



VANDMILJØ OG NATUR 2011

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 36

2012



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

[Tom side]

VANDMILJØ OG NATUR 2011

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 36

2012

Poul Nordemann Jensen¹

Susanne Boutrup¹

Jesper R. Fredshavn¹

Lars M. Svendsen¹

Gitte Blicher-Mathiesen²

Peter Wiberg-Larsen²

Rikke Bjerring²

Jens Würgler Hansen²

Knud Erik Nielsen²

Thomas Ellermann³

Lærke Thorling⁴

Anna Gade Holm⁵

¹Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

²Aarhus Universitet, Institut for Bioscience

³Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab

⁴De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

⁵Naturstyrelsen



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 36
Titel:	Vandmiljø og Natur 2011
Undertitel:	NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning
Forfattere:	Poul Nordemann Jensen ¹ , Susanne Boutrup ¹ , Jesper R. Fredshavn ¹ , Lars M. Svendsen ¹ , Gitte Blicher-Mathiesen ² , Peter Wiberg-Larsen ² , Rikke Bjerring ² , Jens Würgler Hansen ² , Knud Erik Nielsen ² , Thomas Ellermann ³ , Lærke Thorling ⁴ & Anna Gade Holm ⁵
Institutioner:	¹ Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, ² Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, ³ Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab, ⁴ De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, ⁵ Naturstyrelsen
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	November 2012
Redaktion afsluttet:	Oktober 2012
Faglig kommentering:	Fagdatacentrene for de enkelte emneområder
Finansiel støtte:	Miljøministeriet
Bedes citeret:	Jensen, P.N., Boutrup, S., Fredshavn, J.R., Svendsen, L.M., Blicher-Mathiesen, G., Wiberg-Larsen, P., Bjerring, R., Hansen, J.W., Nielsen, K.E., Ellermann, T., Thorling, L. & Holm, A.G. 2012. Vandmiljø og Natur 2011. NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 102 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 36 http://www.dmu.dk/Pub/SR36.pdf
Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse	
Sammenfatning:	Denne rapport indeholder resultater fra 2011 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 naturtyper. Grundlaget for rapporten er de årlige rapporter, som udarbejdes af fagdatacentrene for de enkelte emneområder. Disse rapporter er baseret på data indsamlet af Naturstyrelsens enheder og Aarhus Universitet. Rapporten er udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet efter aftale med Naturstyrelsen, der har ansvaret for det nationale overvågningsprogram.
Emneord:	Vandmiljøplanen, habitatdirektiv, miljøtilstand, grundvand, vandløb, søer, havet, habitatområder, naturtyper, atmosfærisk nedfald, spildevand, landbrug, kvælstof, fosfor, pesticider, tungmetaller, uorganiske sporstoffer, miljøfremmede stoffer.
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Henriette Bjerregaard, Naturstyrelsen Aarhus
ISBN:	978-87-92825-65-0
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	101
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://www.dmu.dk/Pub/SR36.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 2011	5
Resume	6
1 Indledning	10
1.1 Det nationale program for overvågning	10
1.2 Vejr og afstrømning i 2011	11
2 Kvælstof	15
2.1 Kvælstof som forureningskilde	15
2.2 Tilførsel af kvælstof fra luften i 2011	17
2.3 Kilder til tilførsel af kvælstof fra luften	19
2.4 Tilførsel af ammoniak fra luften til naturarealer	22
2.5 Kvælstof fra spildevand	23
2.6 Kvælstof i landbrug	24
2.7 Kvælstof i vand fra dyrkede arealer	26
2.8 Kvælstoftab fra dyrkede marker	27
3 Fosfor	29
3.1 Fosfor som forureningskilde	29
3.2 Fosfor fra spildevand	31
3.3 Fosfor i landbrug	32
3.4 Fosforkoncentrationer og udvaskede mængder	33
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	41
5.4 Deposition af miljøfremmede stoffer fra luften	42
5.5 Udledning af miljøfremmede stoffer fra punktkilder	44
6 Grundvand	46
6.1 Grundvand	46
6.2 Status for nitrattindhold i grundvand	48
6.3 Udvikling i nitrattindhold i grundvand	49
6.4 Fosfor i grundvand	51
6.5 Uorganiske sporstoffer i grundvand	52
6.6 Pesticider i grundvand	53
6.7 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

8	Søer	65
8.1	Søerne	65
8.2	Fosfor i søer – status og udvikling	66
8.3	Kvælstof i søer – status og udvikling	67
8.4	Klorofyl og sigtdybde	68
8.5	Undervandsplanter	70
8.6	Fisk	70
9	Marine områder	71
9.1	De marine områder	71
9.2	Kvælstof og fosfor i marine områder	72
9.3	Planteplankton	74
9.4	liltforhold i de marine områder	75
9.5	Bundplanter	78
9.6	Bundfauna	80
9.7	Tungmetaller og miljøfremmede stoffer i marine områder	81
9.8	Biologiske effekter af miljøfremmede stoffer	84
10	Naturtyper	87
10.1	Habitatnaturtypernes areal, tilstand og udvikling	87
10.2	Samlet vurdering af habitatnaturtyperne	96
11	Referencer	98

Vandmiljø og Natur 2011

Tilstand og udvikling - sammenfatning af undersøgelsesresultater 2011

Rapporten indeholder en sammenfatning af resultater fra 2011 af Det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen (NOVANA).

Formålet med sammenfatningen er først og fremmest at orientere Folketingets Miljøudvalg 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 2011 omfattede overvågning af tilstand og udvikling i vandmiljøet, luften, den terrestriske natur og en række arter.

Rapporten omfatter ikke resultaterne af overvågningen af arter i 2011. Disse data vil senere på året blive behandlet i en samlet rapportering for 2004-2011.

Rapporten er udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet i samarbejde med Naturstyrelsen og GEUS og på baggrund af nedenstående rapporter fra fagdatacentrene. Rapporten er udarbejdet efter aftale med Naturstyrelsen, der har ansvaret for det nationale overvågningsprogram.

Atmosfærisk deposition 2011	<i>Ellermann et al., 2012a</i>
Punktkilder 2011	<i>Naturstyrelsen, 2012</i>
Landovervågningsoplande 2011	<i>Bilcher-Mathiesen et al., 2012</i>
Grundvand 2011	<i>Thorling et al., 2012</i>
Vandløb 2011	<i>Wiberg-Larsen et al., 2012</i>
Søer 2011	<i>Bjerring et al., 2012</i>
Marine områder 2011	<i>Hansen (red.), 2012</i>
Terrestriske habitatnaturtyper 2011	<i>Nielsen et al., 2012</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. 2012b). Som supplement til rapporten Terrestriske habitatnaturtyper er der udarbejdet en rapport om naturtilstanden i habitatområderne (Fredshavn 2012).

Fagdatacentrenes rapporter er baseret på data indsamlet af Naturstyrelsens enheder. Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet har varetaget indsamling af data vedrørende atmosfæren og Institut for Bioscience, Aarhus Universitet data vedrørende 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 eksempelvis vandmiljøplanerne.

Generelle udviklingstendenser for kvælstof og fosfor i overfladevand

Generelt er der sket en betydelig reduktion i tilførslen af kvælstof og fosfor til vandløb, søer og havet siden 1989.

Når der tages højde for klimatiske forhold, er der generelt set ikke sket større ændringer i tilførslen af kvælstof fra punktkilder og landbrug til vandmiljøet efter ca. 2003. Der har dog været en tendens til en svagt faldende udledning af kvælstof de senere år. Det gennemsnitlige indhold af kvælstof i det vand, der løber til havet, har i 2010 og 2011 været det laveste siden 1990.

Kvælstofkoncentrationen var i 2011 ret lave i de vandløb, der afvander landbrugsoplande og oplande med punktkilder. Det er uvist, om der er tale om en vedvarende tendens, idet der også i andre år er set særlige udsving både i op- og nedadgående retning.

Variationer i nedbør betyder væsentlige år-til-år-svingninger i udledningen fra både punktkilder og landbrug. Eftersom vandafstrømningen i 2011 var en smule højere end i 2010, var udledningerne af kvælstof og fosfor til havet i 2011 tilsvarende højere.

Landbrugets overskud af fosfor er for 3. år i træk negativ eller tæt på nul. Det betyder, at der på landsplan fjernes mere fosfor fra markerne end der udbringes. Der er dog store forskelle mellem ejendomme, som anvender husdyrgødning, og ejendomme, der udelukkende anvender kunstgødning.

Særlige forhold i 2011

I det følgende omtales en række forhold, hvor der er set en særlig udvikling over perioden 1989-2011 eller hvor året 2011 har været specielt.

Klima 2011

Vejrmæssigt var 2011 karakteristisk ved at være et varmt år. Siden 1873 har der kun været otte år, der var varmere. Middeltemperaturen var 1,3 °C højere end normalen på 7,7 °C. 2011 var desuden karakteriseret ved en nedbørsrig sommer med en del skybrud i juli og august. Andre dele af året var meget nedbørsfattige, november var den hidtil tørreste november måned, der er registreret. Ferskvandsafstrømningen var i 2011 9 % over normalen for perioden 1990-2010.

Grundvand

Indsatsen efter vedtagelsen af Vandmiljøplan I i 1987 for at mindske nitratudvaskningen fra dyrkede arealer kan ses i det yngste iltede grundvand. Ef-

fekten afspejler sig ved, at nitrattindholdet i det yngste, iltede grundvand er faldende. I ældre grundvand, som er mere end 25 år gammelt, er der fortsat størst hyppighed af boringer med stigende nitrattindhold. Faldet i nitrattindholdet har været større i sandområder end i lerområder.

Der blev i 2011 fundet et eller flere pesticider i knap 40 % af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen, grænseværdien for pesticider i grundvand var overskredet i 11 % af de undersøgte indtag. Blandt de undersøgte pesticider og nedbrydningsprodukter er både godkendte, regulerede og forbudte pesticider. De regulerede pesticider er godkendte, men deres anvendelse er reguleret efter den oprindelige godkendelse for at nedsætte risikoen for nedsivning til grundvandet. I 2011 blev der i 34 % af de undersøgte indtag fundet forbudte pesticider og nedbrydningsprodukter, mens der blev fundet regulerede og godkendte pesticider og nedbrydningsprodukter i henholdsvis 6 og 1 % af de undersøgte indtag. Ved vandværkernes boringskontrol blev der i 2011 fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i koncentrationer over grænseværdien i 4 % af de undersøgte indtag. Ved både grundvandsovervågningen og vandværkernes boringskontrol blev pesticider og nedbrydningsprodukter fundet med størst hyppighed i de øvre grundvandsmagasiner.

Spildevand

Spildevandets indhold af næringsstoffer, kvælstof, fosfor og organisk stof var i 2011 på samme lave niveau som de seneste 5-10 år. Metaller og miljøfremmede stoffer blev i 2011 målt i koncentrationer, der ikke giver indikation på, at udledningerne har givet anledning til overskridelse af miljøkvalitetskravene i de vandområder, der er udledt til. Undtaget herfra er zink og kobber, hvor det ikke kan afvises, at der er forekommet overskridelser. Blandt de organiske miljøfremmede stoffer blev enkelte perfluorerede forbindelser fundet i de højeste koncentrationer. De perfluorerede forbindelser og enkelte lægemidler var blandt de hyppigst fundne stoffer i spildevandet i 2011.

Vandløb og søer

En fornyet gennemgang af datagrundlaget for bundfauna i vandløb har vist, at udviklingen fra begyndelsen af 1990'erne har været endnu mere markant end tidligere antaget, idet andelen af vandløb med de bedste faunaklasser 5, 6 og 7 er steget fra ca. 20 % til i dag ca. 55 %. Det skal understreges, at det kun er fordelingen mellem faunaklasserne i de første år, der er ændret.

En sammenstilling af data for vandløbenes indhold af organisk stof (BI₅) indikerer en sammenhæng mellem reduktion i indholdet af BI₅ og forbedringen i faunaklassen, men det har ikke været muligt at adskille effekten af forbedret spildevandsrensning (fald i BI₅) og en effekt af forbedrede fysiske forhold som følge af ændret vandløbsvedligeholdelse.

I søerne har der ikke været betydelige ændringer i de centrale parametre i 2011.

Det betyder, at de forbedringer, der gennem NOVANA-perioden er påvist i de intensivt overvågede søer, stadig kan konstateres, herunder

- Markant lavere koncentrationer af kvælstof (2011 viste de lavest målte kvælstofkoncentrationer) og fosfor

- Øget sigtdybde
- Planterne forekommer på dybere vand end i begyndelsen af 1990'erne
- Lavere indhold af alger målt som klorofyl *a*.

Marine områder

Udbredelsen af iltsvind var i 2011 på linje med året før og væsentligt under de forudgående år. Meget tyder på, at det samme er tilfældet i 2012.

Den meget store fremgang i 2010, der var i antallet af bunddyr, har ikke kunnet holde sig ind i 2011, hvor antallet af bundlevende dyr igen er faldet til niveauet forud for 2010.

En nærmere analyse af ålegræssets udbredelse og udvikling i 20 konkrete kystområder og fjorde viser store forskelle områderne imellem. I langt de fleste områder er der i perioden 1989-2011 enten ikke konstateret en udvikling, eller ålegræsset er rykket ind på lavere vand. Kun i 10 % af de 20 områder vokser ålegræsset nu på større dybder end omkring 1990. Der er dog også områder, f. eks. Limfjorden, hvor ålegræsset er i fremgang, men endnu ikke har nået udbredelsen omkring 1990.

Luft

Overvågningen af luften i perioden 1990-2011 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 1990-2011. Samlet set er den mængde kvælstof, som tilføres fra luften til natur- og vandområder inkl. havområder, faldet med ca. 30 %. Faldet har baggrund i en reduktion af såvel udenlandske som danske kilder.

Den relative betydning af danske kilder varierer over landet afhængig af husdyrproduktionen, meteorologiske forhold og afstand til udenlandske kilder, således at danske kilder har størst betydning (38-40 %) i Nord- og Midtjylland, og mindst i Hovedstadsområdet (ca. 22 %). Den store betydning af danske kilder gælder for tilførslen til landområder, hvorimod de danske kilder betyder mindre for tilførslen til de åbne farvande (i gennemsnit ca. 12 %) – dog med stigende betydning jo tættere man kommer på kysten.

Fosfor tilført fra luften er en meget lille kilde til den samlede fosfortilførsel og spiller generelt ingen eller en ubetydelig rolle.

Naturtyper

Kortlægningen i 2010-11 har givet anledning til væsentlige ændringer i areal- og udbredelsesestimaterne. Ændringerne er ikke udtryk for en reel arealmæssig tilbagegang eller fremgang for habitatnaturtyperne, men udtryk for et ændret datagrundlag for arealberegningerne. Det samlede kortlagte areal er forøget og for nogle af de tidligere kortlagte naturtyper hænger ændringerne sammen med en forbedret forståelse af habitatnaturtypernes variationsbredde og definition. Et eksempel herpå er våd hede, hvilket har medført at arealet med våd hede er tre gange større end afrapporteret til EU i 2007.

16 habitatnaturtyper er første gang kortlagt i 2010-11, hvor det første databaserede bud på deres arealmæssige udbredelse i Danmark er dokumente-

ret. Det har for nogle habitatnaturtyper ført til væsentlige ændringer i arealet, fx strandvolde med en- og flerårige planter.

Udviklingen på de intensive overvågningsstationer i perioden 2004-2009 viser signifikante ændringer for indikatorer, der signalerer eutrofiering af plantesamfundene og ændrede artssammensætninger. Den samme tendens kan aflæses af tilstandsvurderingen af lysåbne habitatnaturtyper inden for habitatområderne. Trods arealændringerne er naturtypernes fordeling i tilstandsklasserne relativt uændret. Generelt er der en lille tilbagegang i artsindeks og et stabilt eller stigende strukturindeks. De uændrede strukturindeks er ikke overraskende i betragtning af, at forvaltningsindsatsen i den kommende Natura-2000 planlægning endnu ikke er startet, og faldende artsindeks stemmer godt overens med, at arealerne fortsat er udsat for en negativ artsudvikling pga. ophørt afgræsning, øget eutrofiering og fortsat dræning og grøftning af arealerne.

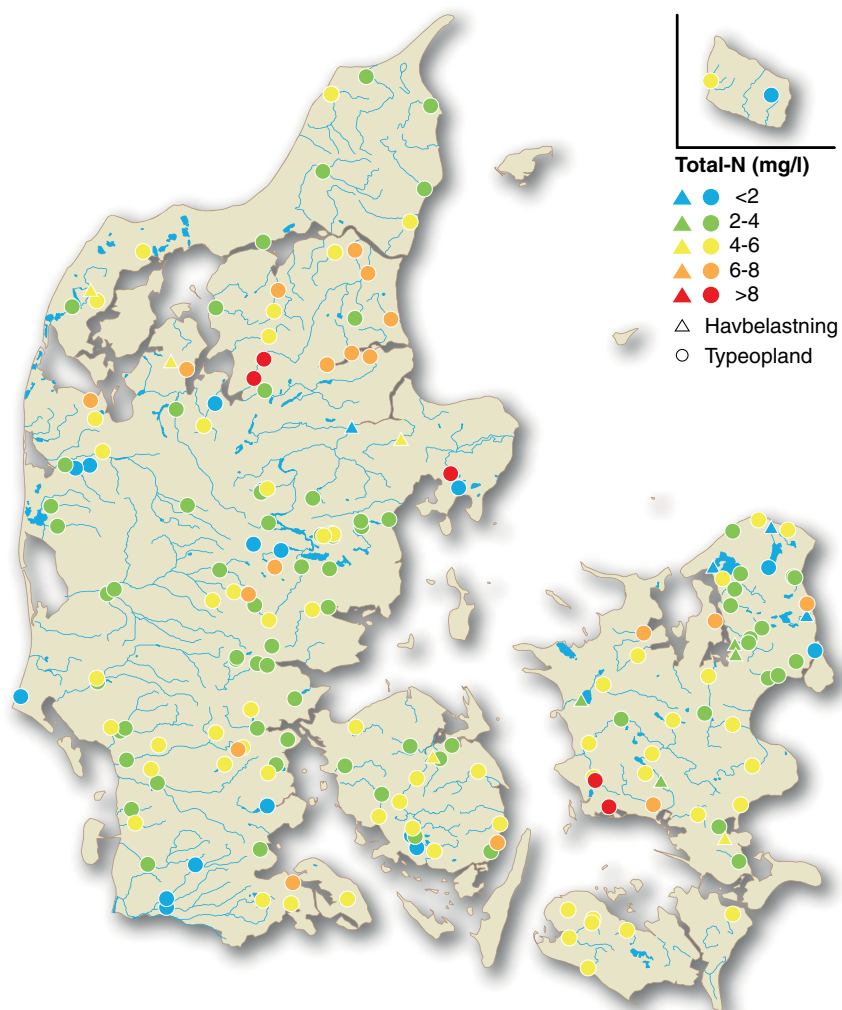
1 Indledning

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). Programmet blev revideret i 2010, og det reviderede program trådte i kraft 1. januar 2011 (Naturstyrelsen 2011a).

Danmark har siden 1988 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.

Figur 1.1. Som eksempel stationer for overvågning af kvælstof i vandløb i NOVANA i 2011 (Wi-berg-Larsen et al. 2012).



NOVANA er et integreret overvågningsprogram for vandmiljøet, luften og den terrestriske natur og udgør en samlet, systematisk overvågning af både akvatisk og terrestrisk natur og miljø. NOVANA er tilrettelagt med henblik på at beskrive den generelle tilstand og udvikling i miljøet samt tilstanden i vandområder, som er i risiko for ikke at opfylde miljømålene i 2015. Nærværende rapport omfatter den del af overvågningen, som beskriver den generelle tilstand og udvikling.

Danmark kan med NOVANA opfylde væsentlige dele af sine internationale overvågnings- og rapporteringsforpligtelser og nationale overvågningsbehov på vandmiljø- og naturområderne.

Overvågningsstationerne er fordelt over hele landet. Figur 1.1 viser eksempelvis placeringen af stationer i vandløb, hvor indholdet af kvælstof måles.

1.2 Vejr og afstrømning i 2011

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 gennemsnitlige 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. Endvidere vil der ved længere frostperioder kombineret med sne blive deponeret større eller mindre mængder nedbør, som først afstrømmer, når det igen bliver tøvejr.

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

1.2.1 Vejret i 2011

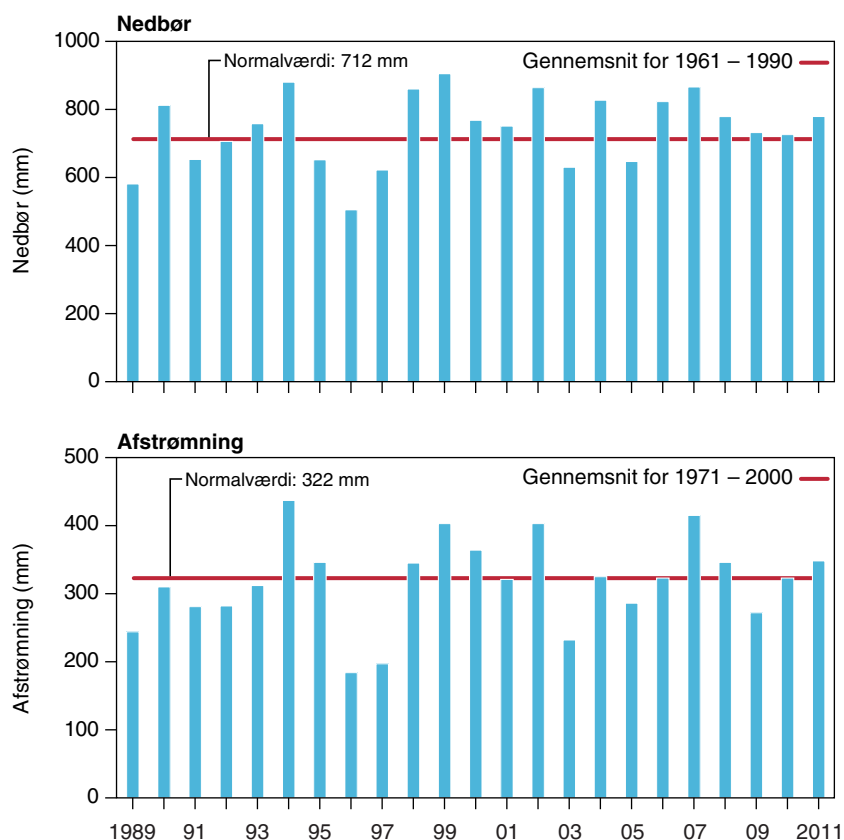
Klimadata stammer fra *Cappelen (2012)*. Året 2011 havde en middeltemperatur på 9,0 °C og dermed 1,3 °C over normalen på 7,7 °C (1961-1990), hvilket er det niende varmeste år siden DMI startede målingerne i 1874. April var rekord varm, 9,9 °C eller 4,2 °C over normalen. Der var både et beskedent nedbørsoverskud og overskud af solskinstimer.

Der faldt 779 mm nedbør i 2011 svarende til 67 mm eller 9 % over normalen for 1961-90 på 712 mm (figur 1.2). Juli og august var meget nedbørsrige med en del skybrud, herunder et voldsomt over København 2. juli 2011. Specielt juli, august og december var meget nedbørsrige med henholdsvis 71 %, 97 % og 50 % over normalen i perioden 1961-1990. Sommeren var med 321 mm (normal 188 mm) den næst vådeste sommer, der har været registreret siden målingerne startede. Endvidere var september ret nedbørsrig (26 % over normalen). Især april og november var meget tørre med henholdsvis 61 % og 77 % under normalen, og november den næst tørreste registreret, mens også januar, marts og oktober havde noget mindre nedbør, 20 -33 % mindre end normalt. Vinteren 2010/11 (december til og med marts) var med 157

mm ret nedbørsfattig, 24 % under normalen (207 mm). For perioden 1989-2010 har årsnedbøren været 31 mm over normalen svarende til godt 4 % over normalen, hvilket i høj grad skyldes mere vinternedbør på 231 mm eller 12 % over normalen. Siden 1870'erne er årsnedbøren steget med ca. 100 mm eller ca. 16 %.

Med 9,0 °C som årsmiddeltemperatur for 2011 fik vi det niende-varmeste år, der er registret, og siden overvågningsprogrammets start i 1989 har kun 3 år haft en middeltemperatur under normalen (1991-90). I perioden 1989-2010 har årsmiddeltemperaturen været 8,6 °C og dermed 0,9 °C over normalen. Der var i alt 11 måneder med temperaturer over normalen, kun februar var under normalen og kun med 0,1 °C. April blev rekordvarm med 9,9 °C (4,2 °C over normalen) og december den ottende-varmeste med 4,2 °C eller 2,6 °C over normalen. Endvidere var november en del over normalen (2,0 °C), mens de øvrige måneder lå mellem 0,3-1,4 °C over normalen. Vinteren 2010/11 var ret kold med en middeltemperatur på -0,6 °C mod normalt 0,9 °C, hvilket skyldes december 2010, der med -3,9 °C var den næst koldest registrerede (5,5 °C under normalen). I perioden 1989-2010 har middelvintertemperaturen været på 2,4 °C. Det er perioden januar-april samt juli-august, som primært har bidraget til den højere temperatur, men alle måneder på nær juni har i gennemsnit været varmere i perioden 1989-2010 sammenlignet med normalen, mens der i juni var uændret middeltemperatur.

Figur 1.2. Årsmiddelværdier for nedbør og afstrømning i Danmark. Desuden er langtidsnormalen vist (efter Cappelen 2012 (nedbør) og Wiberg-Larsen et al. 2012 (afstrømning)).

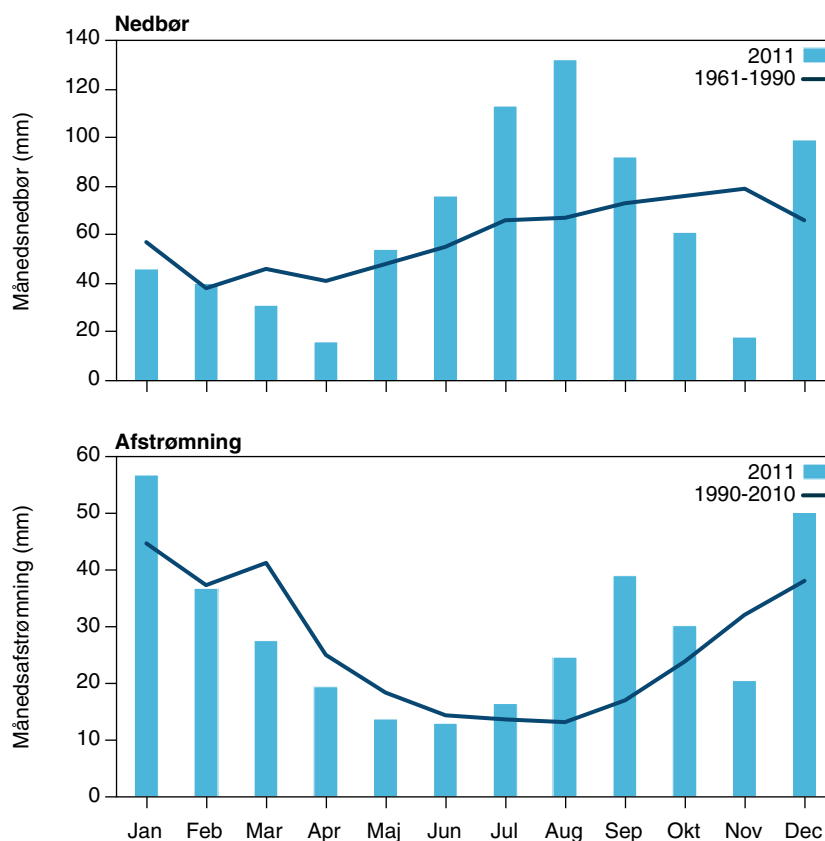


Der var i 2011 1683 soltimer eller 13 % over normalen på 1495 timer. Otte måneder havde mere solskin end normalt. April var den fjerde-solrigeste (56 % over normalen), oktober den sjette (49 % over normalen) og januar den syvende-solrigeste (67 % over normalen), der har været registreret. August var til gengæld den ottende-solfattigste (19 % under normalen) og også februar, juli og november havde færre solskintimer end normalt, henholdsvis 25 %, 13 % og 31 % under normalen.

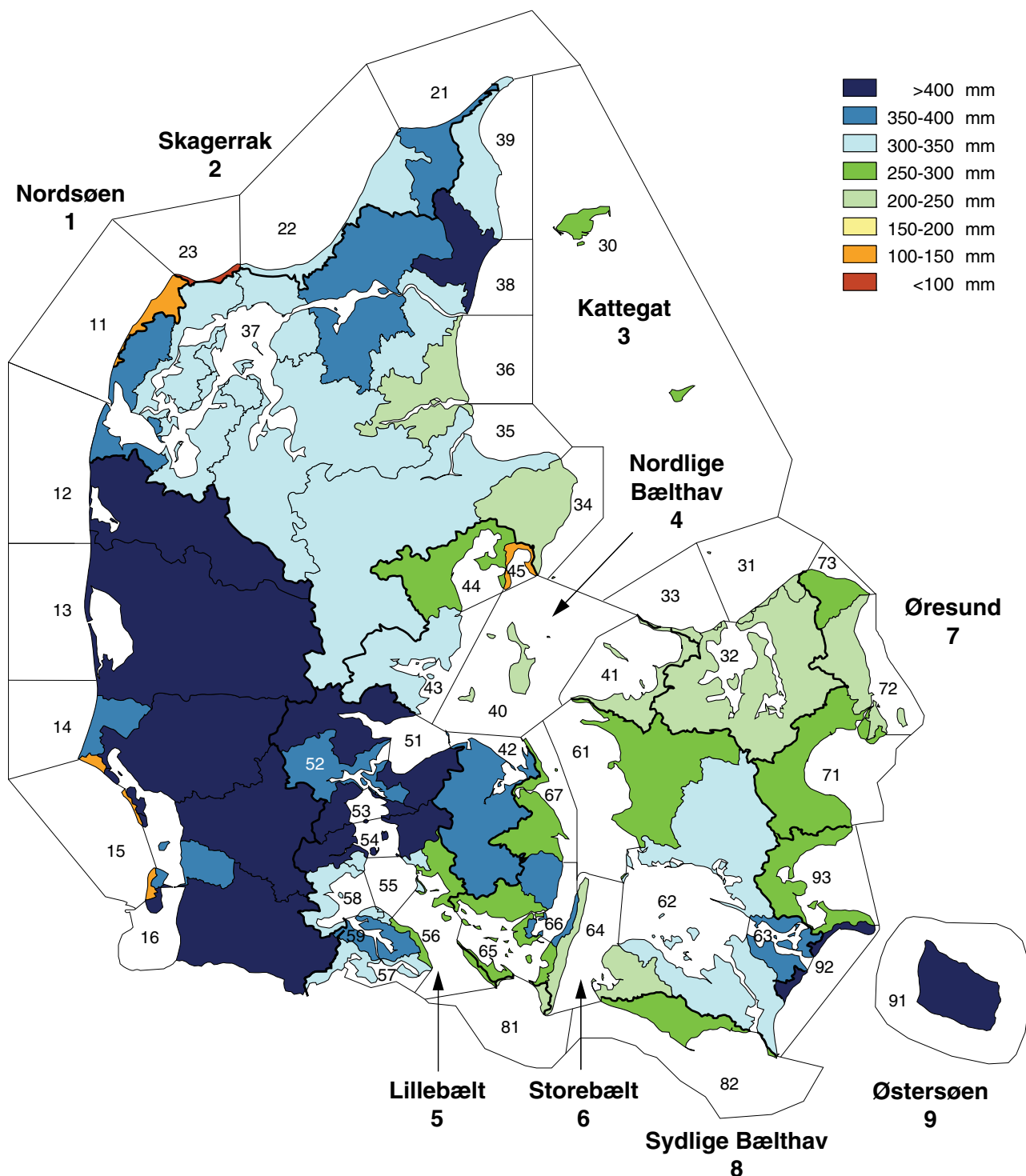
1.2.2 Afstrømning

Ferskvandsafstrømningen til de danske farvande er for 2011 opgjort til ca. 15.000 mio. m³ eller 348 mm vand fra hele landets areal. Det svarer til 9 % over normalen på 320 mm for 1990-2010 (figur 1.2). Afstrømningen for 1990 og frem er beregnet med en ny opgørelsesmetode og derfor anvendes denne som reference periode (se kap. 2 i Wiberg-Larsen et al. 2012). Den nye metode medfører, at den samlede afstrømning fra Danmark opgøres til at være mellem 1 og 7 % og i gennemsnit knapt 5 % lavere end tidligere opgørelser. Afstrømningen var noget under normalen især i marts (33 %), april (22 %), maj (26 %) og november (36 %) og i juni (10 %) lidt under normalen (figur 1.3). Afstrømningen var langt over normalen i august (86 %) og september (71 %) og i januar (27 %), juli (20 %), oktober (26 %) og december (32 %) noget over normalen. I de tre mest afstrømningsrige måneder (januar, september og december) skete 42 % af årets afstrømning, mens 30 % af årets nedbør faldt i de tilsvarende måneder. Den høje afstrømning i januar skete efter at det fra slutningen af november og i hele december 2010 var koldt og ret sne rigt og med lav afstrømning. I januar 2011 var der perioder med tøj, så sne akkumuleret hen over årsskiftet smeltede og bidrog til afstrømningen i januar. Endvidere var efteråret 2010 nedbørsrigt og noget af den nedbør afstrømmede først i starten 2011. Der ses også en forsinkelse, før den nedbørsrige sommer (juni og især juli og august) ses som højere afstrømning i løbet af august og i efteråret.

Figur 1.3. Månedsmiddelværdier for nedbør og ferskvandsafstrømning i 2011 sammenlignet med tilhørende normalværdier (efter Cappelen 2012 og Wiberg-Larsen et al. 2012). Figuren opdateres med 2011-data. Normalen for afstrømning ændres til 1990-2010.



Ferskvandsafstrømningen og nedbøren udviser som normalt en stor geografisk variation (figur 1.4). Ferskvandsafstrømningen er størst fra oplandene til Nordsøen (300-450 mm), Lillebælt (320-440 mm) og Østersøen (300-450 mm) og lavest til dele af Nordlig Bælthav og Storebælt (225-250 mm). For de resterende farvandsområder var ferskvandsafstrømningen typisk mellem 300-400 mm. Afstrømningen har generelt været lidt over normalen for de fleste farvandsområder. Der er enkelte små farvandsområder (f.eks. 23 og 45) med meget lav afstrømning, som delvist kan tilskrives modelusikkerhed på opgørelserne.



Figur 1.4. Ferskvandsafstrømningen (i mm) til marine kystafsnit i 2011 (Wiberg-Larsen et al. 2012).

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 blev der i 2004 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.

Indsatsbehovet er i Grøn Vækst opgjort til 19.000 ton kvælstof som reduceret udledning til havet. Indsatsbehovet er fastsat i den nederste del af det beregnede interval for at eliminere usikkerheder. I de aktuelle forslag til vandplaner er der fastlagt en konkret kvælstofindsats på ca. 9.000 ton (målt som tilledning til havet) frem mod 2015 fordelt på generelle og målrettede virkemidler. Vurdering af virkemidler til at gennemføre kvælstofreduktionen på yderligere 10.000 ton kvælstof vil indgå som et element i den siddende natur- og landbrugskommission med henblik på at tilvejebringe grundlag for valg af virkemidler og tidshorisont for gennemførelsen af 10.000 ton reduktionen.

2.1.2 Opfyldelse af målsætningerne

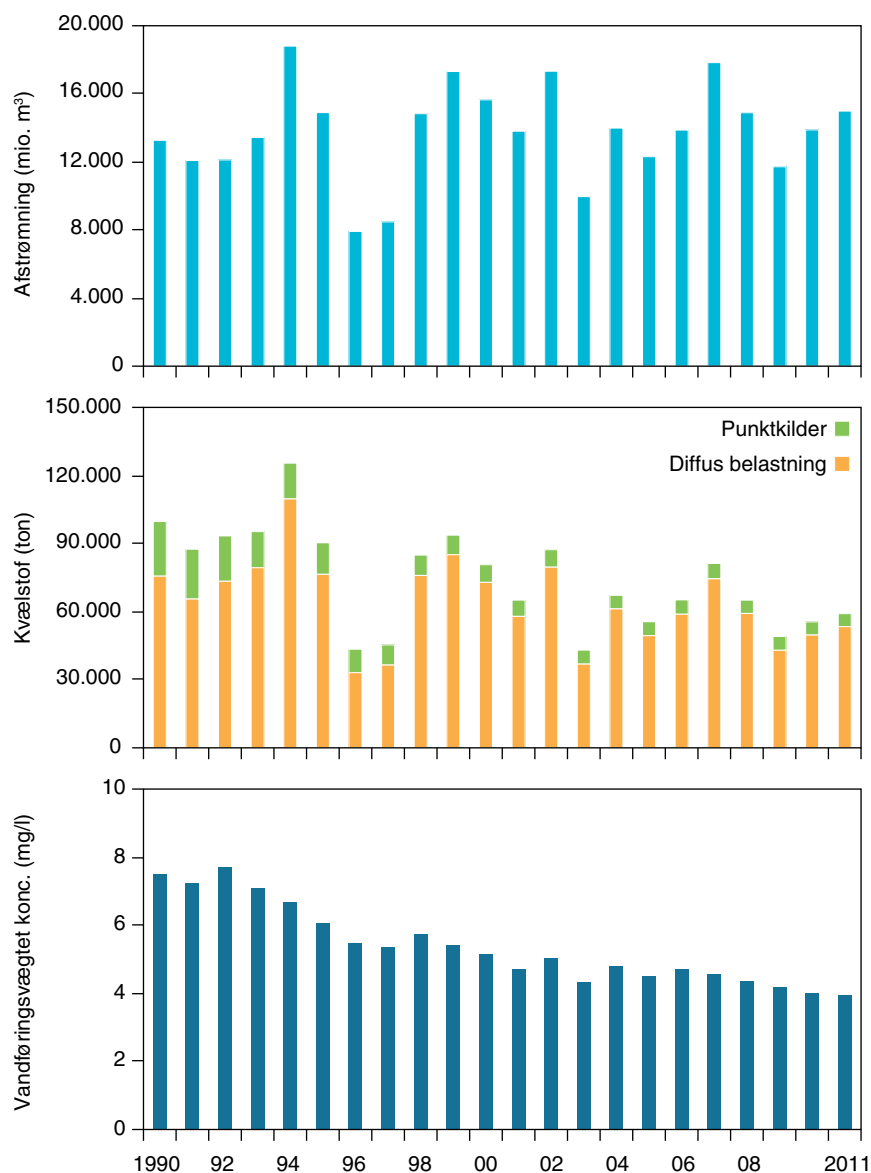
Konklusionen ved evalueringen af Vandmiljøplan II var, at landbrugets udledninger af kvælstof opfyldte målet for reduktion i udvaskningen. Ved midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan III i 2008 var det i forhold til målet om yderligere 13 % reduktion i forhold til 2003 imidlertid ikke muligt at påvise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

I 2011 er der endnu ingen af de virkemidler, som indgår i de aktuelle vandplanforslag, som har haft en effekt, da virkemidlerne generelt endnu ikke var implementere

2.1.3 Udvikling i kvælstoftilførsel fra land

I 2011 blev der i alt tilført godt 59.000 ton N til havområderne omkring Danmark. Det er lidt højere end i 2010 som følge af en lidt højere vandafstrømning, se figur 2.1, øverst.

