



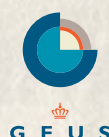
VANDMILJØ OG NATUR 2009

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Faglig rapport fra DMU nr. 806 2010



DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET



MILJØMINISTERIET

By- og Landskabsstyrelsen

[Tom side]

VANDMILJØ OG NATUR 2009

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Faglig rapport fra DMU nr. 806 2010

Poul Nordemann Jensen¹
Susanne Boutrup¹
Lilian van der Bijl¹
Lars M. Svendsen¹
Ruth Grant¹
Peter Wiberg-Larsen¹
Rikke Bjerring¹
Thomas Ellermann¹
Ditte L. Jansen Petersen¹
Morten Hjorth¹
Bjarne Søgaard¹
Lærke Thorling²
Karin Dahlgren³

¹ Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet

² De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

³ By- og Landskabsstyrelsen



DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET



.....
MILJØMINISTERIET

By- og Landskabsstyrelsen

Datablad

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 806
Titel:	Vandmiljø og Natur 2009
Undertitel:	NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning
Forfattere:	Poul Nordemann Jensen ¹ , Susanne Boutrup ¹ , Lilian van der Bijl ¹ , Lars M. Svendsen ¹ , Ruth Grant ² , Peter Wiberg-Larsen ² , Rikke Bjerring ² , Thomas Ellermann ³ , Ditte L. Jansen Petersen ⁴ , Morten Hjorth ⁴ , Bjarne Søgaard ⁵ , Lærke Thorling ⁶ & Karin Dahlgren ⁷
Institution(er), afdeling(er):	Danmarks Miljøundersøgelser: ¹ Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariatet, ² Afdeling for Ferskvandsøkologi, ³ Afdeling for Atmosfærisk Miljø, ⁴ Afdeling for Marin Økologi, ⁵ Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet, ⁶ De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, ⁷ By- og Landskabsstyrelsen
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Aarhus Universitet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsesår:	December 2010
Redaktion afsluttet:	November 2010
Faglig kommentering:	Fagdatacentrene for de enkelte emneområder
Finansiell støtte:	Ingen ekstern finansiering
Bedes citeret:	Nordemann Jensen, P., Boutrup, S., Bijl, L. van der, Svendsen, L.M., Grant, R., Wiberg-Larsen, P., Bjerring, R., Ellermann, T., Petersen, D.L.J., Hjorth, M., Søgaard, B., Thorling, L. & Dahlgren, K. 2010: Vandmiljø og Natur 2009. NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 108 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 806. http://www.dmu.dk/Pub/FR806.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Denne rapport indeholder resultater fra 2009 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 overvågning af udvalgte planter og dyr. Grundlaget for rapporten er de årlige rapporter, som udarbejdes af fagdatacentrene for de enkelte emneområder. Disse rapporter er baseret på data indsamlet af de statslige miljøcentre og Danmarks Miljøundersøgelser. Rapporten er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet efter aftale med By- og Landskabsstyrelsen, der har ansvaret for det nationale overvågningsprogram.
Emneord:	Vandmiljøplanen, habitatdirektiv, miljøtilstand, grundvand, vandløb, søer, havet, habitatområder, arter, atmosfærisk nedfald, spildevand, landbrug, kvælstof, fosfor, pesticider, tungmetaller, miljøfremmede stoffer.
Layout:	Grafisk værksted, DMU Silkeborg
Forsidefoto:	Vadehavet ved Vidåsluse. Foto: Karin Balle Madsen
ISBN:	978-87-7073-204-8
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	108
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/Pub/FR806.pdf
Supplerende oplysninger:	NOVANA er et program for en samlet og systematisk overvågning af både vandig og terrestrisk natur og miljø. NOVANA erstattede 1. januar 2004 det tidligere overvågningsprogram NOVA-2003, som alene omfattede vandmiljøet.

Indhold

Vandmiljø og Natur 2009 5

Resume 6

1 Indledning 9

- 1.1 Det nationale program for overvågning 9
- 1.2 Vejr og afstrømning i 2009 10

2 Kvælstof 13

- 2.1 Kvælstof som forureningskilde 13
- 2.2 Tilførsel af kvælstof fra luften i 2009 14
- 2.3 Kilder til tilførsel af kvælstof fra luften 18
- 2.4 Tilførsel af ammoniak fra luften til naturarealer 20
- 2.5 Kvælstof fra spildevand 21
- 2.6 Kvælstof i landbrug 23
- 2.7 Kvælstof i vand fra dyrkede arealer 25
- 2.8 Kvælstoftab fra dyrkede marker 26

3 Fosfor 28

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

4 Organisk stof som forureningskilde 35

5 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer 37

- 5.1 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer 37
- 5.2 Deposition af tungmetaller fra luften 38
- 5.3 Tungmetaller fra punktkilder 40
- 5.4 Deposition af miljøfremmede stoffer fra luften 41
- 5.5 Udledning af miljøfremmede stoffer fra punktkilder 43

6 Grundvand 46

- 6.1 Grundvandet 46
- 6.2 Status for nitratinhold i grundvand 47
- 6.3 Udvikling i nitratinhold i grundvand 50
- 6.4 Uorganiske sporstoffer i grundvand 52
- 6.5 Pesticider i grundvand 53
- 6.6 Organiske mikroforureninger i grundvand 56

7 Vandløb 57

- 7.1 Vandløb 57
- 7.2 Økologisk vandløbskvalitet – smådyr 59
- 7.3 Kvælstof i vandløb 60
- 7.4 Fosfor i vandløb 62
- 7.5 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer i vandløb 64
- 7.6 Fysisk vandløbsindeks 67
- 7.7 Vandløbsnære arealers betydning 67

8 Søer 68

- 8.1 Søerne 68
- 8.2 Fosfor i søer – status og udvikling 69
- 8.3 Kvælstof i søer – status og udvikling 70
- 8.4 Klorofyl og sigtdybde 72
- 8.5 Undervandsplanter 73
- 8.6 Fisk 73
- 8.7 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer i søer 74

9 Marine områder 77

- 9.1 De marine områder 77
- 9.2 Kvælstof og fosfor i marine områder 79
- 9.3 Planteplankton 81
- 9.4 Iltforhold i de marine områder 82
- 9.5 Bundplanter 85
- 9.6 Tungmetaller i marine områder 86
- 9.7 Miljøfremmede stoffer i marine områder 88
- 9.8 Biologiske effekter af miljøfremmede stoffer 91

10 Arter 95

- 10.1 Overvågningsstrategi 95
- 10.2 Overvågningen 2009 97
- 10.3 Konklusioner 97

11 Referencer 105

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

Vandmiljø og Natur 2009

Tilstand og udvikling - sammenfatning af undersøgelsesresultater 2009

Rapporten indeholder en sammenfatning af resultater fra 2009 af Det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen (NO-VANA).

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

Overvågningen i 2009 omfattede overvågning af tilstand og udvikling i vandmiljøet, den terrestriske natur og en række arter samt i luften i baggrundsområder, dvs. udenfor byer og ikke tæt ved lokale kilder.

Rapporten omfatter ikke resultaterne af overvågningen af naturtyper i 2009. Data fra overvågning af naturtyper i 2009 vil indgå i rapporteringen af resultaterne af overvågningen i 2010. By- og Landskabsstyrelsen har i stedet indgået aftale om, at Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Aarhus Universitet gennemfører et metodeudviklingsprojekt vedrørende tilstandsvurderinger af naturtyper.

Rapporten er udarbejdet af DMU i samarbejde med By- og Landskabsstyrelsen og GEUS og på baggrund af nedenstående rapporter fra fagdatacentrene. Rapporten er udarbejdet efter aftale med By- og Landskabsstyrelsen, der har ansvaret for det nationale overvågningsprogram.

Vandløb 2009	<i>Wiberg-Larsen et al., 2010</i>
Atmosfærisk deposition 2009	<i>Ellermann et al., 2010</i>
Landovervågningsoplande 2009	<i>Grant et al., 2010</i>
Grundvand 2009	<i>Thorling (red.), 2010</i>
Marine områder 2009	<i>Petersen & Hjorth (red.), 2010</i>
Søer 2009	<i>Bjerring et al., 2010</i>
Punktkilder 2009	<i>By- og Landskabsstyrelsen, 2010</i>
Arter 2009	<i>Søgaard et al., 2010</i>

Den del af luftovervågningen, som foretages af hensyn til menneskers sundhed, er ikke medtaget i rapporten. Denne del af overvågningen er rapporteret selvstændigt (Ellermann et al. 2010a).

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

Resume

Det danske nationale overvågningsprogram NOVANA er et integreret program med en samlet og systematisk overvågning af natur og miljø. Overvågningen dækker væsentlige dele af Danmarks internationale forpligtelser samt nationale overvågningsbehov, herunder dokumenterer effekterne af forskellige planer som vandmiljøplanerne.

Generelle udviklingstendenser for kvælstof og fosfor i overfladevand

Når der tages højde for klimatiske forhold, er der generelt set ikke sket betydende ændringer i tilførslen af næringsstoffer fra punktkilder og landbrug til vandmiljøet de seneste 6 år. Variationer i nedbør betyder væsentlige år-til-år-svingninger i udledningen fra både punktkilder og landbrug. Eftersom nedbørsmængden i 2009 var under normalen og mindre end i både 2007 og 2008, var udledningerne af kvælstof og fosfor til havet i 2009 tilsvarende lavere.

Særlige forhold i 2009

I det følgende omtales en række forhold, hvor der er set en særlig udvikling over perioden 1989-2009, eller hvor året 2009 har været specielt.

Klima 2009

Vejrmæssigt var 2009 karakteristisk ved at være det 13. varmeste år siden 1874 og have det syvende højest registrerede antal solskinstimer samt et lille nedbørsoverskud. April var rekordvarm og havde rekord i antallet af solskinstimer. Ferskvandsafstrømningen var lavere end i et normalt år, dog med stor geografisk variation. I vinteren 2008/09 var afstrømningen godt 20% under normalen. Afstrømningen afspejler i modificeret grad og med en vis tidsforskydning nedbørsfordelingen i 2009 og slutningen af 2008.

Grundvand

Indsatsen efter vedtagelsen af Vandmiljøplan I i 1987 for at mindske nitratudvaskningen fra dyrkede arealer har betydet, at nitratinholdet i det yngste, iltede grundvand er faldende. Denne tendens kan ikke ses i det ældre grundvand, som er mere end 25 år gammelt. Hyppigheden af overskridelser af grænseværdien for indhold af nitrat i drikkevand viser en tydelig faldende tendens, hvilket skyldes, at boreriger med for højt nitratinhold lukkes og erstattes af dybere boreriger.

Hyppigheden af fund af pesticider i grundvandsovervågningen var i 2009 på ca. 40%, hvilket var samme niveau som de seneste foregående år. Glyphosat, som er et af de mest solgte ukrudtsmidler i Danmark, og dets nedbrydningsprodukt AMPA blev fundet relativt hyppigt ved grundvandsovervågningen i 2009. Glyphosat blev ikke påvist i vandværksboringer i 2009, hvilket formodentlig kan skyldes at kun 66 boreriger blev undersøgt. AMPA blev i en enkelt boring under grænseværdien.

Vandløb

I forbindelse med vandløbsrapporteringen 2009 er der sat fokus på to emner: de fysiske forhold i vandløb og samspillet mellem den økologiske vandløbskvalitet og de vandløbsnære arealer.

Analyser af data for vandløbenes fysisk indeks har vist en generel god overensstemmelse mellem de fysiske forhold i vandløb, eksempelvis vandløbets størrelse, hældning og bundforhold og biodiversiteten af smådyr. Fysisk indeks afspejler desuden de menneskeskabte påvirkninger af vandløbene, herunder den landbrugsmæssige påvirkning.

Analyser af data fra de vandløbsnære arealer har vist, at der i vandløb tæt på habitatdirektivets naturtyper med vegetation på de vandløbsnære arealer findes rigere biologiske vandløbssamfund. Der er fundet flere arter af vandplanter, døgnfluer, slørvinger og vårfluer, højere faunaklasse og i et vist omfang større tætheder af ørredyngel.

Søer

Undersøgelse af fiskebestanden i søer har været med i overvågningsprogrammet med skiftende frekvens. Det er nu muligt at lave de første sammenlignende analyser over tid af udvikling i fiskebestandene.

Helt overordnet set kan der konstateres en svag generel forbedring i fiskesammensætningen i de undersøgte søer. Forbedringerne betyder, at rovfisk udgør en større andel af biomassen. Forbedringerne i fiskebestandene ligger i tråd med de øvrige forbedringer, der er set i søerne over perioden 1990-2009, fx i form af reduceret tilførsel af næringsstoffer og større sigtddybde.

Indikatorer for god økologisk tilstand

I Miljøministeriets netop udsendte udkast til vandplaner fastsættes målet for god økologisk tilstand ud fra biologiske indikatorer. Som biologisk indikator i vandløb er der anvendt faunaklassen, for søerne klorofylindholdet og for fjorde og kystområder primært ålegræs. Der er derfor i det følgende kort redegjort for udviklingen i de tre indikatorer i perioden 1989-2009.

Faunaklasse 5+6+7 i vandløb kan generelt betegnes som "god kvalitet" og andelen af disse faunaklasser har i de vandløb, hvor der foreligger målinger for perioden 1994-2009, været stigende fra ca. 42% til ca. 55%. Det skal dog understreges, at disse vandløb samlet set ikke er repræsentative for alle danske vandløb, idet tilstanden i NOVANA-vandløbene er bedre end i danske vandløb generelt.

Klorofylindholdet i de søer, som har været med i overvågningen i hele perioden 1989-2009, er faldet i 11 ud af 19 søer. Faldet er størst for de søer, hvor klorofylkoncentrationen omkring 1990 var højest. Koncentrationen er dog stadig høj i de fleste søer. Faldet i klorofylindhold afspejler et fald i tilførslen af fosfor til søerne og i fosforkoncentrationen i søvandet over den samme periode.

Der har generelt ikke været nogen udvikling i ålegræssets dybdeudbredelse i fjorde og kystområder i perioden 1989-2009. Yderfjordene er det

eneste sted, hvor der er sket en signifikant udvikling i ålegræssets hovedudbredelse, idet dybden for hovedudbredelse er øget. Denne manglende respons på en halvering af kvælstoftilførslen til de fleste kystområder hænger muligvis sammen med, at der heller ikke i perioden 1989-2009 er set en stigning i vandets klarhed, målt som sigtdybden. Desuden må der forventes en tidsforsinkelse i ålegræssets respons på en ændret belastning.

Luft

Overvågningen af luften i perioden 1990-2009 har vist, at tilførslen af kvælstof fra luften til natur- og vandområder varierer mellem årene afhængig af de meteorologiske forhold, men tilførslen er faldet set over hele overvågningsperioden 1990-2009. Samlet set er den mængde kvælstof, som tilføres fra luften til natur- og vandområder inkl. havområder, faldet med godt 30%. Faldet har baggrund i en reduktion af såvel udenlandske som danske kilder.

Betydningen af danske kilder varierer over landet afhængig af husdyrproduktionen, således at danske kilder har størst betydning i Nord- og Midtjylland (36-38%) og mindst i Hovedstadsområdet (20%). Dette er gældende for tilførslen til landområder, hvorimod de danske kilder betyder mindre for tilførslen til farvandene (i gennemsnit 12%) – dog med stigende betydning jo tættere man kommer på kysten.

Tungmetaller og miljøfremmede stoffer i ferskvand

Tungmetalindholdet i sediment i vandløb og søer var ved undersøgelsen i 2008 på nogenlunde samme koncentrationsniveau. Maksimal-koncentrationerne af de enkelte tungmetaller blev fundet i søerne. Metaller findes naturligt i sediment. Derudover vil tungmetaller, som bliver tilført til vandløb og søer, blive bundet til partikler i vandet. Partiklerne synker til bunds og bliver en del af bundsedimentet i vandløb eller søer. Væsentlige kilder til metalindhold ud over det naturlige er bl.a. spildevandsudledning. Atmosfærisk deposition er ligeledes en kilde, som primært har betydning for søerne. Nogle af metallerne blev i både vandløbs- og søsediment fundet i koncentrationer, hvor det ikke kan udelukkes, at der er en biologisk effekt. Det gælder for arsen, nikkel og zink i både vandløb og søer, og bly, cadmium og kviksølv i nogle af de undersøgte søer.

Blandt de hyppigst fundne stoffer i søsediment er PAH, som bl.a. dannes ved forbrænding, og nonylphenol, som bl.a. anvendes som overfladeaktivt stof. PAH er også blandt de hyppigst fundne stoffer i vandløbssediment. Nonylphenol blev i flere prøver af søsediment fundet på et niveau, hvor det ikke kan udelukkes, at der er en effekt. Organotinforbindelser blev også fundet hyppigt i søsediment, heriblandt tributyltin (TBT) der har været anvendt i bundmaling til at forhindre algevækst. Blødgøreren DEHP blev fundet hyppigt i vandløbssediment, men ikke i koncentrationer, hvor det kan forventes at have en biologisk effekt.

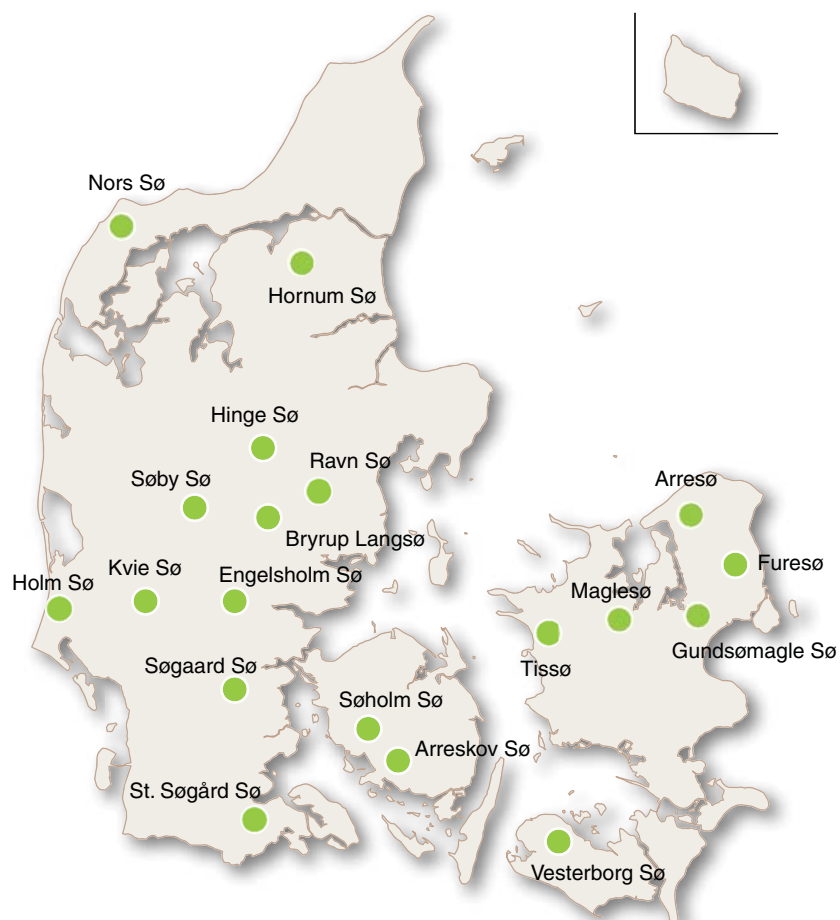
1 Indledning

1.1 Det nationale program for overvågning

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

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

Figur 1.1. Undersøgelseslokaliteter i NOVANA for intensivt overvågede søer i NOVANA i 2009 (Bjerring et al. 2010).



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

Overvågningsstationerne er fordelt over hele landet. Figur 1.1 viser eksempelvis placeringen af intensivt overvågede søer.

1.2 Vejr og afstrømning i 2009

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

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

1.2.1 Vejret i 2009

Året 2009 var det 13. varmeste siden målingerne startede i 1873 og det syvende solrigeste år (her startede målingerne i 1920) og med et lille nedbørsoverskud. April var både rekordvarm og havde solskinstimerekord.

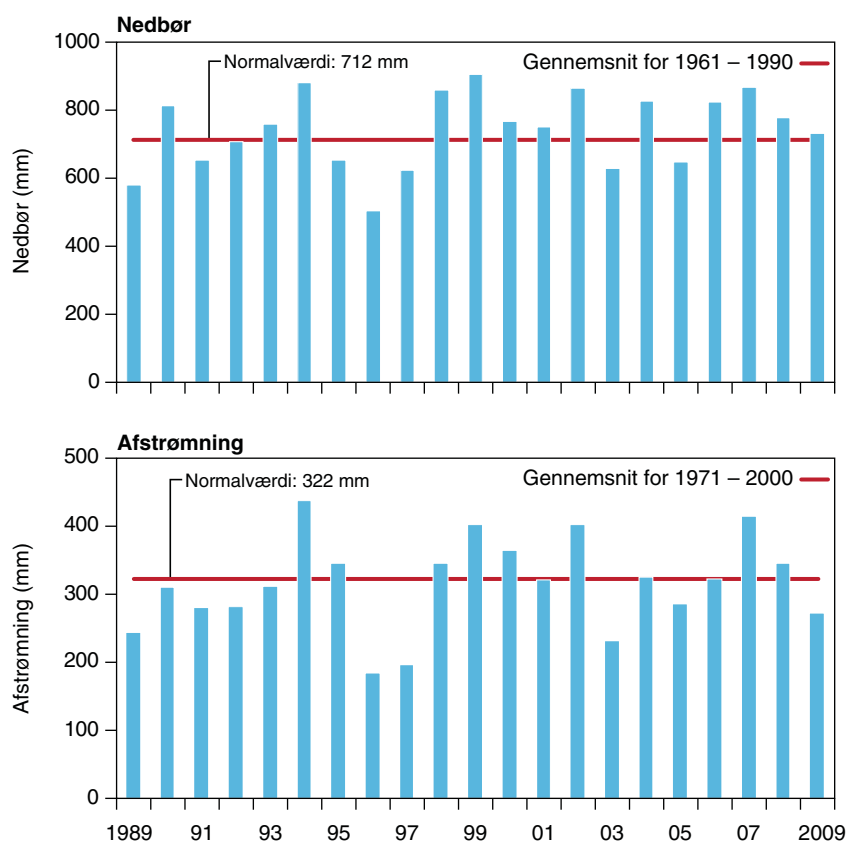
Nedbøren i 2009 var 732 mm og knap 3% over normalen for 1961-90 (712 mm), figur 1.3. Specielt november var meget nedbørsrig (126 mm eller 59% over normalen) og med et rekordantal nedbørsdage (27,2). Juli var også relativ våd (30% over normalen), mens april var meget tør (76% under normalen) og september tør (38% under), figur 1.3. Vinteren 2008/09 (december til og med marts) var med 160 mm relativ nedbørsfattig, 23% under normalen (207 mm). For perioden 1989-2009 har årsnedbøren været 32 mm over normalen (godt 4%), hvilket i høj grad skyldes mere vinternedbør på 234 mm eller 13% over normalen.

Med 8,8 °C blev 2009 meget varm med 1,1 °C over normalen, men 0,6-0,7 °C lavere end de forudgående tre år, der har været de varmeste siden 1873. Alle måneder på nær juni, oktober og december blev varmere end normalt. Juni brød dermed en usædvanlig rekord med 19 måneder i træk med månedsmiddeltemperatur over normalen. April var rekordvarm (9,4 mod normalt 5,7 °C) og november den 5. varmeste, der er registreret. Både vinteren 2008/09 med 1,2 °C og perioden juli-september med 1,5 °C

over normalen havde pænt overskud af varme. For perioden 1989-2009 har årsmiddeltemperaturen været 8,7 °C og dermed hele 1,0 °C over normalen med kun 1996 under normalen. Det er vinterperioden samt april, juli og august, som primært har bidraget til den højere temperatur.

Med 1793 soltimer eller 20% over normalen på 1495 timer blev året solrigt med solskins rekord i april (272 timer eller 68% over normalen). På nær januar, februar, marts og november havde de øvrige måneder overskud af solskin.

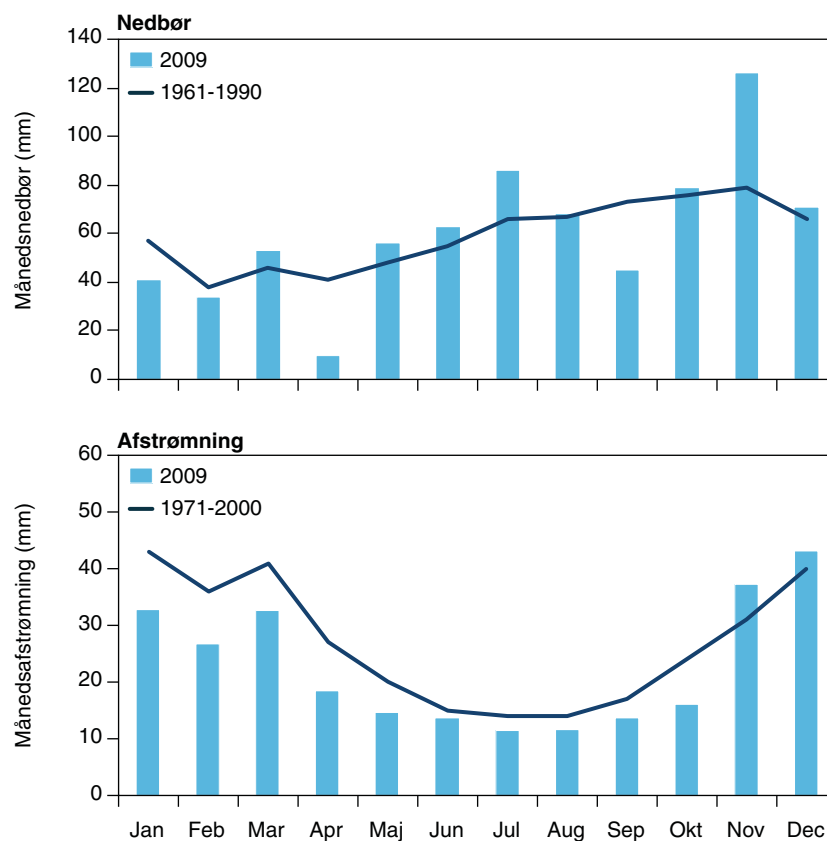
Figur 1.2. Årsmiddelværdier for nedbør og afstrømning i Danmark. Desuden er langtidsnormalen vist (efter Cappelen 2010 og Wiberg-Larsen et al. 2010).



Afstrømning

Ferskvandsafstrømningen til de danske farvande er for 2009 opgjort til godt 11.700 mio. m³, hvilket svarer til 272 mm vand fra hele landets areal. Det er ca. 16% under normalen for 1971-2000 på 323 mm (figur 1.2). Afstrømningen for 1990 og frem er beregnet med en ny opgørelsesmetode (se Wiberg-Larsen et al, 2010) som medfører, at den samlede afstrømning fra Danmark opgøres mellem 1 og 7% og i gennemsnit knapt 5% lavere end tidligere opgørelser. Afstrømningen er de første 10 måneder lavere end normalt, og især perioden januar-maj samt i oktober var afstrømningen lav i forhold til normalen (figur 1.3). Afstrømningen i vinteren 2008/09 var med kun 127 mm 23% under normalen. Dette afspejler i modificeret grad nedbørsfordelingen over 2009 med en vis tidsforskydning, dog slår de relativt store nedbørsmængder i juli 2009 ikke igennem, da en del er gået til fordampning.

Figur 1.3. Månedsmiddelværdier for nedbør og ferskvandsafstrømning i 2009 sammenlignet med normalværdier (efter Cappele 2010 og Wiberg-Larsen et al. 2010).



Ferskvandsafstrømningen og nedbøren udviser som normalt en stor geografisk variation. Ferskvandsafstrømningen var under normalen til alle farvande, 5-10% under til Nordsøen, Kattegat og Skagerrak og til de resterende farvande yderligere under normalen. Fra oplandene til Nordsøen, Skagerrak, Lillebælt og det mest af Kattegat var afstrømning mellem 250 mm til over 400 mm, mens den til Nordlige Bælthav, Storebælt, Øresund, Sydlige Bælthav og Østersøen var på mellem 100-200 mm.

2 Kvælstof

2.1 Kvælstof som forureningskilde

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

2.1.1 Målsætninger

Ifølge Vandmiljøplan I fra 1987 skal udledningerne til vandmiljøet være mindsket til højst 50% af niveauet midt i 1980'erne. Denne målsætning blev fastholdt i Vandmiljøplan II, og en række nye virkemidler blev implementeret. Med Vandmiljøplan III er der besluttet en yderligere reduktion på minimum 13% af kvælstofudvaskningen (svarende til ca. 21.000 ton N pr. år) frem til 2015 i forhold til 2003, dvs. efter at effekten af Vandmiljøplan II er slået igennem.

Det er med aftalerne om Grøn Vækst fra juni 2009 og april 2010 besluttet, at der skal ske en reduktion af den landbrugsbetingede kvælstoftilførsel til havet med 19.000 ton pr år i 2015. Der er i de foreliggende forslag til vandplaner foreslået indsatser svarende til reduktion af 9.000 tons kvælstof. For de resterende 10.000 tons kvælstof er der igangsat et udredningsarbejde.

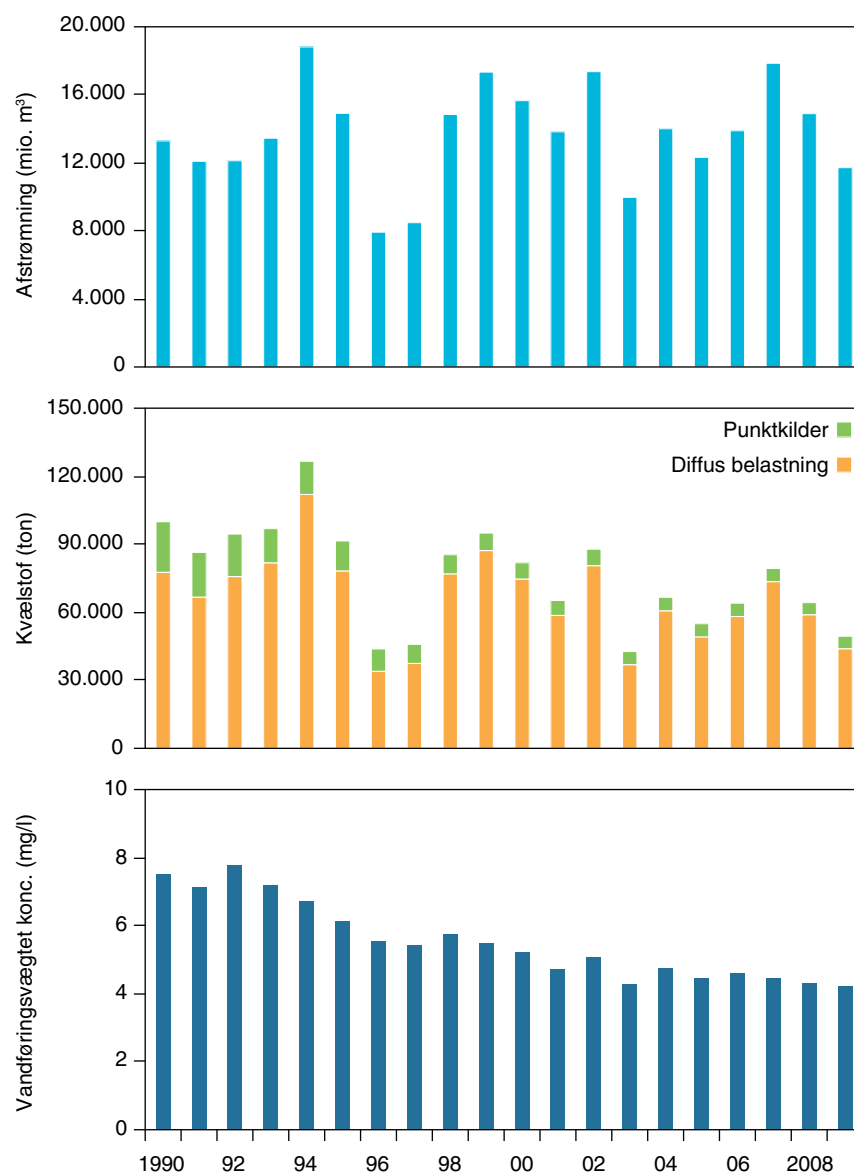
2.1.2 Opfyldelse af målsætningerne

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

2.1.3 Udvikling i kvælstoftilførsel fra land

I 2009 blev der i alt tilført godt 49.000 ton N til havområderne omkring Danmark. Det er væsentligt mindre end i 2008 som følge af mindre nedbør i 2009, se figur 2.1.

Figur 2.1. Udvikling i ferskvands-afstrømning (øverst), kvælstoftilførsel (midterst) og vandføringsvægtet kvælstofkoncentration i det afstrømmende ferskvand til havet omkring Danmark (nederst), 1990-2009. Kvælstoftilførslen er fordelt på diffuse kilder (inkl. spildevand fra spredt bebyggelse) og spildevand fra punktkilder (Wiberg-Larsen et al. 2010).



I figur 2.1 er der endvidere vist udviklingen i den vandføringsvægtede koncentration af kvælstof, hvorved betydningen af år-til-år variationer i afstrømning er reduceret. Som det fremgår af figur 2.1 er koncentrationen i gennemsnit faldet fra 7-8 mg/l i starten af 1990'erne til i 2009 at være omkring 4 mg/l

En analyse af udviklingen i kvælstofkoncentrationen viser, at der er sket et signifikant fald siden 1990. Det samlede fald er estimeret til 47%. For de diffuse udledninger er der beregnet et fald på 40%.

2.2 Tilførsel af kvælstof fra luften i 2009

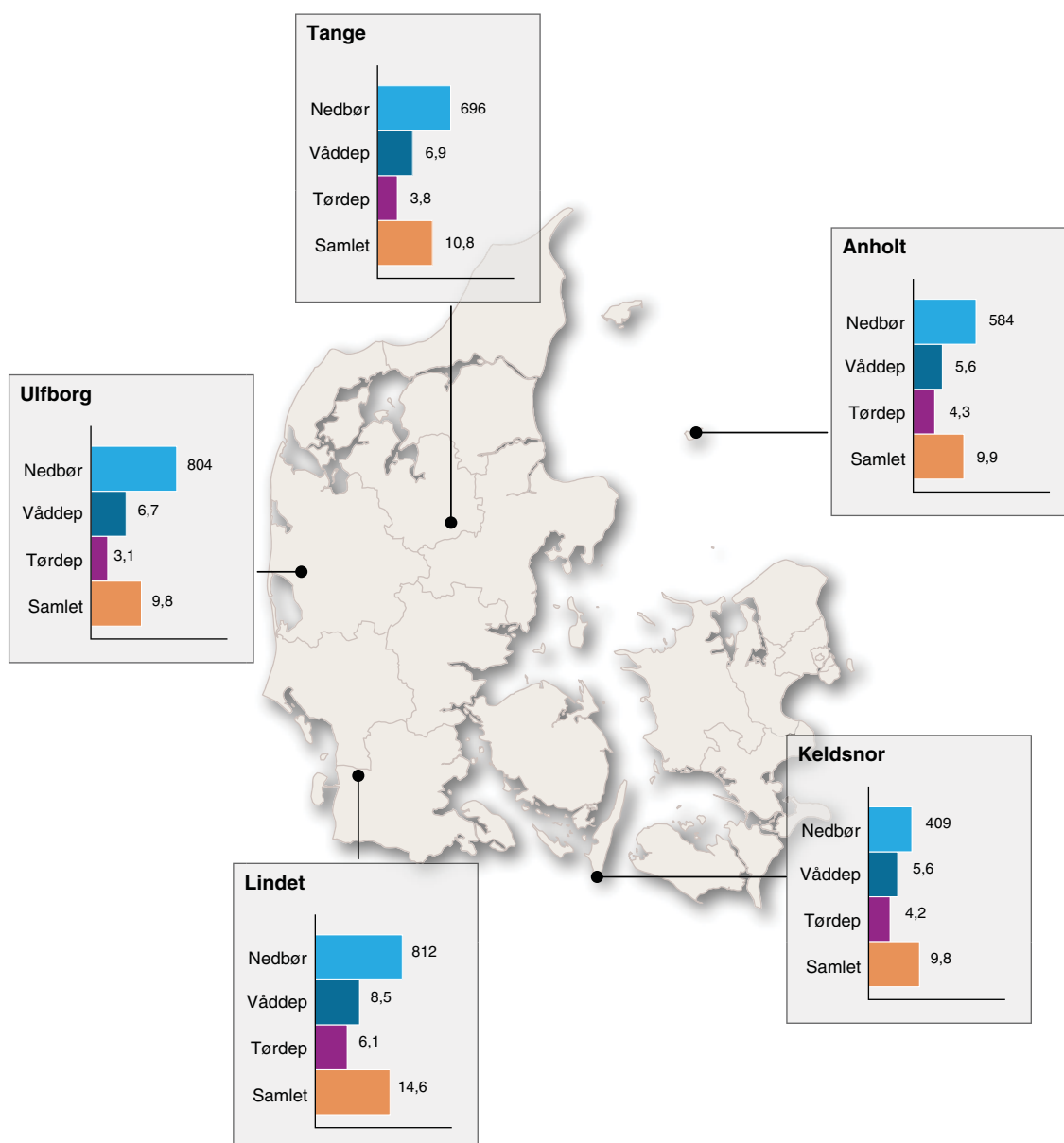
Tilførsel af kvælstof fra luften spiller en væsentlig rolle for den samlede belastning af de danske farvande og af naturarealer på land, fx heder og højmoser. Tilførslen er størst over land og aftager med afstanden til forureningskilderne, som både er udenlandske og danske. Kilderne er især fordampning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

forbrændingsprocesser, fx i forbindelse med transport og energiproduktion.

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

2.2.1 Målte kvælstofdepositioner i 2009

Ved de fem danske hovedstationer blev der i 2009 målt en årlig deposition af kvælstof på 10-15 kg N/ha til landområder (tabel 2.1). På baggrund af målingerne på landområderne er depositionen på farvandsområder ved Anholt og Keldsnor beregnet til 6-7 kg N/ha.



Figur 2.2. Kvælstofdeposition og nedbørsmængde ved de fem hovedstationer i 2009. Nedbørsmængden er angivet i mm og depositionen i kg N/ha (Ellermann et al. 2010).

Tabel 2.1. Målte kvælstofdepositioner i 2009 på en gennemsnitlig landoverflade i et område på 17 km x 17 km omkring målestationen (data fra Ellermann et al. 2010).

Luftmålestation	Kvælstof (kg N/ha)
Tange	11
Ulfborg	10
Lindet	15
Anholt	10
Keldsnor	10

Depositionen til land- og vandområderne ved målestationerne var i 2009 i gennemsnit stort set uforandret i forhold til 2008. Dette dækker dog over en mindre våddeposition opvejet af en højere tørdeposition.

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

2.2.2 Modelberegne kvælstofdepositioner på hav for 2009.

Den samlede deposition af kvælstof til de danske farvande er modelberegnet til 84.000 t N i 2009 (tabel 2.2). Det svarer til en gennemsnitlig deposition på ca. 8 kg N/ha og er 17% højere i forhold til 2008. Forskellen skyldes hovedsagelig ændrede meteorologiske forhold.

