



VANDMILJØ OG NATUR 2013

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 126

2015



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



GEUS



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

[Tom side]

VANDMILJØ OG NATUR 2013

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 126

2015

Poul Nordemann Jensen¹

Susanne Boutrup¹

Jesper R. Fredshavn¹

Lars M. Svendsen¹

Gitte Blicher-Mathiesen²

Peter Wiberg-Larsen²

Rikke Bjerring²

Jens Würgler Hansen²

Bjarne Søgaard²

Stefan Pihl²

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. 126
Titel:	Vandmiljø og Natur 2013
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 , Bjarne Søgaard ² , Stefan Pihl ² , Thomas Ellermann ³ , Lærke Thorling ⁴ & Anna Gade Holm ⁵
Institution:	¹ Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, ² Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, ³ Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab, ⁴ De Nationalt Geografiske Undersøgelser for Danmark og Grønland & ⁵ Naturstyrelsen
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Februar 2015
Redaktion afsluttet:	November 2014
Faglig kommentering:	Fagdatacentre for de enkelte emneområder
Kvalitetssikring, DCE:	Vibeke Vestergaard Nielsen
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., Søgaard, B., Pihl, S., Ellermann, T., Thorling, L. & Holm, A.G. 2015. Vandmiljø og Natur 2013. NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 96 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 126 http://dce2.au.dk/pub/SR126.pdf
Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse	
Sammenfatning:	Denne rapport indeholder resultater fra 2013 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 og havet. Grundlaget for rapporten er de årlige rapporter, som udarbejdes af fagdatacentre for de enkelte emneområder. Disse rapporter er baseret på data indsamlet af Naturstyrelsen 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, arter, fugle, atmosfærisk nedfald, spildevand, landbrug, kvælstof, fosfor, pesticider, tungmetaller, uorganiske sporstoffer, miljøfremmede stoffer.
Layout:	Grafisk Værksted, AU-Silkeborg
Foto forside:	Susanne Boutrup
ISBN:	978-87-7156-103-6
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	96
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/SR126.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 2013	5
Resume	6
1 Indledning	9
1.1 Det nationale program for overvågning	9
1.2 Vejr og afstrømning i 2013	10
2 Kvælstof	15
2.1 Kvælstof som forureningskilde	15
2.2 Tilførsel af kvælstof fra luften i 2013	17
2.3 Kilder til tilførsel af kvælstof fra luften	20
2.4 Kvælstof fra spildevand	22
2.5 Kvælstof i landbrug	24
2.6 Kvælstof i vand fra dyrkede arealer	26
2.7 Kvælstoftab fra dyrkede marker	26
3 Fosfor	28
3.1 Fosfor som forureningskilde	28
3.2 Tilførsel af fosfor via luften	29
3.3 Fosfor fra spildevand	30
3.4 Fosfor i landbrug	31
3.5 Fosforkoncentrationer og udvaskede mængder	32
4 Organisk stof som forureningskilde	34
4.1 Kilder til forurening med organisk stof	34
4.2 Udledning fra renseanlæg	34
4.3 Udledning fra industri med egen udledning	34
4.4 Akvakultur	35
4.5 Andre kilder	35
4.6 Samlet vurdering af forurening med organisk stof	35
5 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer	36
5.1 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer	36
5.2 Deposition af tungmetaller fra luften	37
5.3 Tungmetaller fra punktkilder	40
5.4 Deposition af miljøfremmede stoffer fra luften	41
5.5 Udledning af miljøfremmede stoffer fra punktkilder	43
6 Grundvand	45
6.1 Grundvand	45
6.2 Status for nitratindehold i grundvand	47
6.3 Udvikling i nitratindehold i iltet grundvand	48
6.4 Uorganiske sporstoffer i grundvand	49
6.5 Pesticider i grundvand	49

7	Vandløb	52
7.1	Vandløb	52
7.2	Økologisk vandløbskvalitet – smådyr	54
7.3	Kvælstof i vandløb	54
7.4	Fosfor i vandløb	56
8	Søer	59
8.1	Søerne	59
8.2	Fosfor i søer – status og udvikling	60
8.3	Kvælstof i søer – status og udvikling	61
8.4	Klorofyl og sigtdybde	62
8.5	Undervandsplanter	63
9	Marine områder	65
9.1	De marine områder	65
9.2	Kvælstof og fosfor i marine områder	66
9.3	Planteplankton	68
9.4	Iltforhold i de marine områder	69
9.5	Bundplanter	72
9.6	Tungmetaller og miljøfremmede stoffer i marine områder	75
10	Arter	79
10.1	Habitatdirektivets arter	79
10.2	Fuglebeskyttelsesdirektivets arter	84
11	Referencer	93

Vandmiljø og Natur 2013

Tilstand og udvikling - sammenfatning af undersøgelsesresultater 2013

Rapporten indeholder en sammenfatning af resultater fra 2013 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 2013 omfattede overvågning af tilstand og udvikling i vandmiljøet, luften, den terrestriske natur og en række arter.

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 2013	<i>Ellermann et al. 2015</i>
Punktkilder 2013	<i>Naturstyrelsen, 2015</i>
Landovervågningsoplande 2013	<i>Blicher-Mathiesen et al. 2015</i>
Grundvand 2013	<i>Thorling et al. 2015</i>
Vandløb 2013	<i>Wiberg-Larsen et al. 2015</i>
Søer 2013	<i>Bjerring et al. 2015</i>
Marine områder 2013	<i>Hansen (red.) 2015</i>
Arter 2012-2013	<i>Søgaard et al. 2015</i>
Fugle 2012-2013	<i>Pihl et al. 2015</i>

Data fra overvågning af terrestriske naturtyper er ikke medtaget i rapporten. De vil blive rapporteret på et senere tidspunkt. Endvidere er data fra grundvandsovervågningen ikke med i denne udgave af rapporten. Rapporten vil blive revideret med inddragelse af grundvandsdata, når disse foreligger.

Den del af luftovervågningen, som foretages af hensyn til menneskers sundhed, er ikke medtaget i rapporten, men er rapporteret selvstændigt (Ellermann et al., in press).

Data fra overvågning af tungmetaller, uorganiske sporstoffer og organiske miljøfremmede stoffer i perioden 2004 til 2012 samt for vandløb, søer og visse punktkilder desuden data fra 2013 er sammenfattet i en selvstændig rapport (Boutrup et al. 2015).

Fagdatacentrenes rapporter er primært baseret på data indsamlet af Naturstyrelsen. 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. Kommunerne har varetaget indsamling af data vedrørende spildevand, grundvand i vandforsyningsboringer og mængden af oppumpet grundvand.

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 fosfor fra punktkilder og landbrug til vandmiljøet siden slutningen af 1990'erne. Tages der højde for klimatiske forhold er der sket et fald i kvælstofudledningen fra et niveau over 100.000 ton N/år omkring 1990 til i de senere år 55-58.000 ton N/år. Heraf stammer ca. 6.000 ton N fra spildevandsudledninger. Det gennemsnitlige indhold af kvælstof i det vand, der løber til havet, har i de seneste 3-4 år været det laveste siden 1990, dog med en ganske lille stigning i 2013.

Variationer i nedbør betyder væsentlige år-til-år-svingninger i udledningen fra både punktkilder og landbrug. Eftersom vandafstrømningen i 2013 var lidt lavere end i 2011 og 2012, var udledningerne af kvælstof og fosfor til havet i 2013 lidt mindre end udledningerne i 2011 og 2012.

Særlige forhold i 2013

I det følgende omtales en række forhold, hvor der er set en særlig udvikling over perioden 1989-2013 (evt. via særlige analyser), eller hvor året 2013 har været specielt.

Klima 2013

Vejrmæssigt var 2013 uden klimarekorder bortset fra rekord i vindhastighed og vindstød under orkanen Allan i efteråret 2013. Middeltemperaturen var 0,7 °C højere end normalen på 7,7 °C. 2013 var forholdsvis nedbørsfattig med 669 mm nedbør mod normalen på 712 mm. Ferskvandsafstrømningen var i 2013 7 % under gennemsnittet for perioden 1990-2011.

Luft

Overvågningen af luften i perioden 1990-2013 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 1990-2013. Samlet set er den mængde kvælstof, som tilføres fra luften til natur- og vandområder inkl. havområder, faldet med ca. 35 %. Faldet har baggrund i en reduktion af såvel udenlandske som danske kilder.

Ved måling af pesticider i nedbør blev der fundet størst bidrag fra prosulfo-carb, pendimethalin og et nedbrydningsprodukt af terbutylazin. Tidspunktet på året, hvor der blev fundet størst deposition, var sammenfaldende med sprøjtetidspunkterne for de tre pesticider.

Spildevand

Spildevandets indhold af næringsstoffer, kvælstof, fosfor og organisk stof var i 2013 på samme lave niveau som de seneste 5-10 år. Det bør nævnes, at den særdeles effektive rensning, der er i dag på de større rensningsanlæg (inkl. industrien) betyder, at de mindre kilder som fx regnbetingede udledninger eller enkelte jendomme, nu udgør en relativt stor andel af den samlede spildevandsudledning for især organisk stof og fosfor.

Tungmetaller og organiske miljøfremmede stoffer blev i 2013 målt ved 31 rensesanlæg, som tilsammen udleder 30 % af den samlede spildevandsmængde fra rensesanlæg. Blandt tungmetallerne var det zink, som i 2013 blev fundet hyppigst og i de højeste koncentrationer. Blandt de organiske stoffer blev humane antibiotika, perfluorede forbindelser (PFAS) og P-triester, som bl.a. anvendes som flammehæmmere, ligesom i 2011 og 2012 fundet med størst hyppighed i 2013. I det omfang der er fastsat miljøkvalitetskrav, indikerer målingerne, at kravene har været overholdt, dog med enkelte undtagelser, heriblandt LAS, vaskeaktiv komponent i vaske- og rengøringsmidler, og det naturlige hormon 17-beta-østradiol.

Grundvand

I det yngste iltede grundvand kan der ses effekt af indsatserne efter vedtagelsen af vandmiljøplanerne for at mindske nitratudvaskningen fra dyrkede arealer. Effekten afspejler sig ved, at nitratinholdet i det yngste, iltede grundvand er faldende. I grundvand, som er dannet for mere end 25 år siden, ses der oftere borer med stigende nitratinhold. Faldet i nitratinholdet har været større i sandområder end i lerområder.

Der blev i 2013 fundet et eller flere pesticider i 37 % af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen, grænseværdien for pesticider i grundvand var overskredet i 10 % af de undersøgte indtag.

I 2013 blev der fundet godkendte stoffer i 1,6 % af indtagene, mens regulerede stoffer blev fundet i 4,5 % og forbudte stoffer i 34 % af de undersøgte indtag. Overskridelser af kvalitetskravet i de tre grupper udgjorde hhv. 0,2, 1,9 og 8,8 %.

En analyse af pesticidfundene indikerer, at pesticidkoncentrationen i udvaskningen fra overfladen er faldende. Dette peger på, at den gennemførte regulering af anvendelsen af pesticider nu giver resultat i det øverste og yngste grundvand. Hyppigheden af fund over kvalitetskravet i det øvre grundvand er faldende.

Vandløb og søer

Knap 60 % af vandløbene i kontrolovervågningsprogrammet havde i 2013 en faunaklasse ≥ 5 , hvilket er på niveau med de forudgående ca. 5 år.

I søerne har der ikke været betydelige ændringer i de centrale parametre i 2013.

Det betyder, at de forbedringer, der gennem perioden fra 1989 er påvist i de intensivt overvågede søer, stadig kan konstateres, herunder

- markant lavere koncentrationer af kvælstof og fosfor,
- øget sigtgybde,
- 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 2013 større end i 2010-2012, men mindre end årene forud.

På trods af et større iltsvind i 2013 var der en række positive tendenser:

Især i de åbne indre farvande (fx Kattegat) var sigtddybden forbedret i 2013 og den højest målte for perioden 1989-2013. Dette har videre betydet, at de store alger på fx stenrevne har haft forbedrede vilkår.

De seneste års positive udviklingstendenser for ålegræssets dybdeudbredelse og dækningsgrad i Limfjorden og enkelte øvrige kystområder er fortsat i 2013 og understøtter, at udviklingen er ved at vende – selvom der også er eksempler på en negativ udvikling. Det usædvanligt klare vand, som karakteriserede de marine områder i såvel 2012 som 2013 sammen med tendensen til mindre udbredelse af iltsvind gennem de senere år, støtter en sådan positiv udvikling.

Koncentrationerne af miljøfremmede stoffer i biota (fisk og muslinger) var lavere end miljøkvalitetskravene for de fleste af de undersøgte stoffer, som EU har fastsat miljøkvalitetskrav for. Undtaget herfra er PFOS, den dominerende af de perfluorerede forbindelser, som i ca. en tredjedel af de undersøgte fisk blev fundet i koncentrationer, der var højere end miljøkvalitetskravet for PFOS. Kviksølvindholdet var højere end EU's miljøkvalitetskrav i alle de undersøgte prøver af fisk, mens kviksølvindholdet i muslinger og sediment var højere end det af OSPAR fastsatte baggrunds niveau i ca. halvdelen af prøverne.

Arter, herunder fugle

Overvågningen af arter omfatter udvalgte planter- og dyrearter, som er omfattet af habitatdirektivet. I 2012-2013 blev der overvåget i alt 16 arter fordelt på artsgrupperne pattedyr, padder, fisk, insekter, mosskorpioner og muslinger samt planter.

Overvågningen af fuglebeskyttelsesdirektivets arter omfatter:

- overvågning af arter, som forekommer i eller vender tilbage til kendte lokaliteter inden for fuglebeskyttelsesområder (intensiv 1-overvågning)
- overvågning af ynglefugle, som omfatter overvågning af meget sjældne fuglearter, uregelmæssigt ynglende arter og arter, hvis forekomst ikke kan forudsiges (intensiv 2-overvågning)
- ekstensiv overvågning af ynglefugle omfatter 10 arter, som er blevet overvåget gennem indrapporterede data fra Dansk Ornitologisk Forenings database

Endvidere overvåges skarv og trækfugle.

Centrale elementer i habitatdirektivets og fuglebeskyttelsesdirektivets overvågning er arternes udbredelse og bestandsstørrelse.

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 2011).

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. Tungmetaller, 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 for overvågning af vandmiljøet.

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 naturen og miljøet samt tilstanden i vandområder, som er i risiko for ikke at opfylde miljømålene i 2015. Nærværende rapport omfatter primært den del af overvågningen, som beskriver den generelle tilstand og udvikling.

Figur 1.1. Som eksempel stationer for overvågning af den tidslige udvikling af tilstanden i søer i NOVANA i 2013 (Bjerring et al. 2015).



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

Overvågningsstationerne er fordelt over hele landet. Figur 1.1 viser eksempelvis placeringen af stationer i søer, hvor den tidlige udvikling af søernes kvalitet måles.

1.2 Vejr og afstrømning i 2013

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 og via atmosfærisk nedfald. Megen regn især i efteråret og om vinteren vil fx 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 hvor de 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 på landjorden, som først smelter og afstrømmer, når det igen bliver tøvejr.

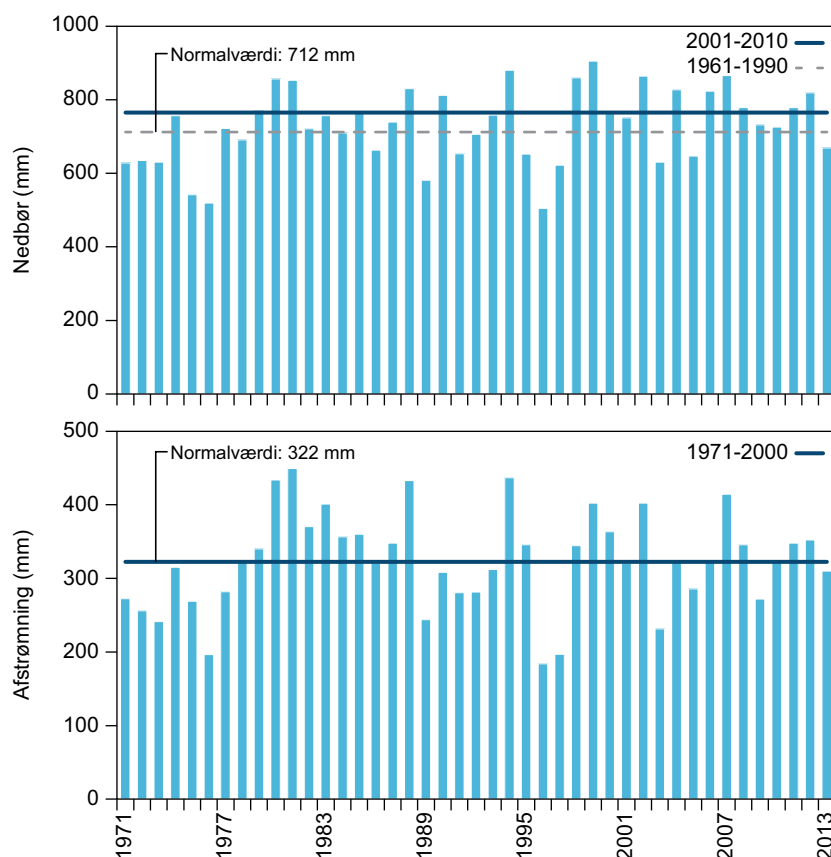
Temperaturen og antallet af solskinstimer er vigtige for vækstsæsonens længde, fordampning m.v., mens vindstyrke og -retning påvirker omrøring i søer, vandudveksling i fjorde, indstrømning af saltvand mod Østersøen m.v. Den samlede kombination af vejrforholdene vil derfor påvirke vand- og stoftilførsler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

1.2.1 Vejret i 2013

Klimadata stammer fra Danmarks Meteorologiske Institut (Cappelen (red), 2014). Middeltemperaturen i 2013 var 8,4 °C og dermed 0,1 °C højere end i 2012. Det svarer til 0,7 °C over normalen på 7,7 °C (1961-1990), men til gengæld 0,4 °C under dekadegennemsnittet for 2001-2010 på 8,8 °C, som Danmarks Meteorologiske Institut er begyndt at sammenligne årets vejr med. Gennemsnittet for perioden 1990-2012 (perioden siden overvågningsprogrammets start) er 8,6 °C. Året 2013 var forholdsvis nedbørsfattigt med 669 mm eller 6 % under normalen på 712 mm (figur 1.2). Sammenlignet med gennemsnittet for 2001-2010 på 765 mm faldt der 96 mm (13 %) mindre nedbør i 2013. For perioden 1990-2012 er der i gennemsnit faldet 755 mm nedbør og dermed 6 % mere end normalen. Solen skinnede i 1780 timer i gennemsnit på landsplan, hvilket var 285 timer (19 %) over normalen på 1495 timer men kun 41 timer over gennemsnittet for 2001-2010 på 1.739 timer. For perioden 1990-2012 har der i gennemsnit været 1644 solskinstimer eller 10 % over normalen.

Året 2013 var uden vejrrrekorder bortset fra rekord i middelvindhastighed (39,5 m/s) og vindstød (53,5 m/s) under orkanen Allan 28. oktober 2013, men også den langvarige orkanagtige storm Bodil i starten af december var en markant vejrbegivenhed i 2013 med bl.a. lokale store oversvømmelser til følge.

Figur 1.2. Årsmiddelværdier for nedbør og afstrømning i Danmark. For nedbør er der indsat gennemsnit for 2001-2010 og normalen 1961-1990, og for afstrømning normalen 1971-2000 (efter Cappelen (red.) 2014 (nedbør) og Wiberg-Larsen et al. 2015 (afstrømning)).



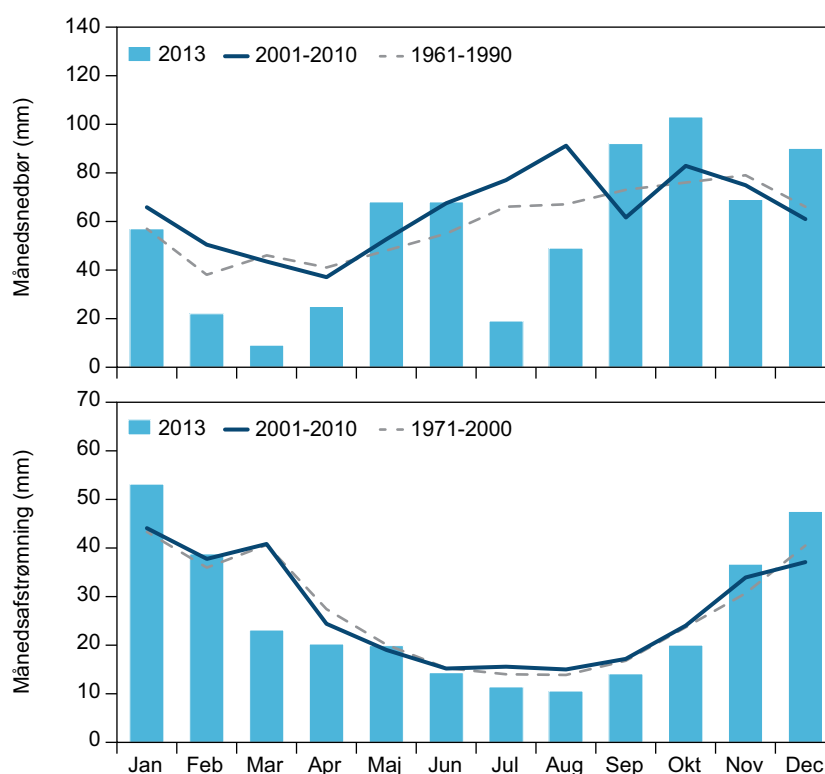
Året 2013 blev det 23. år ud af de seneste 26 år, som har været varmere end normalen. Otte måneder var varmere end normalen, især december (3,7 °C over og næstvarmest nogensinde) og juli (1,7 °C over normalen), mens de øvrige 6 måneder var mellem 0,1 °C (januar) til 1,8 °C (oktober) over normalen. Marts var en del koldere end normalen (2,9 °C under og 11. koldeste), mens februar, april og juni kun var mellem 0,2 °C til 0,4 °C under normalen. Vinteren 2012/13 (december 2012 til og med marts 2013) var relativt kold med et gennemsnit på -0,2 °C mod normalt 0,9 °C, hvilket især skyldes, at marts 2013 med -0,8 °C og december 2012 med 0,2 °C var en del koldere end normalt. I perioden 1990-2012 var middel vinter temperaturen på 2,2 °C, dvs. vintrene er blevet væsentligt mildere sammenlignet med normalen (0,9 °C). Det er perioden januar-april samt juli-september, som primært har bidraget til den højere årsmiddeltemperatur, men alle måneder på nær juni har i gennemsnit været varmere i perioden 1990-2012 sammenlignet med normalen, mens der i juni var uændret middeltemperatur. For dekadene 2001-2010 var alle måneder varmere end normalen, hvor de største stigninger er set for månederne april og juli med 1,8 °C, januar og august med 1,5 °C, februar med 1,2 °C, mens de resterende måneder har stigninger mellem 0,3 °C til 1,1 °C. Siden 1870'erne er årsmiddel temperaturen steget med ca. 1,5 °C (Cappelen (red.) 2014).

Seks måneder var tørrere end normalt i 2013 (figur 1.3). De tørreste måneder var marts med 9 mm, juli med 19 mm, februar med 22 mm og april med 25 mm. I marts og juli faldt henholdsvis kun 20 og 29 % af normalen. Hermed blev både marts og juli 2013 de 4. tørreste, siden målingerne startede i 1874. Nedbøren i februar og april svarer til henholdsvis 58 og 61 % af normalen. 5 måneder fik mere nedbør end normalt især maj med 68 mm (20 mm eller 42 % over), oktober med 103 mm (37 mm eller 36 % over) og december med 90 mm (24 mm eller 36 % over). Vinteren 2012/13 (december til og med marts) var

med 166 mm noget tørrere end normalen (41 mm eller 20 % under), og hele 63 mm under gennemsnittet for 1990-2012 på 229 mm. En større andel af nedbøren faldt som sne i løbet af vinteren. Hen over Danmark var der store nedbørsforskelle, hvor Syd- og Sønderjylland i gennemsnit fik mest nedbør med 811 mm og mindst fik København og Nordsjælland med kun 527 mm. Nedbøren i perioden 1990-2012 har i gennemsnit været højere end normalen, hvilket især skyldes, at der er faldet mere nedbør i januar, februar, juni og august, mens november har været tørrere, men kun månederne april, maj og november har været tørrere end normalen. Siden 1870'erne er årsnedbøren steget med ca. 100 mm svarende til ca. 16 % (Cappelen (red.) 2014).

2013 havde i 10 måneder flere solskinstimer end normalt, og kun februar og december havde færre solskinstimer (henholdsvis 28 % og 7 % under normalt). Marts og juli var begge de næstmest solrige siden måling af solskinstimer startede (i 1920), henholdsvis 73 og 52 % over normalen. Men også april, august og november var relativt solrige, henholdsvis 31 %, 12 % og 22 % over normalen. Der har været store regionale forskelle i antal solskinstimer i 2013, hvor Bornholm fik 1.955 timer, mens Syd- og Sønderjylland kun fik 1.691 timer. Antal solskinstimer er i gennemsnit steget med knap 140 timer siden målingerne startede i 1920. I perioden 1990-2012 har 9 måneder haft flere solskinstimer, mens februar, november og december har haft uændret antal solskinstimer i forhold til normalen.

Figur 1.3. Månedsmiddelværdier for nedbør og ferskvandsafstrømning i 2013 sammenlignet med tilhørende normalværdier (1961-90 for nedbør og 1971-2000 for afstrømning) og gennemsnit for referenceperioden 2001-2010 (efter Cappelen (red.) 2014 (nedbør) og modificeret efter Wiberg-Larsen et al. 2015) (afstrømning)).



1.2.2 Ferskvandsafstrømningen i 2013

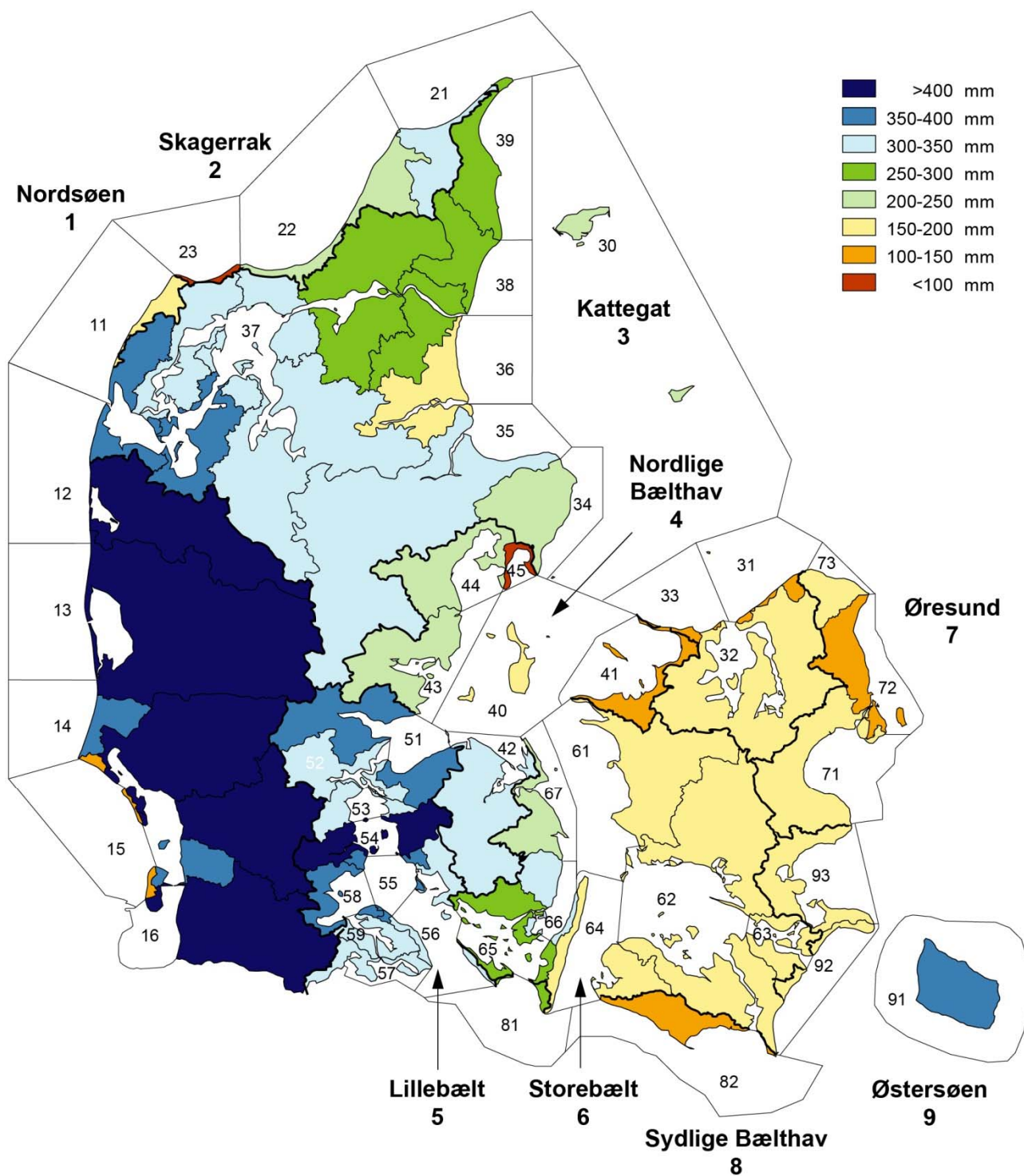
Ferskvandsafstrømningen til de danske farvande er for 2013 opgjort til godt 13.300 mio. m³ eller 310 mm vand fra hele landets areal. Det er 7 % under gennemsnittet på 322 mm for referenceperioden 1971-2000 (figur 1.2). Gennemsnittet for perioden 1990-2012 er også 322 mm, mens den er 324 mm for dekadene 2001-2010. Afstrømningen fra Danmark er opgjort for 1971 og frem, men siden 2009 er den for årene 1990 og frem beregnet med en ny opgørelse.

sesmetode, der adskiller sig fra, hvordan data fra før 1990 er beregnet (se Windolf et al, 2009 og Windolf et al., 2011). 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 for årene 1990-2009.

Afstrømningen var for marts-april og juli-oktober 2013 lavere end i reference perioden, men højere i januar-februar, maj samt november-december (figur 1.3). Især marts var afstrømningsfattig ift. reference perioden med kun knap 23 mm eller 43 % under normalen. Men også i perioden juli-oktober var afstrømningen 17-23 % lavere end i reference perioden. I januar, november og december 2013 var afstrømningen til gengæld 16-26 % højere end i reference perioden. I de fire afstrømningsrigeste måneder (januar, februar, november og december) forekom 57 % (176 mm) af årets afstrømning, mens 36 % af årets nedbør faldt i de tilsvarende måneder. I de fire mest afstrømningsfattige måneder (juni-september) afstrømmede 16 % (51 mm) af årets afstrømning, mens 34 % af årsnedbøren faldt i denne periode. Afstrømningen var i 2013 42 mm (12 %) lavere end i 2012, mens nedbøren var tilsvarende 145 mm (18 %) lavere.

