. De er begge ustabile og kan enten skylles ud i havet eller blæse ind over land som fygesand. Stabile klitter bag den hvide klit har et mere eller mindre lukket dække af græsser og urter, ofte med partier af enårige arter, mosser og laver. Her sker der en langsom tilgroning og udvaskning

Slitage, eutrofiering og manglende eller forkert pleje, fx ophørt afgræsning er de væsentligste trusler mod klit-naturtyperne. I klitlavningerne trives fugtighedskrævende arter, og her vil grøftning og dræning have

stærk negativ effekt. Sænkning af grundvandstanden er også en væsentlig trussel mod denne naturtype.

Data fra 2006 viser, at der er del tilgroning med vedplanter på klitlavninger og enebærklit, mens grå/grøn klit ikke synes at være truet af tilgroning. Invasive arter forekommer på alle klittyper på hovedparten af stationerne, nogle arter i store bestande, og indikatorerne for eutrofiering viser, at der er en tydelig næringsstofpåvirkning. Disse forhold sætter den naturlige artssammensætning under pres.

#### **Heder**

Hederne omfatter plantesamfund, som er domineret af dværgbuske og findes på sandede, næringsfattige jorde med typisk mordannelse og er et resultat af tidligere tiders udnyttelse. 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. Det kan ske ved ekstensiv afgræsning med får og kreaturer, eller ved jævnlige tørveskrælninger, afbrændinger eller høst af dværgbuske.

Ud over manglende pleje udgør eutrofiering den væsentligste trussel mod hede-naturtyperne, da naturtyperne er naturligt næringsstofbegrænsede.

Den våde hede er domineret af dværgbuske, som trives ved fugtige forhold. Klokkelyng dominerer oftest, gerne ledsaget af tuekogleaks og blåtop. For den våde hede er vandstandssænkning desuden en alvorlig trussel.

Forskellige græsarter, fx blåtop, forekommer naturligt i hede-naturtyper, men ikke som et dominerende element. Det er derfor vigtigt at se på forholdet mellem forekomsten af disse artsgrupper for at vurdere naturtypernes tilstand.

Data fra 2006 viser massiv forekomst af blåtop på bekostning af klokkelygndækning og andre dværgbuske, hvilket betyder, at den våde hede er under kraftig forandring og truet som naturtype. På den tørre hede fortrænger bølget bunke mange steder de karakteristiske dværgbuske.

Disse forandringer i artssammensætningen skyldes formentlig eutrofiering, idet målinger af C/N-forholdet i jord gav værdier under det fastsatte kriterium på mindst 30. Denne konklusion understøttes ligeledes af data for kvælstofindholdet i plantematerialet.

Hederne er desuden mange steder meget tilgroede med vedplanter (især våd hede), og der forekommer invasive arter på 80-90% af de besøgte stationer. Disse forhold påvirker den karakteristiske artssammensætning på hederne.

#### **Overdrev**

Overdrev er græsdomineret vegetation på veldrænet bund. En vigtig forudsætning for græslands-naturtyperne er tilstedeværelse af pletter af bar mineraljord og dermed mulighed for fremspiring af frøplanter.

Data fra 2006 viser, at tilgroning på overdrevene og forekomst af mange invasive arter påvirker disse naturtyper. Alle overdrevstyperne er kendetegnet ved et højt artsantal, som med tiden vil kunne formindskes, hvis tilgroningen fortsætter. Det lave C/N-forhold og forekomsten af problemarter tyder på påvirkning fra tidligere tiders opdyrkning, gødskning og udsåning af kulturplanter, som kan føre til ændringer i artssammensætningen.

#### **Ferske enge**

Eng- og kærsmfund udvikles på steder med svingende grundvandstand og findes typisk, hvor der er ekstensiv græsning eller slåning. På kalkrig bund udvikles artsrige samfund med arter fra rigkær, mens der på kalkfattig bund ses meget blåtop og siv.

Den tidvis våde eng repræsenterer hovednaturtypen ferske enge i Danmark. Den er først og fremmest betinget af en fluktuerende vandstand med vinter- og forårsoversvømmelser. Den er derfor meget variabel og kan på de vådeste og mest kalkrige forekomster ligne rigkær, og på de mere næringsfattige og sure forekomster blot bestå af få arter, med blåtop som dominerende art. De sure enge repræsenterer en type, som er beslægtet med våd hede.

Den tidvis våde eng består i afgræsset form af et lavt, artsrigt urtelag med partier af høje urter. Ved ophør af græsning vil naturtypen både på kalkrig og næringsfattig bund blive bevokset med høje græsser og urter, og vedplanter vil etablere sig.

Data fra 2006 viser, at den tidvis våde eng er påvirket af tilgroning, idet det faglige kriterium er overskredet på en tredjedel af alle prøvefelter. Fundet af invasive arter på især de ekstensivt overvågede stationer peger på, at den naturlige artssammensætning er under pres.

#### **Sure moser**

I Danmark findes flere naturligt forekommende typer af sure moser, nemlig højmose, nedbrudt højmose, hængesæk samt tørvelavning.

Højmoser er moser, som kun modtager vand gennem nedbør. Vegetationen domineres af tørvemos. Højmoserne består af tuer, som er højreliggende partier med lyng, og høljer, som er lavere, våde dele med tørvemos. Desuden indgår en randzone, kaldet laggen, ofte med træer.

En hængesæk opstår, når planter – typisk tørvemos – vokser ud i og hen over et vandhul eller en sø. Mosserne udgør ofte en væsentlig del af vegetationen, og i sene stadier af naturtypens naturlige udvikling indvandrer buske og træer. Efterhånden som tørven bygges op, dannes et så tykt lag, at man kan gå på det. Der er frit vand under vegetationen. En hængesæk af tørvemos kan være et mellemstadium i dannelsen af en højmose af tilgroningstypen.

På den centrale del af en upåvirket højmose vokser ingen træer. De fugtige lavninger på højmosen (høljer), hvor der også kan stå en smule vand, er domineret af tørvemossen *Sphagnum cuspidatum* som ikke tåler udtørring. Man finder derudover f.eks. Smalbladet Kæruld og de kødædende soldug-arter Langbladet, Rundbladet og Liden Soldug.

I den våde zone, der omgiver højmosen (lagg-zonen) sker der en blanding af det næringsfattige vand fra det midterste af højmosen og vand fra omgivelserne. Lagg-zonen er derfor ikke så næringsfattig som de centrale dele af højmosen, og vegetationen er derfor en anden. Der vokser ofte træer i lagg-zonen.