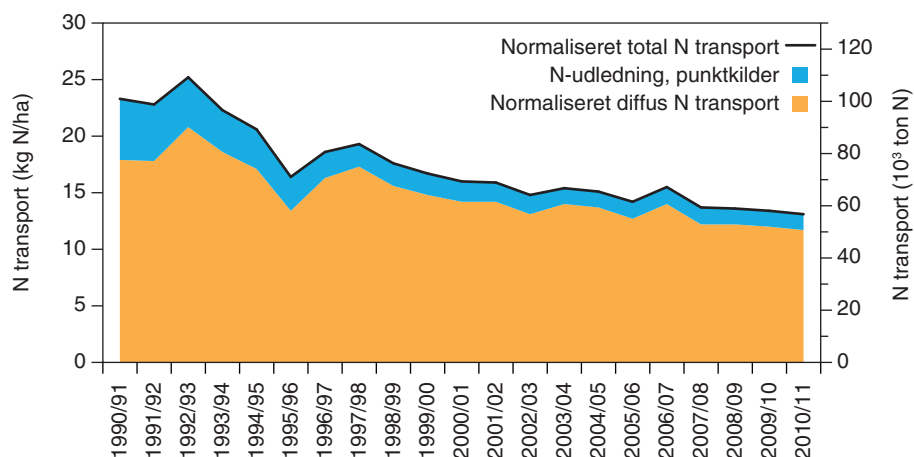
Figur 2.1. Udvikling i ferskvands-afstrømning (øverst), kvælstoftilførsel (midterst) og vandføringsvægtet kvælstofkoncentration i det afstrømmende vand til havet omkring Danmark (nederst) 1990-2011. Kvælstoftilførslen er fordelt på diffuse kilder (inkl. spildevand fra spredt bebyggelse) og spildevand fra punktkilder (Wiberg-Larsen et al. 2012).



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 2010 og 2011 at være omkring 4 mg/l – de lavest målte i overvågningsperioden.

I figur 2.2 er vist den samlede udledning i ton N til havet gennem årene, hvor der i lighed med koncentrationen i figur 2.1 er taget højde for forskelle i vandafstrømningen. Der er i perioden 1990-2011 sket en reduktion i tilførslen af kvælstof til havet fra over 100.000 ton N i starten af perioden til 56-59.000 ton N/år de senere år.

Figur 2.2. Udviklingen i den samlede normaliserede (vandføringsvægtede) udledning af kvælstof til havet (Wiberg-Larsen et al. 2012).



Niveauet for den diffuse tilførsel jf. figur 2.2 (dvs. langt overvejende landbrugsbidraget) er faldet fra 55-61.000 ton kvælstof i årene 2001/02-2006/07 til 50-53.000 ton kvælstof i årene 2006/07-2010/11.

En statistisk analyse af udviklingen i kvælstofkoncentrationen viser, at der er sket et signifikant fald siden 1990. Det samlede fald er estimeret til ca. 50 %. For de diffuse udledninger er der beregnet et fald på ca. 40 %.

Spildevandsudledninger (punktkilder i figur 2.2) udgør nu kun ca. 10 % af de samlede kvælstoftilførsler til havet.

2.2 Tilførsel af kvælstof fra luften i 2011

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 fordampling af ammoniak fra landbrug og udslip af kvælstofoxider fra 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 for kvælstofdepositionen.

2.2.1 Målte kvælstofdepositioner i 2011

Ved de danske hovedstationer blev der i 2011 målt en årlig deposition af kvælstof på 9-11 kg N/ha til landområder (figur 2.3). På baggrund af målinger er depositionen på farvandsområder ved Anholt beregnet til 9 kg N/ha.

Der er kun små forskelle i depositionsstørrelsen mellem stationerne. Depositionen til land- og vandområderne ved målestationerne var i 2011 i gennemsnit stort set uforandret i forhold til 2010.



Figur 2.3. Kvælstofdeposition (kgN/ha) og nedbørsmængde (mm) ved målestationerne i 2011. Figuren angiver deposition til den gennemsnitlige landoverflade omkring målestationerne. Nedbørsmængden er angivet i mm og depositionen i kgN/ha (Ellermann et al. 2012a).

2.2.2 Modelberegnete kvælstofdepositioner på hav for 2011

Den samlede deposition af kvælstof til de danske farvande er modelberegnet til 79.000 ton N i 2011 (tabel 2.1). Det svarer til en gennemsnitlig deposition på ca. 7,5 kg N/ha og er 6 % lavere i forhold til 2009. Forskellene mellem årene 2009-11 skyldes hovedsagelig ændrede meteorologiske forhold.

Tabel 2.1. Kvælstofdepositioner fra atmosfæren til farvande og landområder i 2011 (tal fra Ellermann et al. 2012a).

	Tørdeposition (ton N)	Våddeposition (ton N)	Total deposition (ton N)	Deposition (kg N/ha)	Areal (km ²)
Farvandsområder	17.000	63.000	79.000	7,5	105.000
Landområder	31.000	29.000	60.000	14	43.000

Den modelberegnete deposition varierer med en faktor to mellem de forskellige områder (figur 2.4). Størst deposition ses i de kystnære områder og fjorde, hvor afstanden til landbrugskilderne er lille. Den højeste deposition i 2011 på 13 kg N/ha er således beregnet for de kystnære områder omkring Als, mens den laveste deposition på 6 kg N/ha er beregnet for f. eks. Skagerrak 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.

2.2.3 Modelberegnete depositioner på land

Den samlede deposition af kvælstof til de danske landområder blev i 2011 modelberegnet til ca. 60.000 ton N (tabel 2.1). Dette er ca. 10 % højere end i 2010 grundet ændrede meteorologiske forhold.

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

Den modelberegnete deposition varierer mellem 7 kg N/ha og 19 kg N/ha (figur 2.4). 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 felter 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 modelberegnet deposition ses i Nordsjælland og på nogle af de små øer.

2.2.4 Samlet deposition

I tabel 2.1 er angivet tal for den samlede deposition på de danske farvande og de danske landarealer.

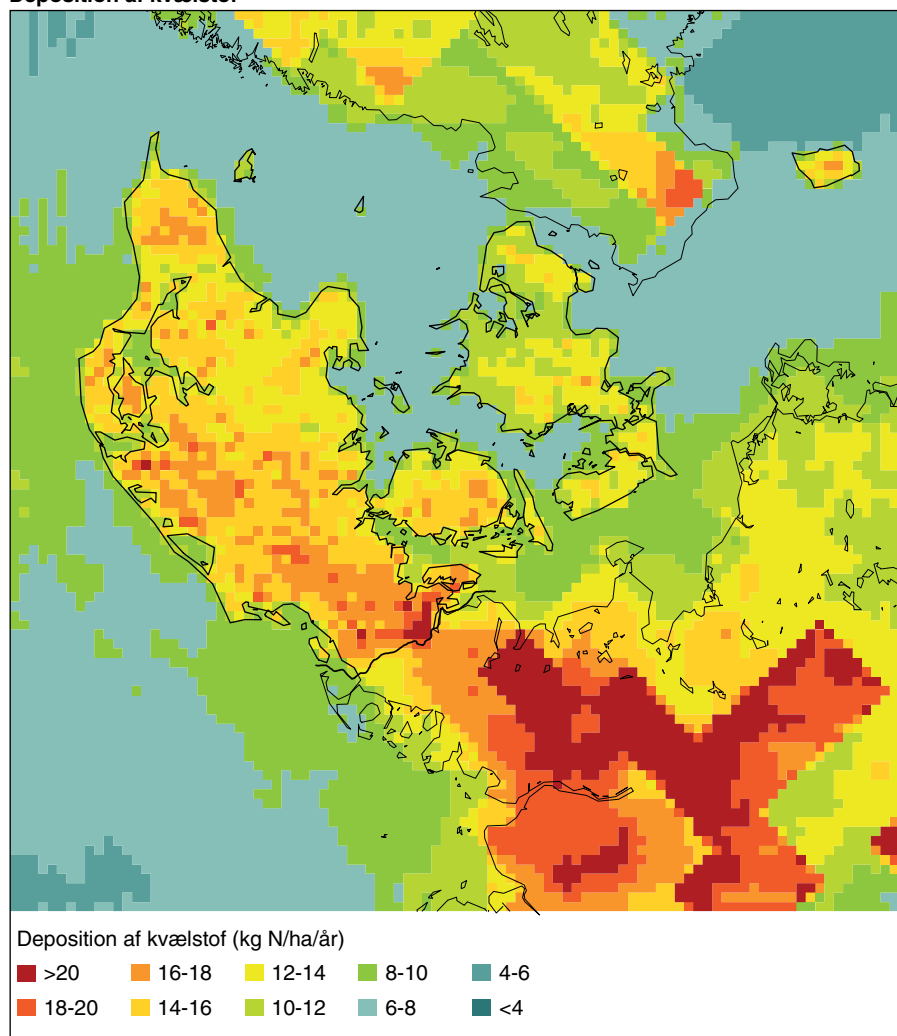
Tabellen viser, at tørdepositionen pr. km² var større på landarealer end på havet. Det skyldes bl.a., at ammoniakkoncentrationen er højere over land end over vand pga. den kortere afstand til kilderne, og at tør-afsætning af kvælstof ved en given koncentration er større på et bevokset landareal end på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

2.3 Kilder til tilførsel af kvælstof fra luften

Kvælstofdepositionen i Danmark stammer fra en lang række danske og udenlandske kilder. For at kunne vurdere effekten af danske og internationale handlingsplaner, som har som formål at reducere emissionerne, er det nødvendigt at kvantificere størrelsen af de forskellige kilder samt vurdere hvor store bidrag, der stammer fra henholdsvis danske og udenlandske kilder.

Figur 2.4. Den samlede deposition af kvælstofforbindelser beregnet for 2011. Depositionen angiver en middelværdi for felterne. Depositionen er givet i kg N/ha (Ellermann et al. 2012a).

Deposition af kvælstof



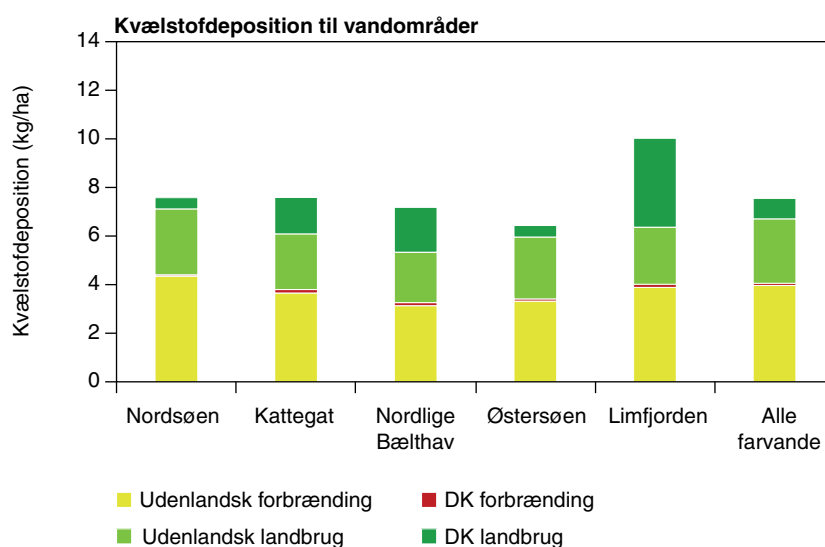
2.3.1 Kvælstofkilder

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

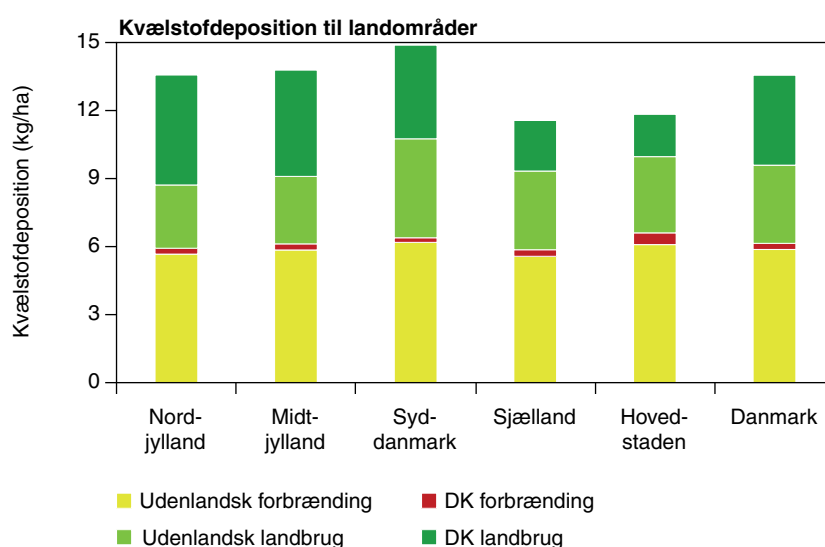
Langt hovedparten af depositionen til de danske farvandsområder stammer fra udenlandske kilder. Den danske andel af depositionen til de åbne danske farvande er estimeret til i gennemsnit at være på ca. 12 % i 2011; den største danske andel forekom i Lillebælt og det Nordlige Bælthav med ca. 27 % og den 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 2.5).

Figur 2.5 og 2.6 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.

Figur 2.5. Kvælstofdeposition i 2011 til udvalgte danske farvandsområder og Limfjorden opdelt på danske og udenlandske kilder samt opdelt på emissioner fra forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion (Ellermann et al. 2012a).



Figur 2.6. Gennemsnitlig kvælstofdeposition i 2011 til de nye regioner og i gennemsnit for hele landet (Danmark) opdelt på danske og udenlandske kilder samt opdelt på emissioner fra forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion (Ellermann et al. 2012a).

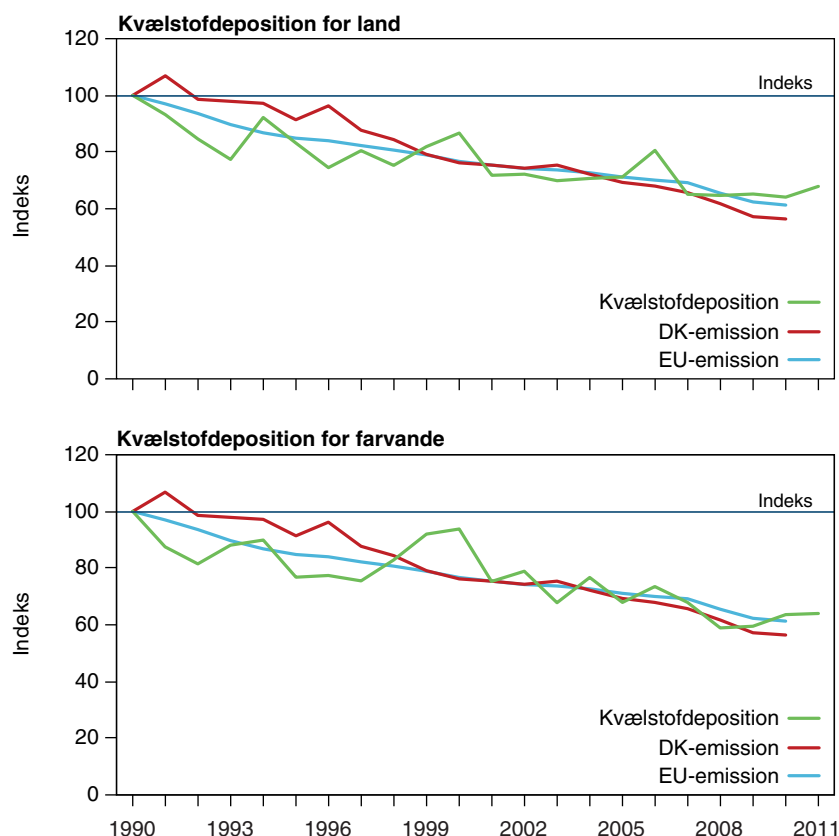


For de danske landområder er den danske andel af kvælstofdepositionen (figur 2.6) generelt større end for farvandsområderne. For landområderne er den danske andel i gennemsnit estimeret til ca. 33 % i 2011. Den relative betydning af danske kilder varierer over landet afhængig af husdyrproduktionen, meteorologiske forhold og afstand til udenlandske kilder, således at danske kilder har størst betydning (38-40 %) i Nord- og Midtjylland, og mindst i Hovedstadsområdet (ca. 22 %).

2.3.2 Udvikling i kvælstofdeposition

Den gennemsnitlige deposition af kvælstof på de indre farvande og de danske landområder er faldet med henholdsvis ca. 34 % og 31 % siden 1989 (figur 2.7).

Figur 2.7. Udviklingstendenser for den samlede deposition og emission af kvælstof. Figuren øverst viser tendenser for udviklingen i depositionen til danske landområder, mens figuren nederst viser tendenser for udviklingen i depositionen til de indre danske farvande. Alle værdier er indekseret til 100 i 1990 (Ellermann et al. 2012a).



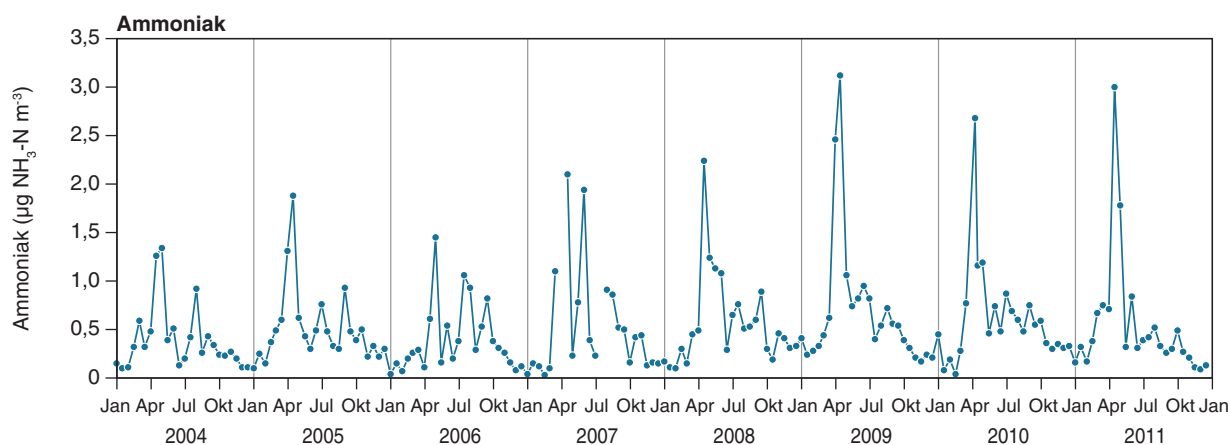
Den atmosfæriske kvælstofdeposition følger ændringerne i emissionerne af kvælstof i Danmark og de øvrige europæiske lande (figur 2.7). Reduktionerne i de udenlandske kilder er årsag til den største del af reduktionen målt som ton N. Faldet i emissionen fra de danske kilder bidrager dog også til faldet i kvælstofdepositionen, navnlig i de dele af Jylland, hvor ca. 40 % af kvælstofdepositionen stammer fra danske kilder.

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 en række lokaliteter.

I figur 2.8 er som eksempel vist ammoniakmålinger fra en af stationerne, Ulborg, i perioden 2004-2011. Det fremgår af figuren, at tidspunkterne for hhv. forårs- og eftersommertoppene kan variere en smule ligesom højde og varighed af toppene kan være forskellig årene imellem. Tidspunkt og størrelse af toppene hænger givet sammen med forskelle i udbringning af husdyrgødning og de naturlige variationer i de meteorologiske forhold i forbindelse med udbringning af husdyrgødningen. Der er generelt også variationer i koncentrationerne gennem året, men især i eftersommeren ses et varieret mønster. Den mindste koncentration finder man om vinteren.



Figur 2.8. Koncentrationer af ammoniak målt på Ulborg i perioden 2004-2011 (Ellermann et al 2012a).

2.5 Kvælstof fra spildevand

2.5.1 Renseanlæg

Der er etableret kvælstoffjernelse på alle renselanlæg omfattet af Vandmiljøplan I for at opfylde vandmiljøplanens udlederkrav på 8 mg N/l. I 2011 rensede de 300 største renselanlæg med krav om kvælstoffjernelse 90 % af den samlede spildevandsmængde. I alt blev der fra alle anlæg i 2011 udledt ca. 3.900 ton N, svarende til i gennemsnit ca. 5,0 mg N/l.

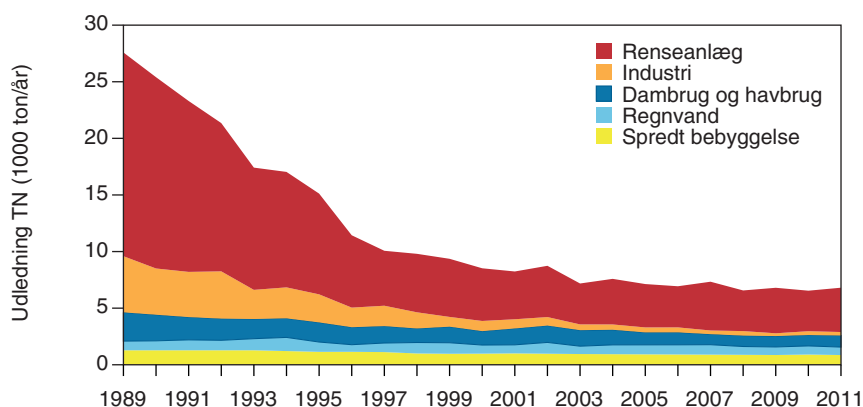
Udviklingen i de udledte mængder af kvælstof fra punktkilder siden 1980'erne er vist i figur 2.9. Siden 1995 har udledningen været mindre end målet i Vandmiljøplan I. Udledningen er siden 1989 mindsket med godt 80 %.

2.5.2 Industri med egen udledning

Direkte udledninger fra industri til vandområder er af meget mindre omfang end udledningerne fra renselanlæg, idet der i 2011 blev udledt ca. 310 ton N svarende til ca. 6 mg N/l som gennemsnitskoncentration.

Målet i Vandmiljøplan I var 2.000 ton/år. Den meget markante reduktion skyldes, at mange virksomheder gennem årene er blevet tilsluttet kommunale renselanlæg eller har indført en renere teknologi og forbedrede rensemetoder. I alt er de direkte kvælstofudledninger fra industri reduceret med 98 % siden 1989 (figur 2.9).

Figur 2.9. Udviklingen i de årligt udledte mængder af kvælstof opdelt på forskellige punktkilder (Naturstyrelsen 2012).



2.5.3 Akvakultur

Den samlede udledning af kvælstof fra produktion af fisk i ferskvandsdambrug i 2011 er opgjort på baggrund af anlæggenes faktiske foderforbrug suppleret med en teoretisk rensegrad. For anlæg, hvor der foreligger 12 eller flere analyser fra egenkontrol, er disse data anvendt. Udledningerne af kvælstof fra saltvandsbaseret fiskeopdræt, havbrug og saltvandsdambrug, er baseret på teoretiske beregninger. Før 2011 var opgørelserne alene baseret på teoretisk beregninger ved såvel ferskvandsdambrug som saltvandsbaseret fiskeopdræt.

Kvælstofudledningen fra ferskvandsdambrug i 2011 er opgjort til ca. 690 ton N og fra saltvandsbaseret fiskeopdræt til ca. 320 ton N. Der er i begge tilfælde tale om mængder på niveau med de foregående år.

2.5.4 Andre kilder

I figur 2.9 er der endvidere medtaget kvælstofudledningen fra to andre punktkilder - den spredte bebyggelse og regnbetingede udledninger. Disse kilders kvælstofbidrag er hver for sig beregnet til ca. 800 ton N.

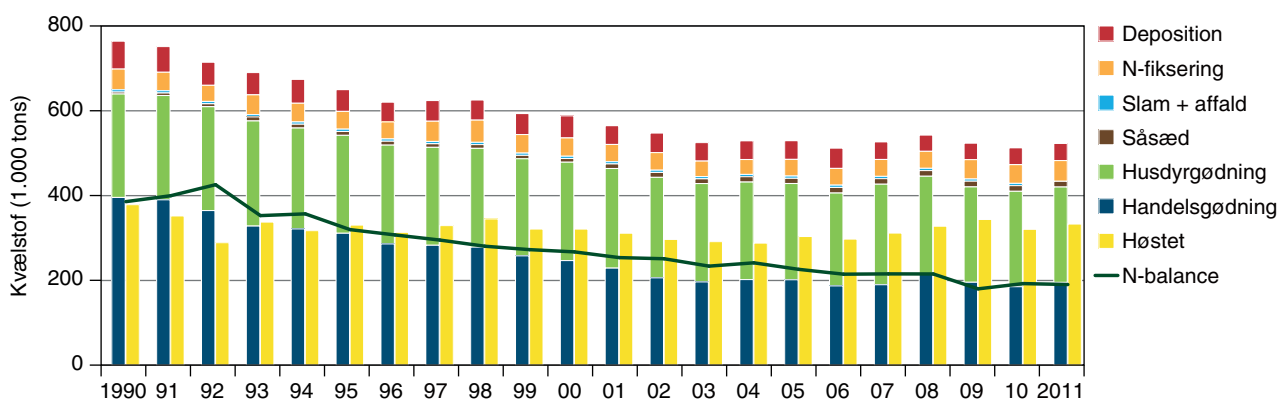
2.6 Kvælstof i landbrug

2.6.1 Gødningsforbrug

Handelsgødningsforbruget af kvælstof for hele landet faldt fra 394.000 ton N i 1990 til 192.000 ton N i 2011.

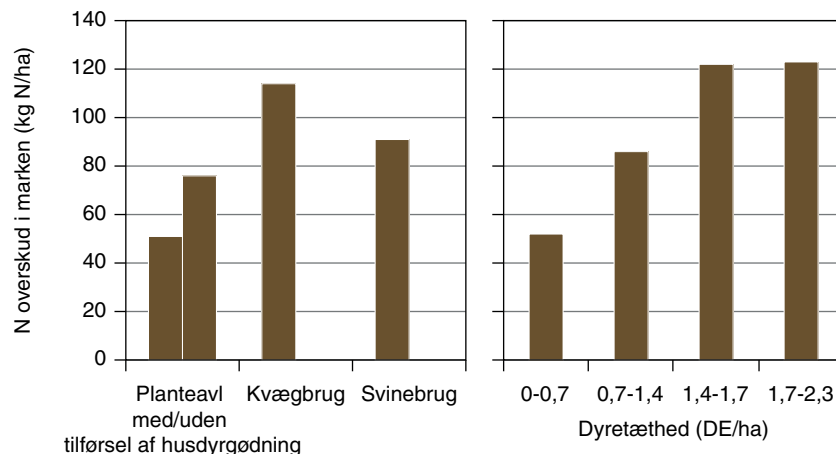
Kvælstoftilførslen med husdyrgødning er faldet svagt fra ca. 244.000 ton N i 1990 til 225.000 ton N i 2010. Det årlige overskud i markbalancen er faldet fra 397.000 ton N i 1990 til ca. 211.000 ton N i 2011, en reduktion på ca. 45 % (figur 2.10).

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



Figur 2.10. Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark, 1990 til 2011 (Blicher-Mathiesen et al. 2012).

Figur 2.11. Kvælstofoverskud i marken for forskellige brugstyper samt for brug grupperet med stigende husdyrtæthed, data fra 2011 (Blicher-Mathiesen et al. 2012).



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

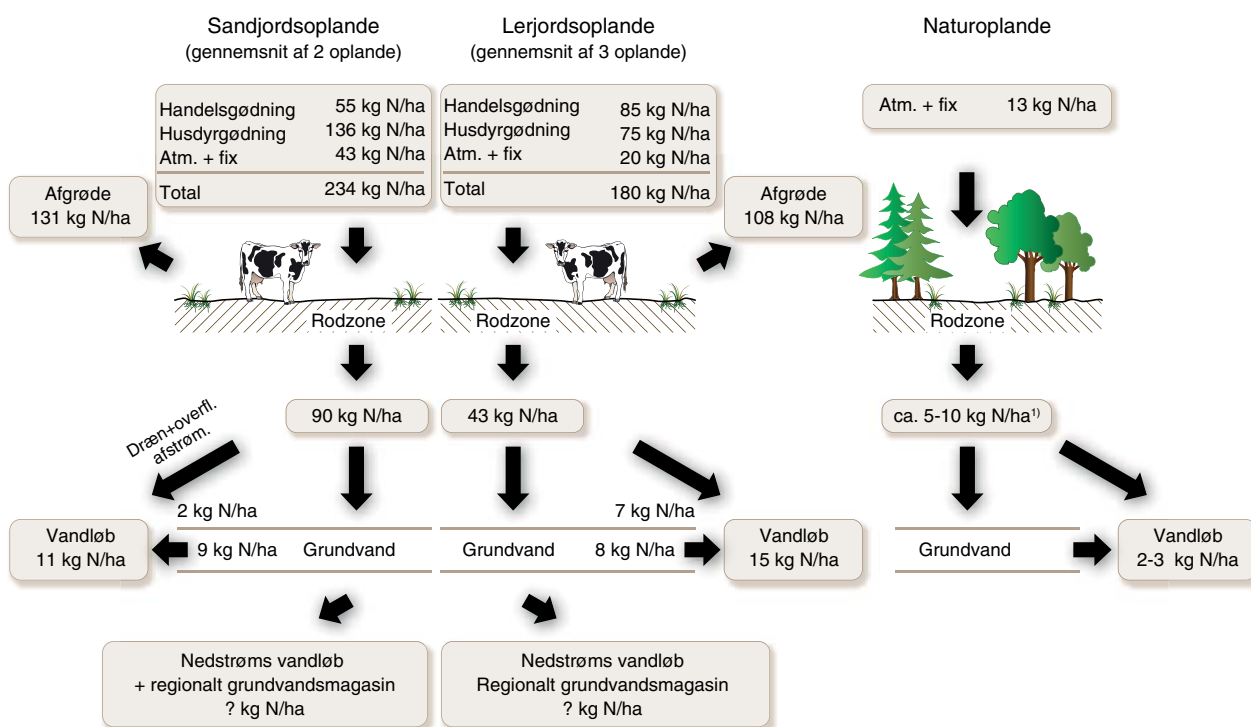
Af figur 2.12 fremgår, at der i landovervågningsoplandene (LOOP) i 2006/07 – 2010/11 udvaskedes 90 og 43 kg N/ha/år fra henholdsvis sandjorde og lerjorde. Det svarer til 38 % og 24 % af de totalt tilførte kvælstofmængder. Selv om udvaskningen er størst fra sandjorde, strømmer der alligevel mere kvælstof 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 5-10 kg 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 aldrig havde været opdyrkede, ville udvaskningen formentlig have været på det samme niveau som i naturoplandene.

Det årlige kvælstofkredsløb (2006/07 – 2010/11)



Figur 2.12. Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for de hydrologiske år 2006/07-2010/11 (og tilhørende landbrugspraksis 2005-2009). 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 inklusiv spredt bebyggelse (Blicher-Mathiesen et al. 2012).

¹⁾ Intervallet for naturarealer, 5-10 kg N ha⁻¹, henviser til udvaskningen fra henholdsvis fra gammel natur og landbrugsjord om-lagt til natur.

2.7 Kvælstof i vand fra dyrkede arealer

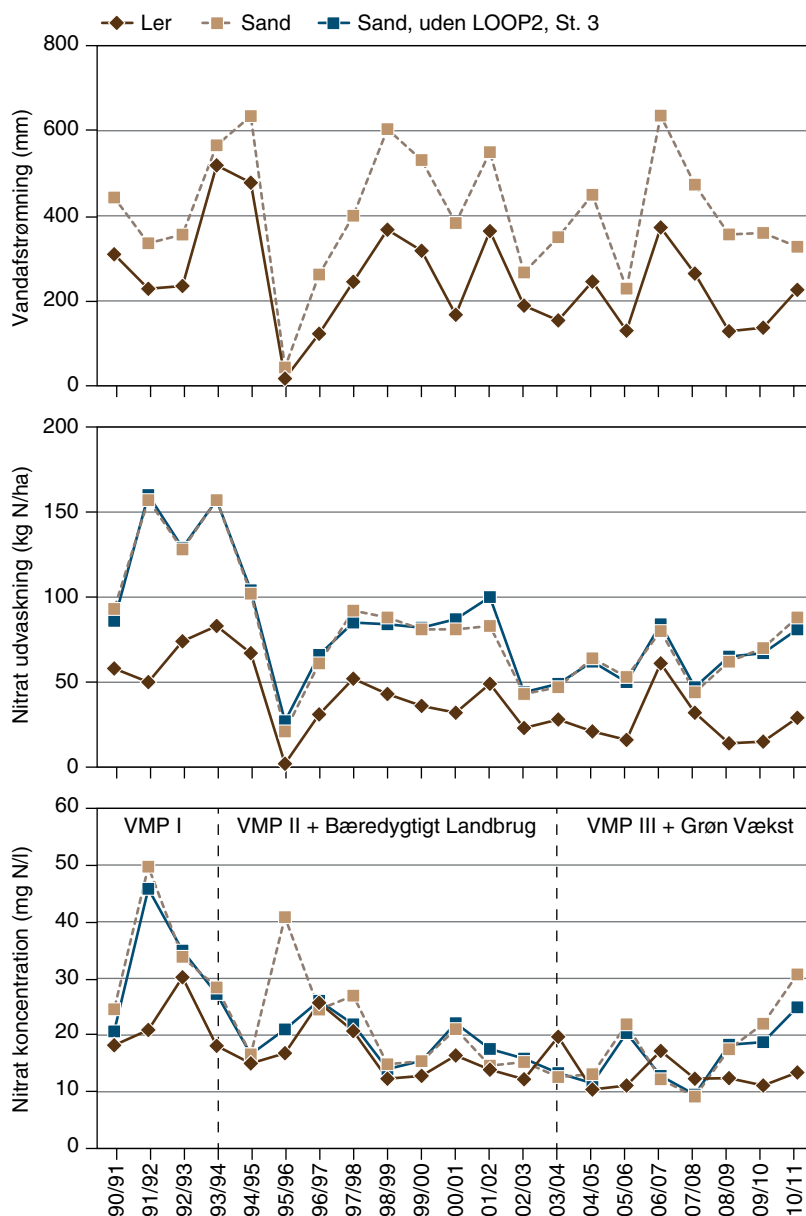
2.7.1 Kvælstofkoncentrationer

De målte koncentrationer af nitrat i det vand, der siver ned fra rodzonen under de dyrkede marker i LOOP områderne, er siden starten af 1990'erne mindsket med 7,8 mg N/l på lerjordene og på sandjordene med 17,8 mg N/l (figur 2.13).

Det svarer til et fald på ca. 36 % for lerjordene og ca. 51 % for sandjordene, dog med meget stor spredning på tallene. I gennemsnit er nitratindholdet i vandet mindsket fra ca. 22 til ca. 13 mg/l for lerjorde og fra ca. 35 til ca. 18 mg/l for sandjorde siden starten af 1990'erne.

Figur 2.13. Udvikling i vandafstrømning (øverst) samt målinger af nitrat-N udvaskning (midt) og nitrat-N koncentrationer i rodzonen (nederst) i 1990/91-2010/11.

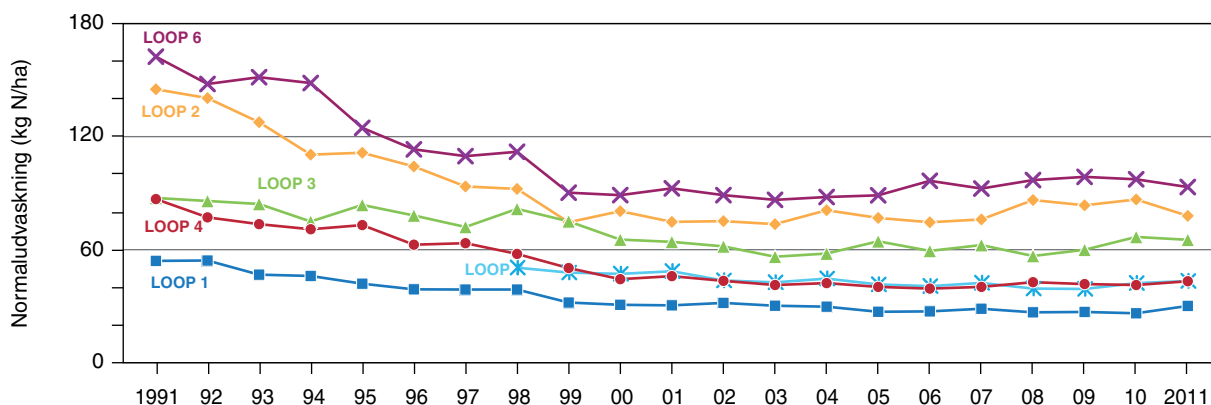
For sandjordene er der desuden vist kvælstof udvaskning og koncentrationer uden station 3 i LOOP2, som havde meget stor udvaskning i 2010/11 ved dyrkning og ompløjning af kløvergræs (Blicher-Mathiesen et al. 2012).



2.8 Kvælstof tab fra dyrkede marker

2.8.1 Tab fra rodzonen

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

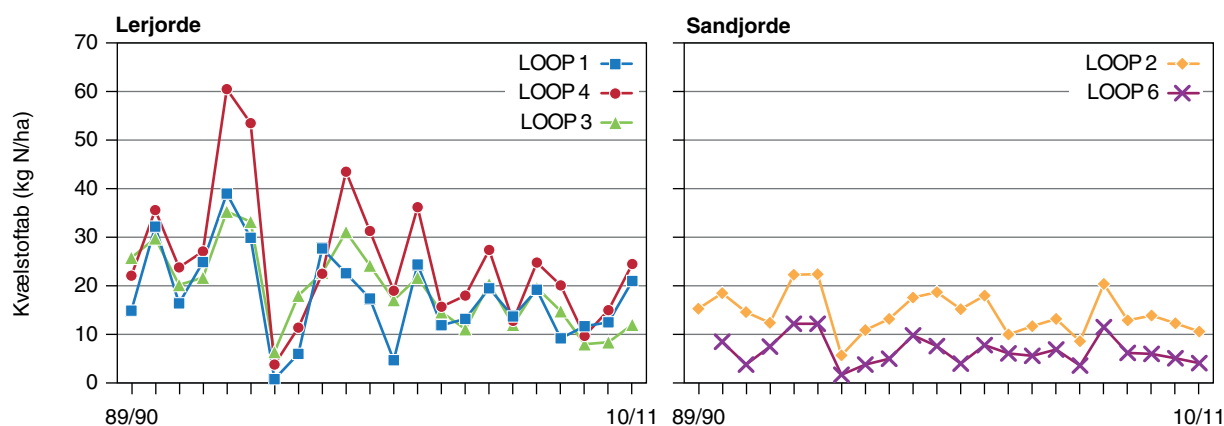


Figur 2.14. Modelberegnet kvælstofudvaskning (nitrat-N) ved gennemsnitsklima for de 6 overvågningsoplande for høstårene 1991 –2011 (Blicher-Mathiesen et al. 2012).