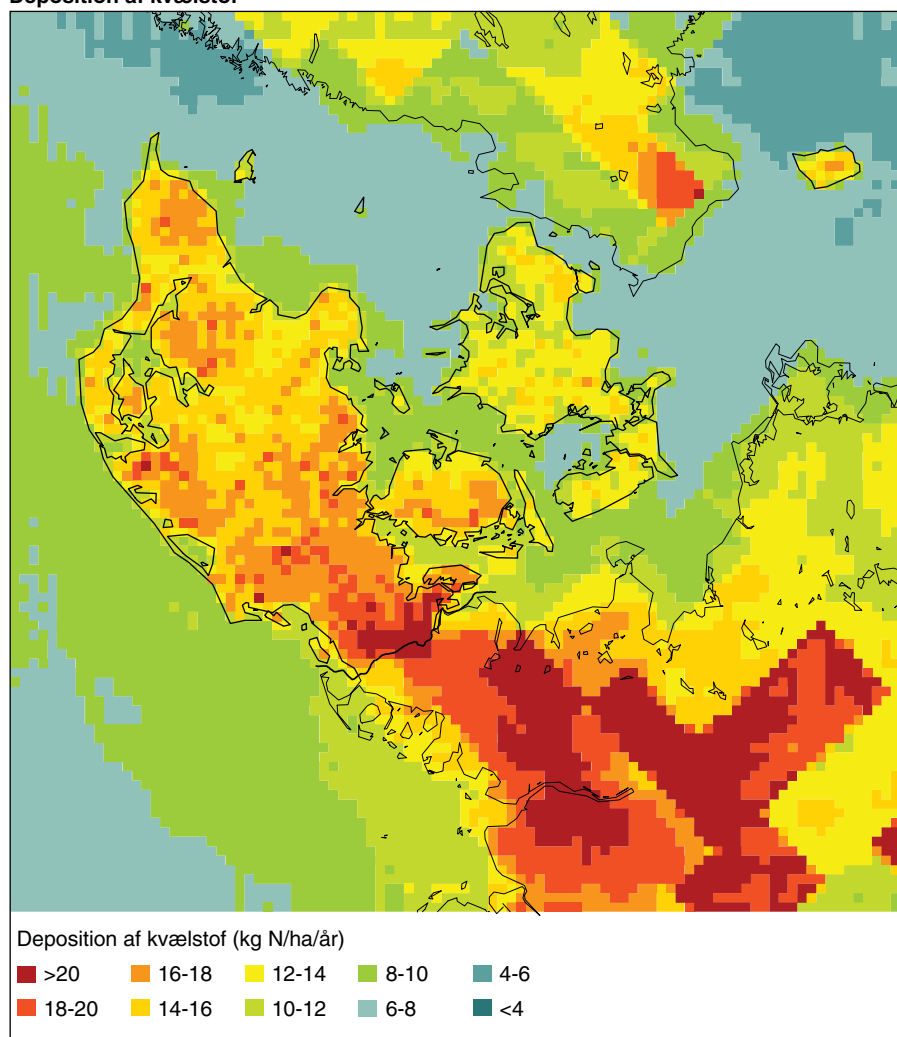
Tabel 2.2. Kvælstofdepositioner fra atmosfæren til farvande og landområder i 2008 (tal fra Ellermann et al. 2010).

Kvælstofdeposition 2008	Tørdeposition (tons N)	Våddeposition (tons N)	Total deposition (tons N)	Deposition pr. ha (kg N/ha)	Areal (km ²)
Farvandsområder	16.500	67.500	84.000	8	105.000
Landområder	30.000	33.000	63.000	15	43.000

Den modelberegne deposition varierer med en faktor to mellem de forskellige områder (figur 2.3). Størst deposition ses i de kystnære områder og fjorde, hvor afstanden til landbrugskilderne er lille. Den højeste deposition i 2009 på 14 kg N/ha er således beregnet for de kystnære områder omkring Als, mens den laveste deposition på 6 kg N/ha er beregnet for Skagerak, Kattegat og Øresund. Endvidere ses en gradient med de højeste depositioner mod syd og lavere depositioner mod nord. Dette skyldes indflydelse fra områder med høje emissioner af kvælstof i landene syd for Danmark.

Figur 2.3. Den samlede deposition af kvælstofforbindelser beregnet for 2009. Depositionen angiver en middelværdi for felterne; for felter med både vand- og landoverflade vises altså en middeldeposition for de to typer af overflade. Depositionen er givet i kg N/ha (Ellermann et al 2010).

Deposition af kvælstof



2.2.3 Modelberegneede depositioner på land

Den samlede deposition af kvælstof til de danske landområder blev i 2009 modelberegnet til 63.000 tons N (tabel 2.2). Dette er stort set uændret i forhold til 2008.

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

Den modelberegneede deposition varierer mellem 6 kg N/ha og 20 kg N/ha (figur 2.3). Årsagen til den store geografiske variation er navnlig, at depositionens størrelse afhænger af den lokale landbrugsaktivitet, fordi ammoniak deponeres tæt på kilderne. På lokal skala kan der derfor ses betydeligt større variationer end beregnet som gennemsnit for modellens gitterfelter på 6 km x 6 km. Endvidere spiller nedbørsmængderne en vigtig rolle for depositionens størrelse. Den største deposition er beregnet til den sydlige del af Jylland, hvor husdyrproduktionen er høj, og hvor nedbørsmængderne er store. Lavest deposition ses i Nordsjælland og på nogle af de små øer.

2.2.4 Samlet deposition

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

Tabellen viser, at tørdepositionen pr. km² var større på landarealer end til på havet. Det skyldes bl.a., at ammoniakkoncentrationen er højere over land end over vand pga. den kortere afstand til kilderne, og at tør-afsætning af kvælstof ved en given koncentration er større på et bevokset landareal end på vand.

2.3 Kilder til tilførsel af kvælstof fra luften

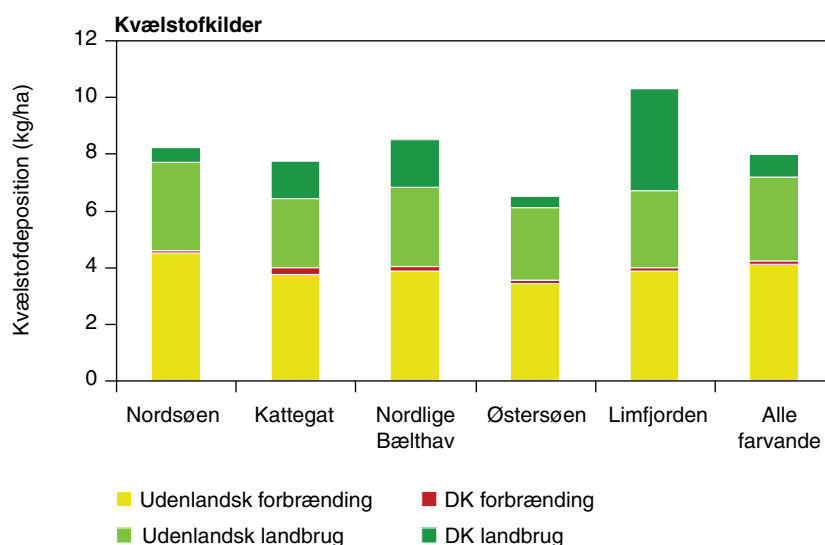
Kvælstofdepositionen i Danmark kommer fra en lang række danske og udenlandske kilder. For at kunne vurdere effekten af handlingsplaner med formål om at reducere emissionerne, er det nødvendigt at kvantificere størrelsen af de forskellige kilder.

2.3.1 Kvælstofkilder

Ved hjælp af modelberegninger er det muligt at estimere, hvor stor en del af depositionen i Danmark, der stammer fra henholdsvis danske og udenlandske kilder. Det er også muligt at skelne mellem deposition, som kan henhøres 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. Den danske andel af depositionen til de åbne danske farvande er estimeret til i gennemsnit at være på ca. 12% i 2009; den største danske andel forekom i Lillebælthav, det Nordlige Bælthav og Kattegat (hvert sted 22%) og den mindste andel i Nordsøen (7%). I lukkede fjorde, vige og bugter kan den danske andel være betydeligt større, hvilket skyldes den korte afstand til de danske kilder (som fx Limfjorden i figur 2.4).

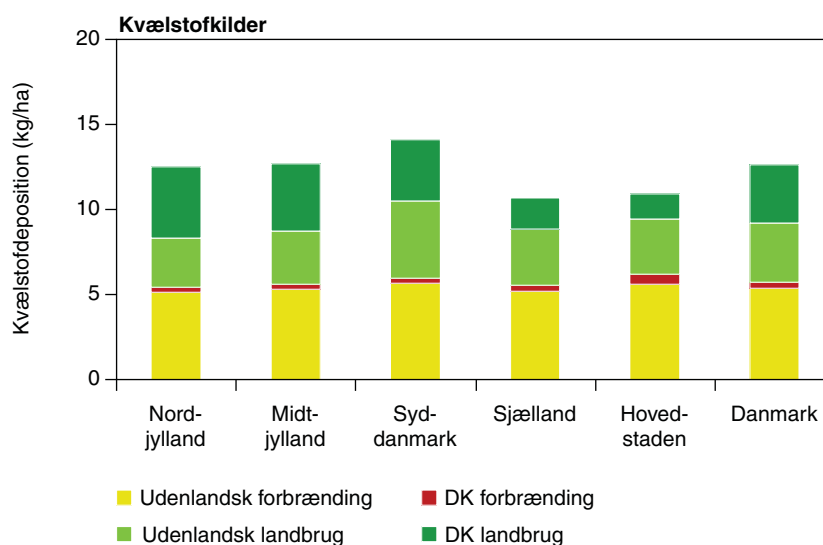
Figur 2.4. Kvælstofdeposition i 2009 til udvalgte danske farvandsområder og Limfjorden opdelt på danske og udenlandske kilder og fra forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion (Eilermann et al. 2010).



Figur 2.4 viser endvidere, at de danske bidrag hovedsageligt stammer fra emissioner fra landbrugsproduktionen, samt at forskellene mellem områderne i det store og hele kan forklares ved forskelle i landbrugsbidraget.

For de danske landområder er den danske andel af kvælstofdepositionen (figur 2.5) generelt større end for farvandsområderne. For landområderne er den danske andel i gennemsnit estimeret til ca. 32% i 2009. Den primære årsag til den større deposition på landområderne er deposition af ammoniak fra lokale landbrug. I Nord- og Midtjylland udgør ammoniak fra danske bidrag 36-38% af den totale kvælstofdeposition mod kun 20% i Hovedstaden. Det store bidrag fra danske kilder til depositionen i Jylland skyldes primært den store husdyrproduktion.

Figur 2.5. Gennemsnitlig kvælstofdeposition i 2009 til de nye regioner og i gennemsnit for hele landet (Danmark) opdelt på danske og udenlandske kilder og fra forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion (Ellermann et. al. 2010).

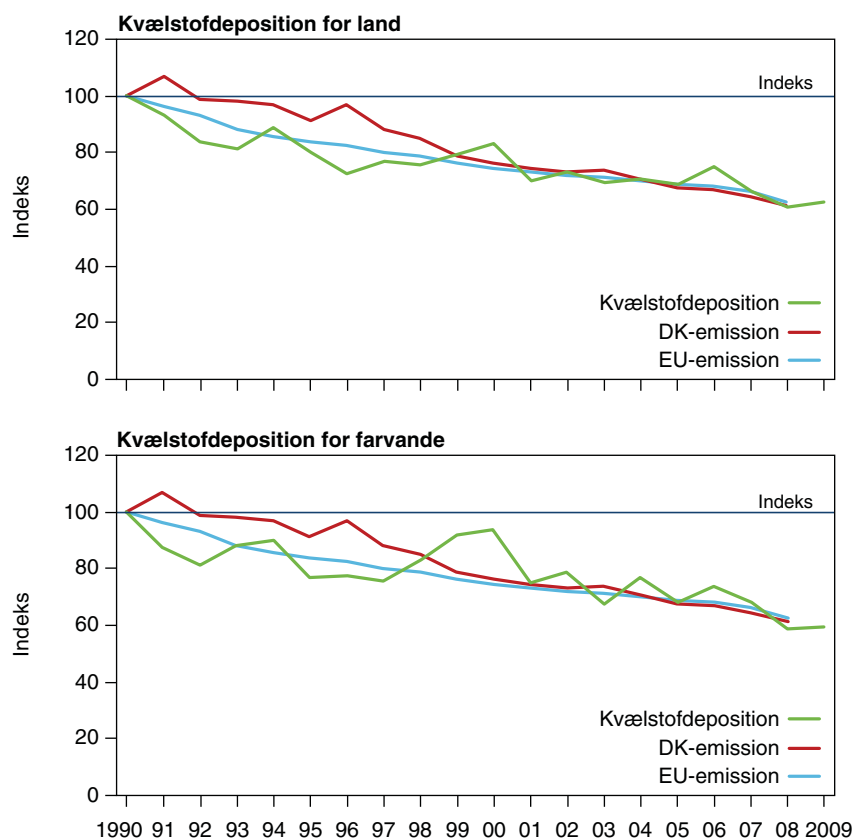


2.3.2 Udvikling i kvælstofdeposition

Den gennemsnitlige deposition af kvælstof på de indre farvande og de danske landområder er faldet med henholdsvis ca. 31% og 32% siden 1989 (figur 2.6).

Den atmosfæriske kvælstofdeposition følger ændringerne i emissionerne af kvælstof i Danmark og de øvrige europæiske lande (figur 2.6). Reduktionerne i de udenlandske kilder er årsag til den største del af reduktionen målt som ton N. Faldet i emissionen fra de danske kilder bidrager dog også til faldet i kvælstofdepositionen, navnlig i de dele af Jylland, hvor 36-38% af kvælstofdepositionen stammer fra danske kilder.

Figur 2.6. Udviklingstendenser for den samlede deposition og emission af kvælstof. Den nederste figur viser tendenser for udviklingen i depositionen til de indre danske farvande, mens den øverste figur viser tendenser for udviklingen i depositionen til danske landområder. Alle værdier er indekseret til 100 i 1990. Udviklingstendenserne i deposition til landområder er beregnet som middelværdi af resultaterne fra DMUs hovedstationer. Beregningerne af deposition til farvande er baseret på resultaterne fra hovedstationer ved Keldsnor og på Anholt, som begge er placeret ved kysten (Ellermann et. al. 2010).



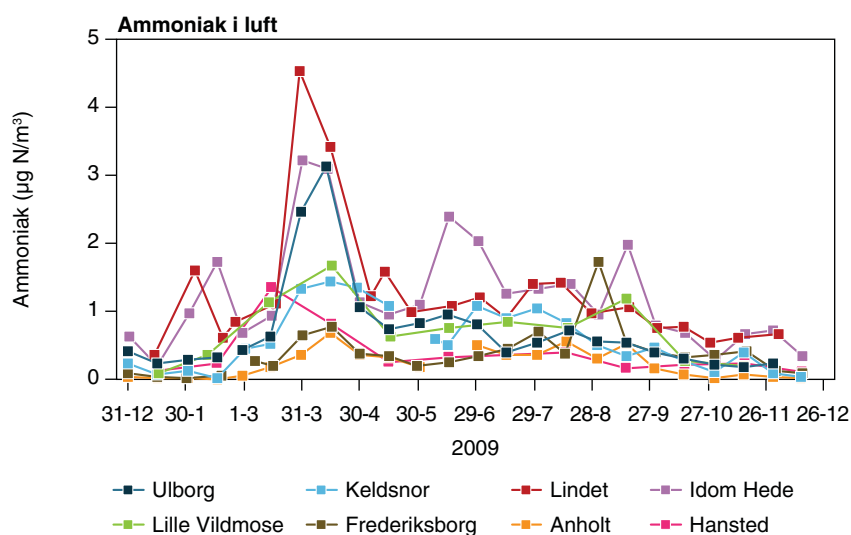
2.4 Tilførsel af ammoniak fra luften til naturarealer

Natur- og halvkulturarealer 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 kvælstof overskrides for de pågældende naturtyper.

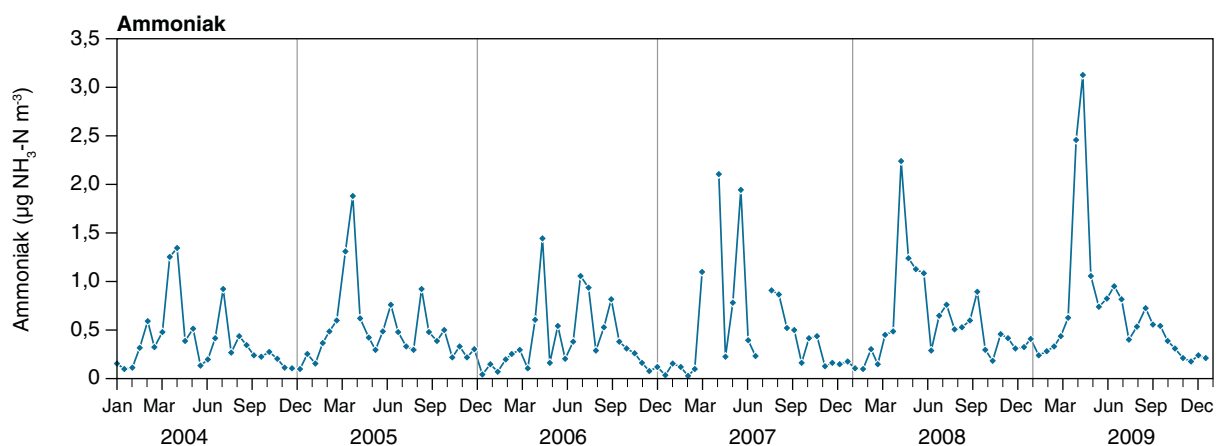
For bedre at kunne vurdere sammenhænge mellem kvælstoftilførsel og den økologiske tilstand i naturområderne har ammoniak og partikulært ammonium siden 2004 været målt i luften på syv forskellige lokaliteter.

Der var i 2009 et ensartet forløb i koncentrationerne på de jyske stationer, der ligger tættest ved lokale kilder (figur 2.7). Koncentrationerne toppede i foråret (enkelte stationer med to toppe i hhv. februar og marts) i forbindelse med sæsonen for udbringning af gødning på markerne, samt i mindre grad i eftersommeren. Niveauet var ensartet lavt og udsvingene små for Frederiksborg og Anholt, som ligger langt fra lokale kilder.

Figur 2.7. Ammoniakkoncentrationer målt i Ulborg (Ul), Keldsnor (Ke), Lindet (Li), Idom Hede (Id), Lille Vildmose (Li V), Frederiksborg (Fr), Anholt (An) og Hansted (Ha) i 2009 (Ellermann et. al. 2010).



I figur 2.8 er vist ammoniakmålinger fra en af stationerne, Ulborg i perioden 2004-2009. Det fremgår af figuren, at tidspunkterne for hhv. forårs- og eftersommertoppene kan variere en smule ligesom varigheden af toppene kan være forskellig årene imellem. Tidspunkt og størrelse af toppene hænger givet sammen med forskelle i udbringning i husdyrgødning. Der er generelt også variationer i koncentrationerne gennem året, men især i eftersommeren ses et varieret mønster.



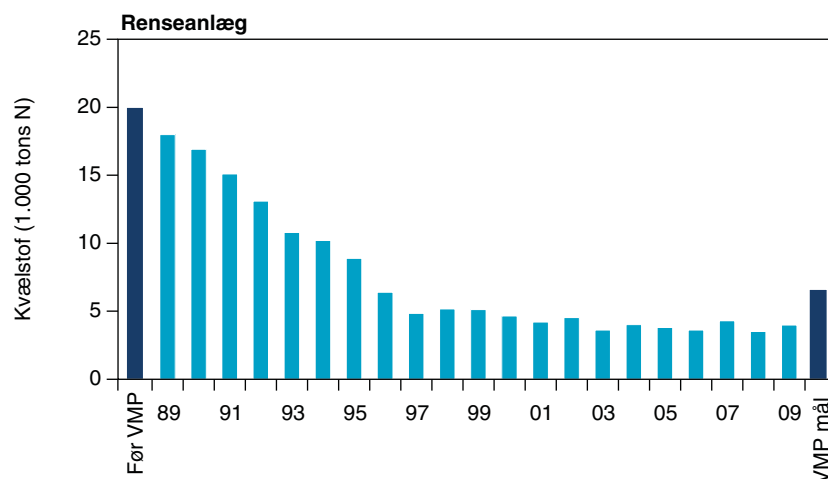
Figur 2.8. Koncentrationer af ammoniak målt på Ulborg 2004-2009 (Ellermann et al. 2010).

2.5 Kvælstof fra spildevand

2.5.1 Renseanlæg

Der er etableret kvælstoffjernelse på alle renselanlæg omfattet af Vandmiljøplan I for at opfylde udlederkravet på 8 mg N/l. I 2009 rensede 260 renselanlæg med krav om N fjernelse knap 90% af den samlede spildevandsmængde. I alt blev der fra alle anlæg i 2009 udledt ca. 4.000 t N, svarende til i gennemsnit et indhold på ca. 6,0 mg N/l.

Figur 2.9. Udviklingen i de årligt udledte mængder af kvælstof fra renseanlæg (By- og Landskabsstyrelsen 2010).



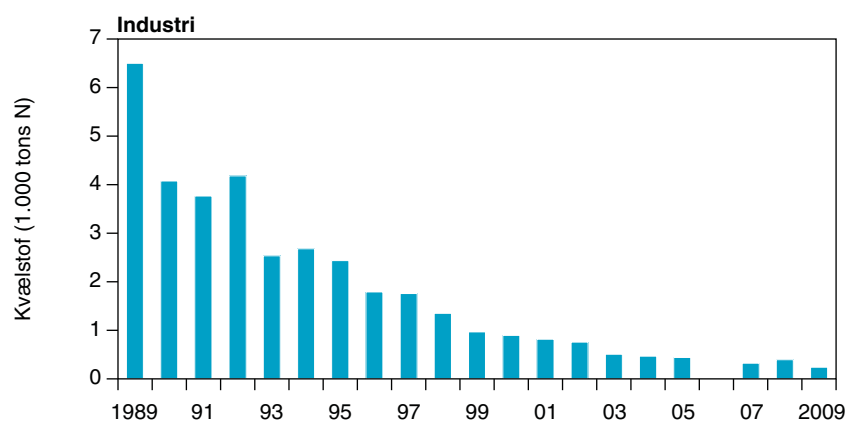
Udviklingen i de udledte kvælstofmængder siden 1980'erne er vist i figur 2.9. Siden 1995 har udledningen været mindre end målet i Vandmiljøplan I. Udledningen er siden 1989 mindsket med ca. 80%.

2.5.2 Industri med egen udledning

Direkte udledninger fra industri til vandområder er af meget mindre omfang end udledningerne gennem renseanlæg, idet der i 2009 blev udledt ca. 245 t N svarende til 5 mg N/l som gennemsnitskoncentration. Opgørelsen er i mindre grad baseret på data fra tidligere år end 2009.

Målet i Vandmiljøplan I var 2.000 t/år. Den meget markante reduktion skyldes, at mange virksomheder gennem årene er blevet tilsluttet kommunale renseanlæg eller har etableret en renere teknologi og indført forbedrede rensemetoder. I alt er kvælstofudledningerne reduceret med 96% siden 1989 (figur 2.10).

Figur 2.10. Udvikling i årlig udledning af kvælstof fra industri med egen udledning (By- og Landskabsstyrelsen 2010).



2.5.3 Akvakultur

De samlede udledninger af kvælstof fra produktionen af fisk i ferskvandsdambrug, saltvandsdambrug og havbrug opgøres ved teoretiske beregninger, bl.a. ud fra foderforbruget. Der er ikke lavet opgørelse af udledningen i 2009 og i 2008 var udledningen af kvælstof fra ferskvandsdambrug beregnet til 729 t N og 260 ton N fra saltvandsbaserede fiskeop-

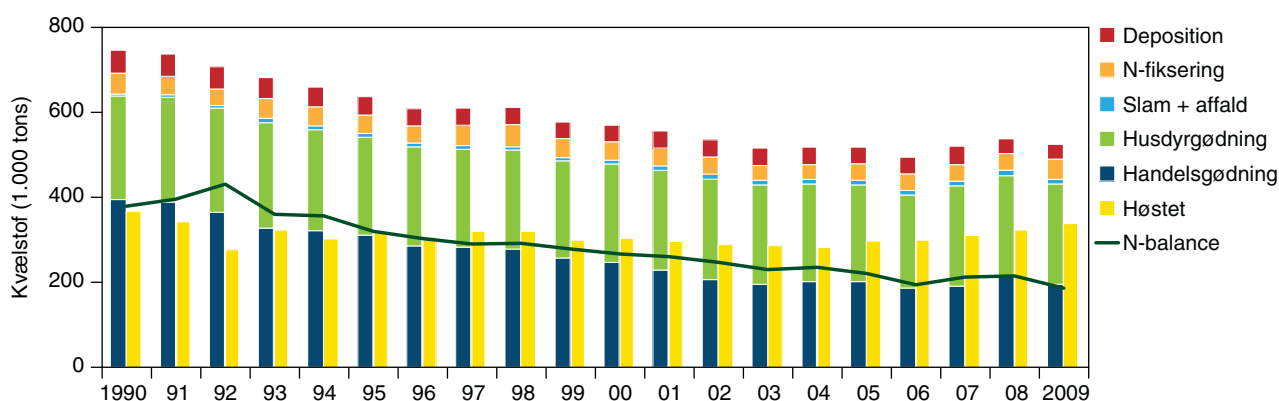
dræt. Der er således sket en betydelig reduktion i udledningen siden 1989, hvor den oversteg 2.000 ton N.

2.6 Kvælstof i landbrug

2.6.1 Gødningsforbrug

Handelsgødningsforbruget af kvælstof for hele landet faldt fra 394.000 tons N i 1990 til 190.000 tons N i 2007. I 2008 steg det indberettede køb til 215.000 tons N, dels som følge af et højere forbrug på grund af ompløjning af ca. 80.000 ha brak, dels fordi landbruget i henhold til gødningsfirmaerne havde købt gødning til lager. Det ville være forventeligt, at forbruget ville være stort set det samme i 2009, men der er kun indberettet et forbrug på 195.000 tons N, hvilket kunne tyde på, at der er brugt af lageret.

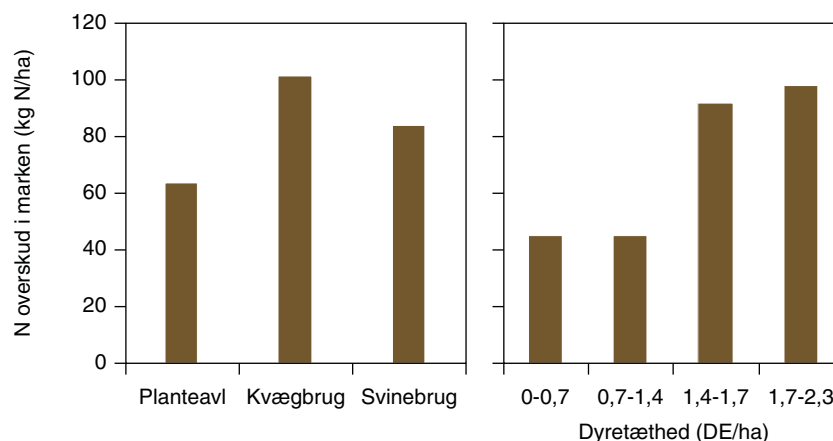
Stigningen i forbruget af gødning som følge af ompløjning af brak forventes at falde igen med 2 års forsinkelse som følge af en tilpasning af landskvoten. Kvælstoftilførslen med husdyrgødning har været næsten uændret i samme periode. Det årlige overskud i markbalancen er faldet fra 375.000 tons N i 1990 til 186.000 tons N i 2009, en reduktion på ca. 50% (figur 2.11).



Figur 2.11. Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark, 1985 til 2009 (Grant et al. 2010).

Overskuddet af kvælstof er mindst for planteavlsbrug, noget større for svinebrug og størst for kvægbrug. Overskuddet stiger med stigende husdyrtæthed (figur 2.12).

Figur 2.12. N-overskud i marken for forskellige brugstyper samt for brug grupperet med stigende husdyrtæthed, data fra 2009 (Grant et al. 2010).



Der har siden 1990 været en markant forbedring i udnyttelsen af husdyrgødningen som følge af bindende kvælstofnormer, og 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.

2.6.2 Kvælstofkredsløbet

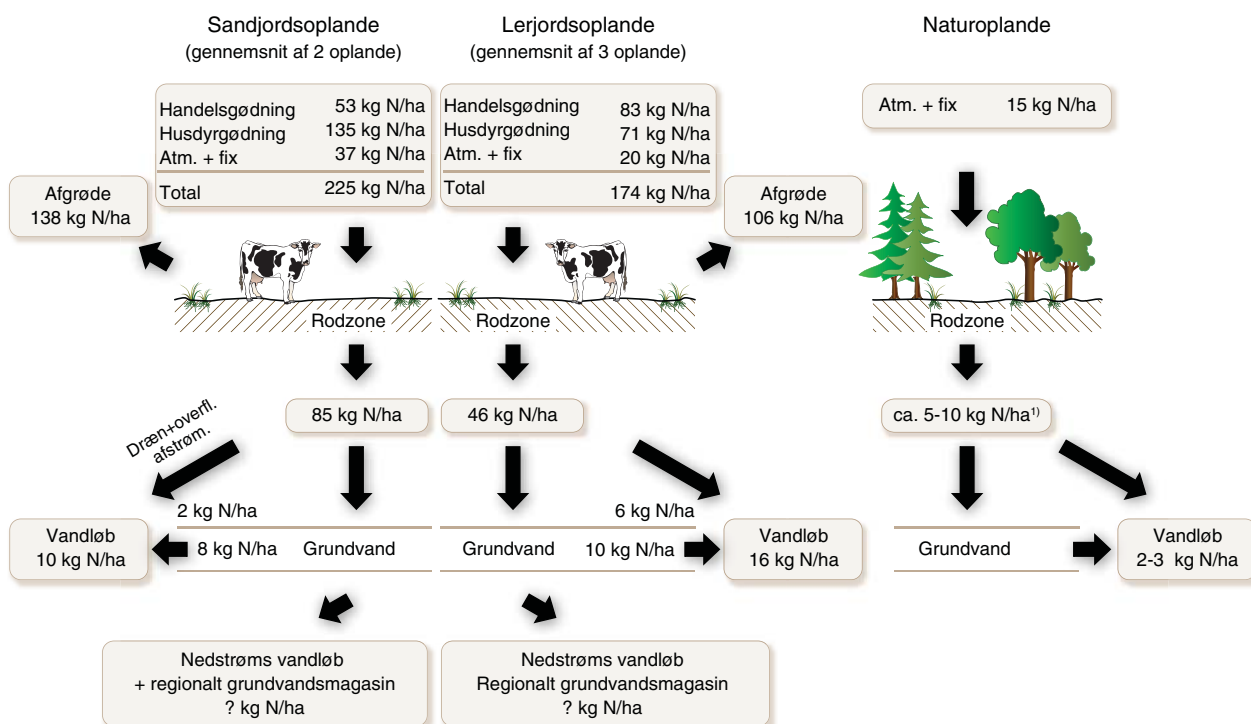
Af figur 2.13 fremgår, at der i landovervågningsoplandene (LOOP) i 2004/05 – 2008/09 udvaskedes 85 og 46 kg N/ha/år fra henholdsvis sandjorde og lerjorde. Det svarer til 38% og 26% af de totalt tilførte kvælstofmængder. Selv om udvaskningen er størst fra sandjorde, strømmer der alligevel mere kvælstof til vandløb i lerområder. Det skyldes, at vandet fra sandområderne generelt siver ned til det dybere liggende grundvand, hvor en stor del af det omsættes til atmosfærisk kvælstof ved denitrifikation. I LOOP-oplandene når kun ca. 12% af det udvaskede kvælstof frem til vandløb i sandområder mod ca. 35% i lerområder.

Afstrømningen til vandløb i LOOP-oplandene giver ikke nødvendigvis et generelt billede af forholdene på landsplan. Dette skyldes

- denitrifikationen i de øvre jordlag kan være betydelig højere i landovervågningsoplandene
- det afstrømmende vand repræsenterer landbrugspraksis af ældre dato
- der sker også en afstrømning fra LOOP-oplandene til vandløbsstrækninger nedstrøms målestationen.

Fra udyrkede arealer (naturoplande) udvaskes typisk 5-10kg N/ha. Spændet angiver forskellen mellem udvaskningen fra arealer, der altid har ligget som natur (den lave ende) og arealer, som er udlagt som natur (primært skov) på tidligere landbrugsjord (den høje ende). Hvis landbrugsarealerne ikke havde været opdyrkede, ville udvaskningen formentlig have været på det samme niveau som i naturoplandene.

Det årlige kvælstofkredsløb (2004/05 – 2008/09)



Figur 2.13. Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt naturoplande for de hydrologiske år 2003/04-2008/9 (og tilhørende landbrugspraksis 2004-2008). Tilførsel og fraførsel af kvælstof er baseret på data fra interviewundersøgelsen og udvaskningen er modelberegnet med N-LES4 for alle marker i oplandet. NB! Vandløbs-transport i landbrugsoplandene er korrigeret for naturarealer og spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer det dyrkede areal incl. spredt bebyggelse (Grant et al. 2010). 1) Intervallet for naturarealer, 5-10 kg N/ha henviser til udvaskningen fra hhv. gammel skov og landbrugsjord omlagt til natur, herunder skov.

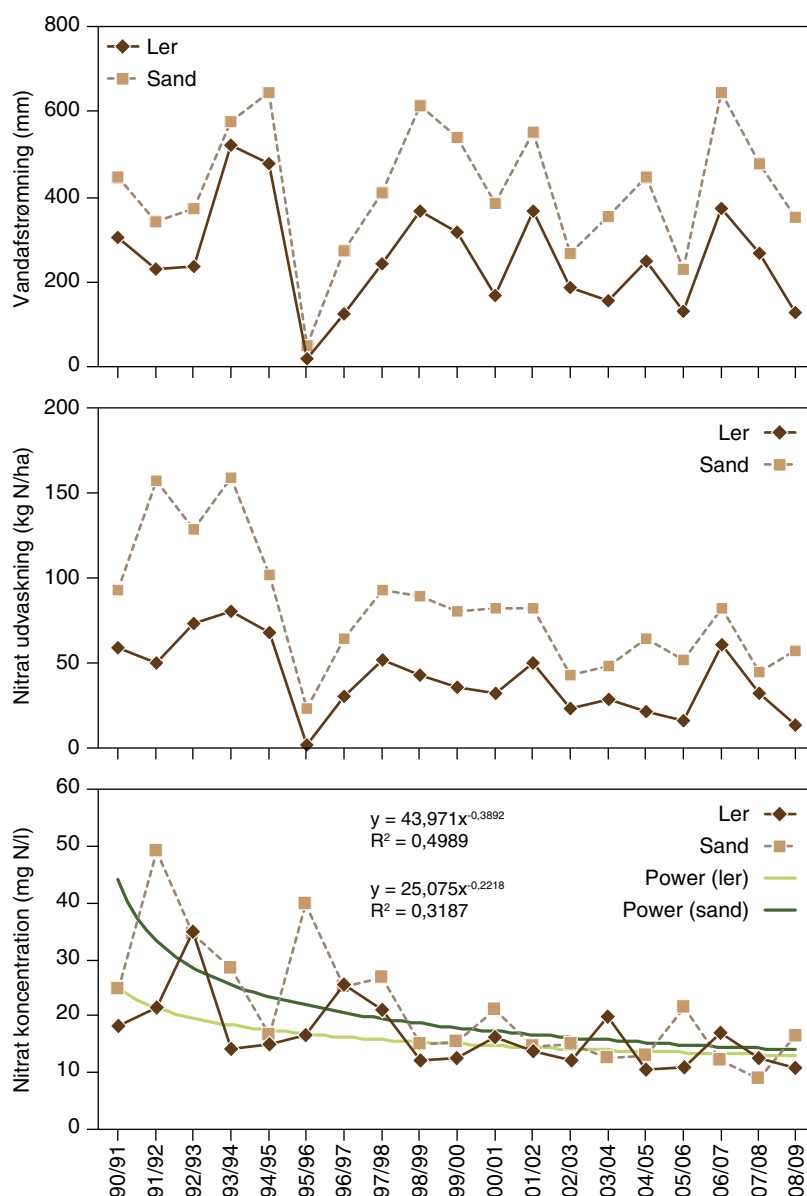
2.7 Kvælstof i vand fra dyrkede arealer

2.7.1 Kvælstofkoncentrationer

De målte koncentrationer af nitrat i det vand, der siver ned fra rodzonen under de dyrkede marker, er siden 1990 mindsket med 7,2 mg N/l på lerjordene og på sandjordene med 15,9 mg N/l (figur 2.14).

Det svarer til et fald på 34% for lerjordene og 52% for sandjordene, dog med meget stor spredning på tallene. I gennemsnit er nitratinholdet i vandet mindsket fra ca. 21 til ca. 14 mg/l for lerjorde og fra ca. 30 til ca. 15 mg/l for sandjorde siden starten af 1990'erne.

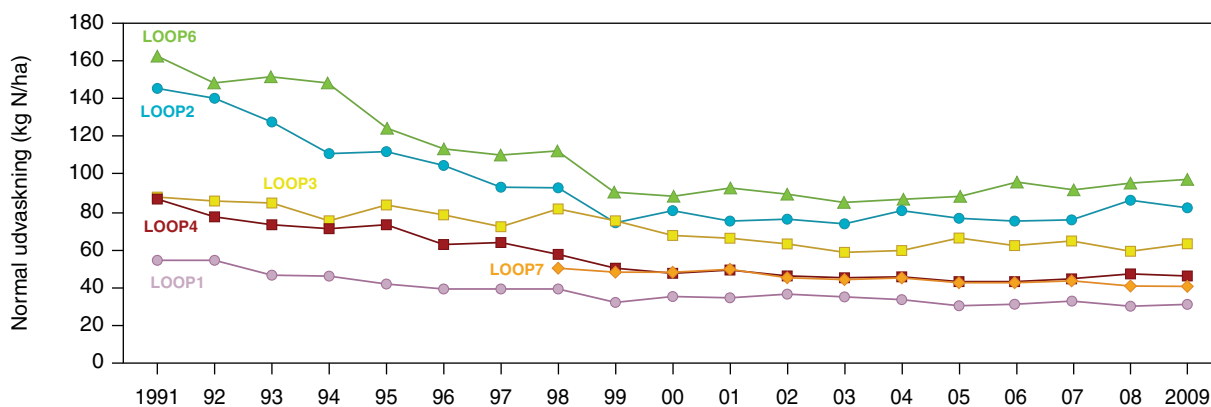
Figur 2.14. Udvikling i vandafstrømning og N-udvaskning samt målinger af N-koncentrationer i rodzonevandet i 1990/91-2008/09. For udviklingen af nitratkoncentration er der indlagt en trendlinie for hhv. ler og sandjorde (Grant et al. 2010).



2.8 Kvælstofab fra dyrkede marker

2.8.1 Tab fra rodzonen

Mængden af kvælstof, der er udvasket fra rodzonen i landovervågningsoplandene, er modelberegnet for hvert år ud fra klimadata og oplysninger om driftsforhold på arealerne. De udvaskede mængder afhænger stærkt af nedbørsforholdene. For at vise udviklingen i udvaskningen under normale klimaforhold er udvaskningen beregnet for gennemsnitlige nedbørsforhold. Resultaterne i figur 2.15 er således den udvaskning, der ville have været under gennemsnitlige nedbørsforhold og dermed umiddelbart sammenlignelige.

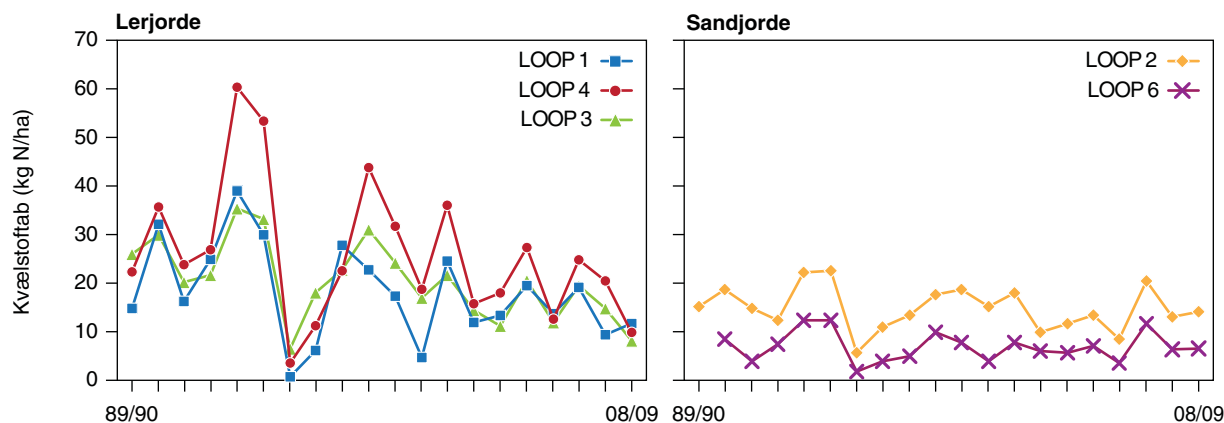


Figur 2.15. Modelberegnet udvaskning ved gennemsnitsklima for de 7 overvågningsoplande for driftsårene 1990/1991 – 2008/2009. LOOP1: Højvands Rende, LOOP2: Odder Bæk, LOOP3: Horndrup Bæk, LOOP4: Lille Bæk, LOOP6: Bolbro Bæk, LOOP7: Hule Bæk (Grant et al, 2010).