Fugtighedskrævende, nøjsomme arter og et udbredt dække af tørvemoser er sikre tegn på velfungerende, tørvedannende naturtyper. Eutrofiering og udtørring er væsentlige trusler for disse naturtyper. På hængesækken og tørvelavninger er forekomsten af vedplanter tegn på udtørring. Vedplanter udover dværgbuske forekommer ikke naturligt på højmosefladen og er her et tegn på eutrofiering og/eller ødelæggelse af de hydrologiske forudsætninger.

Højmose og hængesæk er naturligt lysåbne og meget sårbare overfor færdsel, så her vil kreaturer kunne skade naturtypen.

Data fra 2006 for indholdet af kvælstof i tørvemos på højmose og hængesæk indikerer en betydelig eutrofieringspåvirkning, og indholdet af nitrat i vand tyder på nogen nedbrydning af tørven.

Forekomsten af invasive arter især på højmosen og tilgroningen med vedplanter på alle tre mosetyper bevirker, at den karakteristiske artsammensætning påvirkes.

#### **Kalkrige moser**

Naturtypen omfatter moser og enge med konstant vandmættet jordbund, hvor grundvandet er mere eller mindre kalkholdigt, således at den særlige rigkærvegetation opstår. Med græsning eller slåning er vegetationen åben og lavtvoksende som regel med mange små starrer og moser. Uden græsning eller slåning udvikles mere højt voksende og tilgroede typer, som efterhånden ændres til krat eller sumpskov. En sjælden variant er ekstremrigkær, som findes på særligt kalkrig bund.

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.

Hvor den kraftige, tuedannende halvgræs avneknippe dominerer, henføres naturtypen til avneknippemose. Avneknippemosen domineres af høje halvgræsser, græsser og urter med spredte partier af vedplanter. Tagrør kan udkonkurrere avneknippe ved eutrofiering.

En særlig naturtype findes i forbindelse med fremvældende trykvand i kildevæld. Kildevæld findes både i lysåbne og trædækkede former, og er i begge tilfælde kendetegnet ved lave urter og en rig flora af mosser.

Udtørring og tilgroning er sammen med eutrofiering de største trusler for disse sårbare naturtyper, hvis tilstand primært vurderes ud fra indikatorer for hydrologi og tilgroning.

Data fra 2006 viser en kraftig tilgroning af kildevæld, som dog ikke i sig selv giver grund til bekymring, idet kildevæld findes i både lysåbne og trædækkede former. Når man sammenholder tilgroningsforholdene med, at kriteriet for kvælstof i mos overskrides for næsten alle prøvefel-

ter i kildevæld, og at nitrattindholdet i vand generelt er højt, vurderes det, at naturtypen er påvirket af eutrofiering.

Også på rigkær indikerer kvælstofindholdet i mos, at naturtypen er påvirket af eutrofiering.

For alle tre typer af kalkrige moser tyder data på, at invasive arter kan være et problem på cirka halvdelen af stationerne, ligesom tilgroning kan være et problem på nogle stationer. De fundne problemarter indikerer, at udtørring og eutrofiering præger mange af de kalkrige moser.

## 10.4 Invasive arter - Fokuspunkt

I årets Naturtyperapport er der særligt fokus på invasive plantearter, deres forekomst inden for habitatområderne og på de arter, der udgør de største trusler samt mulige bekæmpelsesstrategier.

Den danske flora består af omkring 1450 karplanter, knap 600 mosser og godt 400 alger. Af karplanterne regnes 1050 for oprindeligt hjemmehørende og omfatter arter, som forekommer i deres naturlige biogeografiske udbredelsesområde, dvs. i det område som arterne findes naturligt i eller kunne findes i, uden indførsel eller indslæbning af mennesker. Hjemmehørende arter er i sin tid også indvandret og har etableret sig i selv-opretholdende bestande. Langt hovedparten af de danske plantearter er indvandret efter sidste istid.

Nye arter kan også være kommet på to andre måder. Enten er de indført bevidst af mennesker med henblik på fx landbrug eller havebrug, eller de kan være utilsigtet indslæbt fx som forurening med frø, eller på biler, tog eller fly. Blandt de introducerede arter, der er etableret i den danske flora, er kun en lille del invasive.

Invasive arter er introducerede arter, der er ikke blot er etableret i det nye område, men også er i stand til at sprede sig og blive en trussel overfor de hjemmehørende arter og dermed påvirke den biologiske mangfoldighed i negativ retning.

Tiden fra en art introduceres til et nyt område til den er naturaliseret og har etableret en selv-opretholdende bestand kan strække sig over hundrede år eller mere. I den periode kan der ske en tilpasning hos arten til det nye miljø, eller der kan ske ændringer i økosystemet eller miljøet. Det kan fx være klimatiske forandringer, ændringer i tilgængeligheden af begrænsende ressourcer.

### Hvorfor bliver nogle arter invasive

Der er tre forhold der er afgørende for en succesfuld invasion: 1) mængden af spredningsenheder (frø), der kommer til det nye område, 2) egenskaber hos den introducerede art, og 3) plantesamfundenes modtagelighed over for invasion.

Der er ikke fundet nogen generel sammenhæng mellem invasionssucces og planteegenskaber, men flerårige plantearter, der producerer mange frø med en lang spiringsdygtighed, og som ikke har specifikke krav til



spiring, vækst eller bestøvning har dog helt generelt en større sandsynlighed for at blive invasive.

Det der afgør den invaderende arts succes vil ofte være dens konkurrenceevne i forhold til arterne i modtagersamfundet. Økosystemer med mange og lettilgængelige ressourcer, og som huser mange hjemmehørende arter, må forventes at kunne huse mange ikke-hjemmehørende arter og blandt dem nogle invasive.

Fragmenteringen af landskabet og dermed også forekomsten af mange små bestande kan også være af betydning for følsomheden. Øer er særligt modtagelige over for invasion.

### Overvågningen af invasive arter

Overvågningen af invasive arter i 2004-06 omfattede en række urter, buske og træer samt mosset stjerne-bredribbe (*Campylopus introflexus*). Vurderingen af hvilke invasive arter, der bør overvåges nationalt, forudsætter, at udviklingen løbende følges. Nye arter, som opnår en udbredelse og effekt, der kræver opfølgning, kan komme til.

**Tabel 10.3** Udviklingen i antallet af intensive overvågningsstationer hvor der forekommer en eller flere invasive arter for årene 2004-2006, samt forekomsten på de ekstensivt overvågede stationer (Bruus et al., 2007).