Den relativt høje afstrømning i januar kom bl.a. fordi efteråret og december 2012 var temmelig nedbørsrigt, og noget af denne nedbør først afstrømmer i starten af 2013. Afstrømningen faldt efterfølgende til under normalen i foråret 2013, da der faldt mindre nedbør end normalt i perioden februar-april og perioder mest frost og snedække. Den ret nedbørsfattige sommer 2013 medførte efterfølgende lav afstrømning i efteråret 2013. I september og oktober 2013 faldt 29 % af årets nedbør, men en del heraf er gået til opbygning af grundvandsmagasiner og har først for alvor bidraget til øget afstrømning i de efterfølgende måneder.

Ferskvandsafstrømningen har i lighed med nedbøren udvist en stor geografisk variation (figur 1.4). Ferskvandsafstrømningen er størst fra oplandene til Nordsøen (400-475 mm), Bornholm (350-400 mm) og Limfjorden (250-400 mm) og højest mod vest og lavest mod øst. Afstrømningen har været lavest fra Sjælland (100-200 mm). Afstrømningen følger overordnet det geografiske mønster for, hvordan nedbøren falder og er også påvirket af, at temperatur og fordampning har været højere på øerne. Afstrømningen har generelt været lavere end i reference perioden for de fleste farvandsområder. Der er enkelte små farvandsområder (især 23 og 45) med meget lav afstrømning (henholdsvis 48 og 67 mm), som delvist kan tilskrives modelusikkerhed på opgørelserne.



Figur 1.4. Ferskvandsafstrømningen (i mm/år) til marine kystafsnit i 2013 (Wiberg-Larsen et al. 2015).

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 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.

Vandmiljøplan III blev i 2009 afløst af aftalen om Grøn Vækst. 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 risiko for overimplementering.

Med aftalen om Vækstplan for Fødevarer fra april 2014 blev det besluttet at halvere det lovpligtige randzoneareal og ændre efterafgrødekravet, svarende til en samlet mindre kvælstofreduktion på ca. 2.400 tons, så vandplanerne herefter fastlægger den konkrete indsats i forhold til ca. 6.600 tons kvælstof.

2.1.2 Opfyldelse af målsætningerne

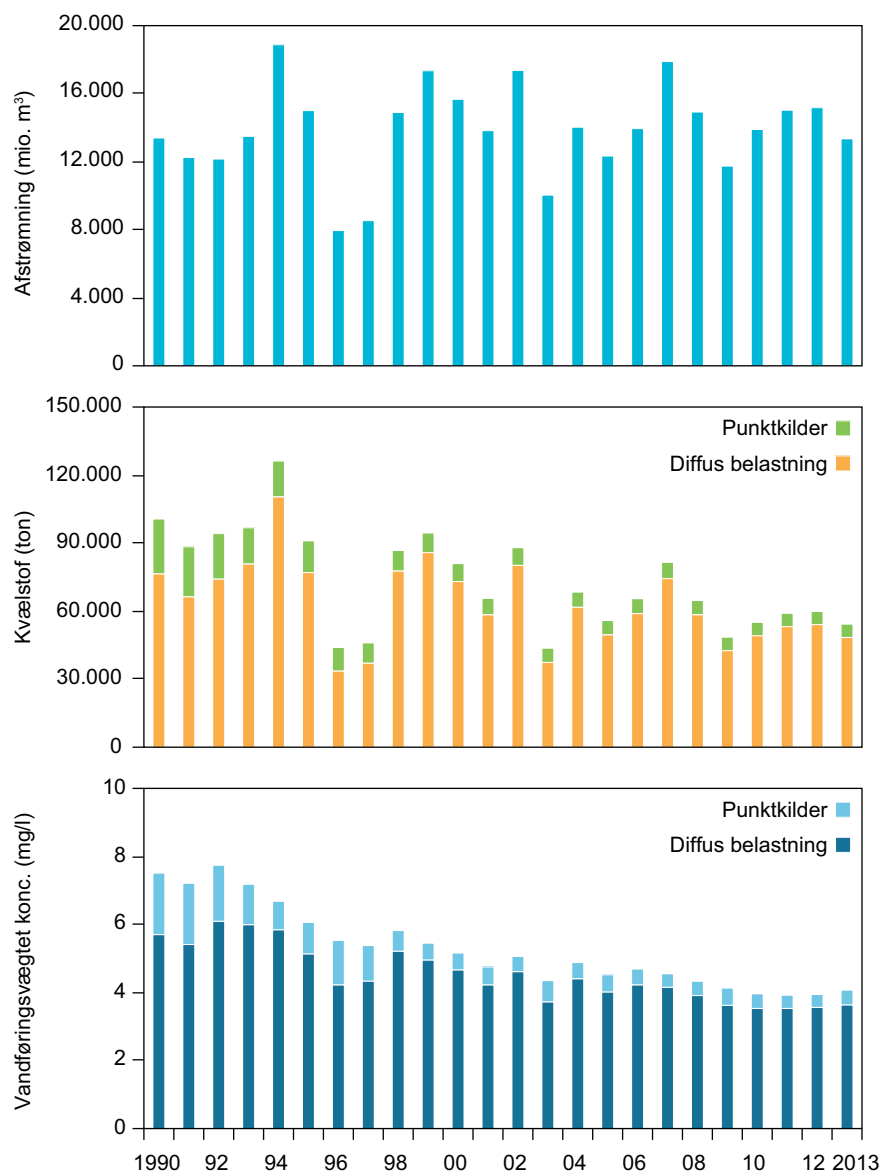
Konklusionen ved evalueringen af Vandmiljøplan II var, at landbrugets udledninger af kvælstof opfyldte målet for reduktion i udvaskningen. Ved midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan III i 2008 var det i forhold til målet om yderligere 13 % reduktion i forhold til 2003 imidlertid ikke muligt at påvise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

2.1.3 Udvikling i kvælstoftilførsel fra land

I 2013 blev der i alt tilført godt 54.000 ton N til havområderne omkring Danmark. Det er lidt lavere end i 2011 og 2012, idet vandafstrømning (figur 2.1 øverst) var lidt mindre end i 2011 og 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 de senere år at være omkring 4 mg/l – de lavest målte i overvågningsperioden. Det gennemsnitlige indhold var dog i 2013 en lille smule højere end de forudgående to år.

Figur 2.1. Udvikling i ferskvands-afstrømning (øverst), kvælstoftilførsel (midterst) og vandføringsvægtet kvælstofkoncentration i det afstrømmende vand til havet omkring Danmark (nederst) 1990-2013. Kvælstoftilførslen er fordelt på diffuse kilder (inkl. spildevand fra spredt bebyggelse) og spildevand fra punktkilder (Wiberg-Larsen et al. 2015).

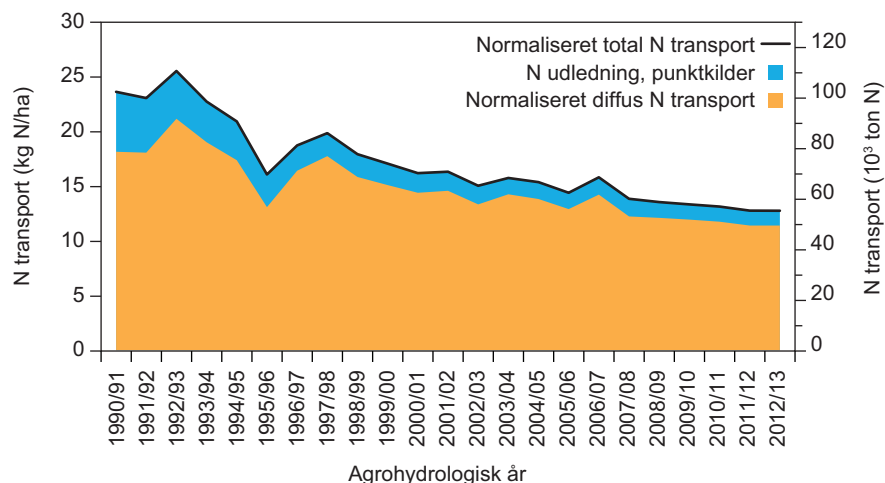


I figur 2.2 er vist den samlede udledning i ton N til havet gennem årene, hvor der i lighed med koncentrationen i figur 2.1 er anvendt en gennemsnitlig vandafstrømning for perioden. Der er i perioden 1990/91-2012/13 sket en reduktion i tilførslen af kvælstof til havet fra over 100.000 ton N i starten af perioden til 55-59.000 ton N/år de seneste 5 år. Heraf udgør spildevandsudledninger knap 6.000 ton N.

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. 43 %.

Spildevandsudledninger (punktkilder i figur 2.1 og 2.2) udgør nu kun ca. 10 % af de samlede kvælstoftilførsler til havet.

Figur 2.2. Udviklingen i den samlede normaliserede (vandføringsvægtede) udledning af kvælstof til havet (Wiberg-Larsen et al. 2015).



2.2 Tilførsel af kvælstof fra luften i 2013

Tilførsel af kvælstof fra luften spiller en væsentlig rolle for den samlede belastning af de åbne 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.

Målte kvælstofdepositioner i 2013

Ved de danske hovedstationer blev der i 2013 målt en årlig deposition af kvælstof på 8-10 kg N/ha til landområder (figur 2.3). På baggrund af målinger er depositionen på farvandsområder ved Anholt beregnet til ca. 6 kg N/ha. De målte depositioner var generelt lavere i 2013 end året før som følge af mindre nedbør. Der er kun små forskelle i depositionsstørrelsen mellem stationerne (ca. 20 %).



Figur 2.3. Kvælstofdeposition (kg N/ha) og nedbørsmængde (mm) ved målestationerne i 2013. Figuren angiver deposition til den gennemsnitlige landoverflade omkring målestationerne (Ellermann et al. 2015).

2.2.1 Modelberegnete kvælstofdepositioner på hav for 2013

Den samlede deposition af kvælstof til de danske farvande er modelberegnet til 65.000 ton N i 2013 (tabel 2.1). Det svarer til en gennemsnitlig deposition på ca. 6 kg N/ha og dermed noget mindre end i 2012 som følge af en mindre nedbør i 2013.

Tabel 2.1. Kvælstofdepositioner fra atmosfæren til farvande og landområder i 2013 (tal fra Ellermann et al. 2015).

	Tørdeposition (ton N)	Våddeposition (ton N)	Total deposition (ton N)	Deposition (kg N/ha)	Areal (km ²)
Farvandsområder	15.000	50.000	65.000	6	105.000
Landområder	27.000	25.000	52.000	12	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 2013 på 12 kg N/ha er således beregnet for de kystnære områder omkring

Als, mens den laveste deposition på ca. 6 kg N/ha er beregnet for fx 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.

2.2.2 Modelberegneede depositioner på land

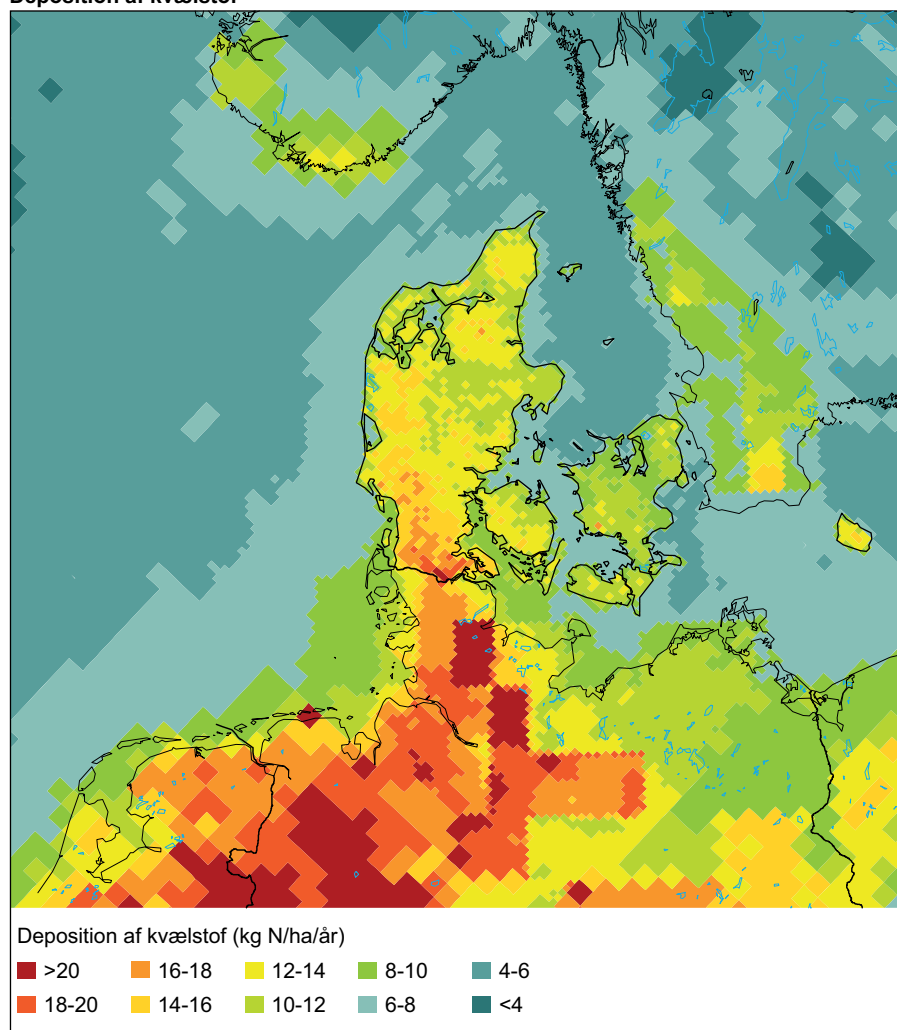
Den samlede deposition af kvælstof til de danske landområder blev i 2013 modelberegnet til ca. 52.000 ton N (tabel 2.1) – noget lavere end i 2012 som følge af lavere nedbør.

Den gennemsnitlige deposition ligger på ca. 12 kg N/ha, hvilket ligger på niveau med eller over tålegrænserne for mange af de følsomme danske naturtyper, fx heder og højmoser.

Den modelberegneede deposition varierer mellem 6 kg N/ha og 17 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.

Figur 2.4. Den samlede deposition af kvælstofforbindelser beregnet for 2013. Depositionen angiver en middelværdi for felterne. Depositionen er givet i kg N/ha (Ellermann et al. 2015).

Deposition af kvælstof



2.2.3 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 både samlet og 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 tørafsætning 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.

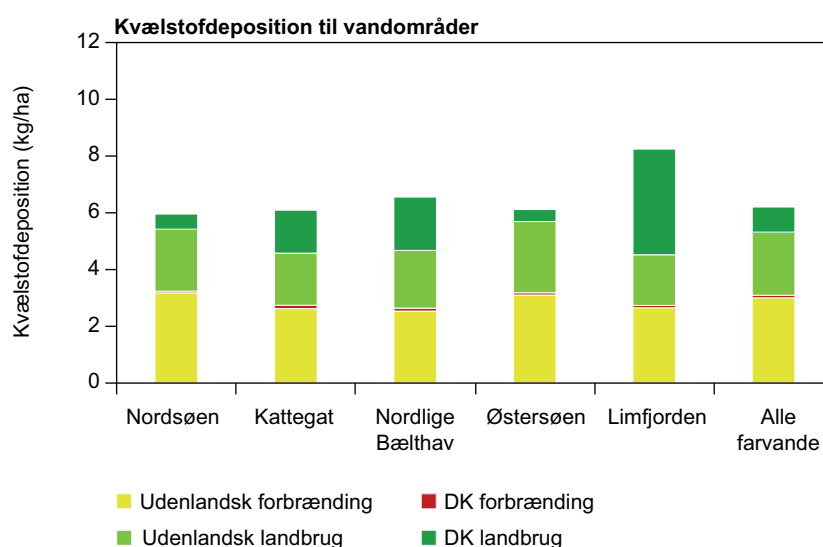
2.3.1 Kvælstofkilder

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 fra de to væsentligste kildetyper: kvælstofilter fra forbrændingsprocesser (transport, energiproduktion, forbrændingsanlæg og industriproduktion) og ammoniak fra landbrugsproduktion.

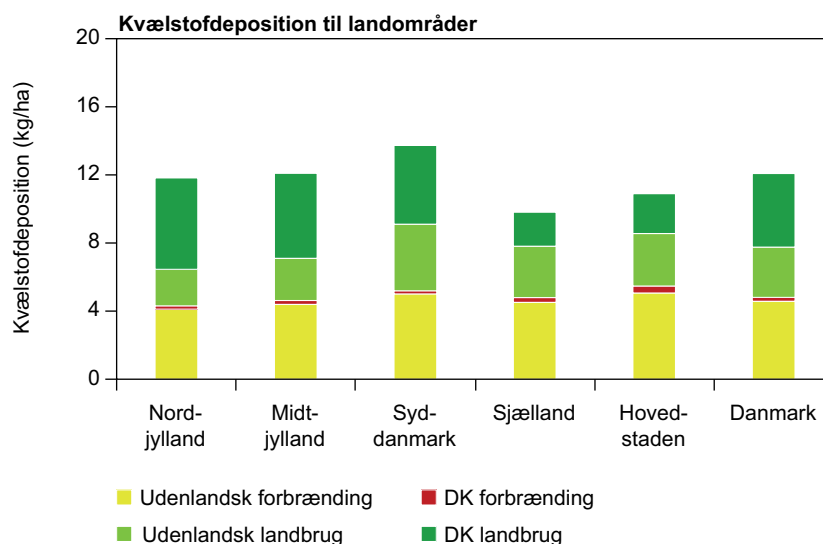
Langt hovedparten af depositionen til de danske farvandsområder stammer fra udenlandske kilder. Den danske andel af depositionen til de åbne danske farvande er estimeret til i gennemsnit at være på ca. 16 % i 2013; den største danske andel forekom i Lillebælt, Kattegat og det Nordlige Bælthav med 27-31 % og den mindste andel i Nordsøen (10 %). I lukkede fjorde, vige og bugter kan den danske andel være betydeligt større, hvilket skyldes den korte afstand til de danske ammoniakkilder (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 2013 til udvalgte danske farvandsområder og Limfjorden opdelt på danske og udenlandske kilder samt opdelt på emissioner fra forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion (Ellermann et al. 2015).



Figur 2.6. Gennemsnitlig kvælstofdeposition i 2013 til de danske regioner og i gennemsnit for hele landet (Danmark) opdelt på danske og udenlandske kilder samt opdelt på emissioner fra forbrædningsprocesser og landbrugsproduktion (Ellermann et al. 2015).

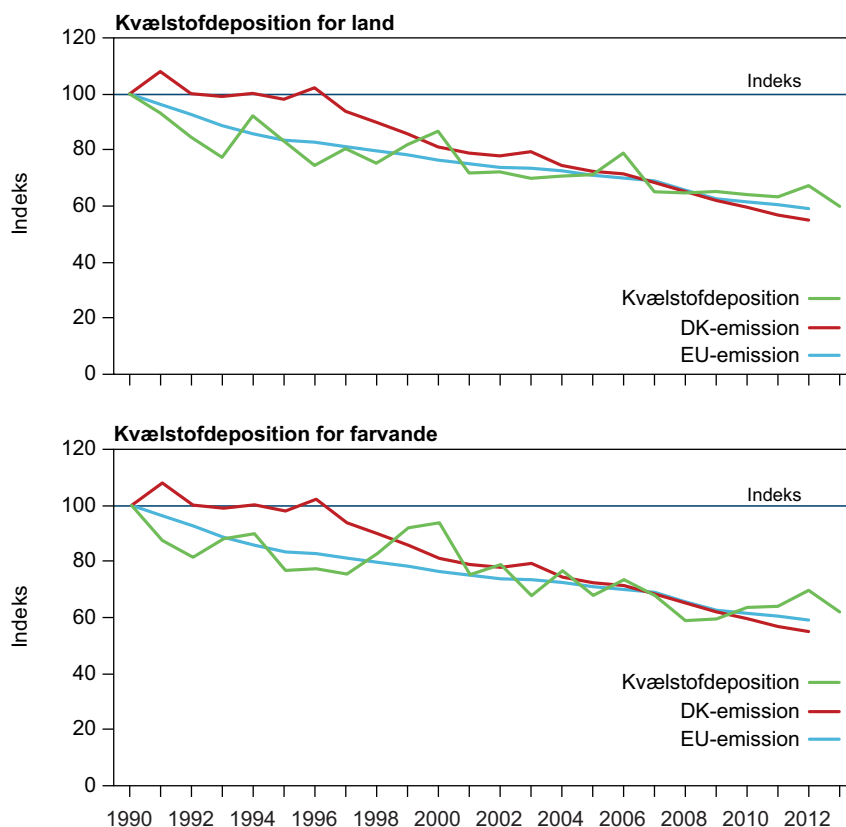


For de danske landområder er den danske andel af kvælstofdepositionen (figur 2.6) generelt større end for farvandsområderne. For landområderne er den danske andel i gennemsnit estimeret til ca. 38 % i 2013. Den relative betydning af danske kilder varierer over landet afhængig af husdyrproduktionen, meteorologiske forhold og afstand til udenlandske kilder, således at danske kilder har størst betydning (43-47 %) i Nord- og Midtjylland, og mindst i Hovedstadsområdet (ca. 25 %).

2.3.2 Udvikling i kvælstofdeposition

Den gennemsnitlige deposition af kvælstof på de indre farvande og de danske landområder er faldet med ca. 34 % 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 de indre danske farvande, mens figuren nederst viser tendenser for udviklingen i depositionen til danske landområder. Alle værdier er indekseret til 100 i 1990 (Ellermann et al. 2015).



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. 45 % af kvælstofdepositionen stammer fra danske kilder. Depositionen især på havet er meget afhængig af det aktuelle års nedbørsmængde, hvilket til dels kan forklare variationerne mellem årene.

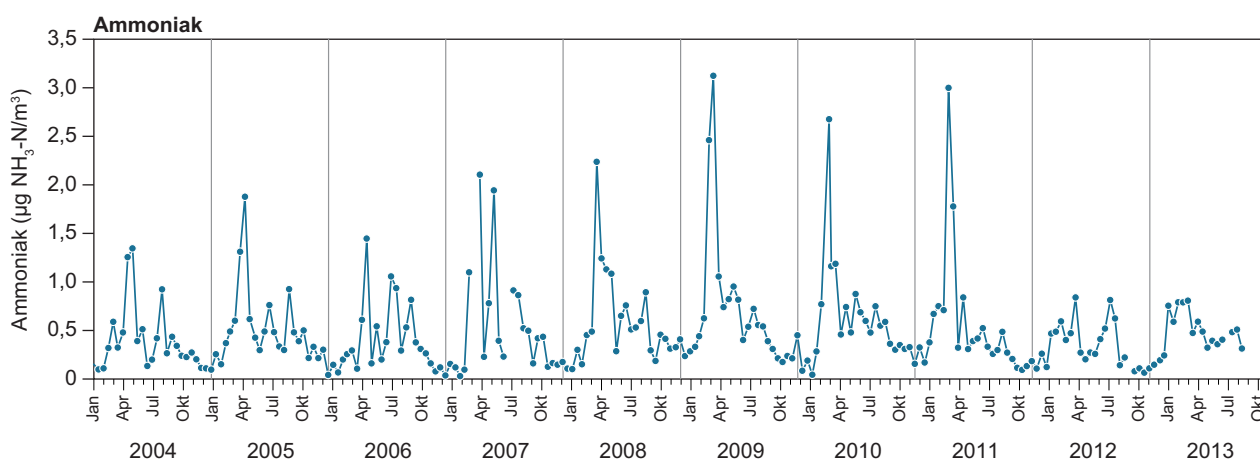
2.3.3 Tilførsel af ammoniak fra luften til naturarealer

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 2004-2013. 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. Dette sidste er givet årsagen til, at forårstoppen i både 2012 og 2013 var markant lavere ved denne målestation end tidligere år.

Der er generelt også variationer i koncentrationerne gennem året, men især i eftersommeren ses et varieret mønster. Den laveste koncentration finder man om vinteren.



Figur 2.8. Koncentrationer af ammoniak målt på Ulborg i perioden 2004-2013 (Ellermann et al. 2015).

2.4 Kvælstof fra spildevand

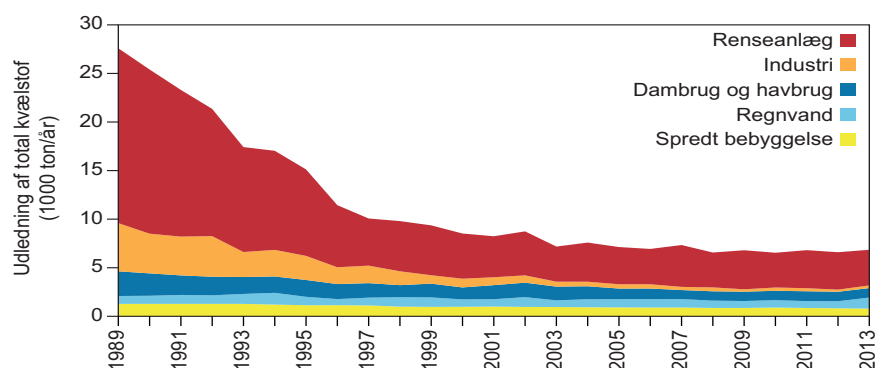
2.4.1 Renseanlæg

Der er etableret kvælstoffjernelse på alle renseanlæg omfattet af Vandmiljøplan I (anlæg >5.000 PE) for at opfylde vandmiljøplanens udlederkrav på 8

mg N/l. Derudover er der etableret kvælstoffjernelse på en række anlæg, der er mindre end 5.000 PE. I 2013 rensede de 300 største renselanlæg med krav om kvælstoffjernelse samlet set 90 % af den samlede spildevandsmængde. I alt blev der fra alle anlæg i 2013 udledt ca. 3.700 ton N, svarende til i gennemsnit ca. 5,3 mg N/l – stort set det samme som i 2012.

Udviklingen i de udledte mængder af kvælstof fra punktkilder siden 1989 er vist i figur 2.9. Siden 1995 har udledningen været mindre end målet i Vandmiljøplan I. Udledningen af kvælstof fra alle punktkilder er siden 1989 mindsket med samlet set 75 %. På renselanlæg er udledningen af kvælstof reduceret med 82 %.

Figur 2.9. Udviklingen i de årligt udledte mængder af kvælstof opdelt på forskellige punktkilder (Naturstyrelsen 2015).



2.4.2 Industri med egen udledning

Direkte udledninger fra industri til vandområder er af meget mindre omfang end udledningerne fra renselanlæg, idet der i 2013 blev udledt ca. 270 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.

2.4.3 Akvakultur

Den samlede udledning af kvælstof fra produktion af fisk i ferskvandsdambrug i 2011-2013 er opgjort på baggrund af analysedata for anlæg, hvor der foreligger 12 eller flere analyser fra egenkontrol. I de tilfælde hvor der foreligger færre end 12 analyser fra egenkontrol, er der foretaget en teoretisk beregning af udledningen. Beregningen er baseret på anlæggenes faktiske forbrug af foder, suppleret med en teoretisk rensegrad. Ved saltvandsbaseret fiskeopdræt, enten havbrug eller saltvandsdambrug, er opgørelserne af udledningen af kvælstof baseret på teoretiske beregninger. Før 2011 var opgørelserne alene baseret på teoretiske beregninger ved såvel ferskvandsdambrug som saltvandsbaseret fiskeopdræt.

Kvælstofudledningen fra ferskvandsdambrug i 2013 er opgjort til ca. 635 ton N. Dette svarer til en reduktion på ca. 70 % siden 1989, mens produktionen til sammenligning kun er reduceret med 24 %. Fra saltvandsbaseret fiskeopdræt er kvælstofudledningen opgjort til ca. 330 ton N/år. Der er i begge tilfælde tale om kvælstofmængder på niveau med mængden i 2011 og 2012.

2.4.4 Andre kilder

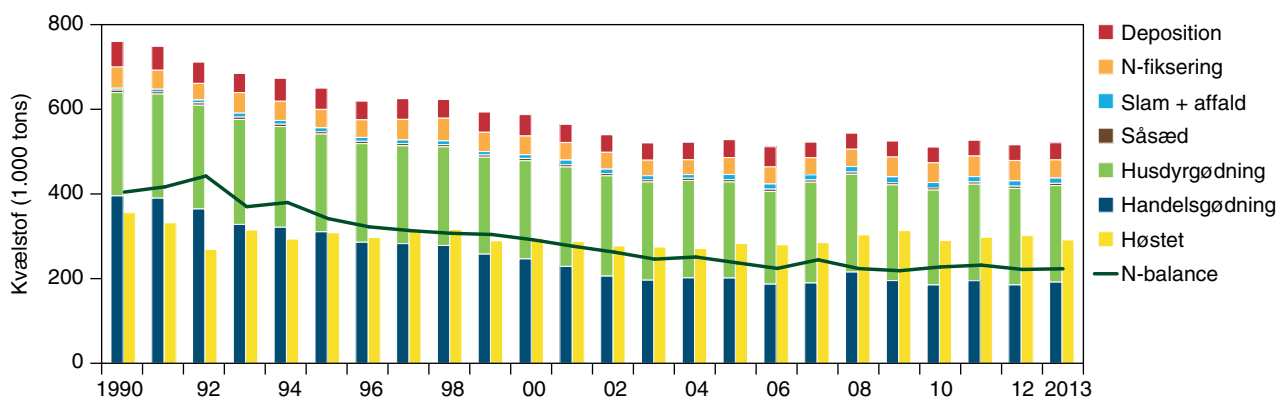
I figur 2.9 er der endvidere medtaget kvælstofudledningen fra to andre punktkilder - den spredte bebyggelse og regnbetingede udledninger. Kvælstofbidraget fra spredt bebyggelse er beregnet til godt 800 ton N/år og fra regnbetingede udledninger til godt 1000 ton N/år.

2.5 Kvælstof i landbrug

2.5.1 Gødningsforbrug

Handelsgødningsforbruget af kvælstof for hele landet er faldet fra 394.000 ton N i 1990 til ca. 192.000 ton N i 2013. Det største fald ses i begyndelsen af perioden

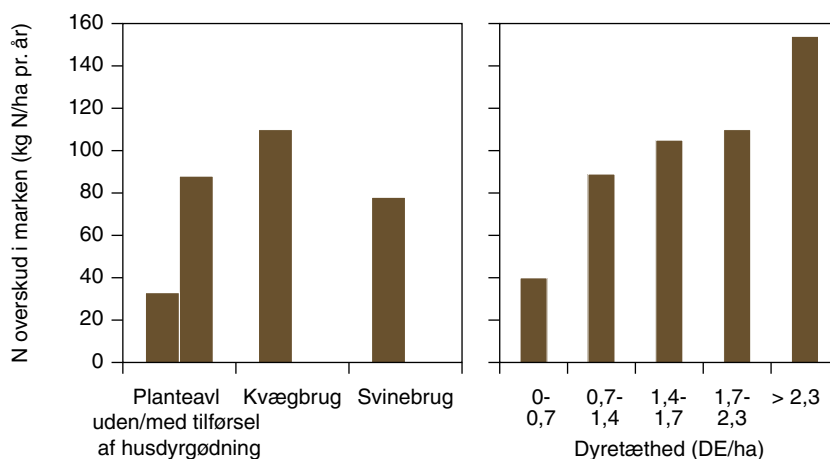
Kvælstoftilførslen med husdyrgødning er faldet svagt fra ca. 244.000 ton N i 1990 til 228.000 ton N i 2012. Det årlige overskud i markbalancen er faldet fra ca. 410.000 ton N i 1990 til ca. 228.000 ton N i 2013, svarende til en reduktion på ca. 45 % (figur 2.10). Den største del af faldet er sket i perioden 1990 til 2003, mens der herefter ses et lille fald i markbalancen på 20.000 - 25.000 ton N.