Den modelberegnete rodzoneudvaskning er fra 1990/1991 til 2008/09 faldet fra 154 til 90 kg N/ha pr. år i sandjordsoplandene og fra 76 til 47 kg N/ha pr. år i lerjordsoplandene. Ved vægtning af jordtyperne i forhold til hele landet svarer tallene til et gennemsnitligt fald i udvaskning på ca. 40%.

2.8.2 Transport gennem vandløb ud af LOOP-oplandene

Kvælstoftabet til vandløb fra de dyrkede arealer var i 2008/09 i samme størrelsesorden i de tre lerede oplande og de to sandede oplande på grund af den lave vandafstrømning på lerjordene. I den forudgående 5-års periode var det gennemsnitlige kvælstoftab noget større og præget af større år-til-år udsving på lerjorde end på sandjorde.



Figur 2.16. Tabet af total kvælstof til vandløb fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år for perioden 1989/90 til 2008/2009 (Grant et al. 2010).

3 Fosfor

3.1 Fosfor som forureningskilde

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

3.1.1 Målsætninger

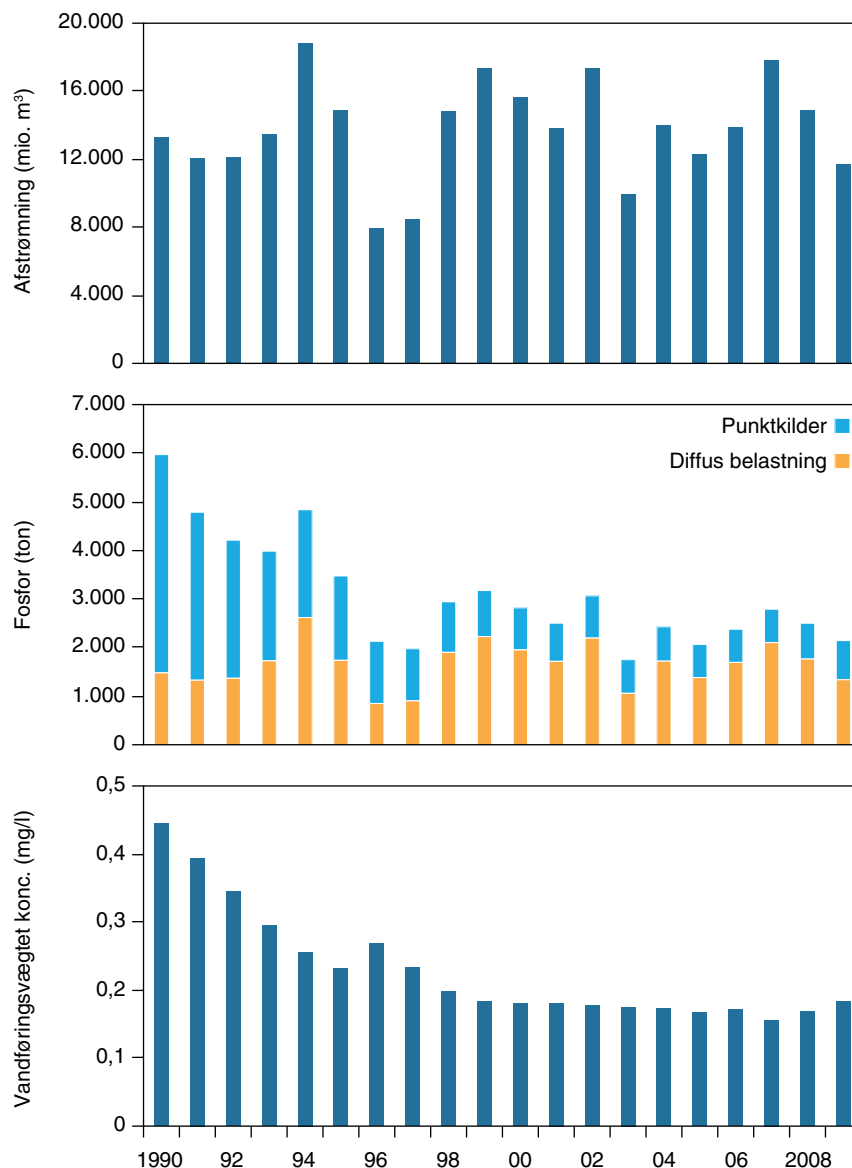
I Vandmiljøplan I fra 1987 var målsætningen at mindske fosforudledningerne med spildevand og fra landbrug med 80% ved at rense spildevand for fosfor og for landbrugets vedkommende ved at standse ulovlige gårdbidrag. I Vandmiljøplan III indgår der desuden som mål en reduktion af fosforoverskuddet på dyrkede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

3.1.2 Udviklingen i fosfortilførsel fra land

Den årlige fosfortilførsel fra land til de marine områder er siden 1990 mindsket fra ca. 5.500 t/år til omkring 2.100 t i 2009 (figur 3.1). Fosforafstrømningen var mindre i 2009 end i 2008 som følge af en mindre vandafstrømning i 2009.

Reduktionen over hele perioden 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. Ferskvandsafstrømning, samlet tilførsel af fosfor til de marine kystafsnit og vandføringsvægtet fosfor koncentration for 1990 til 2009 (Wiberg-Larsen et al. 2010).



3.1.3 Tilførsel af fosfor via luften

Atmosfærisk fosfor er hovedsageligt bundet til partikler og transporteres i luften med disse. Denne fosfor stammer fra både menneskeskabte og naturlige kilder, bl.a. afbrænding af kul og halm og jordfugning. 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 km²) i 2009 kan herudfra estimeres til ca. 130 tons P og på de danske landområder (areal 43.000 km²) til ca. 170 tons P.

3.1.4 Opfyldelse af målsætning

De generelle, nationale mål i Vandmiljøplan I for reduktioner i udledning af fosfor er opfyldt. De nationale krav i Vandmiljøplan I vedrørende spildevandsudledninger har været opfyldt siden 1995, og Vandmiljøplan I kravene til landbruget antages at være opfyldt med ophør af de direkte udledninger fra gårdene omkring 1990. Delmålsætningen i Vandmiljøplan III om en 25% reduktion i fosforoverskuddet i 2009 vurderes at bli-

ve nået, mens det er vanskeligt at vurdere, om den fulde målsætning om en halvering i 2015 kan nås. Det vurderes i midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan III, at målet om yderligere 50.000 ha dyrkningsfrie randzoner langt fra vil blive opfyldt (Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet et al. 2008). Vandmiljøplan III er nu afløst af Grøn Vækst, hvor målet er en reduktion af den landbrugsbetingede fosfortilførsel til vandløb og søer på 210 ton.

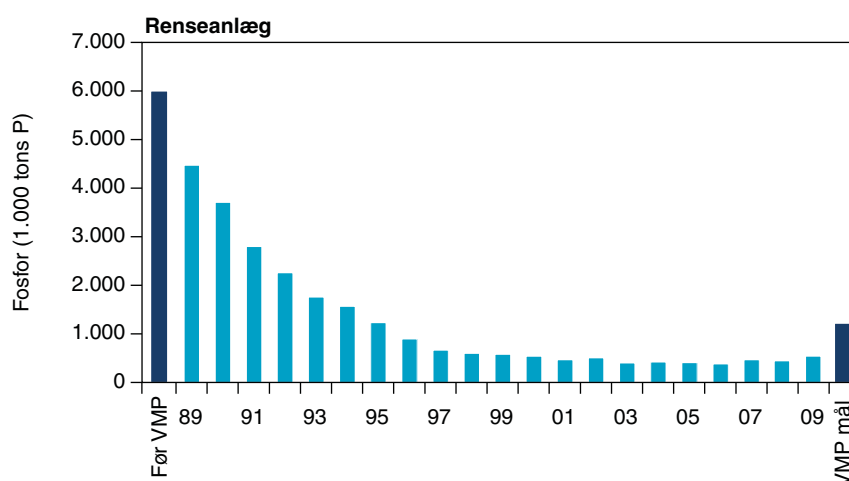
3.2 Fosfor fra spildevand

3.2.1 Renseanlæg

Der er etableret fosforfjernelse på alle rensesanlæg 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 rensesanlæg uanset størrelse. Renseanlæggene udledte i 2009 i alt ca. 545 ton P svarende til en gennemsnitskoncentration i udløbet på 0,8 mg P/l.

Udviklingen i de udledte fosformængder siden 1980'erne er vist i figur 3.2. Siden 1995 har udledningen været mindre end målet i Vandmiljøplan I. Udledningen er siden 1989 mindsket med 91%.

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

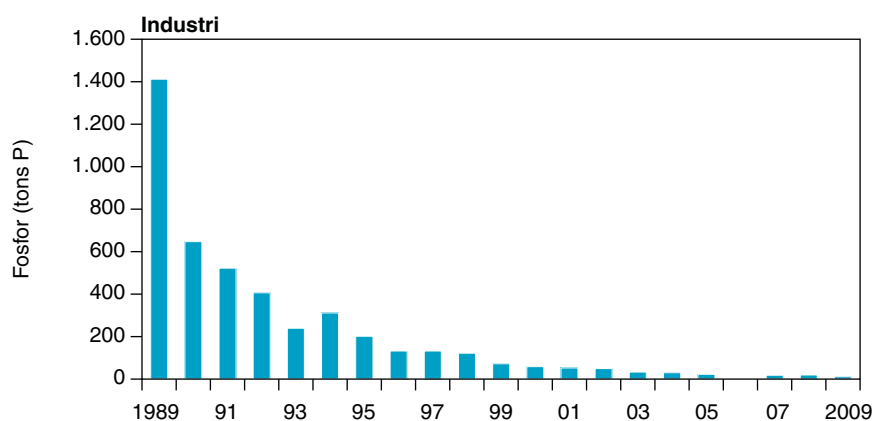


3.2.2 Industri med egen udledning

Direkte udledninger fra industri til vandområder er betydeligt mindre end udledningerne fra kommunale rensesanlæg. I 2009 blev der udledt 13 t P svarende til 0,25 mg P/l som gennemsnitskoncentration. Opgørelsen er i mindre grad baseret på data fra tidligere år end 2009.

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

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



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 direkte fra industrier reduceret med næsten 99% siden 1989.

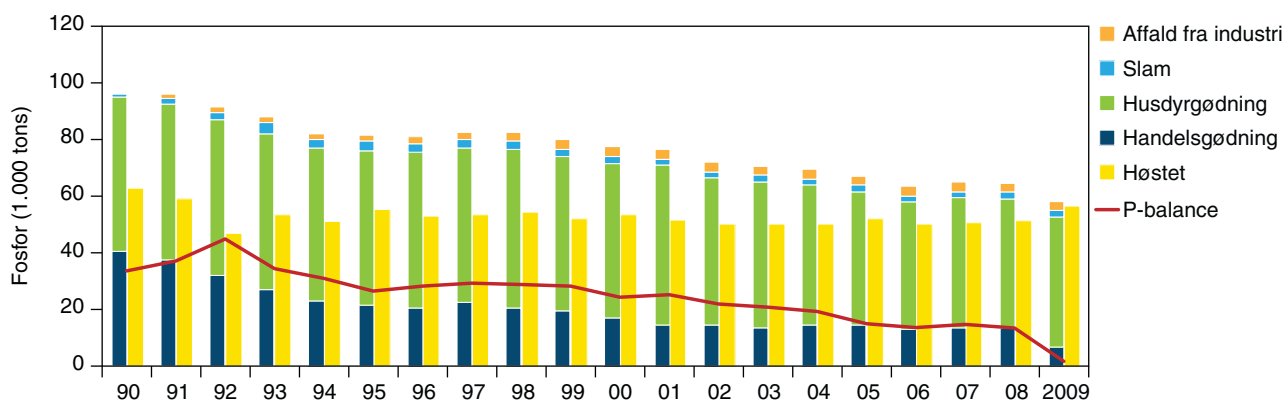
3.2.3 Akvakultur

De samlede udledninger af fosfor fra produktionen af fisk i ferskvandsdambrug, saltvandsdambrug og havbrug opgøres ved teoretiske beregninger, bl.a. ud fra foderforbruget. Der er sket en betydelig reduktion i udledningen siden 1989, hvor udledningen var knap 250 ton P. Der er ikke lavet opgørelse af udledningen i 2009 men i 2008 var udledningen af kvælstof fra ferskvanddambrug beregnet til 65 t P og fra saltvandsbaseret fiskeopdræt 29 ton P.

3.3 Fosfor i landbrug

3.3.1 Gødningsforbrug

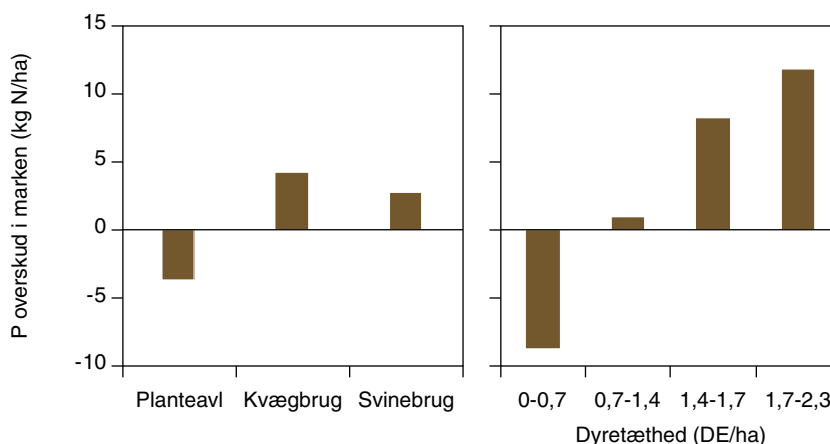
Forbruget af fosfor i handelsgødning er på landsplan reduceret markant i perioden 1990-2009, mens reduktionen i fosfortilførsel med husdyrgødning har været mindre. Nettotilførslen (også benævnt markoverskuddet) var i 2008 ca. 10.900 tons P svarende til 4 kg P/ha (figur 3.4). I 2009 faldt markoverskuddet drastisk til blot 1.700 ton P svarende til ca. 0,6 kg/ha. Det lave overskud betyder, at der i 2009 som gennemsnit har været balance mellem til- og fraført fosfor. Det er ikke helt klart, hvad dette markante fald i overskuddet skyldes, men noget kan skyldes forskydninger i lager, dvs. fosfor indkøbt i 2008 er anvendt i 2009 eller besparelser i fosforanvendelsen. Det vil kræve flere års opgørelser for at se om faldet er reelt.



Figur 3.4. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2009 (Grant et al. 2010).

Der er stor forskel på markoverskuddet af fosfor afhængig af brugstype og husdyrtæthed. I LOOP-oplandene blev der på planteavlsbrug i 2009 tilført betydeligt mindre fosfor end der blev fjernet med afgrøden, mens der var overskud af fosfor på husdyrbrugene (figur 3.5). Overskuddet er størst ved højest husdyrtæthed.

Figur 3.5. Fosforoverskud i marken i landovervågningsoplandene på ejendomme med forskellig brugstype og husdyrtæthed i 2009 (Grant et al. 2010).



3.4 Fosforkoncentrationer og udvaskede mængder

3.4.1 Måleprogram

I overvågningsprogrammet for LOOP bestemmes udvaskning af fosfor fra rodzonen ved 31 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.

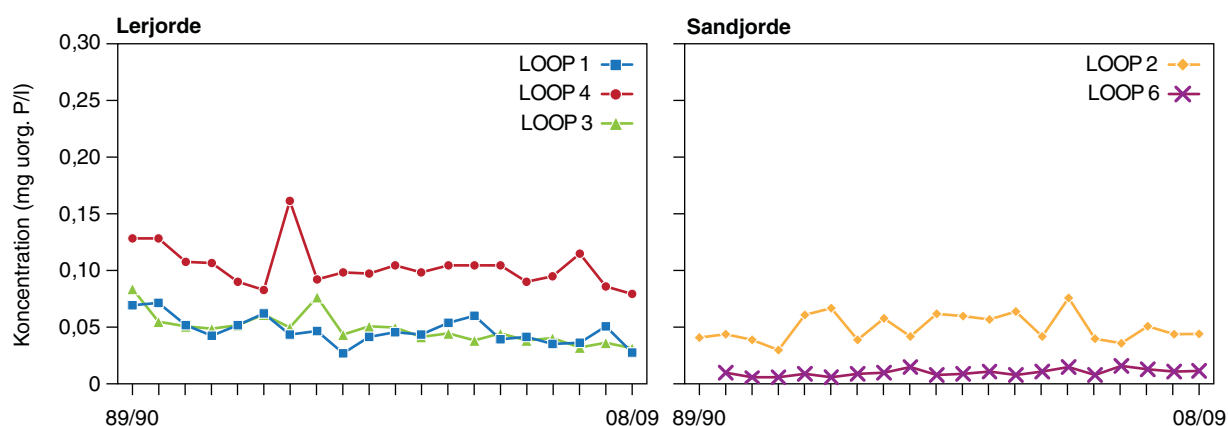
3.4.2 Fosforkoncentrationer i vandet

23% af jordvandsstationerne ligger på jorde med stor fosformobilitet og vandet har derfor højere fosforindhold end det sædvanlige lave niveau på omkring 0,02 mg P/l (tabel 3.1). Den store fosformobilitet resulterer også i høje fosforindhold i rodzonevand og dræn, der afvander disse jorde. Ingen af vandløbene i LOOP-oplandene afvander alene jorde med stor fosformobilitet, og de er derfor ikke opdelt i tabel 3.1.

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

Fosforniveauer i LOOP	Jorde med lav P mobilitet	Jorde med stor P mobilitet
	mg P/l	mg P/l
Rodzone	0,005-0,025	Op til 0,4
Dræn	0,015-0,03	Op til 0,16
Vandløb	0,05 - 0,10	

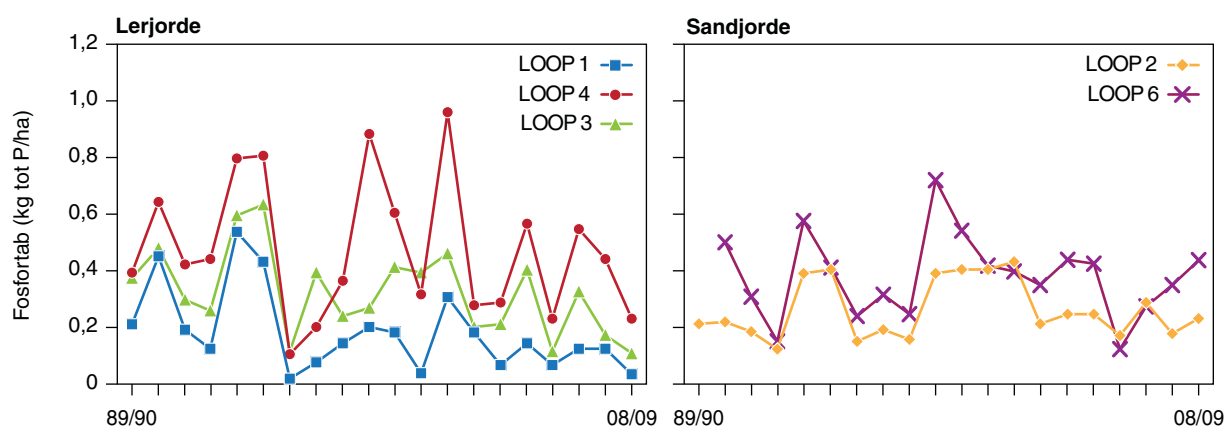
Der er store forskelle på fosforindholdet i det vand, der forlader LOOP-oplandene gennem vandløb (figur 3.6) med de højeste indhold i Lillebæk på Fyn (LOOP 4).



Figur 3.6. Vandføringsvægtet koncentration af opløst uorganisk fosfor i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1990/91-2008/09 (Grant et al. 2010).

Tabet af fosfor fra landbrugsarealer til vandløbene er beregnet ved fra transporten af fosfor i vandløbene at fratrække udledninger fra punktkilder og tabet fra naturarealer. Der er ingen systematisk forskel på tabet af fosfor fra sandede og lerede oplande (figur 3.7).

Tabet af fosfor fra dyrkede arealer i LOOP-oplandene ligger i størrelsen 0,2-0,5 kg P/ha med det største tab til Lillebæk (LOOP 4). Tabet af fosfor er meget afhængig af nedbørsmængder, hvilket er årsagen til, at fosforafstrømningen svinger meget mellem årene.



Figur 3.7. Tabet af total fosfor fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1990/91-2008/09 (Grant et al. 2010).

4 Organisk stof som forureningskilde

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

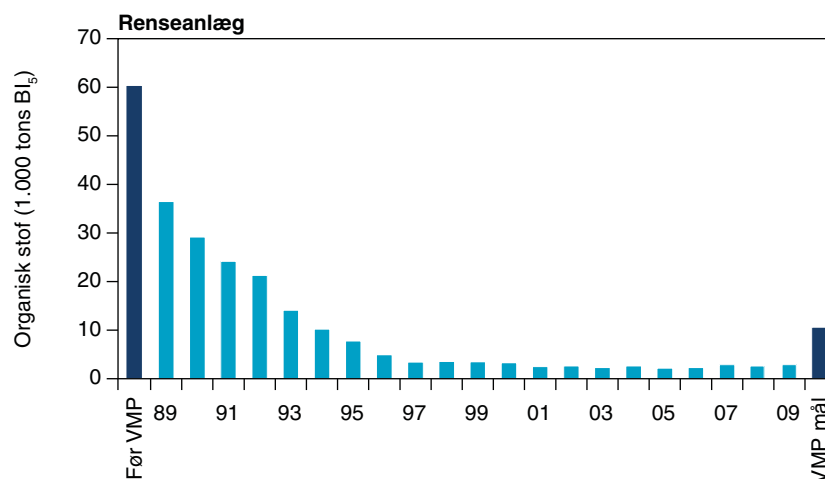
4.1.1 Kilder til forurening med organisk stof

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

4.1.2 Udledning fra renseanlæg

Fra renseanlæg blev der i 2009 udledt ca. 3.000 tons organisk stof (BI_5). Det er langt mindre end målet i Vandmiljøplan I, se figur 4.1. I gennemsnit svarer det til et indhold på 4,6 mg/l, hvilket er langt under det generelle udlederkrav i Vandmiljøplan I på 15 mg/l for anlæg for mere end 5.000 personer. Det er dog bemærkelsesværdigt, at den gennemsnitlige koncentration ligger 1 mg/l højere i 2009 end i 2008.

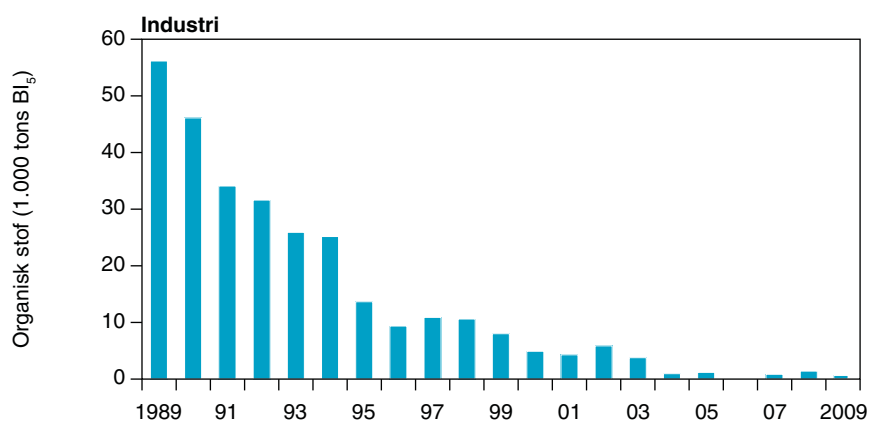
Figur 4.1. Udvikling i udledte mængder af organisk stof fra renseanlæg (By- og Landskabsstyrelsen 2010).



4.1.3 Udledning fra industri med egen udledning

Udledningerne af organisk stof fra industri med egen udledning er mindsket især frem til midt i 1990'erne, men der er også siden sket betydelige reduktioner, og den sidste store industri med betydelig udledning af organisk stof fik etableret biologisk rensning i slutningen af 2003 (figur 4.2). Der blev i 2009 udledt 608 tons organisk stof (BI_5) eller i gennemsnit et indhold på ca. 0,14 mg/l. Opgørelsen er i mindre grad baseret på data fra tidligere år end 2009.

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



4.1.4 Samlet vurdering af forurening med organisk stof

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

5 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer

5.1 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer

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

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

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

Følgende stofgrupper indgår i overvågningen af organiske miljøfremmede stoffer:

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

Overvågningen af tungmetaller og miljøfremmede stoffer omfattede i 2009 luft, punktkilder, grundvand samt ferskvands- og marine områder.

5.1.1 Screeningsundersøgelser

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

Der er gennemført screeningsundersøgelse af:

- PFAS (Perflorerede forbindelser) og organotinforbindelser i spildevand, ferskvand samt sediment og biota fra vandløb og søer (Strand et al. 2007)
- Beryllium i ungt grundvand (Larsen 2006)
- Lægemidler og triclosan i punktkilder og vandmiljøet (Mogensen et al. 2007)
- Screening for udvalgte pesticider i vandløb og grundvand (Bossi et al. 2009)
- Muskstoffer i punktkilder og i det akvatiske miljø (Bossi et al. 2009)
- Screening for kloroalkaner i sediment (Larsen et al. 2010)
- Screeningsundersøgelse og afprøvning af prøvetagningsmetodik til undersøgelse af udsivning fra jordforurening til overfladevand (Juhler et al. 2010)
- Kviksølvforbindelser, HCBd og HCCPD i det danske vandmiljø (Strand et al. 2010)
- PFAS i grundvand.

Der pågår screeningsundersøgelse af:

- Fenoler i biota
- Udvaskning af veterinære lægemidler til dræn og grundvand.

5.2 Deposition af tungmetaller fra luften

Depositionen og indholdet i luften af partikelbundet tungmetal er gennem en årrække blevet målt på syv stationer fordelt ud over landet. I 2009 blev der målt på i alt ni stationer.

5.2.1 Målsætning

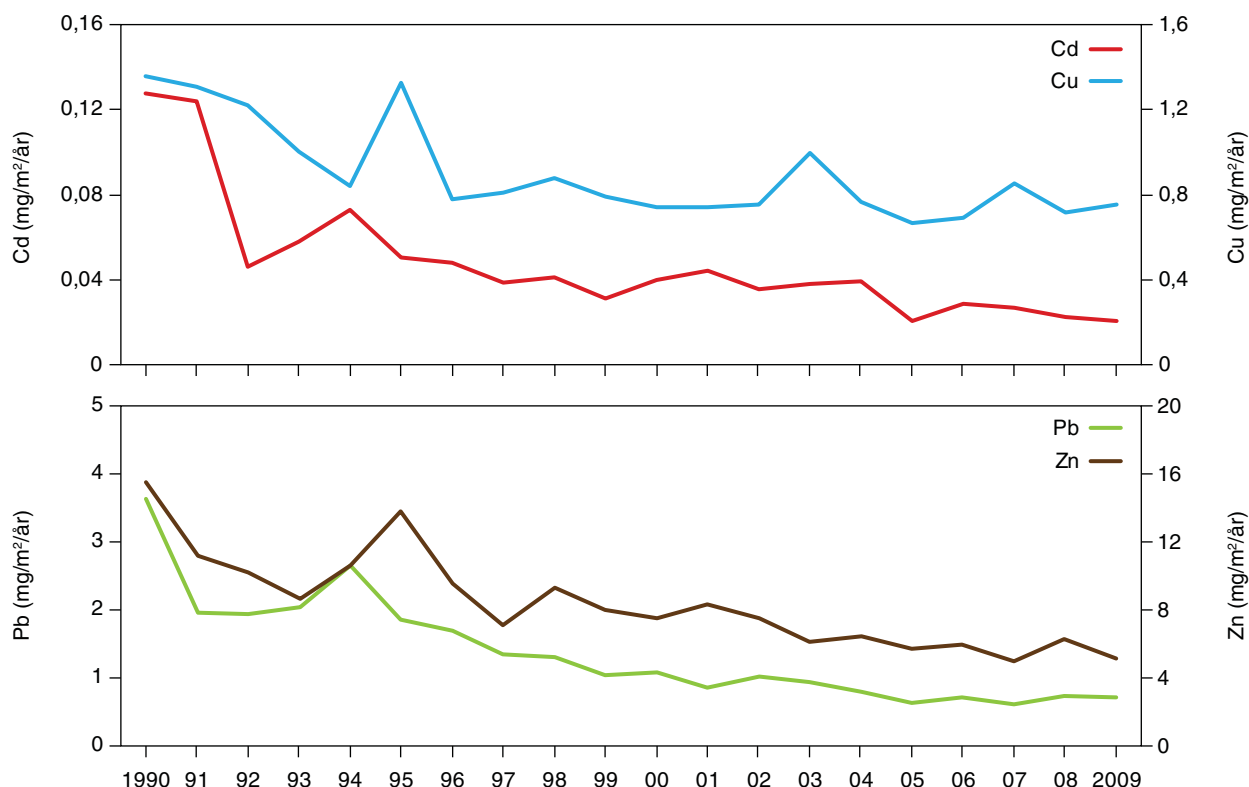
I Danmark og på europæisk plan er det en målsætning, at naturen via luften ikke må modtage mere forurening med tungmetaller, end den kan tåle. Et EU-direktiv (det 4. datterdirektiv om bl.a. tungmetaller) pålægger medlemslandene at måle koncentrationerne i luften og depositionen af bl.a. arsen, cadmium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

5.2.2 Deposition af tungmetaller i 2009

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 er afhængig af klimatiske forhold så som mængden af nedbør, antallet af byger, nedbørsintensitet samt i hvilket omfang transport af luftmasser med høje partikelkoncentrationer falder sammen med regnhændelser.

Der har siden 1989 været en tydelig nedgang i depositionen af tungmetaller (figur 5.1). Niveaue for depositionen adskilte sig i 2009 ikke fra niveauet de foregående år.



Figur 5.1. Udvikling af zink (Zn) og bly (Pb) samt kobber (Cu) og cadmium (Cd) i depositionen i 1989-2009 (Ellermann et al. 2010).

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

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

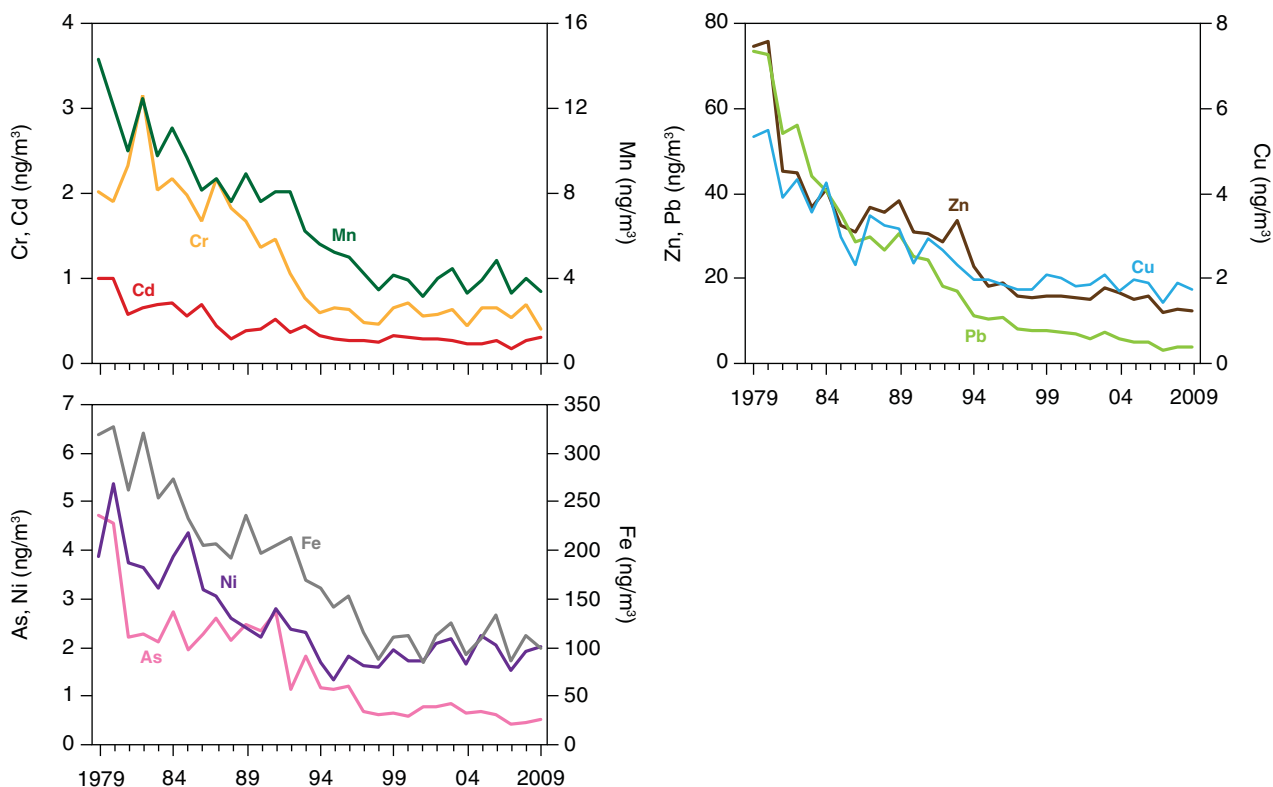
Foruden emissioner har også klimatiske forhold en væsentlig betydning for den variation, der ses mellem målingerne fra år til år af primært depositionen. Mængden af nedbør, antallet af byger, nedbørsintensiteten samt i hvilket omfang transport af luftmasser falder sammen med regnhændelser er faktorer,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

Tabel 5.1. Årlig deposition estimeret fra målinger på ni stationer samt emission af tungmetaller til atmosfæren fra danske kilder i 2009 (Ellermann et al. 2010).

Deposition	Deposition til land $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Deposition til vand $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Estimeret deposition		Emission
			Landområder (43.000 km ²) ton/år	Indre farvande (31.500 km ²) ton/år	Danske kilder ton/år
Cr, chrom	109	101	5	3	1,12
Ni, nikkel	246	210	11	7	7,5
Cu, kobber	639	609	27	19	9,7
Zn, zink	5.751	5.522	247	174	28
As, arsen	100	91	4	3	0,43
Cd, cadmium	30	23	1	1	0,42
Pb, bly	706	638	30	20	8,2

5.2.3 Koncentration af tungmetaller i luften i 2009 og udvikling

Resultaterne af 30 års målinger viser, at koncentrationen af luftens indhold af tungmetaller er reduceret betydeligt siden slutningen af 70'erne (figur 5.2).



Figur 5.2. Udvikling i koncentrationen i luften af en række tungmetaller i perioden 1979-2009. Kurverne repræsenterer gennemsnit af målinger ved Keldsnor og Tange. Usikkerheden på estimerterne er +30-50% (Ellermann et al. 2010).

5.3 Tungmetaller fra punktkilder

Tungmetaller bliver tilført overfladevand ved udledning med spildevand. I perioden 2007 - 2009 blev udledningen målt ved udvalgte 36 renseanlæg med ca. en tredjedel hvert år, dog med undtagelse af 2009, idet nogle af de programsatte målinger blev udsat til 2010. Desuden blev der

målt tungmetaller i udledningen fra få udvalgte særskilte industrielle udledninger, hvis det var relevant at måle for tungmetaller ved den pågældende industri. Udledningen ved de undersøgte renseanlæg repræsenterer samlet set ca. 45% af den samlede spildevandsmængde på landsplan. Størstedelen af de undersøgte anlæg er avancerede renseanlæg, mens fire af de 36 anlæg er mindre anlæg med mindre udbygget rensning.

5.3.1 Målsætning

Udledningen af tungmetaller skal begrænses, så nationalt fastsatte vandkvalitetskrav (Miljøministeriet 2010) kan opfyldes. Der er i bekendtgørelsen om vandkvalitetskrav fastsat krav til bl.a. bly, krom, kobber, nikkel og zink.

5.3.2 Udledning af tungmetaller fra renseanlæg

Zink er det tungmetal, der i perioden 2007-2009 blev udledt fra renseanlæg i højest koncentration. Dernæst følger metallerne barium, nikkel, molybdæn, kobber og kobolt anført i rækkefølge med faldende koncentrationer. Molybdæn, kobber og kobolt blev fundet i ca. 70-85% af de undersøgte prøver, mens de øvrige tre metaller blev fundet i alle de undersøgte prøver. Bly og cadmium blev fundet i ca. 35% af de undersøgte prøver, mens kviksølv blev fundet i ca. 10% af de undersøgte prøver.

Der er tale om foreløbige vurderinger, da kvalitetssikringen af data ikke er afsluttet.

5.3.3 Udledning af tungmetaller fra særskilte industrielle udledninger

Nikkel er det tungmetal, der i perioden 2007-2009 blev udledt i størst mængde fra særskilte industrielle udledninger. Der blev udledt 115 kg nikkel, mens der blev udledt ca. 100 kg kobber, 90 kg zink og 75 kg krom.

Nikkel, kobber og zink er således blandt de metaller, der blev fundet i højeste koncentrationer i udledninger fra renseanlæggene og i størst mængde i særskilte industrielle udledninger. Krom adskiller sig ved at være blandt metallerne, der blev udledt i størst mængde fra særskilte industrielle udledninger, men ikke var blandt de metaller, der blev fundet i højest koncentration i udledninger fra renseanlæg.

5.4 Deposition af miljøfremmede stoffer fra luften

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

De pesticider og nitrophenoler, der indgår i måleprogrammet, har alle en vis evne til at fordampe. Der måles i alt 17 pesticider og nedbrydningsprodukter. Pesticiderne omfatter stoffer, hvoraf en del fortsat anvendes i Danmark eller i vore nabolande, samt deres nedbrydningsprodukter. Nitrophenoler dannes i luften ved reaktion mellem kvælstofilter og aromatiske kulbrinter. PAH dannes ved forbrænding af fossile og naturlige

brændsler, fx i biler og ved energiproduktion. PAH transporteres med luften fra kilderne til bl.a. naturområder.

Målsætning

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

5.4.1 Deposition af pesticider

Depositionen af pesticider var lav det meste af året i 2009 med markant højere depositioner i de måneder, hvor markerne bliver sprøjtede, dvs. i efterårsmånederne ved begge stationer og i forårsmånederne ved Lille Valby (figur 5.3). Ved begge stationer udgjorde prosulfocarb i 2009 størstedelen af depositionen af pesticider. Derudover ydede pendimethalin et bidrag til den høje efterårsdeposition, idet depositionen af pendimethalin efter prosulfocarb var højere end af nogen af de andre stoffer. MCPA var årsag til stor deposition af pesticider ved Lille Valby i maj-juni måned. Prosulfocarb og pendimethalin anvendes til ukrudtsbekæmpelse i vintersæd, og MCPA anvendes bl.a. til vårsæd, hvilket passer med tidspunktet for stor pesticiddeposition. De tre pesticider var i 2009, efter glyphosat, de mængdemæssigt mest solgte aktivstoffer i ukrudtsmidler til landbrugsformål (Miljøstyrelsen 2010).

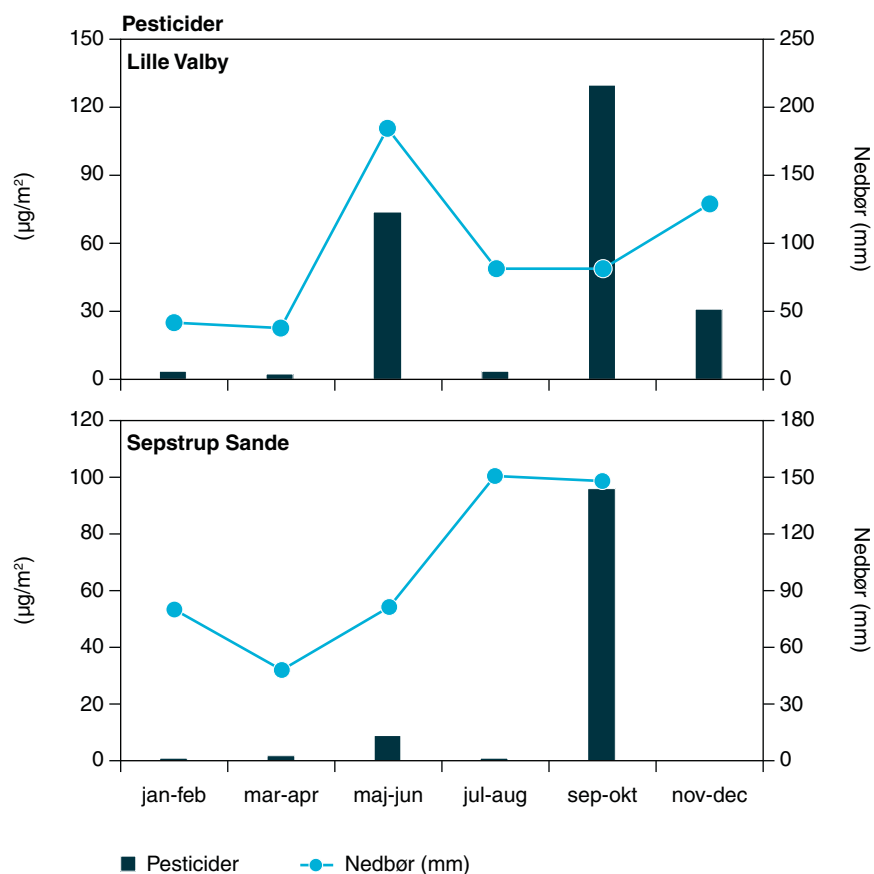
5.4.2 Deposition af nitrophenoler og PAH

Middelkoncentrationer og årlige depositioner af nitrophenoler var i 2009 højere ved stationen i Lille Valby end ved stationen ved Sepstrup Sande, dog med undtagelse af maj-juni, hvor der blev målt højest deposition af nitrophenoler ved stationen ved Sepstrup Sande.