Den modelberegnete rodzoneudvaskning er fra 1990/1991 til 2010/11 faldet fra 154 til 86 kg N/ha pr. år i sandjordsoplandene (LOOP 2+6) og fra 76 til 46 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. 45 %. Den modelberegnete udvaskning faldt markant fra 1990 frem til ca. 2003 både for ler- og sandjorde og har været mere eller mindre konstant siden, dog med en lille tendens til en stigende modelberegnet udvaskning på sandjord de seneste par år. Det skal dog tilføjes, at der er stor usikkerhed i 2010/11 vedr. det ene LOOP-sandopland p. gr. af manglende målinger.

2.8.2 Transport gennem vandløb ud af LOOP-oplandene

Kvælstoftabet til vandløb fra de dyrkede arealer var i 2010/11 noget højere i de tre lerede oplande end i sandjordsoplandene på grund af den høje vandafstrømning på lerjordene (figur 2.15). I de forudgående par år var det gennemsnitlige kvælstoftab nogenlunde ens på sand og ler.



Figur 2.15. Tabet af total kvælstof fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år for perioden 1989/90 til 2010/2011 (Blicher-Mathiesen et al. 2012).

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 relativt 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. Forhøjet fosforindhold synes desuden at indvirke på artsammensætningen af vandplanter. 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.

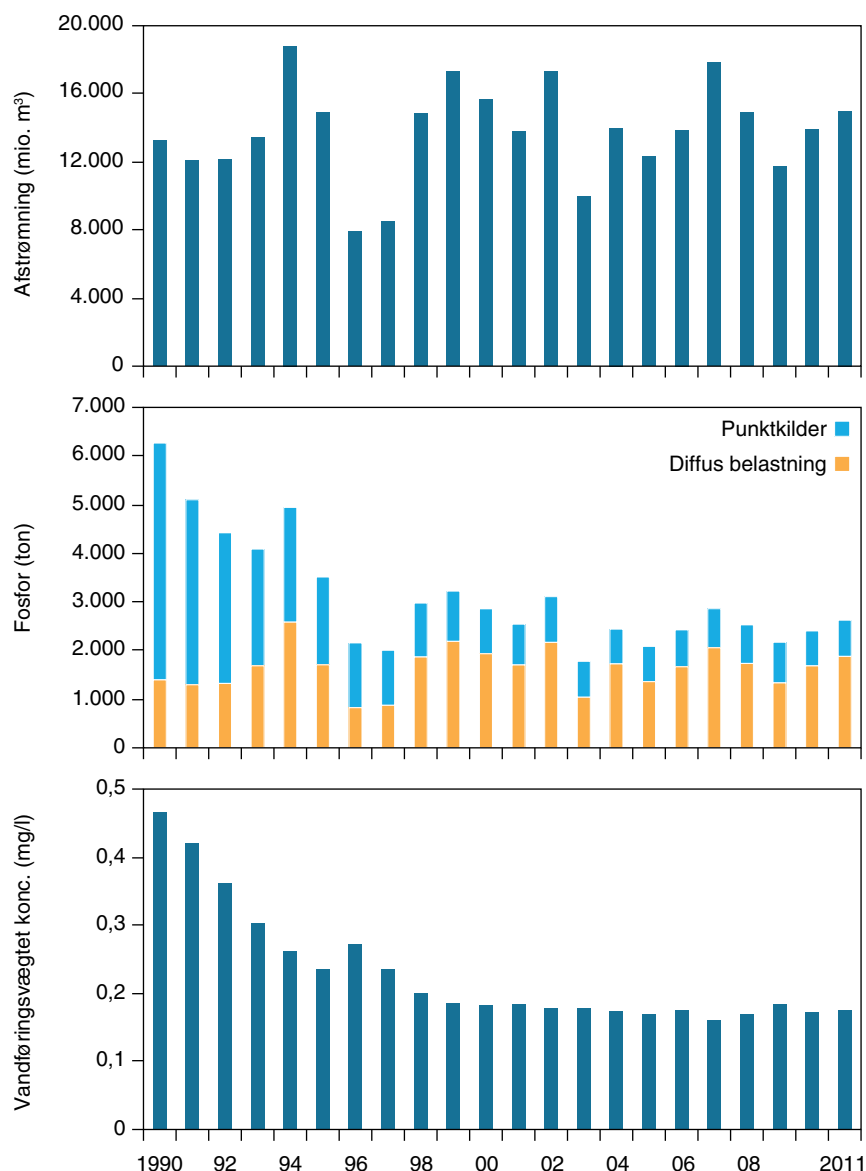
3.1.2 Udviklingen i fosfortilførsel fra land

Den årlige fosfortilførsel fra land til de marine områder er siden 1990 mindsket fra ca. 5.500 t/år til omkring 2.600 ton i 2011 (figur 3.1).

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 fosfortilførslen fra dyrkede arealer, er størst i år med stor nedbør og afstrømning.

Den samlede fosforudledning til havet er reduceret med godt 50 % i perioden 1990-2011. Jf. ovenfor skyldes det fald i udledningen fra renseanlæg, idet der ikke er set nogen udvikling i den diffuse tilførsel, dvs. baggrunds- og landbrugsbidraget.

Figur 3.1. Ferskvandsafstrømning, samlet tilførsel af fosfor til de marine kystafsnit og vandføringsvægtet fosfor koncentration for 1990 til 2011 (Wiberg-Larsen et al. 2012)



3.1.3 Tilførsel af fosfor via luften

Atmosfærisk fosfor er hovedsageligt bundet til partikler og transporteres i luften med disse. Denne fosfor stammer fra både menneskeskabte og naturlige kilder, bl.a. afbrænding af kul og halm og jordfygning. Deposition af fosfor til de indre danske farvande og landområder er som tidligere år vurderet til ca. 0,04 kg P/ha. Depositionen på de indre danske farvande (areal 31.500 km²) i 2011 kan herudfra estimeres til ca. 130 ton P og på de danske landområder (areal 43.000 km²) til ca. 170 ton 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 er så rigeligt nået, idet der nu på landsplan er et lille underskud. 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 bl.a. ved at indføre randzoner.

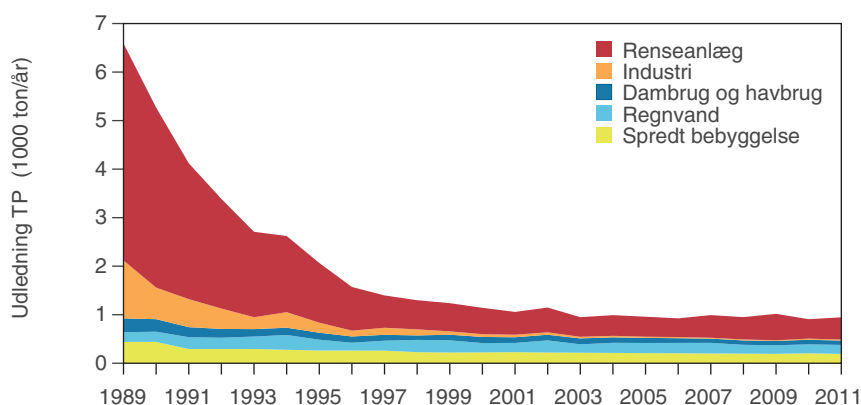
3.2 Fosfor fra spildevand

3.2.1 Renseanlæg

Der er etableret fosforfjernelse på alle renselanlæg med mere end 5.000 personer tilknyttet for at opfylde udlederkravet på 1,5 mg P/l i Vandmiljøplan I fra 1987. Udlederkravet er mange steder skærpet for at beskytte søer og fjorde, og i mange sø- og fjordoplande sker der fosforfjernelse på alle renselanlæg uanset størrelse. Renseanlæggene udledte i 2011 i alt ca. 460 ton P svarende til en gennemsnitskoncentration i udløbet på ca. 0,60 mg P/l.

Udviklingen i de udledte mængder af fosfor fra punktkilder 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 90 %.

Figur 3.2. Udviklingen i de årligt udledte mængder af fosfor opdelt på forskellige punktkilder (Naturstyrelsen 2012).



3.2.2 Industri med egen udledning

Direkte udledninger fra industri til vandområder er betydeligt mindre end udledningerne fra kommunale renselanlæg. I 2011 blev der udledt 20 ton P svarende til ca. 0,4 mg P/l som gennemsnitskoncentration.

Udledningen er mindsket fra ca. 1.400 ton i 1980'erne til langt under målet på 600 t/år i Vandmiljøplan I fra 1987.

Reduktionen skyldes, at mange virksomheder gennem årene er blevet tilsluttet kommunale renselanlæg eller har etableret en renere teknologi og forbedrede rensemetoder. I alt er fosforudledningerne direkte fra industrier reduceret med 98 % siden 1989.

3.2.3 Akvakultur

De samlede udledninger af fosfor fra produktion af fisk i ferskvandsdambrug er i 2011 opgjort på baggrund af dambrugenenes faktisk anvendte fodermængder suppleret med teoretisk rensegrad. For anlæg, hvor der foreligger 12 eller flere analyser fra egenkontrol, er data fra disse anvendt. Udlednin-

gerne af fosfor fra saltvandsbaseret fiskeopdræt, havbrug og saltvandsdambrug, er baseret på teoretiske beregninger. Før 2011 var opgørelserne alene baseret på teoretiske beregninger ved såvel ferskvandsdambrug som saltvandsbaseret fiskeopdræt.

Fosforudledningen fra ferskvandsdambrug i 2011 er opgjort til 55 ton P og fra saltvandsbaseret fiskeopdræt til 35 ton P. Der er i begge tilfælde tale om mængder på niveau med de foregående år.

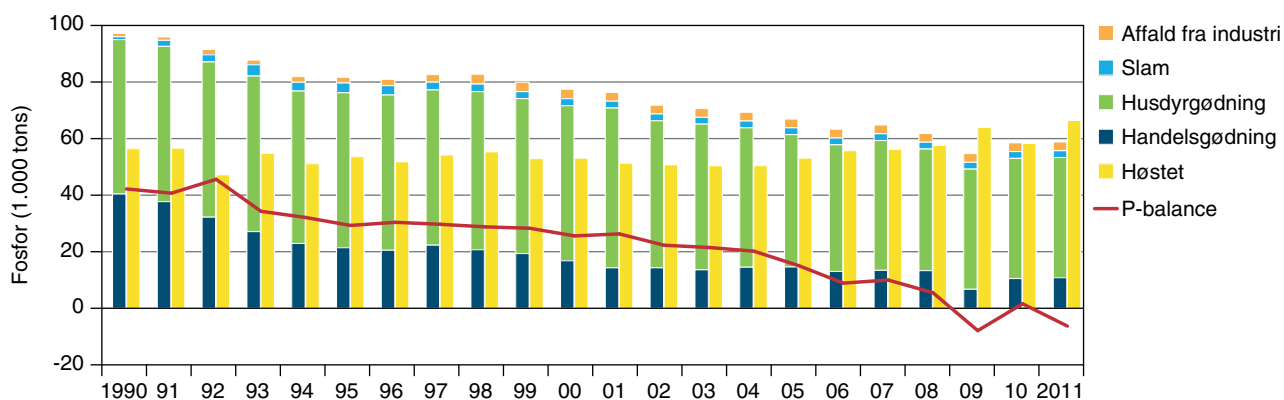
3.2.4 Andre kilder

I figur 3.2 er der endvidere medtaget fosforudledningen fra to andre betydende punktkilder - den spredte bebyggelse og regnbetingede udledninger. Disse kilders fosforbidrag er hver for sig beregnet til ca. 200 ton P. Samlet set er det lige så meget som udledningen fra renseanlæg.

3.3 Fosfor i landbrug

3.3.1 Gødningsforbrug

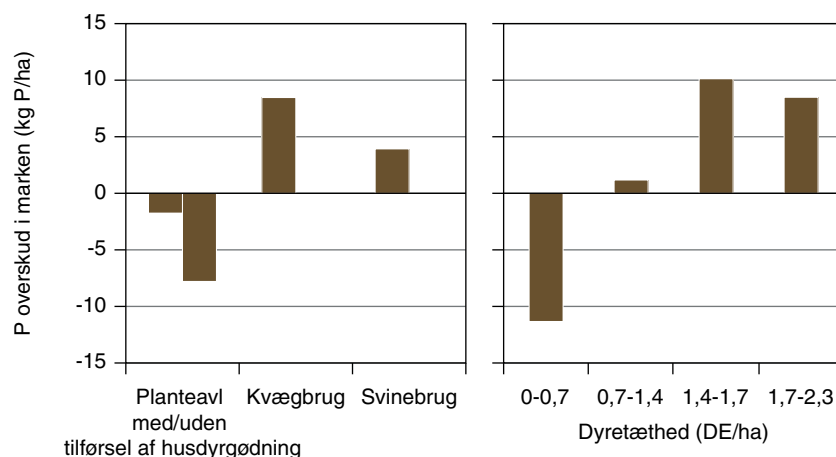
Forbruget af fosfor i handelsgødning er på landsplan reduceret markant i perioden 1990-2011, mens reduktionen i fosfortilførsel med husdyrgødning har været mindre. Nettotilførslen (også benævnt markoverskuddet) var i 2011 negativ ca. - 6.300 ton P (figur 3.3), dvs. der på landsplan fjernes mere fosfor fra markerne end der tilføres. I de forudgående år var markoverskuddet ligeledes negativ. Det bør dog tilføjes, at en anden balanceopgørelse (bedriftsbalancen) ikke viser samme billede.



Figur 3.3. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1990 til 2011 (Blicher-Mathiesen et al. 2012).

Der er stor forskel på markoverskuddet af fosfor afhængig af brugstype og husdyrtæthed. I LOOP-oplandene blev der på planteavlsbrug uden tilførsel af husdyrgødning i 2011 tilført betydeligt mindre fosfor (næsten 9 kg P/ha) end der blev fjernet med afgrøden, mens der var overskud af fosfor på husdyrbrugene (figur 3.4). Overskuddet er størst ved de højeste husdyrtætheder.

Figur 3.4. Fosforoverskud i marken i landovervågningsoplandene på ejendomme med forskellig brugstype og husdyrtæthed, 2011 (Blicher-Mathiesen et al. 2012).



3.4 Fosforkoncentrationer og udvaskede mængder

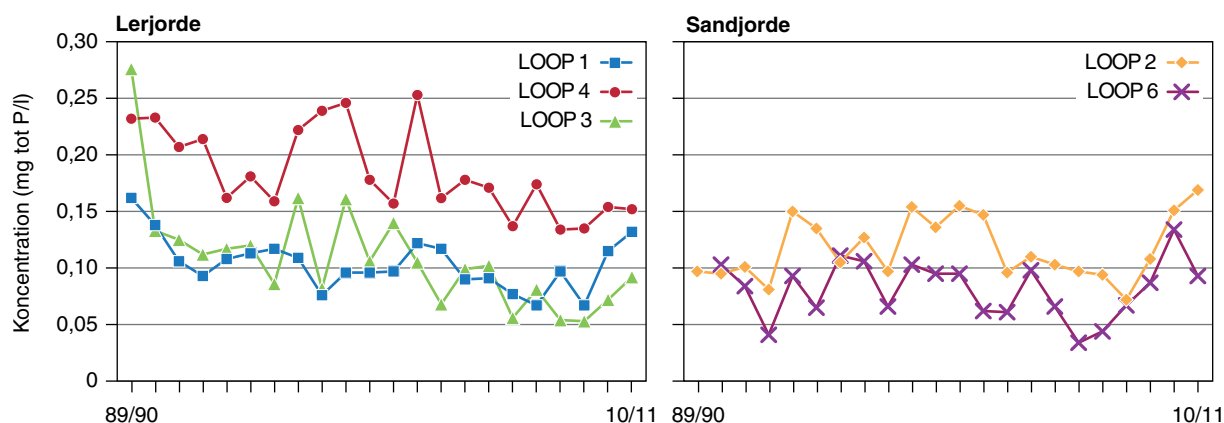
3.4.1 Måleprogram

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

25 % af jordvandsstationerne ligger på jorde med stor fosformobilitet, og vandet har derfor højere fosforindhold (op til ca. 0,5 mg P/l) end det sædvanlige lave niveau på omkring 0,025 mg P/l. 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, hvorfor de resulterende koncentrationer i vandløbene fremkommer ved en blanding af vand med forskelligt fosforindhold.

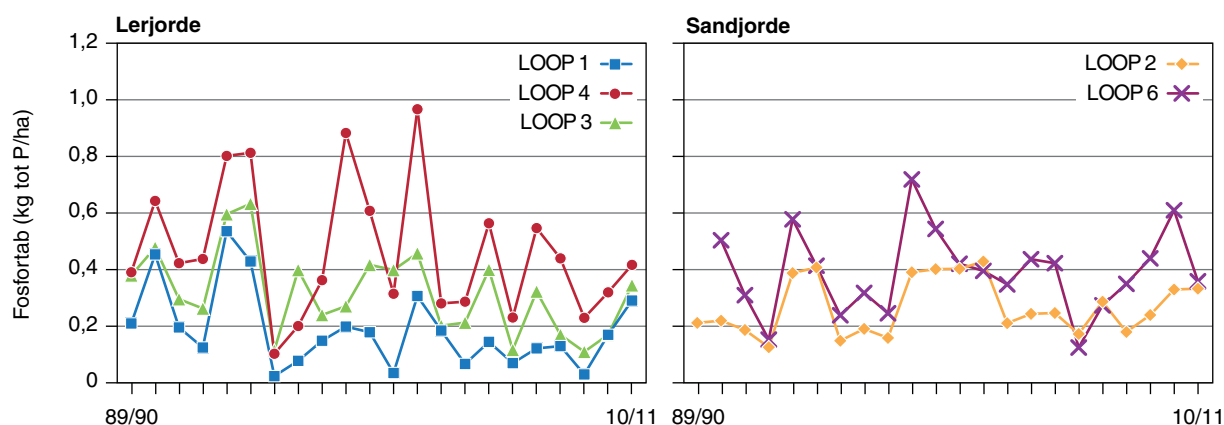
Der er store forskelle på fosforindholdet i det vand, der forlader LOOP-oplandene gennem vandløb (figur 3.5) med generelt højest indhold i Lillebæk på Fyn (LOOP 4).



Figur 3.5. Vandføringsvægtet koncentration af total fosfor i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1990/91-2010/11 (Blicher-Mathiesen et al. 2012).

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 3.6).

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. Til sammenligning er der estimeret et tab fra udyrkede naturarealer på knap 0,1 kg P/ha.



Figur 3.6. Tabet af total fosfor fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1990/91-2010/11 (Blicher-Mathiesen et al. 2012).

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.

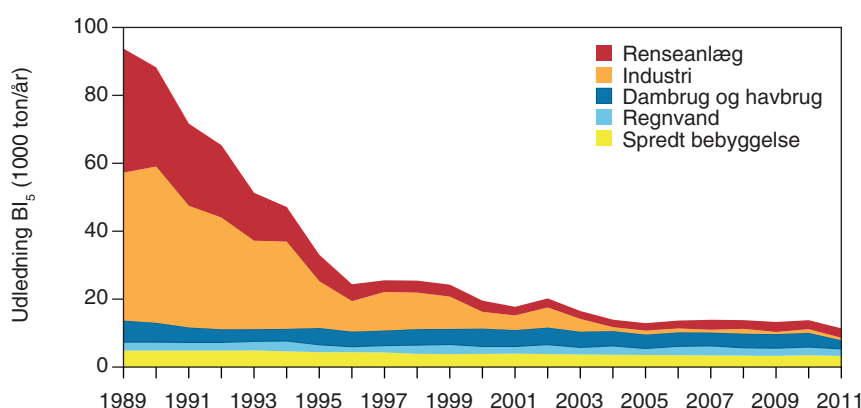
4.1.2 Udledning fra renseanlæg

Fra renseanlæg blev der i 2011 udledt ca. 2.800 ton organisk stof (BI_5). I gennemsnit svarer det til et indhold på 3,6 mg/l, hvilket er langt under det generelle udlederkrav i Vandmiljøplan I på 15 mg/l for anlæg for mere end 5.000 personer.

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 4.1). Der blev i 2011 udledt 740 ton organisk stof (BI_5) eller i gennemsnit et indhold på ca. 15 mg/l.

Figur 4.1. Udvikling i udledte mængder af organisk stof fra forskellige punktkilder (Naturstyrelsen 2012).



4.1.4 Akvakultur

De samlede udledninger af organisk stof fra produktion af fisk i ferskvandsdambrug er i 2011 opgjort på baggrund af dambrugenenes faktisk anvendte fodermængder suppleret med teoretisk rensegrad. For anlæg, hvor der foreligger 12 eller flere analyser fra egenkontrol, er data fra disse anvendt. Udledningerne af organisk stof fra saltvandsbaseret fiskeopdræt, havbrug og saltvandsdambrug, er baseret på teoretiske beregninger. Før 2011 var opgørelserne alene baseret på teoretisk beregninger ved såvel ferskvandsdambrug som saltvandsbaseret fiskeopdræt.

Udledningen af organisk stof fra ferskvandsdambrug i 2011 er opgjort til ca. 1.600 ton organisk stof og fra saltvandsbaseret fiskeopdræt til ca. 900 ton organisk stof.

4.1.5 Andre kilder

I figur 4.1 er der endvidere medtaget udledningen af organisk stof fra to andre betydende punktkilder - den spredte bebyggelse og regnbetingede udledninger. Udledningen fra den spredte bebyggelse er estimeret til ca. 3.300 ton BI₅ – eller samlet mere end udledningen fra renseanlæg. Endelig er udledningen fra de regnbetingede udledninger estimeret til ca. 2.400 ton BI₅.

4.1.6 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 fra 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 (PolyAromatiskeHydrocarboner) 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 (i parentes det programsatte antal af enkeltstoffer):

- Pesticider (60)
- Aromatiske kulbrinter (13)
- Phenoler (8)
- Halogenerede alifatiske kulbrinter (11)
- PCB (Polychlorede biphenyler) (10)
- Chlorphenoler (1)
- PAH (PolyAromatiskeHydrocarboner) (22)
- P-triester (Fosfor-triester) (4)
- Blødgørere (7)
- Anioniske detergenter (1)
- Dioxiner og furaner (17)
- Organotinforbindelser (4)
- Bromerede flammehæmmere (10)
- PFAS (Perfluorerede forbindelser) (7)
- Humane antibiotika (3)
- Andre humane lægemidler (6)
- Østrogener (3).

Overvågningen af tungmetaller og miljøfremmede stoffer omfattede i 2011 overvågning af luft ved 6 stationer, punktkilder ved 31 renseanlæg, grundvand i knap 600 indtag samt marine områder med målinger i sediment, muslinger og fisk. Det er forskelligt hvilke stoffer, der indgår i overvågnin-

gen i de fire delprogrammer. Ligeledes måles ikke nødvendigvis de samme stoffer ved alle stationer indenfor samme delprogram.

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:

- 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, HCB og HCCPD i det danske vandmiljø (Strand et al. 2010)
- Screening for udvalgte pesticider i vandløb og grundvand (Bossi et al. 2009a)
- Muskstoffer i punktkilder og i det akvatiske miljø (Bossi et al. 2009b)
- Lægemidler og triclosan i punktkilder og vandmiljøet (Mogensen et al. 2007)
- PFAS (Perfluorerede forbindelser) og organotinforbindelser i spildevand, ferskvand samt sediment og biota fra vandløb og søer (Strand et al. 2007)
- Beryllium i ungt grundvand (Larsen 2006)
- PFAS i grundvand.

Desuden er der gennemført screeningsundersøgelse af:

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

Disse undersøgelser er endnu ikke rapporterede.

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 forbindelse med revision af programmet i 2010 er antallet af stationer reduceret og placering af målestationer ændret. Våddepositionen af tungmetaller er siden 2010 målt ved seks stationer og indholdet af partikelbundne tungmetaller ved to stationer.

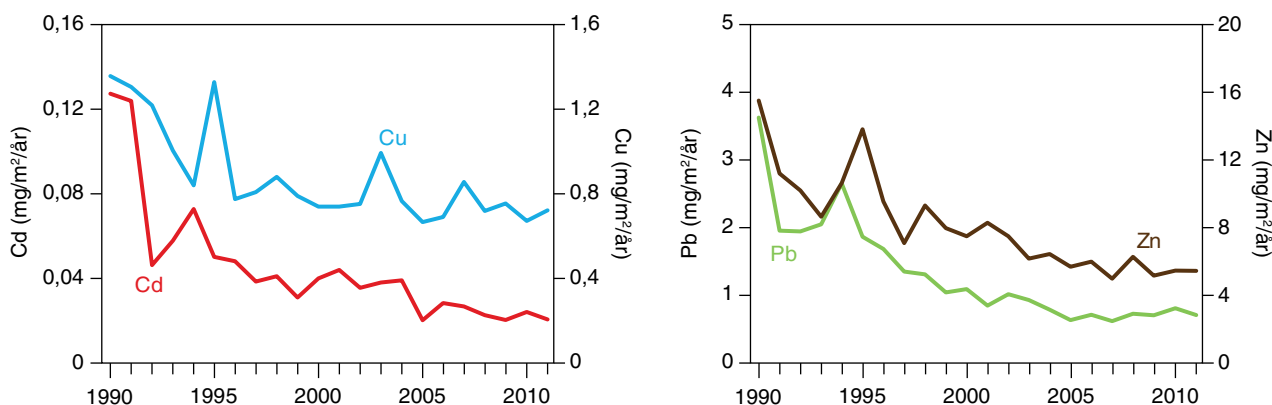
5.2.1 Målsætning

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. Med det 4. datterdirektiv om bl.a. tungmetaller (Europaparlamentet og rådet 2004) er det bl.a. formålet at forhindre eller reducere den mulige skadevirkning af bl.a. arsen, cadmium og nikkel. Med henblik på at opfylde direktivets formål pålægges medlemslandene at måle koncentrationerne i luften og depositionen af stofferne i direktivet.

5.2.2 Deposition af tungmetaller i 2011

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.

Der har siden 1989 været en tydelig nedgang i våddepositionen af tungmetaller (figur 5.1). Niveaue for våddepositionen adskilte sig i 2011 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 1989-2010 (Ellermann et al. 2012a).

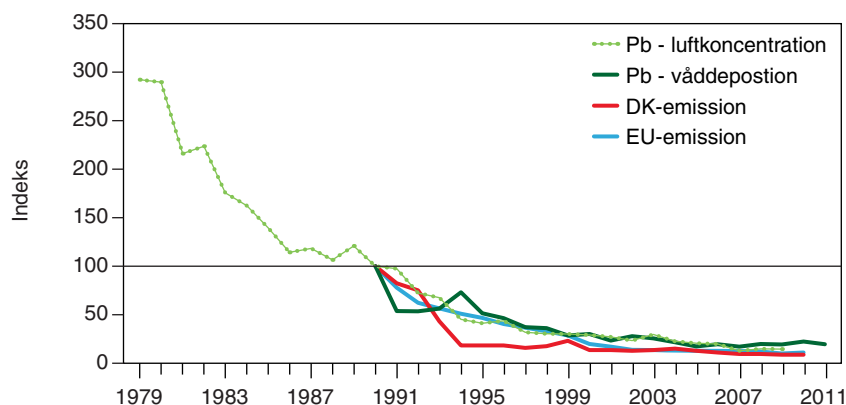
En stor del af de tungmetaller, der findes i atmosfæren over Danmark, kommer fra kilder udenfor Danmark. På trods af en usikkerhed på estimerterne på + 30-50 % viser en sammenligning af de estimerede depositioner til de indre danske farvande og danske landområder med de danske emissioner af tungmetaller, at de danske emissioner for alle de målte tungmetaller undtagen kobber er væsentligt mindre end depositionerne (tabel 5.1).

Tabel 5.1. Årlig deposition estimeret fra målinger på seks stationer samt emission af tungmetaller til atmosfæren fra danske kilder i 2011. (Ellermann et al. 2012a).

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	180	170	8	5	0,9
Ni, nikkel	270	220	11	7	4,6
Cu, kobber	790	750	34	24	50
Zn, zink	5.800	5.600	250	180	38
As, arsen	110	92	5	3	0,3
Cd, cadmium	24	22	1	1	0,2
Pb, bly	850	770	36	24	11

En sammenligning af udviklingen i emissioner i Europe og Danmark med udviklingen i deposition og koncentration viser, at der er god sammenhæng i udviklingstendenserne. Et eksempel herpå er vist i figur 5.2.

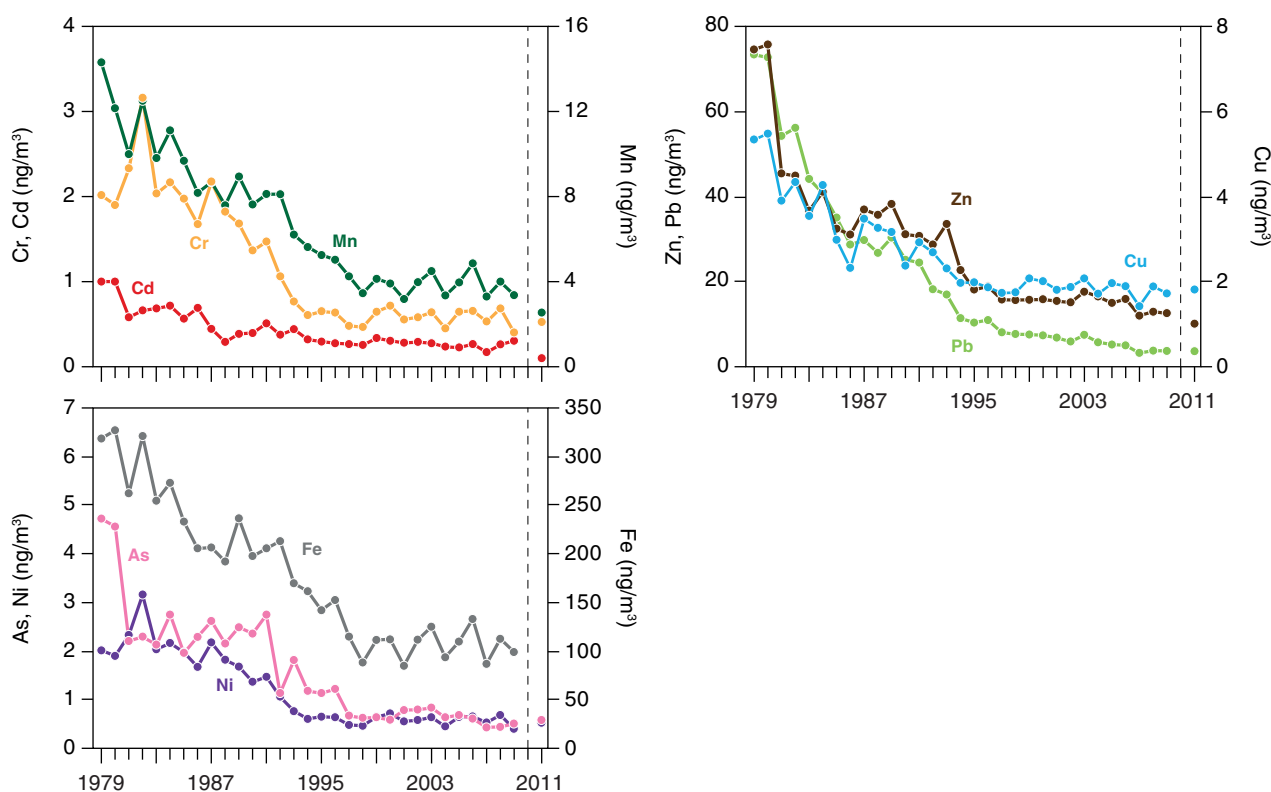
Figur 5.2. Målinger af bly i våd-depositionen og partikelkoncentration i luften sammenlignet med emissioner fra Danmark og EU-lande (Ellermann et al. 2012a).



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.

5.2.3 Koncentration af tungmetaller i luften

Resultaterne af 30 års målinger viser, at koncentrationen af luftens indhold af tungmetaller er reduceret betydeligt siden slutningen af 70'erne (figur 5.3).



Figur 5.3. Udvikling i koncentrationen i luften af en række tungmetaller i perioden 1979-2011. Kurverne repræsenterer gennemsnit af målinger ved Keldsnor og Tange i perioden før 2010 og gennemsnit af målinger ved Risø og Anholt i 2011. Den stiplede linje indikerer skiftet i målestationer (Ellermann et al. 2012a).

5.3 Tungmetaller fra punktkilder

Tungmetaller bliver tilført overfladevand ved udledning med spildevand. I 2011 blev udledningen af 16 tungmetaller og sporstoffer målt ved 31 renseanlæg. De 31 renseanlæg repræsenterer samlet set ca. 28 % af den samlede spildevandsmængde fra renseanlæg.

Antallet af undersøgte renseanlæg var i 2011 større end de foregående år, hvor der samlet set blev undersøgt ca. 35 renseanlæg fordelt med ca. en tredjedel hvert år. De renseanlæg, der blev undersøgt i 2011, repræsenterer såvel renseanlæg med avanceret rensning som renseanlæg med mindre avanceret rensning, mens de undersøgte renseanlæg de foregående år primært var større avancerede renseanlæg.

Indholdet af tungmetaller er målt i udledningen fra renseanlæg siden 1998. I 2010 blev der på baggrund af målingerne i perioden 1998-2009 opstillet nøgletal for metaller/uorganiske sporstoffer i renseanlæggenes indløb og udløb. Nøgletallene anses for at være et bedste bud på den årlige middelværdi og er angivet som 75 %-fraktilen af målinger (Naturstyrelsen, 2011b).

5.3.1 Målsætning

Udledningen af tungmetaller skal begrænses, så fastsatte vandkvalitetskrav kan opfyldes. Der er i bekendtgørelsen om miljøkvalitetskrav til overfladevand fastsat krav til 12 af de 16 metaller, der er undersøgt for, heriblandt bl.a. bly, krom, kobber, nikkel og zink (Miljøministeriet 2010).

5.3.2 Udledning af tungmetaller fra renseanlæg

Middel-, median- og maksimumkoncentration samt fundhyppigheden i 2011 af de 16 undersøgte metaller er vist i tabel 5.2.

Tabel 5.2. Koncentration af metaller i udledning fra 31 renseanlæg i 2011 angivet som middel-, median og maksimumværdi samt fundhyppighed (Naturstyrelsen 2012).

	Middel	Median	Maksimum	Fundhyppighed
Aluminium (µg/l)	88	48	360	55 %
Antimon (µg/l)	0,2	u.d.	2,4	10 %
Arsen (µg/l)	1,1	0,9	3,7	58 %
Barium (µg/l)	31	22	120	100 %
Bly (µg/l)	0,8	<0,5	14	38 %
Bor (µg/l)	300	185	1700	100 %
Cadmium (µg/l)	<0,05	<0,05	0,3	7 %
Krom (µg/l)	1,2	0,6	16	55 %
Kobber (µg/l)	6,1	3,4	60	68 %
Kviksølv (µg/l)	<0,005	<0,005	0,02	27 %
Molybdæn (µg/l)	1,9	1,4	14	73 %
Nikkel (µg/l)	4,2	3,9	11	97 %
Selen (µg/l)	0,18	<1	1,8	13 %
Tin (µg/l)	0,90	<1	12	30 %
Vanadium (µg/l)	0,54	<1	3,6	35 %
Zink (µg/l)	30	18	200	98 %

Ved vurdering af udledninger fra renseanlæg i forhold til miljøkvalitetskravene gældende for overfladevand, og altså ikke det ufortyndede spildevand, antages det normalt, at der ved udledning til ferskvand sker en fortynding med en faktor 10. Ved udledning til marine områder vil der være en væsentlig større fortynding. For metaller er miljøkvalitetskravene udtryk for den tilladte koncentration ud over baggrundskoncentrationen. For kobber er der fastsat en øvre værdi for summen af baggrundskoncentration og tilført koncentration. Ved en vurdering skal der desuden tages højde for, at det generelle kvalitetskrav gælder for et gennemsnit af 12 målinger indenfor et år, samt at miljøkvalitetskravene er gældende for den opløste fraktion af metallerne. I spildevand er det totale indhold målt, dvs. både den opløste og den partikelbundne fraktion.

Med ovennævnte forudsætninger ved vurdering i forhold til miljøkvalitetskrav må det antages, at miljøkvalitetskravene er overholdt for 10 af de 12 metaller. Det kan ikke afvises, at der i vandløb nedstrøms opblandingszonen fra renseanlæg i enkelte tilfælde kan forekomme overskridelse af korttidskvalitetskravene for zink og kobber. Miljøkvalitetskravene for de to metaller er vist i tabel 5.3.

Tabel 5.3. Miljøkvalitetskrav af kobber og zink i overfladevand (Miljøministeriet 2010). Kravene gælder for den opløste koncentration. Miljøkvalitetskravene er de tilladte koncentrationer ud over baggrundskoncentrationen.

	Generelt kvalitetskrav		Korttidskvalitetskrav	
	Ferskvand	Marin	Ferskvand	Marin
Kobber (µg/l)	1 (øvre 12)	1 (øvre 2,9)	2	2
Zink (µg/l)	7,8	7,8	8,4	8,4

5.4 Deposition af miljøfremmede stoffer fra luften

Deposition af miljøfremmede stoffer er i 2011 overvåget ved måling af pesticider, nitrophenoler og PAH i regnvandsprøver fra to stationer ved Risø 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 19 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.

5.4.1 Målsætning

I Danmark og på europæisk plan er det en målsætning, at naturen ikke må modtage mere luftforurening, end den kan tåle. Der er ingen specifik målsætning om størrelsen af depositionen af miljøfremmede stoffer. Målingerne bidrager til beskrivelse af tilførslen til vand- og naturområder via luften med de undersøgte stoffer.

5.4.2 Deposition af pesticider

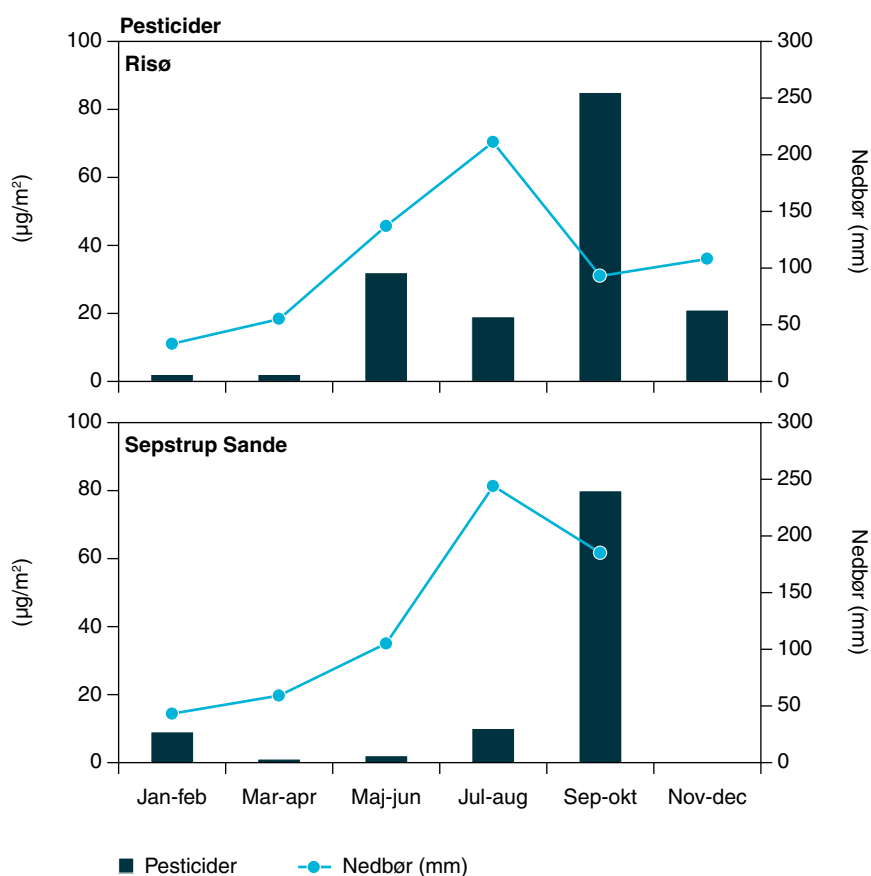
Depositionen af pesticider var ved den ene af de to målestationer, Sepstrup Sande lav det meste af året i 2011. Det skal dog bemærkes, at der ikke fore-

ligger måling, som repræsenterer efterårsmånederne, hvor depositionen normalt er høj. Ved den anden målestation, Risø, var depositionen højest i efterårsmånederne, men der blev også i forårs- og sommermånederne målt høje koncentrationer (figur 5.4). Tidspunktet for høje depositioner af pesticider er sammenfaldende med landbrugets sprøjtetidspunkter.