Figur 2.10. Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark, 1990 til 2013 (Blicher-Mathiesen et al. 2015).

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

Figur 2.11. N-overskud i marken for forskellige brugstyper samt for brug grupperet med stigende husdyrtæthed (Blicher-Mathiesen et al. 2015).

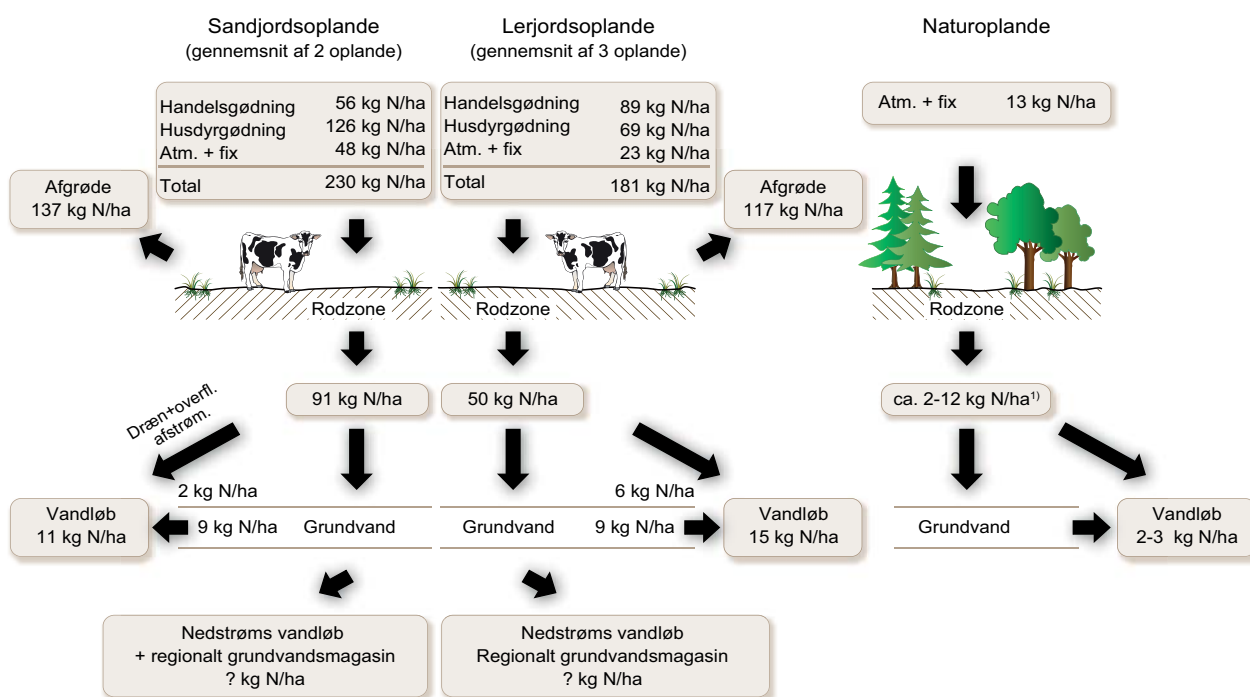


Der har siden 1990 været en markant forbedring i udnyttelsen af husdyrgødningen som følge af bindende kvælstofnormer, samt af at opbevaringskapaciteten er øget, at en stigende andel af gødningen udbringes om foråret og sommeren, og at der er taget forbedrede udbringningsteknikker i anvendelse.

2.5.2 Kvælstofkredsløbet

Af figur 2.12 fremgår, at der i landovervågningsoplandene (LOOP) i 2008/09 – 2012/13 blev udvasket 91 og 50 kg N/ha/år fra henholdsvis sandjorde og lerjorde. Det svarer til 40 % og 28 % 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. 30 % i lerområder.

Det årlige kvælstofkredsløb (2008/09 – 2012/13)



Figur 2.12. Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for de hydrologiske år 2008/09-2012/13 (og tilhørende landbrugspraksis 2008-2012). 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. 2015).

¹⁾ Intervallet for naturarealer, 2-12 kg N ha⁻¹, henviser til udvaskningen fra henholdsvis gammel natur og landbrugsjord omlagt til natur.

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 end på landsplan
- det afstrømmende vand repræsenterer landbrugspraksis af ældre dato
- der sker også en afstrømning fra LOOP-oplandene til vandløbsstrækninger nedstrøms målestationen.

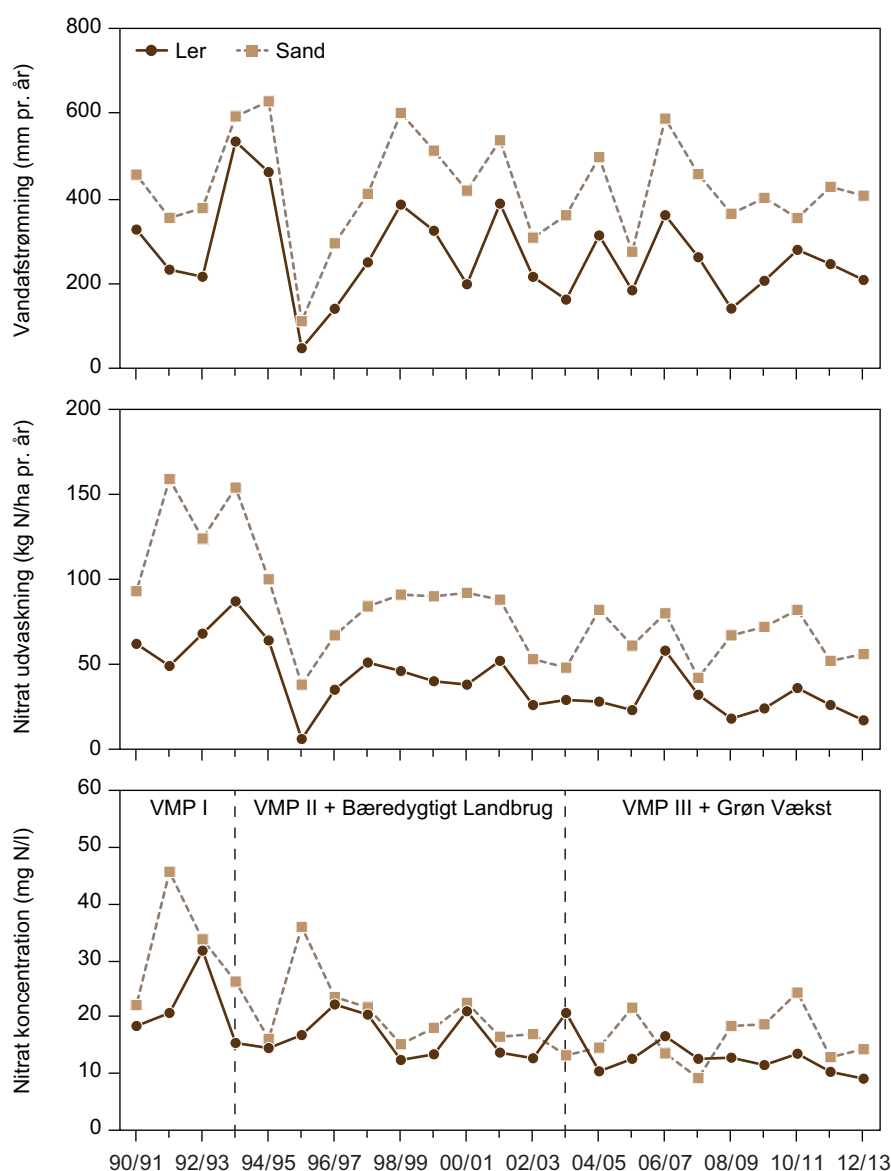
Fra udyrkede arealer (naturoplande) udvaskes typisk 2-12 kg N/ha. Spændet angiver forskellen mellem udvaskningen fra arealer, der altid har ligget som natur (den lave ende) og arealer, som er udlagt som natur (primært skov) på tidligere landbrugsjord (den høje ende). Hvis landbrugsarealerne aldrig havde været opdyrkede, ville udvaskningen formentlig have været på det samme niveau som i naturoplandene.

2.6 Kvælstof i vand fra dyrkede arealer

2.6.1 Kvælstofkoncentrationer

De målte koncentrationer af nitrat i det vand, der siver ned fra rodzonen under de dyrkede marker i LOOP-oplandene (se figur 2.13), er siden starten af 1990'erne mindsket med hhv. ca. 23 % for lerjordene og ca. 48 % for sandjordene, dog med meget stor spredning på tallene.

Figur 2.13. Udvikling i vandafstrømning, nitrat-N udvaskning og nitrat-N koncentration i rodzonevand i ler- og sandjordsområder i 1990/91 – 2012/13 (Blicher-Mathiesen et al. 2015).



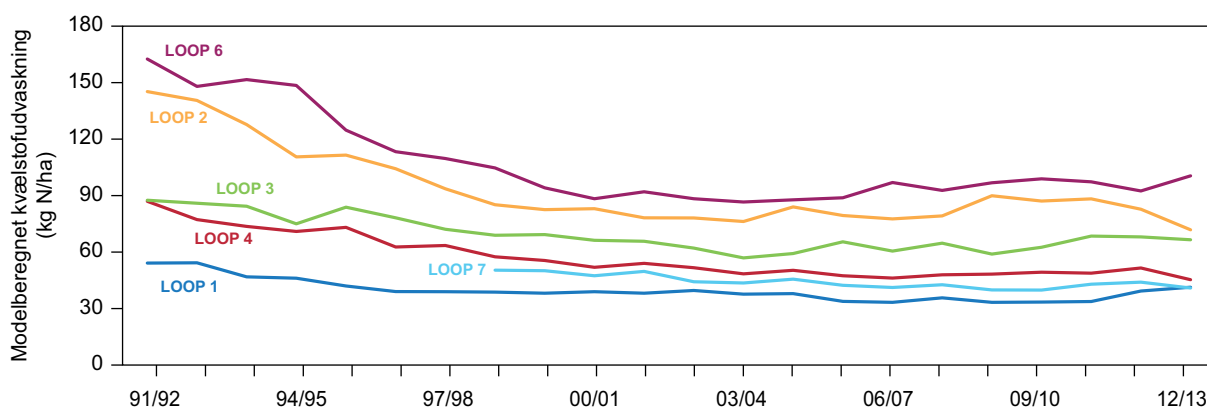
2.7 Kvælstoftab fra dyrkede marker

2.7.1 Tab fra rodzonen

Mængden af kvælstof, der er udvasket fra rodzonen i landovervågnings-oplandene, 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 er dermed umiddelbart sammenlignelige.

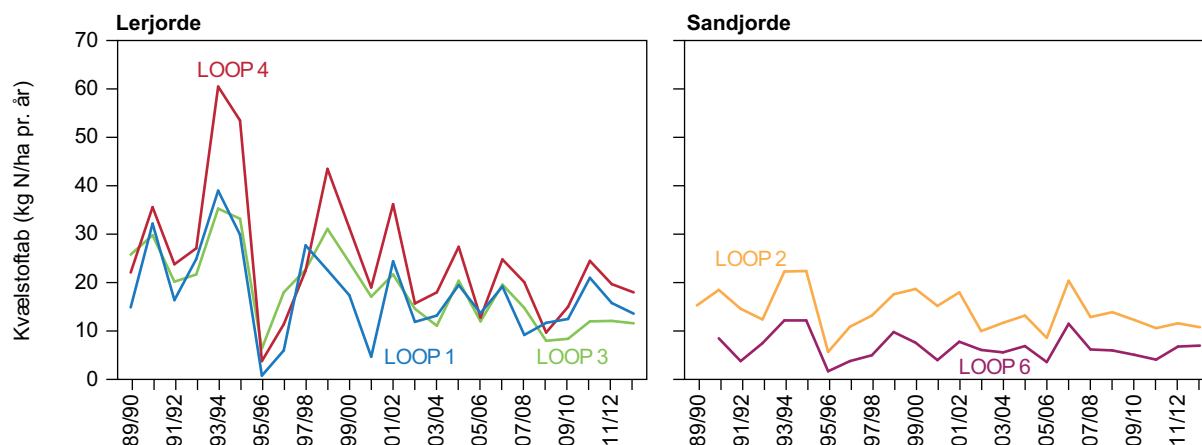
Den modelberegnete rodzoneudvaskning er fra 1990/1991 til 2012/13 faldet fra 154 til 83 kg N/ha pr. år i sandjordsoplandene (LOOP 2+6) og fra 76 til 53 kg N/ha pr. år i lerjordsoplandene. Ved vægtning af jordtyperne i forhold til hele landet blev der for perioden 1991-2003 opgjort et gennemsnitligt fald i udvaskningen på ca. 43 %. Den modelberegnete udvaskning faldt markant fra 1991 frem til ca. 2003 både for ler- og sandjorde og har været mere eller mindre konstant siden.



Figur 2.14. Modelberegnet kvælstofudvaskning (nitrat-N) ved gennemsnitsklima for de 6 overvågningsoplande for høstårene 1991/92 – 2012/13 (Blicher-Mathiesen et al. 2015).

2.7.2 Transport gennem vandløb ud af LOOP-oplandene

Kvælstoftabet til vandløb fra de dyrkede arealer var i de seneste 5 år højere i de tre lerjordsoplande end i sandjordsoplandene (figur 2.15). Figur 2.15 viser endvidere, at år-til-år variationerne er betydeligt større på lerjorde, hvorimod de er mere afdæmpede på sandjordene.



Figur 2.15. Tabet af total kvælstof fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år for perioden 1989/90 til 2012/2013 (Blicher-Mathiesen et al. 2015).

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 fra spildevand og 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. 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. Det er påpeget (Kronvang & Andersen 2011), at effekten i Grøn Vækst af randzoner er overestimeret. Desuden er antallet af randzoner halveret i forbindelse med Vækstplan for Fødevarer.

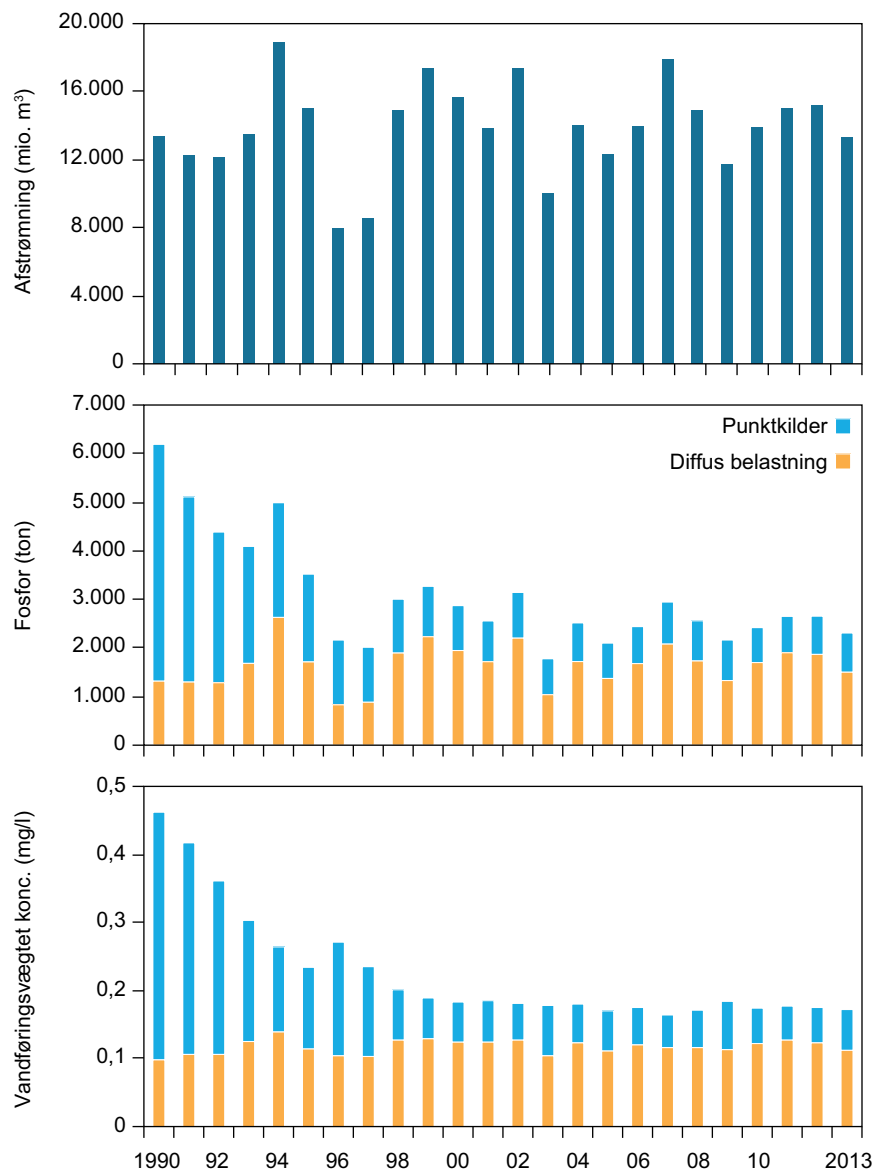
3.1.2 Udviklingen i fosfortilførsel fra land

Den årlige fosfortilførsel fra land til de marine områder er siden 1990 mindsket fra ca. 5.500 t/år til omkring 2.300 ton i 2013 (figur 3.1), lidt mindre end i 2012.

Reduktionen over hele perioden skyldes etablering af fosforfjernelse på renseanlæg. Det skal understreges, at der også forud for overvågningsprogrammets start i 1989 var sket en væsentlig reduktion i fosforudledningen fra renseanlæg som følge af regional indsats. 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 ca. 63 % i perioden 1990-2013. 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 2013 (Wiberg-Larsen et al. 2015)



3.2 Tilførsel af fosfor via luften

Atmosfærisk fosfor er hovedsageligt bundet til partikler og transporteres i luften med disse. Denne fosfor stammer fra både menneskeskabte og naturlige kilder, bl.a. afbrænding af kul og halm og jordfugning. Deposition af fosfor til de indre danske farvande og landområder er som tidligere år vurderet til ca. 0,04 kg P/ha. Depositionen på de indre danske farvande (areal 31.500 km²) kan herudfra estimeres til ca. 130 ton P og på de danske landområder (areal 43.000 km²) til ca. 170 ton P.

3.2.1 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. 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.

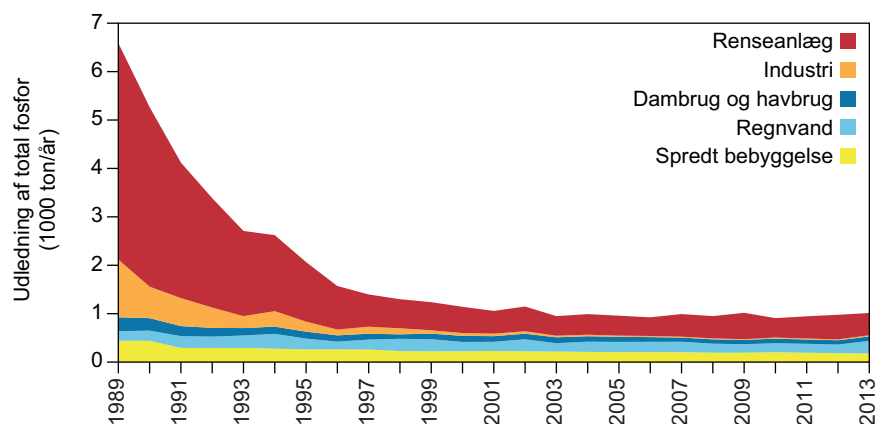
3.3 Fosfor fra spildevand

3.3.1 Renseanlæg

Der er etableret fosforfjernelse på alle renselanlæg. 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 2013 i alt ca. 460 ton P svarende til en gennemsnitskoncentration i udløbet på ca. 0,7 mg P/l.

Udviklingen i de udledte mængder af fosfor fra punktkilder siden 1989 er vist i figur 3.2. Siden 1995 har udledningen været mindre end målet i Vandmiljøplan I. Udledningen fra alle punktkilder er siden 1989 mindsket med samlet set 85 %. På renselanlæg er udledningen reduceret med 92 % - en reduktion som har været rimelig stabil de seneste år.

Figur 3.2. Udviklingen i de årligt udledte mængder af fosfor opdelt på forskellige punktkilder (Naturstyrelsen 2015).



3.3.2 Industri med egen udledning

Direkte udledninger fra industri til vandområder er betydeligt mindre end udledningerne fra kommunale renselanlæg. I 2013 blev der udledt 23 ton P svarende til ca. 0,5 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.

3.3.3 Akvakultur

De samlede udledninger af fosfor fra produktion af fisk i ferskvandsdambrug er i 2011-2013 opgjort på baggrund af analysedata for anlæg, hvor der foreligger 12 eller flere analyser fra egenkontrol. I de tilfælde hvor der foreligger færre end 12 analyser fra egenkontrol, er der foretaget en teoretisk beregning af udledningen. Beregningen er baseret på dambrugenes faktisk an-

vendte fodermængder suppleret med teoretisk rensegrad. Ved saltvandsbaseret fiskeopdræt, enten havbrug eller saltvandsdambrug er opgørelserne af udledningen af fosfor baseret på teoretiske beregninger. Før 2011 var opgørelserne alene baseret på teoretiske beregninger ved såvel ferskvandsdambrug som saltvandsbaseret fiskeopdræt.

Fosforudledningen fra ferskvandsdambrug er i 2013 opgjort til 55 ton P og fra saltvandsbaseret fiskeopdræt til 36 ton P. Der er i begge tilfælde tale om mængder på niveau med mængderne i 2011 og 2012.

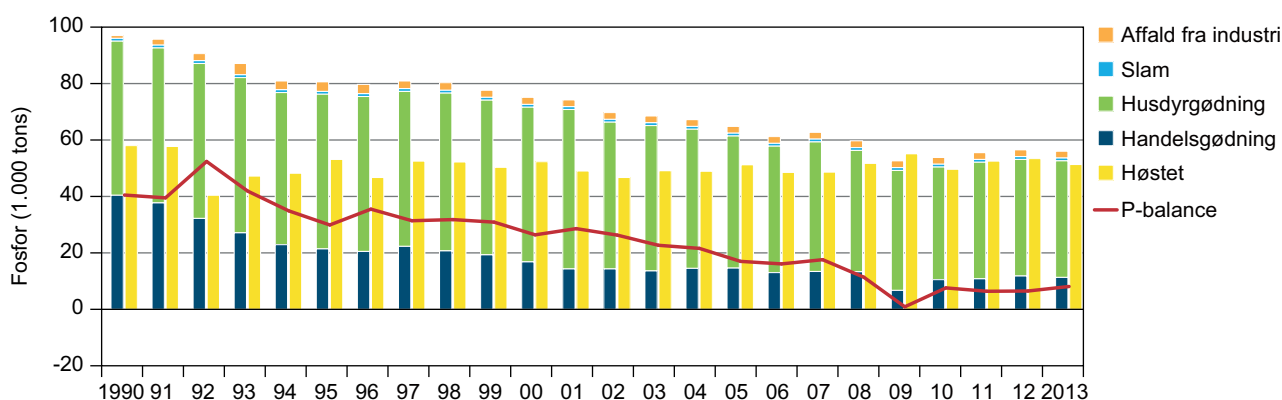
3.3.4 Andre kilder

I figur 3.2 er der endvidere medtaget fosforudledningen fra to andre betydende punktkilder - den spredte bebyggelse med ca. 175 ton P/år og regnbetingede udledninger med ca. 260 ton P/år.

3.4 Fosfor i landbrug

3.4.1 Gødningsforbrug

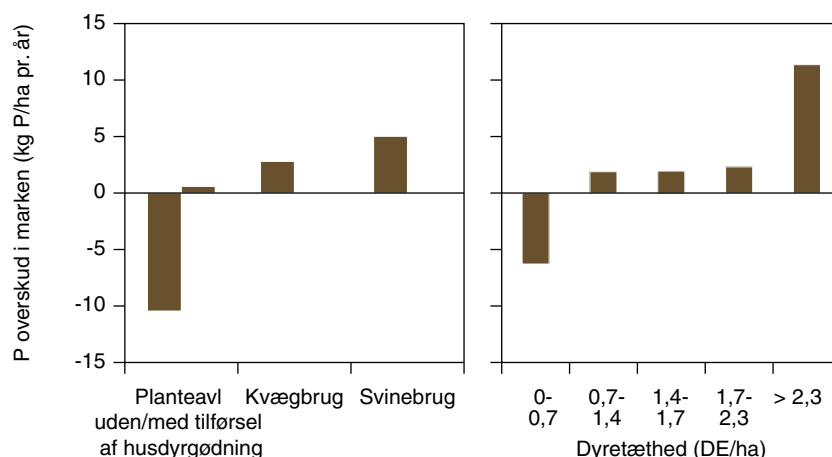
Forbruget af fosfor i handelsgødning er på landsplan reduceret markant i perioden 1990-2012, mens reduktionen i fosfortilførsel med husdyrgødning har været mindre. Nettotilførslen (også benævnt markoverskuddet) var i 2013 ca. 8.000 ton P (figur 3.3). I gennemsnit er fosforoverskuddet reduceret fra ca. 14 kg P/ha i 1990 til ca. 3 kg/ha i 2013.



Figur 3.3. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1990 til 2013 (Blicher-Mathiesen et al. 2015).

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 2013 tilført betydeligt mindre fosfor (ca. 10 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 bortset fra bedrifter med op til 2,3 DE, hvor særlige dyrkningsforhold gjorde sig gældende i 2013.

Figur 3.4. Fosforoverskud i marken i landovervågningsoplandene på ejendomme med forskellig brugstype og husdyrtæthed, 2013 (Blicher-Mathiesen et al. 2015).



3.5 Fosforkoncentrationer og udvaskede mængder

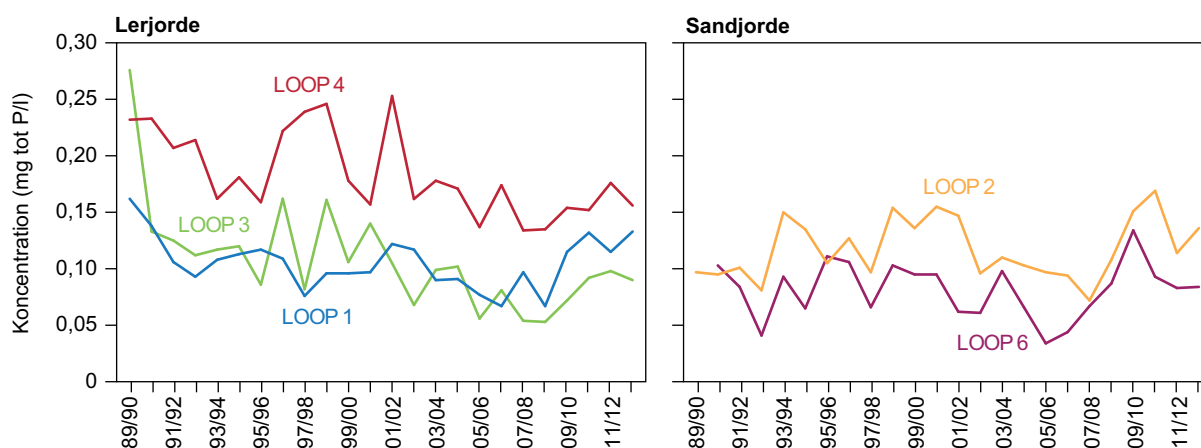
3.5.1 Måleprogram

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.

3.5.2 Fosforkoncentrationer i vandet

25 % af jordvandsstationerne ligger på jorde med stor fosformobilitet, og vandet har derfor betydeligt højere fosforindhold (op til ca. 0,5 mg P/l) end det sædvanlige lave niveau på omkring 0,01 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.

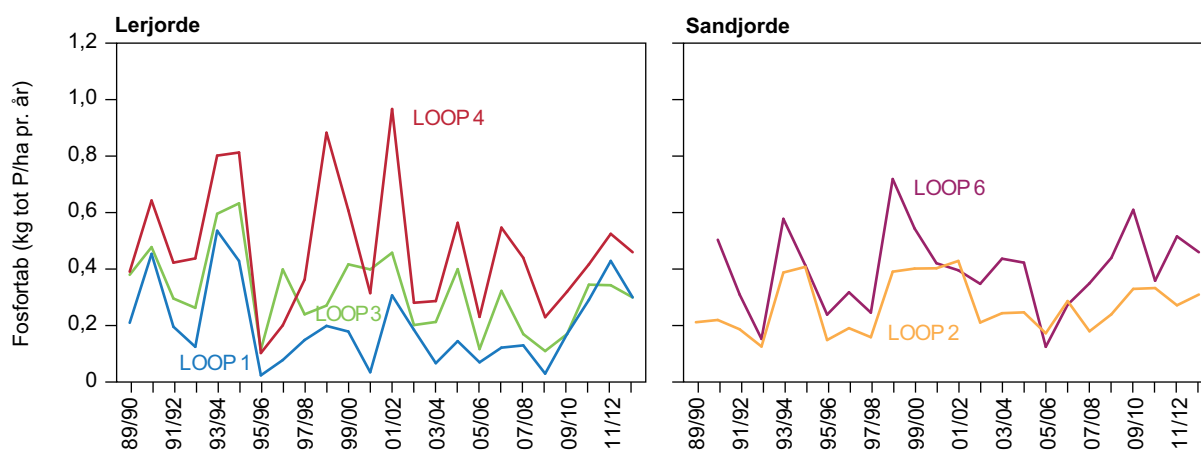
Der er store forskelle på fosforindholdet i det vand, der forlader LOOP-oplandene gennem vandløb (figur 3.5) med generelt højest indhold i Lillebæk på Fyn (LOOP 4).



Figur 3.5. Vandføringsvægtet koncentration af total fosfor i de fem landovervågningsvandløb i perioden 1990/91-2012/13 (Blicher-Mathiesen et al. 2015).

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 1990/91-2012/13 (Blicher-Mathiesen et al. 2015).

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, hvilket tydeligst har vist sig i den forbedrede tilstand i vandløbene (se kap. 7).

4.1 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.