Middelkoncentrationer og årlige depositioner af PAH var på nogenlunde samme niveau ved de to stationer i Sepstrup Sande og i Lille Valby. Størst deposition blev fundet i vintermånederne november-december og januar-februar.

Der er ved såvel nitrophenoler som PAH det forbehold, at der ikke er måling fra Sepstrup Sande i november-december.

Figur 5.3. Våddeposition af 12 almindeligt anvendte pesticider og 5 nedbrydningsprodukter i 2009 målt over 2-måneders perioder ved Lille Valby og Sepstrup Sande. Kurven angiver nedbørsmængde i den tilsvarende periode (Ellermann et al. 2010).



5.5 Udledning af miljøfremmede stoffer fra punktkilder

En række miljøfremmede stoffer bliver tilført overfladevand ved udledning med spildevand. I perioden 2007 - 2009 blev udledningen af miljøfremmede stoffer målt sammen med tungmetaller ved ca. 36 renseanlæg, jf. afsnit 5.3. Udledningen ved de undersøgte renseanlæg repræsenterer samlet set ca. 45% af den samlede spildevandsmængde på landsplan. Størstedelen af de undersøgte anlæg er avancerede renseanlæg, mens fire af de 36 anlæg er mindre anlæg med mindre udbygget rensning.

Endvidere blev udledningen af miljøfremmede stoffer målt i få udvalgte særskilte industrielle udledninger. Der er målt for de stoffer, der er relevant ved de enkelte virksomheder.

Ferskvandsdambrug indberetter de forbrugte mængder af medicin og hjælpestoffer til Miljøstyrelsen. På baggrund af disse data er der lavet en samlet årlig opgørelse af udledningen fra ferskvandsdambrug.

5.5.1 Målsætning

Udledningen af miljøfremmede stoffer skal begrænses, så nationalt fastsatte vandkvalitetskrav (Miljøministeriet 2010) kan opfyldes. Der er i bekendtgørelsen om vandkvalitetskrav fastsat krav til bl.a. PAH, blødgøremidlet DEHP og nonylphenol.

5.5.2 Udledning af tungmetaller fra renseanlæg

Der er målt for følgende stofgrupper af miljøfremmede stoffer i udledninger fra renseanlæg:

- PAH
- Aromatiske kulbrinter
- Phenoler
- Halogenerede alifatiske kulbrinter
- Chlorphenoler
- P-triestere
- Blødgørere
- Organotinforbindelser
- Bromerede flammehæmmere
- Anioniske detergenter
- Kationiske detergenter
- Perfluorerede forbindelser.

De fleste stoffer blev påvist i enkelte prøver, kun få stoffer blev fundet med fundhyppighed over ca. 30%. Blandt de undersøgte stofgrupper blev P-triestere samlet set fundet med størst hyppighed. Nonylphenoler, blødgørerne DEHP og diisononylphthalet samt bisphenol A var ligeledes blandt de stoffer, som blev fundet relativt hyppigt.

Da Miljøministeriets kvalitetssikring af dataene ikke er afsluttet, er der tale om begrænsede og foreløbige vurderinger.

5.5.3 Udledning af miljøfremmede stoffer fra særskilte industrielle udledninger

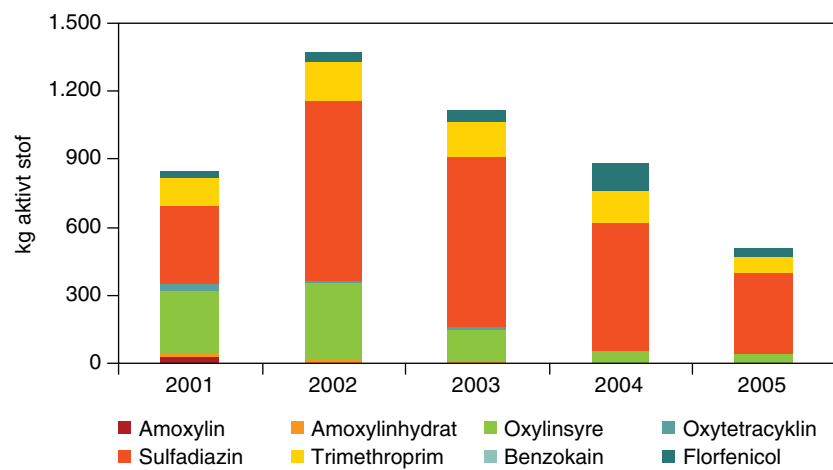
Der blev i 2009 fundet i alt 13 forskellige miljøfremmede stoffer i særskilte industrielle udledninger. Stofferne fordeler sig på stofgrupper aromatiske kulbrinter, phenoler, halogenerede alifatiske kulbrinter, PAH, anioniske detergenter, ether og AOX.

Anioniske detergenter blev med en samlet udledning på knap 150 kg udledt i størst mængde, og i væsentlig større mængde end de øvrige stoffer. Tetrachlorethylen blev udledt i en mængde på knap 1 kg, mens udledningen af de øvrige stoffer var <1-ca. 75 g.

5.5.4 Udledning af miljøfremmede stoffer fra ferskvandsdambrug

De indberettede forbrug af medicin og hjælpestoffer i ferskvandsdambrug har for perioden 2001 – 2005 vist et reduceret forbrug i 2005 (figur 5.4). Det har endnu ikke været muligt at vurdere, om dette skyldes ændret praksis eller andre faktorer. Der foreligger endnu ikke tilstrækkeligt datagrundlag for 2006 – 2008.

Figur 5.4. Indberettede forbrug af medicin i ferskvandsdambrug i 2001-2005 (By- og Landskabsstyrelsen 2010).



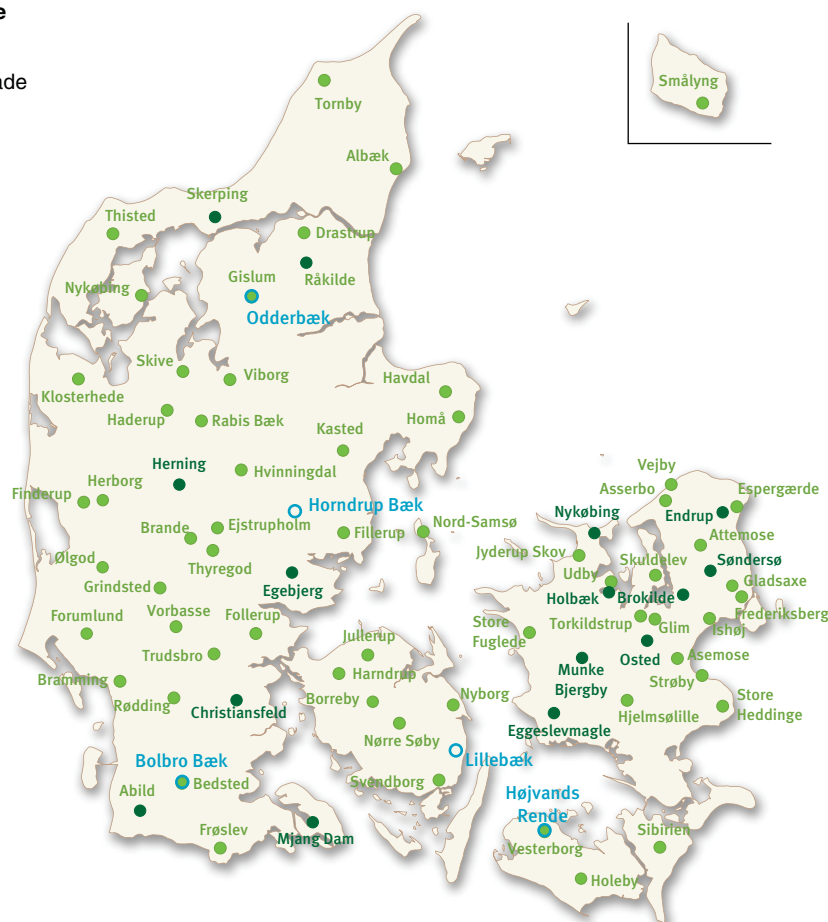
6 Grundvand

6.1 Grundvandet

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

Grundvands- og landovervågningsområde

- Grundvandsovervågningsområde
- Ikke aktivt Grundvandsovervågningsområde
- Landovervågningsopland



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

6.1.1 Grundvandsovervågning

Formålet med overvågningen af grundvandet er at følge udviklingen i kvaliteten og størrelsen af ressourcen samt at følge effekten af Vandmiljøplanen i 1987 og efterfølgende vandmiljøplaner. Overvågningen foregår fortrinsvis gennem det nationale overvågningsprogram (NOVANA), der gennem årene har inddraget ca. 1.400 indtag i borerer fordelt på 73 grundvandsovervågningsområder (GRUMO) og 5 landovervågningsoplande (LOOP) (figur 6.1). 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.

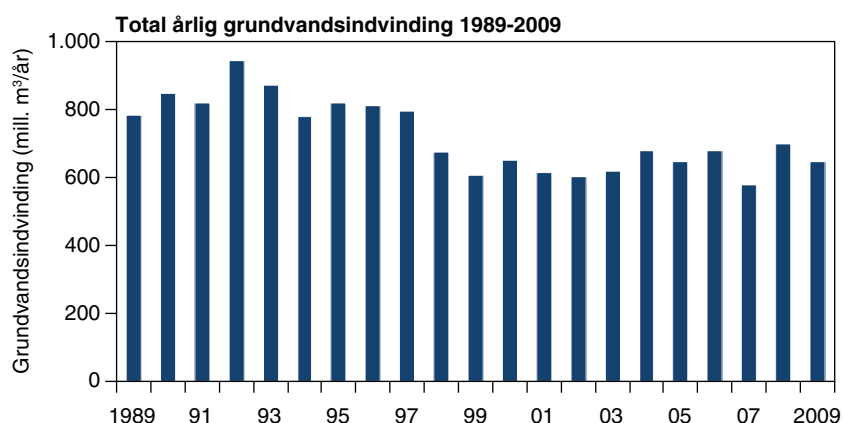
Vandværkernes kontrol af grundvandet samt indberetninger af indvundne mængder indgår som et element i overvågningen.

6.1.2 Vandindvinding

Vandindvindingen i Danmark er altovervejende baseret på grundvand. En vurdering af indberetningerne fra 2007-2009 baseres på data fra 2008. Indvindingen i 2009 er opgjort til ca. 700 mio. m³, hvoraf indvinding til markvanding, gartneri og dambrug udgjorde 36%. Der har siden 1990'erne været store udsving i opgørelsen af indvindingen til markvanding, hvilket tilskrives store årlige variationer i nedbør og fordampning.

Den samlede grundvandsindvinding i perioden 1989 – 2009 er vist i figur 6.2. Den årlige totale indvinding af grundvand ligger på et relativt stabilt niveau omkring 650-700 mio. m³ pr. år, dog med det forbehold, at de indberettede vandmængder er ufuldstændige. Fra begyndelsen af 1990'erne har der været en markant faldende tendens frem til årtusindeskiftet, hvorefter der var en svagt stigende tendens. Den lave indvinding i 2007 vurderes at skyldes særlig mangelfuld indberetning i forbindelse med kommunalreformen i 2006/2007.

Figur 6.2. Den samlede grundvandsindvinding i Danmark i 1989-2009 (Thorling (red.) 2010).



6.2 Status for nitratindhold i grundvand

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

6.2.1 Målopfyldelse

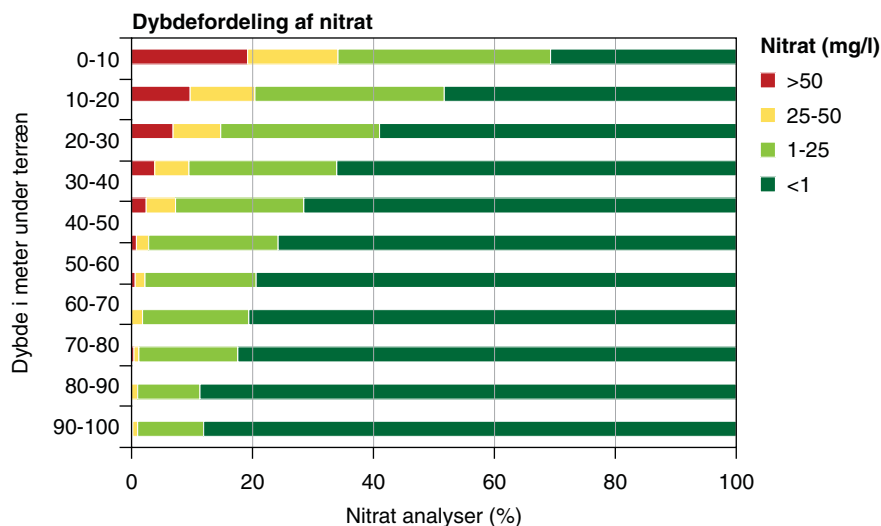
Grænseværdien for nitrat i drikkevand og i grundvand er ifølge henholdsvis Drikkevandsdirektivet og Grundvandsdirektivet på 50 mg nitrat/l. Der er en tydeligt faldende hyppighed af overskridelser af denne grænseværdi i det øverste af det nydannede iltede grundvand, se figur 6.4. Selv om der har været et generelt svagt fald i nitratinholdet i det nydannede iltede grundvand i de seneste år, er der altså fortsat en del (ca. 30%) af det nydannede grundvand, der indeholder mere end 50 mg nitrat/l.

For hele perioden 1990-2009 foreligger der ca. 128.000 nitratanalyser fra grundvandsovervågningen, landovervågningen, vandværkernes indvindingsboringer og fra andre boringer. Grundvandet fra en stor del af disse indtag er dannet før 1987. Derfor afspejler nitratinholdet ikke umiddelbart indsatsen for at mindske nitratudvaskningen som følge af Vandmiljøplan I i 1987 og den efterfølgende indsats. En nærmere analyse viser dog, at nitratinholdet toppe i grundvand dannet omkring 1980, og derpå udviser et fald, der vurderes at kunne tilskrives ændringer i landbrugets dyrkningspraksis.

6.2.2 Dybdemæssig fordeling af nitrat

Den største del af analyserne med forhøjet indhold af nitrat kommer fra indtag i perioden 1990-2009, der ligger ned til 50 meter under terræn, og de højeste nitratinhold findes ikke uventet i de øverste 10 meter af jordlagene. Nitratinholdet er her over 1 mg nitrat/l i over ca. 70% af indtagene og over 50 mg/l i ca. 20% (figur 6.3).

Figur 6.3. Fordeling af nitratinholdet i 1990-2009 efter indtags-dybde under terræn i land- og grundvands-overvågning, boringskontrol i vandværkernes indvindingsboringer og 'Andre boringer' (Thorling (red.) 2010).



6.2.3 Fordeling af nitrat efter redoxzoner

Geokemisk kan grundvandet opdeles i 4 redoxzoner, hvor den øverste zone – iltzonen - har et højt iltindhold svarende til iltindholdet i regnvand. Nitratinholdet i iltzonen er højt på grund af udvaskning fra redoxzonen. 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 un-

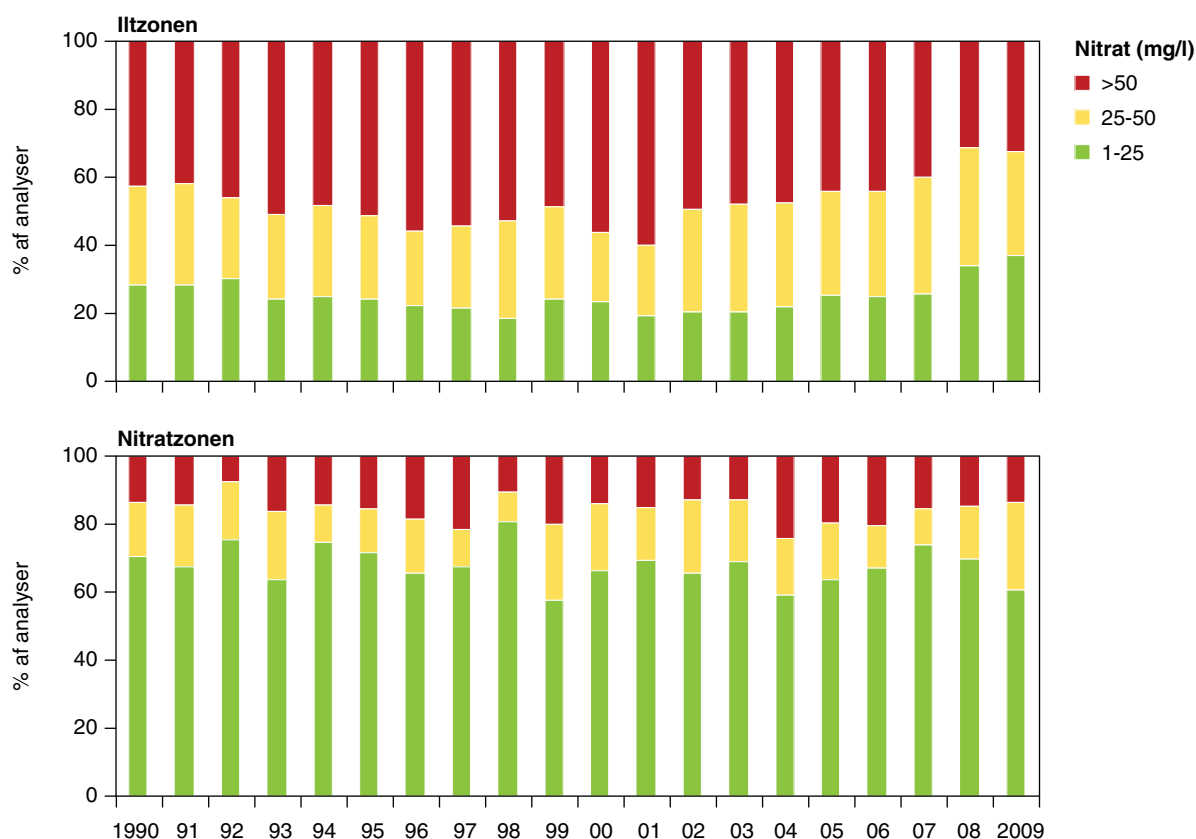
der 1 mg/l og nitratindehold over 1 mg/l). Nedenunder findes jern/sulfat-zonen og metan-zonen uden nitrat eller ilt.

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

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

Der har de seneste år været en tendens til, at i det iltede grundvand er hyppigheden i indtag med nitratindehold over 50 mg/l aftagende. Nitratindeholdet var i 2008 og 2009 over 50 mg/l i ca. 30% af indtagene i det iltede grundvand mod ca. 50% i midten af 1990'erne.

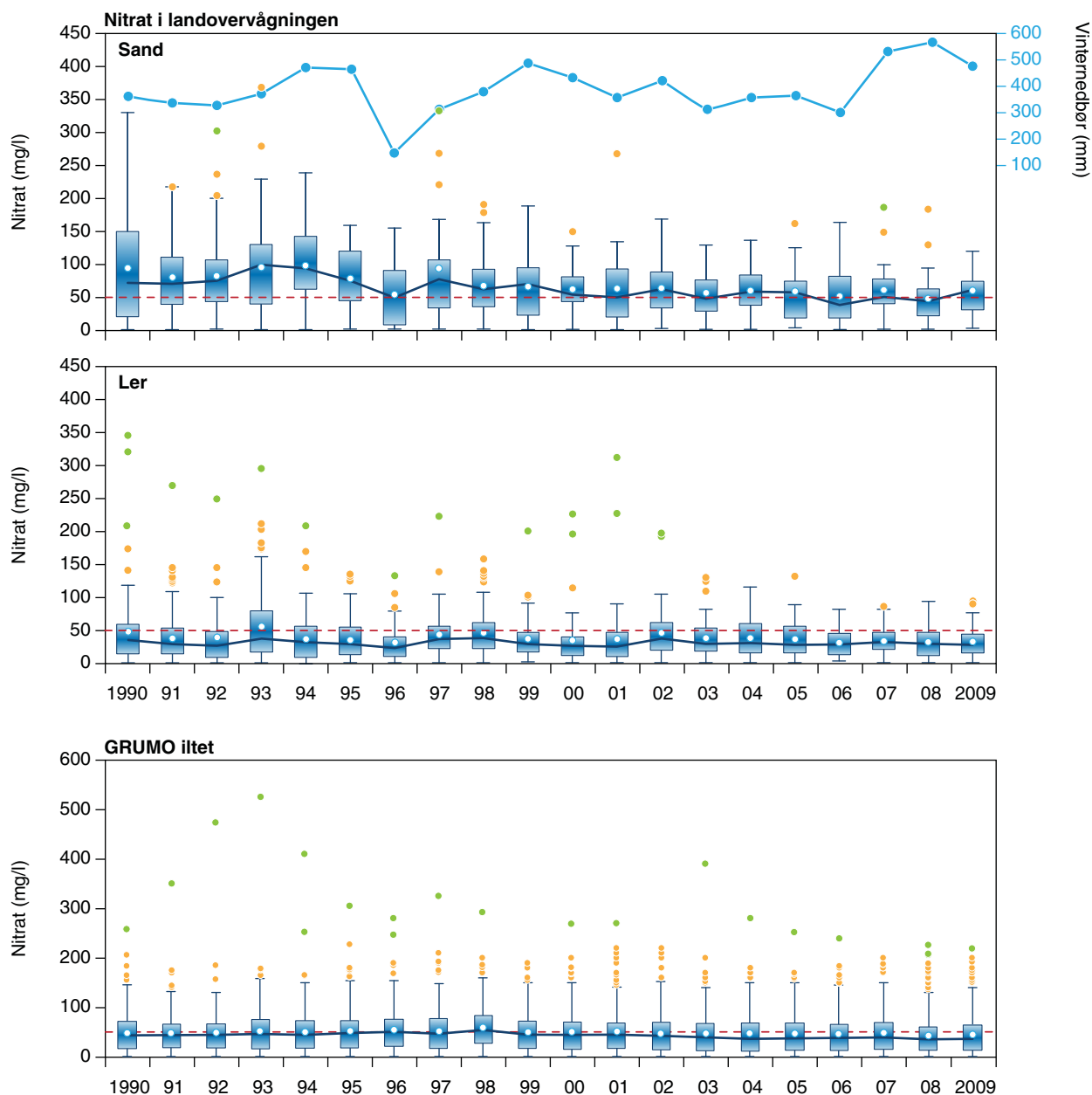
I nitratzonen varierer andelen af indtag med nitratindehold over 50 mg/l mellem 10 og 20%. I modsætning til det iltede grundvand kan der ikke i grundvandet i nitratzonen erkendes nogen tydelig udviklingstendens i fordelingen mellem indtag med nitratindehold på de tre koncentrationsniveauer.



Figur 6.4. Fordeling af nitratindehold i perioden 1990-2009. Øverste del er fra 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 (Thorling (red.) 2010).

6.3 Udvikling i nitratindehold i grundvand

Udviklingen i nitratindehold i grundvandet i perioden 1990-2009 er vist i figur 6.5 for det øverste grundvand i landovervågningsområderne og i iltet grundvand i grundvandsovervågningsområderne, som typisk er det øverste grundvand. Udviklingen i landovervågningsområderne er opdelt i områder med henholdsvis sandjord og lerjord.



Figur 6.5. Udviklingen i nitratindehold i grundvand i perioden 1990-2009 sammenlignet med vinternedbøren (øverste kurve). Øverst er vist resultater fra landovervågningsområdernes højtliggende grundvand i vinter-månederne i sand- og lerjordsområder. Nederst er vist resultater fra det iltholdige grundvand i grundvandsovervågningsområderne. Kurven i boksene forbinder medianværdierne. Desuden er vist 75% og 25% fraktiler og minimums og maksimumsværdier af analyseresultater det enkelte år, samt grænseværdien for nitrat i drikkevand og grundvand på 50 mg/l (Thorling (red.) 2010).

6.3.1 Landovervågningsområder

Der er stor spredning på de målte nitratkoncentrationer i vintermånederne i det overfladenære grundvand i landovervågningsoplandene (LOOP) (figur 6.5) i både sand- og lerområderne. Nitratindholdet i sandområderne er generelt højere end i lerområderne. Da iltindholdet ikke er målt, kan LOOP data ikke henføres til ilt- eller nitrat-zoner.

For perioden 1990-2009 har der i sandområderne i LOOP (figur 6.5 øverst) været et fald i det øverste grundvands gennemsnitlige nitratindhold fra ca. 95 til ca. 55 mg nitrat/l (svarende til et fald fra ca. 21 til ca. 12 mgN/l). Faldet var størst frem til vinteren 1999/2000, hvorefter ændringerne har været små.

I lerområderne har det gennemsnitlige nitratindhold i vinterhalvåret for hele perioden 1990-2009 ligget omkring 30-50 mg/l (svarende til omkring 7-11 mg N/l), og ikke vist et tydeligt fald som i sandområderne.

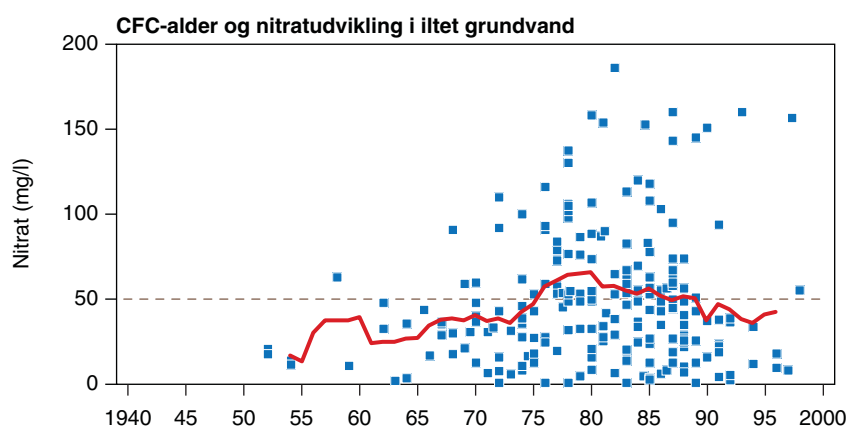
6.3.2 Grundvandsovervågningsområder

I det iltholdige grundvand i GRUMO-områderne (figur 6.5 nederst) viser medianværdierne for perioden 1990-2009 en jævn stigning frem til den højeste værdi i 1998, hvorpå de faldt til et niveau på omkring 35 mg/l i 2004-2009. Gennemsnitsværdierne for nitrat er faldet fra ca. 55 mg/l i 1998 til ca. 45 mg/l i 2009. Nitratindholdet var i 25% af indtagene over ca. 65 mg/l nitrat i 2009.

6.3.3 Virkning af indsats på nitratindhold

Den indsats, der efter vedtagelse af Vandmiljøplan I i 1987 er gjort for at mindske nitratudvaskningen fra dyrkede arealer, har bevirket, at nitratindholdet i det øverste iltholdige grundvand i sandede områder er mindsket. Ved at sammenholde grundvandets alder (målt ved CFC-datering) med nitratindholdet i iltet grundvand finder man indikation på, at tiltagene for at begrænse kvælstofoverskuddet i landbruget begynder at kunne ses i det unge grundvand (figur 6.6). Der ses en tendens til stigende nitratindhold efterfulgt af et fald, som er i overensstemmelse med iagttagelserne i de sandede landovervågningsområder. Ved en statistisk analyse i 2008 blev der fundet signifikant faldende tendens i over halvdelen af det yngste iltede grundvand. Der er imidlertid meget stor spredning på nitratindholdet i de iltede indtag, og mange indtag har et nitratindhold over 50 mg/l.

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



6.3.4 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 "nitrat-bæltet" fra Djursland til Nordjylland. I en del af området indvindes der fra kalkbjergarter, som har lav kapacitet til at reducere nitrat, og som samtidig er dårligt beskyttede af lerdæklag. Nitrat i drikkevandet skyldes andre steder, at der på grund af fed ler i undergrunden indvindes overfladenært grundvand, samtidig med at grundvandsmagasinerne er sårbare overfor nitrat på grund af lav nitratreduktionskapacitet i jordlagene og/eller en dårlig beskyttelse fra dæklag.

6.4 Uorganiske sporstoffer i grundvand

Uorganiske sporstoffer forekommer naturligt i relativt små mængder i grundvandet. Overfladenært grundvand kan være præget af sporstoffer, som stammer fra den lokale arealanvendelse, mens dybereliggende grundvand er præget af sporstoffer, som stammer fra de geologiske aflejringer, som vandet passerer.

Nikkel og arsen er blandt de i alt 25 sporstoffer, som er med i såvel grundvandsovervågningen som vandværkernes kontrol af deres indvindingsboringer. Både nikkel og arsen har en sundhedsmæssig betydning, idet nikkel er nødvendigt i meget lave koncentrationer, men er samtidig medvirkende årsag til stadigt stigende omfang af allergi. Arsen er yderst giftigt for mennesker.

6.4.1 Målsætning

For nikkel er der et kvalitetskrav for drikkevand på 20 µg/l og for arsen på 5 µg/l ved indgang til ejendom (Miljøministeriet, 2007). Både nikkel og arsen kan til en vis grad fjernes i vandværkernes traditionelle sandfiltre og tilbageholdes i okkerslammet. Efter vandrammedirektivet må indholdet ikke øges, således at videregående vandbehandling bliver nødvendig.

6.4.2 Nikkel

Nikkel findes naturligt i grundvandet. I jorden indgår nikkel i jernsulfider, som fx pyrit. Nikkel kan blive frigivet til grundvandet ved sænkning af grundvandsspejlet fx i forbindelse med ikke-bæredygtig oppumpning, hvor luftens ilt får adgang til de pyritholdige jordlag. Derved opløses sulfiderne og der frigives jern, sulfat og nikkel. Endvidere kan nedsivning af nitrat gennem de sulfidholdige jordlag medføre iltning af de nikkelholdige sulfider og dermed frigivelse af nikkel til grundvandet.

Der blev i 2009 fundet overskridelse af kvalitetskravet for nikkel i drikkevand i 27 af 805 undersøgte indtag i grundvandsovervågningen. I knap halvdelen af indtagene (11 indtag) er indholdet signifikant stigende, mens der i et tilsvarende antal indtag er fundet signifikant faldende indhold.

Den geografiske fordeling af indtagene med signifikant stigende indhold indikerer, at problemet med frigivelse af nikkel som følge af ikke-bæredygtig oppumpning og faldende grundvandsspejl, er under kontrol. Til gengæld er overskridelser af kvalitetskravet og stigninger som følge af nedsivende nitrat der kan ilte pyritforbindelser under frigivelse af nikkel, blevet mere dominerende.

6.4.3 Arsen

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

Der blev i 2009 fundet overskridelse af kvalitetskravet for arsen i drikkevand i 61 af 805 undersøgte indtag i grundvandsovervågningen. I knap halvdelen af indtagene (26 indtag) er indholdet signifikant stigende. Disse indtag fordeler sig over hele landet.

6.5 Pesticider i grundvand

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

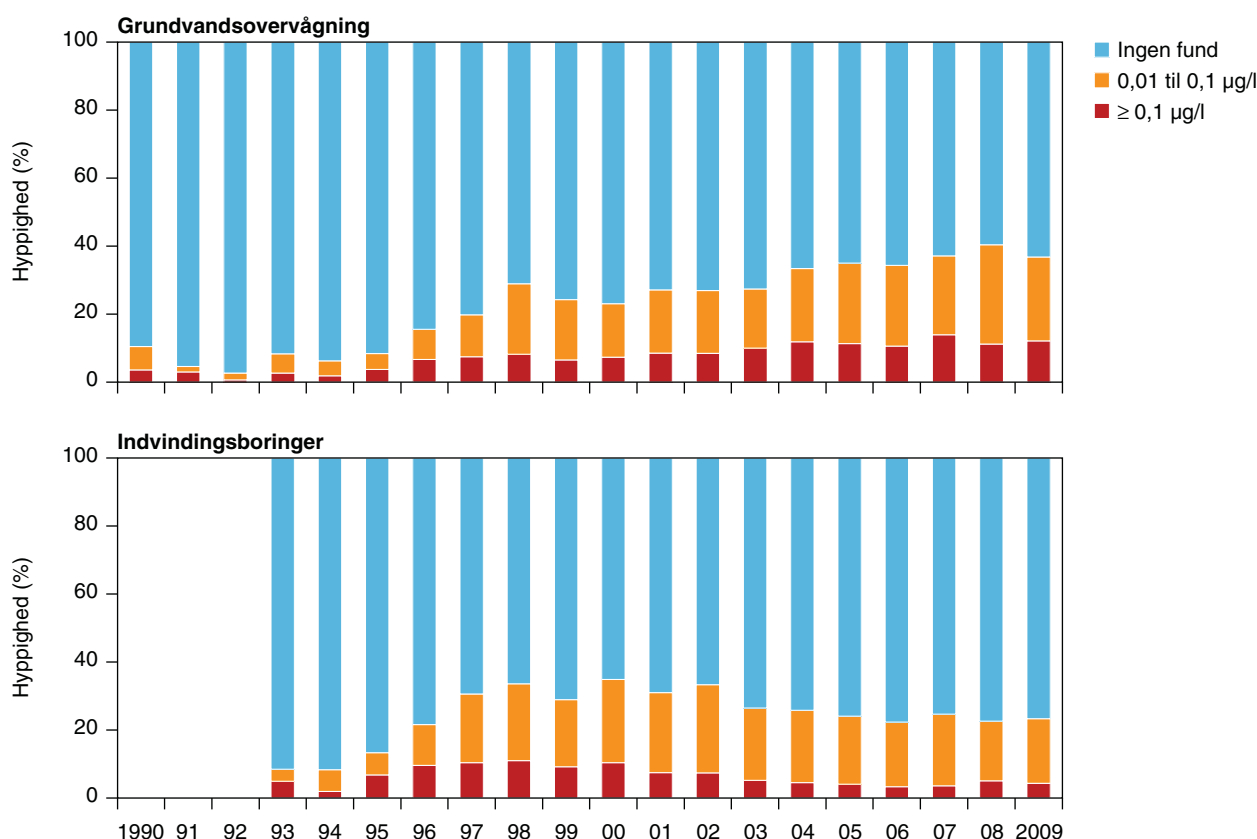
6.5.1 Målsætning

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

6.5.2 Pesticider i grundvand i 2009

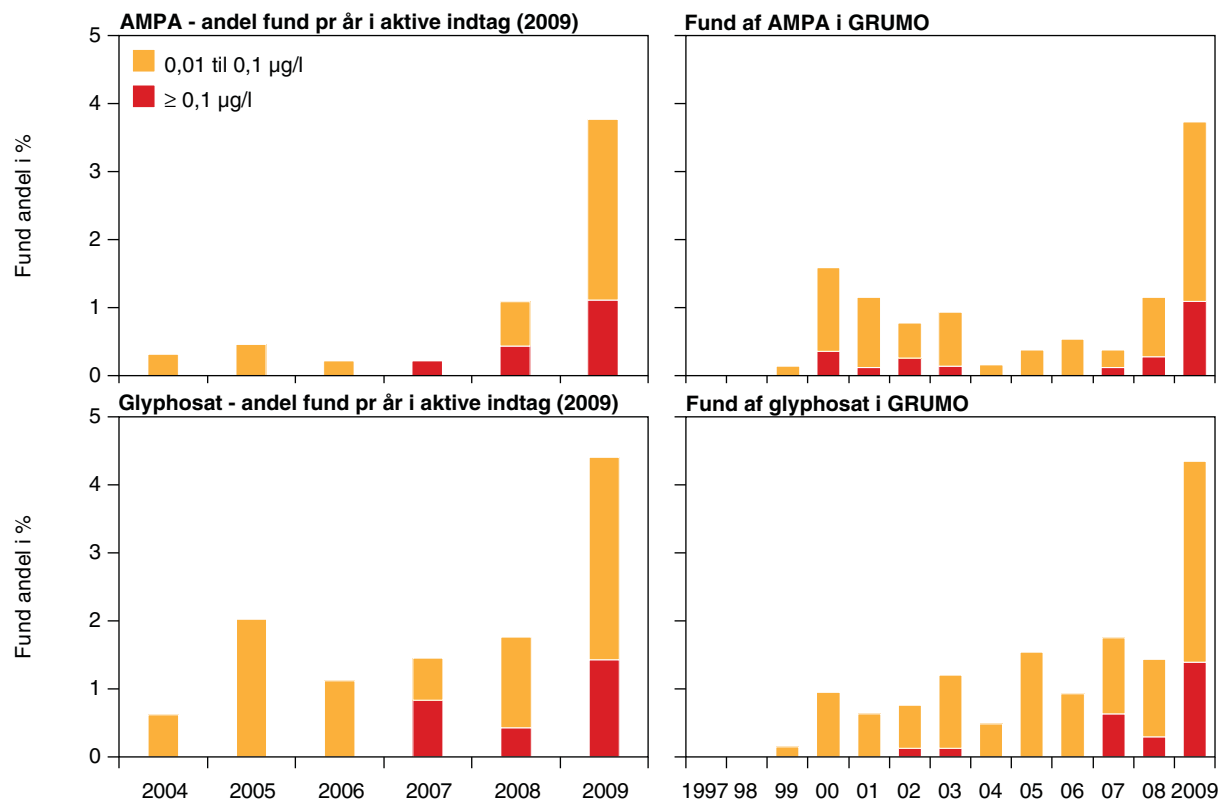
Der blev i 2009 fundet et eller flere pesticider i knap 40% af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen, hvilket var samme niveau som de seneste foregående år (figur 6.7). Det stigende antal fund af pesticider i grundvandsovervågningen frem til 1998 afspejler, at grundvandet i denne periode er blevet analyseret for et stigende antal pesticider og nedbrydningsprodukter. Siden 2004 har der udelukkende været analyser af pesticider i ungt grundvand (dannet efter ca. 1950), og der er inddraget nye stoffer. Dette betyder naturligvis, at andelen med fund stiger.

I vandværkernes indvindingsboringer blev der i 2009 fundet overskridelse af grænseværdien for pesticider i grundvand og drikkevand i ca. 4% af de undersøgte borer.



Figur 6.7. Hyppighed af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen i perioden 1990 – 2009 og ved vandværkernes boringskontrol i perioden 1993-2009 (Thorling (red.) 2010).

BAM, et nedbrydningsprodukt af dichlobenil, som blev forbudt i 1996, er fundet med størst hyppighed i såvel grundvandsovervågningen som ved vandværkernes boringskontrol med fundhyppigheder på henholdsvis 17% og 19%. Glyphosat, der i 2009 udgjorde knap 30% af den solgte mængde ukrudtsmiddel i Danmark (Miljøstyrelsen 2010), og dets nedbrydningsprodukt AMPA blev begge fundet i 4% af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen, dog ikke nødvendigvis i samme indtag. Stofferne er fundet med stigende hyppighed i grundvandsovervågningen de seneste år (figur 6.8).