	Intensivt overvågede stationer			
	Ekstensivt overvågede stationer	2004	2005	2006
	2004-2006			
Antal besøgte stationer	184	200	200	200
Antal stationer med invasive arter	97 (53%)	97 (48,5%)	121 (60,5%)	133 (66,5%)
Små bestande	45	38	49	47
Store, dækning <10%	45	52	67	80
Store, dækning 10-25%	5	5	3	4
Store dækning >25%	2	2	2	2

### Resultaterne af overvågningen

Overvågningen har vist, at der forekommer en eller flere invasive arter på halvdelen eller mere af de overvågede stationer. Andelen af stationer med invasive arter har været stigende gennem perioden og navnlig antallet af stationer med store bestande, hvor dækningen udgør op til 10 % af stationens areal, er steget markant.

I perioden 2004-2006 er registreret 29 invasive arter på de besøgte stationer. Blandt disse forekommer 21 arter i store bestande. En række arter forekommer tydeligvis langt hyppigere end de øvrige. Enkelte af disse, fx vadegræs, forekommer kun på en naturtype, mens fx Sildig gyldenris, Rød hestehov, Bærmispel, Sitka-gran, Hvid-gran, Klit-fyr og Glansbladet hæg forekommer på 3-4 naturtyper, hvor de hyppigt danner store bestande. Endelig er der seks arter, der forekommer i halvdelen eller flere af de overvågede naturtyper og forekommer i store bestande på mange stationer. Det gælder mosset Stjerne-bredribbe (*Campylopus introflexus*), Kæmpe-bjørneklo, de to buske gyvel og Rynket rose og nåletræarterne Bjergfyr og Rødgran.

# 11 Artsovervågning

## 11.1 Baggrund og formål med overvågning af arter

Habitatdirektivets primære sigte er at sikre biologisk mangfoldighed gennem bevarelse af naturtyper og arter. Der er udpeget en række habitatområder, der sammen med fuglebeskyttelses- og Ramsarområder indgår i et europæisk net af bevaringsværdige områder, kaldet Natura 2000-områder. Formålet med artsovervågningen er at tilvejebringe en viden om en række arters forekomst og udbredelse og dermed et grundlag for at vurdere bevaringsstatus og behov for indsats.

### Overvågning af arter

Delprogrammet for arter i NOVANA indeholder følgende elementer:

- Overvågning af tilstand og udvikling for udvalgte plante- og dyrearter på EF-Habitatdirektivets Bilag II og IV
- Visse ansvarsarter hvor mere end 20 procent af den samlede bestand befinder sig i Danmark (karplanter, natsommerfugle)
- EF Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I
- Regelmæssigt tilbagevendende trækfugle
- Øvrige udvalgte arter.

### Bevaringsstatus og faglige kriterier

I henhold til EF-habitatdirektivet anses en arts bevaringsstatus for gunstig, når:

- Data vedrørende bestandudviklingen af den pågældende art viser, at arten på langt sigt vil kunne opretholde sig selv som en levedygtig bestanddel af dens naturlige levesteder, og
- Artens naturlige udbredelsesområde hverken er i tilbagegang, eller der er sandsynlighed for, at det inden for en overskuelig fremtid vil blive mindsket, og
- Der er og sandsynligvis fortsat vil være et tilstrækkeligt stort levested til på langt sigt at bevare dens bestande.

I henhold til EF-habitatdirektivet, som bl.a. er implementeret i dansk lovgivning i form af "Lov om miljømål for vandforekomster og internationale naturbeskyttelsesområder", er medlemslandene i EU forpligtiget til at sikre de berørte arter en gunstig bevaringsstatus.

For arter omfattet af EF-habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet er overvågningen baseret på faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus. Kriterierne indgår ved vurdering af resultaterne af artsovervågningen. De faglige kriterier er ikke vedtagne målsætninger, men et pejlemærke ved vurdering af bestandene.

### Strategi for overvågning af arter

En arts forekomst kan beskrives ved henholdsvis udbredelse og bestandsstørrelse, som begge er centrale elementer i habitatdirektivets de-

inition af gunstig bevaringsstatus. Bestandsstørrelser bliver typisk overvåget intensivt, mens arters udbredelse vil blive overvåget ekstensivt.

Intensiv overvågning gennemføres som udgangspunkt hvert år. Ekstensiv overvågning sker for at få 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. Dataindsamlingen sker i et landsdækkende net af kvadrater på 10x10 km.

De landsdækkende vandfugletællinger skal dække alle de vandfuglearter, der opholder sig i Danmark ved midvinter, og omfatter dels tællinger fra land af alle potentielle rastepladser, som kan dækkes på denne måde, og dels flytællinger af vandfuglene i alle danske marine områder fra den centrale Nordsø til øst for Bornholm.

#### Overvågning af arter i 2006

Overvågning af arter i NOVANA i 2006 har omfattet i alt 7 arter fra habitatdirektivs bilag II og IV, nemlig Gul stenbræk, Fruesko, Mygblomst, Enkelt månerude, Blank seglmos, Hedepletvinge og Birkemus. Herudover har amterne overvåget yderligere en række ansvarsarter, herunder karplanter, vindelsnegle, padder og flagermus.

For de fleste arter vil overvågningen i 2006 sammen med overvågningen i 2004-2005 udgøre en baseline som resultaterne af overvågningen i de kommende år kan sammenlignes med. For disse arter vil det ikke i første omgang være muligt med sikkerhed at vurdere udviklingstendenser i bestandsstørrelser og udbredelse.

Hertil kommer overvågningen af yngle- og trækfugle. Amternes overvågning af ynglefugle på Fuglebeskyttelsesdirektivets Bilag I har i 2006 omfattet seks arter (tabel 11.1). Hvidbrystet præstekrave, sandterne, sortterne og markpiber overvåges årligt, splitterne og dværgterne hvert tredje år og fjordterne og havterne hvert sjette år.

**Tabel 11.1** Fuglearter på Fuglebeskyttelsesdirektivets Bilag I, som er indgået i amternes overvågning af ynglefugle i 2006 (Søgaard et al., 2007).

ART / AMTER	NOR	ÅRH	VIB	RIN	VEJ	RIB	SØN	FYN	FRE	VES	KØB	ROS	STO	BOR
Hvidbr. præstekrave						x	x							
Sandterne						x	x							
Splitterne	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Fjordterne	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Havterne	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Dværgterne	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Sortterne	x	x	x				x					x		
Markpiber	x	x												

Endvidere er der i 2006 opgjort bestande af trækfugle. Det drejer sig om vadefugle, svingfjersfældende vandfugle, samt svømmeænder, kortnæbbet gås, bramgås, knortegås og grågås. Derudover er der indsamlet tilfældige data (passiv overvågning) for en række arter. Disse data vil først blive behandlet efter flere års indsamling.