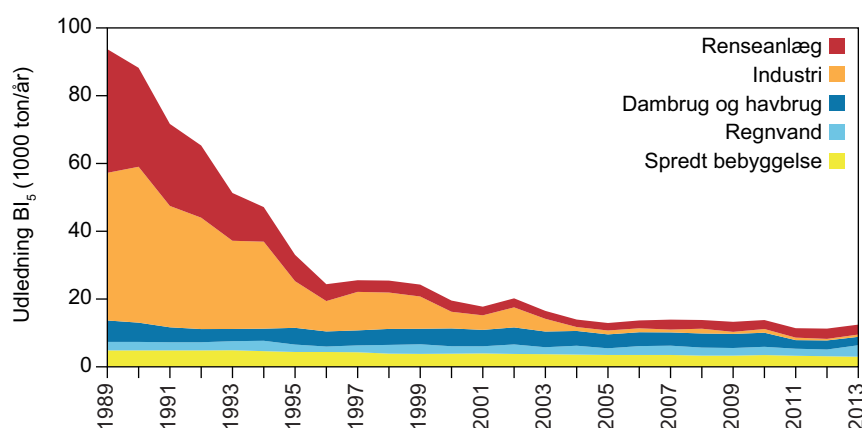
4.2 Udledning fra renseanlæg

Fra renseanlæg blev der i 2013 udledt knap 3.000 ton organisk stof (BI_5). I gennemsnit svarer det til et indhold på 4,6 mg/l for alle anlæg, inkl. anlæg større end 5000 PE, hvilket er langt under det generelle udlederkrav i Vandmiljøplan I på 15 mg/l for anlæg for mere end 5.000 personer.

4.3 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 2013 udledt ca. 680 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 2015).



4.4 Akvakultur

De samlede udledninger af organisk stof fra produktion af fisk i ferskvandsdambrug er i 2011-2013 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, enten havbrug eller 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 er i 2013 opgjort til knap 1.500 ton organisk stof og fra saltvandsbaseret fiskeopdræt til ca. 1.000 ton organisk stof.

4.5 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. 3.000 ton BI₅ – eller det samme som udledningen fra renseanlæg. Endelig er udledningen fra de regnbetingede udledninger estimeret til ca. 3.000 ton BI₅ – igen ca. det samme som udledningerne fra renseanlæggene.

4.6 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 (PolyAromatiske Hydrocarboner) indgår også 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 (Polychlorerede biphenyler) (10)
- Chlorphenoler (1)
- PAH (PolyAromatiske Hydrocarboner) (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 2013 overvågning af luft ved 6 stationer, punktkilder ved 31 renseanlæg, grundvand i ca. 600 indtag samt marine områder med målinger i sediment, muslinger og fisk. Desuden er der foretaget målinger ved regnbetingede udledninger, dambrug samt vandløb og søer.

Resultaterne af overvågningen af tungmetaller og uorganiske sporstoffer samt organiske miljøfremmede stoffer i perioden 2004 til 2012 og for vandløb, søer og visse punktkilder desuden 2013 er beskrevet i en selvstændig rapport (Boutrup et al. 2015). Nærværende rapport omfatter data fra 2013 for punktkilder, luft samt grundvand (kap. 6) og marine områder (kap. 9).

Det er forskelligt hvilke stoffer, der indgår i overvågningen i de enkelte 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 af miljøfremmede stoffer i vandmiljøet (Vorkamp et al 2014)
- Fenoler i biota (Lassen 2013)
- Afklaring af mulig forekomst af PFOS, PFOA og lignende PFC forbindelser i grundvand (Enevoldsen & Juhler 2010)
- 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)
- Kviksløvsforbindelser, HCBd 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)
- Lægemedler 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).

Desuden er der gennemført screeningsundersøgelser, der endnu ikke er rapporterede:

- Udvaskning af veterinære lægemidler til dræn og grundvand
- Lægemedler i spildevand og sediment.

5.2 Deposition af tungmetaller fra luften

Den luftbårne deposition af tungmetaller er gennem en årrække blevet målt på seks til syv stationer fordelt ud over landet, mens luftens indhold af partikelbundne tungmetaller er målt 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 et af formålene at forhindre eller reducere den mulige skadevirk-

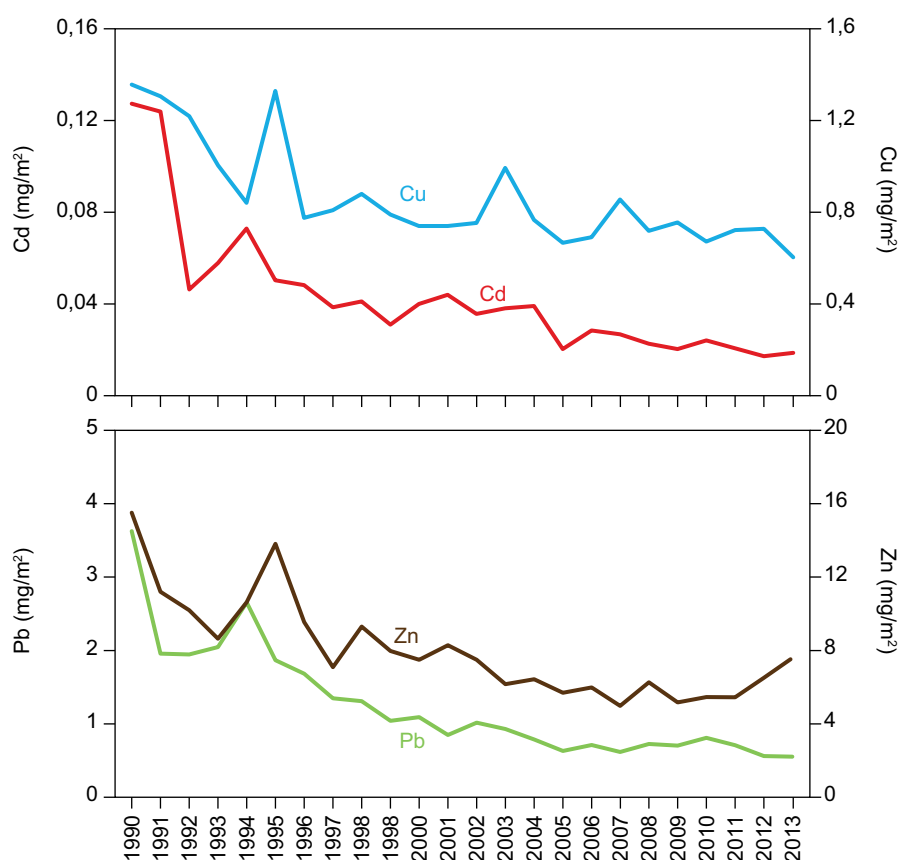
ning af bl.a. arsen, cadmium og nikkel. Med henblik på at opfylde direktivets formål pålægges medlemslandene at måle koncentrationerne i luften og depositionen af stofferne i direktivet.

5.2.2 Deposition af tungmetaller i 2013

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 2013 ikke fra niveauet de foregående år.

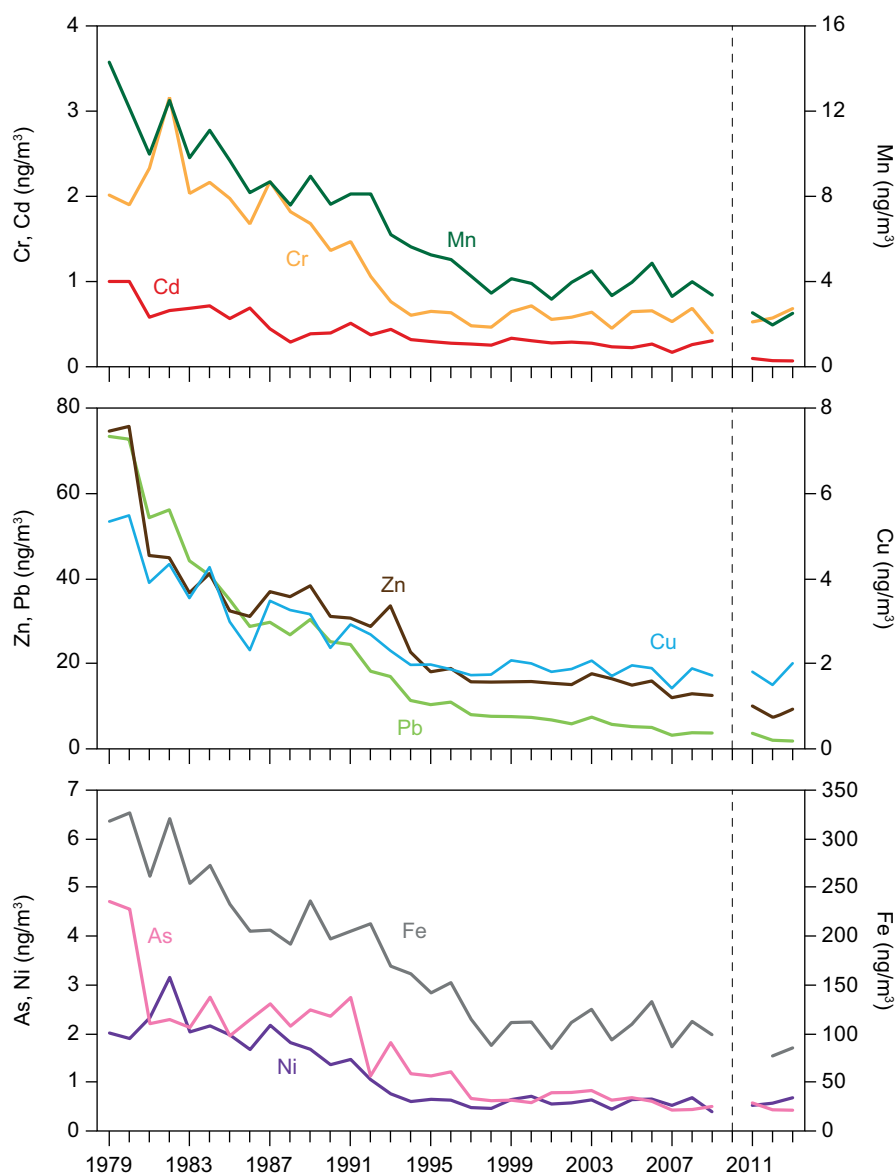
Figur 5.1. Udvikling af zink (Zn) og bly (Pb) samt kobber (Cu) og cadmium (Cd) i depositionen i 1989-2013 (Ellermann et al. 2015).



Tilsvarende viser mere end 30 års målinger af koncentrationen af luftens indhold af tungmetaller en betydelig reduktion siden slutningen af 70'erne (figur 5.2).

En stor del af de tungmetaller, der findes i atmosfæren over Danmark, kommer fra kilder udenfor Danmark. På trods af en usikkerhed på estimerne 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 væsentlig mindre end depositionerne (tabel 5.1).

Figur 5.2. Udvikling i koncentrationen i luften af en række tungmetaller i perioden 1979-2013. Kurverne repræsenterer gennemsnit af målinger ved Keldsnor og Tange i perioden før 2010 og gennemsnit af målinger ved Risø og Anholt i 2011 til 2013. Der var skift i analysemetode i 2010, hvilket er årsag til fald i koncentrationerne for cadmium (Cd) fra 2009 til 2011. Den stiplede linje indikerer skiftet i målemetode (Ellermann et al. 2015).

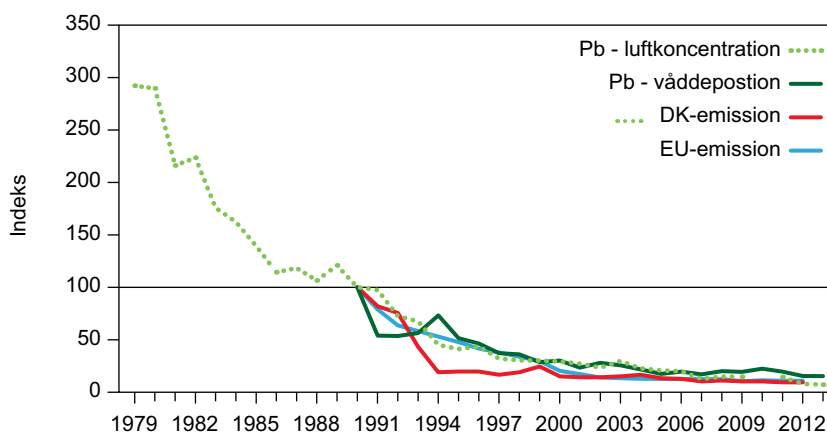


Tabel 5.1. Årlig deposition estimeret fra målinger på seks stationer samt emission af tungmetaller til atmosfæren fra danske kilder i 2013 (Ellermann et al. 2015).

Deposition	Deposition til land $\mu\text{g/m}^2$	Deposition til vand $\mu\text{g/m}^2$	Estimeret deposition		Emission
			Landområder (43.000 km^2) ton/år	Indre farvande (31.500 km^2) ton/år	Danske kilder ton/år
Cr, chrom	140	130	6	4	0,8
Ni, nikkel	230	190	10	6	4,5
Cu, kobber	680	640	29	20	43
Zn, zink	7.900	7.700	340	240	43
As, arsen	100	90	4	3	0,3
Cd, cadmium	21	18	1	1	0,2
Pb, bly	620	580	27	18	12

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 5.3.

Figur 5.3. Målinger af bly (Pb) i våddepositionen og partikelkoncentration i luften sammenlignet med emissioner fra Danmark og EU-lande (Ellermann et al. 2015).



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.

5.3 Tungmetaller fra punktkilder

Tungmetaller i spildevand vil ved udledningen af spildevandet blive tilført overfladevand. I 2013 blev udledningen af 16 tungmetaller og sporstoffer målt ved 31 renseanlæg. De 31 renseanlæg repræsenterer samlet set knap 30 % af den samlede spildevandsmængde fra renseanlæg.

Antallet af undersøgte renseanlæg var det samme i 2011 og 2012. Det er et større antal end før 2011, hvor der samlet set blev undersøgt ca. 10 renseanlæg hvert år. De renseanlæg, der er undersøgt siden 2011, repræsenterer såvel renseanlæg med avanceret rensning som renseanlæg med mindre avanceret rensning, mens de renseanlæg, der blev undersøgt før 2011, primært var større avancerede renseanlæg.

Indholdet af tungmetaller er målt i udledningen fra renseanlæg siden 1998. I 2014 er der på baggrund af målingerne i perioden 1998-2012 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, in press).

5.3.1 Målsætning

Udledningen af tungmetaller skal begrænses, så fastsatte miljøkvalitetskrav kan overholdes. 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 2013 af de 16 undersøgte metaller er vist i tabel 5.2.

Tabel 5.2. Koncentration af metaller i udledning fra 31 renseanlæg i 2013 angivet som middel-, median- og maksimumværdi samt fundhyppighed (Naturstyrelsen 2015).

	Middel	Median	Maksimum	Fundhyppighed
Aluminium (µg/l)	253	41	4.200	21 %
Antimon (µg/l)	0,27	<1	3,9	15 %
Arsen (µg/l)	0,99	0,88	2,6	58 %
Barium (µg/l)	34	20	200	100 %
Bly (µg/l)	0,57	<0,5	3,1	34 %
Bor (µg/l)	480	190	5.400	98 %
Cadmium (µg/l)	0,02	<0,05	0,12	20 %
Krom (µg/l)	2,5	<0,5	31	44 %
Kobber (µg/l)	6,4	2,2	37	55 %
Kviksølv (µg/l)	0,005	<0,002	0,023	55 %
Molybdæn (µg/l)	3,0	1,4	53	68 %
Nikkel (µg/l)	4,6	2,7	22	78 %
Selen (µg/l)	0,2	<1	2,0	12 %
Tin (µg/l)	2,9	<1	58	41 %
Vanadium (µg/l)	0,64	<1	2,3	44 %
Zink (µg/l)	33	25	110	98 %

Indholdet af tungmetaller i udledninger fra renseanlæg kan ikke vurderes direkte i forhold til miljøkvalitetskravene for overfladevand, da spildevandet vil blive fortyndet ved udledning til overfladevand. Graden af fortyndingen er afhængig af de lokale forhold i vandområdet. Desuden skal der 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. Endelig er miljøkvalitetskravene for de fleste metaller udtryk for den tilladte koncentration ud over baggrundskoncentrationen.

5.4 Deposition af miljøfremmede stoffer fra luften

Deposition af miljøfremmede stoffer er i 2013 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.

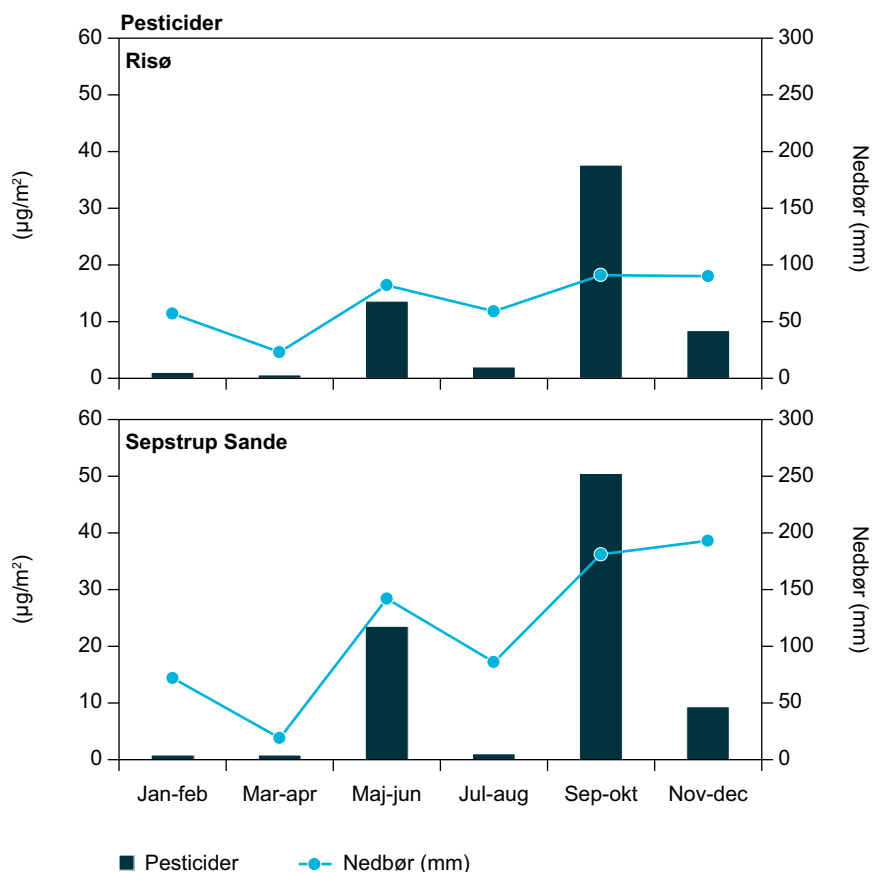
5.4.1 Målsætning

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

De største bidrag til deposition af pesticider kom i 2013 ved begge målestationer fra prosulfocarb, pendimethalin, og desethylterbuthylazin, som er nedbrydningsprodukt af terbuthylazin (tabel 5.3). MCPA og terbuthylazin bidrog ligeledes. Prosulfocarb bidrog med omkring 65 % af den samlede deposition. Depositionen af pesticider var størst i maj-juni og september-oktober, hvilket er sammenfaldende med landbrugets sprøjtetidspunkter (figur 5.4).

Figur 5.4. Våddeposition af 14 almindeligt anvendte pesticider og 5 nedbrydningsprodukter i 2013 målt over 2-måneders perioder ved Risø og Sepstrup Sande. Kurven angiver nedbørsmængde i den tilsvarende periode (Ellermann et al. 2015).



Tabel 5.3. Våddeposition i 2013 af de 5 pesticider og nedbrydningsprodukter, der blandt 14 pesticider almindeligt anvendte i EU samt 5 nedbrydningsprodukter af pesticider, der blandt de målte stoffer blev målt i størst mængde på Risø og Sepstrup Sande (S.S). Summen omfatter alle målte stoffer. nd angiver at koncentrationen af det pågældende stof ligger under detektionsgrænsen. (Ellermann et al. 2015).

Enhed: µg/m ²	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	0,07	nd	nd	5,9	14	0,89	0,43	nd	nd	nd	nd
MCPA	nd	Nd	nd	nd	3,5	1,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Pendimethalin	0,40	0,26	0,15	0,08	0,18	0,29	0,26	nd	4,9	1,9	2,5	2,0
Prosulfocarb	0,62	0,48	0,08	0,71	1,0	3,2	0,62	0,43	31	47	5,7	7,3
Terbuthylazin	nd	Nd	0,08	nd	1,6	3,4	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Sum (alle målte stoffer)	1,0	0,81	0,59	0,84	14	24	2,0	1,0	38	51	8,4	9,3

Prosulfocarb og pendimethalin anvendes til ukrudtsbekæmpelse i vintersæd, og MCPA anvendes til ukrudtsbekæmpelse bl.a. i vårsæd, hvilket passer med tidspunktet for stor pesticiddeposition for de tre pesticider. Terbuthylazin har været anvendt som ukrudtsmiddel, men har fra 2009 ikke længere været tilladt i Danmark. Forekomsten af desethylterbuthylazin i

nedbør kan skyldes transport fra Polen og Tyskland, hvor anvendelse af ter-butylazin fortsat er tilladt. Prosulfocarb var i 2012 det mængdemæssigt mest solgte aktivstof i ukrudtsmidler til landbrugsformål (Miljøstyrelsen 2013). Salgstallene kan dog tegne et skævt billede af forbruget i 2012, da der kan være tale om lageropbygning af især mere miljøbelastende midler, som midler med prosulfocarb, fordi der var en forventning om, at de ville stige mest i afgift i forbindelse med en forestående ændring af afgiften i 2013.

5.5 Udledning af miljøfremmede stoffer fra punktkilder

En række miljøfremmede stoffer bliver tilført overfladevand ved udledning med spildevand. I 2013 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.

5.5.1 Målsætning

Udledningen af miljøfremmede stoffer skal begrænses, så fastsatte miljøkvalitetskrav kan overholdes. 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 i udledninger fra renseanlæg (i parentes det målte antal enkeltstoffer):

- PAH (19)
- Aromatiske kulbrinter (11)
- Phenoler (6)
- Halogenerede alifatiske kulbrinter (14)
- 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).

For alle de undersøgte stofgrupper blev der i 2013 påvist et eller flere stoffer. Humane antibiotika, perfluorerede forbindelser og P-triestere er ligesom i 2011 og 2012 de stofgrupper, der i 2013 samlet set blev fundet med størst hyppighed. Andre lægemidler end antibiotika, det naturlige østrogen østron og bisphenol A var ligeledes blandt de stoffer, der blev fundet hyppigt i 2013.

Indholdet af organiske miljøfremmede stoffer i udledninger fra renseanlæg kan ikke vurderes direkte i forhold til miljøkvalitetskravene for overfladevand, da spildevandet vil blive fortyndet ved udledning til overfladevand. Graden af fortyndingen er afhængig af de lokale forhold i vandområdet. Ved udledning til ferskvand antages det normalt, at der sker en fortynding med en faktor 10, mens der ved udledning til marine områder vil 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.

Tabel 5.4. Koncentration af miljøfremmede stoffer, som i 2013 blev fundet i mere end 75% af de undersøgte prøver fra udledning fra renseanlæg, angivet som middel-, median- og maksimumværdi samt fundhyppighed (tal fra Naturstyrelsen 2015).

	Middel	Median	Maksimum	Hyppighed
Dimethylnaphthalen (µg/l)	0,07	0,03	0,46	79 %
Bisphenol A (µg/l)	0,43	0,18	3,3	91 %
Trichlormethan (Chloroform) (µg/l)	0,08	0,04	0,27	86 %
TCPP (µg/l)	1,1	1,0	3,4	100 %
Perfluoroktansulfonat (PFOS) (ng/l)	8,7	4,0	62	93 %
Perfluoroktansyre (PFOA) (ng/l)	11	8,7	46	95 %
Sulfamethiazol (µg/l)	1,2	0,65	13	98 %
Furosemid (µg/l)	40	37	110	98 %
2-hydroxy-ibuprofen (µg/l)	5,7	0,38	110	88 %
Østron (µg/l)	28	4,0	230	90 %

Med denne antagelse om fortynding finder man ved vurdering af de målte koncentrationer i forhold til miljøkvalitetskravene, i det omfang disse er fastsat, at kravene sandsynligvis vil være overholdt for de undersøgte stoffer. Der er enkelte undtagelser, heriblandt LAS og 17-beta-østradiol, hvor LAS blev fundet i udløb med maksimumkoncentration, der var mere end 10 gange højere end korttidskvalitetskravet og 17-beta-østradiol med middeldkoncentration, der var mere end 10 gange højere end det generelle kvalitetskrav.

Der er foretaget en sammenligning af den reduktion, der sker af spildevandets indhold af lægemidler og østrogen fra indløb til udløb på henholdsvis avancerede renseanlæg og mekaniske renseanlæg med mindre avanceret rensning. Sammenligningen viser, at rensningen af spildevandet for de pågældende stoffer er betydeligt bedre på de avancerede renseanlæg end på de mekaniske renseanlæg. Lægemidlerne reduceres med 36 – 100 % på de avancerede renseanlæg og med 8 – 47 % på de mekaniske renseanlæg. Østrogenerne renses med 94 – 96 % på de avancerede renseanlæg og på de mekaniske renseanlæg med 15 – 36 %.

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 deres oplande. Forurening af grundvandet vil derfor også kunne påvirke disse vandområder.

6.1.1 Grundvandsovervågning (GRUMO)

Formålet med overvågningen af grundvandet er at følge udviklingen i kvaliteten og størrelsen af ressourcen samt at følge effekten af vandmiljøplanerne, hvor den første blev vedtaget i 1987.

Overvågningen foregår fortrinsvis gennem NOVANA med prøvetagning fra borer i et fast stationsnet. Stationsnettet blev revideret i 2011 således, at nogle indtag i dybere grundvandsforekomster med lille eller ingen påvirkning af nitrat, pesticider eller andre miljøfremmede stoffer foreløbig ikke længere er med. Til gengæld er der inddraget andre indtag i grundvandsforekomster, således at stationsnettet bedre kan understøtte vandplanerne og implementeringen af vandrammedirektivet. Stationsnettet bliver udbygget i en løbende proces.

I 2013 omfattede grundvandsovervågningen vandprøver fra i alt 866 indtag i 62 GRUMO-områder, heraf 125 indtag fra det "nye" stationsnet (figur 6.1). Endvidere er der analyser fra 94 indtag i LOOP. Siden 2007 har grundvandets kvantitative tilstand været overvåget gennem et nationalt program med pejlinger af grundvandsstanden.

Hovedelementerne i grundvandsovervågningen er grundvandsressourcens størrelse, grundvandets indhold af naturligt forekommende stoffer samt ikke mindst indhold og udvikling i indhold af forurenende stoffer som nitrat, tungmetaller, pesticider og andre miljøfremmede stoffer.

Vandværkernes analyser af grundvandet i indvindingsboringer samt indberetninger af indvundne vandmængder indgår som et element i overvågningen. Analysedata fra vandværkerne bidrager med information om den del af grundvandet, der indvindes til drikkevandsformål.

6.1.2 Vandindvinding

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

- GRUMO
- Landovervågningsopland



År	Total årlig grundvandsindvinding (mill. m³/år)	Total årlig grundvandsindvinding uden markvanding (mill. m³/år)
1989	780	660
1990	840	720
1991	820	670
1992	940	680
1993	860	650
1994	770	610
1995	810	610
1996	800	600
1997	790	580
1998	670	550
1999	600	520
2000	640	540
2001	610	520
2002	600	520
2003	620	520
2004	670	520
2005	640	510
2006	690	510
2007	560	470
2008	690	490
2009	710	490
2010	670	480
2011	730	490
2012	600	490
2013	670	440

46

6.2 Status for nitratindehold i grundvand

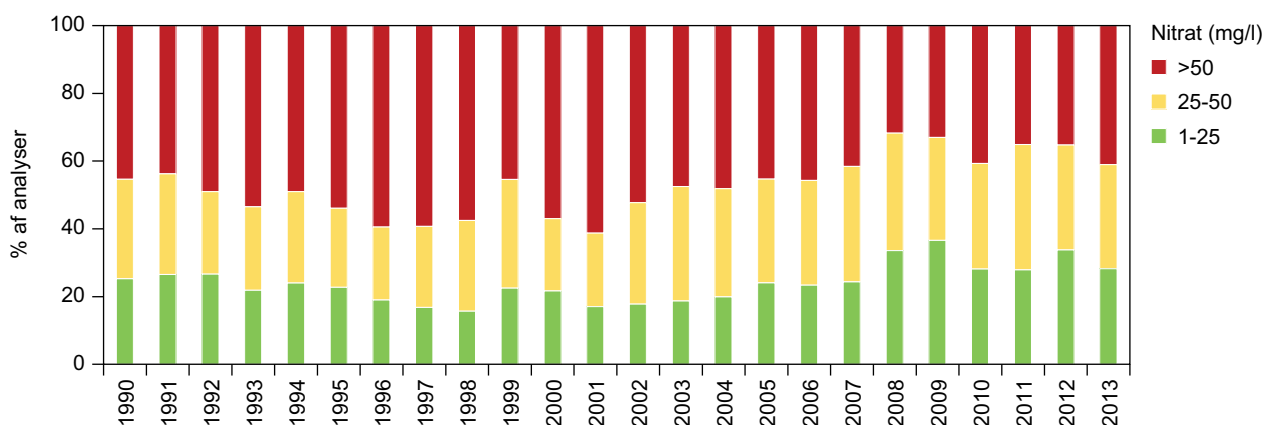
Nitrat i grundvand i høje koncentrationer gør vandet uanvendeligt til drikkevand, da høje nitratkoncentrationer kan være sundhedsskadelige, bl.a. på grund af hæmning af ilttransporten med blodet. Desuden vil grundvand med et højt nitratindehold kunne være en væsentlig forureningskilde for vandområder,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

Udviklingen i nitratindeholdet i det yngste, iltede grundvand er en vigtig indikator ved vurdering af effekten af Vandmiljøplanen fra 1987 samt de efterfølgende vandmiljøplaner og vandplaner.

6.2.1 Målopfyldelse

Grænseværdien for nitrat i drikkevand og i grundvand er ifølge både Drikkevandsdirektivet og Grundvandsdirektivet 50 mg nitrat/l. I vandplanerne er grundvandets tærskelværdi ikke sat i forhold til påvirkningen af vandløb, søer, kystvande og terrestriske naturtyper.

Grundvandets nitratindehold bliver ikke nedbrudt i "iltzonen", hvor vandet indeholder ilt (> 1 mg ilt/l). Nitratindeholdet i grundvandet i iltzonen svarer derfor til nitratindeholdet i det vand, der udvaskes fra rodzonen. De senere år har andelen af indtag med nitratindehold over grænseværdien i det iltede grundvand været på 30-40 %, mens den i midten af 1990'erne lå på 50-60 % (figur 6.3).