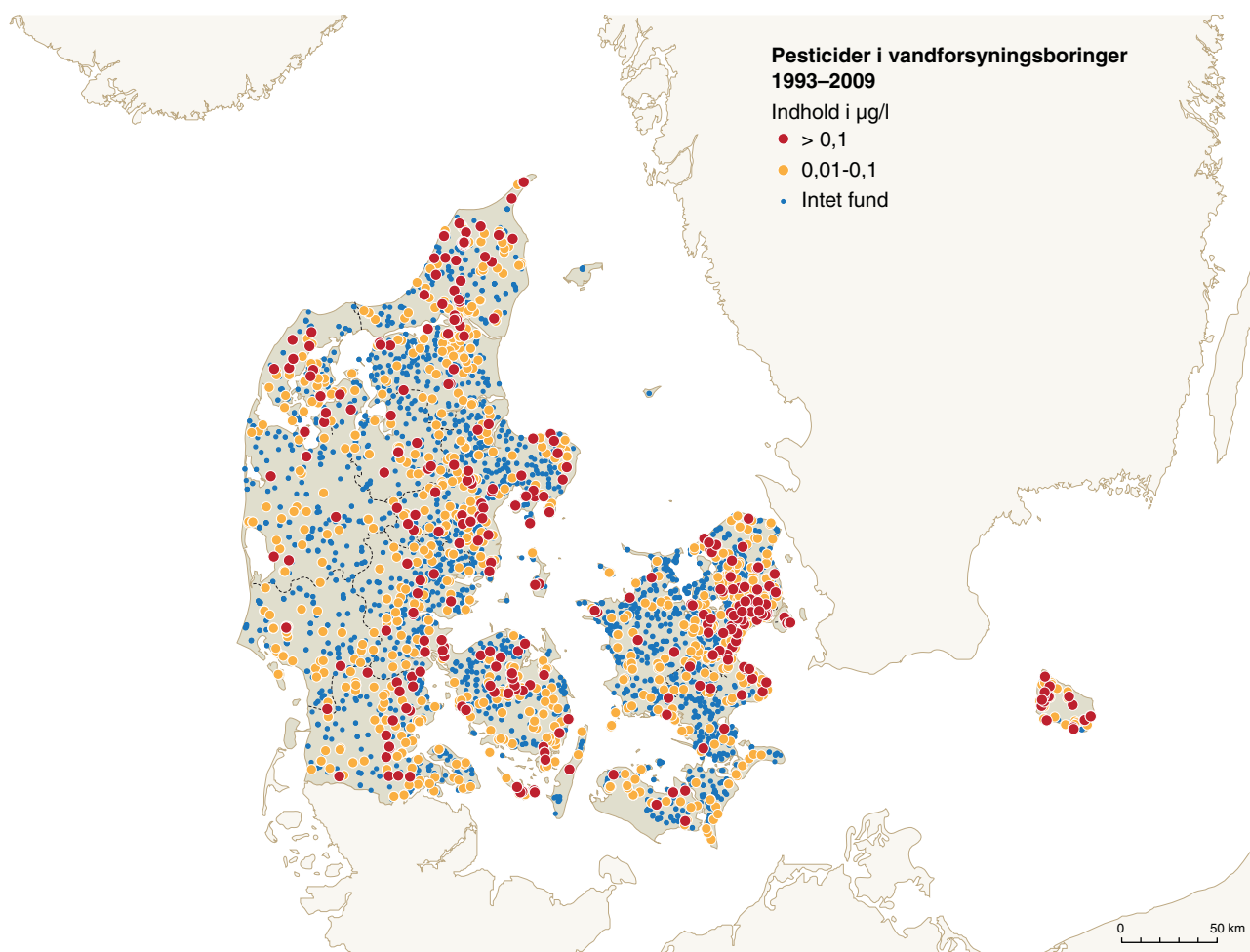


Figur 6.8. Fund andele af glyphosat og AMPA i % af alle undersøgte indtag i grundvandsovervågningen (højre) og i de indtag i grundvandsovervågningen, der var aktive i 2009 (data fra Thorling (red.) 2010).

Stofferne er i tidligere undersøgelser især fundet i de øverste og mest sårbare grundvandsmagasiner, men de er også i grundvandsovervågningen fundet i dybereliggende grundvandsmagasiner. Glyphosat og AMPA er kun undersøgt i 66 vandværksboringer i 2009, og glyphosat blev ikke påvist i vandværksboringer i 2009, mens AMPA blev fundet under grænseværdien i en enkelt.

6.5.3 Regional fordeling

Ved de større byer er der ved vandværkernes kontrol af indvindingsboringer fundet mange pesticider og nedbrydningsprodukter. BAM og 2,6-dichlobenil er dominerende. Der er tilsyneladende en overrepræsentation af pesticidfund i lerede områder, hvor der også er den største befolkningstæthed (figur 6.9). På sandede jyske hedesletter og på den tidligere havbund i Nordjylland er der kun få fund af pesticider. Dette kan forklares med, at vandværkerne generelt indvinder fra større dybder her end i resten af landet pga. nitrat i det øverste grundvand.



Figur 6.9. Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter ved vandværkernes kontrol af indvindingsboringer til og med 2009. Kun aktive indvindingsboringer er medtaget i figuren. Boringer, hvor der er fundet pesticider en eller flere gange, er vist som fund. Den enkelte boring indeholder derfor ikke nødvendigvis pesticider i dag (Thorling (red.) 2010).

6.6 Organiske mikroforureninger i grundvand

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

Fundene af organiske mikroforureninger i grundvandsovervågningen er ofte på niveau med detektionsgrænsen og ofte er det ikke muligt at genfinde fundene. Dette peger på, at der sker en mikrobiel omsætning af disse mindre mængder.

Antallet af fund af henholdsvis aromatiske kulbrinter, klorerede opløsningsmidler samt fenoler og klorfenoler var på samme niveau i perioderne 1998-2003 og 2004-2009. Fundene forekom hovedsagelig i indtag ned til 40 m.u.t., idet 86% af fundene i 1998-2009 forekom i disse indtag. Der forekom enkelte fund i indtag ned til ca. 100 m.u.t. Gennemsnitsdybden af indtag med fund af organiske mikroforureninger er steget fra ca. 37 m.u.t. i 1990 til ca. 43 m.u.t. i 2009.

7 Vandløb

7.1 Vandløb

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

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

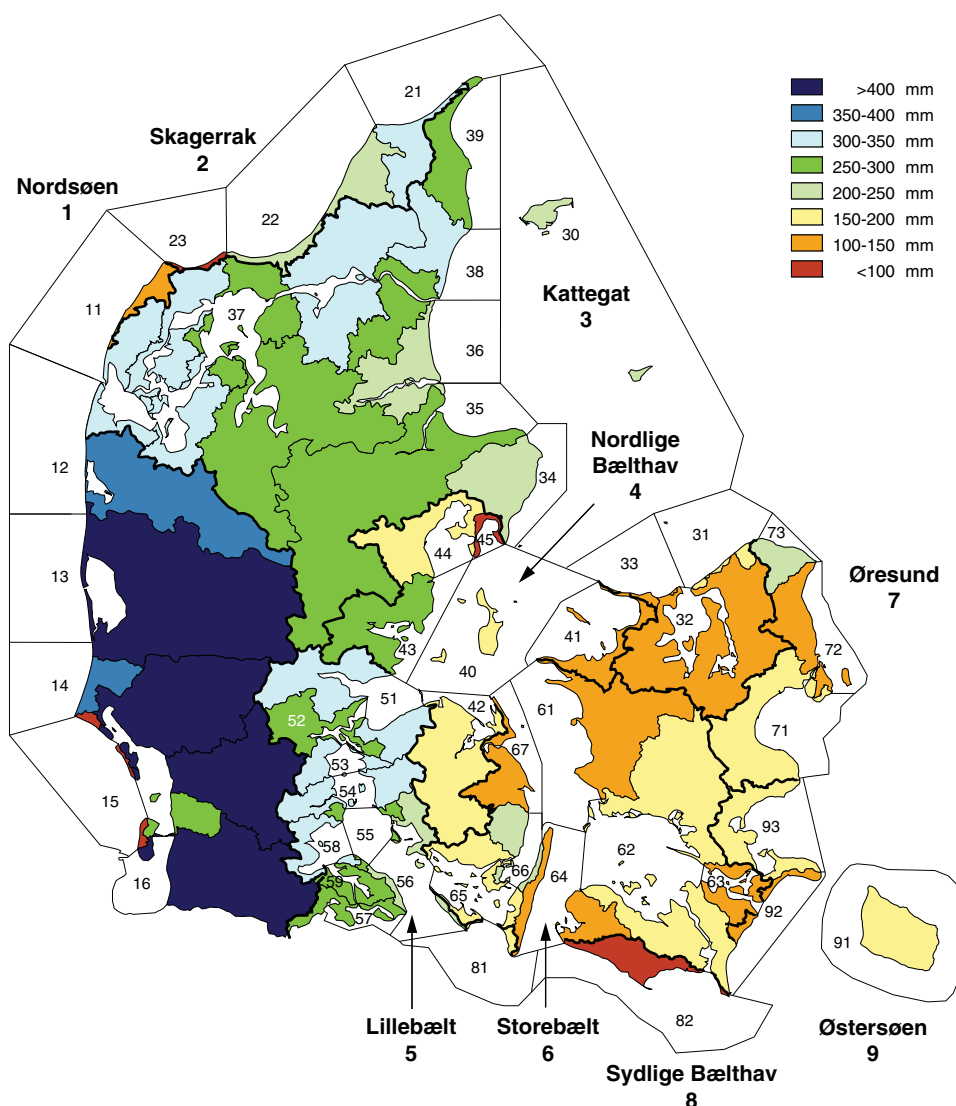
7.1.1 Overvågningsprogrammet

Overvågningsprogrammet var i 2009 sammensat således, at måleresultaterne giver oplysning om tre vigtige forhold:

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

7.1.2 Klima og afstrømning i 2009

Den gennemsnitlige ferskvandsafstrømning var på 272 mm, hvilket svarer til ca. 11.700 mio. m³. Det er 22% mindre end i 2008 og 15% under gennemsnittet for 1990-2009. De store forskelle i afstrømningen mellem 2008 og 2009 har væsentlig betydning for bl.a. stoftilførslen til søer og havområder, som det er omtalt i afsnit 2.1 hhv. 3.1. På grund af geografiske forskelle i nedbørsmængden er der store forskelle i vandløbsafstrømningen mellem landsdelene (figur 7.1).



Figur 7.1. Ferskvandsafstrømningen (i mm) til marine kystafsnit i 2009 (Wiberg-Larsen et al. 2010)

Oplandene til det sydlige Bælthav, Storebælt, Østersøen og Øresund havde de laveste ferskvandsafstrømninger, typisk mellem 100 og 200 mm. De største afstrømninger forekom som normalt i Vestjylland med et niveau på omkring 400 mm.

7.1.3 Opfyldelse af målsætning

Vandløbene har været målsat i amternes regionplaner, som er gældende indtil der endeligt er vedtaget vandplaner. De vandplaner, som nu foreligger i udkast, indeholder målsætninger fastsat ud fra ensartede kriterier i henhold til EU's vandrammedirektiv.

Da vandplanerne stadig er i udkast, er der ikke foretaget en vurdering af målopfyldelse for vandløbene.

7.2 Økologisk vandløbskvalitet – smådyr

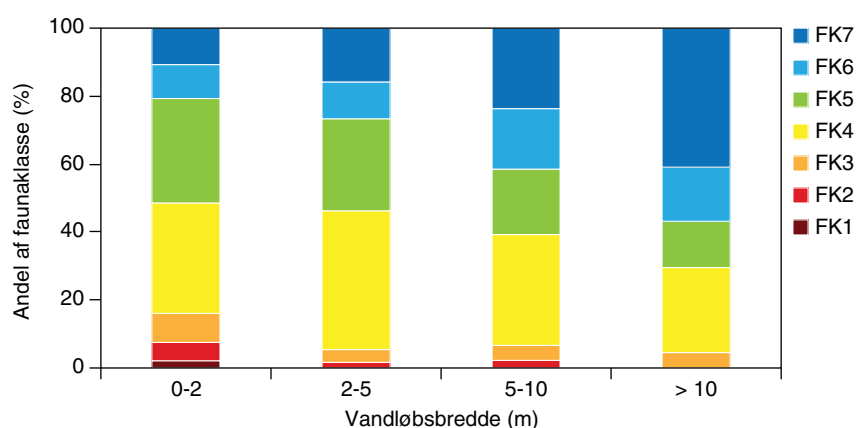
Den økologiske kvalitet kan bl.a. bedømmes ud fra de smådyr, der findes i vandløbet. Faunaen karakteriseres ved det såkaldte Dansk Vandløbsfaunaindex (DVFI) med værdier fra 1 (meget stærkt påvirket) til 7 (upåvirket).

Faunaklasserne 5, 6 og 7 blev i 2009 fundet i ca. 55% af vandløbene og er karakteristiske for forholdsvis rene og fysisk varierede vandløb.

7.2.1 Forskelle i vandløbskvalitet

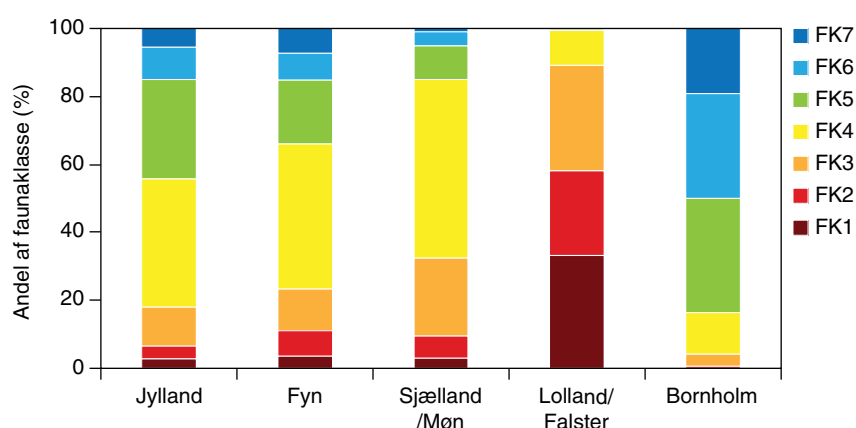
Generelt havde de større vandløb en bedre miljøkvalitet end de små vandløb i 2004-2009 (se figur 7.2). Andelen af vandløb med faunaklasserne 6 og 7 steg således med stigende bredde, hvorimod andelen med faunaklasse 1-3 aftog og næsten ikke var repræsenteret i de store vandløb.

Figur 7.2. Fordeling af faunaklasser ved 3 forskellige størrelser af vandløbsstationer (små, mellemstore og store) i NOVANA nettet (840 stationer i perioden 2004-2009) (Wiberg-Larsen et al. 2010).



Regionalt er vandløbenes tilstand bedst i Jylland, på Fyn og Bornholm, og ringest på Lolland/Falster, se figur 7.3.

Figur 7.3. Fordeling af faunaklasser ved NOVANA stationer beliggende i områderne Jylland, Fyn, Sjælland inkl. Møn, Lolland/Falster og Bornholm i perioden 2004-2009 (Wiberg-Larsen et al. 2010).

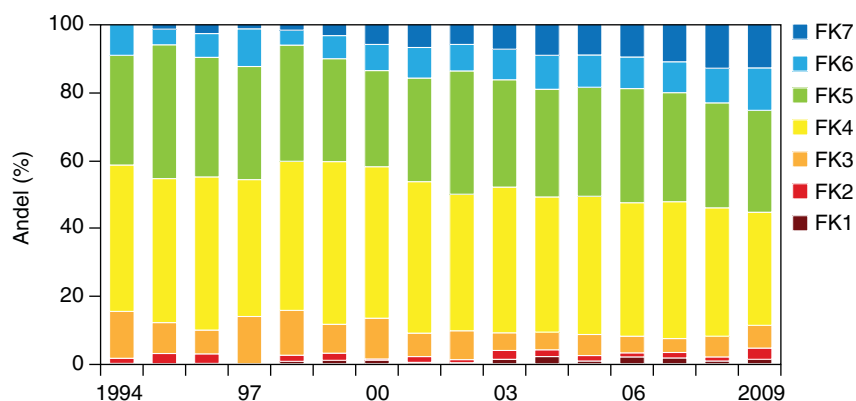


7.2.2 Udvikling i økologisk vandløbskvalitet

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

I sammenstillingen af udviklingen i den biologiske vandløbskvalitet i figur 7.4 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 55% i 2009. Det er i særdeleshed vandløb med faunaklasse 7, dvs. de bedste, som er gået frem.

Figur 7.4. Miljøtilstanden i udvalgte vandløb i det nationale overvågningsprogram i perioden 1994-2009. Blå og grøn illustrerer de rene og fysisk gode vandløb (faunaklasserne 5, 6 og 7) (Wi-berg-Larsen et al. 2010).



7.2.3 Konklusion vedrørende økologisk vandløbskvalitet

Sammenfattende kan det konkluderes, at den biologiske kvalitet af de undersøgte vandløb er langsomt forbedret siden 1994, så at der i 2009 var god kvalitet (dvs. faunaklasse > 5) i godt halvdelen af vandløbene. Forbedringerne skyldes primært en bedre spildevandsrensning og i et vist omfang forbedrede fysiske forhold som følge af en mere miljøvenlig vandløbsvedligeholdelse. Dette støttes også af de regionale undersøgelser udført af de tidligere amter.

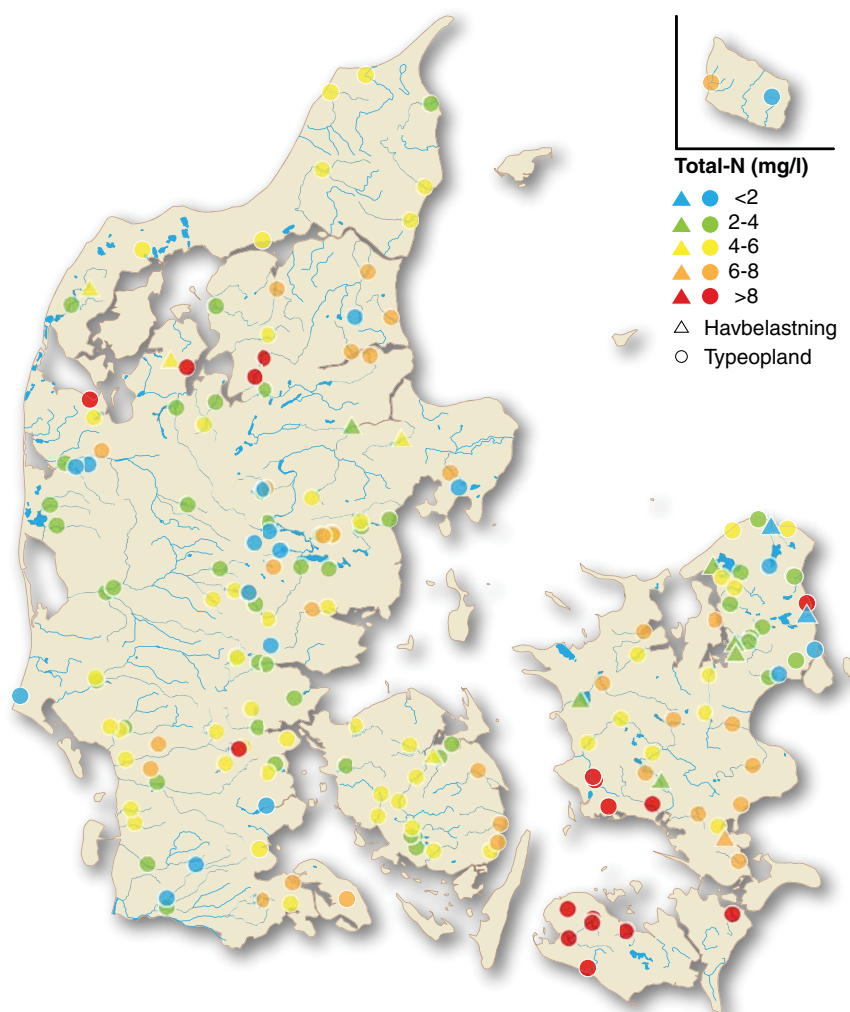
7.3 Kvælstof i vandløb

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

7.3.1 Kvælstofkoncentrationer i 2009

Vandløb i Vestjylland har generelt en lavere koncentration af kvælstof end vandløb øst for israndslinien (figur 7.5). 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 drænen 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 7.5. Koncentrationen af total kvælstof i vandløb i 2009. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier (Wiberg-Larsen et al. 2010).



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

Tabel 7.1. Gennemsnitlig koncentration og arealkoefficient af total kvælstof i 2009 (for naturvandløb dog 2008) i vandløb med forskellig type af påvirkninger. Standardafvigelse er vist i parentes.

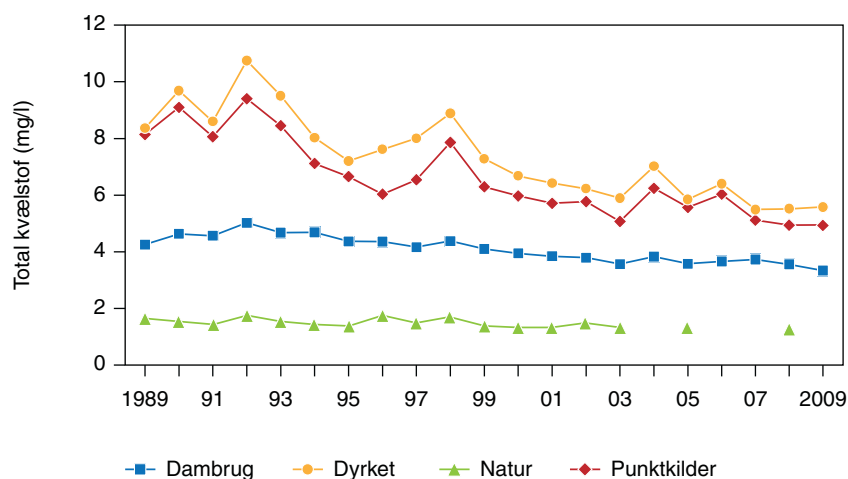
Belastningstype	Antal vandløb	Kvælstofkoncentration (mg N/l). Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier	Arealkoefficient (kg N/ha)
Naturvandløb	9	1,27 (0,55)	-
Landbrug og punktkilder	53	4,44 (2,13)	11,28 (5,69)
Landbrug uden punktkilder	99	5,43 (2,72)	10,94 (5,39)

Arealkoefficienterne for landbrugsoplande med og uden byspildevand var betydeligt lavere i 2009 end fx 2007 og 2008 som følge af den mindre afstrømning i 2009.

7.3.2 Udvikling siden 1989

Kvælstofkoncentrationen i vandløbene er generelt faldende, bortset fra naturvandløbene, hvor den stort set er uændret. Faldet har været tydeligst i de vandløb, der er klassificeret som beliggende i dyrkede oplande, eller som modtager betydende udledninger af by- eller industrispildevand (figur 7.6). 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 nitrattindholdet i grundvandet er lavt.

Figur 7.6. Udvikling i kvælstofkoncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger (Wiberg-Larsen et al. 2010).



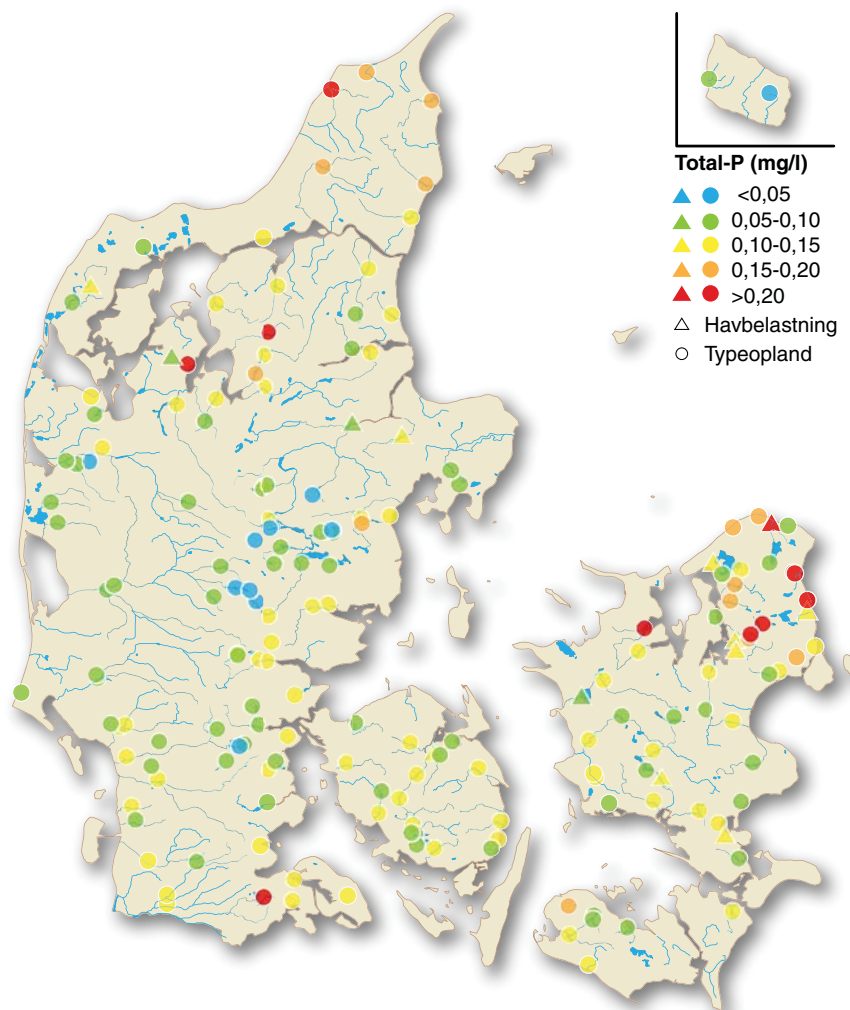
7.4 Fosfor i vandløb

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

7.4.1 Total fosfor i vandløb 2009

Høje fosforkoncentrationer findes især i tæt befolkede områder som fx Nordsjælland, se figur 7.7. Her er der kun en lille fortynding af det spildevand, der udledes til vandløb, herunder spildevand fra spredt bebyggelse.

Figur 7.7. Koncentrationen af total fosfor i vandløb i 2009. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier (Wiberg-Larsen et al. 2010).



Koncentrationen af fosfor i vandløb, som ligger i dyrkede oplande, eller hvor der er væsentlige udledninger fra punktkilder, var i 2009 gennemsnitligt 2-3 gange højere end niveauet målt i naturvandløb (tabel 7.2). Der er dog forskel på vandløb, som kun påvirkes af landbrugsdrift og spredt bebyggelse udenfor kloakering, og vandløb som også belastes med spildevand fra byer, idet de højeste indhold af fosfor er fundet i vandløb, som modtager byspildevand.

Tabel 7.2. Gennemsnitlig koncentration og arealkoefficient af total fosfor i 2009 (for naturvandløb dog 2008) i vandløb med forskellig type af påvirkninger. Standardafvigelse i parentes (Wiberg-Larsen et al. 2010).

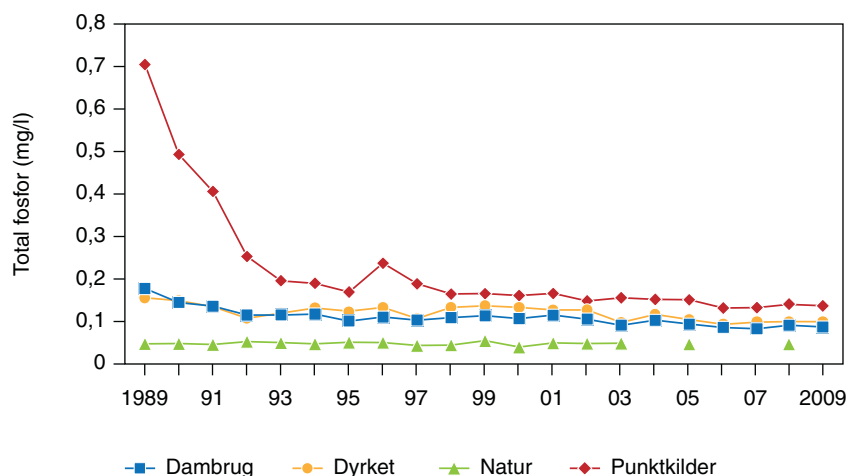
	Antal vandløb	Fosforkoncentration (mg P l ⁻¹) Gennemsnit af vandførings- vægtede årsmiddelværdier	Arealkoefficient (kg P ha ⁻¹)
Naturvandløb	9	0,06 (0,03)	-
Landbrug og punktkilder	53	0,14 (0,09)	0,37 (0,18)
Landbrug uden punktkilder	77	0,10 (0,04)	0,23 (0,18)

Ligesom for kvælstof er arealkoefficienten for fosfor også afhængig af det enkelte års vandafstrømning, og koefficienterne for landbrugsoplande med og uden byspildevand er lavere i 2009 end i både 2007 og 2008. Derimod er fosforkoncentrationen i 2009 uændret i forhold til 2008.

7.4.2 Udvikling siden 1989

Koncentrationen af total fosfor i punktkildebelastede vandløb er faldet markant gennem første halvdel af 1990'erne og er nu kun lidt højere end i dyrkningspåvirkede vandløb (figur 7.8). Faldet skyldes udbygningen af renseanlæg med fosforfjernelse, også ofte på små anlæg for at beskytte lokale recipienter. Faldet først i 1990'erne er en fortsættelse af fald som følge af tidligere iværksat fosforfjernelse og stop for udledning af møddingsvand mv. I dambrugspåvirkede vandløb er fosforkoncentrationen også faldet som følge af formindskede udledninger fra dambrug. I naturvandløb er der ingen signifikant ændring, og i vandløb i dyrkede områder er der forskelligt rettede ændringer, men med en klar overvægt af vandløb med fald i koncentrationen. Fald i fosfor her kan både skyldes reduktion i udledning af spildevand fra spredt bebyggelse og ændrede driftsformer i landbruget.

Figur 7.8. Udvikling i fosforkoncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger (Wiberg-Larsen et al. 2010).



7.5 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer i vandløb

Tungmetaller er naturligt forekommende i ferskvandsmiljøet. Derudover kan forekomst af såvel tungmetaller som miljøfremmede stoffer i vandløb skyldes udledning af spildevand, udvaskning fra landbrugsarealer og/eller atmosfærisk deposition.

Tungmetaller har ringe opløselighed i vand. Ved tidligere undersøgelser af tungmetaller i vandløb er målingerne udført på ufiltrerede vandprøver, dvs. målingerne har omfattet summen af opløst metal og partikulært bundet metal i vandfasen. Da metaller har stor affinitet til partikler, vil partikler blive bundet i sedimentet i vandløb.

Miljøfremmede stoffer vil forekomme på opløst form i vandet eller bundet til sedimentet afhængig af de enkelte stoffers fysisk/kemiske egenskaber.

Vandprøver fra fem store vandløb blev undersøgt for tungmetaller og miljøfremmede stoffer i 2004-2006. I 2009 blev der gennemført en undersøgelse af sediment fra i alt 21 vandløb. Undersøgelsen af sedimentfasen omfattede således et større antal vandløb end de tidligere undersøgelser af vandfasen. Undersøgelserne af vandfasen omfattede måling på 12 prøver pr. år i hvert vandløb, mens undersøgelsen af sedimentfasen omfattede en sedimentprøve pr. vandløb. Sedimentprøverne er udtaget således, at de vurderes til at repræsentere det sediment, der er aflejret på vandløbsbunden inden for det seneste år. Sedimentprøverne svarer dermed ligesom vandprøverne til et gennemsnit af belastningen indenfor et år, dog med nogen usikkerhed som følge af forskellig sedimentationsrate, strømningshastighed etc.

I det omfang det har været muligt at finde forslag til PNEC (Predicted No Effect Concentration) eller PEC (Consensus based probable effect concentration sv.t. Konsensusværdi for sandsynlig effektkoncentration) er de fundne koncentrationer vurderet i forhold til dette.

7.5.1 Tungmetaller

Alle de undersøgte tungmetaller blev fundet i alle prøver.

En analyse af de fundne resultater i forhold til kilder til påvirkning indikerer, at kviksølv, bly og zink er relateret til belastning af vandløbene med spildevand fra renseanlæg og/eller regnbetingede udledninger. Tilsvarende er der indikation på, at arsen, cadmium og nikkel er relateret til landbrugspåvirkning.

Arsen, cadmium, nikkel og zink blev fundet i koncentrationer, der var højere end de koncentrationer, der kan have en biologisk effekt (tabel 7.3). Mediankoncentrationerne af alle fire metaller var lavere end de kritiske koncentrationer. De øvrige metaller blev alle fundet i koncentrationer, der var lavere end de mulige effektkoncentrationer.

Tabel 7.3. Tungmetaller i sediment i 21 vandløb i 2008 (Wiberg-Larsen et al. 2010).

	Maksimum (mg/kg TS)	Median (mg/kg TS)	PNEC ¹⁾ (mg/kg TS)	PEC ²⁾ (mg/kg TS)
Arsen (As)	48	14		33
Cadmium (Cd)	3,1	0,72	0,32-4,3	4,98
Krom (Cr)	38	18		111
Kobber (Cu)	91	21		149
Nikkel (Ni)	74	18		49
Bly (Pb)	77	16		128
Zink (Zn)	640	125		459
Kviksølv (Hg)	0,33	0,09		1,06

¹⁾ European Union Risk Assessment Report ²⁾ MacDonald et al 2000.

7.5.2 Miljøfremmede stoffer

Undersøgelserne i sediment fra vandløb omfattede følgende stofgrupper:

- Pesticider (insekticider)
- PAH
- Blødgørere

- Phenoler
- Chlorerede forbindelser.

Stofferne i undersøgelsen er udvalgt blandt stofferne på vandrammedi- rektivets liste over prioriterede stoffer, samt på baggrund af viden fra tidligere undersøgelser, heriblandt screeningsundersøgelser udført i forbindelse med NOVANA (kap. 5.1.1). Desuden blev resultaterne fra undersøgelse af sediment i søer inddraget ved stofudvælgelsen (kap. 8.7.2).

Alle stofgrupper i undersøgelsen blev påvist i mindst én af de undersøgte prøver. PAH er den stofgruppe, der samlet set blev fundet med størst hyppighed, idet 18 ud af de i alt 30 undersøgte stoffer blev fundet i mere end 90% af de undersøgte prøver.

Ingen af de øvrige stoffer blev fundet med tilsvarende høj hyppighed i vandløbssediment. Blødgøreren d(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) blev fundet i 76% af de undersøgte prøver, og octylphenol i 24% af de undersøgte prøver og hexachlorbenzen i 29% af de undersøgte prøver (tabel 7.4). De øvrige stoffer blev alle fundet i mindre end 10% af de undersøgte vandløb. Blandt insekticider blev ét af de fire stoffer i undersøgelsen, chlorpyrifos fundet i én af de undersøgte prøver. De øvrige undersøgte insekticider var alfa-cypermethrin, tau-fluvalinat og lambde-cyhalothrin.

Tabel 7.4. Miljøfremmede stoffer i sediment i 21 vandløb i 2009. I tabellen er vist maksimum, for de stoffer der blev fundet i mindst et af de undersøgte vandløb. Medianværdien er kun udregnet og vist for stoffer, som blev fundet i mere end 50% af prøverne (Wiberg-Larsen et al. 2010).

	Maksimum (mg/kg TS)	Median (mg/kg TS)	Fund hyppig- hed (%)	PNEC¹⁾ (mg/kg TS)
Pesticider				
Chlorpyrifos	0,015		4,8	
Blødgørere				
Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	5,3	0,33	76	100
Di-isobutylphthalat	0,17		4,8	
Butylbenzylphthalat	0,11		9,5	1,7
Phenoler				
Octylphenol (OP)	0,036		24	
4-tert-octylphenol	0,0035		24	
Bisphenol A	0,15		4,8	0,063
Chlorerede kulbrinter				
Hexachlorbenzen	0,011		29	0,17
Pentachlorbenzen	0,0007		4,8	0,4

¹⁾ European Union Risk Assessment Report.

En analyse af sammenhængen mellem forekomsten af miljøfremmede stoffer og enten spildevandspåvirkning fra renseanlæg og/eller regnbe- tingede udledninger eller landbrugspåvirkning har vist, at der for de fle- ste af stofferne var sammenhæng med spildevandspåvirkningen. Tyde- ligst sammenhæng var der for PAH, blødgøreren DEHP og octylphenol.

Der er i litteraturen fundet PNEC-værdier for halvdelen af de stoffer, der er fundet i de undersøgte prøver. Kun bisphenol A blev fundet i højere koncentration end PNEC, og det kan derfor ikke udelukkes, at der kan forekomme effekt af bisphenol A. Der vil dog ikke være tale om udbredt effekt, da bisphenol A kun blev fundet i ét af de 21 undersøgte vandløb.

7.6 Fysisk vandløbsindeks

Det er godt dokumenteret, at de fysiske forhold i vandløb spiller en meget betydelig rolle for de organismer, som lever der – både på stor og lille rumlig skala. De enkelte organismer stiller således ganske bestemte krav til bund- og strømforhold. En del smådyr er eksempelvis nært knyttet til sten- og grusbund, relativt høje vandhastigheder og veliltet vand, mens andre lever i aflejret organisk materiale, hvor strømhastigheden er ringe, og hvor iltindholdet lokalt kan være reduceret. Tilsvarende stiller vor mest udbredte og dominerende vandløbsfisk i mindre vandløb, ørreden, specifikke krav til vanddybde, vandhastighed og ikke mindst skjul.

Bestemmelse af de fysiske forhold i vandløb indgår som en del af NOVANA programmet.

Analyser af datamaterialet viser, at generelt ser Dansk Fysisk Indeks ud til at fungere fornuftigt. Det virker ret robust og har en høj forklaringsværdi i forhold til såvel faunaklasse som biodiversitet hos smådyrene. Det viste sig også godt til at afspejle graden af forventet landbrugs-mæssig påvirkning. Endelig virker indekset overraskende godt henset til den relativt subjektive måde, hvorpå de enkelte parametre bliver bestemt.

Gennemgangen af datamaterialet har også vist, at der er behov for justeringer af indekset, så det beskriver de fysiske forhold bedre i fx de vestvendte vandløb i Jylland og i de store vandløb.

7.7 Vandløbsnære arealers betydning

Undersøgelser af vegetationen på de vandløbsnære arealer har været en del af NOVANA programmet. I årets rapport om vandløb er der sat særligt fokus på evt. sammenhænge mellem den vandløbsnære vegetation og en række af de øvrige vandløbsparametre som f. eks. smådyrsfauna, vandplanter og fisk.

Analyser har vist, at naturnær vegetation på de vandløbsnære arealer betyder rigere biologiske vandløbssamfund med flere arter af amfibiske planter, døgnfluer, slørvinger og vårfluer, højere faunaklasse, og i et vist omfang større tætheder af ørredyngel. Effekten skyldes ikke alene bedre fysisk-kemiske forhold i vandløbene, fordi vandløbene med tilstødende naturarealer kun i ringe grad er påvirket af reguleringer og vedligeholdelse. Der er tilsyneladende også en direkte positiv effekt af den naturnære vegetation, som for vandplanter skyldes muligheden for kolonisering fra disse planters voksesteder i den vandløbsnære zone. For døgnfluer, slørvinger og vårfluer kan forklaringen være, at de voksne dyr primært opholder sig inden for en ret snæver vandløbsnær zone, hvor deres krav om føde, skjul og sværmepladser i særlig grad opfyldes under naturnære forhold.

8 Søer

8.1 Søerne

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

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

8.1.1 Overvågningsprogrammet

Overvågningsprogrammet omfatter:

- Intensivt undersøgte søer: Undersøgelser hvert år, incl. målinger af stoftilførsel i 19 søer.
- Ekstensivt undersøgte søer større end 5 ha: Undersøgelser hvert 3. år: Vandkemi, plankton, planter. Hvert 6. år: Bunddyr og fisk (Eks 1).
- Ekstensivt undersøgte søer 0,1-5 ha: Undersøgelser hver 6. år af vandkemi og planter (Eks 2).
- Ekstensivt undersøgte søer 0,01-0,1 ha: Undersøgelser hver 6. år af vandkemi, planter og padder (Eks 3).

8.1.2 Målsætning for søer

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

Da vandplanerne stadig er i udkast, er der ikke foretaget vurdering af målopfyldelse for søerne i 2009.

8.1.3 Udvikling i miljøkvalitet

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

mindsket nitratudvaskning. De biologiske parametre viser forbedringer næsten på linje med forbedringerne i næringsstofindhold (tabel 8.1).

Fosforkoncentrationen i de ekstensivt overvågede søer (eks. 1, 2 og 3) er højere end i de intensivt overvågede søer og stigende med aftagende søstørrelse (tabel 8.2). Fosforkoncentrationen influerer på sigtddyben, som derfor er aftagende med søstørrelsen.

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

Parameter	Forbedret	Forværret	Uændret
P-søkoncentration	11	1	7
N-søkoncentration	16	1	2
Sigtddybe	12	2	5
Klorofyl <i>a</i>	11	3	5

Tabel 8.2. Miljøtilstanden i de fire typer af overvågnings søer illustreret ved udvalgte nøgleparametre. Der er angivet medianværdier for sommerperioden.