### Resultaterne af overvågningen i 2006

Enkelt månerude blev registreret på en ud af to lokaliteter ved overvågningen i 2006.

Årets totaloptælling af Mygblomst viste, at arten blev fundet på 16 ud af 27 overvågede lokaliteter. Hovedparten af bestandene har været overvåget siden iværksættelsen af det nationale overvågningsprogram i 1987. Det samlede antal registrerede individer af Mygblomst er i 2006 det højeste i den periode, overvågningen har været udført.

Der blev ikke under overvågningen i 2006 registreret Hvidbrystet præstekrave uden for Ribe og Sønderjyllands amter, og dens bevaringsstatus er usikker. De landsdækkende optællinger af svingfjersfældende vandfugle vil blive afrapporteret særskilt i en DMU-rapport i 2008.

I det følgende sammenfattes resultaterne af overvågningen af Gul stenbræk, Fruesko, Blank seglmos, Hedepletvinge, Sandterne, Markpiber og udvalgte vandfugle, vadefugle og svømmeænder.

## 11.2 Gul stenbræk

Gul stenbræk vokser i lysåbne væld og vældmoser med fremsivende, ensvarmt vand året igennem (paludellavæld). Før 1950 blev arten med sikkerhed fundet på ca. 90 lokaliteter, fortrinsvis i Midt- og Nordjylland, men også i Vestjylland og Nordsjælland. I 1998 blev gul stenbræk genfundet på syv lokaliteter ud af 17 kendte levesteder for arten i perioden 1969-1990.

### Faglige kriterier

Gunstig bevaringsstatus for Gul stenbræk i Danmark 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 desuden være stigende, og der skal ske en forøgelse i antallet af lokaliteter med arten.

### Resultaterne af overvågningen i 2006

Gul stenbræk overvåges på nuværende og tidligere levesteder ved en total optælling af blomstrende skud på levestedet. Fordeling og udbredelse fastlægges ved registrering af de enkelte individers (kloners) forekomst og den samlede bestands udstrækning på levestedet.

Gul stenbræk blev i 2006 fundet på fem ud af 14 lokaliteter fordelt med to i Nordjyllands Amt og tre i Viborg Amt (tabel 11.2).

**Tabel 11.2** Overvågning af gul stenbræk i 2006 (Søgaard et al., 2007).

AMT	Lokaliteter Undersøgte	Lokaliteter Positive	UTM-kvadrater Undersøgte	UTM-kvadrater Positive
Nordjylland	2	2	2	2
Århus	3	0	2	0
Viborg	5	3	2	2
Ringkøbing	4	0	2	0
I ALT	14	5	8	4

### Vurdering af tilstanden

Det samlede antal på 4.385 blomstrende skud har svinget i 2004-2006, men dette behøver ikke være udtryk for regulære frem- eller tilbagegang for arten. De enkelte individer kan formodentlig overleve i mange år som vegetativ og sprede sig vegetativt.

**Tabel 11.3** Optællinger af gul stenbræk (antal blomstrende skud), NOVANA 2006. \* I 2004 og 2005 er der fundet henholdsvis syv og et vegetativt skud. \*\* I 2006 er der optalt 2871 vegetative skud (Søgaard et al., 2007).

Lokalitet	2004	2005	2006
Halkær	155	631	698**
Kielstrup	0*	0*	?
Krogens Møllebæk	193	344	126
Kvorning Mølle, vest	46	29	5
Kvorning Mølle, øst	14	25	20
Rosborg Sø	4.429	6.463	3.536
I ALT	4.837	7.492	4.385

## 11.3 Fruesko

Fruesko vokser i Danmark på to skråninger med højt kalkindhold. Den ene er en skovklædt, nordvestvendt skråning domineret af bøg. Den anden er en nordøstvendt skråning, der er græsklædt med spredte enebærbuske. Den nordlige ende er beplantet med rødgran, hvor Fruesko optræder i randen af beplantningen og mellem træerne.

### Faglige kriterier

Gunstig bevaringsstatus for Fruesko i Danmark 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. Det samlede areal med forekomst af Fruesko skal være stabilt eller stigende.

### Resultaterne af overvågningen i 2006

Bestandsstørrelse og –sammensætning af Fruesko opgøres ved en totaloptælling af de vegetative og blomstrende skud på levestedet. Bestandsstørrelsen opgøres så vidt muligt som antal individer (kloner), da en klon kan sætte flere overjordiske skud. Frugtsætning opgøres og der registreres endvidere en række levestedsparametre.

Fruesko blev i 2006 eftersøgt og fundet på to lokaliteter i Himmerland (tabel 11.4).

**Tabel 11.4** Overvågning af fruesko i 2006 (Søgaard et al., 2007).

AMT	Lokaliteter Undersøgte	Lokaliteter Positive	UTM-kvadrater Undersøgte	UTM-kvadrater Positive
Nordjylland	2	2	1	1
I ALT	2	2	1	1

Antallet af skud i Buderupholm-bestanden er fortsat i fremgang i 2006, hvor antallet af skud, 166, er det højeste siden 1982, hvor der blev registreret 172 skud. Antallet af blomstrende skud i 2006 overgår antallet af vegetative skud.

Fremgangen i bestanden ved Skindbjerg i antallet af skud er fortsat i 2006 og var igen over 1.000 skud. Bestanden har været i næsten uafbrudt 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 tredoblet.

#### **Vurdering af tilstanden**

Bedømt alene på mængden af vegetative og blomstrende skud er det samlede antal skud det største, der er optalt i Danmark i den tid, frueskobestanderne har været overvåget. Buderupholm-bestanden i indhegningen fortsat synes uden rekruttering af nye individer, dog er det uvist om der er en forøget frøsætning og dermed formeringssucces i 2006.

Udbredelsen af bestanden ved Skindbjerg er vokset betydeligt i de snart 40 år, bestanden har været kendt, idet både antallet af skud hos de gammelkendte individer (kloner) og af antallet af nye individer er forøget. Bestanden har tillige etableret sig under granbeplantningen på skråningen.

Antallet af individer/kloner i den enkelte bestand skal være stabilt eller stigende.