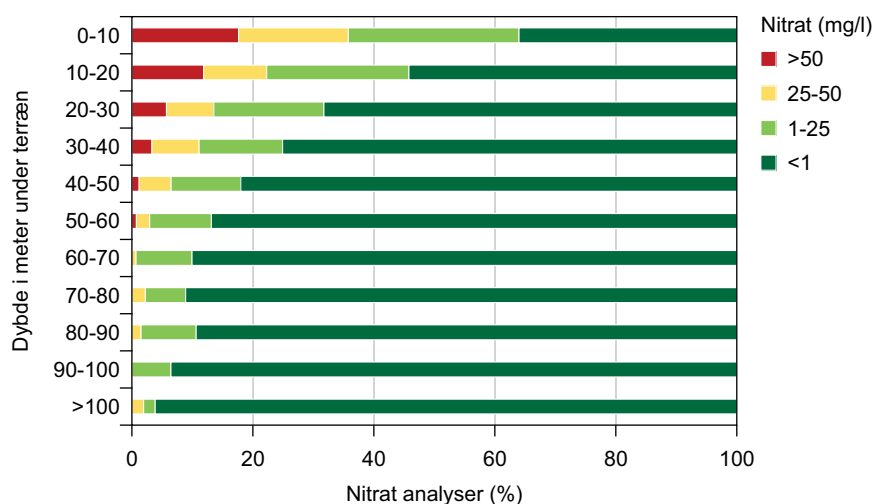
Figur 6.3. Fordeling af nitratindehold i perioden 1990-2013 i grundvand i iltzonen (med ilt > 1 mg/l). Den enkelte søjle repræsenterer grundvand fra flere indtag med forskellige aldre (Thorling et al. 2015).

De høje nitratkoncentrationer i grundvandsovervågningen er fundet jævnt fordelt i landet uden tydelige regionale forskelle.

6.2.2 Dybdemæssig fordeling af nitrat

Den største del af analyserne med forhøjet indhold af nitrat kom i 2013 fra indtag, der ligger ned til 50 meter under terræn. De højeste nitratindehold findes ikke uventet i de øverste 10 meter af jordlagene, og der ses et gradvist fald med dybden af indtag med nitratindehold over 25 mg/l og (figur 6.4).

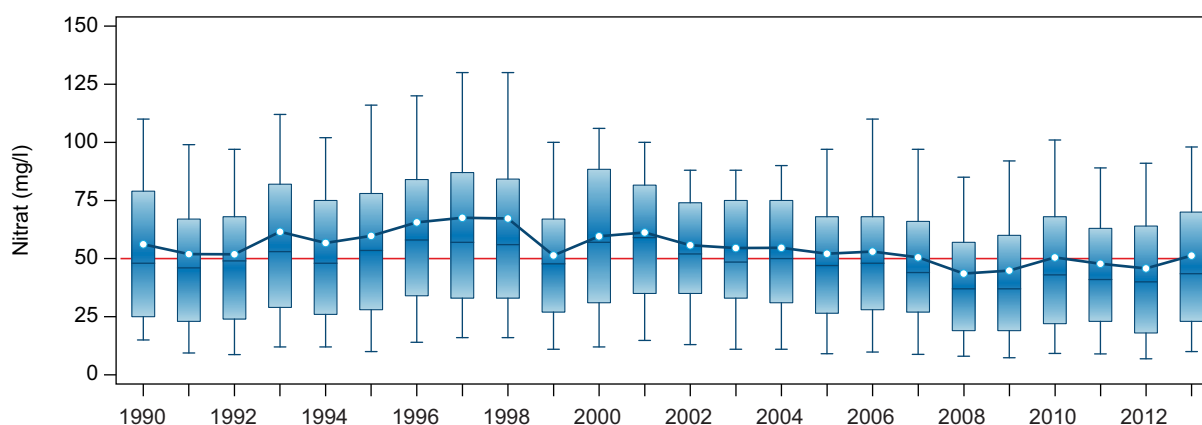
Figur 6.4. Fordeling af nitrat-indholdet i 2013 efter indtagedybde under terræn i land- og grundvandsovervågning, grundvand i indvindingsboringer og 'Andre boringer' (undersøgelingsboringer, pejleboringer, private boringer og brønde, afværgeboringer, lukkede vandværker m.v.) (Thorling et al. 2015).



6.3 Udvikling i nitratindhold i iltet grundvand

Udviklingen i nitratindhold i det iltede grundvand (> 1 mg ilt/l) i perioden 1990-2013 i grundvandsovervågningen er vist i figur 6.5. Gennemsnitsværdierne af de målte nitratkoncentrationer for perioden 1990-2013 viser et fald fra de højeste værdier på over 60 mg/l i 1997-98 til under eller tæt på grænseværdien for drikkevand siden 2007.

I landovervågningsoplandene (LOOP) er der fundet stor spredning på de målte nitratkoncentrationer i det overfladenære iltede grundvand i både sand- og lerområderne. Nitratindholdet i sandområderne er generelt højere end i lerområderne. I sandområderne har der i perioden 1990-2013 været et fald i det øverste grundvands gennemsnitlige nitratindhold fra ca. 100 til ca. 50 mg nitrat/l (svarende til et fald fra ca. 23 til ca. 11 mg N/l). I lerområderne er der også vist et fald fra omkring 50 mg/l til ca. 30 mg/l nitrat (svarende til et fald fra ca. 11 mg N/l til ca. 7 mg N/l). Faldet er størst frem til 2006, hvorpå ændringer bliver mindre.



Figur 6.5. Udviklingen i nitratindhold i iltzonen i grundvand i perioden 1990-2013. Kurven i boksen forbinder medianværdierne. Desuden er vist 75 % og 25 % fraktiler i minimums og maksimumsværdier af analyseresultater det enkelte år (top og bund af boks), samt 90 % og 10 % fraktiler. Den orange linje viser kravværdien for nitrat i drikkevand og grundvand på 50 mg/l (Thorling et al. 2015).

6.3.1 Virkning af indsats på nitrattindhold

Nitrattindholdet 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 nitrattindholdet i iltet grundvand i forhold til grundvandets alder har vist, at andelen af overvågningsboringer i det yngste iltede grundvand med signifikant faldende nitrattindhold er større end i det ældre iltede grundvand. I mere end halvdelen af det undersøgte yngste iltede grundvand kunne der dog ikke påvises den signifikant faldende tendens.

Det faldende nitrattindhold i det unge iltede grundvand er sammenfaldende med faldende kvælstofoverskud i landbruget (figur 2.10). Dette viser, at den gennemførte indsats for at begrænse kvælstofoverskuddet har haft en positiv effekt.

6.4 Uorganiske sporstoffer i grundvand

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

I alt 25 uorganiske sporstoffer har været med i overvågningen i perioden 1993-2013 i kortere eller længere tid. Heriblandt er aluminium, bor, nikkel og arsen, som også er med i vandværkernes analyser af grundvandet i indvindingsboringerne.

6.4.1 Målsætning

Der er fastsat kvalitetskrav for drikkevand til 22 uorganiske sporstoffer. Eksempelvis er kvalitetskravet for nikkel på 20 µg/l og for arsen på 5 µg/l ved indgang til ejendom (Miljøministeriet, 2014). Både nikkel og arsen kan til en vis grad fjernes i vandværkernes traditionelle sandfiltre og tilbageholdes i okkerslammet.

6.4.2 Uorganiske sporstoffer i grundvand i 2013

Uorganiske sporstoffer blev i 2013 fundet i koncentrationer, der var højere end kvalitetskravet for drikkevand i 40 % af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen. Tilsvarende var der overskridelse i 16 % af de indvindingsboringer, hvor grundvandet er analyseret for sporstoffer. Især arsen og nikkel, men også aluminium og bor var årsag til overskridelserne. I flere tilfælde er der fundet samtidig overskridelse af flere stoffer.

De fleste uorganiske sporstoffer kan til en vis grad fjernes ved vandværkernes traditionelle vandbehandling eller undgås i det vand, der oppumpes på vandværkerne ved at indrette pumpestrategien i forhold til det.

6.5 Pesticider i grundvand

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter i grundvand kan stamme fra anvendelse i landbrug, frugtavl, skovbrug, udyrkede arealer og haver i byområder samt fra spild og punktkilder som fx vaskepladser. Nogle af stofferne bliver i et vist omfang tilbageholdt eller nedbrudt ved traditionel vandbehandling på danske vandværker, mens der for en del stoffer ikke sker nogen nedbrydning ved traditionel vandbehandling.

6.5.1 Målsætning

Pesticidindholdet i drikkevand og grundvand må ikke overstige 0,1 µg/l for enkeltstoffer. De enkelte stoffer er pesticider og nedbrydningsprodukter heraf. Summen må ikke overstige 0,5 µg/l. Kvalitetskravene (grænseværdierne) er fastsat i bl.a. EU's drikkevandsdirektiv (Europaparlamentet og Rådet, 1998) og omsat til dansk ret i Drikkevandsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2014) 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.

6.5.2 Pesticider i grundvand i 2013

Der blev i 2013 fundet et eller flere pesticider eller nedbrydningsprodukter fra pesticider i 37 % af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen. Kvalitetskravet var overskredet i 10 % af indtagene. Pesticiderne og nedbrydningsprodukterne er særligt fundet i de øvre grundvandsmagasiner, mens påvirkningen af det mere dybtliggende og ældre grundvand er mindre. 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 stoffer, primært nedbrydningsprodukter i løbet af programperioderne.

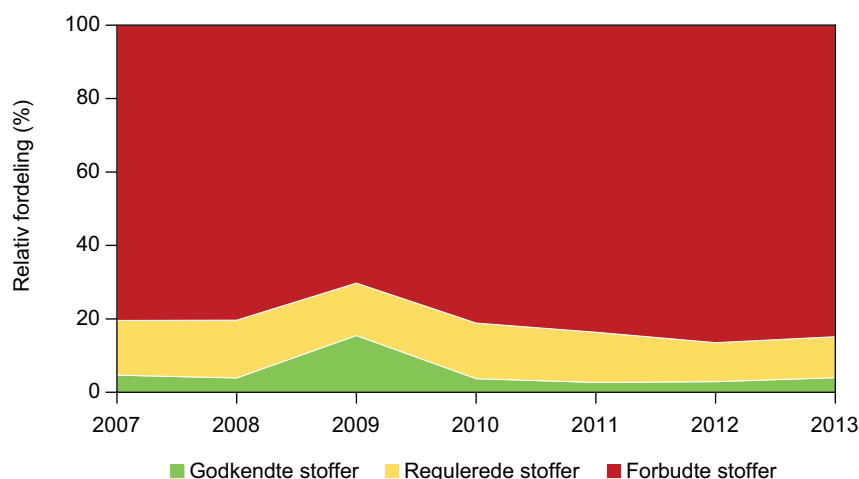
Hyppigheden af pesticidfund er lavere i grundvandet i vandværkernes indvindingsboringer end i de mere terrænnære boringer i grundvandsovervågningen. I vandværkernes indvindingsboringer blev der i 2013 fundet pesticider i 25 % af de undersøgte boringer med overskridelse af kravværdien for pesticider i grundvand i 3,5 % af boringerne, hvilket er samme niveau som de foregående 5-10 år.

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 2013 er der fundet godkendte pesticider eller nedbrydningsprodukter i 1,6 % af de undersøgte indtag (0,2 % over kvalitetskravet), regulerede pesticider eller nedbrydningsprodukter heraf i 4,5 % af de undersøgte indtag (1,9 % over kvalitetskravet) og forbudte pesticider eller nedbrydningsprodukter i 34 % af de undersøgte indtag (8,8 % over kvalitetskravet). Fundene af de forbudte og regulerede pesticider vurderes overvejende at stamme fra stoffernes anvendelse før de blev forbudte eller regulerede. Fordelingen mellem godkendte, regulerede og forbudte stoffer har været stort set konstant siden 2007 (figur 6.6).

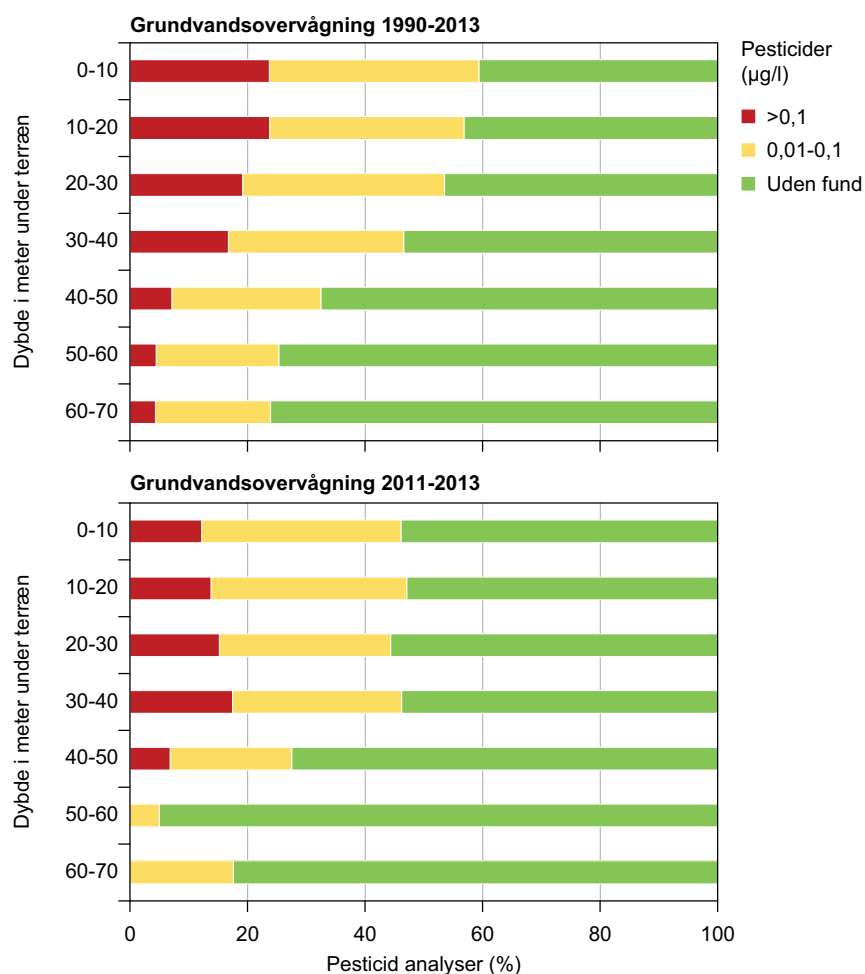
Der er målt for i alt 31 pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen. Heraf er fem stoffer pesticider eller nedbrydningsprodukt fra pesticider, som ikke er pålagt restriktioner i anvendelsen. De fem stoffer er glyphosat og dets nedbrydningsprodukt AMPA, picolinafen og et nedbrydningsprodukt heraf samt et nedbrydningsprodukt af azoxystrobin. De øvrige stoffer er enten forbudte eller tilladt anvendt med restriktioner i anvendelsen for at beskytte grundvandet.

Figur 6.6. Relativ fordeling af godkendte, regulerede og forbudte pesticider og nedbrydningsprodukter i pesticidfund ved grundvandsovervågningen i 2007-2013 (Thorling et al. 2015).



Pesticiderne og deres nedbrydningsprodukter er samlet set i såvel hele overvågningsperioden som i perioden 2011-2013 fundet hyppigst i de højtliggende grundvandsmagasiner (figur 6.8). En analyse af udviklingen i fundhyppighed og hyppighed af overskridelse af kvalitetskravet i forskellige dybder i grundvandet indikerer, at pesticidkoncentrationen i udvaskningen fra overfladen er faldende. I det dybereliggende grundvand, dvs. ned til 50 m's dybde er der i 2011-13 fortsat fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i koncentrationer over kvalitetskravet. Dette kan tilskrives en udvaskning af pesticider, som er sket år tilbage, idet udvaskningen fra de øverste grundvandsmagasiner fortsat bevæger sig dybere ned i grundvandsmagasinerne.

Figur 6.8. Dybdemæssig fordeling af hyppigheder af pesticidfund i grundvandsovervågningen i 1990-2013 og i 2011-2013. Datagrundlaget under 50 m.u.t. er begrænset for perioden 2011-2013. (Thorling et al. 2015).



7 Vandløb

7.1 Vandløb

De vigtigste natur- og 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

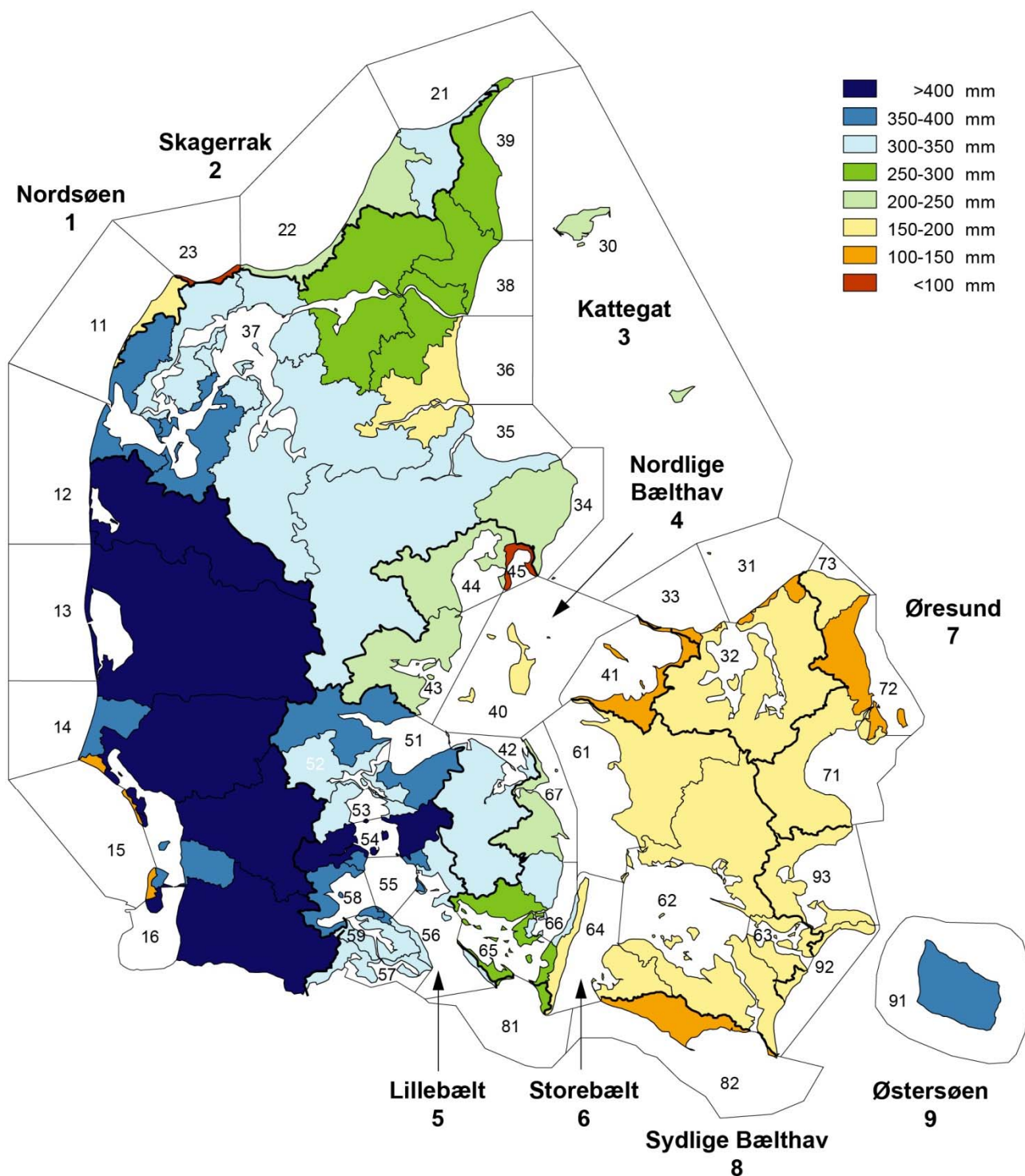
Overvågningsprogrammet er fra og med 2011 sammensat således, at målresultaterne giver oplysning om tre vigtige forhold:

- *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. Elementerne fisk og vandplanter indgår på de 835 stationer men ikke årligt. 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.

Endvidere indgår overvågning af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i vandløb fordelt over hele programperioden med undersøgelse af en delmængde af de udvalgte vandløb hvert år. Resultatet vil blive rapporteret, når alle de udvalgte vandløb er undersøgt.

7.1.2 Klima og afstrømning i 2013

Den gennemsnitlige ferskvandsafstrømning var på ca. 310 mm, hvilket svarer til ca. 13.000 mio. m³ og dermed noget under afstrømningen i 2012. Afstrømningen i 2013 var dog kun lidt under gennemsnittet for 1990-2012. 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 nedbørsmængden er der store forskelle i vandløbsafstrømningen mellem landsdelene (figur 7.1).



Figur 7.1. Ferskvandsafstrømningen (i mm) til marine kystafsnit 2013 (Wiberg-Larsen et al. 2015).

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

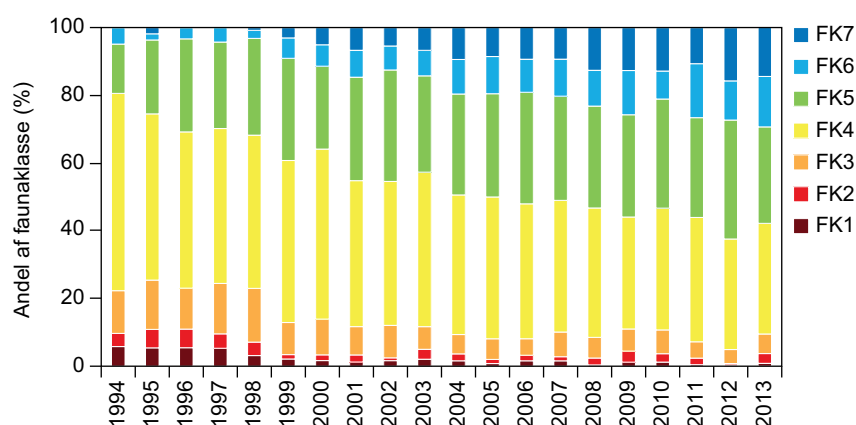
7.2 Økologisk vandløbskvalitet – smådyr

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 et 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 1994-2013 (Wiberg-Larsen et al. 2015).



Der er en meget klar positiv udvikling i tilstanden i de ca. 250 vandløb, som indgår i denne del af programmet. Udviklingen synes dog aftagende de seneste 4-5 år, så andelen af stationer med faunaklasse ≥ 5 de senere år er 55- 60 %. Specielt andelen af de højeste faunaklasser (6 og 7) er relativt steget mest.

Af Jensen et al. (2013) fremgår, at det primært er 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. Der er sandsynligvis tale om en 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 af vandløbet i datamaterialet.

7.3 Kvælstof i vandløb

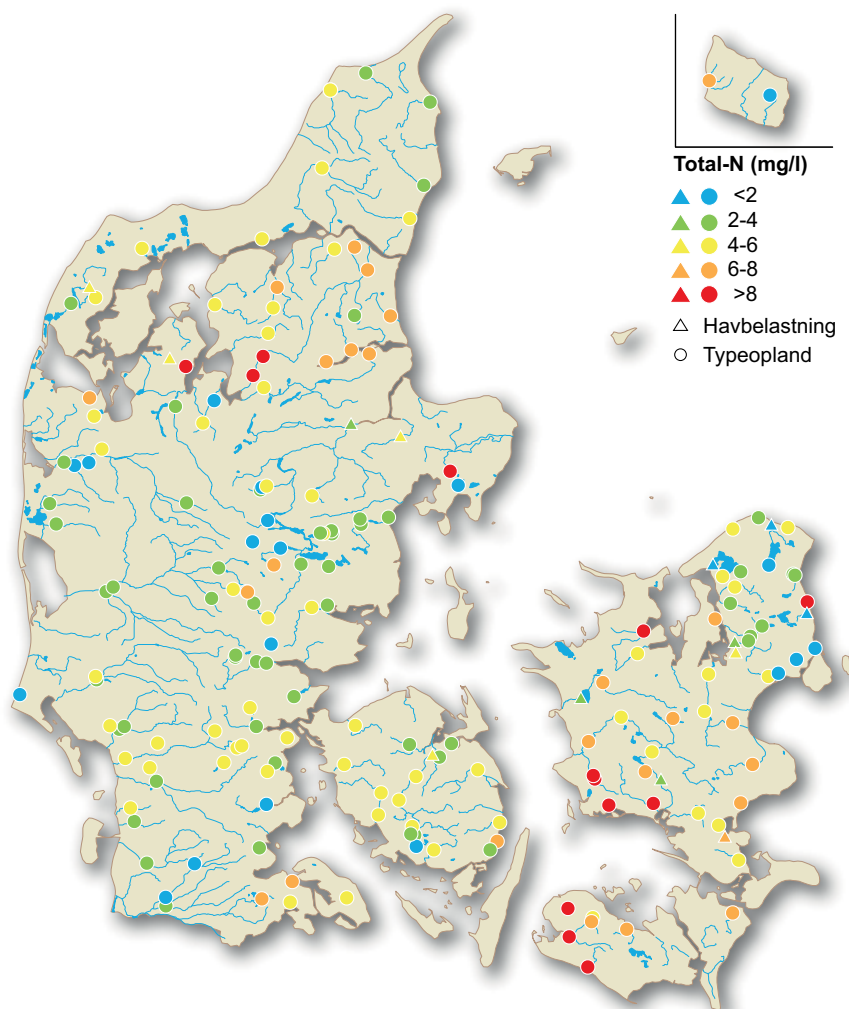
Kvælstofindholdet i vandløb har generelt begrænset betydning for den biologiske kvalitet i vandløb, men det er alligevel vigtigt, fordi kvælstof via vandløbene transporteres til søer og marine områder. Størstedelen af kvælstofindholdet i danske vandløb stammer fra udvaskning fra dyrkede marker, mens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

7.3.1 Kvælstofkoncentrationer i 2013

Vandløb i Vestjylland har generelt en lavere koncentration af kvælstof end vandløb øst for israndslinien (figur 7.3). 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 i de senere år ca. 4 gange højere end i naturoplandene, mens vandløb med spildevandstilførsel generelt har et lidt lavere kvælstofniveau (figur 7.4). Der er store forskelle inden for samme belastningstype, de skyldes forskelle i geologi og dyrkningspraksis i de forskellige oplande.

Figur 7.3. Koncentrationen af total kvælstof i vandløb i 2013. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier (Wiberg-Larsen et al. 2015).

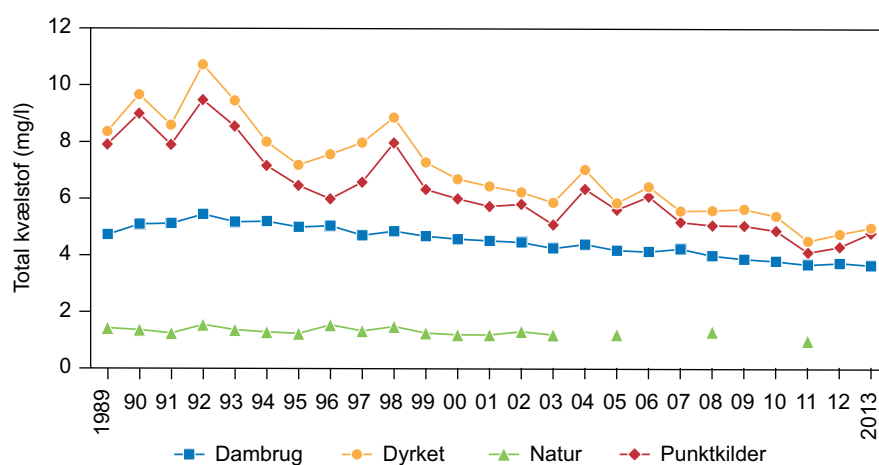


7.3.2 Udvikling siden 1989

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 7.4). 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 nitratinholdet i grundvandet er lavt.

Der ses en lidt forskellig udvikling over de seneste 6-8 år i kvælstofindholdet i vandløb i dyrkede områder og punktkilder, med fald i nogle år og en stigning igen i de seneste år. Som det fremgår af figur 7.4 har der været andre år, hvor kurven er "knækket" over enkelte år.

Figur 7.4. Udvikling i kvælstofkoncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger, klassificeret ud fra forholdene i 1991 (Wiberg-Larsen et al. 2015).



7.4 Fosfor i vandløb

Traditionelt har det været anført, at fosforindholdet i vandløb kun har begrænset betydning for den biologiske kvalitet i vandløb.

En nærmere gennemgang af datamaterialet fra NOVANA i Wiberg-Larsen et al. 2013 viser, at denne traditionelle opfattelse bør nuanceres. Dataanalysen indikerer, at der er en række plantearter, der er favoriserede af forhøjede fosforkoncentrationer. Omvendt har det for andre ikke været muligt at etablere denne relation (indikerende at der er en anden årsag som fx fysiske forhold eller vedligeholdelse). En videre bearbejdning af datamaterialet kan medvirke til en mere præcis påvisning af årsagen til en evt. manglende målopfyldelse og dermed til en mere præcis indsats.

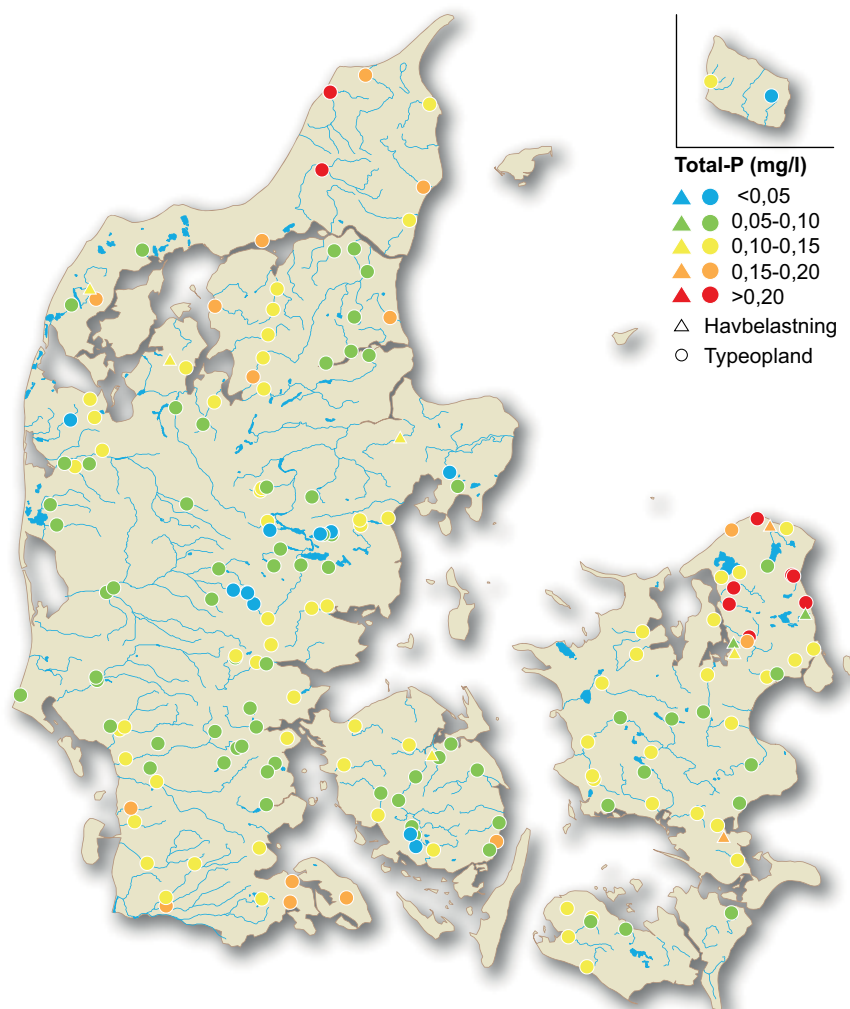
Fosforindholdet er ydermere vigtigt, fordi fosfor transporteres via vandløb til nedstrøms liggende søer og marine områder. Fosforindholdet i danske vandløb kommer fra tre hovedkilder: naturbetinget baggrundsbidrag, dyrkede marker og diverse spildevandskilder. Størrelsen af disse kilder varierer stærkt fra vandløb til vandløb afhængig af spildevandsudledninger, arealudnyttelsen og de geologiske forhold.