Parameter	Intensive 2009	Eks 1 2006-09	Eks 2 2004-09	Eks 3 2004-09
Antal søer	19	209	279	283
P-søkoncentration (mg P/l)	0,082	0,097	0,153	0,300
N-søkoncentration (mg N/l)	1,09	1,22	1,58	2,05
Sigtddybe (m)	1,4	1,0	0,9	0,5
Klorofyl <i>a</i> (µg/l)	31,6	32,5	36,0	25,0
Farvetal (mg Pt/l)	20,1	24,9	57,0	74,0

For de mindste søer (ekstensiv 3 som er mindre end 1000 m²) eller vandhuller er der andre forhold, som påvirker indholdet af klorofyl, så der fx er et lavere klorofylindhold i disse søer trods et højere fosforindhold. Det kan fx være fordi, der normalt ikke forekommer fisk i disse vandhuller.

8.2 Fosfor i søer – status og udvikling

8.2.1 Fosfortilførsel til de intensivt undersøgte søer

Fosforkoncentrationen i det vand, der strømmer til søerne, er reduceret betragteligt i løbet af overvågningsperioden, idet koncentrationen i gennemsnit var 0,17 mg P/l i perioden 1990-1999, mens den i 2009 var 0,097 mg P/l. Til sammenligning var gennemsnitskoncentrationen i vandløb i landbrugsområder uden punktkilder ca. 0,1 mg P/l.

8.2.2 Fosforindhold i søvandet

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

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

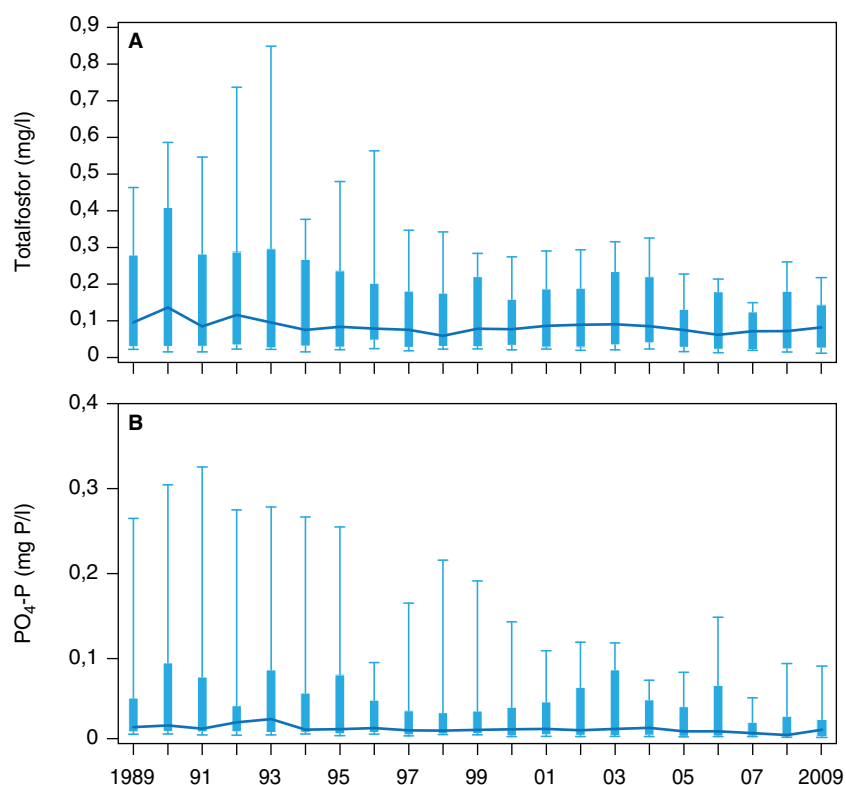
vandede søer er mest påvirkede af fosforfrigørelse fra bunden om sommeren.

8.2.3 Udvikling i fosforindhold

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

Fosforindholdet i de intensivt undersøgte søer er mindsket i de søer, der tidligere modtog store spildevandsbidrag (figur 8.1). Årsgennemsnittet (ikke vist i fig. 8.1) for total fosfor i søvandet i de 19 søer, der alle er undersøgt i perioden 1989-2009, er mindsket fra 0,158 mg/l i 1989-98 til 0,083 mg/l i 2009 og uorganisk, opløst fosfat fra 0,063 til 0,032 mg/l. I 11 af de 19 søer har der været et signifikant fald i fosforkoncentrationen (tabel 8.1).

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



8.3 Kvælstof i søer – status og udvikling

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 denitrifika-

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

8.3.1 Kvælstoftilførsel

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

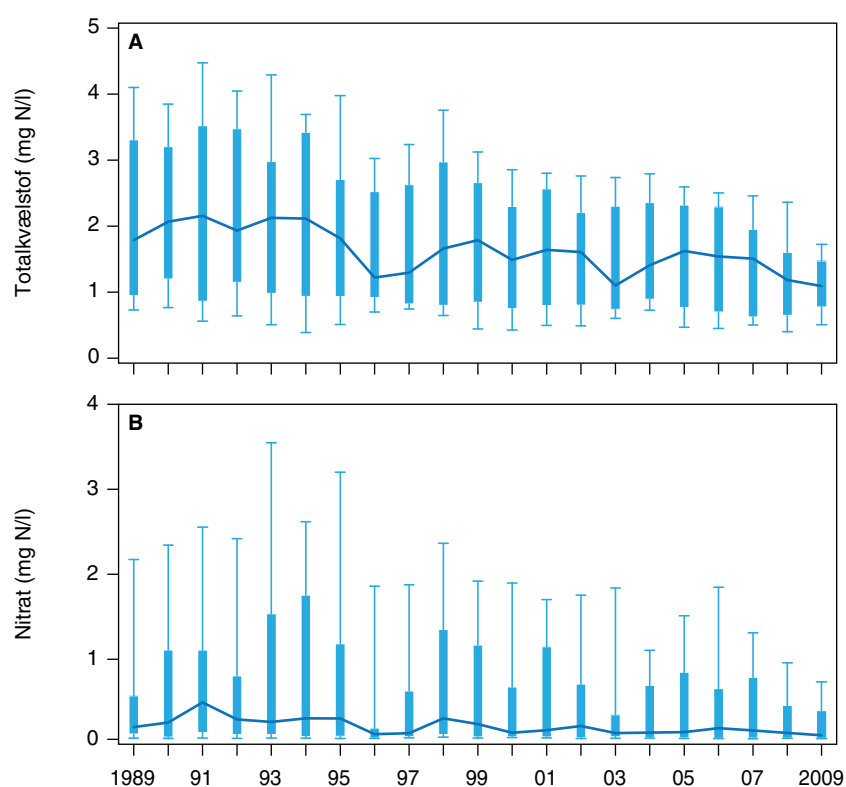
For kvælstof vil der sammenlignet med fosfor ske hurtigere ændringer i indholdet i søvandet, når tilførslerne ændres, fordi mudderbunden ikke i samme omfang som for fosfor fungerer som en stødpude for indholdet i vandet.

8.3.2 Kvælstofindhold

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

Der har været et fald i kvælstofniveauet i de intensivt overvågede søer siden først i 1990'erne på ca. 43% for sommerperioden (figur 8.2). I de seneste 10 år har niveauet været mere eller mindre uændret. På enkelt søniveau har der i 16 af de 19 intensivt overvågede søer været en signifikant reduktion i indholdet af total kvælstof siden 1989 (tabel 8.1).

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



8.4 Klorofyl og sigtde

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

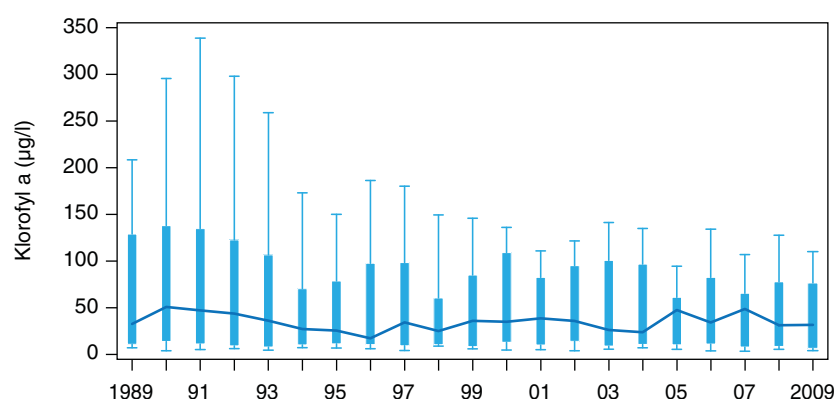
8.4.1 Algemængde og sigtde i 2009

Medianen for sigtde for sommeren 2009 er for intensivt overvågede søer og de 3 størrelsesklasser af ekstensivt overvågede søer vist i tabel 8.2. På samme måde som for fosfor er miljøkvaliteten målt ved sigtde generelt dårligere i søer med et mindre søareal. For små søer mindre end 5 ha var medianen af sigtde om sommeren i 2009 knap 1 m, mod 1,4 m i de større intensivt overvågede søer. Der er ikke tilsvarende hhv. højere og lavere klorofylindhold i små og større søer (tabel 8.2).

8.4.2 Udvikling i søernes vandkvalitet

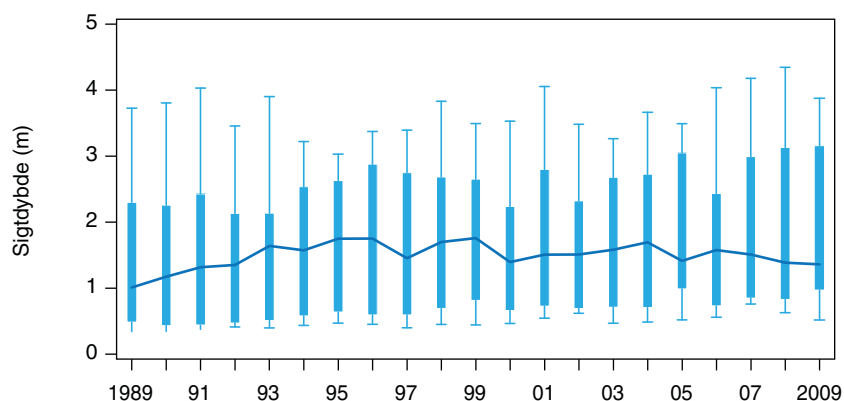
Siden 1989 er indholdet af klorofyl mindsket i de mest forurenede søer, mens medianværdien af målingerne i de 19 søer, der har været undersøgt siden 1989, er stort set uændret (figur 8.3). I 11 ud af de 19 søer har der været en signifikant reduktion i sommermiddelmålingerne.

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



Sigtde i de 19 intensivt undersøgte søer har vist en generel stigende tendens siden 1989 med de største stigninger i de søer, hvor sigtde i forvejen var størst. Eksempelvis er den maksimale sigtde steget fra 3,7 m i 1989-1998 til 5,6 m i 2009. Det generelt reducerede næringsstofniveau i søerne siden overvågningen af vandmiljøet startede i 1989 har således ført til øget sigtde. I 12 ud af de 19 intensivt overvågede søer er sommergennemsnit af sigtde øget (se tabel 8.1).

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



8.5 Undervandsplanter

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

Undervandsplanternes udbredelse er siden 1993/94 og frem til 2005 un-der søgt én gang årligt i nogle af de intensivt overvågede søer og herefter 1-3 gange i perioden 2006-09, således at der er en tidsserie for 10 søer fra 1993/94-2009.

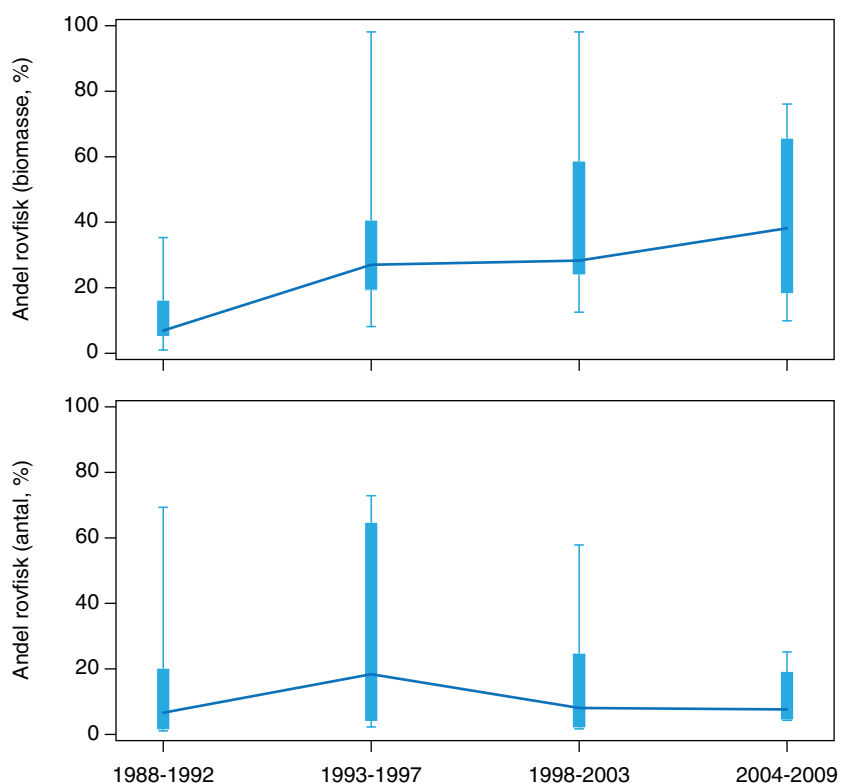
Siden vegetationsundersøgelsernes start i 1993 er der sket en stigning i både relativ plantedækket areal og relativ plantedækket volumen, mens der ikke har været nogen væsentlig stigning i vegetationens absolutte dybdegrænse.

8.6 Fisk

Undersøgelser af søernes fiskebestande er gennemført 4 gange i perioden 1989 – 2009. En analyse over perioden viser ingen signifikante udviklinger hverken for den totale fiskebiomasse eller antallet af fisk. Der er dog en ten-dens til, at de højeste biomasser forekom i periodens start. Desuden er der en generel stigning i rovfiskenes (primært aborre og gedde) andel af biomas-sen igennem perioden omend denne stigning heller ikke er signifikant, se fi-gur 8.5.

Helt overordnet set kan der konstateres en svag generel forbedring i fiske-sammensætningen i de undersøgte søer, som ligger i tråd med de øvrige forbedringer, der er set i søerne over perioden 1990-2009.

Figur 8.5. Rovfiskeandelen i biomasse og antal i 15 intensive søer, hver repræsenteret minimum 1 gang i hver periode (hvis flere undersøgelser i en periode indgår et gennemsnit). I enkelte tilfælde er en fiskeundersøgelse dog blevet rykket 1-3 år i figuren, for at søen kan repræsenteres i alle 4 perioder. Linjen forbinder medianer, bokse viser 25 og 75 fraktiler, lodrette linjer 10 og 90 fraktiler (Bjerring et al. 2010).



8.7 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer i søer

Tungmetaller er naturligt forekommende i ferskvandsmiljøet. Derudover kan tungmetaller og miljøfremmede stoffer forekomme i søer som følge af udledning af spildevand, afstrømning fra landbrugsjord eller atmosfærisk deposition.

Tungmetaller har meget ringe opløselighed i vand. Ved tidligere undersøgelser er der fundet koncentrationer på niveau med detektionsgrænsen i vandfasen i søer (Jensen et al. 2004).

Miljøfremmede stoffer vil forekomme på opløst form i vandet eller bundet til sedimentet afhængig af de enkelte stoffers fysisk/kemiske egenskaber. Ved overvågning af miljøfremmede stoffer i søer i 1998-2003 blev en række miljøfremmede stoffer fundet i vandprøver med stor hyppighed men i koncentrationer tæt på detektionsgrænsen (Jensen et al. 2004). En årsag hertil kan være, at mange af stofferne i vid udstrækning bindes til partikler i sedimentet. Prøver af sedimentet vil afspejle påvirkningen over en periode, mens vandprøver afspejler påvirkningen på tidspunktet for prøvetagningen.

Der er i 2008/2009 gennemført en undersøgelse af indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i søsediment fra 25 søer. Søerne er udvalgt blandt søerne i den intensive overvågning samt enkelte søer, hvor der foreligger viden om den kemiske og økologiske tilstand.

I det omfang det har været muligt at finde forslag til PNEC (Predicted No Effect Concentration) eller PEC (Consensus based probable effect concentration), er de fundne koncentrationer vurderet i forhold hertil.

8.7.1 Tungmetaller

Alle tungmetaller i undersøgelsen undtagen kviksølv blev fundet i alle de undersøgte prøver. Kviksølv blev fundet i 21 ud af 25 prøver.

Zink er fundet med højeste mediankoncentration i søsediment (tabel 8.3). Derefter fulgte bly, kobber, krom og nikkel.

Tabel 8.3. Tungmetaller i sediment i 25 søer i 2008 (Bjerring et al. 2010).

	Maksimum (mg/kg TS)	Median (mg/kg TS)	PNEC ¹⁾ (mg/kg TS)	PEC ²⁾ (mg/kg TS)
Arsen (As)	110	7,6		33
Bly (Pb)	205	29		128
Cadmium (Cd)	5,9	0,69	0,32-4,3	4,98
Kobber (Cu)	120	23		149
Krom (Cr)	46	14		111
Kviksølv (Hg)	3,1	0,10		1,06
Nikkel (Ni)	180	13		49
Zink (Zn)	1590	162		459

¹⁾European Union Risk Assessment Report ²⁾ MacDonald et al 2000.

Alle metaller undtagen krom og kobber blev i nogle søer fundet i koncentrationer, der kan have skadelige effekter, idet maksimum koncentrationer var højere end PEC. Mediankoncentrationen var for alle metaller lavere end PEC-værdierne, mediankoncentrationerne lå mellem ca. en tiendedel og en fjerdedel af PEC, med undtagelse af zink hvor det var ca. en tredjedel.

Generelt set fulgtes metallerne ad, således at de højeste koncentrationer, henholdsvis de laveste koncentrationer af de enkelte tungmetaller blev fundet i de samme søer.

8.7.2 Miljøfremmede stoffer

Undersøgelse af miljøfremmede stoffer i søsediment omfattede følgende stofgrupper:

- Pesticider
- PAH
- Blødgørere
- Phenoler
- Bromerede flammehæmmere
- Chlorerede forbindelser
- Organotinforbindelser
- Perfluorerede forbindelser

Stofferne i undersøgelsen er udvalgt blandt stofferne på vandrammedirektivets liste over prioriterede stoffer, samt på baggrund af viden fra tidligere undersøgelser, heriblandt screeningsundersøgelser udført i forbindelse med NOVANA (kap 5.1.1).

Der blev ikke påvist pesticider eller perfluorerede forbindelser i de undersøgte prøver. Bromerede flammehæmmere blev påvist i en af de 25 undersøgte prøver.

PAH er den stofgruppe, der blev påvist med størst hyppighed, idet 24 af de i alt 28 stoffer i gruppen af PAH'er blev fundet med en hyppighed over 90%.

Der foreligger forslag til PNEC-værdier for 15 af stofferne, for otte stoffer er der fundet koncentrationer, der overstiger PNEC. Det betyder, at det ikke kan udelukkes, at der forekommer effekt af stofferne i søer. Mediankoncentrationen er for alle stoffer lavere end PNEC.

Nonylphenol blev fundet i alle de undersøgte prøver, og i de fleste tilfælde i koncentrationer som kan have en effekt, idet indholdet i de fleste prøver var højere end PNEC. Octylphenol blev ligeledes fundet hyppigt, men på et lavere koncentrationsniveau end nonylphenol.

Organotinforbindelserne var ligeledes blandt de hyppigt fundne stoffer i søsediment. Monobutyltin, dibutyltin og tributyltin blev fundet med hyppigheder på henholdsvis 88, 76 og 64%.

Tabel 8.4. Miljøfremmede stoffer i sediment i 25 søer i 2008. I tabellen er vist median og maksimum koncentrationer af de stoffer, der blev fundet i mindst en af de undersøgte søer. Medianværdien er kun udregnet for stoffer, som blev fundet i mere end 50% af prøverne.

	Median (mg/kg TS)	Maximum (mg/kg TS)	Fund hyppig- hed (%)	PNEC ¹⁾ (mg/kg TS)
Phenoler				
Nonylphenol	0,57	4,2	100	0,039
Octylphenol	0,004	0,088	88	
Bisphenol A	-	0,09	4	0,063
Chlorerede kulbrinter				
Hexachlorbenzen		1,4	12	0,17
Organotinforbindelser (µg/kg TS)				
Monobutyltin	2,9	40	88	
Dibutyltin	4,1	34	76	
Tributyltin	3,2	37	64	
Diocetyltn		1,4	4	
Triphenyltin		1,2	4	
Bromerede flammehæmmere (µg/kg TS)				
BDE 47		0,72	4	
BDE 99		1,9	4	
BDE 100		0,57	4	

¹⁾European Union Risk Assessment Report.

9 Marine områder

9.1 De marine områder

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

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

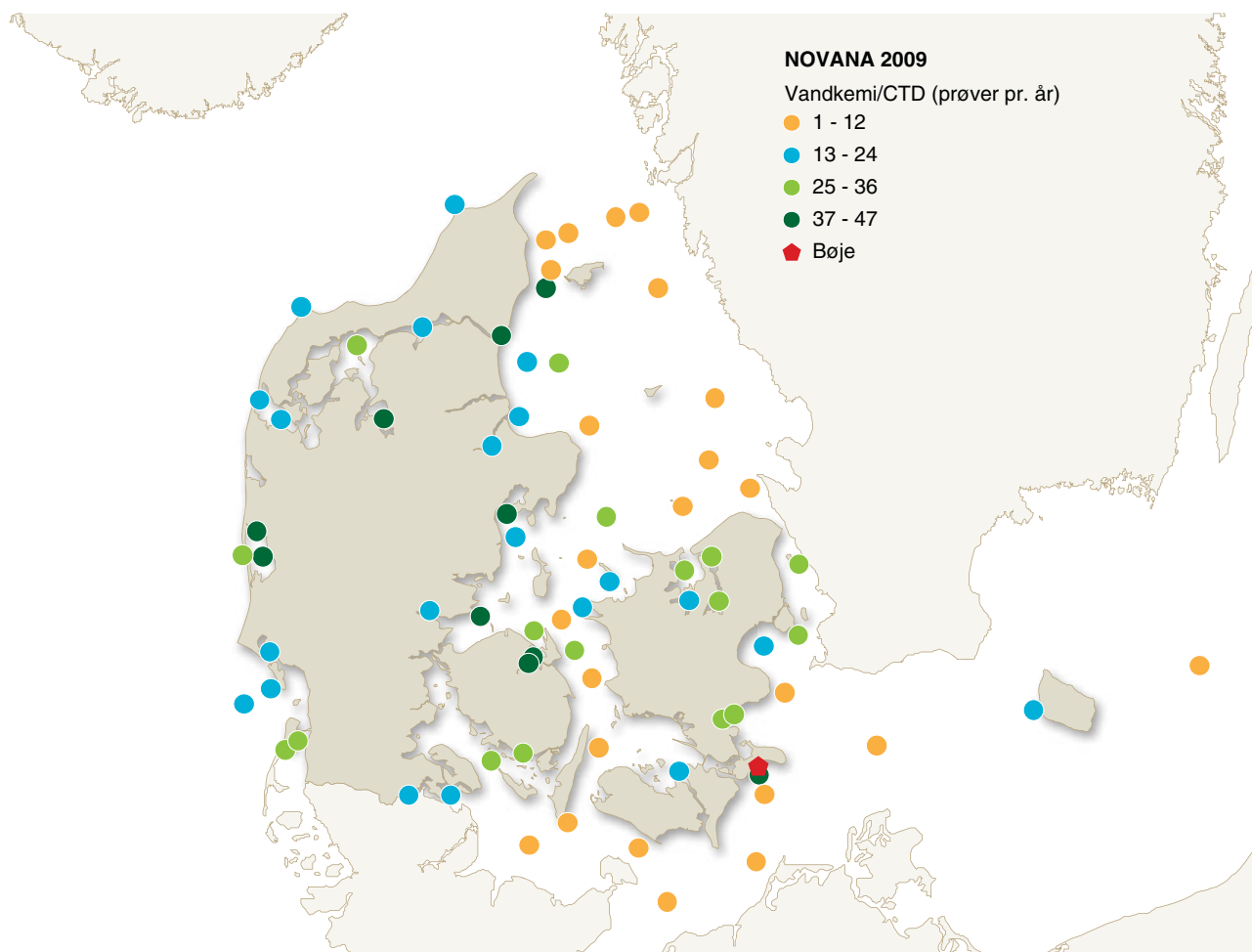
Miljøtilstanden påvirkes ikke kun af eutrofiering. I mange danske områder findes miljøfremmede stoffer i koncentrationer, der kan have skadelige effekter.

9.1.1 Overvågningsprogrammet

Overvågningsprogrammet NOVANA for de marine områder har i perioden 2004-2009 omfattet følgende overordnede elementer:

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

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



Figur 9.1. Prøvetagningsstationer for vandkemi samt for salinitets-, temperatur- og dybdemålinger i 2009, der er anvendt i denne rapportering. Bøjestationen, hvis data også er anvendt, er ligeledes vist på figuren (Petersen & Hjort (red) 2010).

9.1.2 Klima i 2009

De aktuelle miljøforhold i marine områder er meget afhængige af vejret. Næringssalttilførslerne øges i nedbørsrige perioder, mens blæst øger omrøringen og udskiftningen af vandmasserne og dermed mindsker iltsvind. En stigning i temperaturen vil øge den biologiske omsætning, hvilket medfører øget iltforbrug og forøget styrke af vandsøjlets lagdeling, og dermed behov for større vindenergi for at nedblande ilt fra havoverfladen. Det mest karakteristiske ved 2009 var en lav ferskvandsafstrømning og dermed lav tilførsel af næringsstoffer fra land, samt generelt mere blæst i sommerperioden.

En væsentlig faktor for tilstanden i de marine områder er vandets temperatur og specielt, at temperaturen er steget med ca. 1,5 °C i løbet af de seneste 40 år.

9.1.3 Målsætninger og målsætningsopfyldelse

Målsætningen i amternes regionplaner for fjorde og kystområder var generelt, at der skal være et plante- og dyreliv, der højst er svagt påvirket af menneskelige aktiviteter. De vandplaner, som nu foreligger i udkast,

indeholder målsætninger fastsat ud fra ensartede kriterier i henhold til EU's vandrammedirektiv.

Da vandplanerne stadig er i udkast, er der ikke for fjordene og kystområderne foretaget en vurdering af målopfyldelse for 2009.

9.2 Kvælstof og fosfor i marine områder

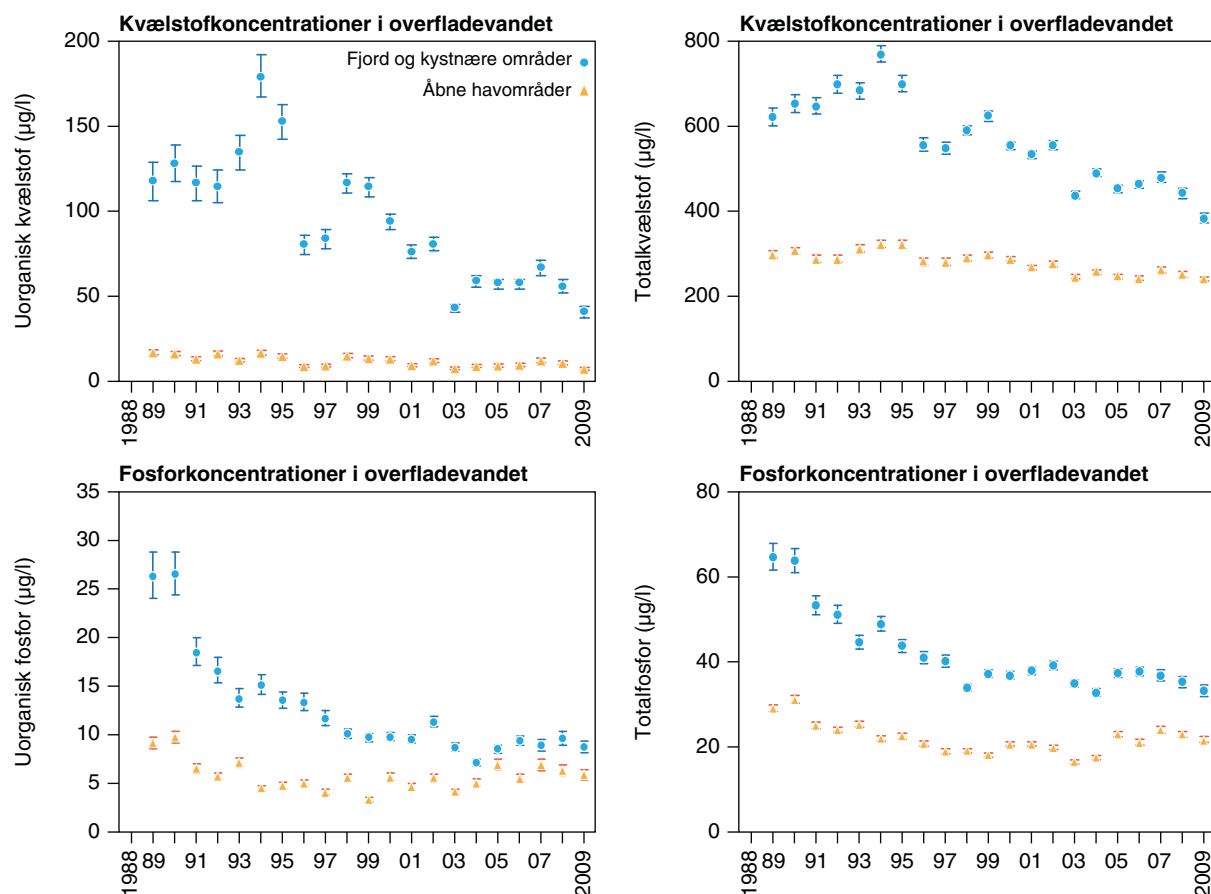
Indholdet af næringssalte i vandet er størst i marine områder med stor tilførsel af ferskvand, fordi indholdet af kvælstof og fosfor er langt højere i det afstrømmende ferskvand end i havvand. Fjordene er derfor generelt de stærkest forurenede marine områder. Samtidig er fjordene også de marine områder, hvor man tydeligst kan se virkningen på næringsstofkoncentrationerne af at mindske tilførslerne fra land, idet langt hovedparten af ferskvandsafstrømningen i Danmark løber til fjorde. Beskrivelsen af udviklingen i indhold af kvælstof og fosfor er derfor i det følgende opdelt i to grupper: de åbne indre farvande og fjorde/kystvande. Den generelle udvikling i afstrømningen af kvælstof og fosfor til de marine områder fremgår af afsnit 2.1 og 3.1.

9.2.1 Udvikling i næringssalte i overfladevandet

Koncentrationen af kvælstof i fjorde og de kystnære områder var i 2009 den lavest målte i hele perioden på grund af den forholdsvis lave afstrømning (figur 9.2). Det er dog bemærkelsesværdigt, at koncentrationen af kvælstof i fjordene m.m. i 2009 var lavere end i 2003, hvor afstrømningen var endnu lavere. Korrigeret for den lave afstrømning var kvælstofkoncentrationen i fjorde m.m. på linje med de seneste år.

Fosforindholdet i fjorde/kystvande mindskedes især i begyndelsen af 1990'erne (figur 9.2) som følge af fosforfjernelse fra spildevand. Der er sket markante reduktioner, idet det uorganiske, plantetilgængelige fosforindhold er mindsket fra ca. 25 µg/l til ca. 10 µg/l fra 1990 til 2009. Også indholdet af total fosfor er næsten halveret.

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



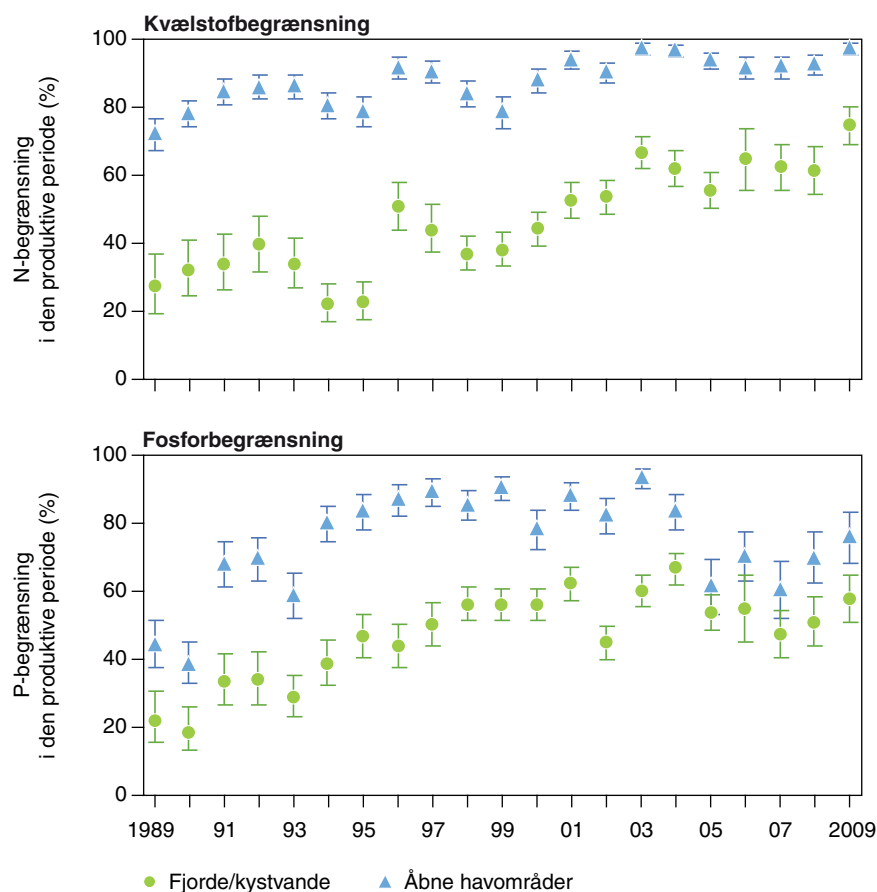
Figur 9.2. Årsmiddelkoncentrationer af uorganisk kvælstof, total kvælstof, uorganisk fosfor og total fosfor i overfladevandet. Middelkoncentrationerne er afbildet med angivelse af 95% konfidensgrænser. Fjorde og kystnære områder er i alle grafer afbildet med cirkler, mens åbne havområder er markeret med trekanter (Petersen & Hjort (red) 2010).

9.2.2 Næringssaltbegrænsning af algevæksten

Det lavere næringssaltindhold i vandet i marine områder har ført til, at algevæksten nu i højere grad end tidligere er potentielt begrænset af mangel på kvælstof og/eller fosfor. Meget 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 i 1990 til ca. 80% i perioden 2000-2004. I 2009 har fosforbegrænsningen været på linje med de fem foregående år, men mindre end 1999-2004. I de senere år er omfanget af potentiel kvælstofbegrænsning ligeledes øget, og her ligger 2009 højere end de forudgående år især for kystområderne som følge af den lavere kvælstofafstrømning i 2009.

Måleresultaterne indikerer, at algemængderne i fjorde/kystvande kan mindske 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 næringssalt, dels fordi tilførslerne af fosfor fra havbunden og med havstrømme er store i forhold til udledningerne. Selv når næringssaltkoncentrationerne er så lave, at de indikerer en vækstbegrænsning, er det dog ikke sikkert, at de begrænser væksten, da vurderingen er baseret på måling af koncentrationer og ikke på den hastighed, hvormed næringsstofferne omsættes og bliver tilgængelige for planktonalgerne.

Figur 9.3. Potentiel begrænsning af kvælstof og fosfor udregnet som sandsynligheden for, at målinger i overfladevandet (0-10 m) i den produktive periode (marts-september) lå under værdierne for potentielt begrænset primærproduktion ($28 \mu\text{g l}^{-1}$ for DIN og $6,2 \mu\text{g l}^{-1}$ for DIP). Fjorde og kystnære områder er afbildet med cirkler, mens åbne havområder er markeret med trekanter (Petersen & Hjort (red) 2010).

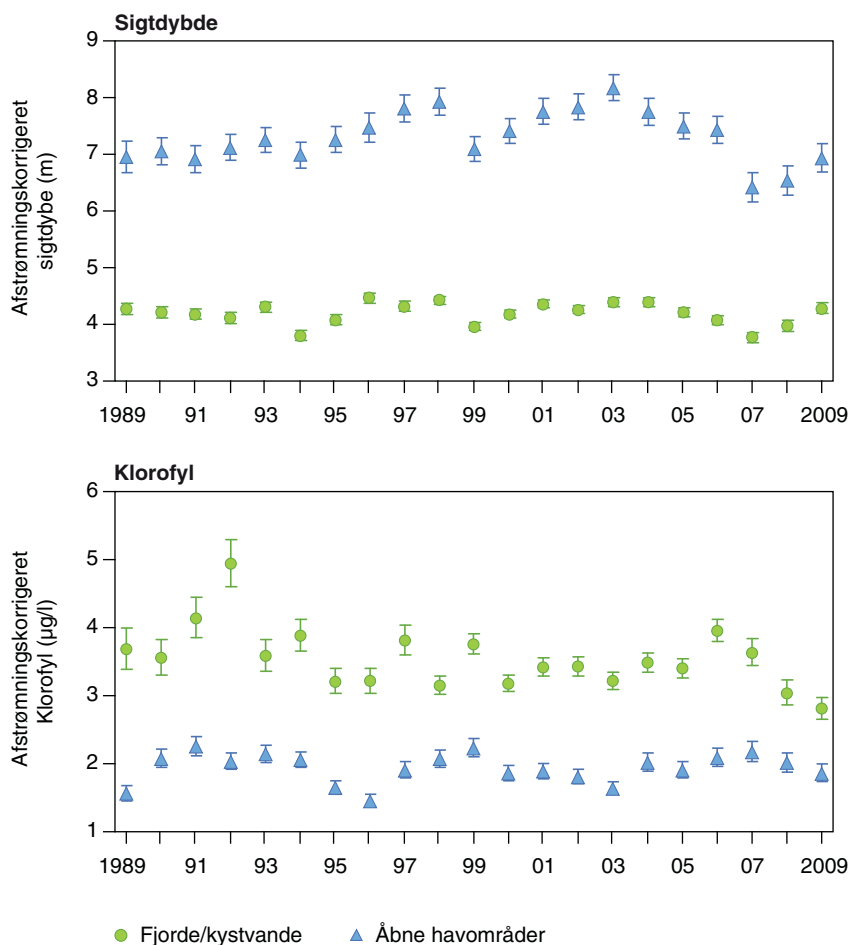


9.3 Planteplankton

9.3.1 Udvikling i sigtdybde og klorofyl

I figur 9.4 er vist udviklingen i de gennemsnitlige værdier for hhv. sigtdybde og klorofylmængde for fjorde og åbne indre farvande i årene 1989-2009. Figuren viser, at der for de åbne farvande er sket et væsentligt fald i sigtdybden i de to forudgående år, som er de laveste målte sigtdybder siden 1989, men at sigtdybden var øget i 2009. Set over hele perioden 1989-2009 er der ikke nogen signifikant udvikling i sigtdybden. Samtidig er der over perioden sket et fald i klorofylindholdet i fjordene, hvor koncentrationen i 2009 for andet år i træk var den lavest målte i perioden 1989-2009.

Figur 9.4. Udviklingen af årlige gennemsnitlige værdier for sigtdybde og klorofyl for de åbne indre farvande (Δ) og for fjorde ($\bullet$). Observerede værdier $\pm$ 95% konfidensintervaller (Petersen & Hjort (red) 2010).