## **11.4 Blank seglmos**

Blank seglmos vokser i kildeområder og vældpåvirkede kær med mineralrigt, middelhårdt til relativt kalkholdigt vand og ofte på steder med jernudfældning. Den forekommer på lokaliteter med bl.a. høj vandstand, middelhøj pH værdi, lav næringsstofftilgængelighed og høj mosdækningsgrad. Den høje vandstand medvirker til, at de mosdominerede områder på lokaliteterne holdes lysåbne og gør derved forekomst af Blank seglmos mulig.

Blank seglmos er med sikkerhed blevet registreret på 52 lokaliteter i Danmark. Den har forekommet spredt i Jylland, et fåtal af steder på Sjælland og to steder på Bornholm.

I 2000 og 2002 blev blank seglmos eftersøgt på 50 kendte og potentielle lokaliteter. De potentielle lokaliteter omfattede især paludellavæld. Den blev genfundet på 4 lokaliteter. I 2005 blev 19 lokaliteter genundersøgt, og arten blev fundet på 8 lokaliteter. Hertil kommer, at den blev fundet på én ny lokalitet.

#### **Faglige kriterier**

Gunstig bevaringsstatus for Blank seglmos i Danmark forudsætter bl.a., at arten findes inden for både den atlantiske og kontinentale region herunder i den østlige del af Jylland. Inden for hvert af de to områder skal der være flere levedygtige bestande, og den samlede bestand skal være stigende.

#### **Resultaterne af overvågningen i 2006**

Arten blev eftersøgt på de vigtigste lokaliteter i hvert kvadrat. Hvis arten blev registreret på den første lokalitet, ophørte eftersøgningen i det på-

gældende kvadrat. Hvis arten ikke blev registreret her, blev eftersøgningen på andre lokaliteter indenfor kvadratet fortsat.

Blank seglmos er kendt fra 11 lokaliteter, alle i Jylland.

**Tabel 11.5** Overvågning af blank seglmos i 2006. (\*: baseret på Asbjerg & Plöger 2006a. \*\*: fælles kvadrater med Københavns Amt. \*\*\*: baseret på Asbjerg & Plöger 2006b) (Søgaard et al., 2007).

AMT	Lokaliteter Undersøgte	Lokaliteter Positive	UTM-kvadrater Undersøgte	UTM-kvadrater Positive
Nordjylland	9	1	8	1
Viborg	20	8	13	7
Århus	6	1	5	1
Ringkøbing	5	0	3	0
Ribe	1	1	1	1
Vejle	1	0	1	0
Fyn	2	0	2	0
Frederiksborg*	9	0	7**	0
København***	4	0	3	0
Vestsjælland	1	0	1	0
Roskilde	6	0	5	0
I ALT	64	11	49	10

#### Vurdering af tilstanden

Udbredelse og forekomst af Blank seglmos er gået tilbage. Årsagen er først og fremmest afvanding og dræning af artens voksesteder og tilgroning med højt voksende urter og vedplanter.

## 11.5 Hedepletvinge

Sommerfuglen Hedepletvinge lever på fugtige heder og ugødede enge på mager jord med rigelige bevoksninger af djævelsbid *Succisa pratensis*, som er den foretrukne værtsplante. Larverne lever på og af djævelsbid, og i august-september spinder de et overvintringsspind.

Hedepletvinge var tidligere vidt udbredt i det meste af landet. Arten er dog sidst set uden for Jylland i 1920-erne, og omkring 1950 begyndte den også at forsvinde fra mange af de jyske lokaliteter. Ved en undersøgelse i sommeren 2000 blev hedepletvinge fundet på ni lokaliteter i Nordjylland, og det vurderes, at arten måske forekommer på 3-4 andre lokaliteter. I perioden 2004-2005 blev der registreret 14 levesteder for hedepletvinge, alle i Nordjyllands Amt

#### Faglige kriterier

Gunstig bevaringsstatus for hedepletvinge i Danmark forudsætter for det første, at arten konsolideres på flere lokaliteter inden for dens nuværende udbredelsesområde. Det indebærer, at arten skal 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.

#### Resultaterne af overvågningen i 2006

Hedepletvinge overvåges ved registrering af imago og/eller larvespind i august-september på den foretrukne værtsplante, djævelsbid. Bestands-

størrelse opgøres ved optælling af larvespind. Desuden indsamles en række levestedsoplysninger i maj-juni.

Hedepletvinge er i 2006 overvåget i tre amter på i alt 45 lokaliteter og blev fundet i Nordjyllands Amt på 19 lokaliteter (tabel 11.6).

**Tabel 11.6** Overvågning af hedepletvinge i 2006 (Søgaard et al., 2007).

AMT	Lokaliteter	Lokaliteter	UTM-kvadrater	UTM-kvadrater
	Undersøgte	Positive	Undersøgte	Positive
Nordjylland	36	19	11	7
Viborg	7	0	3	0
Ringkøbing	2	0	2	0
I ALT	45	19	16	7

Ekstraordinært mange solskinstimer og høje dagtemperaturer i dagtimerne i juni 2006 bevirkede, at sommerfuglene var meget aktive gennem hele dagen, og de blev hurtigere affløjne end normalt. Det høje aktivitetsniveau kan have bevirket en større spredningsevne end normalt, og hedepletvinge har sandsynligvis derved kunnet sprede sig til nye egnede levesteder i periferien af de kendte, tidligere levesteder.

#### **Vurdering af tilstanden**

Med de nye fund af hedepletvinge i 2006 synes der generelt at være en positiv udvikling i antallet af bestande og antal larvespind gennem perioden 2000-2006. I denne vurdering skal man dog tage højde for, at de senere års store opmærksomhed gennem NOVANA-artsovervågningen og LIFE-projektet ASPEA har bidraget til øget viden om levesteder for arten. De nye forekomster repræsenterer derfor sandsynligvis i en vis udstrækning oversete forekomster frem for nyindvandrede bestande.

## **11.6 Sandterne**

Sandternen yngler i Danmark på øer og holme oftest i tilknytning til kolonier af hættemåge eller fjordterne. Arten er trækfugl, som overvintrer i Vestafrika. Sandternen ynglede tidligere spredt og lokalt i Vest- og Nordjylland. Arten er gået stærkt tilbage efter 1950 og forekommer nu alene i Vadehavsområdet, hvor den er ikke længere yngler årligt.

#### **Faglige kriterier**

De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for sandterne som ynglefugl omfatter bl.a., at der etableres en fast ynglebestand på mindst 12 par, og at antallet af ynglepar derefter er stabilt eller stigende.

#### **Resultaterne af overvågningen i 2006**

Sandterne overvåges årligt ved en fuldstændig eftersøgning og optælling af ynglepar/kolonier på potentielle lokaliteter inden for perioden 20. maj-10. juni. Desuden registreres levestedsparametre. Sandterne blev i 2004-2006 overvåget alle relevante steder i tre amter (tabel 11.7).