7.4.1 Total fosfor i vandløb 2013

Høje fosforkoncentrationer findes især i tæt befolkede områder som fx Nordsjælland, se figur 7.5. 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 2013 gennemsnitligt ca. dobbelt så høj som niveauet målt i naturvandløb (figur 7.6). 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.

Figur 7.5. Koncentrationen af total fosfor i vandløb i 2013. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier (Wiberg-Larsen et al. 2015).

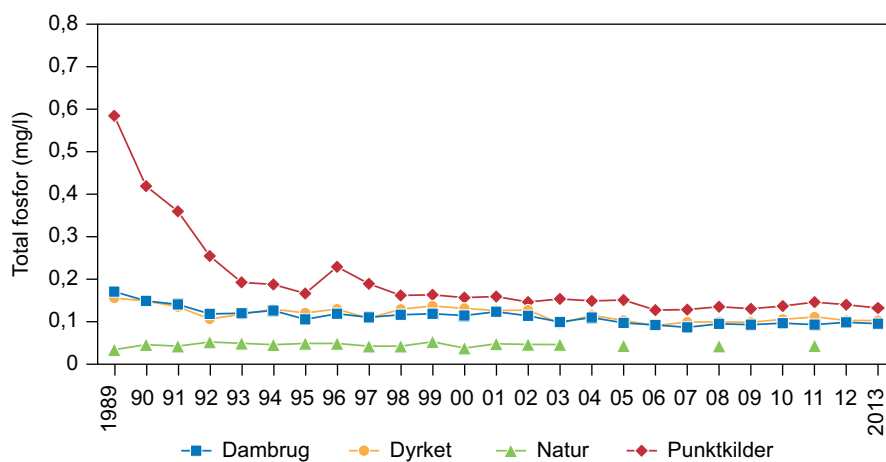


7.4.2 Udvikling siden 1989

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 7.6). 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 7.6. Udvikling i fosforkoncentration siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede års-middelværdier for vandløb klassificeret ud fra forskellige påvirkninger. Klassificeringen er ud fra forholdene i 1991 (Wiberg-Larsen et al. 2015).



8 Søer

8.1 Søerne

Det væsentligste miljøproblem i danske søer er, at algemængden i vandet, bestemt ved klorofyl *a*-koncentrationen, er meget stor, især som følge af tilførsel af fosfor (og kvælstof i nogle søer) fra spildevand og landbrug. Store algemængder gør vandet uklart, mindsker forekomst af bundplanter, giver iltp problemer ved bunden og ændrer derved hele søens plante- og dyreliv.

Fosforfjernelse på renseanlæg og afskæring af byernes spildevand fra søernes 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, jf. nedenfor.

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 hidtil 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 2013.

8.1.3 Udvikling i miljøkvalitet

Resultaterne for søerne i kontrolovervågningen af udviklingen i søerne viser, at der siden 1989 er sket en forbedring i miljøtilstanden, primært som følge af en reduktion i næringsstofftilførslen, hvor især fosfortilførslen har betydning for tilstanden i søerne. Omfanget af reduktionen er meget forskellig fra sø til sø afhængig af hvilke kilder, det har været muligt at mindske. Også kvælstofftilførsel 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. Det fremgår af tabel 8.2, at de

største forbedringer er sket i begyndelsen af overvågningsperioden. Det er kun for kvælstof, der er sket en forbedring i de fleste søer i de seneste 10 år. For de øvrige parametre har der for flertallet af søerne ikke været nogen udvikling de seneste ca. 10 år.

Kontrolovervågningsprogrammet for søerne indeholder ud over den overvågning, som skal beskrive udvikling også et delfprogram, som skal give en bredere status for søernes tilstand. Der undersøges 30 søer om året, dvs. i alt 150 søer i programperioden. I tabel 8.3 er medtaget resultater fra denne overvågning i 2011-2013, 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 2013 (2011-2013 for tilstand) afviger sigtddybden og fosfor- og kvælstofkoncentration væsentligt mellem søerne i kontrolovervågning af henholdsvis udvikling og tilstand (tabel 8.3).

Tabel 8.2. Statistisk signifikante udviklinger for udvalgte nøgleparametre (sommergenomsnit) i miljøtilstanden i 15 af de søer, der indgår i kontrolovervågning af udvikling, der er undersøgt siden 1989 for hele overvågningsperioden (1989-2013) og de seneste 10 år (2004-2013) (Bjerring et al. 2015).

Parameter	1989-2013			2004-2013		
	Forbedret	Forværret	Uændret	Forbedret	Forværret	Uændret
Totalfosfor koncentration	12	0	3	6	0	9
Totalkvælstof koncentration	13	0	2	12	0	3
Klorofyl a-koncentration	7	2	6	2	2	11
Sigtddybde	9	1	5	0	1	14

Tabel 8.3. Miljøtilstanden i kontrolovervågningen ud fra udvalgte nøgleparametre. Der er angivet medianværdier for sommerperioden.* Én sø indgår med to bassiner i kontrolovervågning af tilstand, således at værdierne er et gennemsnit af 89 observationer.

Undersøgelsesår	Kontrolovervågning af	
	udvikling	tilstand
	2013	2011-2013
Antal søer*	18	89
Parameter		
Totalfosfor søkoncentration (mg P/l)	0,036	0,072
Totalkvælstof søkoncentration (mg N/l)	0,40	0,96
Sigtddybde (m)	2,0	1,0
Klorofyl a (µg/l)	30	39
Farvetal (mg Pt/l)	22	27

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. 0,14 mg P/l i perioden 1990-1994, mens den i 2013 var knap 0,1 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 i 2013 (se kap. 7). Tilførsel af fosfor fra atmosfæren spiller ikke nogen nævneværdig rolle, jf. kap 3.

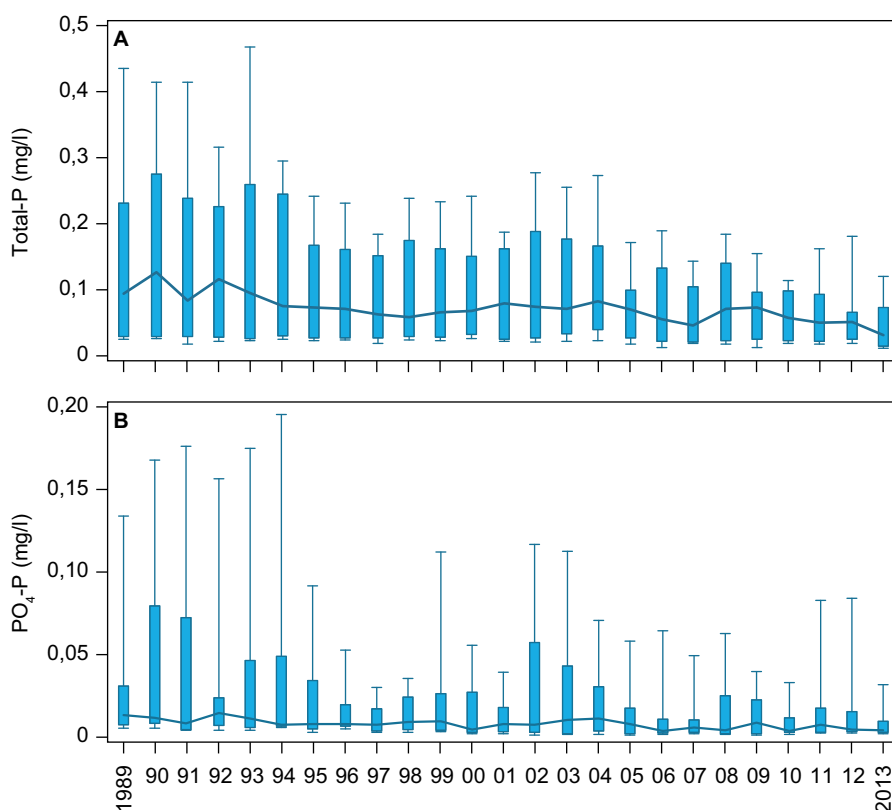
8.2.2 Fosforindhold i søvandet

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.

Fosforindholdet i søer (kontrolovervågning, udvikling) er mindsket, fortrinsvis i de søer, der tidligere modtog store spildevandsbidrag (figur 8.1). Årsgennemsnittet (fremgår ikke af fig. 8.1) for total fosfor i søvandet i de 15 søer, der alle er undersøgt hvert år i perioden 1989-2013, er mere end halveret fra ca. 0,15 mg/l i 1989-94 til 0,05 mg/l 2013 og det samme gælder for uorganisk, opløst fosfat, hvor årsgennemsnittet er faldet fra 0,054 til 0,015 mg/l i 2013. Værdierne for både total fosfor og uorganisk fosfor er de lavest målte i perioden 1989-2013. I 12 af de 15 søer har der været et signifikant fald i fosforkoncentrationen i sommerperioden (tabel 8.2), mest markant for de søer, der i starten af perioden var mest belastede.

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. 2015).



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. 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

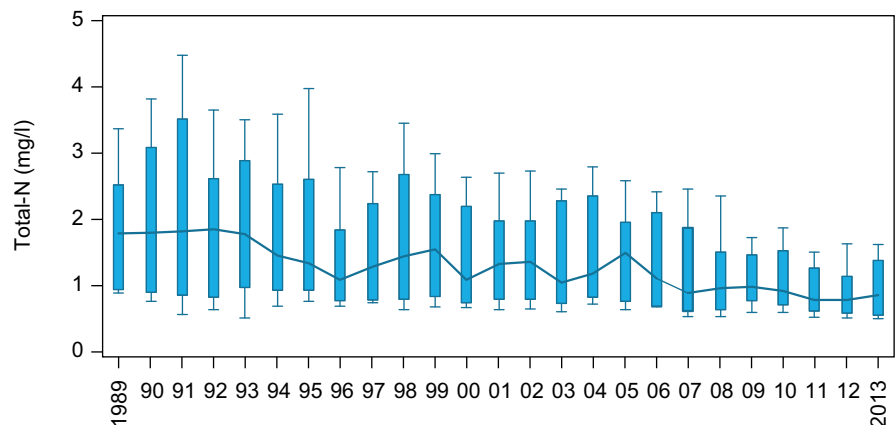
Kvælstoftilførslen til de fleste søer domineres af dyrkningsbidraget fra søoplandet. Enkelte søer tilføres også betydende mængder fra luften. Det stammer hovedsageligt fra forbrændingsprocesser og fra ammoniakfordampning fra landbrug (se kapitel 2).

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 har et stort indhold, som kan udveksles med vandfasen.

8.3.2 Kvælstofindhold i søvandet

Siden 1989 er der sket en halvering 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 har de seneste 3 år været de laveste i overvågningsperioden, se figur 8.2.

Figur 8.2. Udviklingen i sommergennemsnit for søkoncentrationen af totalkvælstof (Total-N) i de 15 søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien (Bjerring et al. 2015).



8.4 Klorofyl og sigtgybde

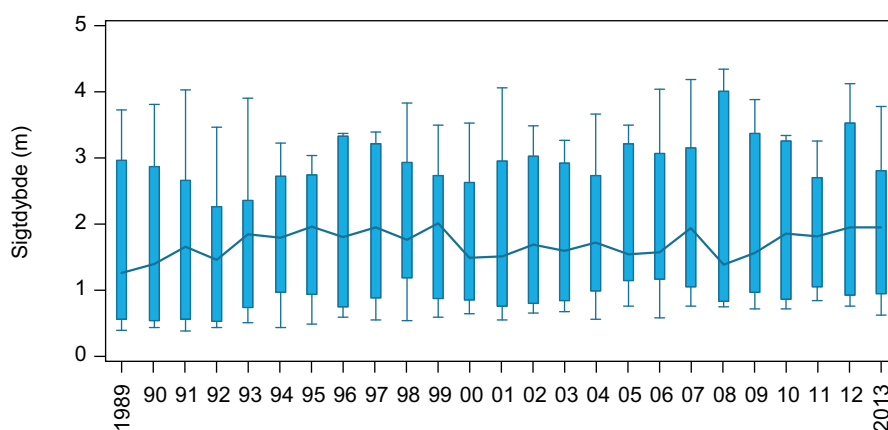
Øgede mængder af alger i vandet i søerne er den primære konsekvens af øgede næringssalttilførsler. Som et mål for mængden af alger bestemmes indholdet af klorofyl *a* (det grønne farvestof, der muliggør fotosyntese i planter). Klorofyl *a* er den eneste kvalitetsparameter i de aktuelle vandplanforslag for tilstanden i søer. Sigtgybden, 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 sigtgybde i 2013

Medianen for sigtgybde for sommeren 2013 var for søer i kontrolovervågning (udvikling) knap 2 m.

Sigtgybden 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 sigtgybden atter, men har generelt udvist stigende tendens siden 2008 (figur 8.3).

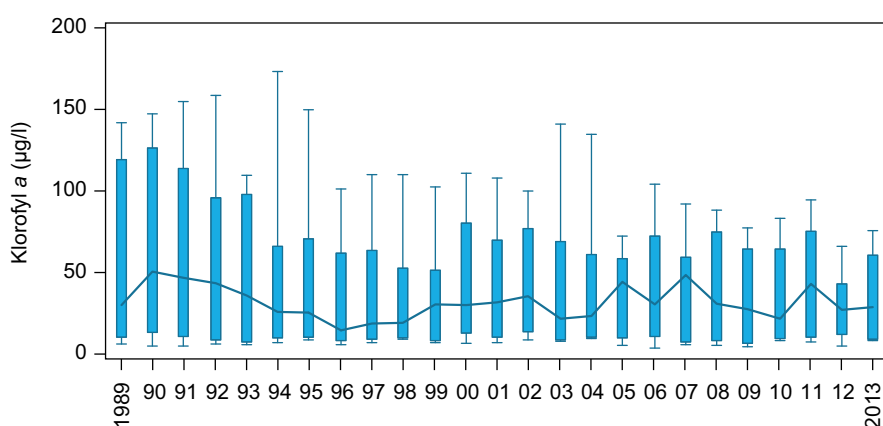
Figur 8.3. Udviklingen i sigtdybde (sommergenomsnit) i de 15 søer, der har været overvåget siden 1989. Søjlerne viser 10, 25, 75 og 90 % fraktiler. Linjen viser medianværdien (Bjerring et al. 2015).



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 der i 7 ud af de 15 søer har været en signifikant reduktion i sommermiddelkoncentrationerne, mens den er uændret for 6 søer. Indholdet af klorofyl *a* (som mål for planteplankton) er styret af flere forskellige parametre, herunder primært næringsstofniveauet og dyreplanktonets græsningskapacitet, der igen er påvirket af fiskesammensætningen og tætheden.

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. 2015).

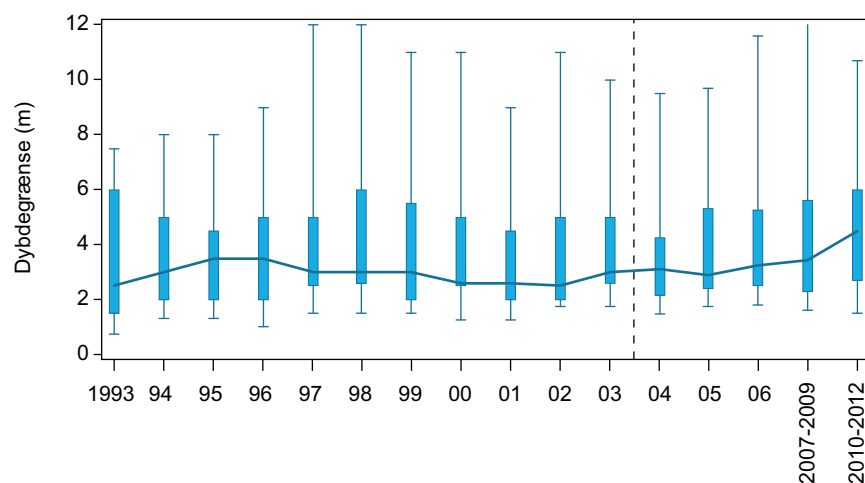


8.5 Undervandsplanter

Undervandsplanter indgår ikke hvert år i overvågningen. Afsnittet her er således uændret i forhold til Natur og Miljø 2012 (Jensen et al, 2013)

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 sigtdybde eller øget algemængde/klorofylindhold og dermed en god indikator for vandkvaliteten.

Figur 8.5. Udvikling i vandplanternes dybdeudbredelse. Den stiplede linje angiver skift i metode (Bjerring et al. 2013).



Den gennemsnitlige dybdegrænse for planternes forekomst er øget frem til 2006 til ca. 3,5 m, og er i perioden 2007-2012 steget svagt til ca. 4 m.

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, hvilket 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. Denne forbedring har endnu ikke ført til markante og generelle forbedringer i plante- og dyrelivet, men der er tegn på, at udviklingen inden for nogle områder er begyndt at gå i den rigtige retning.

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 fx trawlfiskeri.

9.1.1 Overvågningsprogrammet

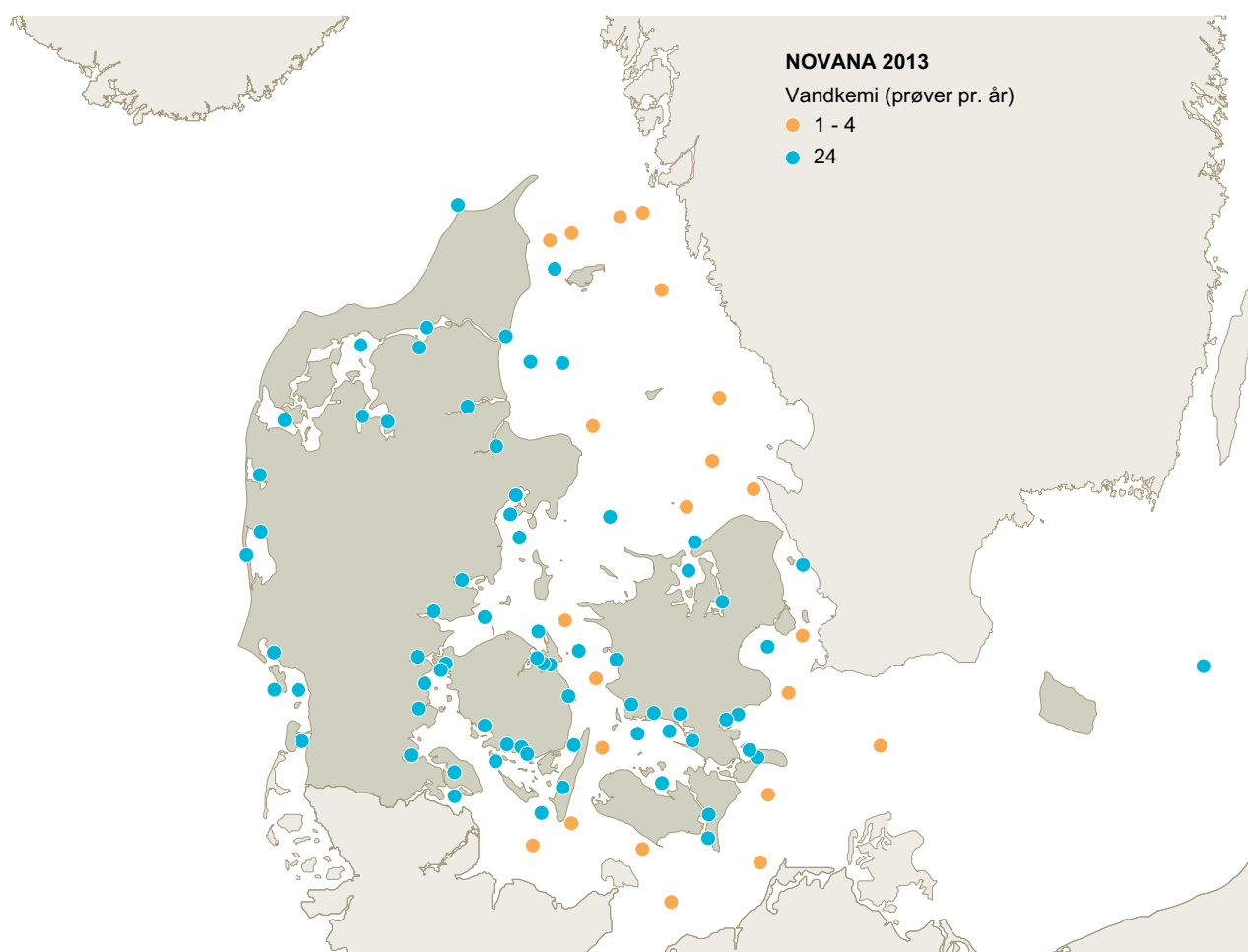
Overvågningsprogrammet NOVANA for de marine områder omfatter i perioden 2011-2015 følgende overordnede elementer:

- Fysiske/kemiske forhold i vandet
- Biologiske forhold i vandet (plankton, alger)
- 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 2013

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 iltvind. 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. En væsentlig faktor for tilstanden i de marine områder er vandets temperatur. Temperaturen er steget med 1 – 1½ °C i løbet af de seneste 30-40 år. Havvandet var i 2013 ligesom sidste år dog lidt koldere end de forudgående 10-15 år.



Figur 9.1. Prøvetagningsstationer og -frekvens for målinger af vandkemi, salinitet, temperatur, sigtdybde, klorofyl og fluore-scens i 2013 (Hansen (red.) 2015).

9.1.3 Målsætninger og målsætningsopfyldelse

De netop vedtagne vandplaner indeholder miljømål fastsat ud fra ensartede kriterier i henhold til EU's vandrammedirektiv. Eneste parameter, der er anvendt for marine områder i forslag til vandplaner, er ålegræssets udbredelse, dog er klorofyl anvendt i enkelte områder.

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

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 mest næringssaltbelastede marine områder, idet langt hovedparten af ferskvandsafstrømningen i Danmark løber til fjorde. Det betyder samtidig, at fjordene også er de marine områder, hvor man tydeligst kan se virkningen på næringssaltkoncentrationerne af at mindske tilførslerne fra land. Beskrivelsen af udviklingen i indhold af kvælstof og fosfor er derfor i det følgende opdelt i to grupper: fjorde og kystnære områder og de indre åbne farvande. Den generelle udvikling i afstrømningen af kvælstof og fosfor til de marine områder fremgår af afsnit 2.1 og 3.1.

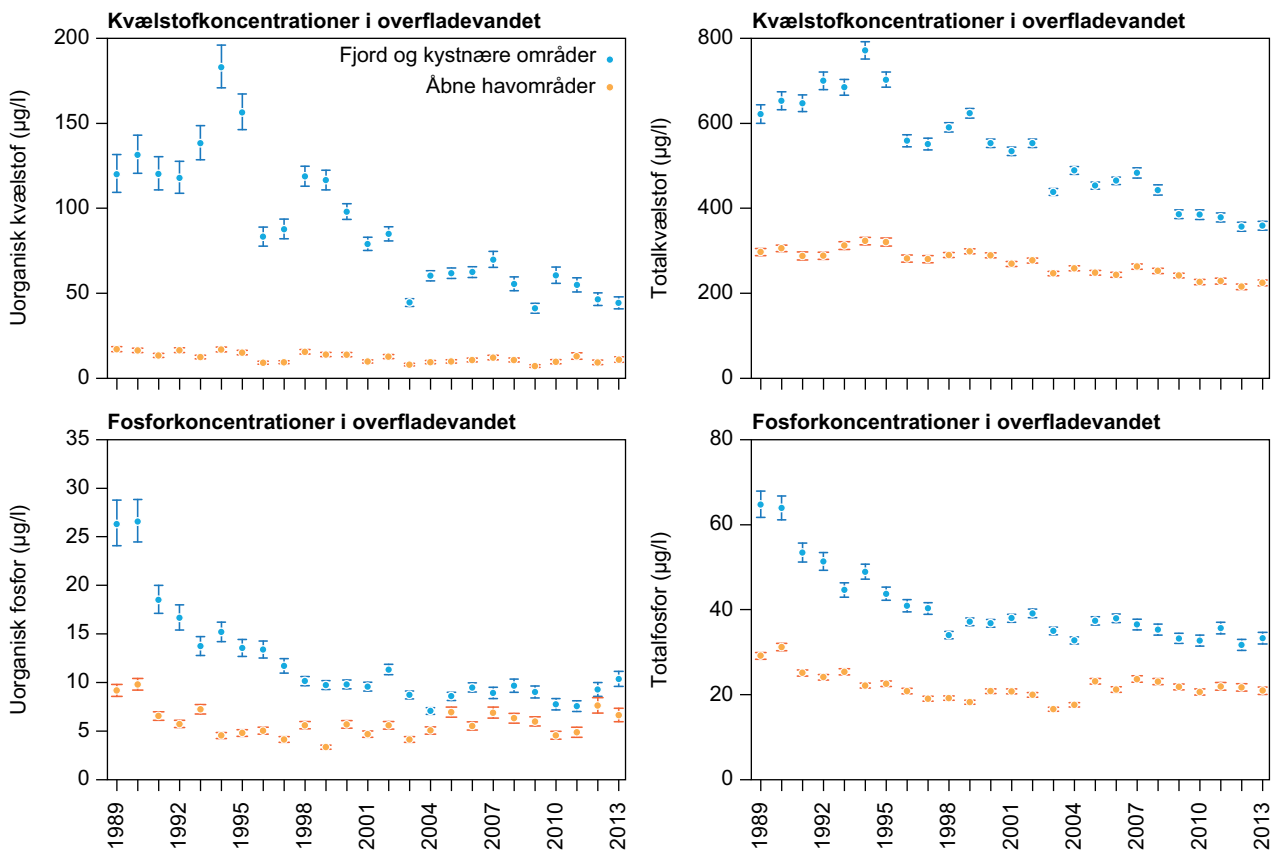
9.2.1 Udvikling i næringssalte i overfladevandet

Kvælstofkoncentrationerne var i 2013 meget lave i forhold til starten af overvågningsperioden for fjorde, kyster og åbne indre farvande. Koncentrationerne af kvælstof var i 2013 på niveau med de senere år.

Fosforkoncentrationerne i 2013 var også på niveau med de foregående år, men dog væsentlig lavere end i starten af overvågningsperioden.

Reduktionen i kvælstofindholdet er især sket fra midten af 1990'erne til begyndelsen af 2000'erne (figur 9.2). Reduktionen skyldes primært, at udvaskningen fra dyrkede arealer og den atmosfæriske deposition 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 ca. 10 µg/l fra 1990 til 2013. Også indholdet af totalfosfor er næsten halveret. Fosforkoncentrationen i fjordene begynder dermed at nærme sig koncentrationsniveauet i de åbne farvande.



Figur 9.2. Udvikling i koncentrationer af kvælstof og fosfor i fjorde og kystnære områder og i åbne farvande (Hansen (red.) 2015).

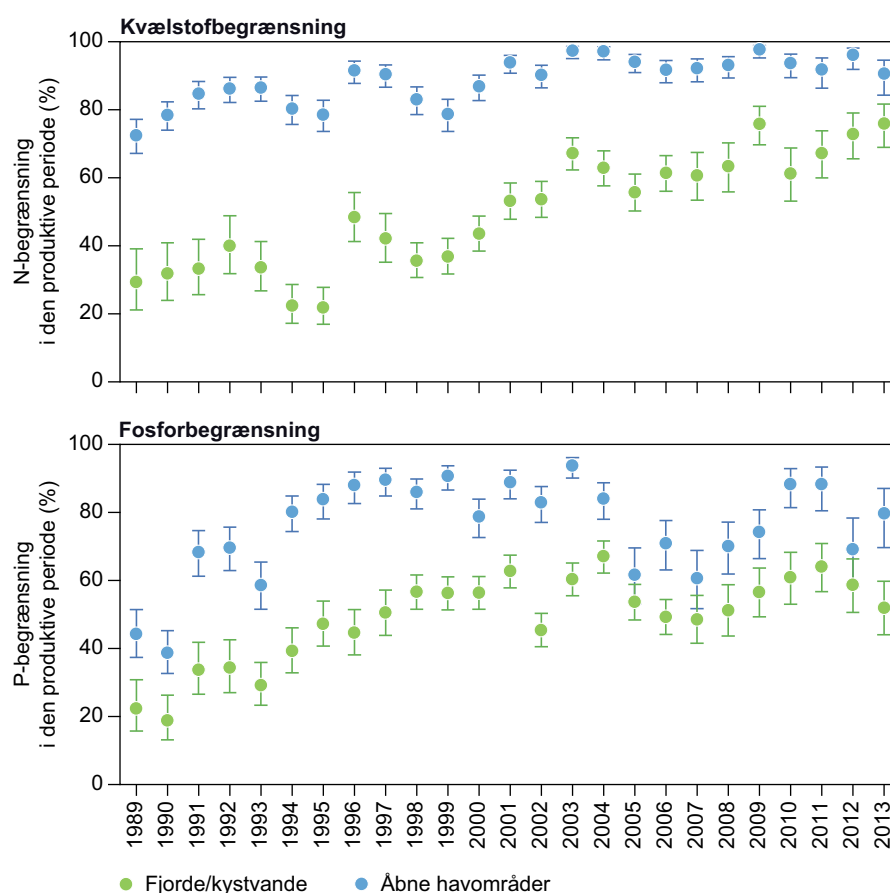
9.2.2 Næringssaltbegrænsning af algevæksten

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 og kystnære områder, hvor fosfor i gennemsnit kan være begrænsende i 50-60 % af vækstsæsonen mod kun ca. 20 % omkring 1990 (fi-

gur 9.3). I de åbne områder er fosforbegrænsningen øget fra ca. 40 % af tiden i 1990 til over 80 % i perioden 1994-2004. I 2013 var fosforbegrænsningen i fjorde m.m. lavere end de forudgående år. Dette kan skyldes den øgede kvælstofbegrænsning, som bevirker et større overskud af fosfor. Omfanget af potentiel kvælstofbegrænsning i fjorde m.m. er ligeledes øget fra ca. 30 % omkring 1990 til nu ca. 70 % af den produktive periode.