Blandt de 19 målte pesticider og nedbrydningsprodukter var der i 2011 seks stoffer, hvor indholdet svarede til en deposition på mere end 2 µg/m² i en eller flere prøver.

Ved begge stationer blev der fundet størst deposition af prosulfocarb. Derudover ydede pendimethalin et bidrag til den høje efterårsdeposition. Desethylterbutylazin blev blandt de målte stoffer fundet med den næststørste deposition, den største deposition blev målt ved Risø i forårsmånederne og relativ høj deposition af desethylterbutylazin blev målt ved begge stationer i sommermånederne. Desuden bidrog terbutylazin og MCPA til den høje deposition af pesticider ved Risø i maj-juni måned, og dichlorprop til den høje deposition ved Risø i juli-august (tabel 5.4).

Figur 5.4. Våddeposition af 14 almindeligt anvendte pesticider og 5 nedbrydningsprodukter i 2010 målt over 2-måneders perioder ved Risø og Sepstrup Sande. Kurven angiver nedbørsmængde i den tilsvarende periode (Ellermann et al. 2012a).



Tabel 5.4. Våddeposition i 2011 af de pesticider og nedbrydningsprodukter, der blandt 14 almindeligt anvendte pesticider samt 5 nedbrydningsprodukter af pesticider blev målt på Risø og Sepstrup Sande (S.S.), i mængder større end 2 µg/m² i en eller flere prøver. Summen omfatter alle målte stoffer. nd angiver at koncentrationen af det pågældende stof ligger under detektionsgrænsen. Der var ingen opsamling ved Sepstrup-Sande i september-oktober (Ellermann et al. 2012a).

	Jan-Feb		Mar-Apr		Maj-Jun		Jul-Aug		Sept-Okt		Nov-Dec	
	Risø	S.S.	Risø	S.S.	Risø	S.S.	Risø	S.S.	Risø	S.S.	Risø	S.S.
Desethylterbuthylazin	nd	nd	nd	Nd	17	9,3	0,98	0,42	nd	-	nd	nd
MCPA	nd	nd	0,23	Nd	2,4	1,5	nd	nd	0,17	-	nd	nd
Metamitron	0,48	nd	nd	Nd	1,5	nd	2,4	1,7	nd	-	nd	nd
Pendimethalin	0,89	0,96	0,34	0,63	0,30	0,37	0,73	0,42	5,0	-	2,1	1,7
Prosulfocarb	0,81	0,85	0,58	0,53	0,99	0,87	3,4	0,21	62	-	8,4	8,7
Terbuthylazin	nd	0,42	nd	Nd	9,5	3,0	nd	nd	nd	-	nd	nd
Sum	1,8	2,2	1,6	1,3	33	15	8,8	3,6	69	-	11	10

Prosulfocarb og pendimethalin anvendes til ukrudtsbekæmpelse i vintersæd, og MCPA anvendes til ukrudtsbekæmpelse bl.a. i vårsæd, hvilket passer med tidspunktet for stor pesticiddeposition. Dichlorprop anvendes til ukrudtsbekæmpelse i græsplæner. Terbuthylazin har været anvendt som ukrudtsmiddel, men har fra 2009 ikke længere været tilladt. Det er derfor bemærkelsesværdigt, at terbuthylazin og dets nedbrydningsprodukt desethylterbuthylazin blev påvist i nedbøren i både 2010 og 2011. Prosulfocarb, pendimethalin og MCPA var i 2010, efter glyphosat, de mængdemæssigt mest solgte aktivstoffer i ukrudtsmidler til landbrugsformål ligesom i foregående år (Miljøstyrelsen 2011).

5.4.3 Deposition af nitrophenoler og PAH

Middelkoncentrationer og årlige depositioner af nitrophenoler var i 2011 på samme niveau ved de to stationer ved Risø og Sepstrup Sande.

For PAH var middelkoncentrationer og den årlige deposition generelt højere ved stationen ved Sepstrup Sande end ved stationen ved Risø. Størst deposition blev fundet i vintermånederne januar-februar og marts-april.

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

5.5 Udledning af miljøfremmede stoffer fra punktkilder

En række miljøfremmede stoffer bliver tilført overfladevand ved udledning med spildevand. I 2011 blev udledningen af miljøfremmede stoffer målt sammen med tungmetaller ved 31 renseanlæg, jf. afsnit 5.3. Ligesom for metallerne blev der i 2011 udarbejdet nøgletal for miljøfremmede stoffer.

Målingerne omfattede i 2011 bl.a. humane antibiotika, andre lægemidler, østrogener og etheren triclosan. Disse stoffer har ikke tidligere været med i overvågningen.

5.5.1 Målsætning

Udledningen af miljøfremmede stoffer skal begrænses, så nationalt fastsatte vandkvalitetskrav kan opfyldes. Der er i bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav fastsat krav til en række miljøfremmede stoffer, heriblandt blødgøreren DEHP, bisphenol A og nogle fosfor-triestere (Miljøministeriet 2010).

5.5.2 Udledning af miljøfremmede stoffer fra renseanlæg

Der er målt for følgende stofgrupper af miljøfremmede stoffer i udledninger fra renseanlæg (i parentes det programsatte antal enkeltstoffer):

- PAH (22)
- Aromatiske kulbrinter (13)
- Phenoler (6)
- Halogenerede alifatiske kulbrinter (11)
- P-triestere (4)
- Blødgørere (7)
- Organotinforbindelser (3)
- Bromerede flammehæmmere (3)
- Anioniske detergenter (1)
- Ethere (2)
- Humane antibiotika og andre lægemidler (9)
- Østrogener (3)
- Perfluorerede forbindelser (7).

Der blev i 2011 ikke påvist bromerede flammehæmmere i udledningen fra nogen af de undersøgte anlæg. For de øvrige stofgrupper blev der påvist et eller flere stoffer. Perfluorerede forbindelser, P-triestere humane antibiotika er de stofgrupper, der samlet set blev fundet med størst hyppighed. Blødgøreren DEHP og bisphenol A blev ligeledes fundet relativt hyppigt.

Tabel 5.5. Koncentration af udvalgte miljøfremmede stoffer i udledning fra renseanlæg i 2011 angivet som middel-, median- og maksimumværdi samt fundhyppighed (tal fra Naturstyrelsen 2012).

	Middel	Median	Maksimum	Hyppighed
DEHP (µg/l)	1,95	0,42	9,0	83 %
Bisphenol A (µg/l)	1,22	0,24	26	97 %
Tributhylphosphat (µg/l)	0,12	0,11	0,41	87 %
Triphenylphosphat (µg/l)	0,04	0,02	0,33	50 %
TCPP (µg/l)	1,0	0,89	3,1	90 %
Perfluoroktansulfonsyre (PFOS) (ng/l)	7,6	4,5	37	85 %
Perfluoroktansyre (PFOA) (ng/l)	19	13	180	93 %
Antibiotika og andre lægemidler:				
Sulfamethiazol (µg/l)	0,64	0,58	4,2	90 %
Sulfamethoxazol (µg/l)	0,04	0,02	0,34	55 %
Trimetoprim (µg/l)	0,05	0,03	0,32	70 %
Cimetidin (µg/l)	0,02	0,01	0,16	63 %
Furosemid (µg/l)	2,6	2,0	15	98 %
2-hydroxy-ibuprofen (µg/l)	2,4	0,71	23	95 %
Ibuprofen (µg/l)	0,97	0,50	10	58 %

Ved vurdering af udledninger fra renseanlæg i forhold til miljøkvalitetskravene for overfladevand antages det normalt, at der ved udledning til ferskvand sker en fortynding med en faktor 10. Ved udledning til marine områder vil der være en væsentlig større fortynding. Ved en vurdering skal der desuden tages højde for, at det generelle kvalitetskrav gælder for et gennemsnit af 12 målinger indenfor et år.

Med denne antagelse om fortynding finder man ved vurdering af de målte koncentrationer i forhold til miljøkvalitetskravene, at kravet antagelig har været overholdt for alle stoffer.

6 Grundvand

6.1 Grundvand

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.

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. Vandrammedirektivet har betydet, at der er kommet øget fokus på at beskrive kvaliteten af det grundvand, der strømmer til ferskvand og vådområder.

Overvågningen foregår fortrinsvis gennem NOVANA, der gennem årene har inddraget ca. 2.000 indtag i borerer fordelt på 73 grundvandsovervågningsområder (GRUMO) og 5 landovervågningsoplande (LOOP) (figur 6.1). I 2011 omfattede grundvandsovervågningen vandprøver fra i alt 724 aktive indtag i 65 GRUMO områder. Nettet af stationer er under omlægning, således at der løbende etableres en række enkeltstående borerer uden for GRUMO områderne for at opnå en bedre dækning af grundvandsforekomsterne. Samtidig er overvågningen løbende blevet udbygget således, at der er flere indtag i relativt ungt grundvand. Siden 2007 har grundvandets kvantitative tilstand været overvåget gennem et nationalt program med pejlinger af grundvandsstanden.

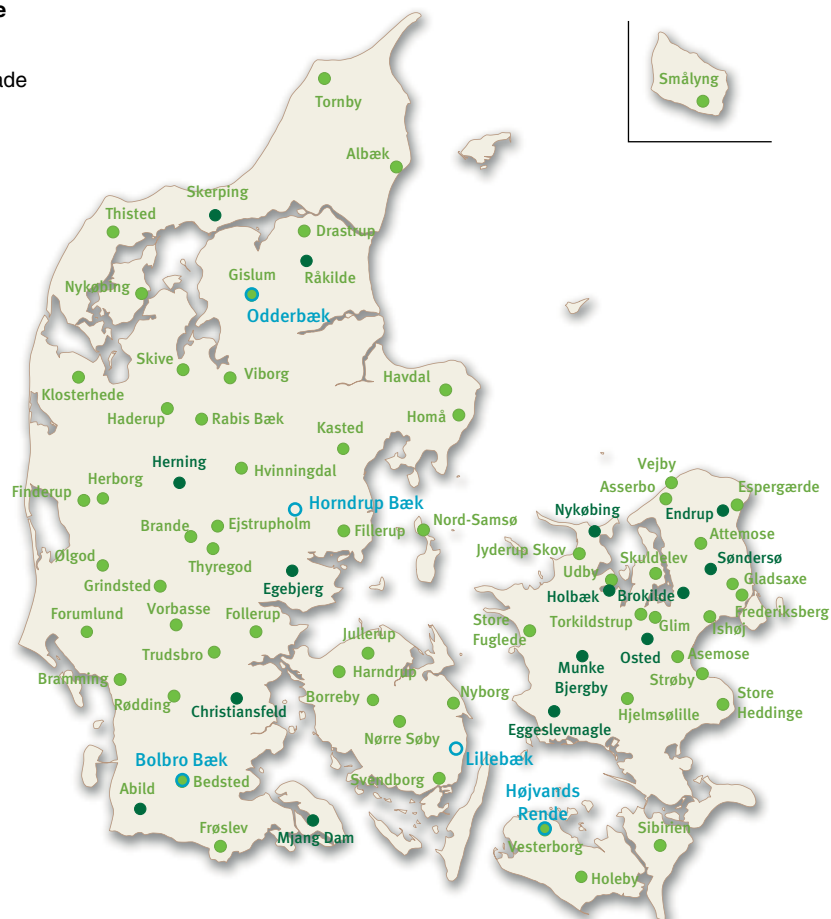
Grundvandsovervågningen fokuserer på den generelle grundvandskvalitet, mens vandværkernes boringskontrol fokuserer på det grundvand, der indvindes til drikkevandsformål.

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.

Grundvands- og landovervågningsområde

- Grundvandsovervågningsområde
- Ikke aktivt Grundvandsovervågningsområde
- Landovervågningsopland



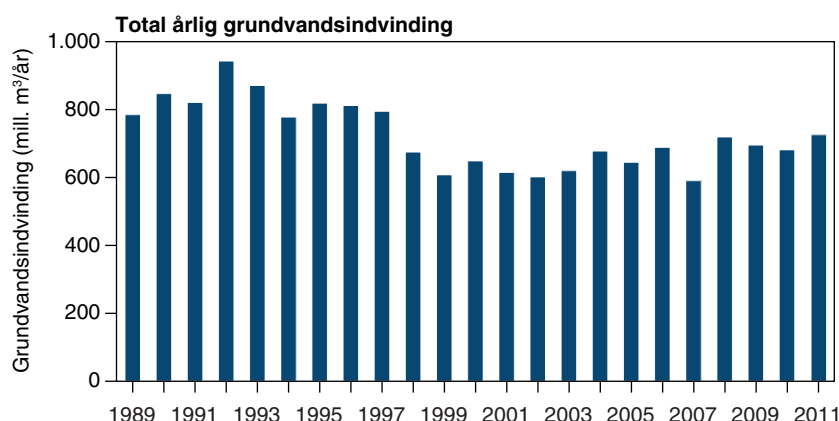
Figur 6.1. Beliggenhed af grundvandsovervågnings-områder (GRUMO) og landovervågningsoplande (LOOP) (Thorling et al. 2012).

6.1.2 Vandindvinding

Vandindvindingen i Danmark er udelukkende baseret på grundvand. Vandindvindingen omfatter indvinding til såvel drikkevand som erhvervsformål, herunder markvanding. Markvandingen er stærkt varierende og påvirket af klimaet, og det er af stor betydning for den samlede vandindvinding, om vandingsbehovet det pågældende år er stort eller lille.

Den samlede grundvandsindvinding i perioden 1989 – 2011 er vist i figur 6.2. Fra begyndelsen af 1990'erne har der været en markant faldende tendens frem til årtusindeskiftet, hvorefter niveauet siden årtusindeskiftet har været relativt stabilt omkring 600-700 mio. m³ pr. år. Fraregnes indvindingen til markvanding har indvindingen siden omkring årtusindeskiftet ligget på et stabilt niveau på ca. 500-550 mio. m³/år.

Figur 6.2. Den samlede grundvandsindvinding i Danmark i 1989-2011. Data fra 2011 foreløbig på grund af ufuldstændig indberetning (Thorling et al. 2012).

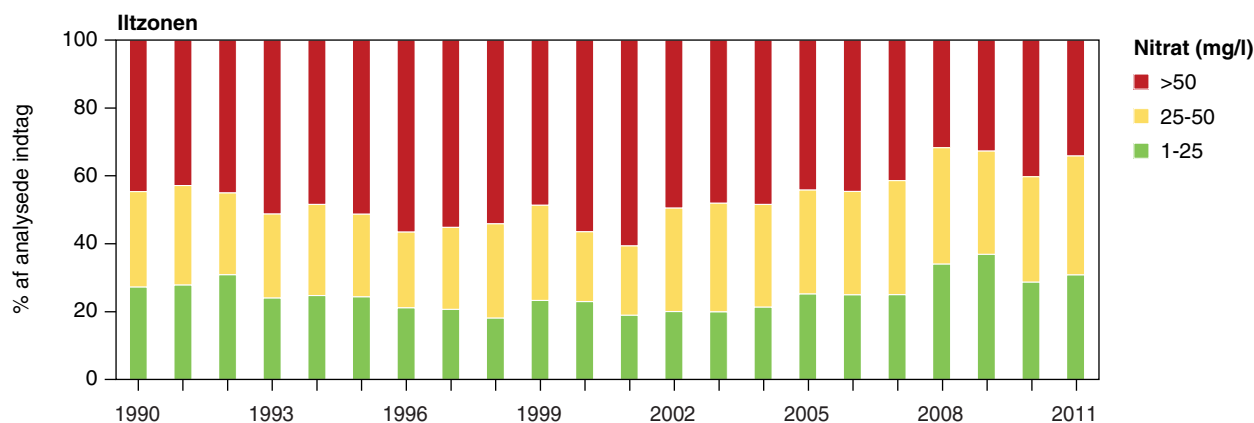


6.2 Status for nitratindehold i grundvand

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

6.2.1 Målopfyldeelse

Grænseværdien for nitrat i drikkevand og i grundvand er ifølge både Drikkevandsdirektivet og Grundvandsdirektivet 50 mg nitrat/l. Der er en tydelig tendens til faldende hyppighed af overskridelser af denne grænseværdi i det iltede grundvand (figur 6.3). De senere år har nitratindeholdet i det iltede grundvand været højere end grænseværdien i 30-40 % af indtagene mod ca. halvdelen i midten af 1990'erne.

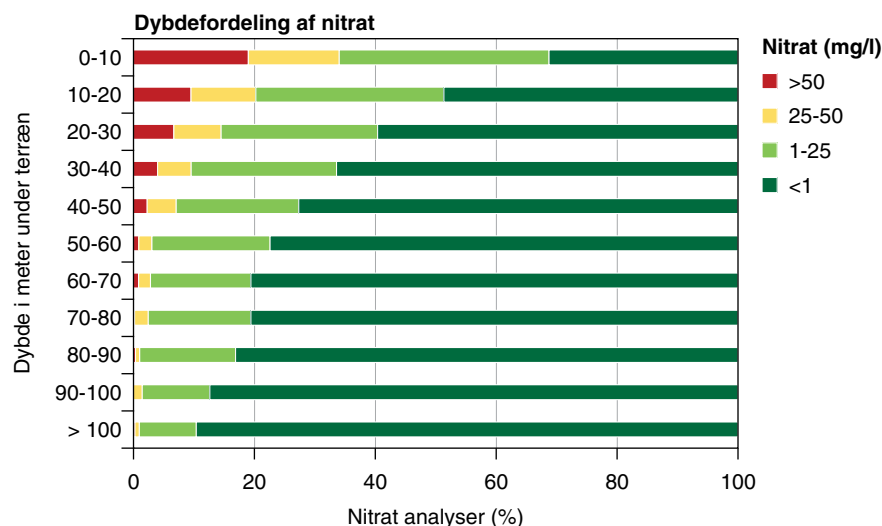


Figur 6.3. Fordeling af nitratindehold i perioden 1990-2011 i grundvand i iltzonen (med ilt > 1 mg/l). Den enkelte søjle repræsenterer grundvand fra flere indtag med vidt forskellige aldre (Thorling et al. 2012).

6.2.2 Dybdemæssig fordeling af nitrat

Den største del af analyserne med forhøjet indhold af nitrat kom i perioden 1990-2011 fra indtag, der ligger ned til 50 meter under terræn, og de højeste nitratindehold findes ikke uventet i de øverste 10 meter af jordlagene (figur 6.4).

Figur 6.4. Fordeling af nitrat-indholdet i 1990-2011 efter indtagsdybde under terræn i land- og grundvands-overvågning, boringskontrol i vandværkernes indvindingsboringer og 'Andre borer' (Thorling et al. 2012).



6.3 Udvikling i nitratindhold i grundvand

Udviklingen i nitratindhold i grundvandet i perioden 1990-2011 er vist i figur 6.5 for det øverste grundvand i landovervågningsområderne og i iltet grundvand i grundvandsovervågningsområderne, som typisk er det øverste grundvand.

6.3.1 Landovervågningsområder

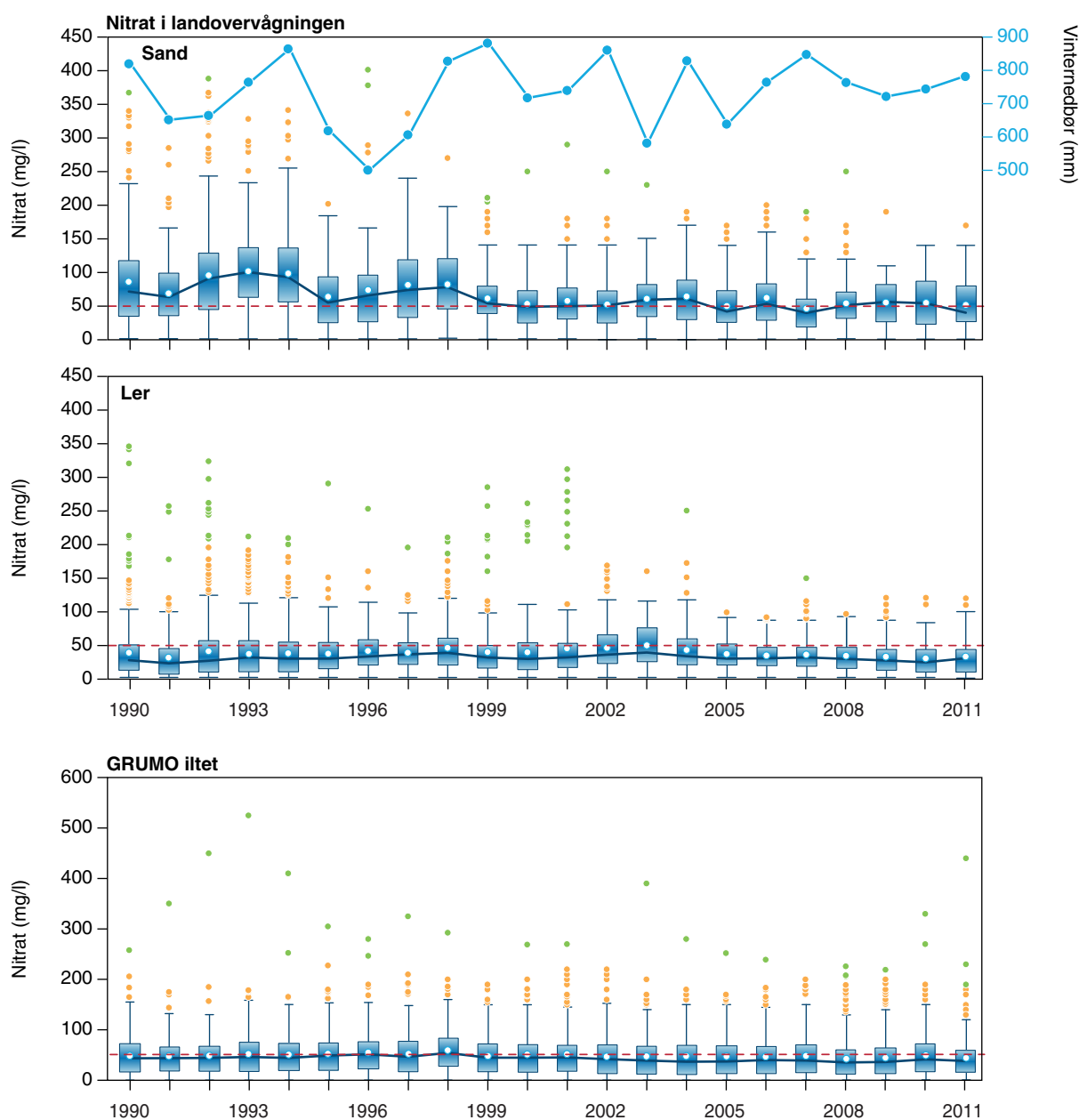
Der er stor spredning på de målte nitratkoncentrationer i det overfladenære grundvand i landovervågningsoplandene (LOOP) (figur 6.5) i både sand- og lerområderne. Nitratindholdet i sandområderne er generelt højere end i lerområderne. Da iltindholdet ikke er målt, kan LOOP data ikke relateres til mulighederne for omsætning af nitrat i det undersøgte grundvand.

For perioden 1990-2011 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 mg N/l). Faldet var størst frem til vinteren 1999/2000, hvorefter ændringerne har været små.

I lerområderne har det gennemsnitlige nitratindhold 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, når der alene vurderes på baggrund af analyser med nitratindhold over 1 mg/l.

6.3.2 Grundvandsovervågningsområder

I det iltholdige grundvand i GRUMO-områderne (figur 6.5 nederst) viser gennemsnitsværdierne af de målte nitratkoncentrationer for perioden 1990-2011 et fald fra den højeste værdi på ca. 60 mg/l i 1998 til ca. 45 mg/l i 2011.



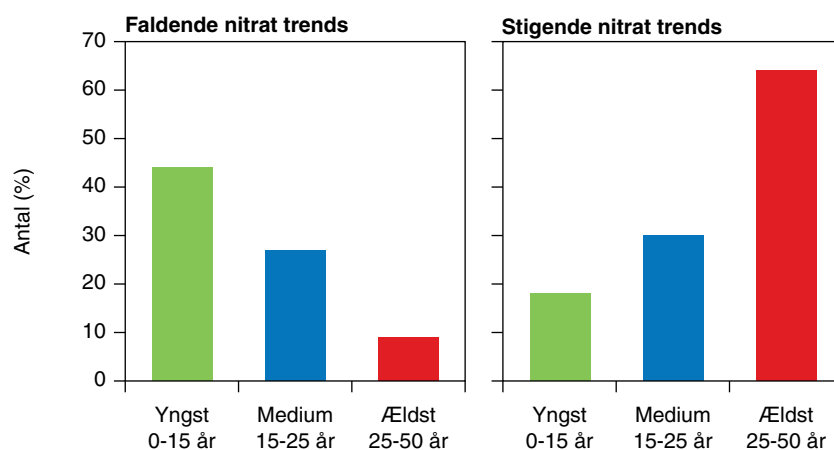
Figur 6.5. Udviklingen i nitratindehold i grundvand i perioden 1990-2011. Øverst er vist resultater fra landovervågningsområders højtliggende grundvand i sand- og lerjordsområder sammenlignet med vinternedbøren (øverste kurve). Kun nitratanalyser >1 mg/l og indtag ned til 6 m's dybde. Nederst er vist resultater fra det iltede grundvand i grundvandsovervågningsområderne. Kurven i boksen forbinder medianværdierne. Desuden er vist 75 % og 25 % fraktiler i minimums og maksimumsværdier af analyseresultater det enkelte år, samt grænseværdien for nitrat i drikkevand og grundvand på 50 mg/l. Grønne prikker viser målinger større end 75 % fraktil + 3(75 % fraktil - 25 % fraktil). Orange prikker viser større end 75 % fraktil + 1,5(75 % fraktil - 25 % fraktil) (Thorling et al. 2012).

6.3.3 Virkning af indsats på nitratindehold

Nitratindeholdet i iltet grundvand, som er dannet efter vedtagelse af Vandmiljøplanen i 1987, er en indikator på vandmiljøplanernes effekt på grundvandet.

En analyse af data for nitratindeholdet i iltet grundvand i forhold til grundvandets alder har vist, at andelen af overvågningsboringer i det yngste iltede grundvand med signifikant faldende nitratindehold er større end i det ældre iltede grundvand (figur 6.6). Der findes imidlertid også stadig boringer i det yngste iltede grundvand, hvor nitratindeholdet er signifikant stigende.

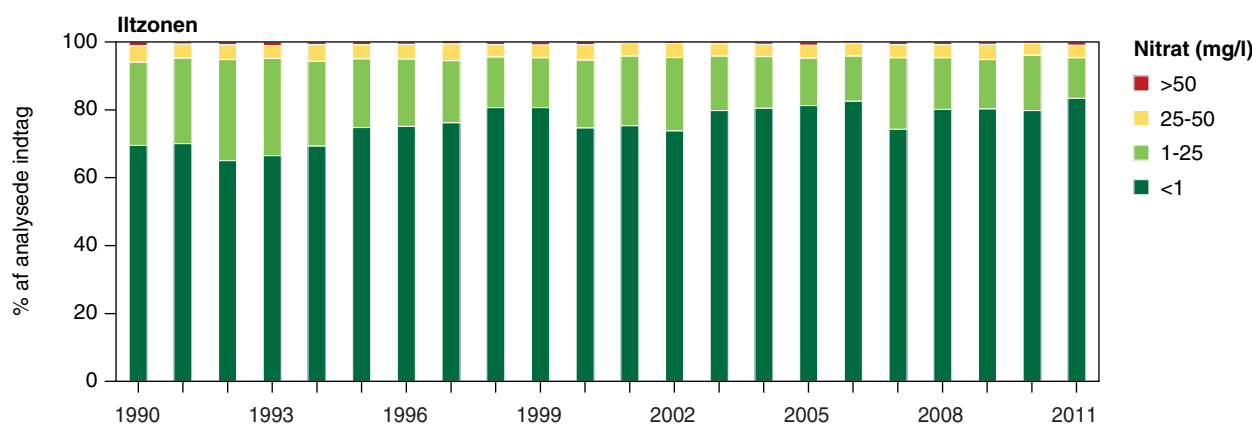
Figur 6.6. Andel af overvågningsboringer med iltet grundvand, med henholdsvis signifikant faldende og signifikant stigende nitratindehold inddelt i forhold til grundvandets alder (Thorling et al. 2012).



Det faldende nitratindehold i det unge iltede grundvand er sammenfaldende med faldende kvælstofoverskud i landbruget (figur 2.10). Dette indikerer en positiv effekt af indsatsen for at begrænse kvælstofoverskuddet.

6.3.4 Nitrat i vandværkernes indvindingsboringer

Kun få af vandværkernes indvindingsboringer har et nitratindehold, der er højere end grænseværdien i drikkevand på 50 mg/l (figur 6.7). Dette skyldes bl.a., at indvindingsboringer med for højt nitratindehold tages ud af drift og erstattes af dybere borer med lavere nitratindehold.



Figur 6.7. Fordelingen af det årlige antal nitratanalyser i vandforsyningsboringer i perioden 1990-2011 fordelt i koncentrationsklasser (Thorling et al. 2012).

6.4 Fosfor i grundvand

Fosfor i grundvand bidrager til fosfortilførslen til de vandløb og søer, hvor der strømmer grundvand til. Kilden til grundvandets fosforindehold vurderes hovedsageligt at være de jordlag, grundvandet indvindes fra.

I 2011 er fosfor-indholdet målt som henholdsvis total-fosfor og orto-fosfat i lighed med målingerne i ferskvand. Tidligere er der i grundvand kun målt total-fosfor. Total-fosfor udgør summen af alle fosfor-forbindelser, dvs. orto-fosfat og andre fosfor-forbindelser.

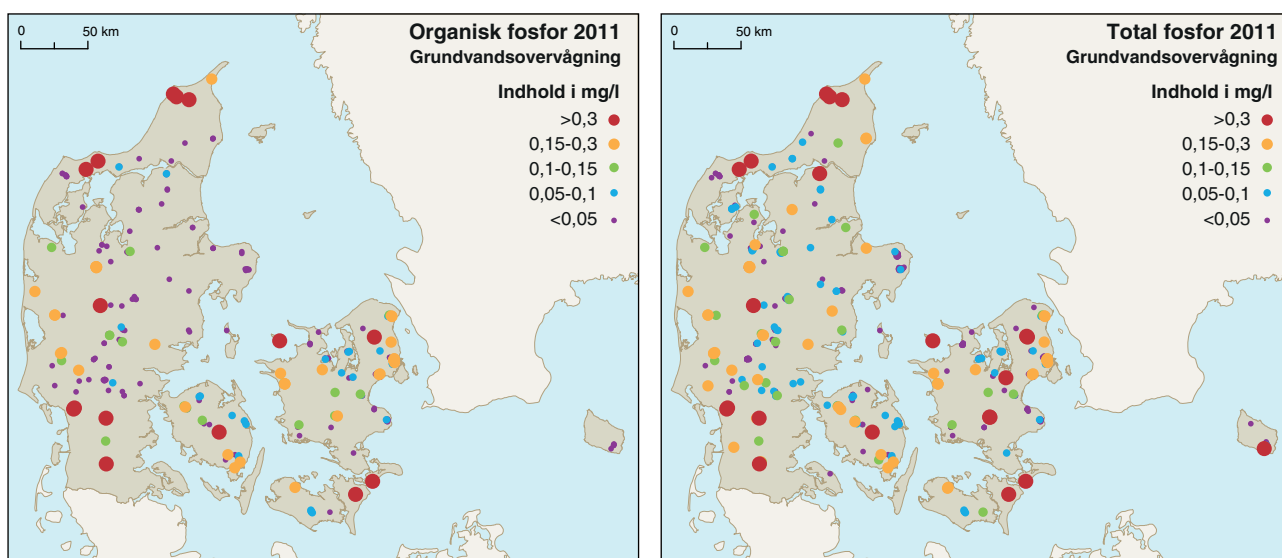
6.4.1 Målsætning

Grænseværdien for fosfor i drikkevand er ifølge Drikkevandsdirektivet 0,15 mg/l. Grænseværdien er begrundet i, at højt fosforindhold kan være indikator for spildevandspåvirkning, og ikke fordi fosfor er sundhedsskadeligt.

6.4.2 Status for fosforindhold i grundvand

Grundvandets indhold af orto-fosfat er tilsyneladende uafhængig af såvel dybden som iltholdene i grundvandet. Variationerne i grundvandets fosforindhold tilskrives de resterende "andre" fosfor-forbindelser, som formodentlig er organisk bundet fosfor.

Der er ikke fundet nogen tydelig geografisk fordeling af hverken organisk fosfor eller total-fosfor i grundvandet (figur 6.8).



Figur 6.8. Organisk fosfor og total-fosfor i grundvandsovervågningen i 2011 (Thorling et al. 2012)

6.5 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.

Aluminium, arsen, bly, bor, cadmium, kobber, nikkel og zink er med i grundvandsovervågningen. Blandt disse er aluminium, bor, nikkel og arsen også med i 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 allergi. Arsen er yderst giftigt for mennesker.

6.5.1 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 2011). Både nikkel og arsen kan til en vis grad fjernes i vandværkernes traditionelle sandfiltre og tilbageholdes i okkerslammet.

6.5.2 Uorganiske sporstoffer i grundvand i 2011

Aluminium blev i 2011 fundet i grundvandsovervågningen med hyppigst overskridelse af kvalitetskravet for drikkevand. Kvalitetskravet var overskredet i grundvandet i knap 10 % af de knap 600 undersøgte indtag. Arsen og nikkel blev fundet med overskridelse af kvalitetskravene med næststørste hyppigheder på 5-6 %. Samlet set blev der i grundvandet i grundvandsovervågningen fundet overskridelse af kvalitetskravet i drikkevand for et eller flere af de uorganiske sporstoffer i ca. 20 % af de undersøgte indtag.

I grundvandet i vandværkernes indvindingsboringer blev arsen og dernæst nikkel fundet hyppigst med overskridelse af kvalitetskravene for drikkevand. Samlet set blev der fundet overskridelse af kvalitetskrav til uorganiske sporstoffer i ca. 16 % af de i alt ca. 1700 undersøgte indtag.

6.6 Pesticider i grundvand

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter i grundvand kan stamme fra anvendelse i landbrug, skovbrug, udyrkede arealer og haver i byområder samt spild og punktkilder som fx vaskepladser. Stofferne bliver kun i et vist omfang tilbageholdt eller nedbrudt ved traditionel vandbehandling på danske vandværker.

6.6.1 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) og omsat til dansk ret i Drikkevandsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2011) samt i EU's grundvandsdirektiv (Europaparlamentet og Rådet, 2006) ud fra et forsigtighedsprincip. Grænseværdierne på 0,1 og 0,5 µg/l er ikke fastsat ud fra en sundhedsmæssig vurdering.

6.6.2 Pesticider i grundvand i 2011

Der blev i 2011 fundet et eller flere pesticider i knap 40 % af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen og grænseværdien var overskredet i 11 % af boringerne. Siden 2003 er der overvejende blevet analyseret for pesticider i grundvandsindtag, hvor grundvandet er dateret til at være yngre end fra ca. 1950, og der er inddraget nye pesticider og nedbrydningsprodukter i løbet af programperioderne. Udtagningen af vandprøver er også blevet ændret så der i stigende omfang udtages vandprøver fra mere højtliggende grundvand, hvor pesticider oftere forekommer. Blandt andet betyder dette, at hyppigheden af pesticidfund har været højere i perioden efter 2003 end i perioden før.

Hyppigheden af pesticidfund er lavere i vandværkernes indvindingsboringer end ved grundvandsovervågningen. Dette kan skyldes, at vandværkerne ofte tager boringer med pesticidfund ud af drift. I vandværkernes indvindingsboringer blev der i 2011 fundet pesticider i 23 % af boringerne med overskridelse af grænseværdien for pesticider i grundvand i 4 %, hvilket er samme niveau de foregående år siden 2004.

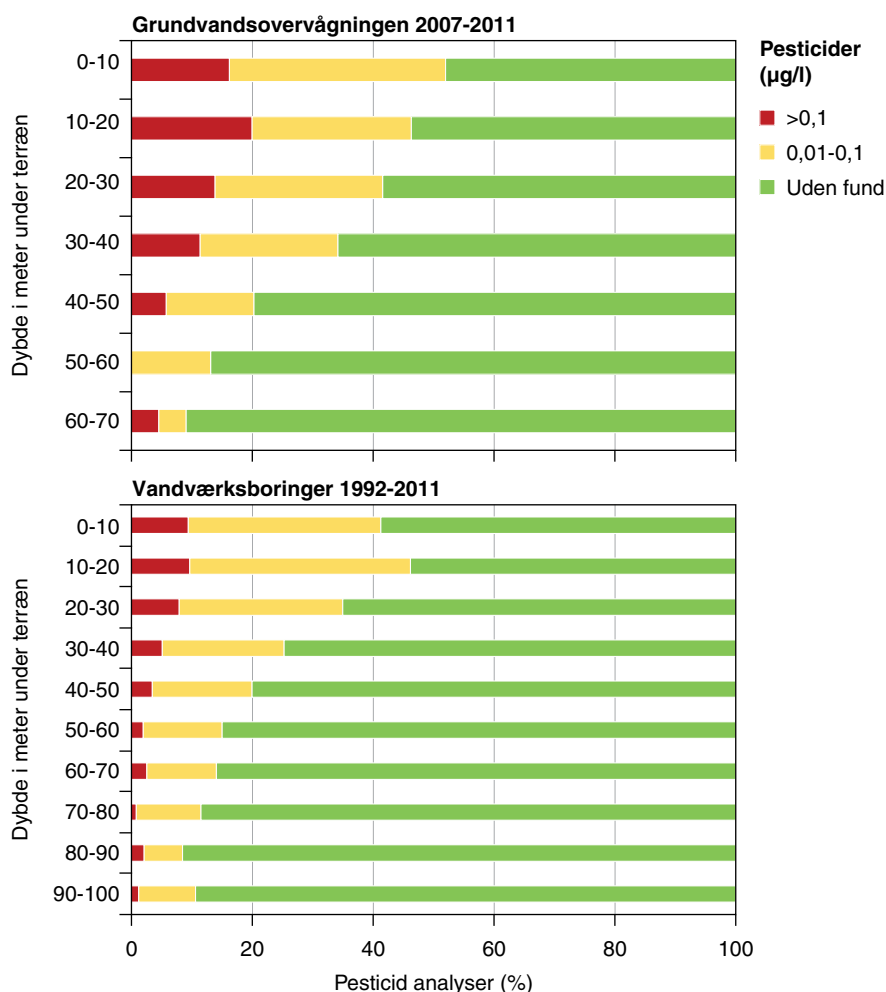
Pesticider og nedbrydningsprodukter er fundet med størst hyppighed i de øvre grundvandsmagasiner. Det gælder både ved grundvandsovervågningen og vandværkernes boringskontrol (figur 6.9).