**Tabel 11.7** Overvågning af ynglende sandterne i Danmark i 2006 (Søgaard et al., 2007).

AMT	Antal par 2004	Antal par 2005	Antal par 2006
Nordjylland	0	0	0
Ribe	3	2	0
Sønderjylland	0	0	0
I ALT	3	2	0

Sandterne blev ikke fundet ynglende i Danmark i 2006. Fuglene er tidligere under NOVANA fundet ynglende i Ribe Amt i både 2004 og 2005.

#### Vurdering af tilstanden

Når arten som i 2006 ikke har ynglet i Danmark ligger antallet for sandterne under det foreslåede faglige kriterium for gunstig bevaringsstatus.

## 11.7 Markpiber

Markpiber yngler i Danmark i tørre, åbne og sandede klitter nær kysten. Arten er trækfugl, som overvintrer i Afrika og på Den arabiske Halvø. Markpiber har altid været fåtallig i Danmark, men forekom tidligere mere udbredt, herunder på Bornholm. Arten er gået stærkt tilbage i løbet af 1900-tallet og forekommer nu alene på Anholt og Skagenhalvøen. Danmark ligger på nordkanten af artens udbredelse, og markpiber synes under forsvinden som ynglefugl i Danmark.

#### Faglige kriterier

De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for markpiber som ynglefugl omfatter bl.a., at bestanden er mindst 30 par, og at den derefter er stabil eller stigende (Søgaard m.fl. 2003).

#### Resultaterne af overvågningen i 2006

Markpiber overvåges årligt. Potentielle yngleområder gennemgås for syngende hanner langs transekter med en indbyrdes afstand på 200 m inden for perioden 20. maj-10. juni. Desuden registreres levestedsparametre.

Markpiber blev i 2004-2006 eftersøgt på alle relevante lokaliteter (tabel 11.8).

**Tabel 11.8** Overvågning af ynglende markpiber i Danmark i 2006 (Søgaard et al., 2007).

AMT	Antal par 2004	Antal par 2005	Antal par 2006
Nordjylland	0	2	1
Århus	0	0	2
I ALT	0	2	3

Der blev i 2006 registreret ynglende markpiber både i Skagensområdet og på Anholt.

#### Vurdering af tilstanden

Antallet af markpiber har alle år i perioden 2004-2006 ligget under det foreslåede kriterium for gunstig bevaringsstatus.

## 11.8 Overvågning af trækfugle

### Vandfugle midvinter 2006

I perioden 13.-26. januar 2006 blev der gennemført en midvintertælling af vandfugle. Tællingen omfattede dels flytællinger af udvalgte marine og brakke vandområder, dels optælling fra land i udvalgte områder og herudover landsdækkende optællinger af gæs, sangsvane og pibesvane.

I 2006 blev otte marine og brakke områder dækket fra flyvemaskine og 40 områder dækket af et netværk af frivillige optællere. Endvidere blev alle potentielle områder for gæs og sangsvaner dækket – i alt yderligere ca. 250 lokaliteter.

### Resultaterne af overvågningen i 2006

Resultaterne fra midvintertællingen af vandfugle i 2006 viste for sædgås i Sydøstdanmark ikke nævneværdige variationer i forhold til tidligere år. Sædgæs i Nordvestdanmark nåede i 2006 et antal, som ligger omkring det forventede samlede antal for denne landsdel. Antallet af sangsvaner var tilbage på det rekordhøje niveau fra 2004. Arten overvintrer over hele Nordvesteuropa og andelen, der overvintrer i Danmark, varierer fra år til år afhængigt af bl.a. vinterens hårdhed. Et rekordstort antal blisgæs blev registreret i 2006. Arten overvintrer traditionelt i landene syd for Danmark.

**Tablet 11.9** Antal i 2004-2006 for trækfugle, som alene optælles ved midvinter (Søgaard et al., 2007).

Art	2004	2005	2006
Sangsvane	40.112	31.176	41.665
Sædgås SØ Danmark	9.773	9.775	13.926
Sædgås NV Danmark	928	1.260	2.353
Blisgås	1.284	621	9.413

### Vurdering af tilstanden

Bevaringsstatus for en række vandfuglearter vurderes bl.a. på baggrund af resultater af midvintertællinger over 12-årige perioder. Det kan konstateres at antallet af sædgæs i Nordvestjylland i 2006 i modsætning til 2004 og 2005 lå over det foreslåede faglige kriterium for gunstig bevaringsstatus på 2.000 fugle.

## 11.9 Vadefugle, maj

Optællingen af vadefugle i maj 2006 omfattede lille kobbersnepe og islandsk ryle. Denne tælling er national og sigter mod at overvåge de to arter i EF-fuglebeskyttelsesområder, hvor arterne indgår i de oprindelige udpegningsgrundlag.

Lille kobbersnepe overvåges i en række EF-fuglebeskyttelsesområder spredt over hele landet undtagen Bornholm, mens islandsk ryle alene overvåges i det danske Vadehavsområde.

### Faglige kriterier

De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for lille kobbersnepe og islandsk ryle som trækfugle omfatter bl.a., at de to arter ved tællinger i

maj forekommer i antal over henholdsvis 30.000 og 12.000, og at antallet er stabile eller stigende over rullende 12-årige perioder.

#### **Resultater af overvågningen i 2006**

Optællingen af lille kobbersneppe og islandsk ryle blev gennemført 6.-7. maj parallelt med optællingen af knortegæs og udføres som en totaltælling af rastende fugle i fourageringsområderne. I både 2004 og 2006 blev 14 EF-fuglebeskyttelsesområder undersøgt for mindst én af de to arter. Resultaterne kan ikke tages som udtryk for udviklingstendenser i bestandsstørrelse, idet fuglene trækker gennem landet i optællingstidspunktet.

**Tabel 11.10** Overvågning af rastende lille kobbersneppe og islandsk ryle i Danmark i 2004 og 2006 (Søgaard et al., 2007).

	<b>2004</b>	<b>2006</b>
Lille kobbersneppe	40.848	34.028
Islandsk ryle	22.550	87.450

Der har ikke tidligere været foretaget optællinger af disse to arter i begyndelsen af maj, og der findes således ikke noget sammenligningsgrundlag. Optællingen foregår i træktiden, og variationer i fuglenes timing af trækket igennem Danmark kan være årsag til fluktuationer i årlige antal. (tabel 11.10).