Resultaterne indikerer, at algemængderne i fjorde/kystvande kan reduceres både ved at mindske kvælstoftilførslen og ved at mindske fosfortilførslen. I de åben farvande kan der være områder, hvor en yderligere reduktion af fosfor vil være nødvendig (fx Østersøen) for at opnå en forbedret tilstand. 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. Årsmiddel ($\pm 95\%$ konfidensgrænser) for potentiel begrænsning af kvælstof og fosfor i fjorde og kystnære områder (grøn) og åbne indre farvande (blå) 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) (Hansen(red.) 2014).

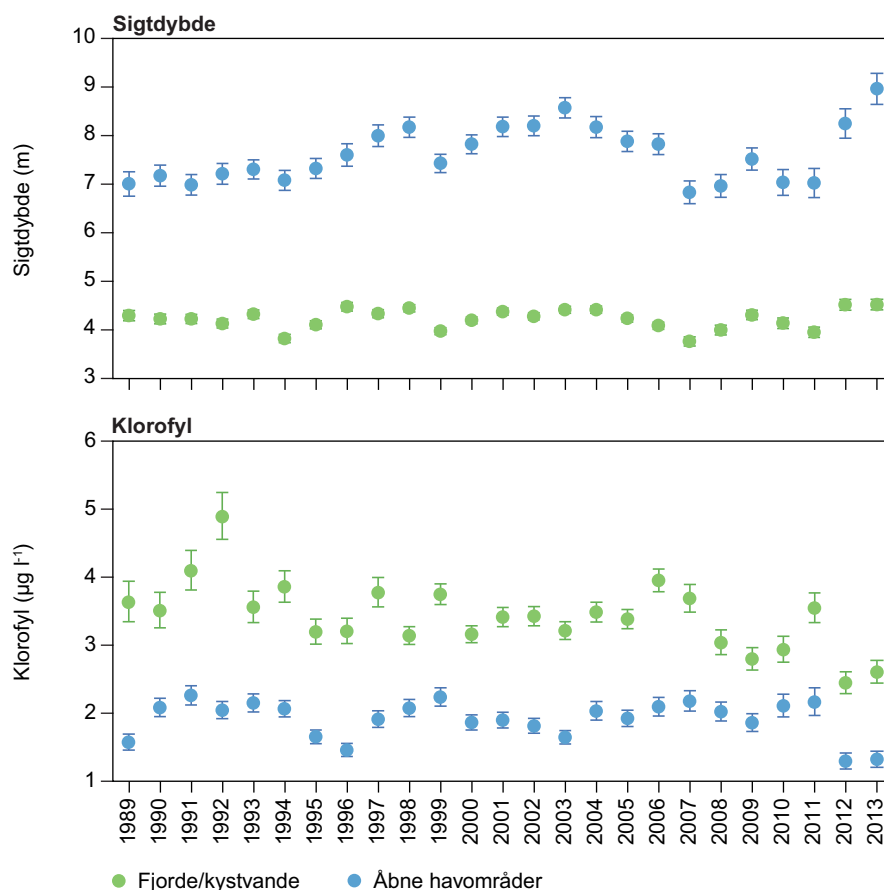


9.3 Planteplankton

9.3.1 Udvikling i sigtdybde og klorofyl

Den gennemsnitlige sigtdybde i fjordene var i 2013 4,5 m og dermed sammen med 2012 den højest målte i perioden 1989-2013. Den gennemsnitlige sigtdybde for de åbne farvande på 8,9 m er den højest målte i perioden. I figur 9.4 er vist udviklingen i de gennemsnitlige værdier for hhv. sigtdybde og klorofylmængde for fjorde og åbne indre farvande i årene 1989-2013.

Figur 9.4. Udviklingen af årlige gennemsnitlige værdier for fjorde og kystnære områder og for de indre åbne farvande for sigtgybde og klorofylkoncentration (Hansen (red.) 2015).



Sigtgybden i de åbne indre farvande steg signifikant i perioden 1985 – 2005, men aftog efterfølgende indtil den markante stigning i 2012 og 2013. I fjorde og kystnære områder har der ikke været nogen udvikling i perioden 1989-2013.

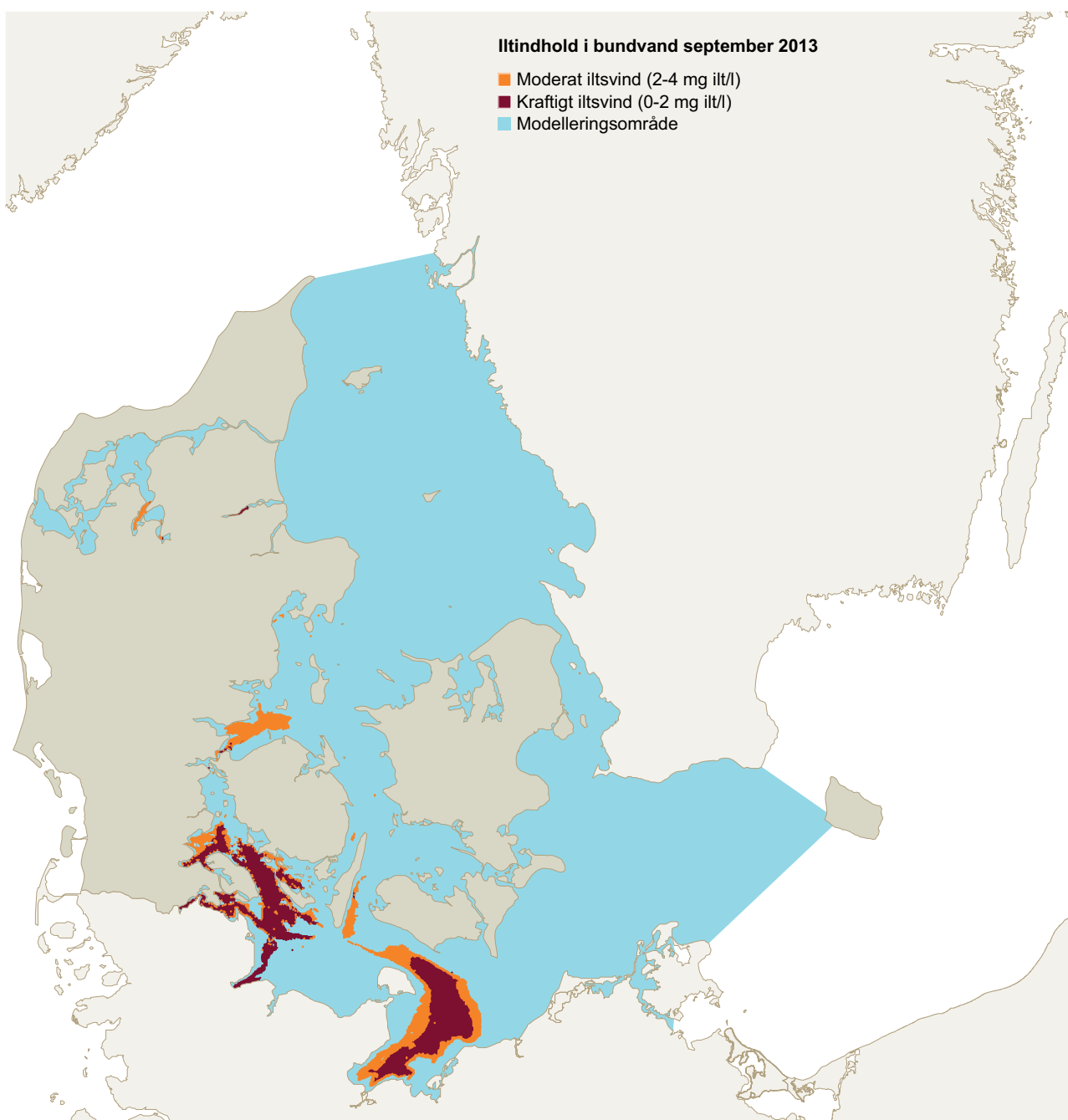
Klorofylindholdet i fjorde og kystnære områder er faldet signifikant fra 1989 til 2013, mens der i de åbne indre farvande har været en signifikant stigning i perioden 2000- 2011. Både for fjorde og de åbne indre farvande var klorofylindholdet i 2012 og 2013 de hidtil lavest registrerede.

9.4 Iltforhold i de marine områder

9.4.1 Året 2013

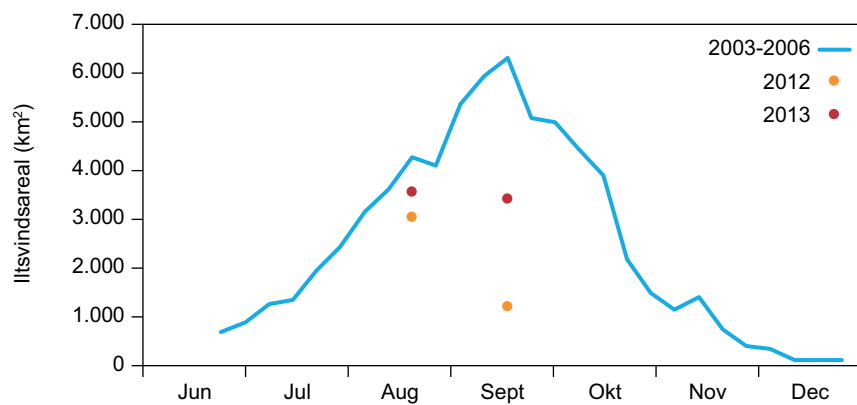
Iltsvind var mindre udbredt i 2013 end i perioden 2003-2006 men mere udbredt end i 2012 som følge af en varm sommer med forholdsvis svage vinde. I figur 9.5 er vist udbredelsen af iltsvind i september 2013.

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



Figur 9.5. Det samlede areal berørt af iltsvind i september 2013 (Hansen (red) 2015).

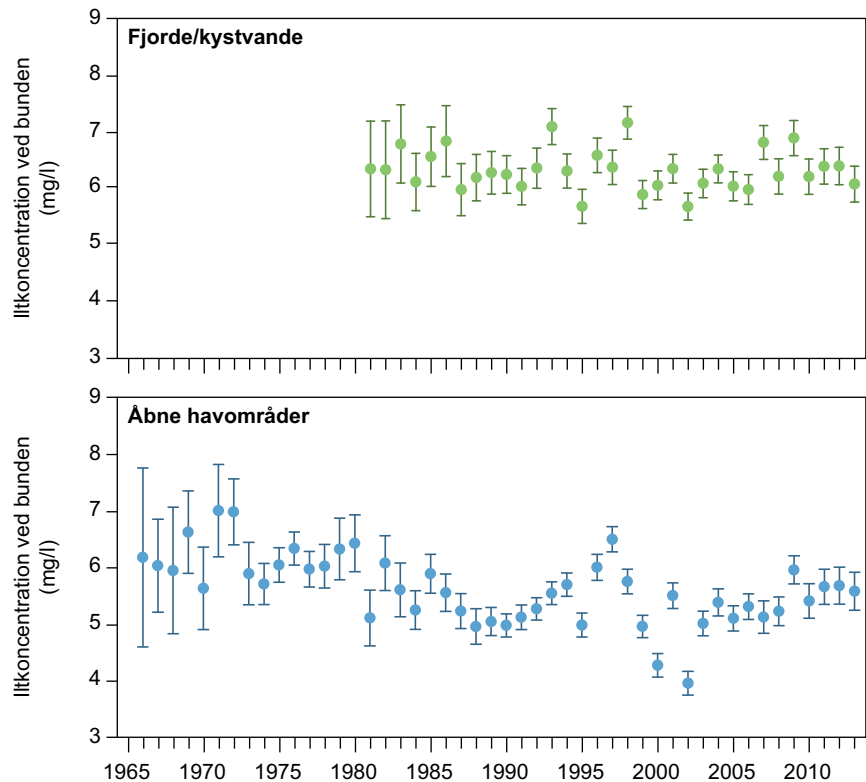
Figur 9.6. Areal ramt af iltsvind (< 4 mg/l) i 2003-2006 (uge for uge i sidste halvdel af året), og 2012 og 2013 (midt i august og september) (Hansen (red.) 2015).



9.4.2 Udvikling i iltforhold

Iltforholdene i bundvandet for de åbne farvande, som er målt siden midten af 1960'erne (figur 9.7 – højre del), viser overordnet en negativ udvikling. Omkring 1990 var middel-iltkoncentrationen i juli-november lav i de åbne farvande. Gennem første halvdel af 1990'erne steg iltkoncentrationen generelt til 1970'er-niveau i de tørre år 1996-97. I de seneste 10 år er der en tendens til en stigning i iltkoncentrationen. Iltkoncentrationen lå i 2013 på linje med de forudgående ca. 10 år.

Figur 9.7. Gennemsnitlig iltkoncentration i bundvandet for overvågningsstationer i fjorde og kystnære områder og åbne indre farvande. Beregnet på baggrund af prøvetagninger over bunden i juli-november (Hansen (red.) 2015).

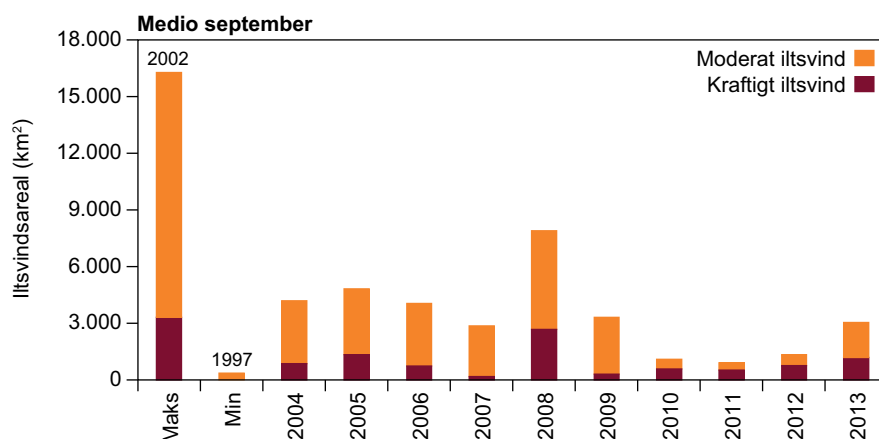


Der er ingen tydelig udvikling i iltindhold i fjorde og kystnære områder i perioden 1981-2012 (figur 9.7 venstre del). Middelværdien for 2013 lå på niveau med de tidligere år.

Et studie af regulerende faktorer for iltindholdet i bundvandet har vist, at de vigtigste parametre for fjorde og kystnære områder er den samlede tilførsel af kvælstof (TN) og vindstyrken, mens det for de åbne farvande er TN-tilførslen, havstrømme og temperaturen (Conley m.fl. 2007). Overordnet betragtet er det således eutrofieringen, som skaber grundlaget for iltsvind i et omfang ud over det naturlige, mens det er de klimatiske forhold (temperatur, vind og nedbør), som der afgør udbredelsen – både i tid og rum.

I figur 9.8 er vist areal med iltsvind de seneste 10 år samt de to år med hhv. størst og mindst iltsvind siden 1989. Iltsvindsarealet har varieret meget fra år til år, og en stor del af variationen kan forklares ud fra meteorologiske forhold. Fx kan det meget lille samlede iltsvindsareal i 1997 forklares ud fra bl.a. en meget lav tilførsel af næringsstoffer (både 1996 og 1997 var tørre år), kraftig vind i september og at 1997 efterfulgte et år med begrænset iltsvind.

Figur 9.8. Udviklingen i arealet af moderat iltsvind (2-4 mg O₂/l) og kraftigt iltsvind (<2 mg O₂/l) medio september i de indre danske farvande (Hansen (red.) 2015).



Perioden 2010-2012 skilte sig imidlertid ud ved en relativ lille udbredelse af iltsvind sammenlignet med de forudgående år (figur 9.8). Det til trods for, at de forskellige klimatiske parametre (sommervind, temperatur og afstrømning) lå på et middelniveau. Dette kunne indikere, at der er sket en form for strukturskifte i systemet - et skifte i retning mod en reetablering af systemets bufferkapacitet (mere iltet havbund) som følge af en lang årrække efter 2002 med overvejende aftagende iltsvind. Iltsvindet i 2013 var større end de forudgående to år - men mindre end 2006, hvor de klimatiske betingelser var nogenlunde de samme. Det kan med forsigtighed tolkes som et resultat af en bedre bufferkapacitet.

Det bør dog tilføjes, at et sammenfald af uheldige meteorologiske forhold (stor afstrømning forud for sommeren, høje vandtemperaturer og svage vinde i august/september) igen kan give et år med et udbredt iltsvind - som det var tilfældet i 2013.

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.

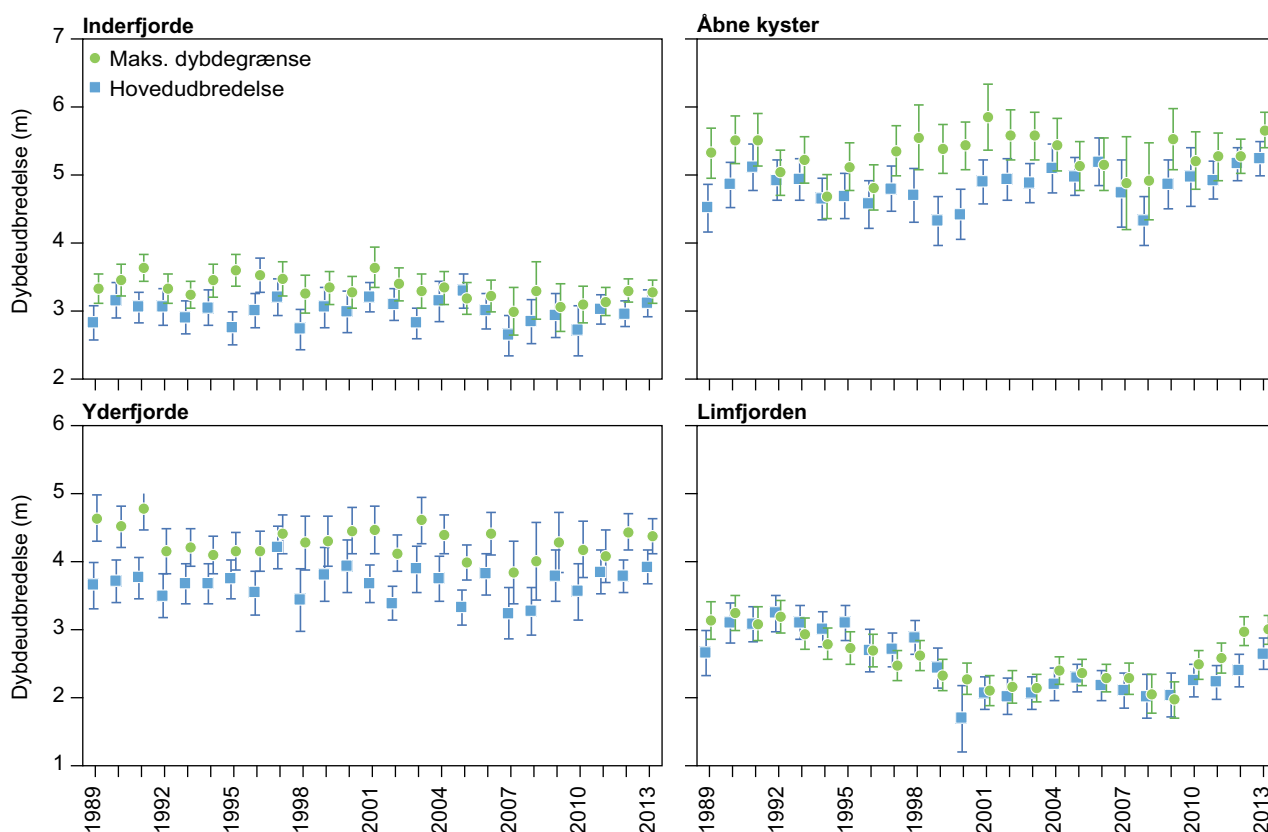
Bundplanterne er vigtige indikatorer for miljøtilstanden, fordi de påvirkes af eutrofiering. Dybdeudbredelsen af planterne er således en indikator for vandkvaliteten (ålegræs er anvendt som indikator i vandplanerne).

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. Resultaterne fra overvågningen de seneste år viser tegn på en sådan positiv udvikling i nogle områder.

9.5.1 Ålegræs

Ålegræssets maksimale dybdegrænse er generelt størst langs de åbne kyster (4,7-5,9 m), lidt mindre i yderfjordene (3,8-4,7 m) og mindst i inderfjordene (3,0-3,6 m) og Limfjorden (2,0-3,2 m) set over perioden 1989-2013.

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 en del variation i dybdegrænserne for ålegræs gennem perioden.



Figur 9.9. Udvikling i dybdegrænsen for ålegræssets maksimale udbredelse og hovedudbredelse ($\pm 95\%$ konfidensintervaller) gennem perioden 1989-2013. Udviklingen er vist for åbne kyster, samt yder- og inderfjorde (Hansen (red.) 2015).

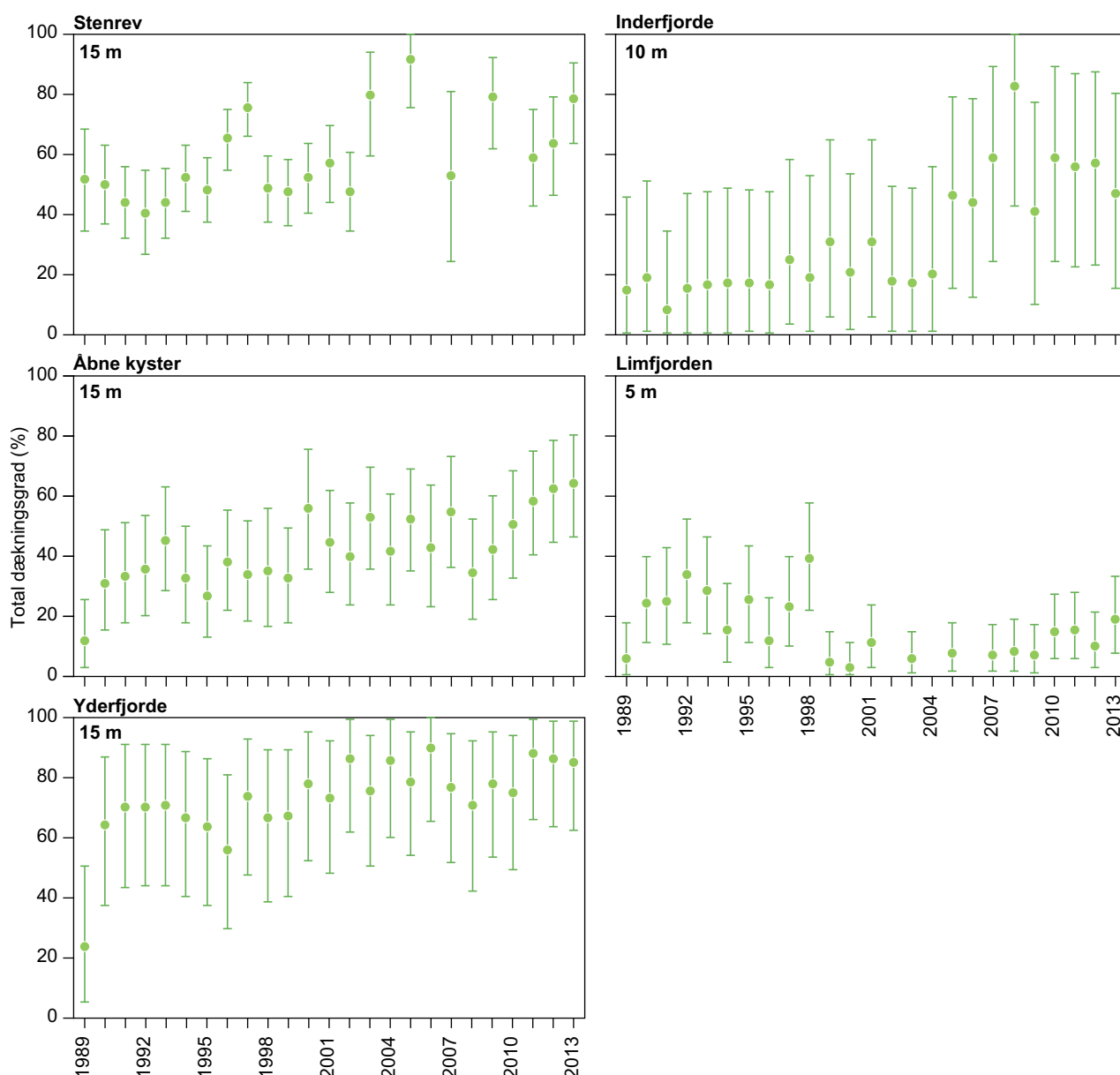
En analyse af det samlede datamateriale for perioden 1989-2013 viser, at der overordnet set ikke har været en signifikant udvikling i ålegræssets maksimale udbredelse eller hovedudbredelse (dog med undtagelse af Limfjorden, hvor udbredelsen er reduceret i perioden).

De senere års positive udviklingstendens for ålegræssets dybdeudbredelse og dækningsgrad i Limfjorden (figur 9.9) og enkelte øvrige kystområder (se Hansen (red.) 2012, kap. 12) er fortsat i 2013 og understøtter, at udviklingen kan være ved at vende – selvom der også er eksempler på en negativ udvikling. Det usædvanligt klare vand i 2012 og 2013 og tendensen til mindre udbredelse af iltsvind gennem de seneste år støtter yderligere en sådan positiv udvikling.

9.5.2 Makroalger

Udviklingen i makroalgernes udbredelse i fjorde og kystnære områder er beskrevet for forskellige farvandstyper. Figur 9.10 viser udviklingen i hele overvågningsperioden.

Der var en signifikant positiv udviklingstendens i den totale dækningsgrad gennem perioden 1990-2013 i samtlige hovedområder, bortset fra i Limfjorden, hvor udviklingstendensen var signifikant negativ.



Figur 9.10. Makroalgernes totale dækningsgrad i perioden 1989-2013 for stenrev, åbne kyster, yder- og inderfjorde samt Limfjorden (middel $\pm$ 95 % konfidensgrænser). Dækningsgraderne er modelleret vha. en generaliseret lineær model for en fast dybde i hvert hovedområde (dybde angivet i figurerne) (Hansen (red.) 2015).

Den generelt positive udvikling i algernes dækningsgrad tyder på, at vandkvaliteten er forbedret. Ser man på udviklingen i de seneste år (2008-2013), så er der fortsat en signifikant positiv udvikling mod en øget total dækningsgrad af makroalger langs åbne kyster og i yderfjorde. Den negative udvikling i Limfjorden er afløst af en tendens til øget dækning.

Undersøgelserne af stenrev i de åbne farvande har vist, at vegetationen på stenrevne 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 algernes samlede dækning til et enkelt lag oprette alger, der ikke dækker hele revet. De oprette algers dækning aftager med stigende dybde. Overvågningen har vist en væsentlig indflydelse fra søpindsvins græsning på tangskovene på en række rev.

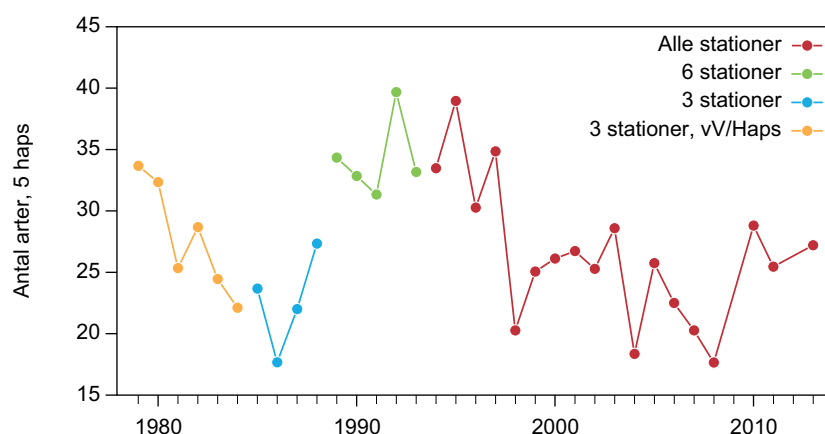
Den samlede algedækning på de undersøgte stenrev fra Skagerrak til Bælthavet var generelt god i 2013, som det også var tilfældet i 2012.

9.5.3 Bundfauna

Bundfaunaen er et meget vigtigt element i det marine økosystem. Dyrene omsætter væsentlige mængder af det organiske stof, der produceres i havet – dels via filtration af vandet, dels ved at "æde" sediment med organisk indhold. Tilførsel af næringssalte påvirker ikke faunaen direkte. Det gælder dog kun indtil det niveau, hvor den øgede tilførsel af næringssalte bevirker øget iltsvind, som påvirker bunddyrene negativt. Mængden og artssammensætningen er derfor en god indikator for forekomsten af iltsvind.

Et mål for faunaens tilstand er antallet af arter pr. prøvestørrelse (figur 9.11) og artssammensætningen. Det må antages, at de få stationer, der blev taget prøver fra tidligt i perioden, er repræsentative for hele området, og at artsrigdommen også tidligere har været lav i perioder fx i slutningen af 1980'erne.

Figur 9.11. Udvikling i artsrigdom udtrykt som gennemsnitligt antal arter i perioden 1979-2013 i Kattegat, Bælthavet og Øresund baseret på 4 forskellige dataserier (Hansen (red.) 2015).



Figur 9.11 viser først og fremmest, at der mellem årene er meget stor forskel i artsrigdommen, som delvist skyldes forskellig rekruttering af nye individer. Selvom der er årlige udsving i artsrigdommen, har den dog ligget på nogenlunde samme niveau siden årtusindeskiftet.

9.6 Tungmetaller og miljøfremmede stoffer i marine områder

Tungmetaller forekommer naturligt i havmiljøet. Forekomst af tungmetaller i koncentrationer over baggrundsniveauet og forekomst af miljøfremmede stoffer skyldes normalt spildevandsudledning, marine installationer, skibe eller tilførsel via atmosfæren.

Målingerne af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i marine områder omfatter stoffer, som er udvalgt på baggrund af deres forekomst og skadelige effekt i det marine miljø. Metalmålingerne omfatter bly, cadmium, kobber, kviksølv, nikkel, sølv og zink. Målingerne af miljøfremmede stoffer i muslinger omfatter tributyltin (TBT), tjærestoffer (PAH) samt dioxin og furaner. I fisk måles der PCB (PolyChlorerede Bifenyle), bromerede flammehæmmere (PBDE), perfluorerede forbindelser (PFAS) og TBT.

Overvågningen omfattede i 2013 målinger på muslinger, fisk og sediment samt målinger af de biologiske effekter af de miljøfarlige stoffer. 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 stof-fet, der måles. Fisk undersøges for at følge den tidlige udvikling i indholdet af bio-tilgængelige stoffer og for at kunne vurdere, om stofferne udgør en risiko for dyrelivet. Målinger i sediment sker på materialer, der er sedimente-ret gennem de seneste 3-7 år, og de giver således et mål for den gennemsnit-lige belastning over en længere periode.