De undersøgte pesticider og nedbrydningsprodukter kan opdeles i godkendte stoffer, regulerede stoffer og forbudte stoffer. Til de "godkendte" henregnes pesticider, som er godkendt til anvendelse uden at der efterfølgende er sket reguleringer, samt deres nedbrydningsprodukter. Til de "regulerede" henregnes pesticider, som er godkendte, men hvor der efter den oprindelige godkendelse er sket en regulering i deres anvendelse for at nedsætte risikoen for nedsivning til grundvandet.

I 2011 blev der fundet godkendte pesticider eller nedbrydningsprodukter i 1 % af de undersøgte indtag, regulerede pesticider eller nedbrydningsprodukter heraf i 6 % af de undersøgte indtag og forbudte pesticider eller nedbrydningsprodukter i 34 % af de undersøgte indtag. Fundene af de regulerede pesticider kan stamme fra stoffernes anvendelse før de blev regulerede.

Det hyppigst fundne stof er BAM, som er et nedbrydningsprodukt af dichlobenil, der blev forbudt i 1996. BAM blev i 2011 fundet med størst hyppighed (ca. 20 %) og hyppigst overskridelse af grænseværdien i såvel grundvandsovervågningen (ca. 5 %) som ved vandværkernes boringskontrol (3 %) og andre typer af grundvandsboringer (8 %).

Figur 6.9. Dybdemæssig fordeling af hyppigheder af pesticidfund i grundvandsovervågningen i 2007-2011 og ved vandværkernes boringskontrol i 1992-2011. Antallet af boringer er størst i de øvre grundvandsmagasiner, 277 boringer i 0-10 m's dybde med 22 i 60-70 m's dybde i grundvandsovervågningen, og tilsvarende 160 og 85 vandværksboringer (Thorling et al. 2012).

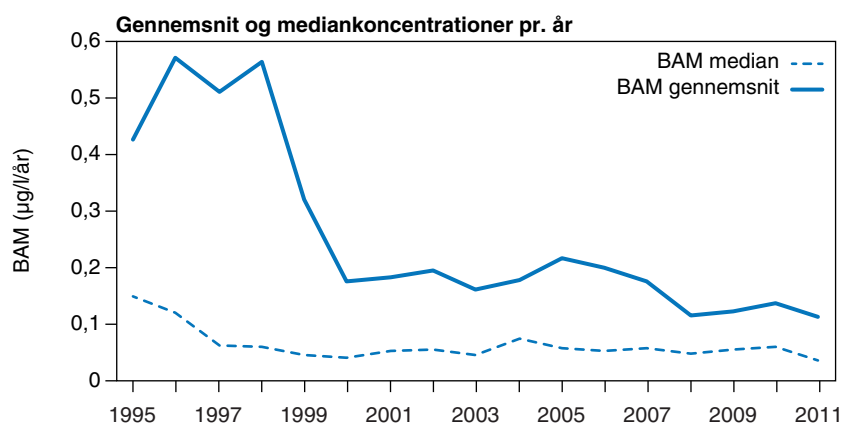


Gennemsnitskoncentrationen af BAM i grundvandsovervågningen har været faldende siden forbuddet i 1996 (figur 6.10). Da hyppigheden af fund ikke er faldet tilsvarende, kan de faldende koncentrationer skyldes omsætning i både grundvandsmagasiner og de øvre umættede jordlag, aftagende udvaskning fra de øvre jordlag og tilbageholdelse i grundvandsmagasinerne.

Glyphosat er blandt de godkendte undersøgte pesticider, og var som de foregående år det ukrudtsmiddel, der blev solgt i størst mængde i 2011 (Miljøstyrelsen 2011). Glyphosat og dets nedbrydningsprodukt AMPA blev i 2011 fundet i henholdsvis 0,8 % og 0,6 % af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen, dog ikke nødvendigvis i samme indtag, og grænseværdien for begge stoffer var overskredet i 0,3 %. Fundhyppighederne af de to stoffer i grundvandsovervågningen var i 2010 lavere end de seneste foregående par år. Faldet i 2010 er fortsat i 2011. I en boring med to indtag med fund af høje glyphosat og AMPA koncentrationer er der vist en utæthed over begge indtag. Da den ene utæthed ligger over grundvandsspejlet, stammer fund af de to stoffer i dette indtag fra grundvandet, mens fund af de to stoffer i det andet dybereliggende indtag ikke nødvendigvis stammer fra grundvandet i prøvetagningsdybden, men måske fra højere niveauer i grundvandet, hvor utætheden er konstateret. Fraregnes dette dybtliggende indtag i 2011, er de to stoffer fundet i 0,6 % og 0,5 % af de analyserede indtag.

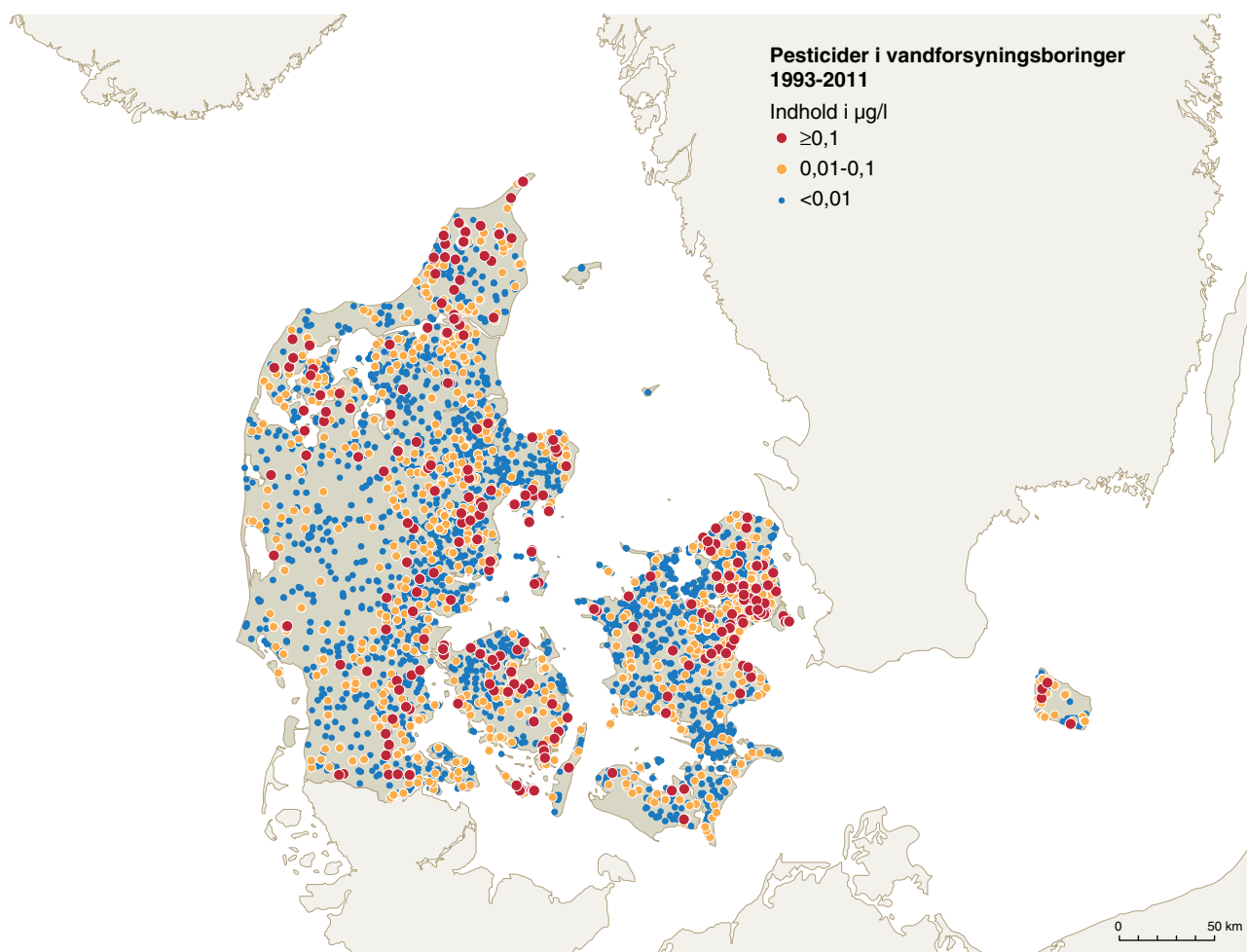
Glyphosat blev i 2011 påvist i 1 ud af 185 af undersøgte vandværksboringer med et indhold under grænseværdien. AMPA blev ikke påvist.

Figur 6.10. Gennemsnits- og mediankoncentration af BAM (2,6-dichlorbenzamid), der er nedbrydningsprodukt af dichlorbenil, der blev forbudt i 1996. Koncentrationerne er beregnet ud fra analyser med fund i grundvandsovervågningen (fra Thorling et al. 2012).



6.6.3 Regional fordeling i aktive vandværksboringer

Ved vandværkernes kontrol af indvindingsboringer blev der i 2011 fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i 23 % af de undersøgte aktive boringer. I 4 % af boringerne var grænseværdien overskredet. BAM og bentazon var dominerende med fundhyppigheder på henholdsvis 18 og 2 %, hvor grænseværdien var overskredet i henholdsvis 2,9 og 0,2 %. BAM er nedbrydningsprodukt af et forbudt pesticid og brugen af bentazon blev reguleret i 1995. Der er tilsyneladende en overrepræsentation af pesticidfund i lerede områder, hvor der også er den største befolkningstæthed (figur 6.11). På sandede jyske hedesletter er der kun få fund af pesticider. Dette kan forklares med, at vandværkerne generelt indvinder fra større dybder her end i resten af landet i de sandede områder. Samtidig er datatætheden lav i disse områder på grund af den lavere befolkningstæthed.



Figur 6.11. Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter ved vandværkernes kontrol af indvindingsboringer 1993-2011. Kun aktive indvindingsboringer er medtaget i figuren. Boringerne er vist med fund, hvis der er fundet pesticider en eller flere gange. Den enkelte boring indeholder derfor ikke nødvendigvis pesticider i dag (Thorling et al. 2012).

6.7 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 eller kun lidt højere end detektionsgrænsen, og det har ofte ikke været muligt at finde stofferne i nye prøver.

I 2011 var der fund af organiske mikroforureninger i knap 15 % af ca. 600 undersøgte indtag i grundvandsovervågningen. I ca. 2 % af de undersøgte indtag var kvalitetskravet for drikkevand overskredet.

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 fører dræning til forurening med okker.

Forurening med organisk stof er i vidt omfang afhjulpnet ved biologisk rensning af spildevand, og virkningen af denne indsats har vist sig relativt 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.

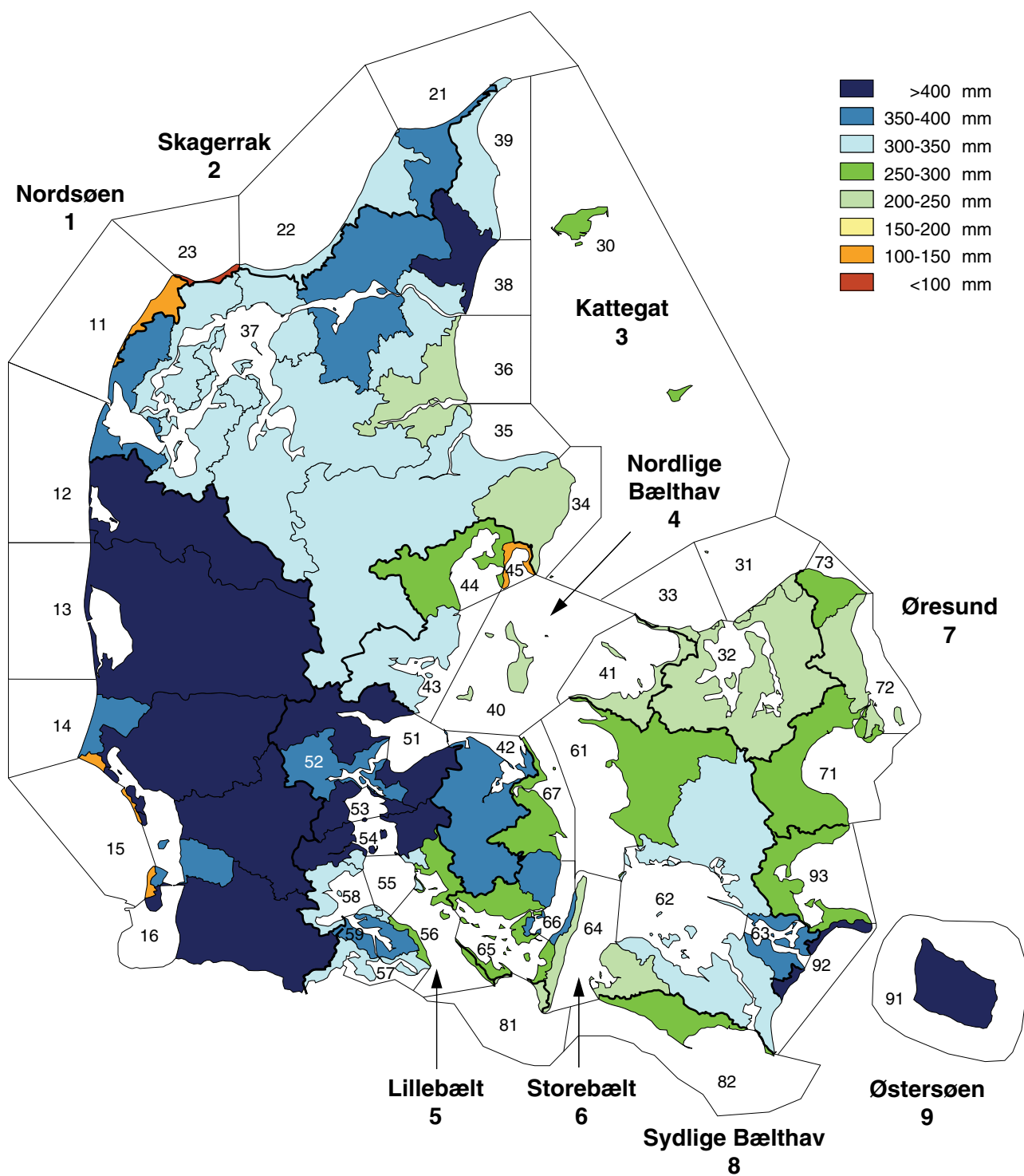
7.1.1 Overvågningsprogrammet

Overvågningsprogrammet var i 2011 sammensat således, at måleresultaterne giver oplysning om tre vigtige forhold:

- *Den økologiske tilstand på et repræsentativt stationsnet.* Årlige undersøgelser af smådyrsfaunaen på ca. 250 stationer, et ekstensivt program på 800 stationer samt 35 stationer med årlige målinger til brug i vurderingen af påvirkning fra klimaændringer. Endelig indgår der et stort antal stationer i et operationelt program, som ikke indgår i afrapporteringen.
- *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 m.v. 12-24 gange om året.

7.1.2 Klima og afstrømning i 2011

Den gennemsnitlige ferskvandsafstrømning var på 348 mm, hvilket svarer til ca. 15.000 mio. m³. Det er 9 % mere end i 2010 og ligeledes 9 % mere end gennemsnittet for 1990-2010. Forskellen i afstrømningen mellem årene 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 nedbørmængden er der store forskelle i vandløbsafstrømningen mellem landsdele (figur 7.1).



Figur 7.1. Ferskvandsafstrømningen (i mm) til marine kystafsnit 2011 (Wiberg-Larsen et al. 2012).

Oplandene til det sydlige Bælthav, Storebælt, Østersøen og Øresund havde de laveste ferskvandsafstrømninger, typisk mellem 200 og 300 mm. De største afstrømninger forekom som normalt i Vestjylland med et niveau generelt over 400 mm.

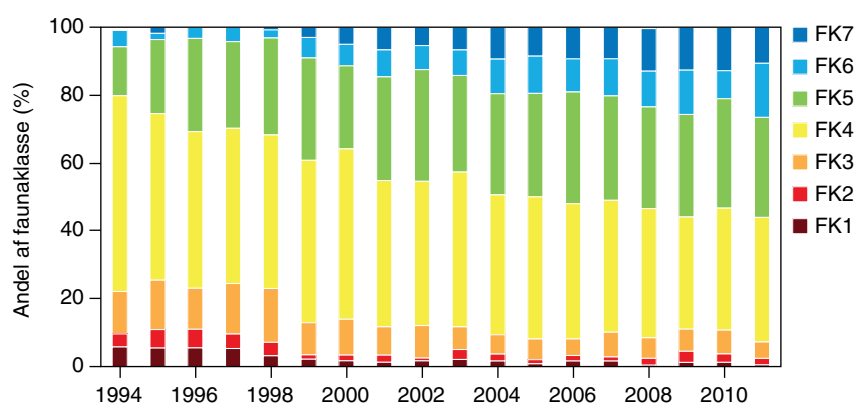
7.2 Økologisk vandløbskvalitet – smådyr

7.2.1 Udvikling i økologisk tilstand.

Den økologiske tilstand i vandløb fastlægges ud fra hvilke smådyr der findes i vandløbene. Vandløbene inddeles i faunaklasser på en skala fra 1 til syv ud fra hvilke smådyr der findes, hvor faunaklassen er højere jo bedre økologisk tilstand. Faunaklasse 5 og derover betegnes generelt som god økologisk tilstand.

Der er ikke anvendt samme undersøgelsesmetode og vandløbsstationer gennem hele overvågningsperioden siden 1989. Kun data fra 1994 har derfor kunnet indgå i beskrivelse af udviklingen.

Figur 7.2. Udvikling i fordeling i faunaklasser i vandløb (Dansk Vandløbs Fauna Indeks) undersøgt igennem perioden 1994-2011 (Wiberg-Larsen et al. 2012).



Der er en meget klar positiv udvikling i tilstanden i de ca. 250 vandløb, som indgår i denne del af programmet. Udviklingen synes dog at aftage de seneste 4-5 år.

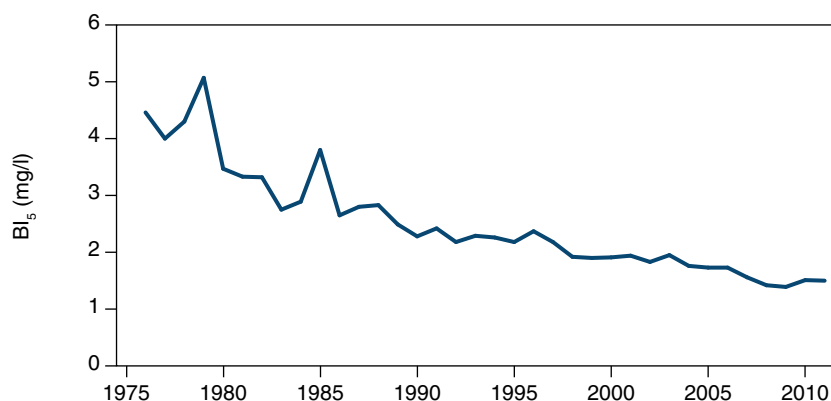
Der er lavet en revurdering af datagrundlaget for figur 7.2 især i de første år. Dette har medført en lavere andel af faunaklasse 5-7 i de første år i figur 7.2, hvorimod der ikke er ændret på andelen af klasse 5-7 de senere år. Dermed er udviklingen betydeligt mere klar med en stigning i andelen af faunaklasse 5-7 fra ca. 20 % i 1994 til nu ca. 55 %.

En væsentlig faktor for tilstanden i et vandløb er vandets indhold af organisk stof (iltforbrugende stof angivet som BI5), som primært stammer fra udledning af spildevand (husholdninger, dambrug, industri m.m.) samt tidligere fra landbrugets møddinger m.m.

Det er primært i perioden frem til ca. 1995, der er sket et markant fald i indholdet af organisk stof – eller ca. det tidspunkt, hvor beskrivelsen af den positive tidlige udvikling i vandløbenes økologiske tilstand starter (figur 7.2). Der synes derfor at være en tidsforskydning i effekten af en forbedret spildevandsrensning. Det er ikke helt usandsynligt med en sådan tidsmæssig forskydning, idet det kan tage tid for nogle af dyrene at komme fra rene vandløb til de vandløb, hvor vandkvaliteten er forbedret.

Det skal understreges, at vandets indhold af organisk stof er én stressparameter for vandløb, men der findes også andre herunder især de fysiske forhold. Det har ikke været muligt at "isolere" effekten af en enkelt faktor, fx ændret vedligeholdelse i datamaterialet.

Figur 7.3. Udviklingen i iltforbrugende stof i en række større vandløb (Wiberg-Larsen et al. 2012).



7.3 Kvælstof i vandløb

Kvælstofindholdet i vandløb har generelt begrænset 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 2011

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

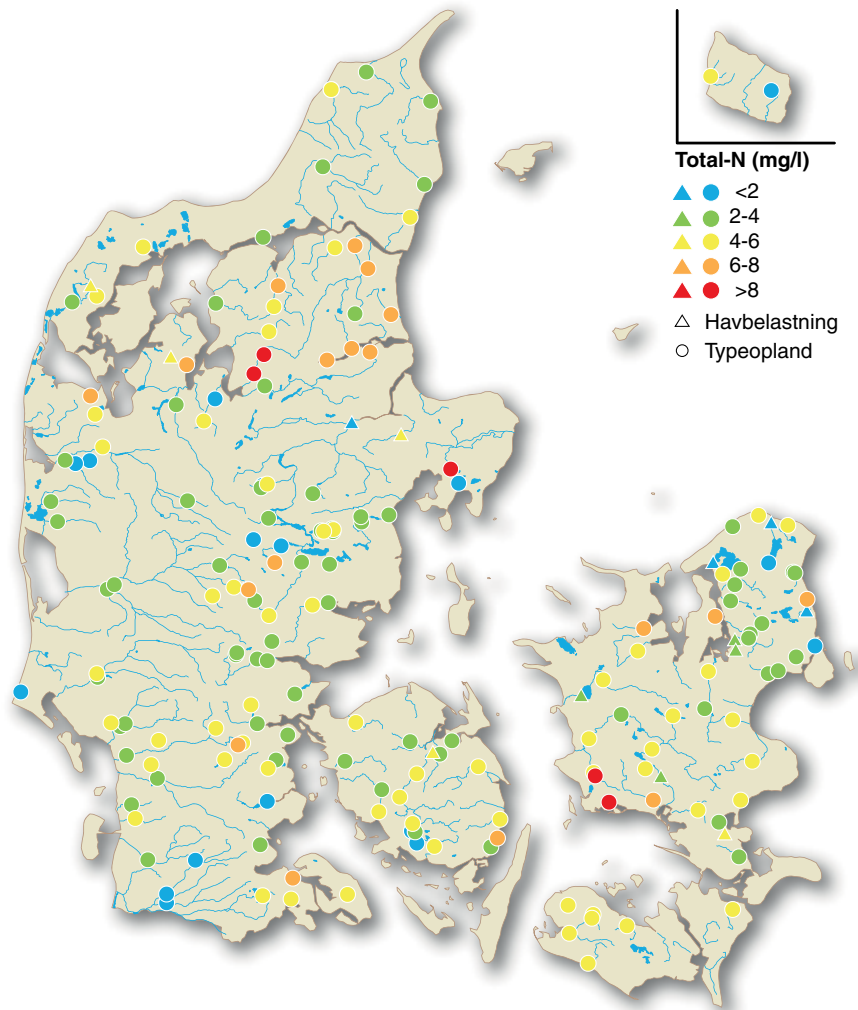
Kvælstofniveauet afhænger af arealanvendelsen i vandløbsoplandet. I vandløb i de dyrkede oplande er kvælstofkoncentrationen ca. 4 gange højere end i naturoplandene, mens vandløb med spildevandstilførsel generelt har et lavere kvælstofniveau (tabel 7.1). De store forskelle inden for samme belastningstype skyldes forskelle i geologi og dyrkningspraksis i de forskellige oplande.

Tabel 7.1. Gennemsnitlig koncentration og arealkoefficient af total kvælstof i 2011 i vandløb med forskellig type af påvirkninger. Standardafvigelse er vist i parentes (Wiberg-Larsen et al. 2012).

Belastningstype	Antal vandløb	Kvælstofkoncentration (mg N/l). Gennemsnit af vandførings- vægtede årsmiddelværdier	Arealkoefficient (kg N/ha)
Naturvandløb	10	1,0 (0,55)	-
Landbrug og punktkilder	51	3,83 (1,6)	13,59 (5,54)
Landbrug uden punktkilder	98	4,34 (1,82)	14,29 (9,33)

Arealkoefficienterne for landbrugsoplande med og uden byspildevand var stort set de samme som i 2010, selv om koncentrationerne i 2011 var lidt lavere.

Figur 7.4. Koncentrationen af total kvælstof i vandløb i 2011. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier (Wiberg-Larsen et al. 2012).

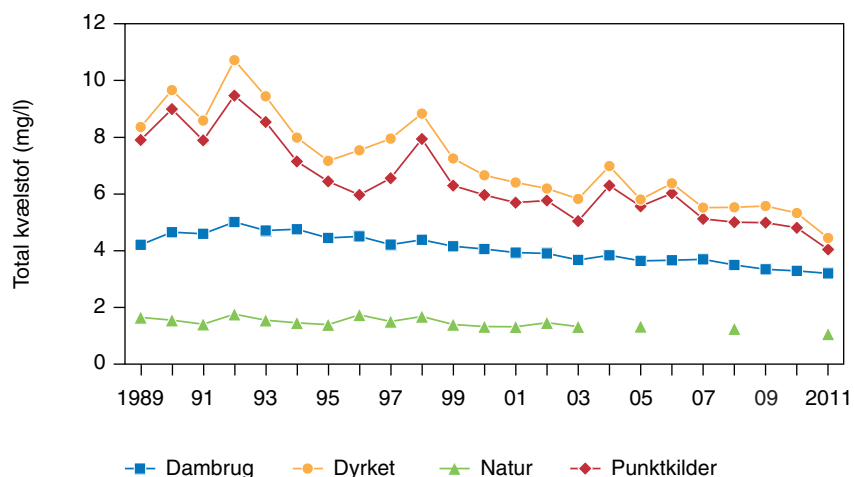


7.3.2 Udvikling siden 1989

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 7.5). I vandløb med betydelige udledninger fra dambrug har der kun været en mindre reduktion. Her har koncentrationsniveauet dog været lavere gennem hele perioden, primært fordi dambrugsdrift er koncentreret i grundvandsfødte vandløb i egne, hvor nitratingholdet i grundvandet er lavt.

Der ses et markant fald i kvælstofindholdet fra 2010 til 2011. Som det fremgår af figur 7.5 har der været andre år, hvor kurven er "knækket" et enkelt år – både i opad- og nedadgående retning – så det er for tidligt at tolke på en evt. udvikling.

Figur 7.5. Udvikling i kvælstof-koncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger, klassificeret ud fra forholdene i 1991 (Wiberg-Larsen et al. 2012).



7.4 Fosfor i vandløb

Fosforindholdet i vandløb har kun begrænset betydning for den biologiske kvalitet i vandløb. Fosforindholdet er alligevel vigtigt, fordi fosfor transporteres via vandløb til nedstrøms liggende 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 2011

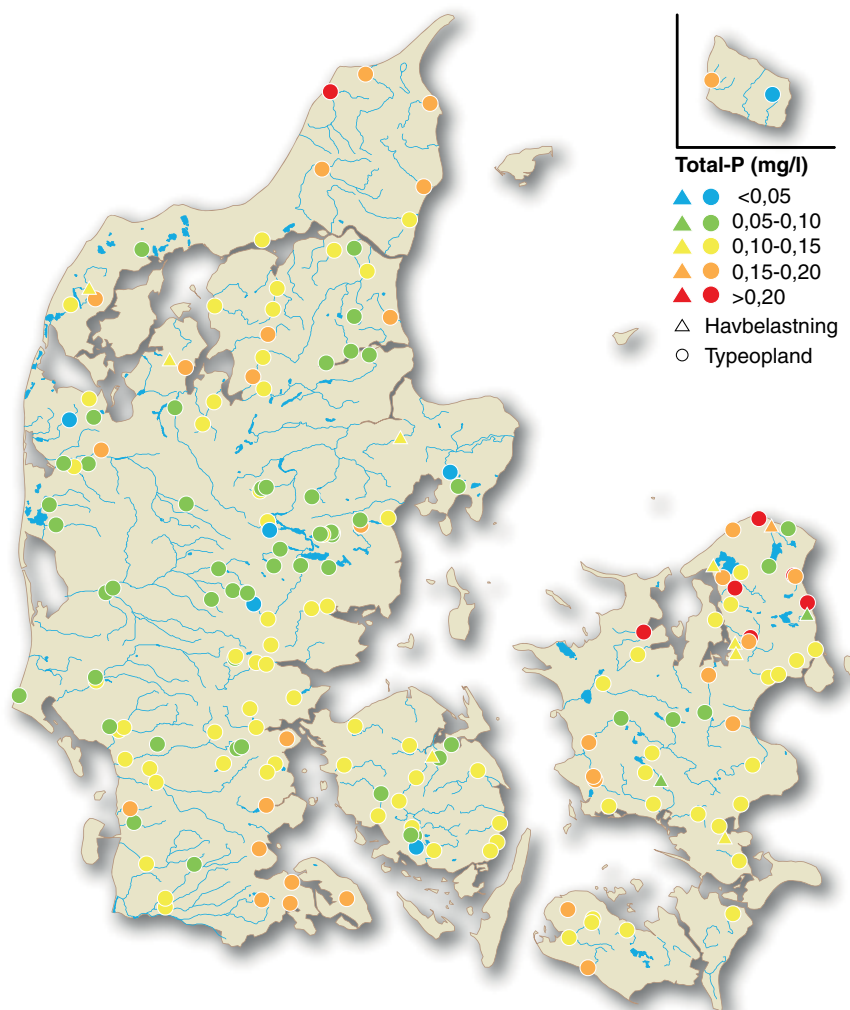
Høje fosforkoncentrationer findes især i tæt befolkede områder som fx Nordsjælland, se figur 7.6. Her er der kun en lille fortynding af det spildevand, der udledes til vandløb, herunder spildevand fra spredt bebyggelse.

Koncentrationen af fosfor i vandløb, som ligger i dyrkede oplande, eller hvor der er væsentlige udledninger fra punktkilder, var i 2011 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 2011 i vandløb med forskellig type af påvirkninger. Standardafvigelse er vist i parentes (Wiberg-Larsen et al. 2012).

	Antal vandløb	Fosforkoncentration (mg P l ⁻¹) Gennemsnit af vandførings- vægtede årsmiddelværdier	Arealkoefficient (kg P ha ⁻¹)
Naturvandløb	10	0,05 (0,03)	-
Landbrug og punktkilder	51	0,15 (0,07)	0,52 (0,07)
Landbrug uden punktkilder	76	0,12 (0,03)	0,40 (0,03)

Figur 7.6. Koncentrationen af total fosfor i vandløb i 2011. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier (Wiberg-Larsen et al. 2012).

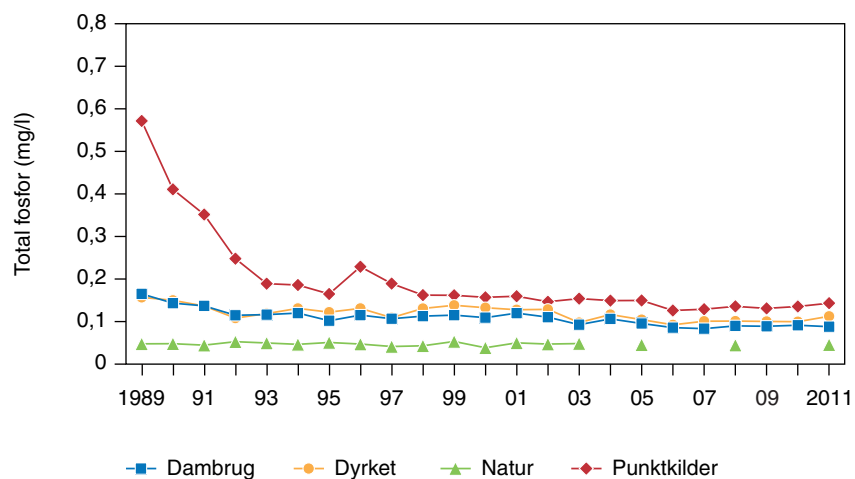


Ligesom for kvælstof er arealkoefficienten for fosfor også afhængig af det enkelte års vandafstrømning, og koefficienterne for landbrugsoplande med og uden byspildevand er højere i 2011 end i 2009 og 2010. Derimod er fosforkoncentrationen i 2011 uændret i forhold til de to forudgående år.

7.4.2 Udvikling siden 1989

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

Figur 7.7. Udvikling i fosforkoncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede års-middelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger, klassificeret ud fra forholdene i 1991 (Wiberg-Larsen et al. 2012).



8 Søer

8.1 Søerne

Det væsentligste 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 byernes spildevand fra søens opland 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 belastede søer generelt meget langsomt, fordi der fra søbunden sker en frigivelse af ophobet fosfor, der stammer fra tidligere tiders spildevandsudledninger.

8.1.1 Overvågningsprogrammet

Tabel 8.1. Kontrolovervågning – antal søer

Kontrolovervågning	Antal søer pr. år	Antal søer i perioden 2011 - 2015
Økologisk og kemisk tilstand		
Tilstand (søer > 5ha)	30	150
Udvikling (søer > 5ha)	18	18
Naturtyper		
Vandhuller og småsøer (0,01-1 ha)	35	175
Søer mellem 1 og 5 ha	35	175

Tabel 8.1 indeholder en oversigt over den del af overvågningen, som kaldes kontrolovervågningen. Derudover findes der et operationelt overvågningsprogram.

8.1.2 Målsætning for søer

Målsætningen i de aktuelle vandplanforslag er fastsat ud fra ensartede kriterier i henhold til EU's vandrammedirektiv. Den eneste parameter, der er anvendt ved fastsættelse af mål for søerne, er indholdet af klorofyl *a*.

Der er ikke foretaget en vurdering af målopfyldelse i forhold til de aktuelle vandplanforslag for søerne i 2011.

8.1.3 Udvikling i miljøkvalitet

Resultaterne for søerne i kontrolovervågningen 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. Især sigtddybden viser forbedringer næsten på linje med forbedringerne i næringsstofindhold (tabel 8.2), hvorimod udviklingen i indholdet af klorofyl *a* er mere uklar.

Kontrolovervågningsprogrammet for søerne indeholder ud over den overvågning, som skal beskrive udvikling også et delprogram, som skal give en bredere status for søernes tilstand. Der undersøges 30 søer om året, dvs. i alt 150 søer i programperioden. I tabel 8.2 er medtaget resultater fra denne overvågning i 2011, men det samlede overblik over tilstanden i disse søer kan først vurderes ved programmets afslutning i 2015.

For de søer, der indgik i programmet i 2011 afviger indholdet af fosfor og klorofyl *a* væsentligt mellem søerne i kontrolovervågning af udvikling og søerne i tilstandsprogrammet (tabel 8.3).

Tabel 8.2. Statistisk signifikante udviklinger for udvalgte nøgleparametre (sommergennemsnit) i miljøtilstanden i 15 intensivt overvågede søer siden 1989 (Bjerring et al. 2012).

Parameter	Forbedret	Forværret	Uændret
P-søkoncentration	11	1	3
N-søkoncentration	12	0	3
Sigtddybde	9	2	4
Klorofyl <i>a</i>	6	3	6

Tabel 8.3. Miljøtilstanden i søer med kontrolovervågning af udvikling hhv. tilstand, der var med i overvågningen i 2011, illustreret ved udvalgte nøgleparametre. Der er angivet medianværdier for sommerperioden (Bjerring et al. 2012).

Parameter	Udvikling 2011	Tilstand 2011
Antal søer	18	30
P-søkoncentration (mg P/l)	0,051	0,097
N-søkoncentration (mg N/l)	0,99	0,88
Sigtddybde (m)	1,4	1,2
Klorofyl <i>a</i> (µg/l)	45	26

8.2 Fosfor i søer – status og udvikling

8.2.1 Fosfortilførsel til søer

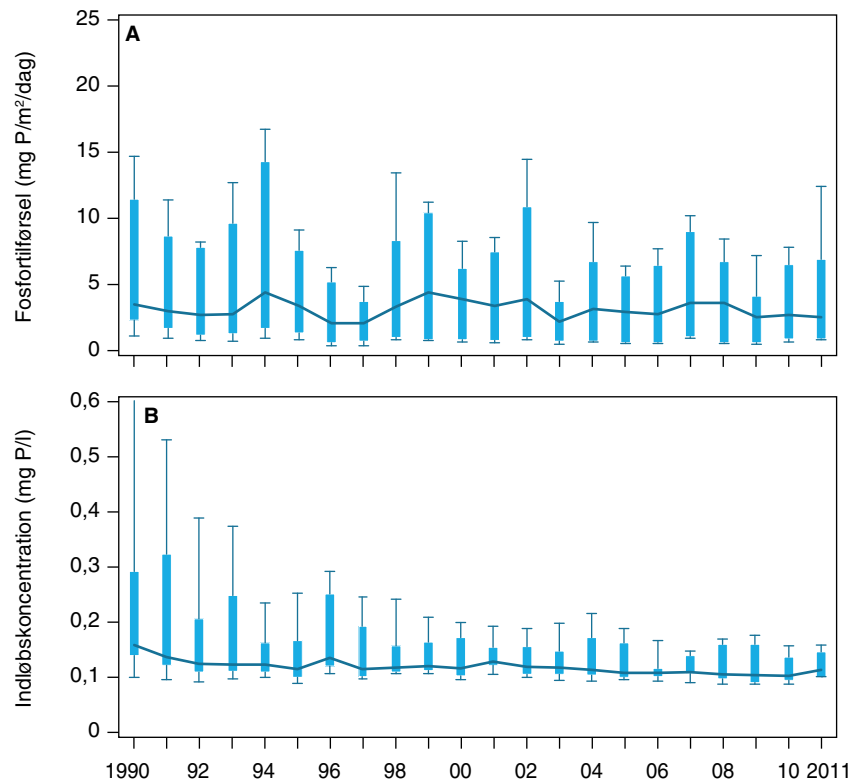
Fosforkoncentrationen i det vand, der strømmer til søerne, er reduceret betragteligt i løbet af overvågningsperioden, idet koncentrationen i gennemsnit var ca. 0,2 mg P/l i perioden 1990-1995, mens den i 2011 var 0,12 mg P/l. Den gennemsnitlige koncentration har ikke ændret sig de seneste ca. 10 år. Til sammenligning var gennemsnitskoncentrationen i vandløb i landbrugsområder uden punktkilder ca. det samme (se kap. 7). Tilførsel af fosfor fra atmosfæren spiller ikke nogen nævneværdig rolle, jf. kap 2.