#### **Vurdering af tilstanden**

Bevaringsstatus for lille kobbersneppe og islandsk ryle vurderes ud fra resultater af tællinger over 12-årige perioder. Antallene for såvel lille kobbersneppe som islandsk ryle var over de foreslåede kriterier for gunstig bevaringsstatus for begge arter.

### **11.10 Svømmeænder**

Optællingen af fugle i oktober 2006 omfattede pibeand, knarand, krikand, gråand, spidsand og taffeland. Denne tælling er national og sigter mod at overvåge de syv arter i EF-fuglebeskyttelsesområder, hvor arterne indgår i de oprindelige udpegningsgrundlag, samt i en række reservater og i nogle naturgenoprettede områder. Disse arter forlader i stor udstrækning Danmark i tilfælde af længerevarende frostperioder. Arterne dækkes derfor ikke godt ved midvintertællinger, men dækkes i stedet ved en oktobertælling. Svømmeænder og taffeland dækkes i en række områder over hele landet undtagen Bornholm.

#### **Faglige kriterier**

De faglige kriterier for at arternes gunstige bevaringsstatus som trækfugle omfatter bl.a., at de forekommer i antal over henholdsvis 45.000 pibeænder, 26.000 krikænder, 6.000 spidsænder og 500 skeænder ved optællingen i oktober, og at disse antal er stabile eller stigende over rullende 12-årige perioder.

#### **Resultater af overvågningen i 2006**

I 2006 blev ca. 130 områder undersøgt for mindst én af de seks arter af svømmeænder eller taffeland i weekenden 7.-8. oktober (tabel 11.11). Der har tidligere i forbindelse med overvågning af et reservatnetværk i Danmark været foretaget optællinger af svømmeænder.

**Tabel 11.11** Overvågning af rastende svømmeænder og taffeland i Danmark i 2004 -2006 (Søgaard et al., 2007).

<b>ART</b>	<b>Antal 2004</b>	<b>Antal 2005</b>	<b>Antal 2006</b>
Pibeand	131.007	164.790	96.834
Knarand	1.237	1.259	1.655
Krikand	37.996	37.399	32.882
Gråand	51.680	41.718	36.394
Spidsand	17.385	12.148	11.146
Skeand	7.030	6.659	7.068
Taffeland	25.247	23.122	32.786

Resultater fra disse tællinger er dog ikke umiddelbart sammenlignelige med NOVANA-tællingerne. Optællingen foregår i træktiden, og variationer i fuglenes timing af trækket igennem Danmark kan være årsag til fluktuationer i de årlige antal (tabel 11.11).

For pibeand, krikand, gråand og spidsand var antallene i 2006 relativt lave. Det skyldes i første række, at det ikke lykkedes at få gennemført en tælling i Vadehavet fra flyvemaskine. Hvis der tages højde for dette, er der ikke den store variation i forhold til 2004 og 2005.

Ved fremtidige indeksberegninger vil resultatet for optællingerne tilbage til 2004 kunne genberegnes.

#### **Vurdering af tilstanden**

Bevaringsstatus for pibeand, krikand, spidsand og skeand vurderes bl.a. på baggrund af antal ved tællinger over 12-årige perioder. Antallet for disse fire arter var dog alle over den foreslåede faglige kriterium for gunstig bevaringsstatus i 2004-2006.

## 12 Referencer

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

Asbjerg, G. & Plöger, E. 2006a: Overvågning og eftersøgning af *Hamatocaulis vernicosus* i Frederiksborg Amt. - Arbejdesrapport fra AGLAJA. <http://www.aglaja.dk/publikationer/hamatocaulis.htm>

Asbjerg, G. & Plöger, E. 2006b: Overvågning og eftersøgning af *Hamatocaulis vernicosus* i Københavns Amt. - Arbejdesrapport fra AGLAJA. <http://www.aglaja.dk/publikationer/hamatocaulis.htm>

Bruus, M., Damgaard, C., Nielsen, K.E., Ejrnæs, R., Nygaard, B. & Strandberg, B. 2007: Terrestriske naturtyper 2006. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 70 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 643. <http://www.dmu.dk/Pub/FR643.pdf>

By- og Landskabsstyrelsen 2007: Punktkilder 2006. <http://www.blst.dk/>

Bøgestrand, J. (red.) 2007: Vandløb 2006. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 96 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 642 (elektronisk). <http://www.dmu.dk/Pub/FR642.pdf>

Cappelen, J. 2007: Danmarks klima 2006 med Tórshavn, Færøerne og Nuuk, Grønland. Teknisk rapport 07-01. Danmarks Meteorologiske Institut, 51 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>.

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).

Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Christensen, J., Frohn, L.M., Geels, C., Kemp, K., Løfstrøm, P., Bügel Mogensen, B., & Monies, C. 2007: Atmosfærisk deposition 2006. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 60 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 645 (elektronisk). <http://www.dmu.dk/Pub/FR645.pdf>

Fødevarestyrelsen 2005a: Sporelementer i fisk og fiskevarer (CKL projekt 2005): Cederberg, D.L., Rokkjær, I. & Sloth, J.J. [http://www.foedevarestyrelsen.dk/kontrol/kontrolresultater/CKL-projekter/sporelementer\\_tungmetaller/forside.htm](http://www.foedevarestyrelsen.dk/kontrol/kontrolresultater/CKL-projekter/sporelementer_tungmetaller/forside.htm)

Fødevarestyrelsen 2005b: Sporelementer i blåmus-linger og østers (CKL projekt 2005): Cederberg, D.L., Rokkjær, I. & Sloth, J.J. [http://www.foedevarestyrelsen.dk/kontrol/kontrolresultater/CKL-projekter/sporelementer\\_tungmetaller/forside.htm](http://www.foedevarestyrelsen.dk/kontrol/kontrolresultater/CKL-projekter/sporelementer_tungmetaller/forside.htm)

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Pedersen, L.E., Jensen, P.G., Madsen, I., Hansen, B., Brüsch, W. & Thorling, L. 2007: Landovervågningsoplande 2006. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 122 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 640 (elektronisk).

<http://www.dmu.dk/Pub/FR640.pdf>

Jørgensen, T.B., Bjerring, R. Johansson, L.S., Søndergaard, M., Sortkjær, L. & Landkildehus, F. 2007: Søer 2005 og 2006. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 66 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 641. <http://www.dmu.dk/Pub/FR641.pdf>

Larsen, C.L., 2006: Screening af beryllium i dansk grundvand. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Rapport nr. 2006/67.

Miljø- og Energiministeriet & Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri 2000: Pesticidhandlingsplan I.