9.4 Iltforhold i de marine områder

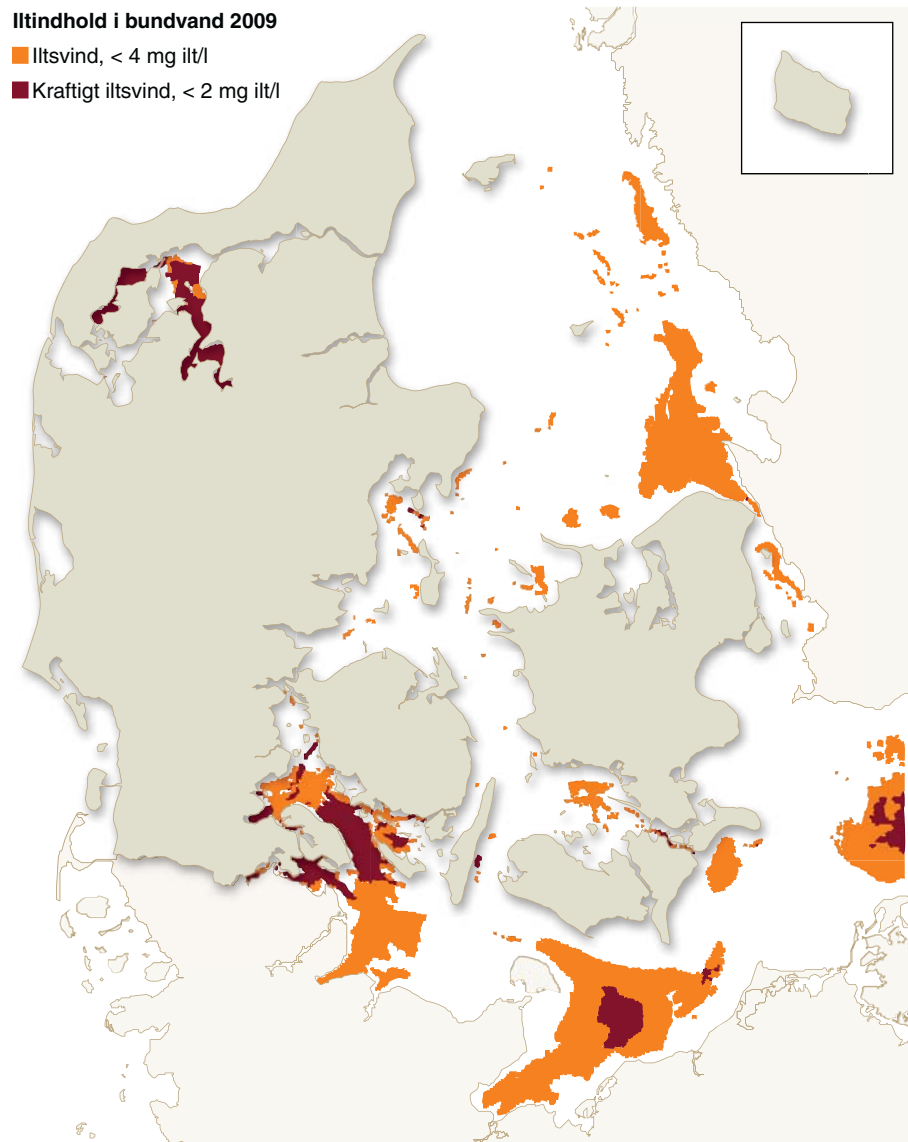
9.4.1 Året 2009

Iltsvindene i 2009 var mindre udbredte end i perioden 2003-2007 og i 2008, og var samtidig også af kortere varighed bl.a. pga. jævnlige hændelser med kraftig vind.

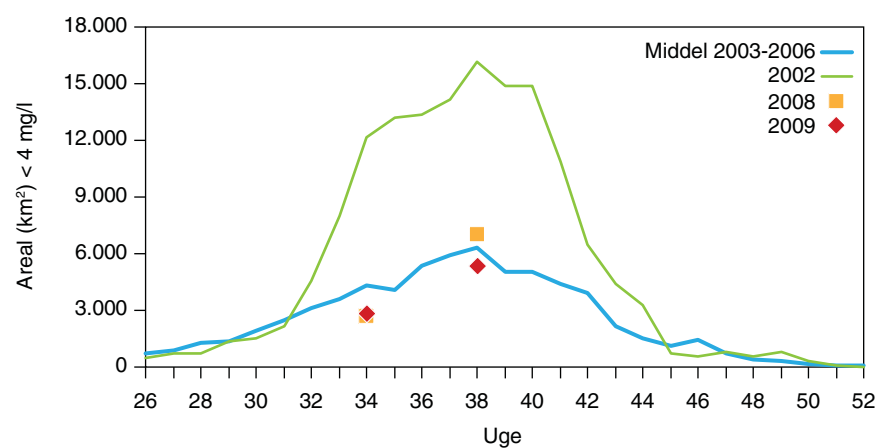
Arealet berørt af kraftigt iltsvind i løbet af 2009 var på niveau med 2008.

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

Figur 9.5. Det samlede areal berørt af iltsvind i august og september 2009. Orange farve indikerer iltsvind ($< 4 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$), og brun farve indikerer kraftigt iltsvind ($< 2 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$) (Petersen & Hjort (red) 2010).



Figur 9.6. Areal dækket af iltsvind ($< 4 \text{ mg l}^{-1}$) uge for uge i sidste halvdel af 2002 og middel for årene 2003-2006 samt midt i august og september i 2008 og 2009.



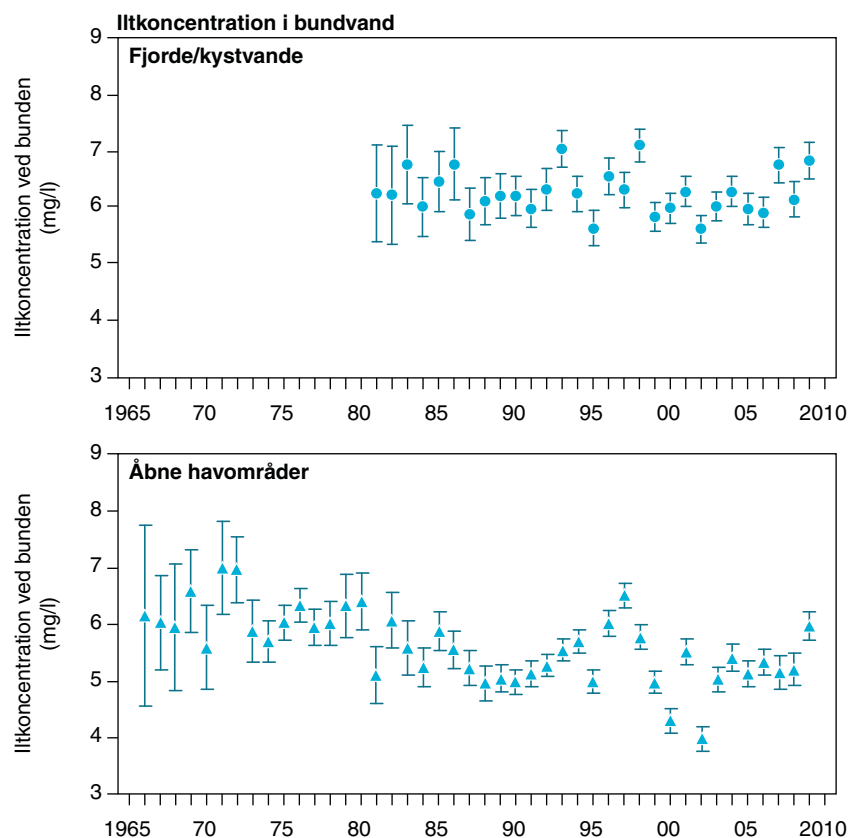
9.4.2 Udvikling i iltforhold

Iltforholdene i bundvandet for de åbne farvande, som er målt siden midten af 1960'erne (figur 9.7), viser en signifikant negativ udvikling. Omkring 1990 var middel-iltkoncentrationen i juli-november lav i de åbne farvande. Gennem første halvdel af 1990'erne steg iltkoncentrationen generelt til 1970'er-niveau i de tørre år 1996-97, for derefter generelt at falde igen. Iltkoncentrationen lå i 2009 væsentligt over niveauet de forudgående 8-10 år.

Der er ingen tydelig udvikling i iltindhold i fjorde og kystnære områder i perioden 1981-2009 (figur 9.7 øverst). Middelværdien for 2009 lå på niveau med 2007, og over niveauet de seneste ca. 10 år.

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 for NOVANA-stationer i (øverst) fjorde og kystnære områder og (nederst) åbne havområder (Petersen & Hjorth (red) 2010).



9.5 Bundplanter

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

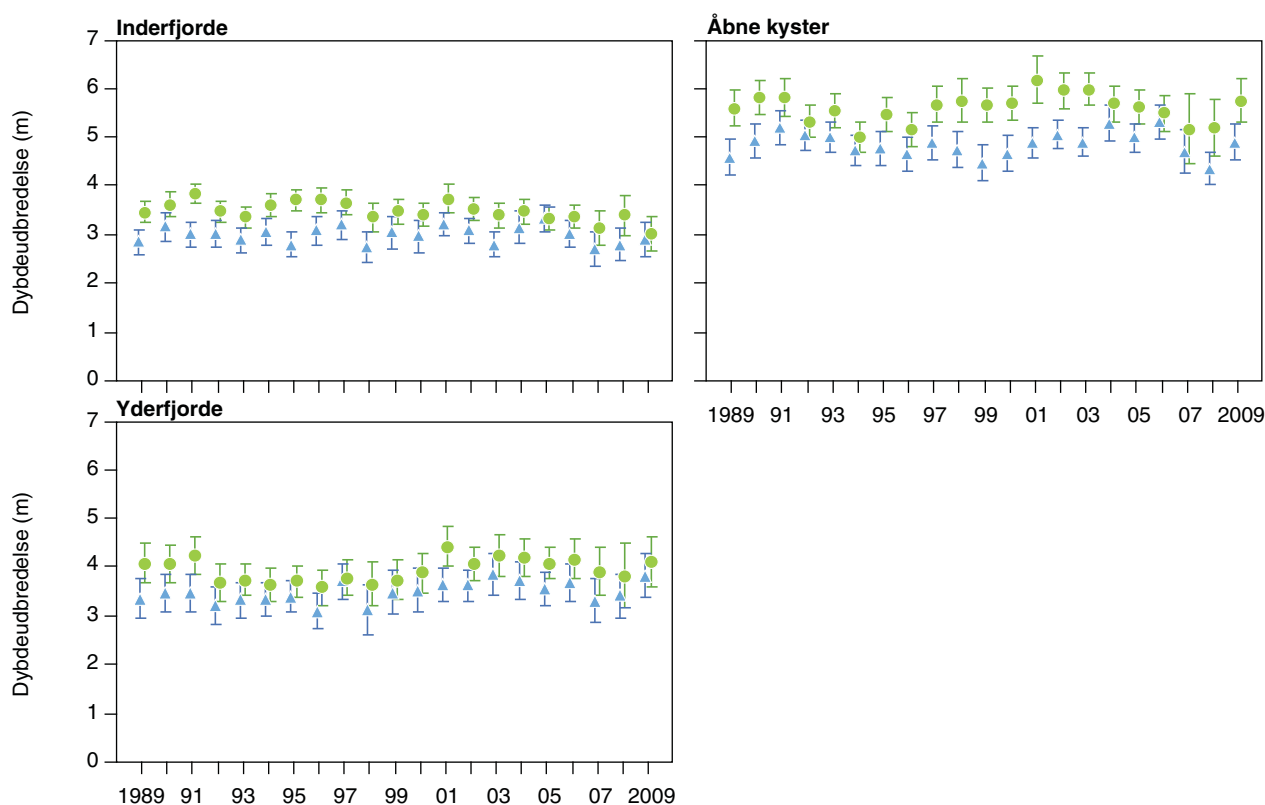
Bundplanterne er vigtige indikatorer for miljøtilstanden, fordi de påvirkes forskelligt af eutrofiering, der fx kan føre til masseforekomst af søsalat. Dybdeudbredelsen af planterne er ligeledes en indikator for vandkvaliteten.

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

9.5.1 Ålegræs

Ålegræssets maksimale dybdegrænse er generelt størst langs de åbne kyster (5,0-6,2 m), lidt mindre i yderfjordene (3,6-4,4) og mindst i inderfjordene (3,0-3,8 m) set over perioden 1989-2009.

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



Figur 9.8. Udvikling i dybdegrænsen for ålegræssets maksimale udbredelse (●) og hovedudbredelse (Δ) gennem perioden 1989-2009. Udviklingen er vist for åbne kyster og for yder- og inderfjorde (ekskl. Limfjorden) (Petersen & Hjorth (red) 2010).

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

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

9.5.2 Makroalger på stenrev i åbne farvande

Undersøgelserne af stenrev har vist, at vegetationen på stenrevene i de indre åbne farvande består af en flerlaget rød- og brunalgevegetation, der dækker den faste bund fuldstændigt ned til 10-12 m's dybde. På større dybder end 12-14 m aftager algerne samlede dækning til et enkelt lag oprette alger, der ikke dækker hele revet. De oprette algers dækning aftager med stigende dybde, hvorimod skorpeformede algebelægninger fortsat træffes med stor dækning på 24 m's dybde. Resultaterne har vist en væsentlig indflydelse fra søpindsvins græsning på tangskovene på en række rev. Den samlede algedækning på dybere dele af udvalgte stenrev i de åbne dele af Kattegat i 2009 var ringere (ikke signifikant) end gennemsnittet i perioden 1994 – 2001, men dog bedre end i 2008.

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 2009 målinger i muslinger ved 26 stationer, fisk ved 4 stationer og sediment fra 20 stationer i danske fjorde, Vadehavet og indre farvande. Muslinger anvendes som generel indikator for havmiljøets belastning med tungmetaller, da de generelt opkoncentrerer metallerne. Fisk undersøges for at se, om der sker en opkoncentrering i fødekæden. Målinger i sediment sker på materialer, der er sedimenteret gennem de seneste 5-10 år, og de giver således et mål for den gennemsnitlige belastning i denne periode. Målingerne omfatter zink, kobber, nikkel, bly, cadmium og kviksølv.

Målingerne i sediment omfattede stationer i områder, der ved vandrammedirektivets basisanalyse blev vurderet til at være i risiko for ikke at opfylde målsætningen om god økologisk tilstand i 2015, eller hvor datagrundlaget ikke var tilstrækkeligt til at foretage vurderingen.

9.6.1 Målsætning

Tungmetaller i det marine miljø er omfattet af internationale marine konventioner, bl.a. HELCOM, OSPAR og Nordsøkonferencerne. Der er ikke i nogen af disse sammenhænge fastsat grænseværdier. De fundne koncentrationer er vurderet i forhold et baggrundsniveau (BAC, Back-

ground Assessment Criteria), som er udarbejdet af OSPAR (OSPAR 2009).

EU har fastsat grænseværdier for indholdet af bly, cadmium og kviksølv i fisk og muslinger, der anvendes til fremstilling af fødevarer (EU-kommissionen 2001). Desuden er der i forbindelse med vandrammedirektivet fastsat et miljøkvalitetskrav for kviksølv i biota (muslinger og fisk).

9.6.2 Tungmetaller i muslinger og fisk

Indholdet af zink og cadmium var i alle eller størsteparten af de undersøgte prøver af muslinger og fisk under det af OSPAR fastsatte baggrundsniveau (tabel 9.1 og figur 9.9). Blyindholdet i muslingeprøverne var ligeledes under baggrundsniveauet, mens det i ca. en tredjedel af de undersøgte prøver af fisk var højere end baggrundsniveauet. Indholdet af kobber var højere end baggrundsniveauet for i ca. 90% af muslingeprøverne.

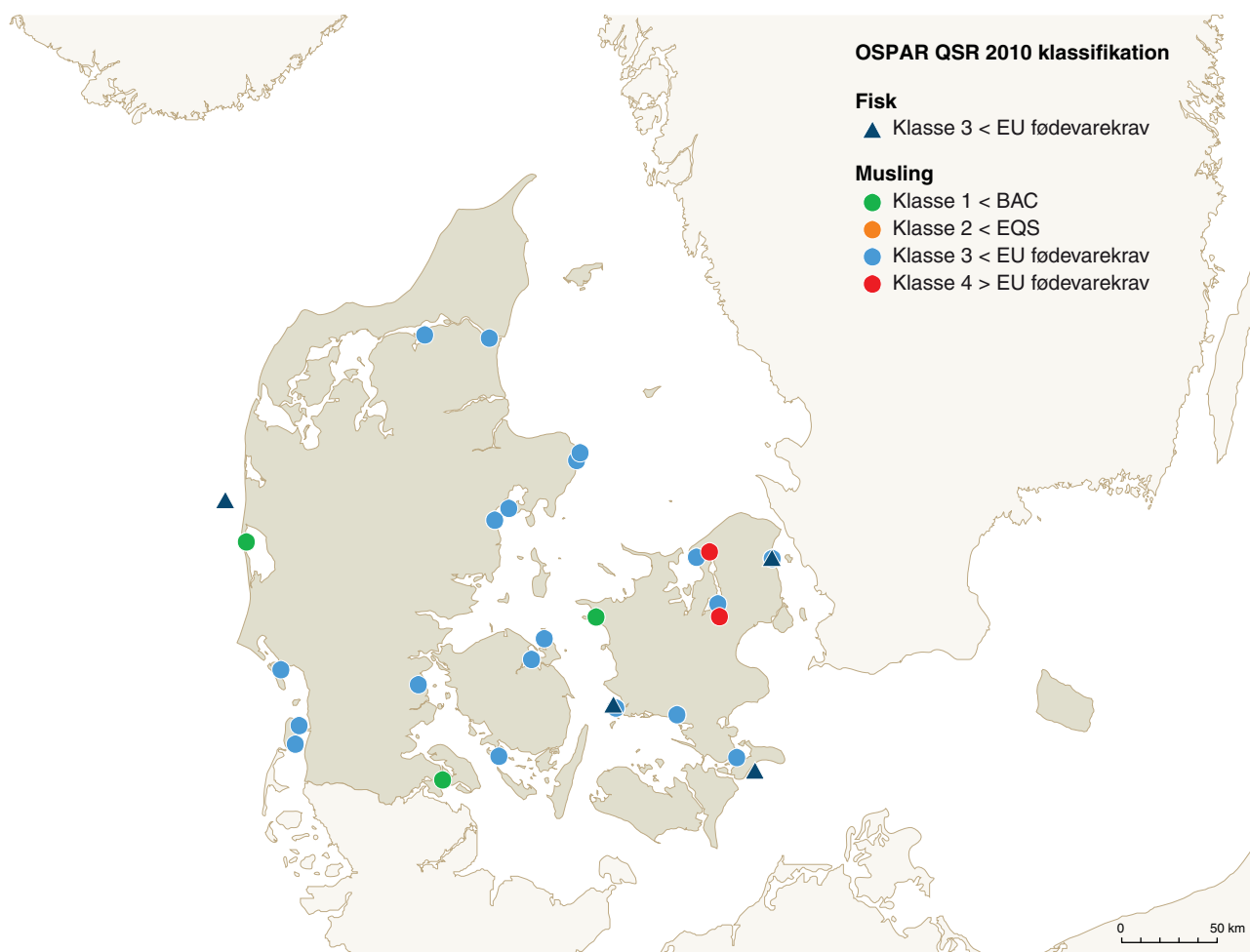
Tabel 9.1. Vurdering af koncentration af metaller i muslinger og fisk i forhold til OSPAR's vurderingskriterium BAC (Background Assessment Criteria) (Petersen og Hjorth (red.) 2010).

% under BAC	Zink	Bly	Cadmium	Kobber	Kviksølv
Muslinger	100	69	100	11	67
Fisk	100	100	93		10-28

Kviksølv blev samlet set fundet hyppigst i koncentrationer over baggrundsniveauet i de undersøgte prøver af muslinger og fisk. Vandrammedirektivets kvalitetskrav for kviksølv i biota på 20 µg/kg var overskredet ved flere stationer, bl.a. i Vadehavet, hvor der i muslinger blev fundet de største overskridelser af kvalitetskravet.

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

OSPAR har ved en analyse af data fra metalundersøgelser i Nordsøen fundet, at cadmiumindholdet ser ud til at ligge over fødevarekriterierne jo længere ind i Østersøen, man kommer. Cadmiumindholdet viser dog generelt en faldende tendens, om end der er enkelte danske stationer, hvor der ses stigende tendens.



Figur 9.9. Vurdering af cadmium, bly og kviksølv i prøver af muslinger, fisk og sediment efter OSPAR's vurderingskriterier (Petersen og Hjorth (red.) 2010). BAC: Baggrundsniveau, OSPAR.

9.6.3 Tungmetaller i sediment

Indholdet af tungmetaller i de undersøgte sedimentprøver fra danske havområder var højere end de af OSPAR fastsatte baggrunds niveauer i ca. 7-30% af prøverne (tabel 9.2). Overskridelserne blev hyppigst fundet for de mest toksiske metaller, cadmium og kviksølv.

Tabel 9.2. Procentdel af sedimentprøver med metalindhold højere end OSPAR's baggrundsvurderingskriterier (data fra Petersen og Hjorth (red.) 2010).

Zink	Kobber	Kviksølv	Cadmium	Bly	Krom, Nikkel, Arsen
21%	7%	14%	31%	7%	7%

9.7 Miljøfremmede stoffer i marine områder

Miljøfremmede stoffer blev i 2009 målt i det marine miljø i muslinger, fisk og sediment fra fjorde, Vadehavet og indre danske farvande. Indholdet af miljøfremmede stoffer i muslinger bliver sammen med indholdet af tungmetaller generelt anvendt som indikator for belastningen med miljøfarlige stoffer, såvel internationalt som nationalt. Blåmuslinger findes overalt i danske marine områder med undtagelse af Ringkøbing Fjord. Her måles i stedet på sandmuslinger.

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

9.7.1 Målsætning

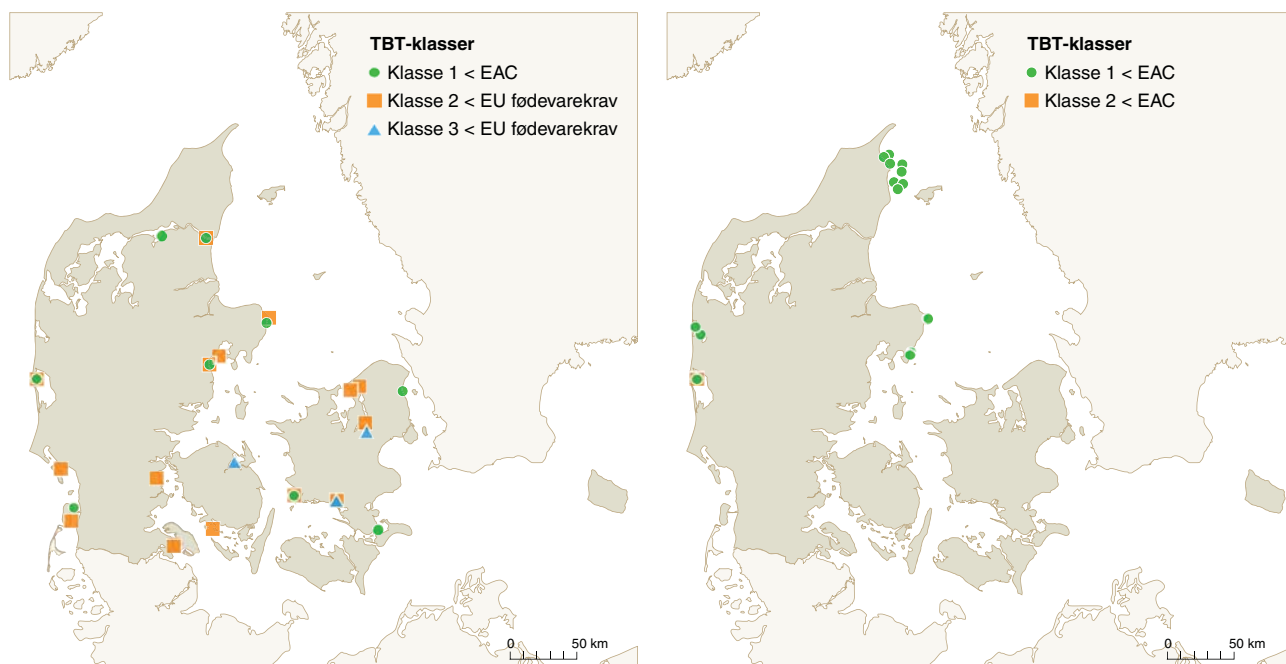
En række miljøfremmede stoffer i det marine miljø er omfattet af vandrammedirektivet samt internationale marine konventioner, bl.a. HELCOM, OSPAR og Nordsøkonferencerne. OSPAR har udarbejdet økotoxikologiske vurderingskriterier, "Ecotoxicological Assessment Criteria" (EACs) (OSPAR 1998). Endvidere har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

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

9.7.2 Miljøfremmede stoffer i muslinger, fisk og sediment i 2009

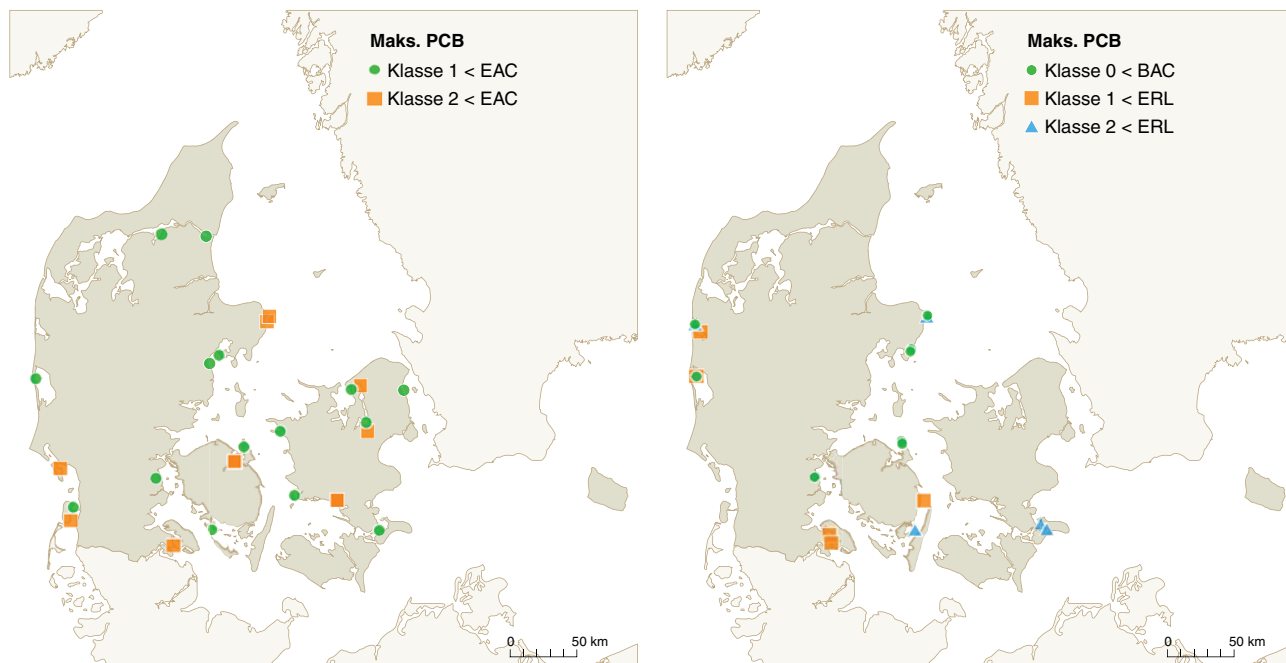
Tributyltin (TBT) blev ligesom i de foregående år fundet i samtlige undersøgte prøver af muslinger (figur 9.10). Der har siden 2003 været restriktioner på brugen af TBT, og i 2008 blev det forbudt at anvende stoffet i bundmaling til skibe. Dette afspejler sig i, at der har været en nedadgående tendens i koncentrationerne gennem de seneste år. Ved vurdering ud fra OSPARs EAC-kriterier var indholdet i 66% af de undersøgte muslinger imidlertid fortsat over det niveau, hvor effekter i miljøet ikke kan udelukkes. I ca. en tiendedel af prøverne var indholdet højere end EU's fødevarekriterium. TBT blev endvidere fundet udbredt i sediment.

PAH'er blev ligeledes fundet generelt udbredt i det marine miljø. I alle de undersøgte prøver af muslinger var indholdet lavere end det niveau, hvor der er risiko for en effekt (EAC). I sediment blev der ved flere af de undersøgte stationer fundet PAH-koncentrationer, som var højere end de amerikanske miljøkriterier for PAH'er. Der blev ikke alle steder fundet sammenhæng mellem PAH-indhold i muslinger og sediment, hvilket sandsynligvis skyldes, at sedimentkoncentrationerne afspejler de seneste 3-10 års påvirkning, mens muslingerne afspejler påvirkningen indenfor det seneste år.



Figur 9.10. Den geografiske fordeling af TBT i blåmuslinger (venstre) og sediment (højre). (Petersen & Hjorth (red.) 2010). EAC: økotoxikologisk vurderingskriterium, OSPAR.

PCB-koncentrationen i de undersøgte prøver af muslinger, fisk og sediment var for en række af stofferne tæt på eller under detektionsgrænsen. Enkelte PCB-forbindelser blev dog fundet i koncentrationer over EAC, hvilket betyder at det ikke kan udelukkes, at der er en effekt af disse stoffer ved de pågældende stationer. En af PCB-forbindelserne, PCB#118 blev fundet i 33% af de undersøgte prøver af fiskelever, samme forbindelse var dominerende i muslinger og sediment.



Figur 9.11. Geografisk fordeling og sammensætning af PCB i muslinger (venstre) og sediment (højre) (Petersen & Hjorth (red.) 2010). BAC: Baggrundsniveau, OSPAR. EAC: økotoxikologisk vurderingskriterium, OSPAR. ERL: Effect Range Low, US EPA.

Blandt de undersøgte bromerede flammehæmmere var stofferne BDE 47, BDE 99 og BDE 154 de hyppigst fundne. BDE 47 blev påvist i ca. 75% af de undersøgte prøver.

Blødgørerne di(2-ethylhexyl)-phthalat (DEHP) og diisononylphthalat (DiNP) blev fundet i alle de undersøgte prøver af muslinger, mens dibutylphthalat (DBP) og diisooctylphthalat (DiOP) blev påvist i henholdsvis 75% og ca. 40% af de undersøgte muslingeprøver. De samme phthalater blev fundet med højest hyppighed i sediment. Medianværdierne af koncentrationerne af de hyppigst fundne phthalater fordeler sig på samme måde i muslinger og sediment (tabel 9.3).

Tabel 9.3. Medianværdier af målte koncentrationer af udvalgte phthalater i muslinger (12 prøver) og sediment (20-29 prøver).

Mediankoncentrationer (µg/kg TS)	DBP	DEHP	DiNP
Muslinger	140	420	310
Sediment	17	64	53

OSPAR og HELCOM har vurderet, at koncentrationerne af TBT, PCB og PAH i Nordsøen og Østersøen generelt har været faldende gennem de seneste 5-10 år. I de indre danske farvande er miljøtilstanden vurderet til generelt at være "moderat". Der forekommer dog også områder, hvor er tilstanden vurderet til "god" og andre hvor den er vurderet til at være "dårlig" eller "meget dårlig".

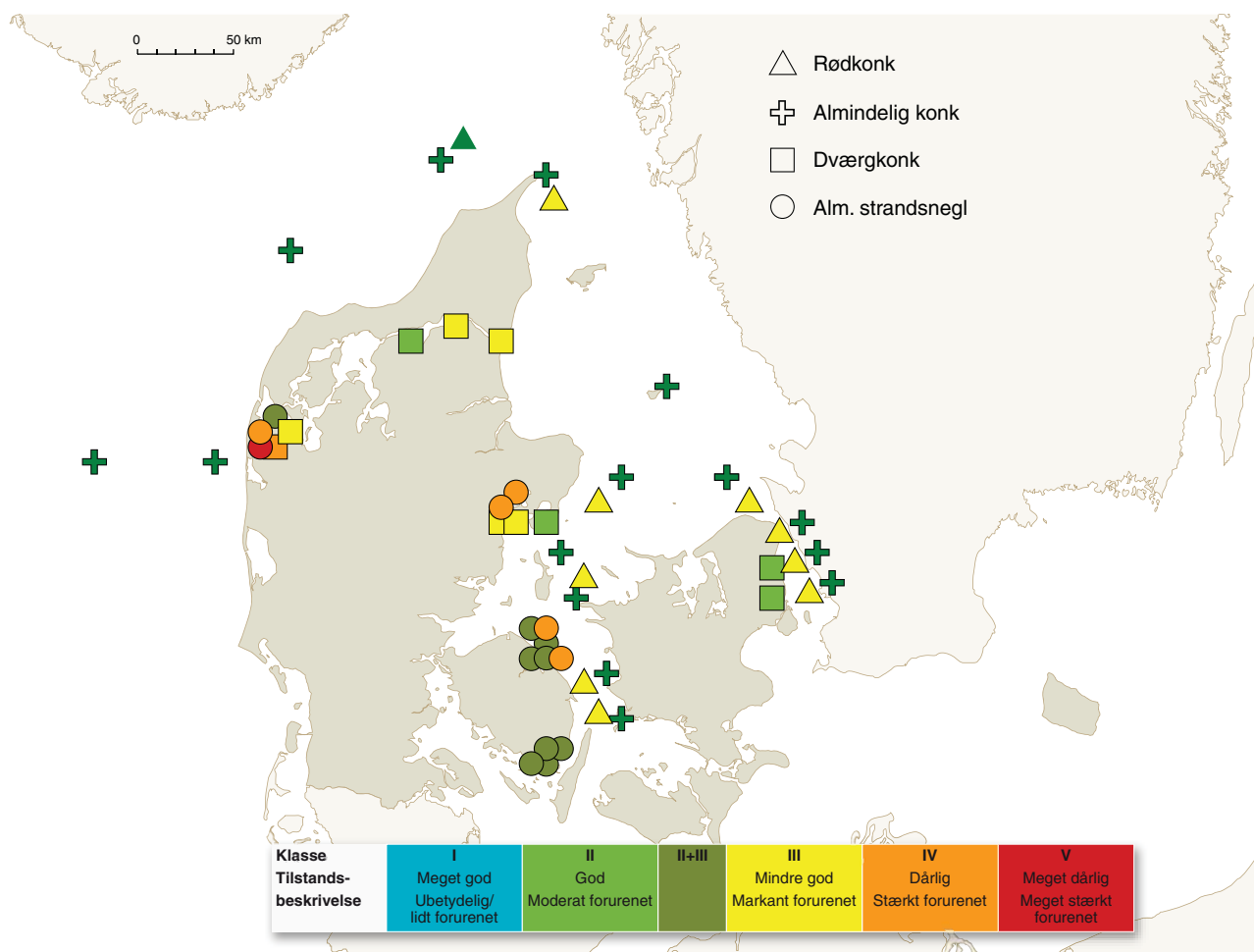
9.8 Biologiske effekter af miljøfremmede stoffer

Biologiske effekter af miljøfarlige stoffer er undersøgt i fisk og muslinger fra marine områder med henblik på at vurdere, om miljøfarlige stoffer udgør en risiko for dyrelivet i havet (forklaring i box). Havsnegle er undersøgt for kønsændringer (impo- og intersex), som er en specifik effekt af påvirkning af tributyltin (TBT). Aktiviteten af afgiftningsenzymmer er målt i fisk som markør for effekter af påvirkninger, der kan relateres til bl.a. PAH og dioxinlignende stoffer. Ålekvabbens yngel er undersøgt for fejludviklinger, og lysosomal stabilitet er målt hos muslinger. Disse effekter anses for at være generelle stressmarkører for den samlede påvirkning af forskellige typer af miljøfarlige stoffer.

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

9.8.1 Imposex og intersex i havsnegle

Fem forskellige arter af havsnegle er undersøgt for imposex og intersex. Sammen med en faldende tendens i indholdet af TBT i muslinger er niveauerne af imposex og intersex aftaget med i gennemsnit mellem 40% og 80% i forhold til niveauerne i 1998. På trods af dette blev der i 2009 i nogle områder stadigvæk fundet markant forhøjede niveauer for imposex og intersex (figur 9.12).



Figur 9.12. Forekomsten af imposex og intersex i 4 arter af havsnegle i 2009, hvor niveauerne er vurderet i henhold til miljøkvalitetsklasserne (Petersen & Hjorth (red.) 2010).

Tabel 9.4. Miljøkvalitetsklasser for imposex og intersex i havsnegle (Strand m.fl. 2006, OSPAR 2008a).

Klasser	I	II	III	IV	V
VDSI i purpursnegl	< 0,3	0,3 - < 2	2 - 4	> 4 - > 5 (sterile)	Forsvundet
ISI i alm. strandsnegl	< 0,3			0,3 - 1,2	> 1,2
VDSI i rødkonk	< 0,3	0,3 - < 2	2 - < 4	4 - 4+	
VDSI i alm. konk	< 0,3		< 0,3 - < 2	2 - < 4	4 - 4+
VDSI i dværgkonk	< 0,3		0,3 - 2	2 - < 4	4 - 4+

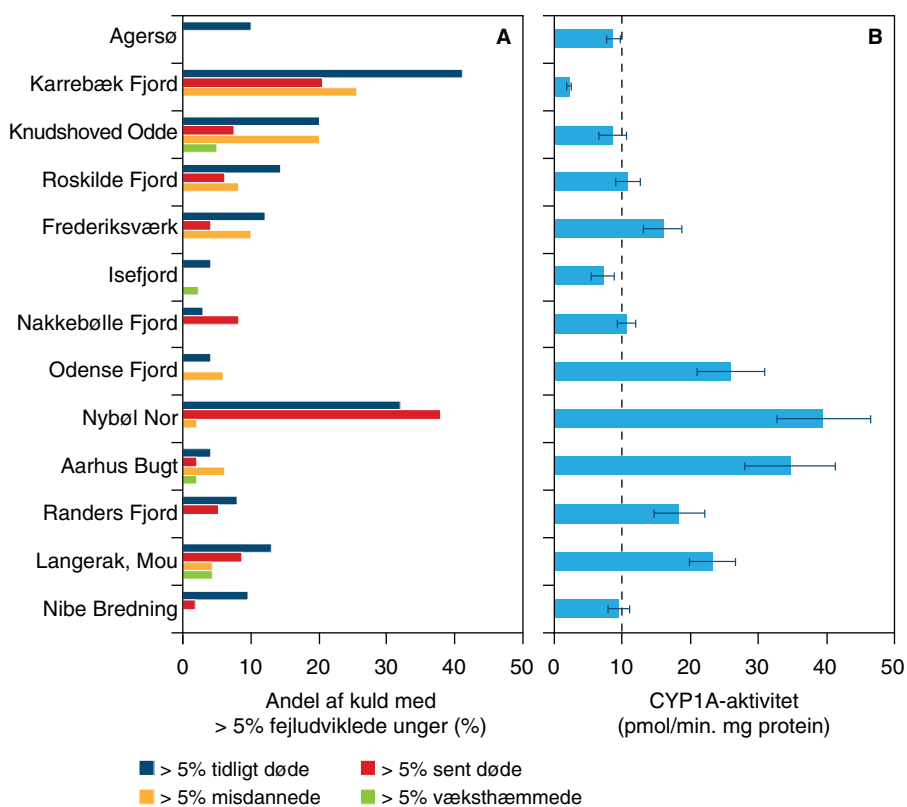
9.8.2 Undersøgelse af ålekvabbens yngel

Ålekvabben anvendes til undersøgelse af biologiske effekter da:

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

Der blev i 2009 fundet betydelige forskelle i forekomsten af misdannelser af ålekvabbeyngel. I områderne med de hyppigste forekomster af misdannelser blev der fundet øget forekomst af misdannelse hos 10-26% af kullene (figur 9.13). De fleste områder, hvor der er fundet øget forekomst af misdannelser, er kendetegnet ved at være kystnære områder med menneskelig påvirkning fra byer og industri. Det er derfor sandsynligt, at disse effekter skyldes påvirkning af miljøfarlige stoffer, herunder dioxin, PAH eller tungmetaller.

Figur 9.13. A: Andel af ålekvab-bekuld med en øget forekomst (dvs. > 5%) af fejludviklede unger, hhv. som tidligt døde unger (type 0) og sent døde unger (type A), synligt misdannede unger (type B-G) og væksthæmmede unger (dværge, type I) B: B) CYP1A-enzymaktivitet i leveren fra hunner af ålekvabbe i kystnære områder (middel $\pm$ S.E.) (Petersen & Hjorth (red.) 2010).



9.8.3 Aktivitet af afgiftningensenzym i ålekvabber

Aktivitet af afgiftningensenzym hos voksne ålekvabber blev ligesom hyppigheden af misdannelser hos ålekvabbeyngel fundet med betydelige geografiske variationer. Der ses ikke sammenhæng mellem aktivitet af afgiftningensenzym i ålekvabber og hyppighed af forekomst af misdannelser hos ålekvabbeyngel (figur 9.13).