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.

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

Figur 8.1. Udviklingen i sommergennemsnit for søkoncentrationen af A: totalfosfor (Total-P) og B: orthofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) (mg P/l) i 15 af de søer i kontrolovervågningen af udvikling, der har været undersøgt siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien (Bjerring et al. 2012).



Fosforindholdet i søer (kontrolovervågning, udvikling) er mindsket, fortrinsvis 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 15 søer, der alle er undersøgt i perioden 1989-2011, er mindsket fra 0,14 mg/l i 1989-95 til 0,063 mg/l i 2011 og uorganisk, opløst fosfat fra 0,052 til 0,022 mg/l. I 11 af de 15 søer har der været et signifikant fald i fosforkoncentrationen i sommerperioden (tabel 8.2).

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

8.3.1 Kvælstoftilførsel til søer

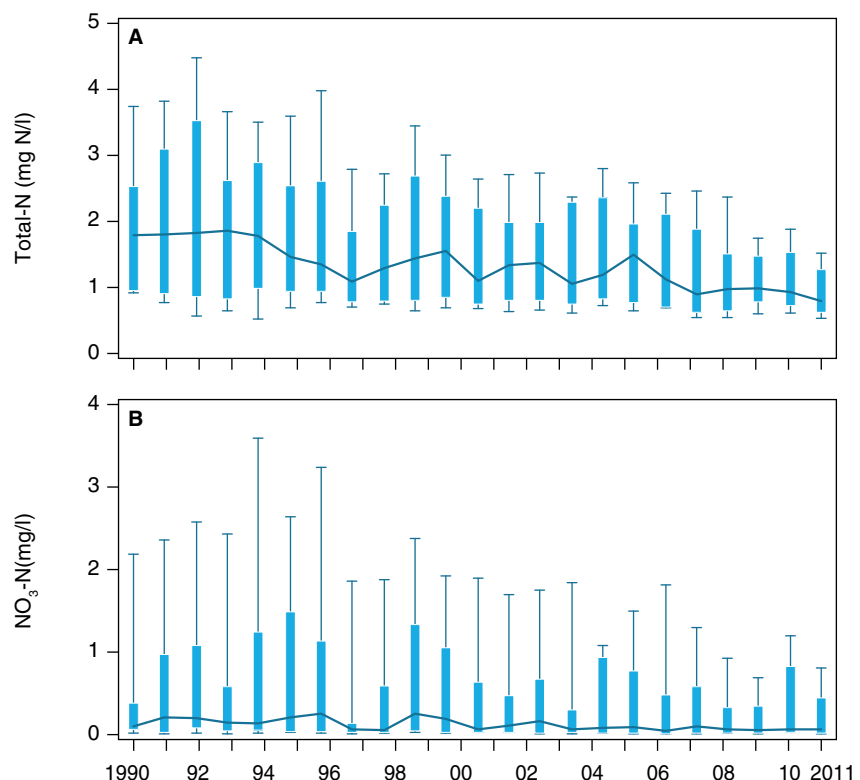
Kvælstoftilførslen til de fleste søer domineres af dyrkningsbidraget fra søoplandet. Enkelte søer tilføres også betydende mængder fra luften. Det stammer hovedsageligt fra forbrændingsprocesser og fra ammoniakfordampning fra landbrug (se kapitel 2).

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 i søvandet

Siden 1989 er der sket en reduktion i indholdet af totalkvælstof i søerne, der indgår i kontrolovervågning (udvikling) såvel på års- som på sommerniveau. Sommermedianen af totalkvælstof lå i perioden 1989-1993 på omkring 1,8 mg/l. Frem til 1996 skete der et konstant fald i koncentrationen til 1,1 mg/l. I de følgende 10 år varierede totalkvælstofkoncentrationerne mellem 1 og 1,5 mg/l, mens de fra 2007 konstant har ligget under 1 mg/l (Figur 8.2). Medianen af sommerkoncentrationen af totalkvælstof var i 2011 den laveste i overvågningsperioden (0,8 mg/l).

Figur 8.2. Udviklingen i sommergennemsnit for søkoncentrationen af A: totalkvælstof (Total-N) og B: nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) (mg N/l) i de 15 søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien (Bjerring et al. 2012).



8.4 Klorofyl og sigtddybde

Øgede mængder af alger i vandet i søerne er den primære konsekvens af øgede næringssalttilførsler. Mængden af alger bestemmes bl.a. ved at måle indholdet af klorofyl *a*, det grønne farvestof der muliggør fotosyntese i planter (klorofyl *a* er det eneste mål i de aktuelle vandplanforslag for tilstanden i

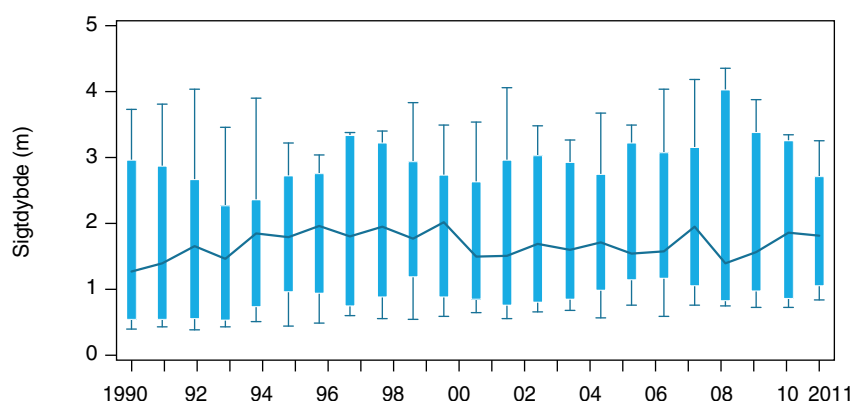
søer). Sigtdybden, som er den dybde, hvor en hvid skive netop kan skimtes, giver også ofte et godt mål for algemængden og dermed for vandkvaliteten.

8.4.1 Algemængde og sigtdybde i 2011

Medianen for sigtdybde for sommeren 2011 var for søer i kontrolovervågning af udviklingen 1,9 m.

Sigtdybden i de 15 søer i kontrolovervågningen har vist en generel stigende tendens siden 1989. De største ændringer skete i de første 10 år, hvor medianværdien blev øget fra omkring 1,3 m til 2 m (sommerværdier). I perioden 2000-2006 lå værdierne ret ensartet – mellem 1,5 og 1,7 m. Efter en stigning i 2007 (til 1,9 m) faldt sigtdybden atter, men har generelt udvist stigende tendens de seneste år (Figur 8.3).

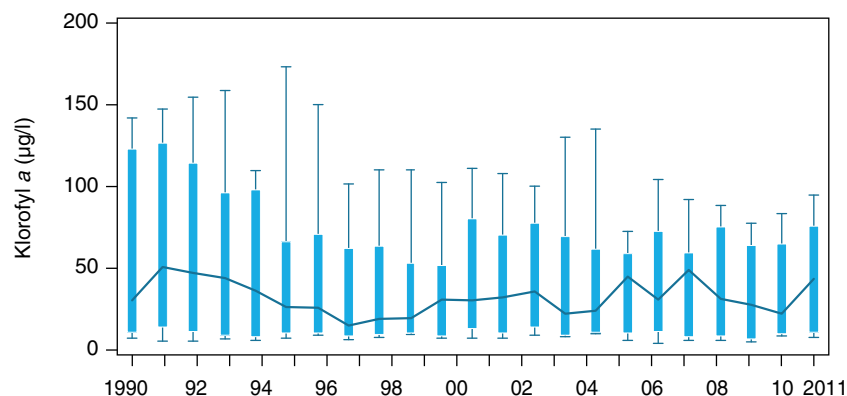
Figur 8.3. Udviklingen i sigtdybde i de 15 søer, der har været overvåget siden 1989 ud fra sommergennemsnit. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien (Bjerring et al. 2012).



8.4.2 Udvikling i søernes algemængde

Siden 1989 er indholdet af klorofyl *a* mindsket i de mest forurenede søer, mens medianværdien af målingerne i de 15 søer, der har været undersøgt siden 1989, udviser store år-til-år variationer og ikke nogen generel tendens (figur 8.4). Dette giver et uklart billede af udviklingen, idet i 6 ud af de 15 søer har der været en signifikant reduktion i sommermiddelmålingerne, men den er også uændret for 6.

Figur 8.4. Udviklingen i sommergennemsnit for søkoncentrationen af klorofyl *a* i de 15 søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien (Bjerring et al. 2012).



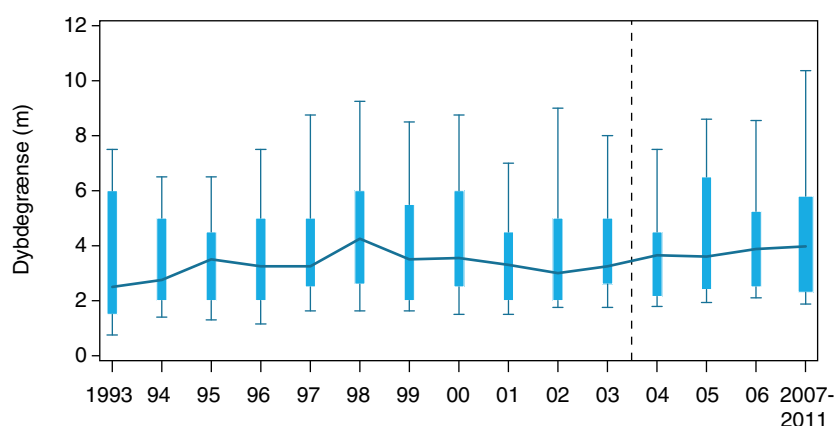
8.5 Undervandsplanter

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

Undervandsplanternes udbredelse er siden 1993/94 og frem til 2006 undersøgt én gang årligt i de fleste søer i kontrolovervågning (udvikling) og herefter 1-3 gange i hver sø i perioden 2007-11.

Dybdegrænsen for planternes forekomst er øget frem til 2006, og lå i perioden 2007-2011 på samme niveau, ca. 4 m.

Figur 8.5. Udvikling i vandplanternes dybdeudbredelse. Den stiplede linje angiver skift i metode (Bjerring et al. 2012).



8.6 Fisk

Der er i årets sørapport (Bjerring et al, 2012) lavet en særlig bearbejdning af fiskedata med henblik på at beskrive fisk som en miljøindikator, som vandrammedirektivet foreskriver.

Danske søer er karakteriseret ved forholdsvis få arter, idet der i ca. halvdelen af søerne forekommer 3-6 arter. De hyppigst forekommende 5 arter er rovfiskene aborre og gedde, samt fredfiskene (også kaldet skidtfisk) skalle, rudskalle og brasen.

Danske søers fiskebestand er svært sammenlignelig med nabolanden bl.a. fordi danske søer er mindre og afkoblet fra store vandsystemer, så en række arter enten ikke eller kun langsomt kan sprede sig.

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 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, eller der kan være fysiske påvirkninger som f. eks. trawlfiskeri.

9.1.1 Overvågningsprogrammet

Overvågningsprogrammet NOVANA for de marine områder omfatter i perioden 2011-2015 følgende overordnede elementer:

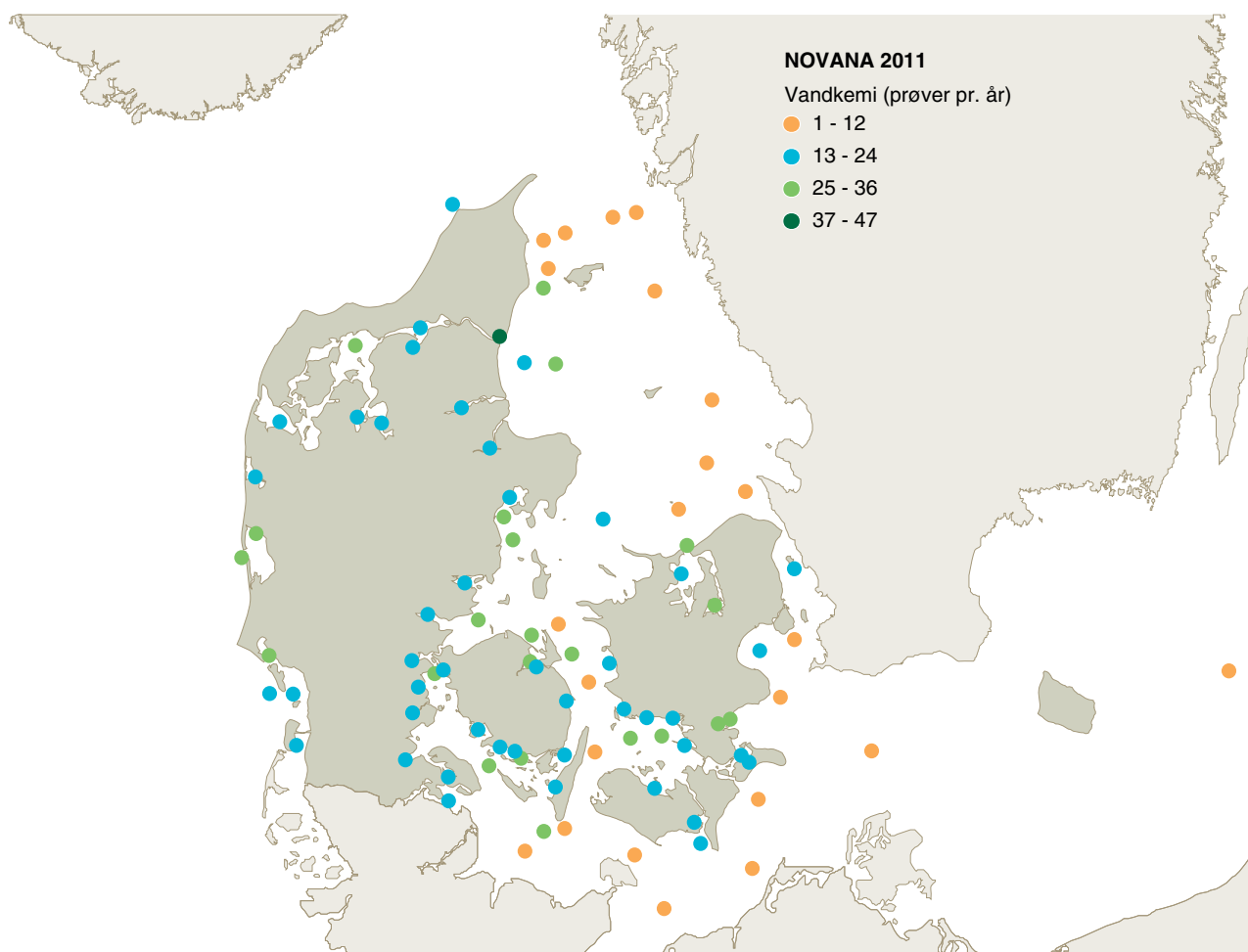
- Undersøgelser af fysiske/kemiske forhold i vandfasen samt undersøgelser af plankton.
- Biologiske forhold på bunden (dyreliv, planter osv)
- Biodiversitet og naturtyper.
- Miljøfarlige stoffer og biologisk effektmonitoring.

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

9.1.2 Klima i 2011

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. 2011 var et forholdsvis varmt år.

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



Figur 9.1. Prøvetagningsstationer og -frekvens for målinger af vandkemi, salinitet, temperatur, sigtdybde, klorofyl og fluore-scens i 2011 (Hansen (red.) 2012).

9.1.3 Målsætninger og målsætningsopfyldelse

De aktuelle vandplanforslag indeholder miljømål fastsat ud fra ensartede kriterier i henhold til EU's vandrammedirektiv. Eneste parameter, der er anvendt for marine områder i første generation af vandplanerne, er ålegræssets udbredelse.

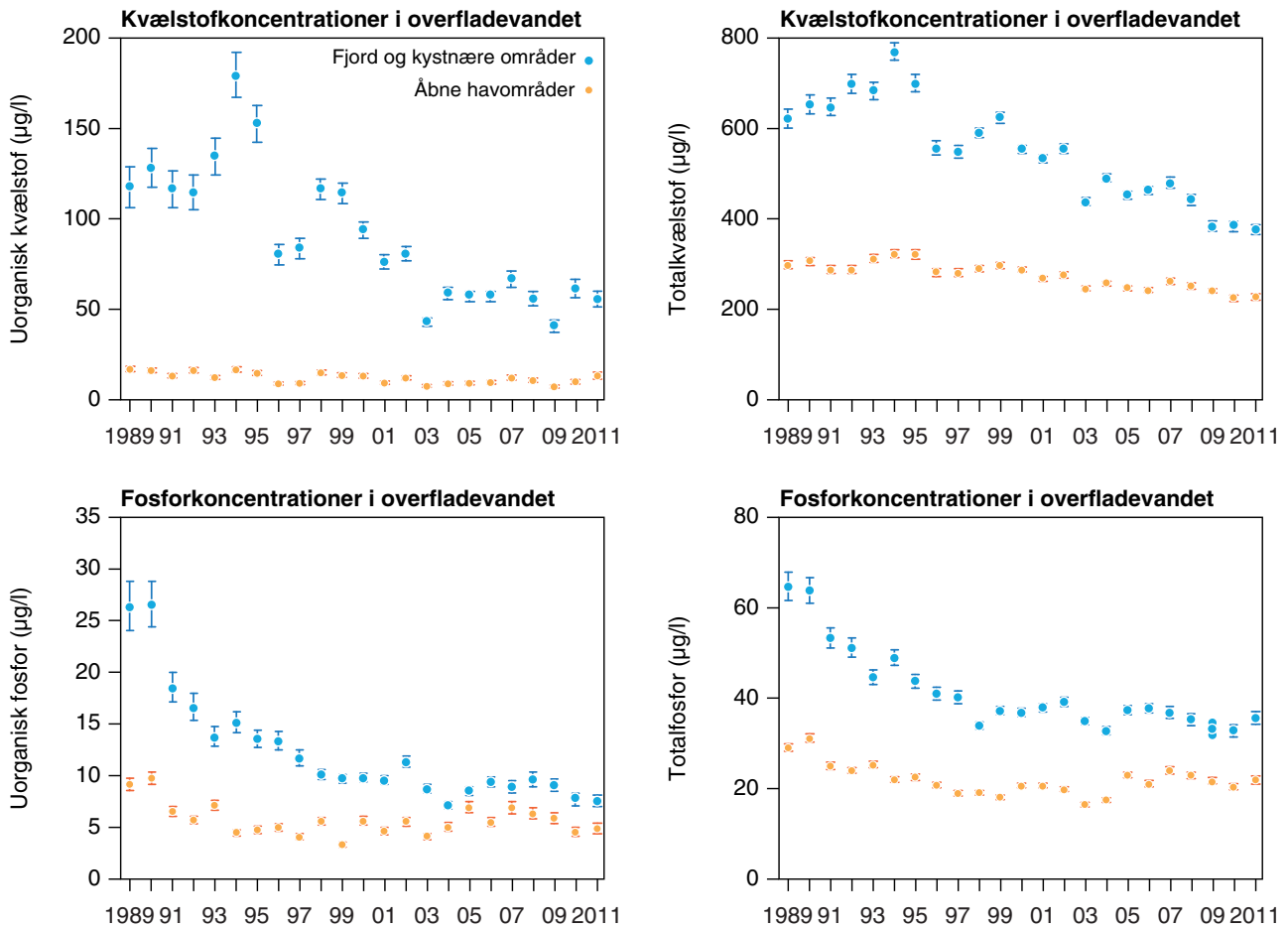
Der er ikke i denne rapport for fjordene og kystområderne foretaget en vurdering af målopfyldeelse i forhold til målsætningerne i vandplanerne.

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 oftest er langt højere i det afstrømmende ferskvand end i havvand. Fjordene er derfor generelt de stærkest næringsstofbelastede marine områder. Samtidig er fjordene også de marine områder, hvor man tydeligst kan se virkningen på næringssaltkoncentrationerne 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 2011 generelt lav (figur 9.2). Kvælstofniveauet i 2011 er faldet 50-60 % i forhold til niveauet i årene 1989-2002 afhængig af hvilken kvælstoffraktion, der analyseres for.



Figur 9.2. Udvikling i koncentrationer af kvælstof og fosfor i fjorde og kystområder (blå) og i åbne farvande (orange) (Hansen (red.) 2012).

Reduktionen i kvælstofindhold er især sket omkring og efter midten af 1990'erne (figur 9.2), og med et mindre fald siden ca. 2002. Reduktionen skyldes primært, at udvaskningen fra dyrkede arealer er mindsket.

Fosforindholdet i især fjordene 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 knap 10 µg/l fra 1990 til 2011. Også indholdet af totalfosfor er næsten halveret. Indhold af fosfor i fjordene begynder dermed at nærme sig koncentrationsniveauet i de åbne farvande.

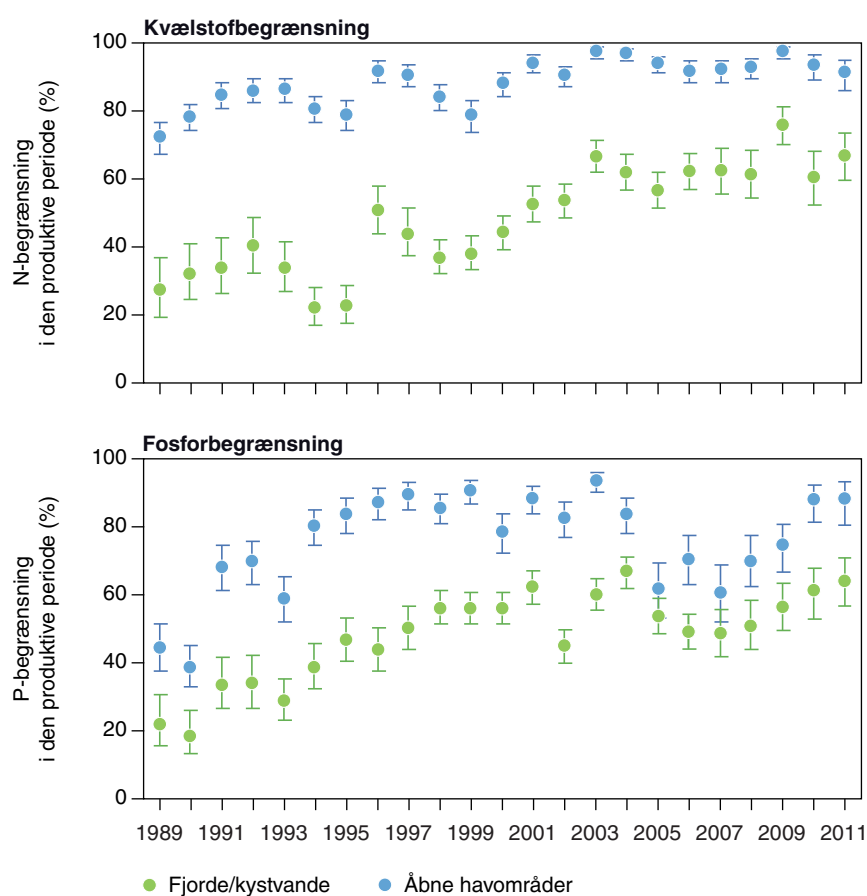
9.2.2 Næringssaltbegrænsning af algevæksten

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 (med tendens til stigning de senere år) mod kun ca. 20 % omkring 1990 (figur 9.3). I de åbne områder er fosforbegrænsningen øget fra

ca. 40 % af tiden i 1990 til over 80 % i perioden 1994-2004. I 2011 har fosforbegrænsningen efter et dyk været på linje med årene 1994-2004. Omfanget af potentiel kvælstofbegrænsning i fjorde er ligeledes øget fra ca. 30 % omkring 1990 til nu i underkanten af 60 %, og her ligger 2011 lidt lavere end i 2009, men på niveau med årene i perioden 2001-08.

Måleresultaterne indikerer, at algemængderne i fjorde/kystvande kan mindskes både ved at mindske kvælstoftilførsel og ved at mindske fosfortilførsel. I de åbne farvande er det tvivlsomt, om yderligere reduktion i udledningerne af fosfor vil have nogen effekt, dels fordi kvælstof oftest er det mest begrænsende 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. Potentiell begrænsning af kvælstof og fosfor i fjorde og kystnære områder og åbne indre farvande 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). Middelværdierne er afbildet med angivelse af 95 % konfidensgrænser (Hansen (red.) 2012).

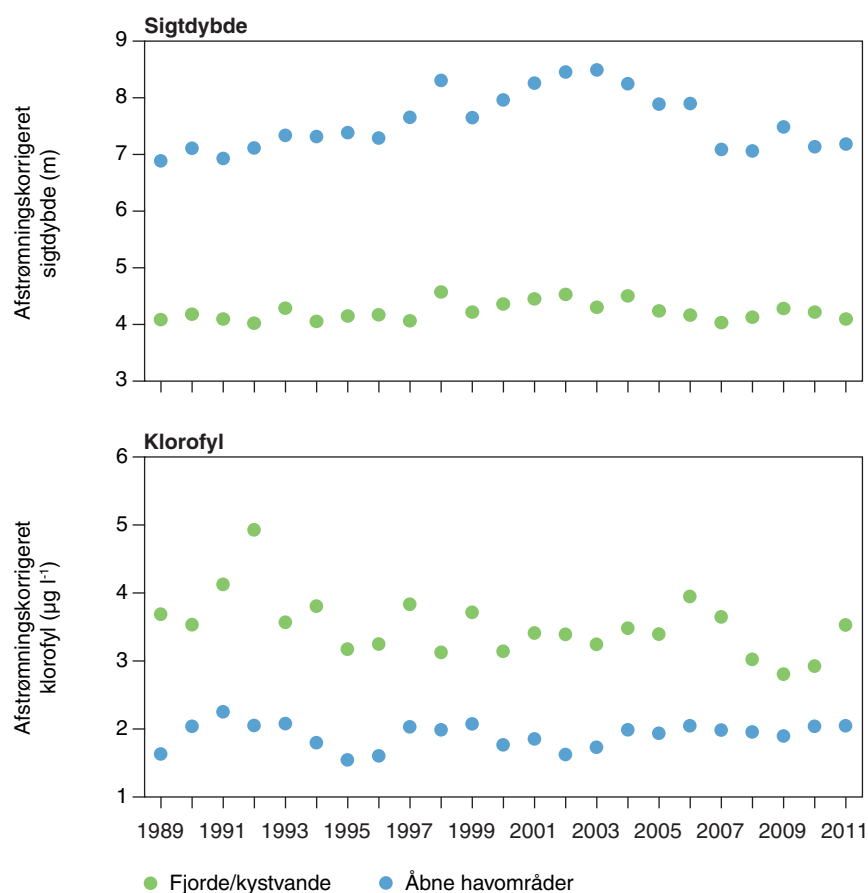


9.3 Planteplankton

9.3.1 Udvikling i sigtdybde og klorofyl

Den gennemsnitlige sigtdybde i fjordene var i 2011 4,1 m og 7,2 m i de åbne farvande. I figur 9.4 er vist udviklingen i de gennemsnitlige værdier for hhv. sigtdybde og klorofylmængde for fjorde og åbne indre farvande i årene 1989-2011.

Figur 9.4. Udviklingen af årlige gennemsnitlige værdier for de åbne indre farvande og for fjorde/kystvande for sigtddybde og klorofylkoncentration (Hansen (red.) 2012).



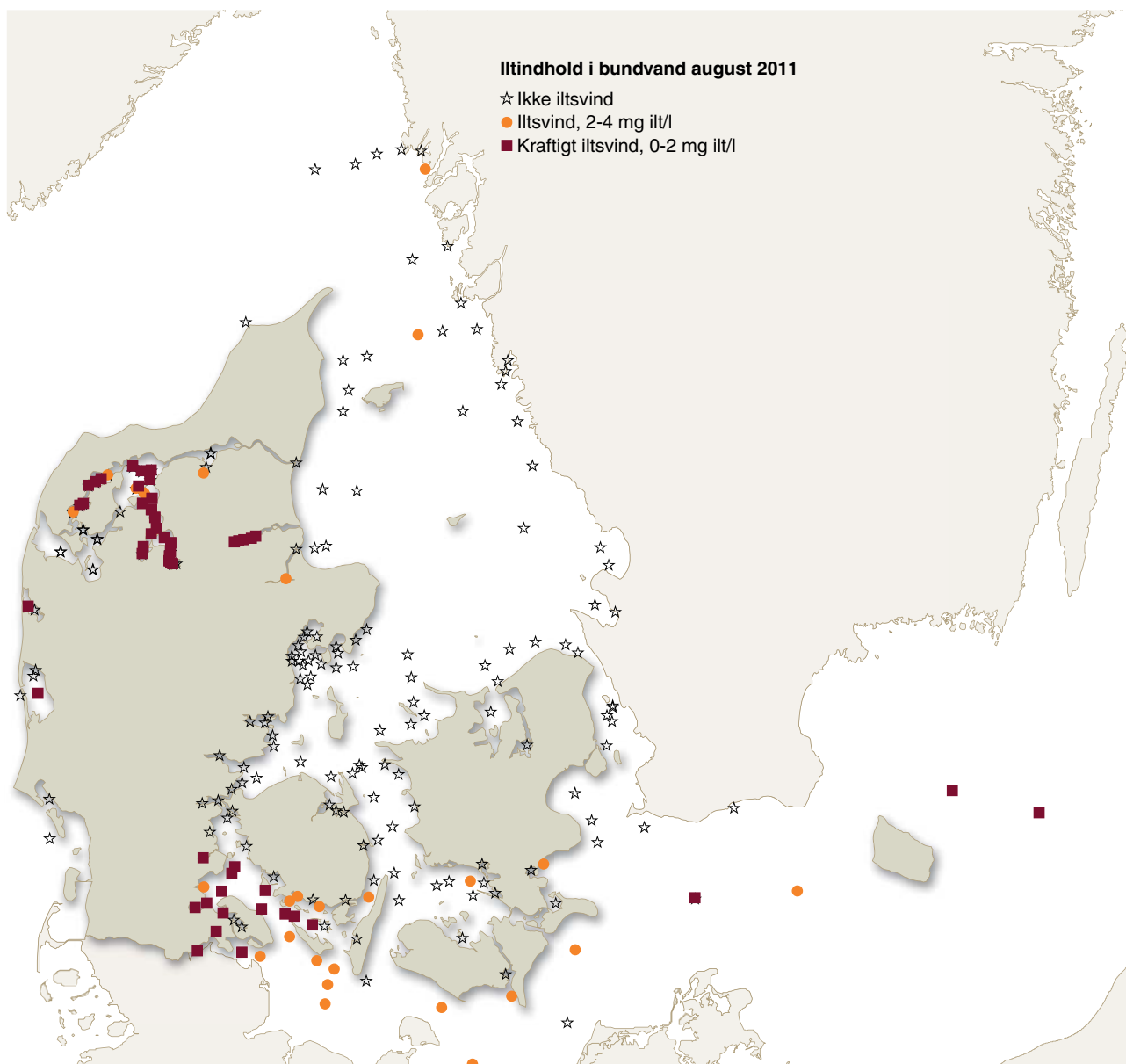
Figuren viser, at sigtddybden i 2011 for de åbne farvande lå på niveau med 2010, men den var dog lidt højere end årene 2007-08, hvor de hidtil laveste sigtddybder blev registreret. Der er siden 2000 sket et signifikant fald i sigtddybden, selvom der set over hele perioden 1989-2011 ikke er nogen signifikant udvikling i sigtddybden. Samtidig er der over perioden sket et signifikant fald i klorofylindholdet i fjordene, selvom koncentrationen i 2011 var betydeligt højere end de forudgående par år.

9.4 Ilthforhold i de marine områder

9.4.1 Året 2011

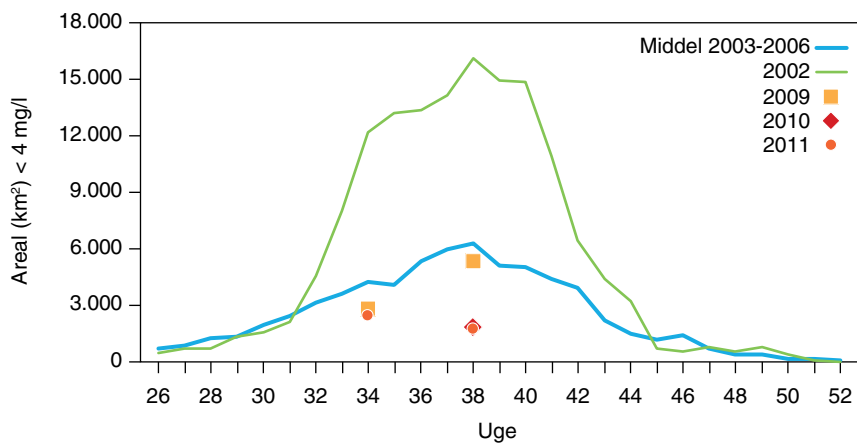
Iltsvindene i 2011 var mindre udbredte end i perioden 2003-2006 og i 2009 bl.a. pga. jævnlige hændelser med kraftig vind og lav temperatur i bundvandet. Ilthforholdene i de målte perioder i 2011 var stort set sammenfaldende med de samme perioder i 2010 (se fig. 9.6).

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 i august (uge 34) og i september (uge 38) de seneste tre år.



Figur 9.5. Det samlede areal berørt af iltsvind i august 2011. Gul farve indikerer iltsvind ($< 4 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$), og rød farve indikerer kraftigt iltsvind ($< 2 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$) (Hansen (red) 2012).

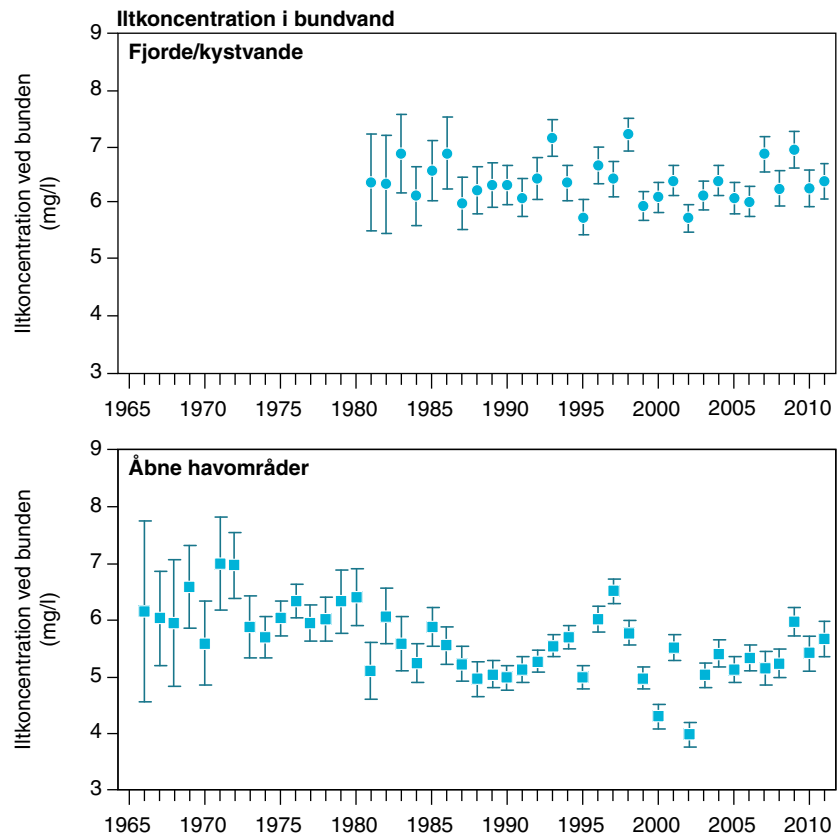
Figur 9.6. Areal ramt af iltsvind ($< 4 \text{ mg l}^{-1}$) i 2002 (uge for uge i sidste halvdel af året), 2003-2006 (middel for samme periode som vist for 2002), 2009 (midt i august og september), 2010 (midt i september) og 2011 (midt i august og september) (Hansen (red.) 2012).



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'erniveau i de tørre år 1996-97, for derefter generelt at falde igen. Iltkoncentrationen lå i 2011 på linje med de forudgående 8-10 år.

Figur 9.7. Gennemsnitlig iltkoncentration i bundvandet for NOVA/NOVANA-stationer i A) fjorde og kystnære områder og B) åbne farvande og. Beregnet på baggrund af prøvetagninger over bunden i juli-november (Hansen (red.) 2012).

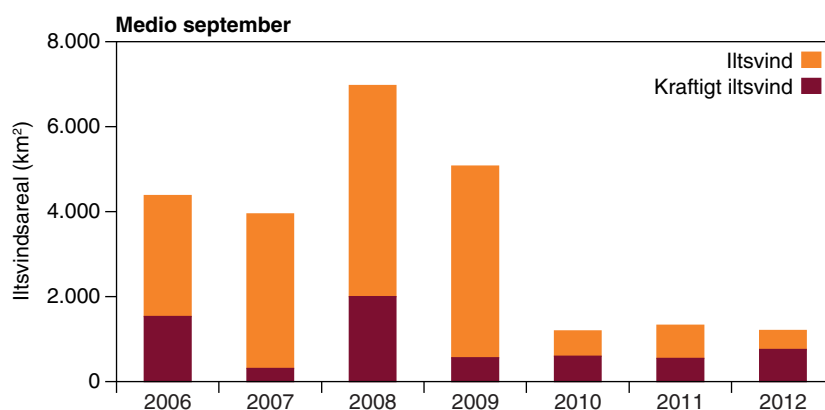


Der er ingen tydelig udvikling i iltindhold i fjorde og kystnære områder i perioden 1981-2011 (figur 9.7 øverst). Middelværdien for 2011 lå på niveauet for de seneste ca. 10 år.

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 9.8 viser udbredelsen af iltvind i september måned for årene 2006-12. Det samlede billede af iltvind over årene er vist i figur 9.6, hvoraf det også fremgår, at forskellene mellem årene er mindre i august (uge 34) end i september (uge 38), som derimod er den måned, hvor det mest udbredte iltvind normalt indfinder sig.

Figur 9.8. Udbredelse af iltsvind og kraftigt iltsvind i september måned i årene 2006-12 (Hansen et al. 2012b).



Der er to forhold, som er påfaldende i figur 9.8. Dels den markant mindre samlede udbredelse af iltsvind i september måned i de sidste 3 års sammenlignet med de forudgående år og dels den større andel af kraftigt iltsvind i de seneste 3 år. Der er ikke analyseret nærmere på årsagerne til disse markante forskelle.

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 af eutrofiering. Dybdeudbredelsen af planterne er således en indikator for vandkvaliteten (ålegræs er anvendt som indikator i vandplanerne).