Miljøministeriet & Fødevareministeriet 2003: Pesticidhandlingsplan 2004-2009.

<http://www2.mim.dk/pesticidhandlingsplan/pesticidplan.htm>

Miljøstyrelsen 2007: Bekæmpelsesmiddelstatistik 2006. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5. <http://www.mst.dk>.

Miljøstyrelsen 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. In press.

OSPAR 2004: Hazardous Substances Series: OS-PAR/ICES Workshop on the evaluation and update of background reference concentrations (B/RCS) and ecotoxicological assessment criteria (EACs) and how these assessment tools should be used in assessing contaminants in water, sediment and biota. 9-13 February 2004, The Hague, Final Report.

[http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00214\\_BRC%20EAC%20Workshop.pdf](http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00214_BRC%20EAC%20Workshop.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

Svendsen, L.M., Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Norup, B. (red.) 2004: NOVANA. Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen. Programbeskrivelse - del 2. Danmarks Miljøundersøgelser. 128 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 508. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Søgaard, B., Skov, F., Ejrnæs, R., Nielsen, K.E., Pihl, S., Clausen, P., Laur- sen, 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. 2003: Kriterier for gunstig beva- ringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitat-direktivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. Danmarks Miljøundersøgel- ser. 462 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 457.

[http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrapporter/rappo- rter/FR457.PDF](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rappo- rter/FR457.PDF).

Søgaard, B., Pihl, S. & Wind, P. 2007: Arter 2006. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 88 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 644. <http://www.dmu.dk/Pub/FR644.pdf>

Thorling, L. (red), 2007: Grundvand. Status og udvikling 1999-2006. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland. Særud- givelse (elektronisk). <http://www.grundvandsovervaagning.dk>.

Ærtebjerg, G. (red.) 2007: Marine områder 2005 – 2006. Tilstand og ud- vikling i miljø- og naturkvaliteten. NOVANA. Danmarks Miljøundersø- gelser, Aarhus Universitet. 95 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 639 (elek- tronisk). <http://www.dmu.dk/Pub/FR639.pdf>

## 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

Direktion  
Personale- og Økonomisekretariat  
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat  
Afdeling for Systemanalyse  
Afdeling for Atmosfærisk Miljø  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi  
Afdeling for Arktisk Miljø

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

Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Terrestrisk Økologi  
Afdeling for Ferskvandsøkologi

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

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. 2007**
- 635 Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV – til brug i administration og planlægning. Af Søgaard, B. et al. 226 s.
  - 634 Skovenes naturtilstand. Beregningsmetoder for Habitatdirektivets skovtyper. Af Fredshavn, J.R. et al. 52 s.
  - 633 OML Highway. Phase 1: Specifications for a Danish Highway Air Pollution Model. By Berkowicz, R. et al. 58 pp.
  - 632 Denmark's National Inventory Report 2007. Emission Inventories – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change, 1990-2005. By Illerup, J.B. et al. 638 pp.
  - 631 Biologisk vurdering og effektundersøgelser af faunapassager langs motorvejsstrækninger i Vendsyssel. Af Christensen, E. et al. 169 s.
  - 630 Control of Pesticides 2005. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krøngård, T., Petersen, K.K. & Christoffersen, C. 24 pp.
  - 629 A chemical and biological study of the impact of a suspected oil seep at the coast of Marraat, Nuussuaq, Greenland. With a summary of other environmental studies of hydrocarbons in Greenland. By Mosbech, A. et al. 55 pp.
  - 628 Danish Emission Inventories for Stationary Combustion Plants. Inventories until year 2004. By Nielsen, O.-K., Nielsen, M. & Illerup, J.B. 176 pp.
  - 627 Verification of the Danish emission inventory data by national and international data comparisons. By Fauser, P. et al. 51 pp.
  - 626 Trafikdræbte større dyr i Danmark – kortlægning og analyse af påkørselsforhold. Af Andersen, P.N. & Madsen, A.B. 58 s.
  - 625 Virkemidler til realisering af målene i EU's Vandrammedirektiv. Udredning for udvalg nedsat af Finansministeriet og Miljøministeriet: Langsigtet indsats for bedre vandmiljø. Af Schou, J.S. et al. 128 s.
  - 624 Økologisk Risikovurdering af Genmodificerede Planter i 2006. Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringsager. Af Kjellsson, G. et al. 24 s.
  - 623 The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2006. By Kemp, K. et al. 41 pp.
  - 622 Interkalibrering af marine målemetoder 2006. Hjorth, M. et al. 65 s.
  - 621 Evaluering af langtransportmodeller i NOVANA. Af Frohn, L.M. et al. 30 s.
  - 620 Vurdering af anvendelse af SCR-katalysatorer på tunge køretøjer som virkemiddel til nedbringelse af NO<sub>2</sub> forureningen i de største danske byer. Af Palmgren, F., Berkowicz, R., Ketzel, M. & Winther, M. 39 s.
  - 619 DEVANO. Decentral Vand- og Naturovervågning. Af Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Jensen, P.N. 35 s.
  - 618 Strategic Environmental Impact Assessment of hydrocarbon activities in the Disko West area. By Mosbech, A., Boertmann, D. & Jespersen, M. 187 pp.
  - 617 Elg i Danmark. Af Sunde, P. & Olesen, C.R. 49 s.
  - 616 Kvælstofreduktionen fra rodzonen til kyst for Danmark. Fagligt grundlag for et nationalt kort. Af Blicher-Mathiesen, G. et al. 66 s.
  - 615 NOVANA. Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen. Programbeskrivelse 2007-09. Del 2. Af Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Jensen, P.N. 119 s.
  - 614 Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, South Greenland 2006. By Glahder, C.M. & Asmund, G. 26 pp.
  - 613 PAH i muslinger fra indre danske farvande, 1998-2005. Niveauer, udvikling over tid og vurdering af mulige kilder. Af Hansen, A.B. 70 s.
  - 612 Recipientundersøgelse ved grønlandske lossepladser. Af Asmun, G. 110 s.
  - 611 Projection of Greenhouse Gas Emissions – 2005-2030. By Illerup, J.B. et al. 187 pp.
  - 610 Modellering af fordampning af pesticider fra jord og planter efter sprøjtning. Af Sørensen, P.B. et al. 41 s.
  - 609 OML : Review of a model formulation. By Rørdam, H., Berkowicz, R. & Løfstrøm, P. 128 pp.

Denne rapport indeholder resultater fra 2005 og 2006 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 fagdatacentre for de enkelte emneområder. Disse rapporter er baseret på data indsamlet og rapporteret af amterne.