En undersøgelse af sammenhængen mellem effekter viste, at effekterne ikke udelukkende kan tilskrives specifikke stofgrupper, men derimod i højere grad påvirkninger fra blandinger af miljøfarlige stoffer, der kan forekomme i havmiljøet (Strand et al. 2009).

9.8.4 Lysosomal stabilitet i muslinger

Undersøgelser af den lysosomale membranstabilitet som mål for blåmuslingers sundhedstilstand tyder på, at muslinger i ca. halvdelen af de undersøgte kystnære områder er påvirkede af miljøfarlige stoffer. Der blev fundet sammenhæng mellem effektniveauer og indholdet af PAH og PCB i muslinger, hvilket også er set i nogle af de tidligere år.

10 Arter

Delprogrammet for arter i NOVANA er foreløbig fastlagt for perioden 2004-2009 og omfatter overvågning af tilstand og udvikling for i alt ca. 85 udvalgte plante- og dyrearter. Disse arter er optaget på habitatdirektivets bilag samt udvalgte ansvarsarter, hvor mere end 20% af den samlede bestand på et eller andet tidspunkt i deres livscyklus findes i Danmark. Dertil kommer fugle omfattet af fuglebeskyttelsesdirektivet. Delprogrammet for overvågning af arter i NOVANA har det primære formål at overvåge de enkelte arters udbredelse og bestandsstørrelse. Resultaterne er det faglige grundlag for at vurdere de enkelte arters bevaringsstatus. Overvågningen styrker den faglige baggrund for eventuelle foranstaltninger, der vurderes at ville kunne forbedre den enkelte arts bevaringsstatus.

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

For de fleste arter vil overvågningen i 2009 sammen med overvågningen i 2004-2008 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 trends i bestandsstørrelser og udbredelse.

Resultaterne af overvågningen af arter i 2004-2009 vil - suppleret med de kommende års systematiske overvågning i NOVANA - bidrage til en vidensopbygning, som vil styrke det faglige grundlag for at sammenligne ændringer i arternes udbredelse og bestandsstørrelse. Dermed styrkes også det faglige grundlag for dels at vurdere arternes bevaringsstatus, dels for at fastsætte målsætninger for bevaringsstatus.

10.1 Overvågningsstrategi

For nogle af de overvågede arter foreligger der data i tidsserier, som gør det muligt at sammenligne bestandsstørrelser og udbredelser og eventuelle ændringer i disse. Det gælder for fire arter af karplanter på habitatdirektivets Bilag II (mygblomst, gul stenbræk, fruesko og enkelt månerude) og også i et vist omfang hedepletvinge og eremit.

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

Intensiv overvågning er overvågning af bestandsstørrelser, men omfatter også registrering af relevante baggrundsoplysninger i det omgivende miljø på et forholdsvis overordnet niveau til brug for vurderingen af bestandens status. Nogle af informationerne tilvejebringes gennem NOVANAs delprogram for naturtyper. Intensiv overvågning gennemføres

som udgangspunkt årligt, men vil som en tilpasning til forvaltningsmæssige behov kunne gennemføres hvert 2., 3. eller 6. år.

Ekstensiv overvågning er overvågning af arternes udbredelse i UTM-kvadratnettet på 10x10 km². Denne overvågning retter sig direkte mod parameteren 'udbredelsesområde' i habitatdirektivets definitioner af gunstig bevaringsstatus og tilsigter at tilvejebringe et datagrundlag for at kunne vurdere, hvorvidt en arts udbredelse i Danmark er aftagende, stabil eller voksende. Ekstensiv overvågning gennemføres som udgangspunkt hvert 6. år, men frekvensen kan øges i fornødent omfang. Registrering af baggrundsoplysninger indgår kun på et helt overordnet niveau.

Tabel 10.1. Arter og artsgrupper (habitatarter og ansvarsarter), der overvåges i NOVANA i perioden 2004-2009. Mørke felter markerer, at arten overvåges landsdækkende det pågældende år, enten hvert år (6/6), hvert andet år (3/6) eller hvert tredje år (2/6). For nogle arter strækker den landsdækkende overvågning sig imidlertid over flere år, selvom lokaliteterne kun besøges en gang i overvågningsperioden (1/6) (Søgaard et al. 2010).

ART	Start	Fre- kvens	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mygblomst	2004	6/6						
Gul Stenbræk	2004	6/6						
Enkelt månerude	2004	6/6						
Fruesko	2004	6/6						
Vandranke	2004	2/6						
Liden najade	2004	2/6						
"Ansvarsarter"	2005	1/6						
Grøn buxbaumia	2004	2/6						
Blank seglmos	2006	2/6						
Kildevældsvindelsnegl	2005	1/6						
Sumpvindelsnegl	2005	1/6						
Skæv vindelsnegl	2005	1/6						
Hedepletvinge	2004	3/6						
Eremit/mosskorpion	2004	2/6						
Grøn kølle guldsmed	2004	2/6						
Grøn mosaik guldsmed	2004	2/6						
Stor kærguldsmed	2004	2/6						
Vandkalve	2004	2/6						
Sortpletet blåfugl	2005	1/6						
Natsommerfugle	2006	1/6						
Markfirben	2006	1/6						
Klokkefrø	2005	3/6						
Padde – øvrige	2005	1/6						
Flagermus	2005	1/6						
Hasselmus	2004	1/6						
Birkemus	2005	1/6						
Odde	2004	1/6						
Tykskallet malermusling	2006	1/6						
Sæler	2004	6/6						

10.2 Overvågningen 2009

10.2.1 Habitatarter og ansvarsarter

Miljøcentrenes overvågning af arter i NOVANA har i 2009 omfattet i alt 16 arter, som er afrapporteret i denne rapport, fordelt på artsgrupperne padder, natsommerfugle, muslinger og karplanter (Bilag II). Herudover har overvågningen omfattet yderligere en række arter af karplanter (ansvarsarter), mos (blank seglmos), padder og flagermus samt markfirben (tabel 10.1). For disse arter er overvågningen blevet forlænget til også at omfatte 2010.

10.2.2 Fugleovervågning

Overvågning af fugle iht. fuglebeskyttelsesdirektivet omfatter ynglefugle på Bilag I og regelmæssigt tilbagevendende trækfugle (tabel 10.2). Her angives, hvor mange fuglebeskyttelsesområder der er udpeget for disse arter i NATURA 2000. De vigtigste af de regelmæssigt tilbagevendende trækfuglearter er 27 ansvarsarter. Der er opstillet et særligt program for Tøndermarsken med hovedvægten på ynglefugle samt et særligt program for overvågning af fugle i Vadehavet i et internationalt samarbejde med Tyskland og Holland (TMAP).

10.3 Konklusioner

10.3.1 Habitat og ansvarsarter

Resultatet af overvågning af arter i 2009, der præsenteres i dette kapitel, omfatter 11 arter på habitatdirektivets Bilag II og IV og 10 arter af natsommerfugle (ansvarsarter). På baggrund af resultaterne af overvågningen kan der kort konkluderes følgende for de pågældende artsgrupper/arter (overvågningsfrekvens fremgår af tabel 10.1):

- *Klokkefrø* (overvåget i 2004, 2007 og 2009). På Fyn og i Vestsjælland har bestanden været stigende siden 2004. Bestanden på Sydsjælland har derimod været vigende siden 2004, hvilket blandt andet skyldes, at bestanden på Enø er tæt ved at uddø, fordi stort set hele bestanden er blevet ulovligt fjernet de senere år. En udsætning af opdrættede klokkefrøer i 25 nyetablerede vandhuller ved Svinø har været resultatløs, formentlig på grund af prædation fra fiskehejre.

Natsommerfugle:

Natsommerfuglene er udpeget som nationale ansvarsarter, da Danmark har en stor eller den største del af Jordens samlede bestand. Det er første gang, der gennemføres en systematisk overvågning af disse arter, og resultaterne heraf vil udgøre en baseline for overvågningen fremover af deres udbredelse og hyppighed her i landet.

- *Epirrhoe pupillata* er kendt fra en lang række ynglelokaliteter indenfor et begrænset udbredelsesareal i Nordvestjylland, hvor arten blev fundet på alle kendte lokaliteter. Artens bevaringsstatus vurderes derfor umiddelbart som nogenlunde stabil.

Tabel 10.2. Oversigt over arter på fuglebeskyttelsesdirektivets Bilag I og regelmæssigt tilbagevendende trækfuglearter, som indgår i artsovervågningen i NOVANA med angivelse af, hvor mange fuglebeskyttelsesområder der er udpeget for disse arter i NATURA 2000 (Søgaard et al. 2010).

Art (Bilag I)	Antal områder	Art (trækfugle)	Antal områder
Rødstrubet lom	1	Skarv	5
Sortstrubet lom	1	Knopsvane	17
Nordisk lappedykker	1	Sædgås	16
Rørdrum	25	Kortnæbbet gås	16
Sort stork	1	Grågås	21
Hvid stork	3	Mørkbuget knortegås	8
Skestork	3	Lysbuget knortegås	13
Pibesvane	14	Gravand	5
Sangsvane	39	Pibeand	11
Bramgås	12	Krikand	8
Lille skallesluger	4	Spidsand	9
Hvæpsevåge	15	Skeand	12
Rød glente	3	Taffeland	4
Havørn	15	Troldand	15
Rørhøg	47	Bjergand	7
Blå kærhøg	9	Ederfugl	17
Hedehøg	14	Havlit	1
Kongeørn	2	Sortand	8
Fiskeørn	4	Fløjlsand	8
Vandrefalk	6	Hvinand	20
Plettet rørvagtel	16	Toppet skallesluger	18
Engsnarre	14	Stor skallesluger	16
Trane	10	Blishøne	12
Klyde	37	Strandskade	1
Hvidbrystet præstekrave	6	Strandhøjle	2
Højle	19	Islandsk ryle	2
Pomeransfugl	4	Stor regnspove	1
Engryle/almindelig ryle	19	Rødben	1
Brushane	17	Hvidklire	1
Lille kobbersneppe	7	Lomvie	1
Tinksmed	17	Alk	1
Sandterne	5	Tejst	1
Splitterne	21		
Fjordterne	30		
Havterne	36		
Dværgterne	28		
Sortterne	9		
Dværgmåge	3		
Stor hornugle	6		
Mosehornugle	26		
Perleugle	1		
Natravn	4		
Isfugl	9		
Sortspætte	7		
Hedelærke	4		
Markpiber	1		
Blåhals	4		
Høgesanger	1		
Rødrygget tornskade	12		

- *Conisania leineri* forekomstareal er meget begrænset og lokal, men dens bevaringsstatus vurderes nogenlunde stabil. Arten forekommer kun på Bornholm, hvor der blev fundet nye ynglelokaliteter.
- Kridtuglens *Chortodes morrisii* bevaringsstatus må betegnes som ustabil, idet dens ynglelokaliteter er sårbare og enkelte af disse er truet. Overvågningen har afdækket flere nye lokaliteter for arten i det øst-danske udbredelsesområde.
- *Chortodes extrema* og *Chortodes brevilinea* er nyindvandret til Danmark og under fortsat, om end langsom, udbredelse.
- *Phragmatiphila nexa* optræder meget lokalt. Den kendes både fra flere stabile og truede ynglebestande. Arten er ved overvågningen påvist på nye lokaliteter i Sydjylland, men ikke genfundet på tidligere levesteder på Midt- og Sydfyn.
- Østlig hætteugle *Cucullia praecana* er kendt fra en lang række ynglelokaliteter indenfor et begrænset udbredelsesareal. Arten synes at være trængt i det moderne landbrugsland og er tilsyneladende forsvundet fra Nordsjælland.
- *Mythimna litoralis* er fundet i alle undersøgte kvadrater i Nord- og Vestjylland, hvor bevaringsstatus vurderes som gunstig. Lidt mere usikkerhed er knyttet til yngleforekomsterne i Sydjylland og i Østdanmark, hvor arten optræder mere sporadisk trods velegnede levesteder.
- *Heliothis maritima* findes med sikkerhed indenfor et enkelt meget begrænset forekomstareal. Overvågningen viste, at arten nu kun findes på 2-3 lokaliteter i Vestjylland, og at den er meget sjælden i disse år.
- *Chortodes elymi* vurderes at have gunstig bevaringsstatus, da overvågningen har påvist/bekræftet, at de er vidt udbredte langs store dele af kysterne.

Musling:

- *Tytskallet malermusling* er i 2007-2009 overvåget/eftersøgt på 78 lokaliteter på Sjælland, Fyn og Østjylland. Arten blev registreret på 14 lokaliteter fordelt på 12 lokaliteter på Fyn, beliggende i Odense Å og Stavis Å-systemerne, og to lokaliteter på Sydsjælland i Suså-systemet. Den tytskallede malermusling synes at være truet i store dele af sit udbredelsesområde, og den er forsvundet fra mange vandløbssystemer rundt om i Europa, herunder også i Danmark. Arten forekommer nu kun i tre vandsystemer, og kun i ét vandløb, Hågerup Å, forekommer der med sikkerhed rekruttering af unge muslinger. I Odense Å, som huser landets største bestand, er individerne meget gamle og bestanden tilsyneladende i betydelig tilbagegang.

Karplanter (Habitatdirektivets bilag II):

- *Enkelt månerude* blev ikke registreret i 2009 hverken ved Saltbæk Vig eller på Norddjursland. Arten blev heller ikke registreret på de to lokaliteter i 2007 og 2008. At den ikke er blevet registreret i 2007, 2008 og 2009, er ikke ensbetydende med, at den er forsvundet fra voksestederne. Det formodes, at arten er i stand til at overleve underjordisk i flere år, når forholdene over jordoverfladen er ugunstige for den, fx den lune april måned 2009 med mange solskinstimer og dermed forårstørke.
- *Gul stenbræk* blev i 2009 registreret på seks lokaliteter, mens den blev fundet på henholdsvis seks i 2004, 2005 og 2007 og fem i 2006. Arten blev genfundet på én lokalitet i 2008, mens den ikke blev registreret

på en anden i 2009. Antallet af optalte blomstrende skud var i 2009 det højeste i de sidste tre år.

- *Fruesko* blev i 2009 registreret på de to samme lokaliteter som i de foregående år med et antal blomstrende og vegetative skud ved Skindbjerg som de foregående år og det største antal skud i Buderupholm Bjergeskov siden 1970'erne. Set over hele perioden 2004-2009 har der være en positiv udvikling i antallet af skud, og det samlede antal skud er det største i det tidsrum, de to bestande har været overvåget.
- *Mygblomst* blev registreret på 13 lokaliteter mod 12, 13, 16, 12 og 14 lokaliteter i henholdsvis 2004, 2005, 2006, 2007 og 2008. Bag tallet 13 i 2009 ligger, at den blev genfundet på én lokalitet og ikke på en anden, mens lokaliteten ved Køge ikke blev overvåget i 2009. Antallet af blomstrende og vegetative skud var noget lavere end i 2008 og ligger på højde med antallet i 2004 og 2005. På bestandsniveau svinger individantallet i de enkelte bestande, således at individantallet kan være faldende, af samme størrelsesorden eller stigende i forhold til de foregående år. Med de to bestande, der har været overvåget uafbrudt i over 20 år som eksempel, tegner der sig et billede af størrelsen af de naturlige udsving i disse bestande. Det er for tidligt at svare på, om den samlede bestand foretager tilsvarende udsving, eller om den repræsenterer et gennemsnit, hvorpå der kan aflæses en udvikling i bestandsstørrelse.

10.3.2 Fugleovervågningen

Resultatet af overvågningen af fugle i 2009, der præsenteres i dette kapitel, fordeler sig på ynglefugle omfattet af fuglebeskyttelsesdirektivet (11) og regelmæssigt tilbagevendende trækfugle, der følger af direktivets artikel 4 stk. 2 (30). På baggrund af resultaterne af overvågningen kan der kort konkluderes følgende for de pågældende artsgrupper/arter:

Ynglefugle:

- *Trane* yngler i Danmark i åbne, uforstyrrede moser og i mindre skovmoser. Arten er trækfugl, som overvintrer i Spanien. Den blev i 2009 overvåget for tredje gang under NOVANA. Med op imod 100 ynglepar fortsætter arten øjensynlig sin bestandsvækst i Danmark. Hermed lå antallet af ynglepar i 2009 over det foreslåede faglige kriterium for bestandsstørrelse for gunstig bevaringsstatus for arten.
- *Klyde* yngler i Danmark i kolonier ved lavvandede fjordkyster og i salte eller brakke laguner, hvor der findes slikvader og åbne enge med kort vegetation. Rederne placeres ofte på småøer, som ræve og andre rovdyr ikke kan nå ud til. Arten er trækfugl, som overvintrer i Sydvesteuropa og Vestafrika. Antallet af ynglepar af klyde i 2009 lå med sine knap 2600 ynglepar langt under den senest foregående bestandsopgørelse på ca. 5000 par fra midten af 1990'erne og under det foreslåede faglige kriterium for bestandsstørrelse for gunstig bevaringsstatus for arten.
- *Hvidbrystet præstekrave* var tidligere mere almindelig og udbredt pletvis langs alle de danske kyster. Den blev i 2009 registreret med 39 ynglepar i Vadehavsområdet, hvor bestanden er koncentreret på Fanø og Rømø. Samlet set har den danske ynglebestand været ret stabil eller faldende i perioden 2004-2009, men antallet af ynglepar lå i 2009 i lighed med de fem foregående år under det foreslåede faglige kriterium for bestandsstørrelse for gunstig bevaringsstatus for arten.

- *Hjejle* yngler i Danmark i åbne, uforstyrrede tørre og træløse heder med sparsom lyngvegetation. Arten er trækfugl, som overvintrer i Vesteuropa. Hjejlen blev i 2009 ikke registreret ynglende i Danmark og arten er øjensynlig under forsvinden som ynglefugl. Antal ynglepar af hjejle lå i 2009 som i 2005 og 2007 under det foreslåede faglige kriterium på mindst 10 ynglende par for gunstig bevaringsstatus for arten.
- *Tinksmed* yngler i Danmark i åbne hedemoser samt ved småsøer og kær i hedeområder. Arten er trækfugl, som overvintrer i Afrika. Den blev i 2009 registreret i antal over 100 i lighed med 2007 og bestanden synes at have stabiliseret sig på dette niveau. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for tinksmed som ynglefugl omfatter bl.a., at bestanden øges til mindst 100 par, og at den derefter er stabil eller stigende. Disse kriterier er således opfyldt.
- *Sandterne* yngler i Danmark på øer og holme, oftest i tilknytning til kolonier af hættemåge eller fjordterne. Arten er trækfugl, som overvintrer i Vestafrika. Der blev fundet et par ynglende sandterner i 2009 efter tre år uden ynglefund. Fuglene fik i lighed med de seneste yngleforsøg i 2004 og 2005 ingen unger på vingerne. 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, hvilket ikke er opfyldt.
- *Splitterne* yngler i Danmark i ofte meget store kolonier på små ubeboede øer og holme med sparsom vegetation som regel i tilknytning til hættemågekolonier. Arten er trækfugl, som overvintrer langs Afrikas vestkyst. I 2009 lå arten med sine ca. 5.300 par noget under tællingen på knap 6100 par i 2006, hvor udflytning fra en tysk koloni var specielt stor. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for splitterne som ynglefugl omfatter bl.a. en bestandsfremgang til 5.700 par, og at antallet af ynglepar derefter er stabilt eller stigende, hvilket ikke var opfyldt i 2009.
- *Dværgterne* yngler i Danmark på åbne vegetationsløse sandstrande og i mindre omfang på ubeboede øer og holme. Dværgterne er trækfugl, som overvintrer langs Vestafrikas kyster. Den blev registreret i et antal, som lå en del over tællingen i 2006. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for dværgterne som ynglefugl omfatter bl.a. en bestandsfremgang til 500 par, og at antallet af ynglepar derefter er stabilt eller stigende. Udbredelsen skal være stabil og omfatte hele landet undtagen Bornholm. Antallet af dværgterner lå i 2009 med ca. 400 par et stykke over resultatet fra 2006 med ca. 350 par, men fortsat under det foreslåede faglige kriterium for bestandsstørrelse på 500 par for gunstig bevaringsstatus for arten som ynglefugl.
- *Sortterne* yngler i Danmark i kolonier ved ferskvand og åbne, våde enge med siv- og startuer samt grøfter. Arten er trækfugl, som overvintrer i Vestafrika. Den blev i 2009 registreret med 37 ynglepar fordelt på fire kolonier i Jylland, hvilket er det laveste siden 2004 med 70-73 par. Tilbagegangen synes at fortsætte for denne art, og de faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for sortterne som ynglefugl, der bl.a. omfatter en bestandsfremgang til 100 par, og at antallet af ynglepar derefter er stabilt eller stigende, er således ikke opfyldt.
- *Mosehornugle* yngler i Danmark på større udyrkede arealer med lav vegetation som strandenge og ådale, tidligere også i mose- og hedeområder. Arten er trækfugl, som overvintrer i Vesteuropa. Arten overraskede i 2009 med hele 13 ynglepar efter at der i 2005 var ét par

og arten slet ikke blev fundet ynglende i 2007. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for mosehornugle som ynglefugl omfatter bl.a. en bestandsfremgang til 20 par, så arten er fortsat under det forelåede faglige kriterium for bestandsstørrelse for gunstig bevaringsstatus.

- *Markpiber* yngler i Danmark i tørre, åbne og sandede klitter nær kysten. Arten er trækfugl, som overvintrer i Afrika og på Den Arabiske Halvø. Den blev efter et par år uden ynglepar igen i 2009 registreret ynglende i Danmark, idet der blev fundet to sandsynlige par på Anholt. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for markpiber som ynglefugl omfatter bl.a., at bestanden øges til mindst 30 par.
- *Skarv* ynglede oprindeligt udelukkende i træer i nærheden af vandområder med fisk, men yngler nu også på jorden på beskyttede lokaliteter som småøer eller rev. Arten er trækfugl, som overvintrer i Vesteuropa (inklusive Danmark) og Nordafrika. I 2009 blev der optalt ca. 33.000 skarvreder, og dermed fortsætter den nedadgående tendens fra de seneste år. Der er ikke udarbejdet faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for skarv.

Trækfugle:

Overvågningen af trækfugle bestod i 2009 af internationalt koordinerede vandfugletællinger i januar, marts, maj og september samt nationale tællinger i maj, august, oktober og november. Der er udarbejdet et nyt system til indeksering af data fra de reducerede midvintertællinger.

Tabel 10.3 Foreløbig vurdering af bevaringsstatus for trækfugle, som optælles ved midvin- ter (Pihl m.fl. 2003) med bedste skøn over tærskelværdi for gunstig bevaringsstatus (Sø- gaard m.fl. 2005) og optællingsfrekvens under NOVANA.

Art	Bevaringsstatus	Tærskelværdi	Optællingsfrekvens
Knopsvane	Gunstig	54.000	Hvert 3. år
Sangsvane	Gunstig	16.000	Årligt
Sædgås SØ Danmark	Gunstig	8.000	Årligt
Sædgås NV Danmark	Usikker	2.000	Årligt
Gravand	Gunstig	32.000	Hvert 3. år
Taffeland	Gunstig	10.000	Hvert 3. år
Troldand	Gunstig	125.000	Hvert 3. år
Bjergand	Gunstig	20.000	Hvert 3. år
Ederfugl	Ugunstig	500.000	Hvert 3. år
Havlit	Gunstig	4.000	Hvert 3. år
Sortand	Gunstig	450.000	Hvert 3. år
Fløjlsand	Usikker	15.000	Hvert 3. år
Hvinand	Gunstig	50.000	Hvert 3. år
Lille skallesluger	Gunstig	200	Hvert 3. år
Toppet skallesluger	Gunstig	10.000	Hvert 3. år
Stor skallesluger	Gunstig	13.000	Hvert 3. år
Blishøne	Gunstig	105.000	Hvert 3. år

- *Midvintertælling af vandfugle* gennemføres årligt. Der blev gennemført en reduceret optælling for vandfugle som helhed og en landsdækkende optælling for gæs samt sang- og pibesvane. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for 16 arter af vandfugle som trækfugle omfatter bl.a., at arterne ved midvintertællinger forekommer i fastsatte minimumsantal og at bestandene er stabile eller stigende over rul- lende 12-årige perioder. Præsenterede indeks for fire arter viser lang-

sigtet stabilitet for knopsvane, troldand og blishøne og fremgang for lille skallesluger.

- *Kortnæbbet gås* optælles på hhv. de traditionelle rastepladser i Vest- og Nordjylland, mens *bramgås* dækkes på artens traditionelle rastepladser i Vest- og Nordjylland og enkelte steder i det sydlige Danmark. Kortnæbbet gås og bramgås blev i marts 2009 optalt til henholdsvis ca. 45.000 og ca. 77.000, hvilket for begge arter ligger inden for variationen i tidligere års tællinger. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for kortnæbbet gås og bramgås som trækfugle omfatter bl.a., at de to arter ved tællinger i marts forekommer i antal over de skønnede tærskelværdier på hhv. 28.000 og 15.000, og at disse værdier er stabile eller stigende over rullende 12-årige perioder. De fundne bestandsstørrelser opfylder dette.
- Optællingen af knortegås sker ved en landsdækkende optælling, som omfatter de to underarter, *mørkbuget knortegås* og *lysbuget knortegås*. Optællingen er international og har været gennemført i Nordvesteuropa i begyndelsen af maj siden midten af 1980'erne. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for mørkbuget og lysbuget knortegås som trækfugle omfatter bl.a., at de to underarter ved tællinger i begyndelsen af maj forekommer i antal over 15.000 fugle, og at antallet ligger stabilt eller stigende over rullende 12-årige perioder. Mørkbuget og lysbuget knortegås blev i 2009 optalt til henholdsvis ca. 13.000 og ca. 6.000, som for begge underarter ligger inden for variationen i tællinger i NOVANA perioden og under det foreslåede faglige kriterium for gunstig bevaringsstatus.
- *Optællingen af vadefugle i maj 2009* omfattede *hjejle*. Denne tælling er national og sigter mod at overvåge arten i fuglebeskyttelsesområder, hvor hjejle indgår i de oprindelige udpegningsgrundlag som trækfugl. Hjejle blev i 2009 optalt for første gang. De 20.000 fugle var langt mindre end forventet, og tællingen ligger muligvis for sent på foråret til at optælle denne art inden for den optimale periode med det største antal. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for hjejle som trækfugl omfatter bl.a., at arten ved tællinger i maj forekommer i antal over 50.000, og at antallet er stabilt eller stigende over rullende 12-årige perioder.
- *Optælling af vadefugle i august* omfatter *klyde*, *strandhjejle*, *stor regnspove*, *rødben* og *hvidklire*. Denne optælling er national og sigter mod at overvåge de fem arter i fuglebeskyttelsesområder, hvor arterne indgår i de oprindelige udpegningsgrundlag. Klyde optælles i nogle få udvalgte fuglebeskyttelsesområder i og uden for Vadehavet, hvor fuglene samles i sensommeren for at fælde svingfjer. De fire øvrige arter tælles alene i fuglebeskyttelsesområder i det danske Vadehavsområde. *Klyde*, *strandhjejle*, *stor regnspove*, *rødben* og *hvidklire* blev registreret i antal på niveau med de tidligere tællinger fra 2005. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for arterne som trækfugle omfatter bl.a., at de ved tællinger i august forekommer i antal over de skønnede tærskelværdier på henholdsvis 7.000 klyder, 1.000 strandhjejler, 1.500 store regnspover, 2.500 rødben og 1.000 hvidklirer, og at disse antal er stabile eller stigende over rullende 12-årige perioder. Antallene for strandhjejle (ca. 3600), stor regnspove (ca. 3800), rødben (ca. 4800) og hvidklire (ca. 1300) lå således over det foreslåede faglige kriterium for bestandsstørrelse for gunstig bevaringsstatus, mens antallet for klyde med ca. 6.000 optalte individer lå under.

- *Grågås* indgår i en international, landsdækkende tælling, som har været gennemført i Europa og Nordafrika i den midterste weekend i september siden midten af 1980'erne, blev i september 2009 registreret med ca. 155.000 individer, hvilket er det højeste antal, der foreløbig er registreret ved en septembertælling. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for grågås som trækfugl omfatter bl.a., at arten ved tællinger i september forekommer i antal over den skønnede tærskelværdi på 60.000 fugle, og at dette antal er stabilt eller stigende over rullende 12-årige perioder, hvilket således er opfyldt.
- *Strandskade* og *almindelig ryle* er udbredt over hele Danmark, men optælles alene i Vadehavet, og for almindelig ryle endvidere på Læsø, i områder, hvor arterne indgår i de oprindelige udpegningsgrundlag. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for strandskade og almindelig ryle som trækfugle omfatter bl.a., at de to arter ved tællinger i oktober forekommer i antal over de skønnede tærskelværdier på henholdsvis 20.000 strandskader og 180.000 almindelige ryler, og at disse antal er stabile eller stigende over rullende 12-årige perioder. I 2009 blev ca. 32.000 individer af strandskade registreret og knap 170.000 individer af almindelig ryle, begge i antal, som lå under 2005 og 2007.
- *Svømmeænder* optælles i oktober. Tællingen omfatter pibeand, knarand, krikand, gråand, spidsand, skeand og taffeland og er national og sigter mod at overvåge de syv arter i fuglebeskyttelsesområder, hvor de indgår i de oprindelige udpegningsgrundlag, samt i en række reservater og i nogle naturgenoprettede områder. Disse fuglearter er alle følsomme over for kulde og forlader i stor udstrækning Danmark i tilfælde af længerevarende frostperioder. I 2009 blev arterne registreret på samme niveau som tidligere år, men det har af tekniske årsager ikke været muligt at præsentere data endnu. De faglige kriterier for, at arterne kan bibeholde gunstig bevaringsstatus som trækfugle, omfatter bl.a., at de ved optællingen i oktober forekommer i antal over de skønnede tærskelværdier, som er henholdsvis 45.000 pibeænder, 26.000 krikænder, 6.000 spidsænder og 500 skeænder i stabile eller stigende antal over rullende 12-årige perioder.
- *Pibesvane* optælles på de traditionelle rasteplasser i Jylland samt i enkelte andre områder, hvor arten ofte forekommer på træk om efteråret. De faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for pibesvane som trækfugl omfatter bl.a. at arten ved tællinger i november forekommer i antal over den skønnede tærskelværdi på 4.000 fugle. I 2009 blev der registreret knap 1300 individer.

11 Referencer

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

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

Bjerring, R., Johansson, L.S., Lauridsen, T.L., Søndergaard, M., Landkildehus, F., Sortkjær, L. & Windolf, J. 2010: Søer 2009. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. - Faglig rapport fra DMU nr. 803 <http://www.dmu.dk/Pub/FR803.pdf>.

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

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

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

By- og Landskabsstyrelsen 2010: Punktkilder 2009.

Cappelen, J. 2010: Danmarks klima 2009 med Tórshavn, Færøerne og Nuuk, Grønland. Teknisk rapport 10-01. Danmarks Meteorologiske Institut, 67 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>.

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

Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Christensen, J., Løfstrøm, P., Monies, C., Grundahl, L. & Geels, C. 2010: Atmosfærisk deposition 2009. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 75 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 801. <http://www.dmu.dk/Pub/FR801.pdf>.

Ellermann, T., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketznel, M. & Jensen, S.S. 2010a: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2009. National Environmental Research Institute, Aarhus University. 61 pp. – NERI Technical Report No. 799.

European Union Risk Assessment Report.

http://tcsweb3.jrc.it/home.php?CONTENU=/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/

Europaparlamentets og Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter. EFT L 206 af 22/07/1992 (Habitatdirektivet).

<http://www.eu-oplysningen.dk/dokumenter/retsakter/pop/392L0043/>

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

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

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

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

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

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

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. 2010: Landovervågningsoplande 2009. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 123 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 802. <http://www.dmu.dk/Pub/FR802.pdf>.

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

Jensen, J.P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L., Liboriussen, L., Landkildehus, F. & Sortkjær, L. 2004: Søer 2003. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 88 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 515. http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrapporter/rapporter/FR515.pdf

Juhler, R.K., Sortkjær, O., Gudmundsson, L. & Johnsen, A. 2010: Screeningsundersøgelse og afprøvning af prøvetagningsmetodik til undersøgelse af udsivning fra jordforurening til overfladevand. In press, udgives af Miljøstyrelsen.

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

Larsen, M.M., Hjorth, M. & Sortkjær, O. 2010: Screening for kloroalkaner i sediment. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 22 s. Faglig rapport fra DMU nr. 782.

MacDonald D.D., Ingersoll, C.G. & Berger, T.A. 2000: Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 39, 20-31.

Miljøministeriet 2007: Bekendtgørelse nr. 1449 af 11. december 2007 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg.

Miljøministeriet 2010: Bekendtgørelse nr. 1022 af 25. august 2010 om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet.

Miljøstyrelsen 2010: Bekæmpelsesmiddelstatistik 2009. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 8.

Mogensen, B.M., Bossi, R., Kjær, J., Juhler, R. & Boutrup, S. 2007: NO-VANA-screeningsundersøgelse af lægemidler og triclosan i punktkilder og det akvatiske miljø. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 74 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 638. <http://www2.dmu.dk/Pub/FR638.pdf>

OSPAR 2009: CEMP assessment report: 2008/2009. Assessment of trends and concentrations of selected hazardous substances in sediments and biota. – OSPAR publication number 390/2009. Monitoring and Assessment Series. 80 pp. http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00390_2009%20%20CEMP%20assessment%20report.pdf

Petersen, D.L.J. & Hjorth, M. (red.) 2010: Marine områder 2009. NOVA-NA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 127 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 800. <http://www.dmu.dk/Pub/FR800.pdf>.

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

Pihl, S., Clausen, P., Laurson, K., Madsen, J. & Bregnballe, T. (2003): Bevaringsstatus for fuglearter omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU, nr. 462. 130 s.

Regeringen 2009: Grøn Vækst. April 2009:6.

http://www.mim.dk/NR/rdonlyres/D5E4FC9A-B3AC-4C9A-B819-C42300F23CCA/0/GROENVAEKST_2904rapporten.pdf

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

Strand, J., Bossi, R., Dahllöf, I., Jensen, C.A., Simonsen, V., Tairova, Z. & Tomkiewicz, J. 2009: Dioxin og biologisk effektmonitoring i ålekvabbe i kystnære danske farvande. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 66 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 743. <http://www.dmu.dk/Pub/FR743.pdf>

Strand, J., Larsen, M.M., Reichenberg, F., Vorkamp, K., Lassen, P., Elmeros, M. & Dietz, R. 2010: Kviksvovforbindelser, HCB og HCCPD i det danske vandmiljø. 36 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 794

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

Søgaard, B., Pihl, S., Wind, P., Clausen, P., Andersen, P.N., Bregnballe, T., & Wiberg-Larsen, P. 2010: Arter 2009. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 118 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 804. <http://www.dmu.dk/Pub/FR805.pdf>

Thorling, L. (red.) 2010: Grundvand. Status og udvikling 1989-2009. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland – GEUS. www.geus.dk.

Wiberg-Larsen, P., Windolf, J., Baatrup-Petersen, A., Bøgestrand, J., Ovesen, N.B., Larsen, S.E., Thodsen, H., Sode, A., Kristensen, E. & Kjeldgaard, A. 2010: Vandløb 2009. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. - Faglig rapport fra DMU nr. 804. <http://www.dmu.dk/Pub/FR804.pdf>.

DMU Danmarks Miljøundersøgelser

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

Yderligere information: www.dmu.dk

Danmarks Miljøundersøgelser Frederiksborgvej 399 Postboks 358 4000 Roskilde Tlf.: 4630 1200 Fax: 4630 1114	Administration Afdeling for Arktisk Miljø Afdeling for Atmosfærisk Miljø Afdeling for Marin Økologi Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi Afdeling for Systemanalyse
---	--

Danmarks Miljøundersøgelser Vejlsovej 25 Postboks 314 8600 Silkeborg Tlf.: 8920 1400 Fax: 8920 1414	Afdeling for Ferskvandsøkologi Afdeling for Terrestrisk Økologi
--	--

Danmarks Miljøundersøgelser Grenåvej 14, Kalø 8410 Rønde Tlf.: 8920 1700 Fax: 8920 1514	Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet
---	--

Faglige rapporter fra DMU

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

Nr./No. 2010

- 789 Forekomst og regulering af fritlevende mink i Danmark i jagtsæsonen 2007/08.
Af Asferg, T. 28 s.
- 788 Forekomst af antikoagulante rodenticider i danske rovfugle, ugler og små rovpattedyr.
En basisundersøgelse.
Af Christensen, T.K., Elmeros, M. & Lassen, P. 84 s.
- 787 Effekter af øgede kvælstoftilførsler på miljøet i danske fjorde.
Af Markager, S., Carstensen, J., Krause-Jensen, D., Windolf, J. & Timmermann, K. 54 s.
- 786 Emissions from decentralised CHP plants 2007 – Energinet.dk Environmental project no. 07/1882.
Project report 5 – Emission factors and emission inventory for decentralised CHP production.
By Nielsen, M., Nielsen, O.-K. & Thomsen, M. 113 pp.
- 785 Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters.
2nd edition.
By Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K. & Mosbech, A. 42 pp.
- 784 Denmark's National Inventory Report 2010. Emission Inventories 1990-2008 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.
By Nielsen, O.-K., Lyck, E., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Gyldenkerne, S., Winther, M., Nielsen, M., Fauser, P., Thomsen, M., Plejdrup, M.S., Albrechtsen, R., Hjelgaard, K., Johannsen, V.K., Vesterdal, L., Rasmussen, E., Arfaoui, K. & Baunbæk, L. 1178 pp.
- 783 Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner.
Af Andersen, M.S. 33 s.
- 782 Screening for kloralkaner i sediment. Relevans for NOVANA.
Af Larsen, M.M., Hjorth, M. & Sortkjær, O. 22 s.
- 781 Emissionskortlægning for decentral kraftvarme 2007 – Energinet.dk miljøprojekt nr. 07/1882.
Delrapport 5 Emissionsfaktorer og emissionsopgørelse for decentral kraftvarme, 2006.
Af Nielsen, M., Nielsen, O.-K. & Thomsen, M. 105 s.
- 780 Heavy Metal Emissions for Danish Road Transport.
By Winther, M. & Slentø, E. 99 pp.
- 779 Brændefyrings bidrag til luftforurening. Nogle resultater fra projektet WOODUSE.
Af Olesen, H.R., Wählin, P. & Illerup, J.B. 71 s.
- 778 Ynglefugle i Tøndermarsken og Margrethe Kog 1975-2009. En analyse af udviklingen i fuglenes antal og fordeling med anbefalinger til forvaltningstiltag.
Af Clausen, P. & Kahlert, J. (red.) 206 s.
- 777 Air pollution from residential wood combustion in a Danish village.
Measuring campaign and analysis of results.
By Wählin, P., Olesen, H.R., Bossi, R. & Stubkjær, J. 49 pp.
- 776 Annual Danish Informative Inventory Report to UNECE.
Emission inventories from the base year of the protocols to year 2008.
By Nielsen, O.-K., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Nielsen, M., Gyldenkerne, S., Fauser, P., Plejdrup, M.S., Albrechtsen, R. & Hjelgaard, K. 565 pp.
- 775 Environmental monitoring at the former lead-zinc mine in Maarmorilik, Northwest Greenland, in 2009.
By Johansen, P., Asmund, G., Rigét, F., Johansen, K. & Schledermann, H. 32 pp.
- 774 Kvælstofbelastningen ved udvalgte terrestriske habitatområder i Sønderborg kommune.
Af Frohn, L. M., Skjøth, C. A., Becker, T., Geels, C. & Hertel, O. 30 s.
- 773 Geese, seabirds and mammals in North and Northeast Greenland.
Aerial surveys in summer 2009.
By Boertmann, D. & Nielsen, R.D. 66 pp.
- 772 Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, South Greenland, 2009.
By Glahder, C.M., Asmund, G. & Rigét, F. 32 pp.
- 771 OMLHighway within the framework of SELMAGIS. Final Report.
By Jensen, S.S., Becker, T., Ketzel, M., Løfstrøm, P., Olesen, H.R. & Lorentz, H. 26 pp.
- 770 Road pricing, luftforurening og eksternalitetsomkostninger.
Af Jensen, S.S., Ketzel, M. & Andersen, M.S. 48 s.

[Tom side]

VANDMILJØ OG NATUR 2009

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Denne rapport indeholder resultater fra 2009 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 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 af de statslige miljøcentre og Danmarks Miljøundersøgelser. Rapporten er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet efter aftale med By- og Landskabsstyrelsen, der har ansvaret for det nationale overvågningsprogram.

ISBN: 978-87-7073-204-8

ISSN: 1600-0048