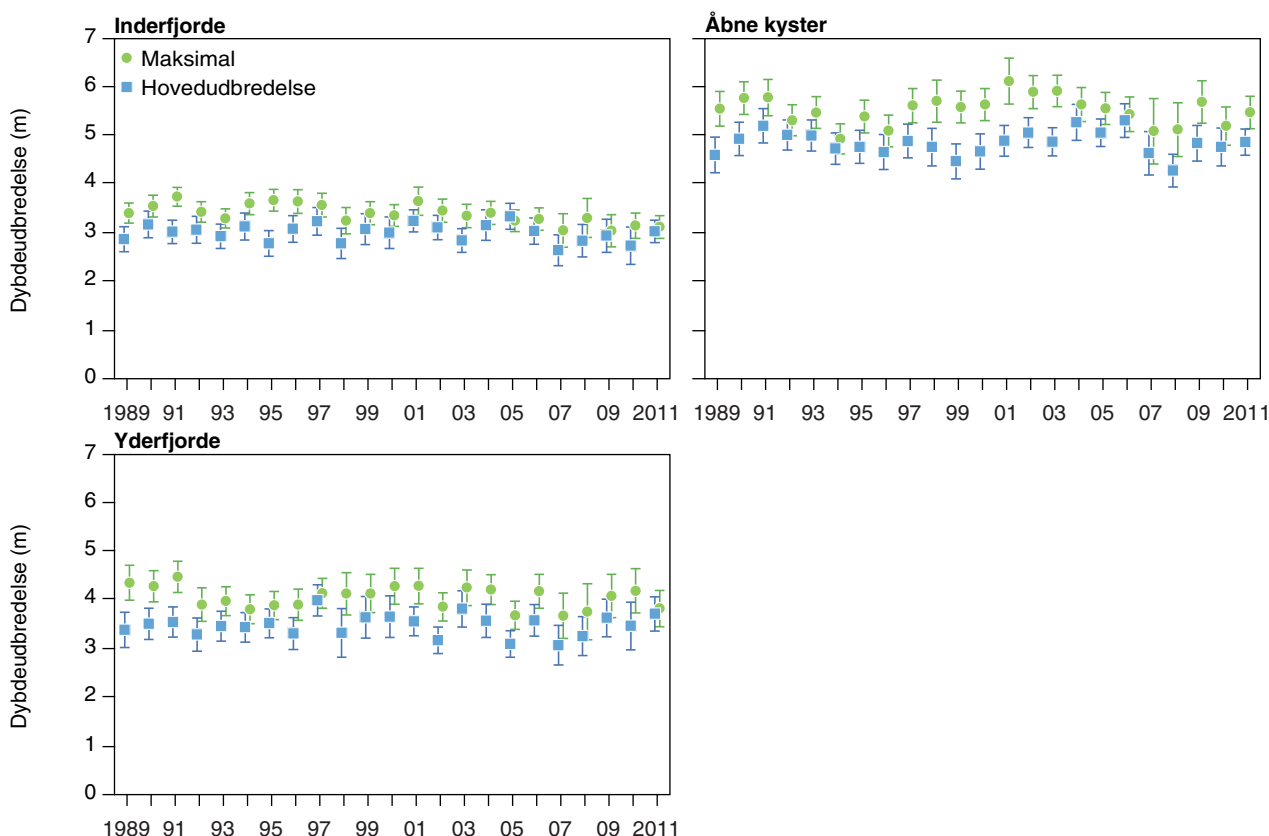
Et fald i tilførslen af næringssalte forventes med tiden at føre til forbedrede lysforhold, og til at vegetationen derved vil få større dybdeudbredelse og større dækningsgrad.

9.5.1 Ålegræs

Ålegræssets maksimale dybdegrænse er generelt størst langs de åbne kyster (4,9-6,1 m), lidt mindre i yderfjordene (3,7-4,5 m) og mindst i inderfjordene (3,0-3,7 m) set over perioden 1989-2011.

I figur 9.9 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.

En analyse af det samlede datamateriale viser for perioden 1989-2011, at der generelt ikke har været en signifikant udvikling i ålegræssets maksimale udbredelse eller hovedudbredelse.



Figur 9.9. Udvikling i dybdegrænsen for ålegræssets maksimale udbredelse og hovedudbredelse ($\pm 95\%$ konfidensintervaller) gennem perioden 1989-2011. Udviklingen er vist for åbne kyster, samt yder- og inderfjorde (Hansen (red.) 2012).

Der er i årets rapport om marine områder (Hansen (red.), 2012) gennemført en indgående analyse af data fra 20 fjorde og kystnære områder for at se nærmere på stedsspecifikke udviklinger samt kobling til faktorer som f. eks. sigtddybden. Kun 2 ud af de 20 områder viser en fremgang i ålegræssets udbredelse, hvorimod ålegræsset i 11 områder er rykket ind på lavere vand. For de resterende områder har der ikke været en sikker udvikling. Den væsentligste forklaring på den overvejende negative udvikling er, at lysforholdene, dvs. sigtddybden, ikke er forbedret gennem perioden 1989-2011. Det skal understreges, at andre forhold end sigtddybden også påvirker ålegræssets udbredelse, f. eks. muslingefiskeri, iltsvind og vækst af alger.

Det hører dog også med til billedet, at i nogle områder, f.eks. Limfjorden, har ålegræsset de seneste år bredt sig til større dybder, dog endnu ikke til dybder som omkring 1990.

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 2011 var ikke signifikant forskellig fra gennemsnittet i perioden 1994 – 2001.

9.6 Bundfauna

9.6.1 Bundfauna fra de åbne farvande

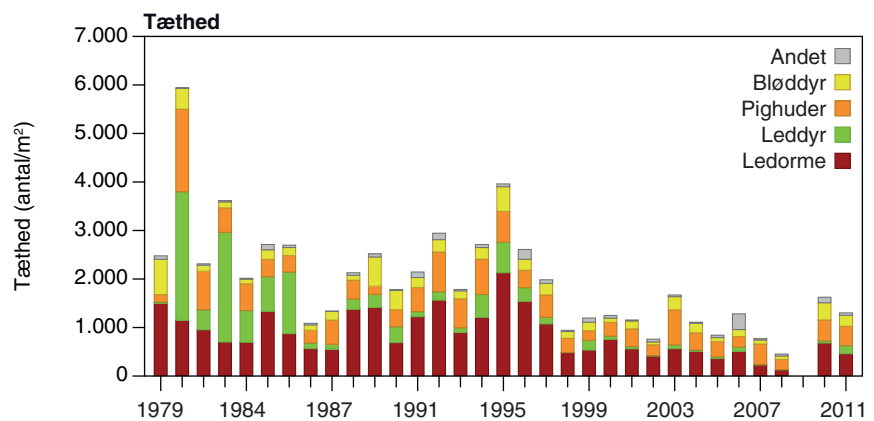
Bundfaunaen er på mange måder en vigtig parameter – dels som fødekilde for fisk og fugle, men også som indikator for tilstanden, idet faunaen fx er meget følsom over for iltsvind.

2010 markerede et vendepunkt i bundfaunaens næsten konstante tilbagegang siden 1990'erne. Dette har dog ikke kunnet opretholdes i 2011, hvor såvel tætheden som antal af arter igen er reduceret næsten til niveauet forud for 2010.

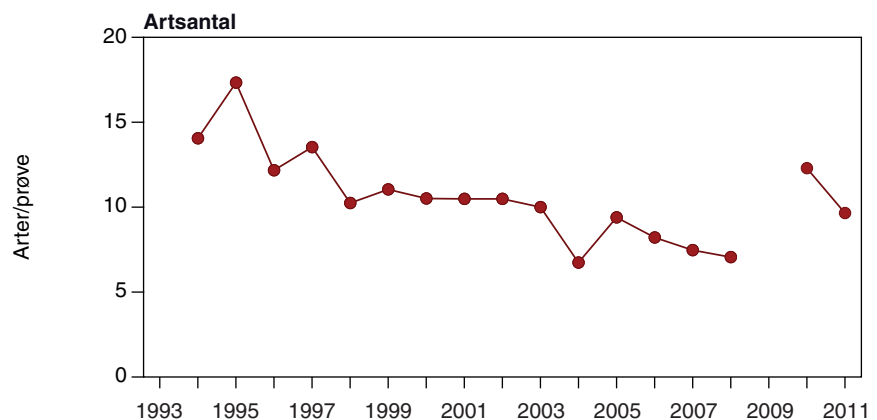
Figur 9.10 viser tætheden af arter på 22 stationer i de åbne farvande og det fremgår tydeligt, at tætheden var stort set fordoblet i 2010, men er faldet tilbage igen i 2011.

Udviklingen ses også meget tydeligt på det gennemsnitlige antal arter, der er fundet i prøverne (figur 9.11), idet der også her skete næsten en fordobling i 2010, men at det tilsyneladende var en midlertidig fremgang og at niveauet er reduceret igen i 2011.

Figur 9.10. Udvikling i tæthed fordelt på taksonomiske hovedgrupper i perioden 1994-2011 vist som årgennemsnit for 22 stationer i de åbne danske farvande (Hansen (red.) 2012).



Figur 9.11. Udviklingen i perioden 1994-2011 i det gennemsnitlige antal arter for 20 stationer i Kattegat, Bælthavet og Øresund. (Hansen (red.) 2012).

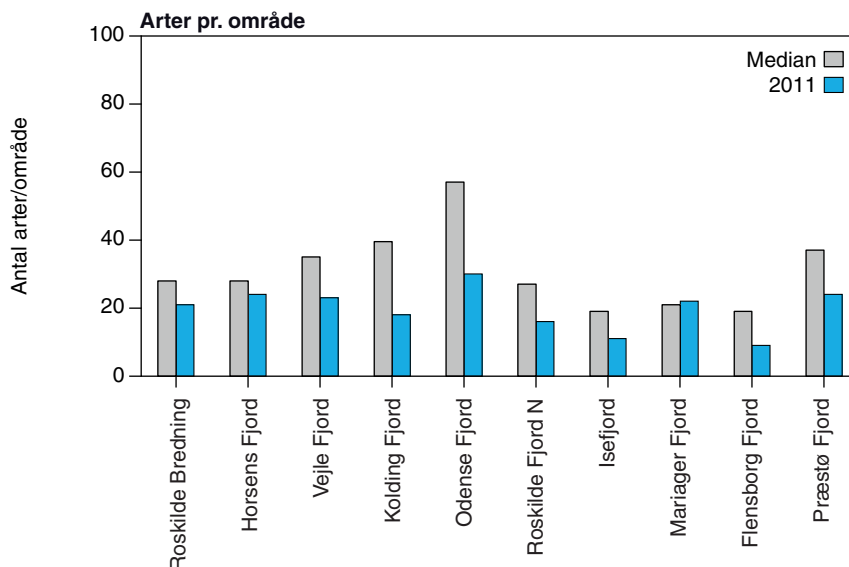


9.6.2 Bundfauna i de kystnære områder og fjorde.

Den udvikling, der er konstateret i de åbne farvande, er ligeledes set i de åbne kystområder (f. eks. Århus Bugt eller Øresund) – nemlig en markant stigning i bl.a. arter/område i 2010, men en tilsvarende tilbagegang igen i 2011. Udviklingen her er formentlig styret af de samme forhold, som i de åbne farvande.

Udviklingen i de mere lukkede kystområder og fjordene er mere variabel end i de åbne områder, men overvejende negativ eller neutral (figur 9.12).

Figur 9.12. Søjlediagram hvor middelværdien for 2011 er sammenlignet med medianværdien for de forløbne 9-13 år. (Hansen (red.) 2012).



9.7 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer i marine områder

Tungmetaller forekommer naturligt i havmiljøet, mens forekomst af miljøfremmede stoffer normalt skyldes spildevandsudledning, marine installationer, skibe eller tilførsel via atmosfæren. Det samme gør sig gældende for koncentrationer af tungmetaller, der er højere end baggrunds niveauet.

Målingerne omfatter stoffer, som er udvalgt på baggrund af deres forekomst og skadelige effekt i det marine miljø. Metalmålingerne omfatter zink, kobber, nikkel, bly, cadmium, kviksølv og sølv. Målingerne af miljøfremmede stoffer i muslinger og sediment omfatter tributyltin (TBT) og tjærestoffer (PAH). I fisk måles der PCB, klorerede pesticider, bromerede flammehæmmere (BDE), perfluorerede forbindelser (PFAS) og TBT.

Overvågningen af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i det marine miljø omfattede i 2011 målinger af muslinger, fisk og sediment. Muslinger anvendes som generel indikator for havmiljøets belastning med tungmetaller og miljøfremmede stoffer, da de koncentrerer stofferne i forhold til de koncentrationer, der findes i havvandet. Koncentrationen i muslinger repræsenterer niveauet af stofferne de seneste dage til måneder afhængig af, hvilket stof der måles. Fisk undersøges for at følge den tidlige udvikling i indholdet af bio-tilgængelige stoffer. Der måles på leveren, da dette organ opkoncentrerer de metaller og flere af de miljøfremmede stoffer, som fisken måtte optage gennem vand eller føde. 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 i sediment og nogle af målingerne af muslinger 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.

9.7.1 Målsætning

Tungmetaller og en række miljøfremmede stoffer i det marine miljø er omfattet af vandrammedirektivet samt internationale marine konventioner, bl.a. HELCOM, OSPAR og Nordsøkonferencerne.

I vandrammedirektivet er der fastsat kvalitetskrav for kviksølv, hexachlorbenzen og hexachlorbutadien i biota muslinger og fisk. Disse krav er implementeret i miljøkvalitetsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2010). Derudover findes der ikke nationale kvalitetskrav eller grænseværdier for de målte stoffer.

OSPAR har i forbindelse med en status for kvaliteten i Nordsøen i 2010 udarbejdet økotoxikologiske vurderingskriterier, "Ecotoxicological Assessment Criteria" (EACs) samt et baggrundsniveau for tungmetaller (BAC) (OSPAR 2009). For de metaller, hvor der ikke foreligger BAC, er der foretaget en sammenligning med norske vurderingskriterier, hvor der skelnes mellem fire kvalitetsklasser med klasse 1 svarende til "meget god" tilstand.

EU har fastsat grænseværdier for indholdet af bly, cadmium og kviksølv i fisk og muslinger, der anvendes til fremstilling af fødevarer (EU-kommissionen 2001). Kun kviksølv måles på filet af fisk, og vurdering i forhold til grænseværdien for fødevarer giver derfor kun mening for kviksølv.

9.7.2 Tungmetaller i muslinger og fisk

Indholdet af de fleste af de undersøgte metaller var i størsteparten af de undersøgte prøver af muslinger i den norske kvalitetsklasse svarende til "meget god" status (tabel 9.1).

Kviksølvindholdet i muslinger var lavere end det danske miljøkvalitetskrav i muslinger på 20 µg/kg i 80 % af de undersøgte muslingeprøver. I skrubbeilet var kviksølvindholdet lavere end miljøkvalitetskravet i kun to ud af 16 prøver af skrubbeilet, mens det samme var tilfældet i ca. to tredjedele af lever- og muskelprøver fra ålekvabbe fra 10 kystnære stationer. Det af OSPAR fastsatte baggrundsniveau for kviksølv i muslinger var overskredet i alle muslingeprøver.

For bly og cadmium var det af OSPAR fastsatte baggrundsniveau overskredet i henholdsvis ca. en tredjedel og to tredjedele af prøverne.

Tabel 9.1. Vurdering af koncentration af metaller i muslinger i forhold til OSPAR's vurderingskriterium BAC (Background Assessment Criteria) og norske vurderingskriterier (Hansen (red.) 2012).

Muslinger	Zink	Bly	Cadmium	Kobber	Kviksølv	Nikkel
% under BAC		68	28		0	
% Meget god	97	96	78	60	92	94

EU's grænseværdier for fødevarer for cadmium, kviksølv og bly var ikke overskredet i nogen af de undersøgte prøver.

9.7.3 Miljøfremmede stoffer i muslinger og fisk

Tributyltin (TBT) blev ved vurdering ud fra OSPAR's EAC-kriterier fundet under dette niveau i 50 % af de undersøgte muslinger i 2011. Dette er en forbedring i forhold til tidligere år. Der er fundet signifikant faldende koncentrationer ved de stationer, hvor der foreligger datamateriale til at lave statistisk analyse. Siden 2003 har der været restriktioner på brugen af TBT, og i 2008 blev det forbudt at anvende stoffet i bundmaling til skibe.

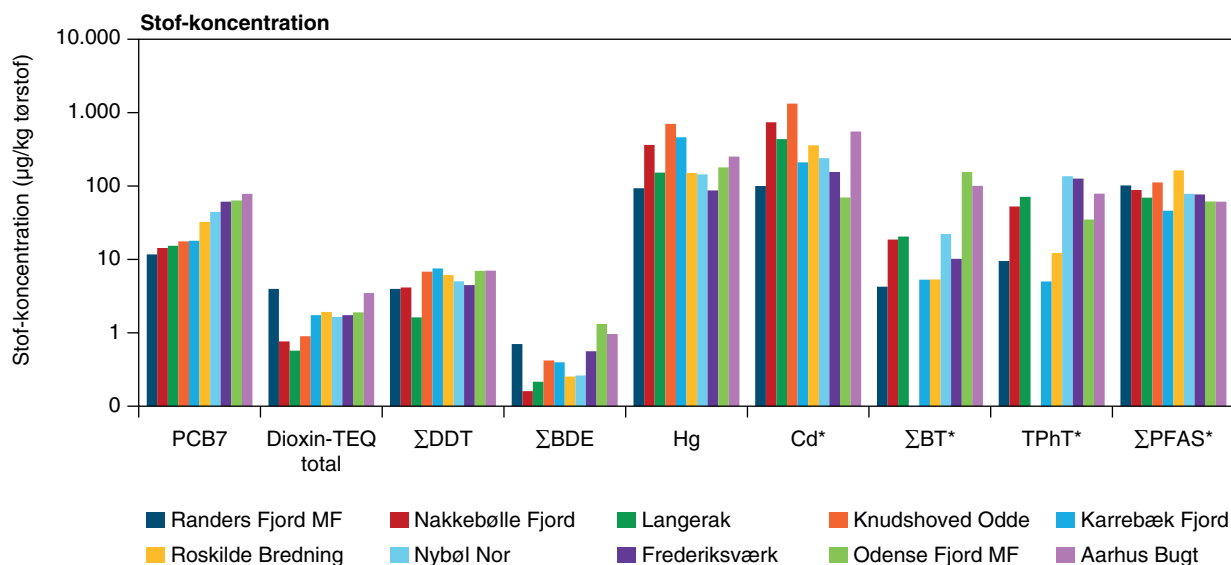
PAH blev i alle de undersøgte prøver af muslinger fundet i koncentrationer, der var lavere end det niveau, hvor der er risiko for en effekt (EAC).

PCB består af en række stoffer. Indholdet af de fleste af de undersøgte PCB-forbindelser og chlorerede pesticider var over baggrundsniveauet i de undersøgte prøver af fisk. Enkelte af PCB-forbindelserne og det forbudte pesticid, hexachlorbenzen blev fundet i koncentrationer over EAC, hvilket betyder at det ikke kan udelukkes, at der er en effekt af disse stoffer ved de pågældende stationer. Indholdet af en af PCB-forbindelserne, PCB#118 var højere end EAC i halvdelen af de undersøgte prøver af skrubbefilet og alle prøver af ålekvabbe og hexachlorbenzen i ca. en fjerdedel af de undersøgte prøver af fisk.

Som for TBT er der fundet signifikant faldende koncentrationer af PAH og PCB ved de stationer, hvor der foreligger datamateriale til at lave statistisk analyse.

I direktivet for vandrammedirektivets prioriterede stoffer er der fast et kvalitetskrav til hexachlorbenzen i biota på 10 µg/kg. Indholdet af hexachlorbenzen blev i 2011 undersøgt i fisk, og i ca. 75 % af de undersøgte prøver var indholdet lavere end dette kvalitetskrav. Det højest målte indhold var ca. 4 gange højere end kvalitetskravet.

Ud over ovenfor omtalte stoffer blev ålekvabberne undersøgt for dioxiner, perflourerede forbindelser (PFAS) og bromerede flammehæmmere (figur 9.13). I det omfang der er fastsat vurderingskriterier af OSPAR eller EU fødevarekriterier for de undersøgte stoffer, var indholdet under disse. Der blev fundet betydelige forskelle i koncentrationsniveauerne ved de undersøgte stationer.



Tabel 9.13. Målinger af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i muskel og lever fra ålekvalbe på 10 kystnære stationer. Målinger i lever er angivet med * (Hansen (red.) 2012).

9.8 Biologiske effekter af miljøfremmede stoffer

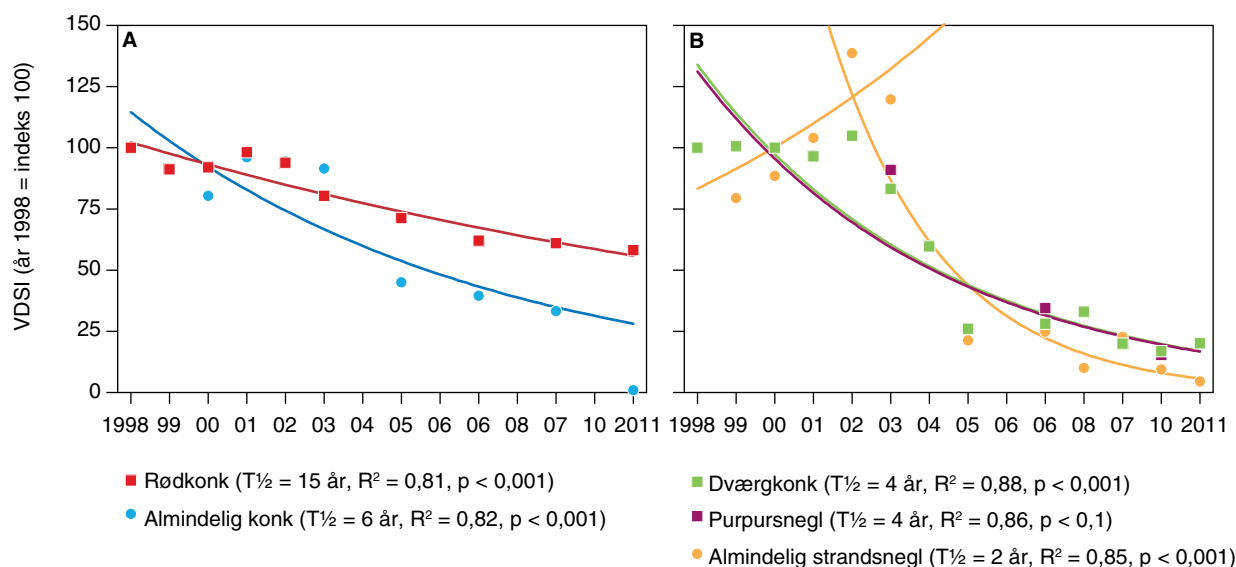
Biologiske effekter af miljøfarlige stoffer er undersøgt i fisk og muslinger fra marine områder med henblik på at vurdere, om miljøfarlige stoffer udgør en risiko for dyrelivet i havet (forklaring i box). Havsnegle er undersøgt for kønsændringer (impo- og intersex), som er en specifik effekt af påvirkning af tributyltin (TBT). Aktiviteten af afgiftningssenzymmer er målt i fisk som markør for effekter af påvirkninger, der kan relateres til bl.a. PAH og dioxinlignende stoffer. Ålekvalbens 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, sædledes). Imposex kan medføre sterilitet. Omfanget af imposex måles med indekssværdien VDSI.	Undersøgelse af ålekvalbens yngel Ålekvalbens 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 hæmolymfen (blodvæsken hos dyr med åbent kredsløb). Lav lysosomal membran stabilitet er indikation på, at muslingerne er påvirkede.	Aktivitet af afgiftningssenzymmer I voksne ålekvalber måles aktiviteten af afgiftningssenzymmer (CYP1A, målt som EROD). Øget aktivitet betyder, at fiskens metaboliske afgiftningssystem er trådt i kraft. Høj enzym aktivitet er indikation på, at fiskene er påvirkede.

9.8.1 Imposex og intersex i havsnegle

Ved undersøgelse af havsnegle fra åbne og kystnære danske farvande blev der i 2011 fortsat fundet udbredt forekomst af imposex og intersex. Niveauerne af imposex er så høje i de indre farvande, at miljøtilstanden generelt må anses som ikke tilfredsstillende ved vurdering ud fra kriterier fastsat af OSPAR og HELCOM. I de åbne farvande i Skagerak og Nordsøen svarer niveauerne til generelt gode miljøforhold.

Niveauerne af imposex og intersex er ligesom koncentrationerne af TBT faldet markant i de seneste år (figur 9.14). Dette er en direkte konsekvens af forbuddet mod TBT som antibegroningsmiddel i skibsmaling. Udfasningen begyndte at gælde for alle skibe i 2003 og trådte i kraft med et endeligt forbud i 2008.



Figur 9.14. Tidlig udvikling i niveauer af imposex og intersex i fem arter af danske havsnegle i A) åbne farvande og B) kystnære områder. Værdierne er indekserede til "år 1998" = indeks 100 baseret på medianværdier (Hansen (red. 2012).

9.8.2 Undersøgelse af ålekvabbens yngel

Ålekvabben anvendes til undersøgelse af biologiske effekter da:

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

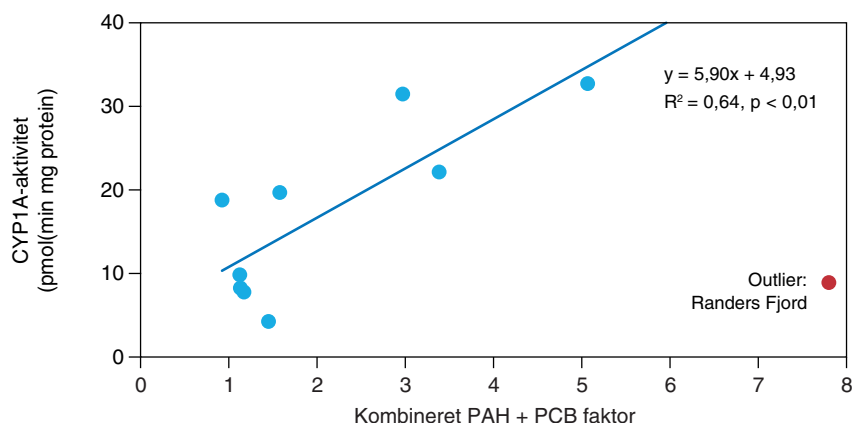
De fleste af de områder, hvor der i 2011 blev fundet forekomst af fejludviklede unger af ålekvabber, var som i foregående år kystnære områder med lille vandudskiftning og med menneskelig påvirkning fra byer og industri. Det er derfor sandsynligt, at disse effekter skyldes påvirkning af miljøfarlige stoffer, herunder dioxin, PAH eller tungmetaller. Der kunne dog ikke konstateres tydelig sammenhæng mellem de miljøfarlige stoffer, der blev målt i 2011, og forekomsten af fejludvikling af unger hos ålekvabber.

9.8.3 Aktivitet af afgiftningensenzym i ålekvabber

Aktivitet af afgiftningensenzym (CYP1A) hos voksne ålekvabber blev ligesom hyppigheden af misdannelser hos ålekvabbeyngel fundet med betydelige geografiske variationer.

Der blev i 2011 fundet sammenhæng mellem aktiviteten af afgiftningensenzym og nedbrydningsprodukter af PAH i fiskenes galde i kombination med PCB-niveauer i muskel hos fiskene (figur 9.15).

Figur 9.15. Aktivitet af afgifts-
enzymer CYP1A i lever fra åle-
kvabbehunner i forhold til indhold
af PAH-metabolitter i galde og
PCB i muskel fra ålekvabber i 10
undersøgte områder i
2011 (Hansen (red.) 2012).

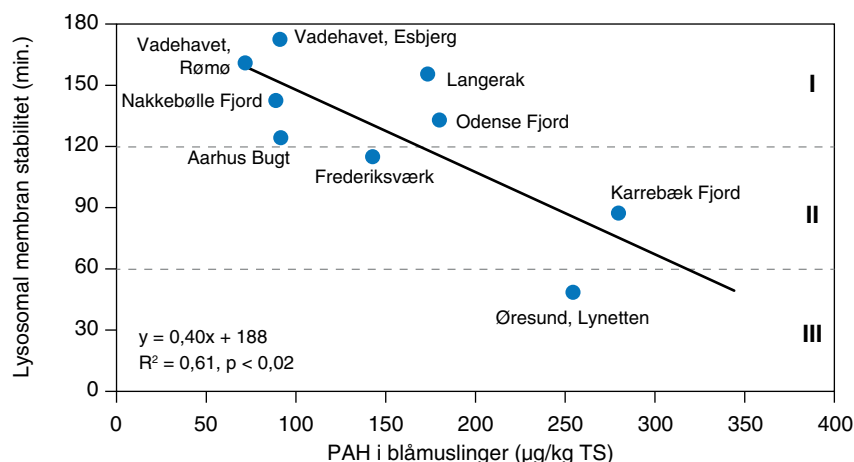


9.8.4 Lysosomal stabilitet i muslinger

Lysosomal membranstabilitet er en generel stressmarkør, der kan være forårsaget af forskellige typer af miljøfarlige stoffer.

I to tredjedele af de i 2011 undersøgte kystnære områder blev der hos blåmuslinger fundet lysosomal membranstabilitet på et niveau, der tyder på, at muslingerne ikke var påvirkede af miljøfarlige stoffer ved vurdering ud fra vurderingskriterier foreslået af OSPAR og HELCOM. Der blev som ved nogle af de tidligere års undersøgelser fundet sammenhæng mellem lysosomal membranstabilitet og PAH-indholdet i muslingerne (figur 9.16).

Figur 9.16. Biomarkøren lysosomal membranstabilitet i blåmuslinger fra forskellige kystnære stationer i forhold til indholdet af PAH (EPA16) i muslingerne. De foreslåede miljøkriterier I - III for lysosomal membranstabilitet: I) upåvirket (≥ 120 min.), II) påvirket men kompenserende ($60 < 120$ min.) og III) stærkt påvirket (< 60 min.) (Hansen (red.) 2012).



10 Naturtyper

10.1 Habitatnaturtypernes areal, tilstand og udvikling

NOVANAs naturtypeprogram skal give et repræsentativt billede af tilstand og udvikling i de danske terrestriske habitatnaturtyper på Habitatdirektivets Bilag 1. Programmet består af to dele: 1) en stikprøvebaseret overvågning af terrestriske habitatnaturtyper (kontrolovervågning) og 2) en fladedækkende kortlægning af disse inden for de udpegede habitatområder (operationel overvågning). Kontrolovervågningen har til formål at fastlægge habitatnaturtypernes tilstand samt beskrive sammenhænge mellem påvirkninger, tilstand og udvikling. Disse data udgør det faglige grundlag for Naturstyrelsens afrapportering af habitatnaturtypernes bevaringsstatus jf Habitatdirektivets artikel 17. Kontrolovervågningen er foretaget hvert år i perioden 2004-10, og det samlede datamateriale er afrapporteret i sidste års rapport (Fredshavn et al. 2011b).

Den operationelle overvågning (fladedækkende kortlægning) af habitatområderne har til formål at fastlægge areal og udbredelse af habitatnaturtyperne, og dermed bidrage til den nationale Artikel 17-afrapportering. Da kun habitatområderne er omfattet af kortlægningen, opskaleres resultaterne til hele arealet inden for de to biogeografiske områder. Kortlægningsresultaterne udgør samtidig grundlaget for den danske forvaltning af habitatnaturtyperne under Natura 2000-planlægningen. Hvert kortlagt areal afgrænses, identificeres som habitatnaturtype og tilstandsvurderes på grundlag af udvalgte struktur- og artsindikatorer. Det danner grundlag for vurderingerne af behov og prioritering af forvaltningsindsatsen. Kortlægningen af Habitatområderne blev første gang foretaget i 2004-05 og er gentaget i 2010-11.

Dette års NOVANA-rapport for naturtyper (Nielsen et al. 2012) omfatter en præsentation af udbredelsesområde og areal for 34 lysåbne terrestriske habitatnaturtyper baseret på de seneste kortlægnings- og overvågningsdata. Rapporten retter særligt fokus på udviklingstendenser i udvalgte indikatorer for tilstanden på de intensivt overvågede stationer i de lysåbne naturtyper kalksandsoverdrev (6120), kalkoverdrev (6210), sure overdrev (6230), tidvis våd eng (6410), hængesæk (7140), tørvelavninger (7150), avneknippemose (7210) samt kildevæld (7220). Udviklingen bygger på overvågningsdata fra 2004 til 2009, da der kun er indsamlet data fra ganske få stationer og naturtyper i 2010 og 2011.

Tilstandsvurderingen af de kortlagte arealer publiceres i en selvstændig rapport (Fredshavn 2012) med nationale sammenstillinger af naturtilstandsindex for hver habitatnaturtype, hvor det kortlagte areal er fordelt på de fem tilstandsklasser, hvor de to højeste tilstandsklasser svarer til en gunstig tilstand for arealet. Resultatet er sammenlignet med første tilstandsvurdering i (Fredshavn & Ejrnæs 2009).

Tilstandsvurderingen sker ud fra et naturtilstandsindex, strukturindex og artsindex. Forklaring heraf er angivet i boks.

Naturtilstandsindexet er en sammenvæjning af de to underliggende indeks, strukturindexet og artsindexet. Alle tre indeks har værdier mellem 0 og 1 på en referenceskala, hvor 1 er den bedste naturtilstand, og 0 er den dårligste. Skalaen inddeles i fem lige store klasser, der udgør de fem tilstandsklasser for høj, god, moderat, ringe og dårlig naturtilstand.

Strukturindexet beregnes ud fra de vægtede strukturindikatorer. Til brug for vurderingen af habitatnaturtypernes strukturelle naturtilstand er udvalgt fem indikatorgrupper for struktur og funktion, som er fælles for alle naturtyperne:

1. *Vegetationsstruktur*
2. *Hydrologi og kystsikring*
3. *Afgræsning/pleje*
4. *Påvirkning af jordbrugsdrift*
5. *Naturtypekarakteristiske strukturer.*

Inden for hver gruppe er der en eller flere indikatorer, der registreres i feltet. Hver indikator er opdelt i relativt grove kategorier, og registreringen foretages ved at afkrydse den kategori, der bedst svarer til naturtypens aktuelle tilstand. For hver indikator er kategorierne tildelt værdier mellem 0 og 1, og det samlede strukturindeks fremkommer som det vægtede gennemsnit af indikatorkategoriernes scorer.

Artsindexet beregnes som et vægtet gennemsnit af artsscorer tildelt stort set alle danske karplanter. Til beregningen benyttes alle arter i en **dokumentationscirkel med radius 5 m**, hvor centrum placeres i et homogent område på det kortlagte areal, der er karakteristisk for naturtypen. Artsscorerne mellem 1 og 7 afspejler arternes følsomhed overfor negative påvirkninger på naturtyperne. Høje point tildeles arter, der er meget følsomme over for negative påvirkninger af naturtypen, hvorimod arter med lave point vil være mere eller mindre begunstige af disse påvirkninger. For hver naturtype opgøres **middelscoren**, der er den gennemsnitlige artsscore for arterne i dokumentationsfeltet, det totale antal arter, **antal problemarter og antal stjerne- og to stjernearter**. Stjernearter er værdifulde arter med scoren 4 eller 5, og tostjernearter er de ofte sjældne og særligt værdifulde arter med scoren 6 eller 7. Problemarter, hvortil også hører invasive arter, fremmes af en kraftig negativ påvirkning af naturtypen. Problemarter tildeles scoren -1.

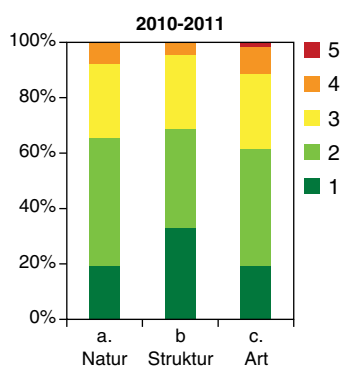
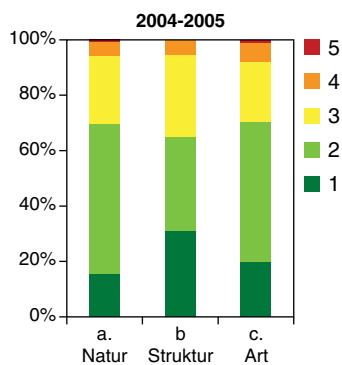
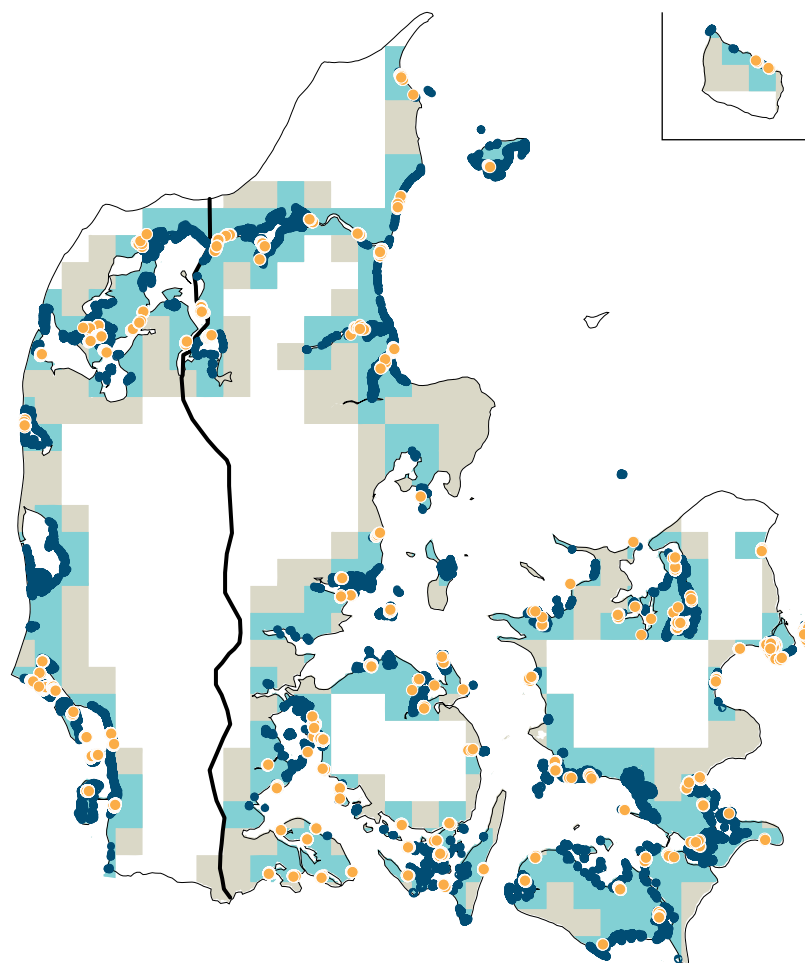
Forholdet mellem struktur- og artsindeks giver et fingerpeg om situationen på arealet. Akut plejekrævende arealer er arealer med et lavt strukturindeks, men stadig højt artsindeks, idet skaderne endnu ikke har påvirket det biologiske indhold. I modsætning hertil har nyligt genoprettede arealer ofte højt strukturindeks, men stadig et lavt artsindeks. Arealer, der gennem en lang årrække har været plejet optimalt og kun udsat for ringe påvirkninger, vil have et højt strukturindeks og et højt artsindeks. Tilsvarende vil arealer, der gennem en lang årrække har været under kraftig negativ påvirkning og manglende pleje, have et lavt strukturindeks og et lavt artsindeks. Forholdet mellem de to underliggende indeks har således stor forklaringsværdi når arealerne vurderes i en forvaltningssammenhæng.

I det følgende er der udvalgt nogle repræsentative naturtyper som eksempler. For hver habitatnaturtype er der gjort rede for de opdaterede resultater for areal og udbredelse og resultatet af tilstandsvurderingerne af de kortlagte arealer i Habitatområderne. For to af habitatnaturtyperne er også vist relevante udviklingstendenser baseret på data fra de intensive stationer i perioden 2004-09.

10.1.1 Strandeng (1330)

Strandeng er, med et samlet areal på 36.700 ha, den mest udbredte habitatnaturtype i Danmark, og foreløbige skøn viser, at 77 % af arealet findes inden for habitatområderne (tabel 10.1).

Figur 10.1. Kort over areal og udbredelsesområde for strandeng (1330). Udbredelsesområdet bygger på kendte forekomster af habitatnaturtypen samt forekomsten af § 3-strandeng. Med blå er vist 10 km kvadrater med en dokumenteret forekomst af habitatnaturtypen fra NOVANA programmets kortlægning og overvågning. Med mørk blå signatur er vist kortlagte forekomster fra den nyeste kortlægning inden for habitatområderne (2010-2011) og en sporadisk kortlægning uden for habitatområderne (2004-2006). Prikker viser overvågningsstationer, hvor habitatnaturtypen er registreret i et eller flere prøvefelter (Nielsen et al. 2012).



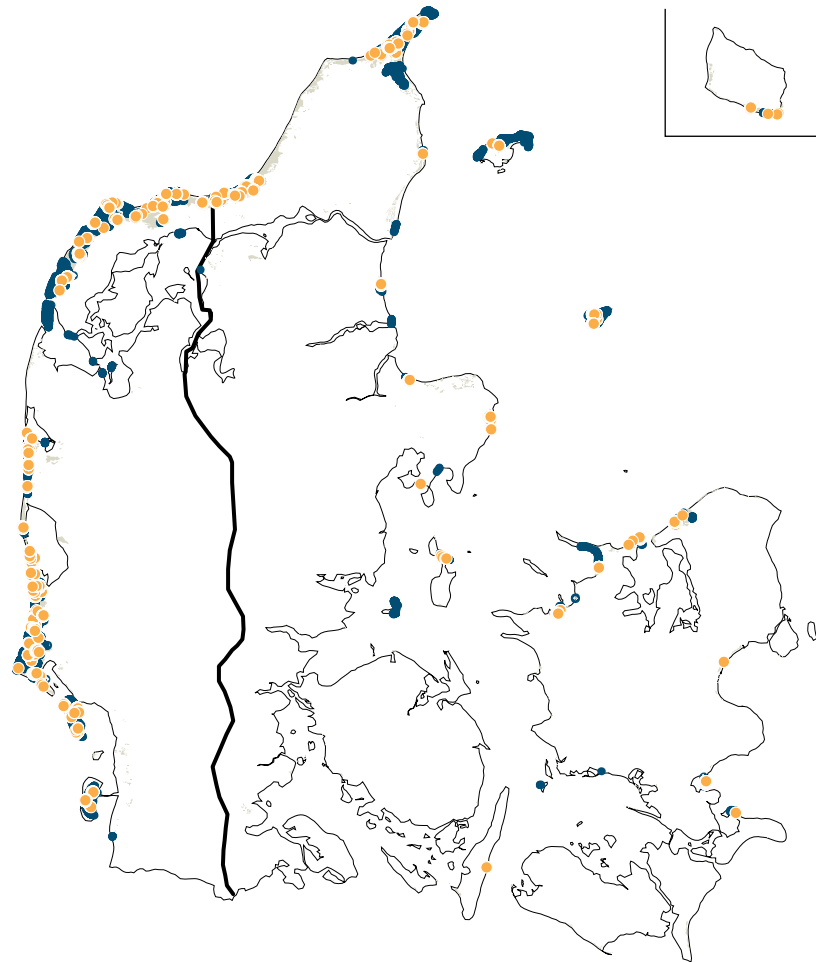
Tabel 10.1. Areal og udbredelse og middel tilstandsvurdering for strandeng (1330). Fordeelingen i de fem tilstandsklasser af de kortlagte arealer inden for habitatområderne er vist for naturtilstand, struktur- og artsindeks i søjlediagrammer til venstre for tabellen (Nielsen et al. 2012).

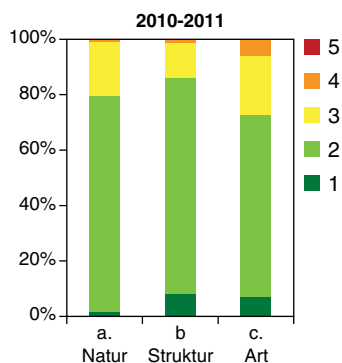
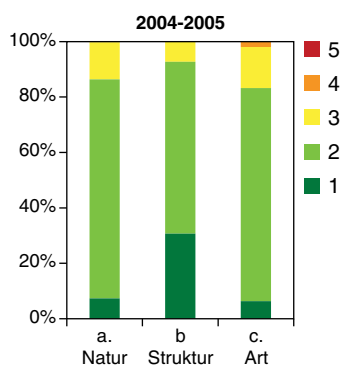
Habitattype	1330	
	2004-05	2010-11
Udbredelsesområde	23.700 km ²	23.300 km ²
Habitatområder, kortlagt areal	28.118 ha	28.237 ha
Uden for habitatområder, foreløbigt skønnet areal	7.582 ha	8.366 ha
Areal i alt, afrundet	35.700 ha	36.700 ha
Naturtilstandsindeks	0,59	0,57
Strukturindeks	0,62	0,61
Artsindeks	0,61	0,57
Middelscore	3,31	3,25
Antal arter i 5 m cirkel	14,27	11,54
Antal problemarter	0,41	0,38
Antal stjernearter	6,74	5,13
Antal tostjernearter	0,30	0,20

10.1.2 Klithede (2140)

Klitheden er, med et samlet areal på 23.800 ha, en af de mest udbredte lys-åbne terrestriske habitatnaturtyper i Danmark, og foreløbige skøn viser, at 62 % af arealet findes inden for habitatområderne (tabel 10.2). Ved genkortlægningen af klithede inden for habitatområderne er der kortlagt et større areal med habitatnaturtypen i den atlantiske region. Det har samlet ført til en 27 % forøgelse af det skønnede areal for hele landet.

Figur 10.2. Kort over areal og udbredelsesområde for klithede (2140). Udbredelsesområdet bygger på kendte forekomster af en af de 8 kystklittyper samt forekomsten af flyvesand inden for 5 km fra kysten. Med mørk blå signatur er vist kortlagte forekomster fra den nyeste kortlægning inden for habitatområderne (2010-2011) og en sporadisk kortlægning uden for habitatområderne (2004-2006). Prikker viser overvågningsstationer, hvor habitatnaturtypen er registreret i et eller flere prøvefelter (Nielsen et al. 2012)





Tabel 10.2. Areal og udbredelse og middel tilstandsvurdering for klithede (2140). Forde-
lingen i de fem tilstandsklasser af de kortlagte arealer inden for habitatområderne er vist
for naturtilstand, struktur- og artsindeks i søjlediagrammer til venstre for tabellen (Nielsen
et al. 2012).

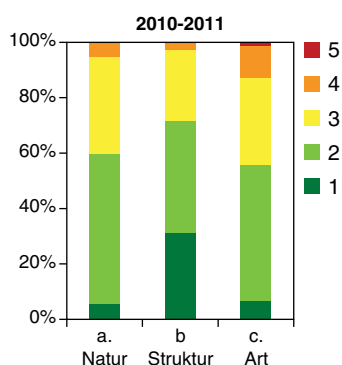
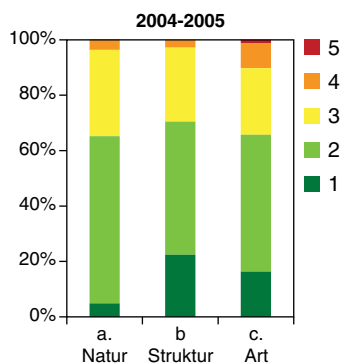
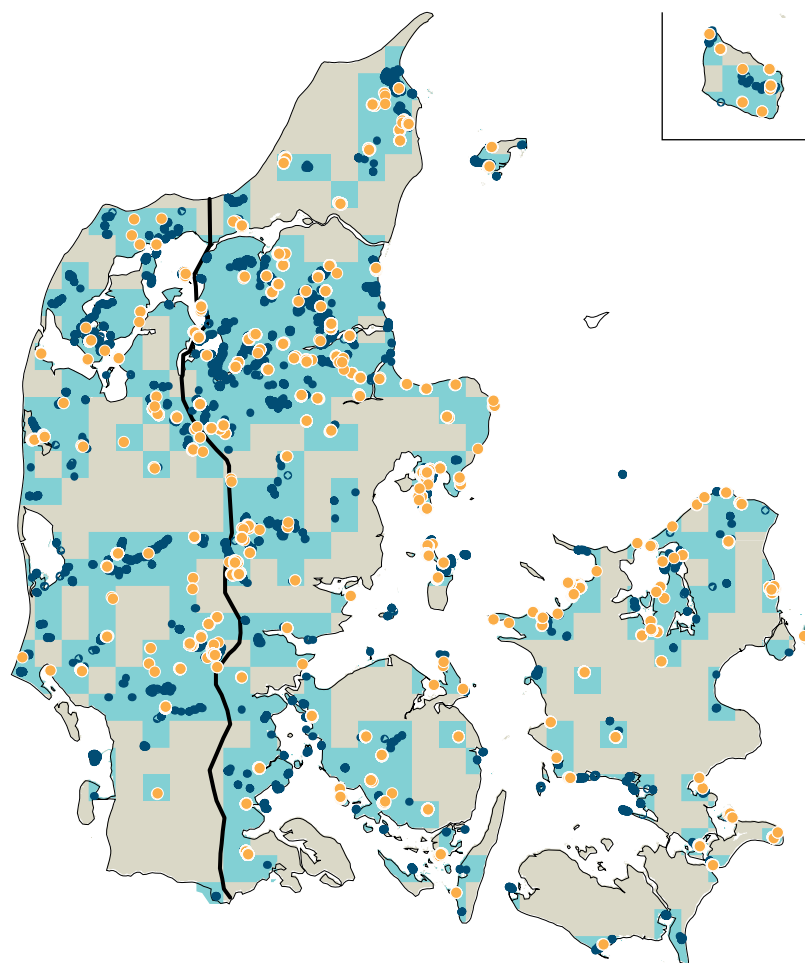
Habitattype	2140	
	2004-05	2010-11
Udbredelsesområde	1.200 km ²	1.230 km ²
Habitatområder, kortlagt areal	12.665 ha	14.854 ha
Uden for habitatområder, foreløbigt skønnet areal	6.135 ha	8.958 ha
Areal i alt, afrundet	18.800 ha	23.800 ha
Naturtilstandsindeks	0,67	0,63
Strukturindeks	0,71	0,67
Artsindeks	0,66	0,62
Middelscore	3,73	3,60
Antal arter i 5 m cirkel	9,65	11,07
Antal problemarter	0,28	0,50
Antal stjernearter	6,12	6,59
Antal tostjernearter	0,43	0,53

10.1.3 Surt overdrev (6230)

Surt overdrev er, med et samlet areal på 12.900 ha, en af de almindelige lys-
åbne terrestriske habitatnaturtyper i Danmark, og foreløbige skøn viser, at
34 % af arealet findes inden for habitatområderne (tabel 10.3). Ved genkort-
lægningen af surt overdrev inden for habitatområderne er der kortlagt et
større areal med habitatnaturtypen i begge biogeografiske regioner. Det har
samlet ført til en 25 % forøgelse af det skønnede areal for hele landet.

Som på kalkoverdrev ses en udvikling mod vegetationstyper tilpasset et hø-
jere niveau af næringsstof og mod mindre grad af græsning og pleje på in-
tensive stationer med surt overdrev gennem perioden 2004-09. Det kan bl.a.
ses ved en signifikant udvikling i Ellenberg N i perioden (figur 10.6). Der har
ikke været en signifikant udvikling i artsindeks i prøvefelterne (figur 10.4),
ligesom der heller ikke har været en udvikling i forekomsten af invasive ar-
ter, primært rynket rose i samme periode (figur 10.5). Tilgroningen med
vedplanter har også været konstant i perioden.

Figur 10.3. Kort over areal og udbredelsesområde for surt overdrev (6230). Udbredelsesområdet bygger på kendte forekomster af habitatnaturtypen og en ekspertvurdering af potentielle forekomster uden for habitatområderne. Med blå er vist 10 km kvadrater med en dokumenteret forekomst af habitatnaturtypen fra NOVANA programmets kortlægning og overvågning. Med mørk blå signatur er vist kortlagte forekomster fra den nyeste kortlægning inden for habitatområderne (2010-2011) og en sporadisk kortlægning uden for habitatområderne (2004-2006). Prikker viser overvågningsstationer, hvor habitatnaturtypen er registreret i et eller flere prøvefelter (Nielsen et al. 2012).

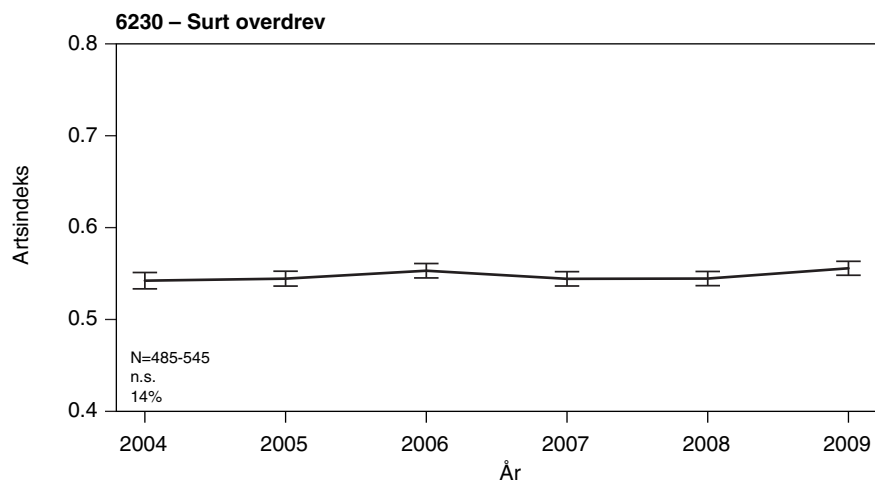


Tabel 10.3. Areal og udbredelse og middel tilstandsvurdering for sur overdrev (6230).

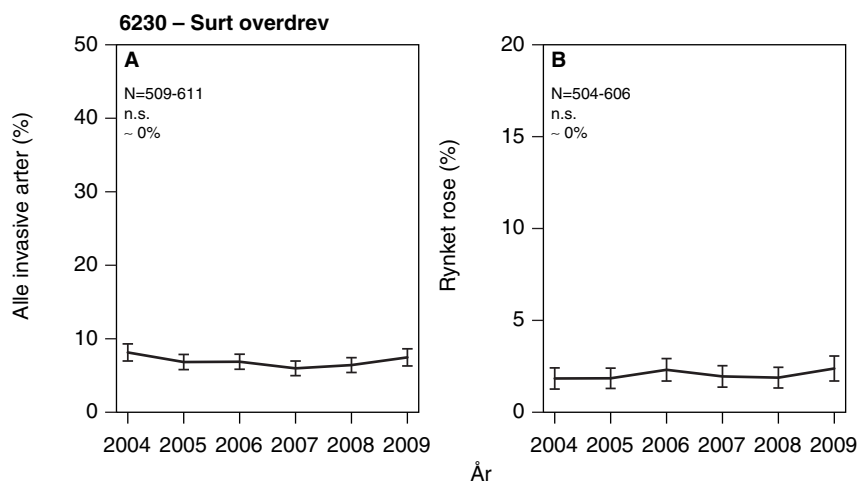
Fordelingen i de fem tilstandsklasser af de kortlagte arealer inden for habitatområderne er vist for naturtilstand, struktur- og artsindeks i søjlediagrammer til venstre for tabellen (Nielsen et al. 2012).

Habitattype	6230	
	2004-05	2010-11
Udbredelsesområde	43.100 km ²	43.100 km ²
Habitatområder, kortlagt areal	3.934 ha	4.392 ha
Uden for habitatområder, foreløbigt skønnet areal	6.266 ha	8.506 ha
Areal i alt, afrundet	10.200 ha	12.900 ha
Naturtilstandsindeks	0,59	0,59
Strukturindeks	0,62	0,66
Artsindeks	0,60	0,56
Middelscore	3,25	3,13
Antal arter i 5 m cirkel	23,02	23,87
Antal problemarter	1,87	2,10
Antal stjernearter	9,13	9,18
Antal tostjernearter	1,63	1,32

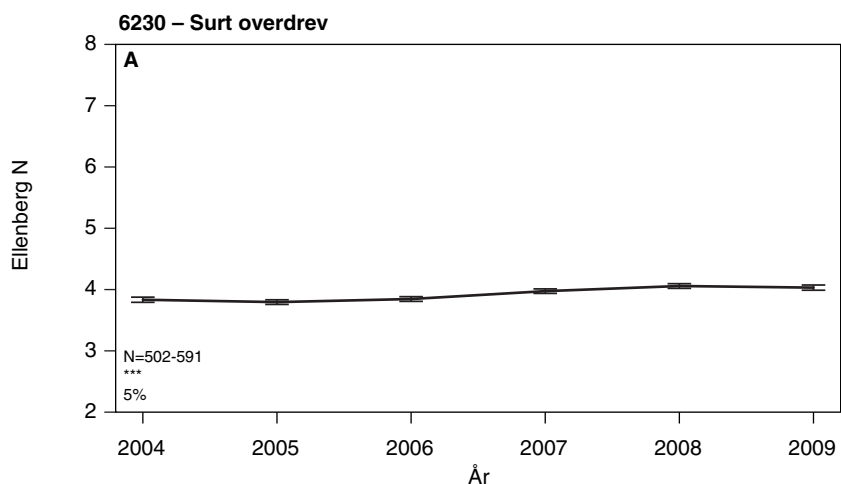
Figur 10.4. Artsindeks i 485-545 prøvefelter på 15 intensive 6230-stationer i perioden 2004-2009. Kurven forbinder gennemsnit, og søjlerne markerer standardfejl på målingerne (Nielsen et al. 2012).



Figur 10.5. Procent af i alt 504-611 prøvefelter 15 på intensive 6230-stationer med forekomst af invasive arter i alt (A) og rynket rose (B) i perioden 2004-2009. Kurven forbinder gennemsnit, og søjlerne markerer standardfejl på målingerne (Nielsen et al. 2012).



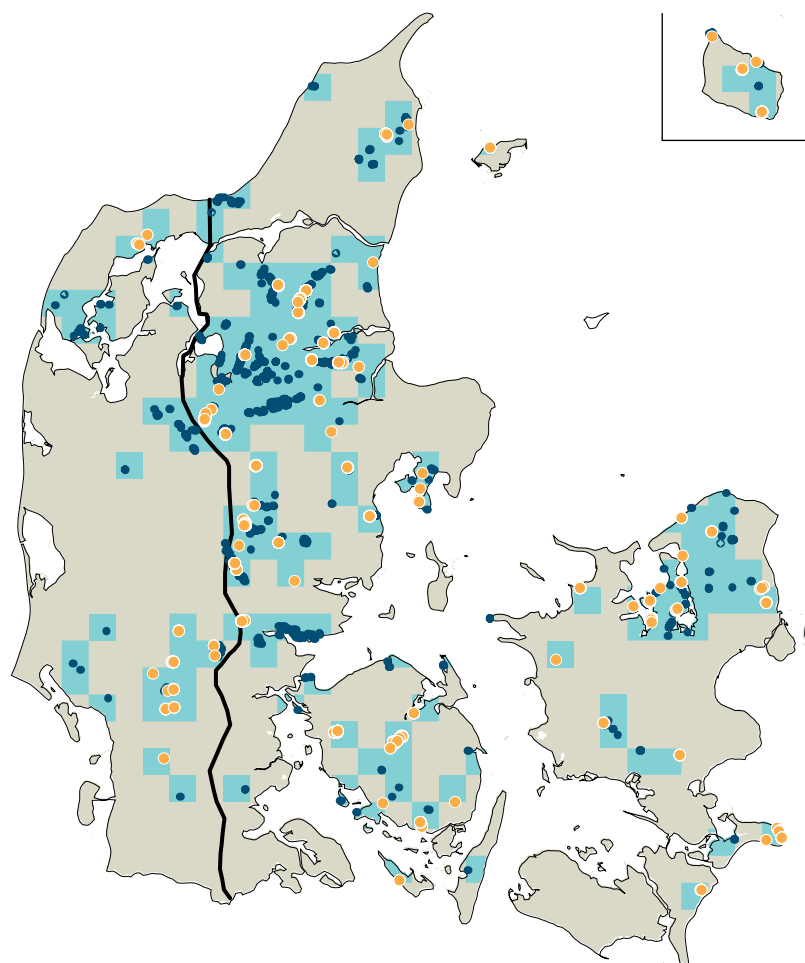
Figur 10.6. Udviklingen i Ellenberg N (indikatorværdi for næringsstof) i 502-591 prøvefelter på 15 intensive 6230-stationer i perioden 2004-2009. Kurven forbinder gennemsnit, og søjlerne markerer standardfejl på målingerne. Udviklingen er signifikant (***) (Nielsen et al. 2012).

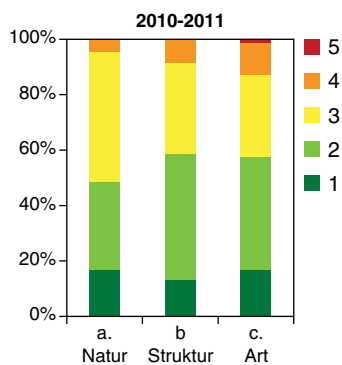
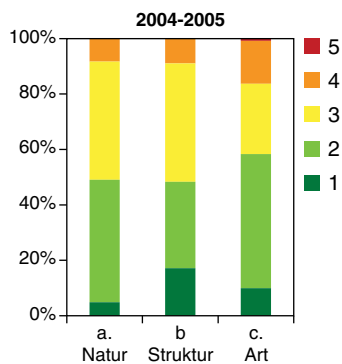


10.1.4 Kildevæld (7220)

Kildevælds udbredelsesområde, det kortlagte areal samt den geografiske fordeling af overvågningsstationer med habitatnaturtypen er vist i figur 10.7. Kildevæld er, med et samlet areal på 1.100 ha, en af de mindre udbredte lysåbne terrestriske habitatnaturtyper i Danmark, og foreløbige skøn viser, at 33 % af arealet findes inden for habitatområderne (tabel 10.4). Ved genkortlægningen af kildevæld inden for habitatområderne er der kortlagt et større areal med habitatnaturtypen i begge regioner. Det har samlet ført til en 31 % forøgelse af det skønnede areal for hele landet.

Figur 10.7. Kort over areal og udbredelsesområde for kildevæld (7220). Udbredelsesområdet bygger på kendte forekomster af habitatnaturtypen og en ekspertvurdering af potentielle forekomster uden for habitatområderne. Med blå er vist 10 km kvadrater med en dokumenteret forekomst af habitatnaturtypen fra NOVANA programmets kortlægning og overvågning. Med mørk blå signatur er vist kortlagte forekomster fra den nyeste kortlægning inden for habitatområderne (2010-2011) og en sporadisk kortlægning uden for habitatområderne (2004-2006). Prikker viser overvågningsstationer, hvor habitatnaturtypen er registreret i et eller flere prøvefelter (Nielsen et al. 2012).

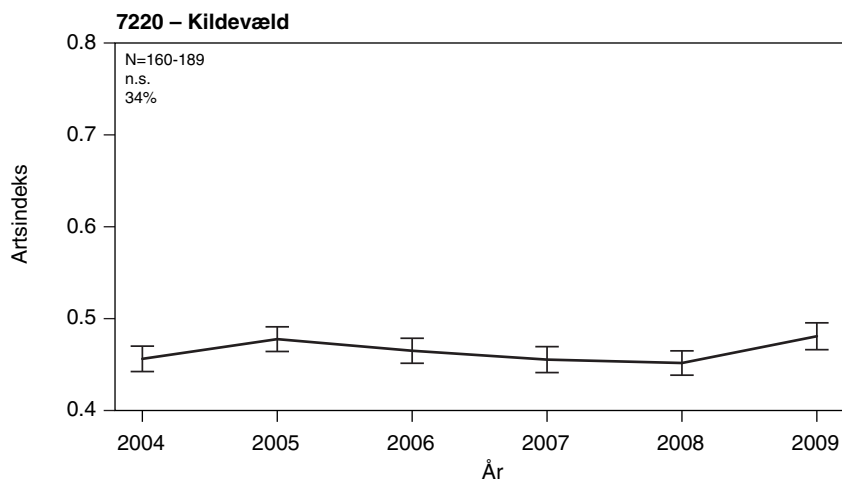




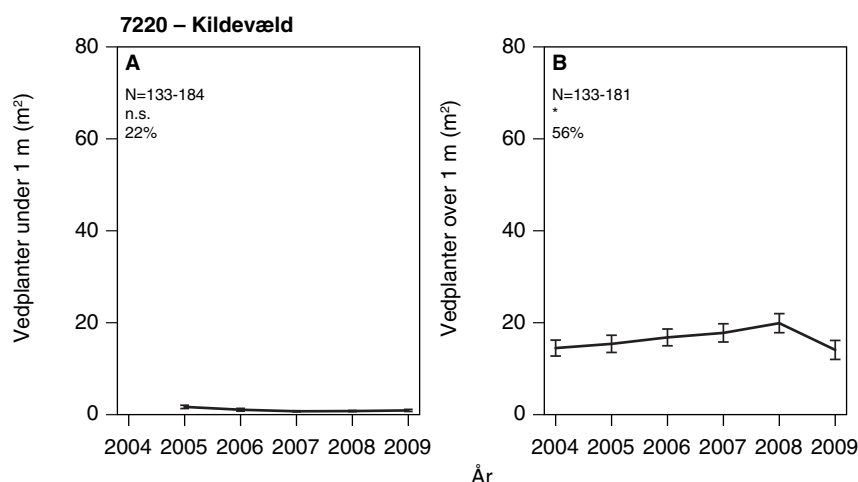
Tabel 10.4. Areal og udbredelse og middel tilstandsvurdering for kildevæld (7220). Forde-
lingen i de fem tilstandsklasser af de kortlagte arealer inden for habitatområderne er vist
for naturtilstand, struktur- og artsindeks i søjlediagrammer til venstre for tabellen (Nielsen
et al. 2012).

Habitattype	7220	
	2004-05	2010-11
Udbredelsesområde	43.100 km ²	43.100 km ²
Habitatområder, kortlagt areal	248 ha	359 ha
Uden for habitatområder, foreløbigt skønnet areal	592 ha	746 ha
Areal i alt, afrundet	840 ha	1.100 ha
Naturtilstandsindeks	0,57	0,56
Strukturindeks	0,63	0,66
Artsindeks	0,55	0,52
Middelscore	2,92	2,82
Antal arter i 5 m cirkel	22,18	24,03
Antal problemarter	2,09	2,11
Antal stjernearter	10,20	9,55
Antal tostjernearter	0,78	0,37

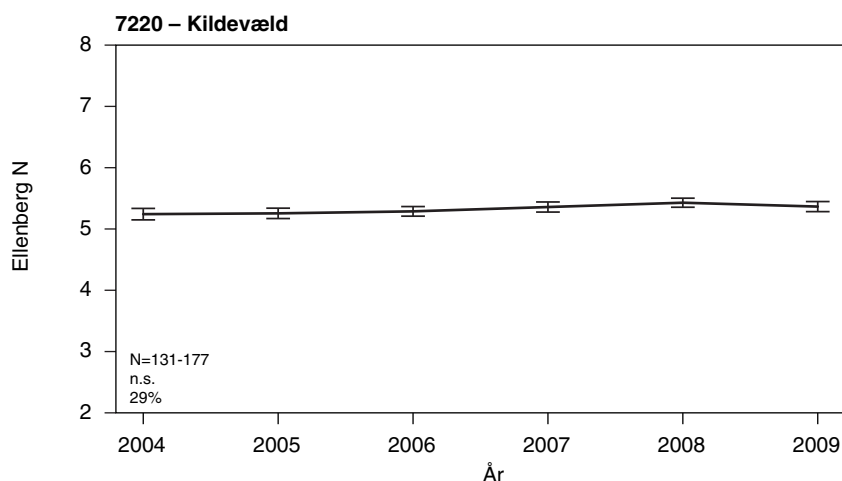
Figur 10.8. Artsindeks i 160-189 prøvefelter på 11 intensive 7220-stationer i perioden 2004-2009. Kurven forbinder gennemsnit, og søjlerne markerer standardfejl på målingerne. Udviklingen er ikke signifikant (Nielsen et al. 2012).



Figur 10.9. Dækning med vedplanter under 1 m (A) og over 1 m (B) i 133-184 prøvefelter på 11 intensive 7220-stationer i perioden 2004-2009. Kurven forbinder gennemsnit, og søjlerne markerer standardfejl på målingerne. Udviklingen i (A) er ikke signifikant og udviklingen i (B) er signifikant (*) (Nielsen et al. 2012)



Figur 10.10. Ellenberg N (indikatorværdi for næringsstof) i 131-177 prøvefelter på intensive 7220-stationer i perioden 2004-2009. Kurven forbinder gennemsnit, og søjlerne marker standardfejl på målingerne. Udviklingen er ikke signifikant (Nielsen et al. 2012).



Der har ikke været nogen signifikante ændringer i artsindeks i perioden 2004-09 på intensive stationer med kildevæld (figur 10.8). Vedplantetilgroningen domineres af træer over 1 m, og der har været en signifikant forøgelse af denne andel i perioden (figur 10.9). Den ikke signifikante stigning i Ellenberg N er måske et tegn på at også dette plantesamfund ændrer sig i retning af mere konkurrencestærke arter (figur 10.10). Forekomsten af invasive arter er kun sporadisk i kildevæld, og der er ikke sket nogen udvikling i perioden.

10.2 Samlet vurdering af habitatnaturtyperne

I den nye kortlægning i 2010-11 er datagrundlaget for vurderingerne af habitatnaturtypernes arealer udvidet til samtlige 34 lysåbne terrestriske habitatnaturtyper inden for habitatområderne. I kortlægningen 2004-05 indgik kun de 18 overvågede lysåbne terrestriske habitatnaturtyper. Habitatnaturtypernes udbredelse uden for habitatområderne er endnu ikke dokumenterede, og der er derfor tale om foreløbige skøn. Det betyder, at opskaleringen til hele arealet stadig indeholder en væsentlig usikkerhedsfaktor.

Kortlægningen i 2010-11 har givet anledning til væsentlige ændringer i arealestimaterne. Ændringerne er ikke udtryk for en reel arealmæssig tilbage-

gang eller fremgang for habitatnaturtyperne, men udtryk for et ændret datagrundlag for arealberegningerne. For de 18 lysåbne habitatnaturtyper, der er kortlagt i 2004-2006 og igen i 2010-2011, er det samlede kortlagte areal således forøget med 20 % i den atlantiske region, medens arealet sammenlagt er uændret i den kontinentale region. For nogle naturtyper er ændringerne i det kortlagte areal væsentligt større. Ændringerne hænger sammen med en forbedret forståelse af habitatnaturtypernes variationsbredde og for nogle habitatnaturtyper også en ændring i definitionen (jf. Bilag 4a og 4b i Fredshavn et al. 2011a). Eksempelvis er definitionen af våd hede (4010) ændret fra "dominans af dværgbuske" til "præget af dværgbuske og/ eller lave pors, ofte med et stort indslag af blåtop", hvilket har ført til, at langt flere våde heder kan henføres til habitatnaturtypen. For hele landet vurderes det derfor, at arealet med våd hede er tre gange større end afrapporteret til EU i 2007.

For de 16 habitatnaturtyper, der ikke blev kortlagt i første programperiode, er de nye kortlægninger det første databaserede bud på deres arealmæssige udbredelse i Danmark. Det har for nogle habitatnaturtyper ført til væsentlige ændringer i arealet. For strandvold med enårige planter (1210) og strandvold med flerårige planter (1220) er arealet ændret til 250 og 1.700 ha mod tidligere hhv. 900 og 500 ha.

Det overordnede indtryk af analyserne af udviklingen på de intensive overvågningsstationer i perioden 2004-2009 er, at de mest markante signifikante ændringer er for indikatorer, der signalerer en eutrofiering af plantesamfundene og en ændret artssammensætning. Årsagerne kan både være respons på tidligere eller fortsat eutrofiering, ophørt græsning og kolonisering af plantearter fra næringsrige naboarealer. Tilgroningsgraden på overdrev ligger stabilt omkring 10 % gennem hele overvågningsperioden, og for mose- og engtyperne er der en stabil dækning med vedplanter på 14 %, der i kildevæld næsten udelukkende domineres af vedplanter over 1 m.

Tilstandsvurderingen af lysåbne habitatnaturtyper inden for habitatområderne viser i store træk det samme billede som ved første tilstandsvurdering. Trods større eller mindre arealændringer er arealernes fordeling i tilstandsklasserne relativt uændret. Generelt er der en lille tilbagegang i artsindeks og et stabilt eller stigende strukturindeks. De uændrede strukturindeks er ikke overraskende i betragtning af, at forvaltningsindsatsen i den kommende Natura-2000 planlægning endnu ikke er startet, og faldende artsindeks stemmer godt overens med, at arealerne fortsat er udsat for en negativ artsudvikling pga. ophørt afgræsning, øget eutrofiering og fortsat dræning og grøftning af arealerne.

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., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Kjeldgaard, A., Sortkjær, L., Windolf, J. & Bøgestrand, J. 2012: Søer 2011. NOVANA Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, xx s. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 33. <http://www2.dmu.dk/Pub/SR33.pdf>

Blicher-Mathiesen, G., Grant, R., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. 2012: Landovervågningsoplande 2011. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. xxx s. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 31. <http://www2.dmu.dk/Pub/SR3.pdf>

Bossi, R., Sortkjær, O. & Juhler, R.K. 2009a: 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. 2009b: 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>

Cappelen, J. 2012: Danmarks klima 2011 med Tórshavn, Færøerne og Nuuk, Grønland. Teknisk rapport 12-01. Danmarks Meteorologiske Institut, 83 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://www2.dmu.dk/Pub/FR495.pdf>

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet og DMU, Aarhus 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. 2012: Atmosfærisk deposition 2011: NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 30. <http://www2.dmu.dk/Pub/SR30.pdf>

Ellermann, T., Nøjgaard, J.K., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M. & Jensen, S.S. 2012b: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2011. DCE - National Environmental Research Institute, Aarhus University. In press.

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.

Europaparlamentet og rådets direktiv 2004/107/EF af 15. december 2004 om arsen, cadmium, kviksølv, nikkel og polycykliske aromatiske kulbrinter i luften.

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

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

EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2008/105/EF af 16. december 2008 om miljøkvalitetskrav inden for vandpolitikken, om ændring og senere ophævelse af Rådets direktiv 82/176/EØF, 83/513/EØF, 84/156/EØF, 84/491/EØF og 86/280/EØF og om ændring af Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF.

Fredshavn, J.R. 2012: Naturtilstand i habitatområderne 2010-11. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, XX s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. X.

Fredshavn, J.R., & Ejrnæs, R. 2009: Naturtilstand i habitatområderne. Habitatdirektivets lysåbne naturtyper. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 76 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 735.

<http://www.dmu.dk/Pub/FR735.pdf>

Fredshavn, J.R., Ejrnæs, R. & Nygaard, B. 2011a: Kortlægning af terrestriske naturtyper. Teknisk Anvisning TA-N03, Version 1.04. Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestrisk Natur, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet. 19 s.

Fredshavn, J.R., Ejrnæs, R., Damgaard, C., Nielsen, K.E. & Nygaard, B. 2011b: Naturtyper 2011 Terrestriske habitatnaturtyper 2004-2010. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 168 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 7.

Hansen, J.W. (red) 2012: Marine områder 2011. NOVANA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 34. <http://www2.dmu.dk/Pub/SR34.pdf>

Hansen, J.W. 2012b: Hansen, J.W., Storm, L.S., Manscher, O. & Balsby, T.J.S. 2012: Iltsvind i de danske farvande september 2012. 22 s. – Fagligt notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi
http://dce.au.dk/fileadmin/bioscience/Fagdatacentre/MarintFagdatacentre/Publikationer/Iltsvindsrapport_september_2012.pdf

Juhler, R.K., Sortkjær, O., Gudmundsson, L. & Johnsen, A. 2010: Screeningsundersøgelse og afprøvning af prøvetagningsmetodik til undersøgelse af udsivning fra jordforurening til overfladevand. Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 1350, 2012.
<http://www.mst.dk/Publikationer/Publikationer/2012/Maj/978-87-92708-54-0.htm>

Larsen, C.L., 2006: Screening af beryllium i dansk grundvand. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Rapport nr. 2006/67.
http://www.blst.dk/NR/ronlyres/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.

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 2011: Bekæmpelsesmiddelstatistik 2010. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5.

Miljøministeriet 2011: Bekendtgørelse nr. 1024 af 31. oktober 2011 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg.

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

Naturstyrelsen 2012: Punktkilder 2011.

Naturstyrelsen 2011: Nøgletal for miljøfarlige stoffer i spildevand fra renseanlæg – på baggrund af data fra det nationale overvågningsprogram for punktkilder 1998-2009.
http://www.naturstyrelsen.dk/NR/ronlyres/EBA393DC-AD63-4A96-9D8B-C04A30FEE2D0/135936/Noegletal_for_miljoefarlige_stoffer_Renseanlaeg_19.pdf

Naturstyrelsen 2011a: NOVANA. Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen 2011-2015. Programbeskrivelse 2. del i samarbejde med DMU og GEUS.

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

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

Thorling, L., Hansen, B., Langtofte, C., Brusch, W., Møller, R.R. og Mielby, S. 2012: Grundvand. Status og udvikling 1989-2011. Teknisk rapport. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland – GEUS. www.geus.dk.

Wiberg-Larsen, P., Windolf, J., Bøgestrand, J., Larsen, S.E., Thodsen, H., Kjeldgaard, A. & Ovesen, N.B. 2012: Vandløb 2011. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. – Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 32. <http://www.dmu.dk/Pub/SR32.pdf>

VANDMILJØ OG NATUR 2011

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Denne rapport indeholder resultater fra 2011 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 naturtyper. Grundlaget for rapporten er de årlige rapporter, som udarbejdes af fagdatacentre for de enkelte emneområder. Disse rapporter er baseret på data indsamlet af Naturstyrelsens enheder og Aarhus Universitet. Rapporten er udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet efter aftale med Naturstyrelsen, der har ansvaret for det nationale overvågningsprogram.

ISBN: 978-87-92825-65-0
ISSN: 2244-9981