Målingerne i sediment og nogle af målingerne af muslinger omfattede stati-oner i områder, der var udvalgt til operationel overvågning på baggrund af vurderingerne foretaget i forbindelse med den første vandplan.

9.6.1 Tungmetaller i muslinger, fisk og sediment

Indholdet af de fleste af de undersøgte metaller var i størsteparten af de un-der søgte prøver af muslinger på et niveau, som svarer til "meget god" status i den norske kvalitetsklassificering. I sediment blev der i 2013 fundet metal-indhold, der var lavere end det af OSPAR fastsatte baggrundsniveau i halv-delen eller mere af prøverne. En undtagelse var cadmium, hvor indholdet i ca. en tredjedel af prøverne var lavere end baggrundsniveauet. For alle me-taller blev der dog også fundet koncentrationer, der var så høje, at det ikke kan udelukkes, at de har økotoksikologisk effekt.

Kviksølvindholdet i lever- og muskelprøver fra fisk var i alle de undersøgte prøver højere end EU's miljøkvalitetskrav.

Indholdet af kviksølv var i 2013 højere end det af OSPAR fastsatte bag-grundsniveau i ca. halvdelen af prøverne af såvel muslinger som sediment (tabel 9.1). Blyindholdet var i sediment højere end baggrundsniveauet i ca. en tredjedel prøverne og i muslinger ca. to tredjedele. For cadmium var for-holdet det modsatte, idet indholdet i sediment var højere end baggrundsniveauet i ca. to tredjedele og i muslinger ca. en tredjedel af prøverne.

Tabel 9.1. Vurdering af koncentration af metaller i muslinger og sediment (normaliseret til 5 % aluminium-indhold) i forhold til OSPAR's vurderingskriterium BAC (Background Assessment Criteria), (Hansen (red.) 2015).

	Bly	Cadmium	Kviksølv
Muslinger			
% under BAC	31	67	52
Sediment			
% under BAC	63	29	47

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

9.6.2 Miljøfremmede stoffer i muslinger, fisk og sediment

Tributyltin (TBT) blev i 2013 fundet i 53 % af de undersøgte muslinger i kon-centrationer, som ved vurdering ud fra OSPAR's kriterier var højere end det niveau, hvor der er risiko for økotoksikologisk effekt. Dette er, ligesom de senere år, markant lavere end niveauet i 2003. I sediment blev der i 2013 i knap en fjerdedel af prøverne fundet TBT-koncentrationer, som ved vurde-ring ud fra norske vurderingskriterier betegnes som "mindre god" eller "dårlig" miljøtilstand. Siden 2003 har der været restriktioner på brugen af TBT, og i 2008 blev det forbudt at anvende stoffet i bundmaling til skibe.

PAH, tjærestoffer, blev i alle de undersøgte prøver af muslinger fundet i koncentrationer, der i det norske klassificeringssystem svarer til "meget god" eller "god" miljøtilstand. Ved en station var indholdet dog generelt højere end ved de øvrige stationer, og indholdet af benzo(b+j+k)fluoranthener var højere end EU's kvalitetskriterier. Dette tilskrives påvirkning fra den skibstrafik, der er i området omkring den pågældende station.

I sediment blev der i 2013 fundet indhold af de enkelte PAH'er, der var højere end det af OSPAR fastsatte baggrundsniveau i ca. 40-70 % af de undersøgte prøver. Som den eneste PAH blev benzo(ghi)perylene fundet i ca. en tredjedel af prøverne i koncentrationer, der var højere end det niveau, hvor der ikke kan udelukkes økotoksikologisk effekt.

PCB består af en række stoffer. Indholdet af de fleste af de undersøgte PCB-forbindelser var i 2013 over det af OSPAR fastsatte baggrundsniveau i stort set alle de undersøgte prøver af fisk. I enkelte prøver blev stofferne fundet i koncentrationer, som ikke kan udelukkes at have økotoksikologisk effekt. For PCB#118 gjaldt det godt halvdelen af prøverne.

Ud over de ovenfor omtalte stoffer blev der i fisk i 2013 fundet indhold af dioxiner, hexachlorbenzen (HCB) og bromerede flammehæmmere, der var lavere end EU's miljøkvalitetskrav. Derimod blev der fundet indhold af PFOS, den dominerende af de perfluorerede forbindelser, der var højere end EU's miljøkvalitetskrav i ca. en tredjedel af prøverne.

9.6.3 Biologiske effekter af miljøfremmede stoffer

Biologiske effekter af miljøfremmede stoffer er undersøgt i fisk og snegle fra marine områder med henblik på at vurdere, om miljøfarlige stoffer udgør en risiko for dyrelivet i havet (forklaring i box). Intersex og imposex er undersøgt i havsnegle. Aktiviteten af afgiftningsenzymmer er målt i fisk som markør for effekter af påvirkninger, der kan relateres til bl.a. PAH og dioxinlignende stoffer. Ålekvabbens yngel er undersøgt for fejludviklinger, og aktivitet af afgiftningsenzymmer. Disse effekter anses for at være generelle stressmarkører for den samlede påvirkning af forskellige typer af miljøfremmede stoffer.

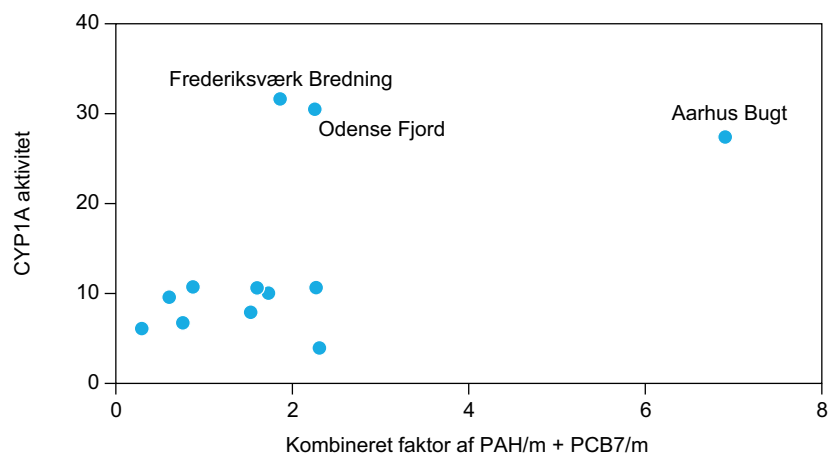
Biologiske effekter	
Imposex og intersex hos havsnegle Synlige kønsændringer i ellers særkønnede havsnegle. Hunnerne udvikler irreversible hanlige køns karakterer (penis, sædder). Imposex kan medføre sterilitet. Omfanget af imposex måles med indekssværdien VDSI.	
Undersøgelse af ålekvabbens yngel Ålekvabbens yngel undersøges for deformiteter i form af misdannelser af indvolde, skelet (knæk og spiral), hoved, øjne og siamesiske tvillinger.	Aktivitet af afgiftningsenzymmer I voksne ålekvabber måles aktiviteten af afgiftningsenzymmer (CYP1A, målt som EROD). Øget aktivitet betyder, at fiskens metaboliske afgiftningssystem er trådt i kraft. Høj enzym aktivitet er indikation på, at fiskene er påvirkede.

Fem forskellige arter af havsnegle er i 2013 undersøgt for imposex og intersex. Sammen med en faldende tendens i indholdet af TBT i muslinger er niveauerne af imposex og intersex aftaget markant hos alle de undersøgte arter. Faldet i imposex og intersex var i gennemsnit mellem 55 og 99 % i forhold til niveauerne i 1998. På trods af dette viste undersøgelserne i 2013, at der i nogle områder stadigvæk forekommer markant forhøjede niveauer af imposex og intersex.

Ålekvaabben anvendes til undersøgelse af biologiske effekter, da den er stationær, den findes udbredt i kystnære områder og den føder levende unger, op til 200 pr. kuld. De fleste af de områder, hvor der i 2013 blev fundet forekomst af fejludviklede unger af ålekvaabber, 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 blev ligesom i de foregående år i 2013 fundet sammenhæng mellem aktiviteten af afgiftningsevenzymer og nedbrydningsprodukter af PAH i fiskenes galde i kombination med PCB-niveauer i muskel hos fiskene (figur 9.12).

Figur 9.12. Aktivitet af afgiftningsevenzymer CYP1A i lever fra ålekvaabbehunner i forhold til indhold af PAH-metabolitter i galde kombineret med PCB i muskel fra ålekvaabber i 11 undersøgte områder i 2013 (Hansen (red.) 2015).



10 Arter

Delprogrammet for overvågning af arter i NOVANA har det primære formål at overvåge de enkelte arters udbredelse og bestandsstørrelse for at tilvejebringe et fagligt grundlag for at vurdere de enkelte arters bevaringsstatus, samt styrke den faglige baggrund for eventuelle foranstaltninger, der vurderes at ville kunne forbedre den enkelte arts bevaringsstatus.

Centrale elementer i både Habitatdirektivets definition af gunstig bevaringsstatus og i Fuglebeskyttelsesdirektivet er arternes *udbredelse* og *bestandsstørrelse*.

NOVANAs ekstensive overvågning af arternes udbredelse gennemføres som udgangspunkt hvert 6. år, men frekvensen kan øges i fornødent omfang. Udgangspunktet for dataindsamlingen er forekomst i UTM-kvadratnettet på 10x10 km. Baggrundsoplysninger registreres kun på et helt overordnet niveau. Til data, som stammer fra validerede "løsfund" (fx fra www.fugleognatur.dk), vil der ofte ikke være knyttet baggrundsoplysninger.

NOVANAs intensive overvågning af bestandsstørrelse gennemføres for udvalgte arter. Ved fåtallige arter kan overvågning af bestandsstørrelse udføres ved simpel optælling, men for andre arter anvendes fx transektmålinger eller fangst-genfangst. Relevante baggrundsoplysninger om det omgivende miljø registreres på et forholdsvis overordnet niveau til brug for vurderingen af bestandens status og levestedsforhold. Den intensive overvågning af fugle opdeles i Intensiv 1 og Intensiv 2.

10.1 Habitatdirektivets arter

Overvågningen af arter i NOVANA er gennemført for perioden 2004-2013 og omfatter udvalgte plante- og dyrearter omfattet af Habitatdirektivet samt arter, hvor mere end 20 % af den samlede bestand findes i Danmark (ansvarsarter).

Artsovervågningen i NOVANA har i perioden 2012-2013 omfattet i alt 16 arter, fordelt på artsgrupperne pattedyr, padder, fisk, insekter, mosskorpioner og muslinger samt planter (tabel 10.1).

Tabel 10.1. Arter på habitatdirektivets bilag II og IV, der er overvåget i 2012 og/eller 2013 fordelt på geografiske overvågningsområder i Atlantisk og Kontinental biogeografisk region i Danmark (Søgaard et al. 2015).

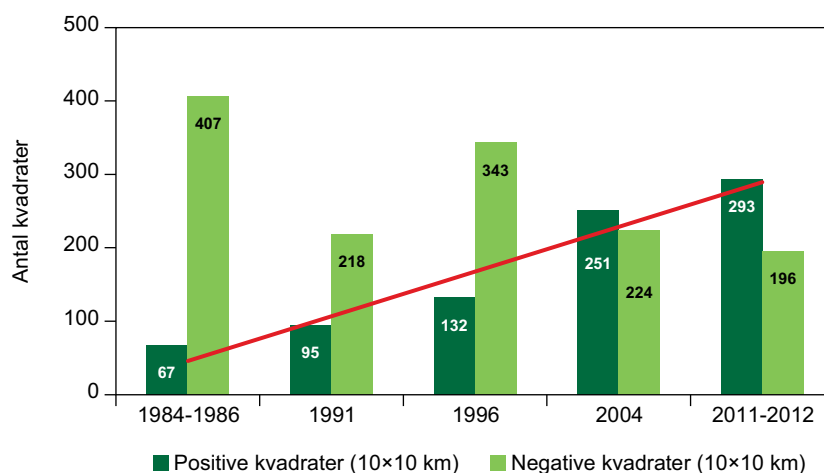
Artsgruppe	Art	Atlantisk		Kontinental		
		Jylland - vest	Jylland – øst	Fyn	Sjælland, Lolland-Falster	Bornholm
Pattedyr	Odder	(2011)	(2011)	2012	(2011)	
	Hasselmus		2012/2013	2012/2013	2012/2013	
	Spættet sæl	2012/2013	2012/2013	2012/2013	2012/2013	2012/2013
	Gråsæl	2012/2013	2012/2013	2012/2013	2012/2013	2012/2013
Padder	Klokkefrø			2012	2012	
Fisk	Snæbel	2012/2013				
Insekter, mosskorpion og musling	Hedepletvinge	2012	2012			
	Eremit		2012	2012	2012	
	Stellas mosskorpion		2012	2012	2012	
	Tykskallet malermusling		2012/2013	2012/2013		
Planter	Mygblomst		2012/2013	2012/2013	2012/2013	2012/2013
	Gul stenbræk	2012/2013	2012/2013			
	Enkelt månerude		2012/2013		2012/2013	
	Fruesko		2012/2013			
	Liden najade	2012				
	Blank seglmos	2012	2012	2012	2012	

10.1.1 Pattedyr

Odder

Den nationale bestand er i fremgang både i udbredelse og bestandsstørrelse. Resultaterne viser, at odderen siden midten af 1980'erne har firedoblet sin forekomst, og øget sin udbredelse i Danmark markant. I midten af 1980'erne fandtes odderen stort set kun i det nordvestlige Jylland, men i 2012 har bestanden spredt sig helt ned til den dansk-tyske grænse og til Fyn. Endnu er det uvist om der er etableret en egentlig ynglebestand på Fyn eller det kun er strejfende individer fra bestandsoverskuddet i Jylland. Gennem årtier har den sjællandske bestand været knyttet til Nordvestsjælland, uden potentiale til at brede sig. Faste overvågningsstationer gør det imidlertid vanskeligt at registrere odder i områder med meget lave bestandstætheder.

Figur 10.1. Odder. Antal kvadrater (10x10 km) med fund af odder (positive) og uden fund af odder (negative) ved de fem landsdækkende overvågninger af odder i 1984-1986, 1991, 1996, 2004 og 2011-2012. Rød trendlinje markerer fremgangen i antal positive kvadrater (Søgaard et al. 2015).



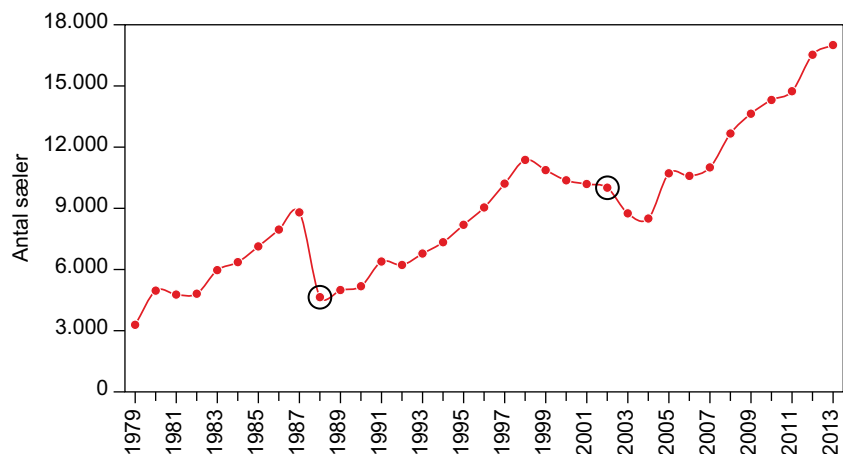
Hasselmus

Samlet ser det ud som om, at den nationale bestand er i tilbagegang, når man sammenligner med de tidligere undersøgelser fra 1980-erne og 1990-erne. Tendensen synes at være den samme for bestandene i Jylland, Fyn og på Sjælland. Stedvis findes der virkelig gode habitater for hasselmus, men de er få og spredte, hvilket sammen med manglende økologiske spredningskorridorer og habitatfragmentering tyder på, at arten er trængt. De små isolerede bestande kan betyde, at fx indavl, sygdomme eller et dårligt yngleår kan udrydde de små bestande.

Spættet sæl

Har været overvåget i Vadehavet og Kattegat siden 1979, og i Limfjorden og vestlige Østersø siden 1989. Bortset fra de to PDV-epidemier i 1988 og 2002 har arten vist konstant fremgang i alle områder, bortset fra Limfjorden (figur 10.2). Inden da var bestandene kraftigt påvirkede af jagt og sandsynligvis også miljøgifte. Bestandene i Vadehavet, Limfjorden, Kattegat og Vestlige Østersø blev i 2013 estimeret til hhv. 3.642, 2.400, 8.700 og 1.600 individer. Den fortsatte fremgang i alle områder bortset fra Limfjorden tyder på, at spættet sæl endnu ikke har nået de forskellige områders bæreevne.

Figur 10.2. Spættet sæl. Det totale antal af spættet sæl i Danmark i perioden 1979-2013 – opgjort ud fra tællinger på landgangspladser samt den gennemsnitlige andel af sæler i vandet. Epidemierne i 1988 og 2002 er vist med cirkler (Søgaard et al. 2015).



Gråsæl

Har kun været overvåget i NOVANA-sammenhæng siden 2011, efter at arten er genindvandret som en fast del af den danske natur i de sidste 15 år. Gråsæl forekommer i to genetisk adskilte bestande i hhv. Nordsøen/Vadehavet og Østersøen. Ved overflyvninger i 2013 er der talt fra 76 og op til 404 gråsæler, der er det største antal på en dansk lokalitet. Arten er endnu langt fra fuldt etableret. Med mindre end fem fødsler pr. år er antallet af ynglende sæler langt mindre end antallet af dyr, der forekommer i danske farvande. Gråsæl har tidligere været almindelig i alle danske farvande, og det formodes, at der i de kommende år vil komme flere gråsæler på flere lokaliteter i Danmark, og at antallet af ynglende sæler vil øges.

10.1.2 Padder

Klokkefrø

Overvågningen i 2012 bekræfter i store træk artens kendte udbredelsesområde fra perioden 2004-2009. Antallet af vandhuller med registreret forekomst af klokkefrø var i 2012 det højeste antal i perioden 2004-2012, men samtidigt med den laveste, samlede skønnede bestand i perioden. Det dækker over frem- og tilbagegange i de forskellige regionale enheder og på de enkelte lokaliteter. En

del af forklaringen kan være, at eftersøgningen i 2012 ikke har kunnet udføres i stille og varmt vejr men under mere suboptimale forhold.

10.1.3 Fisk

Snæbel

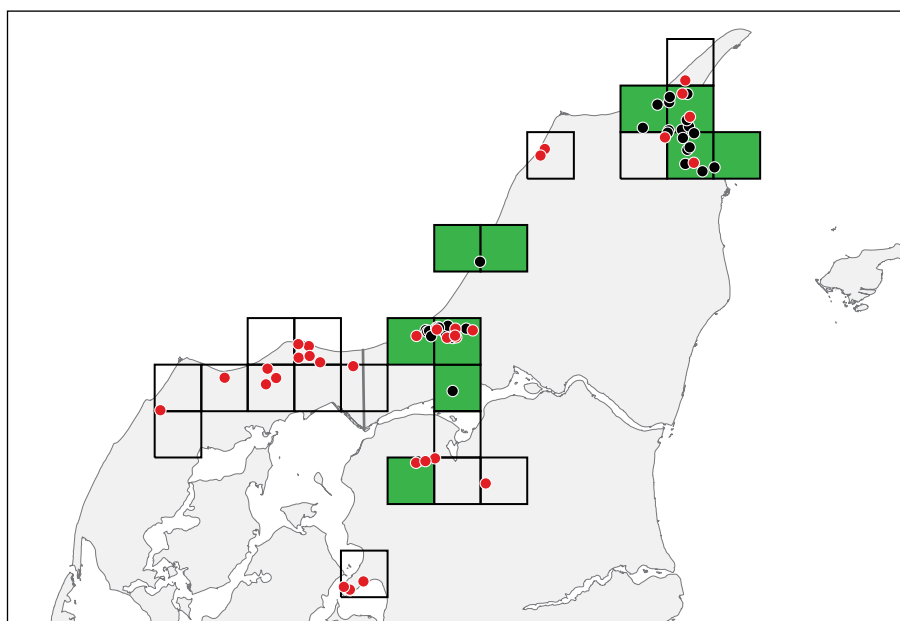
Udbredelsen er begrænset til fem vandløbssystemer med udløb i Vadehavet. Den samlede danske bestand er samlet set kun på ca. 5000 gydende individer, og arten må vurderes at være alvorligt truet. Formodentlig er der kun betydende bestande i Ribe Å og Vidå, hvor bestandene synes relativt stabile. I perioden 2010-2014 er der gennemført forbedringer af passageforhold og fysisk tilstand i de vandløb, som vurderes af særlig værdi for arten. Under forudsætning af bedre overlevelse af æg og den spæde yngel vil de bedre gydemuligheder kunne resultere i en øget gydebestand i fremtiden.

10.1.4 Insekter, mosskorpioner og muslinger

Hedepletvinge

Der er indikationer på øget udbredelse og bestandsstørrelse i perioden 2000-2011, selv om de nye fund snarere er oversete forekomster end nyetablerede bestande. Arten har flere store (kerne)bestande og en række mindre, men ikke uvæsentlige bestande, der formodentlig er afhængig af tilskud af individer og genetisk udveksling fra nabobestande. I den forbindelse spiller temporære bestande sandsynligvis en rolle som trædestene imellem subpopulationerne. Overvågningen af hedepletvinge i 2012 har ikke været optimal og muliggør derfor ikke en vurdering af artens tilstand og udvikling i forhold til data for perioden 2004-2011.

Figur 10.3. Forekomst og udbredelse af hedepletvinge i UTM-kvadrater på 10x10 km og lokaliteter i 2012. Grøn firkant angiver UTM-kvadrat med fund af arten, og åben firkant angiver undersøgt UTM-kvadrat uden fund. Eftersøgte lokaliteter med forekomst af hedepletvinge (sorte prikker) og uden forekomst af hedepletvinge (røde prikker) (Søgaard et al. 2015).



Eremit

De danske bestande er så isolerede, at de på sigt ikke vil kunne opfylde Habitatdirektivets krav om levedygtige bestande. I NOVANA 2004-2012 er antallet af potentielle, egnede værtstræer opgjort til adskillige hundrede træer, hvortil kommer mange hundrede egnede værtstræer på lokaliteter uden kendte forekomster af arten. Hovedparten af disse træer er ikke fuldstændigt eftersøgt for spor efter eremit, da træerne kun undersøges op til seks meters højde. Det kan derfor ikke udelukkes, at eremit findes på flere egne-

de værtstræer på de undersøgte lokaliteter eller på andre lokaliteter med egnede levesteder for arten på Sjælland, Lolland eller Falster.

Stellas mosskorpion

Udbredelsen i Danmark er ikke endeligt afklaret ud fra overvågningsresultaterne i NOVANA 2004-2005, 2008 og 2012 samt de forskellige løsfund siden 1985. Fund af arten på Sjælland har bekræftet, at arten meget vel kan forekomme i gamle skove med lang kontinuitet af ældre træer. Fund af arten i Østjylland viser desuden, at arten har en større udbredelse end tidligere antaget. Bestandsudviklingen for Stellas mosskorpion i Danmark og Europa er stort set ukendt, da det først er i de seneste årtier, man er blevet opmærksom på artens eksistens. Foruden Danmark har kun Tyskland, Tjekkiet, Sverige og Letland rapporteret om forekomst af arten i seneste Artikel 17 rapportering.

Tykskallet malermusling

Der kan ikke konstateres nogen markant ændring i udbredelse, populationsstørrelse og aldersstruktur. Arten har således fortsat alvorlige problemer i form af aldrende, relativt beskedne bestande og begrænset rekruttering af ny individer. Stabile bestande kræver en relativt stor bestand af værtsfisken elritse og egnede habitatforhold – ikke mindst for de helt små muslinger. Hågerup Å synes at opfylde disse krav, og selvom bestanden i Odense Å er reduceret markant, vil fremtiden vise, om restaureringen har gavnet arten og øget dens udbredelse. I Rydså er der ingen reel mulighed for, at tykskallet malermusling kan formere sig med mindre værtsfisken elritse introduceres.

10.1.5 Planter

Enkelt månerude

Arten er ikke registreret i Danmark siden 2006, men endnu er det for tidligt at afskrive den, da den dels kan overleve i jorden i flere år, og dels er let at overse. Samtidig kan sporerne spredes over lange afstande. Enkelt månerude vurderes dog ikke med det nuværende udbredelsesområde at kunne bevare bestandene på sigt. Tilbagegang i antallet af individer er sket uden væsentlige ændringer i drift og tilstand af voksestederne, hvor et tæt vegetationsdække med få åbninger kan være en hæmsko for sporerne mulighed for at trænge ned i jorden.

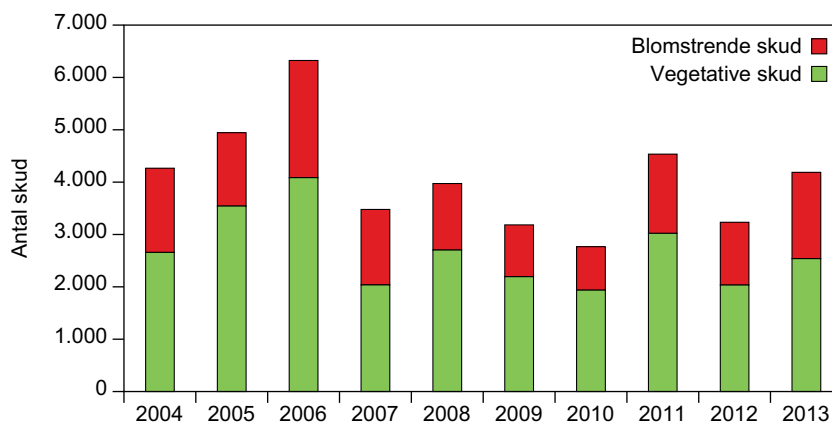
Fruesko

De to bestande har gennemgået en betydelig forøgelse i antallet af overjordiske skud fra 2004 til 2013. Buderupholmbestandens stigning på 60 % skyldes flere skud i den enkelte klon, mens Skindbjergbestandens stigning på mere end 85 % formentlig også skyldes flere kloner. Genetiske undersøgelser har dog vist, at der i begge bestande er tale om en relativ smal genpulje, der vil være udsat, hvis levestederne ændres.

Mygblomst

Det kan ikke afgøres, om arten er i fremgang, da bestandene svinger meget i antal fra år til år. Flere nyopdagede bestande og satellitbestande i 2012 af mygblomst har bragt det samlede antal lokaliteter op på 16 og antallet af bestande til 23. Det samlede antal individer af mygblomst er faldet i forhold til 2011, men steget i forhold til perioden 2008-2010 (Figur 10.4). Selvom arten har potentiale til hurtigt at kunne sprede sig til egnede levesteder, er der ikke registreret individer af mygblomst på de 5 potentielle lokaliteter, der blev overvåget i 2012 og 2013.

Figur 10.4. Den samlede bestandsudviklingen af mygblomst 2004-2013. Kaldred-bestand blev ikke optalt i 2007, mens der fra 2008 kun blev optalt et repræsentativt udsnit af bestanden (Søgaard et al. 2015).



Gul stenbræk

I landene syd for Danmark forekommer arten stort set kun i Alperne, hvorimod den er mere talrig i Skandinavien nord for Danmark. En følge af mildere klima kan derfor være, at gul stenbræk helt forsvinder fra Danmark. Antallet af blomstrende skud er faldet siden 2004, men om det er en generel bestandstilbagegang eller naturlige bestandssvingninger kan ikke afgøres, da blomstrende skud kun er et indirekte mål for bestandsudviklingen, der bl.a. påvirkes af klimaet og mængden af nedbør.

Liden najade

Forekomsten er meget sårbar, og udbredelsen begrænset til visse områder i Nors Sø. Selv om arten i årene 2004-2006 var i fremgang, blev den i 2009 slet ikke fundet i søen og i 2012 kun i begrænset omfang. Også i tidligere perioder har bestandsstørrelsen varieret meget, formentlig pga. artens ringe konkurrenceevne i forhold til andre undervandsplanter.

Blank seglmos

Siden 2009 er der registreret ni nye bestande på fem lokaliteter, hvilket bringer det samlede antal bestande op på 30 fordelt på 21 lokaliteter. På grund af ændrede bestandsopgørelser kan bestandsudviklingen dog ikke beskrives før næste overvågning i 2015. Den tilsyneladende fremgang i forhold til perioden 2004-2011 kan blandt andet hænge sammen med et bedre kendskab til arten og en øget eftersøgningsaktivitet.

10.2 Fuglebeskyttelsesdirektivets arter

10.2.1 Intensiv 1 overvågning af ynglefugle

”Intensiv 1 overvågning” omfatter arter, som forekommer i eller vender tilbage til kendte lokaliteter, oftest inden for fuglebeskyttelsesområder.

Tabel 10.2. Naturstyrelsens overvågning efter Intensiv 1 af 12 arter på Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I i perioden 2012-2013 (Pihl et al. 2015).

Art/År	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rørdrum				X		
Hvidbrystet præstekrave	X	X	X	X	X	X
Engryle (Almindelig ryle)	X		X		X	
Brushane	X		X		X	
Tinksmed		X		X		X
Splitterne			X			X
Fjordterne			X			
Havterne			X			
Dværgterne			X			X
Sortterne	X	X	X	X	X	X
Mosehornugle		X		X		X
Markpiber	X	X		X		X

Rørdrum

Negativ bestandsudvikling skyldes formentlig først og fremmest øget dødelighed i de hårde vintre i 2010 og 2011.

Hvidbrystet præstekrave

Antallet af ynglepar i 2012 og 2013 lå inden for variationsbredden fra perioden 2004-2011, og udbredelsen var stabil. Artens danske forekomster synes afhængig af, at Naturstyrelsens igangværende sikring af ynglelokaliteterne mod forstyrrelser fortsætter.

Engryle

Den faldende tendens i antallet af ynglepar siden 2004 fortsatte i 2012. Engryle forekommer næsten kun i den vestlige og nordlige del af Jylland, og er ved de to sidste tællinger i henholdsvis 2010 og 2012 kun sporadisk registreret ynglende på øerne.

Brushane

Den markant faldende tendens i antallet af ynglepar synes i nogen grad at være stoppet i 2012. Det er dog endnu for tidligt at konkludere på tendensen, da 2012 kan have været et yngleår over middel.

Tinksmed

Antallet af ynglepar i 2013 var på niveau med de højeste antal, der er registreret under NOVANA overvågningen.

Splitterne

Varierer en del i årligt antal ynglepar, men er overordnet set gået tilbage i 2012 efter relativt store antal i 2006 og 2009.

Fjordterne

Der blev i 2012 optalt flere par end i 2006, men det er endnu for tidligt at vurdere, om bestandens tilbagegang i Danmark er standset.

Havterne

Der blev i 2012 optalt markant færre par i Danmark end i 2006, og det antyder, at arten fortsætter sin tilbagegang.

Dværgterne

Har formentlig været stabil i antal i perioden siden 2004-2013 omend med store årlige svingninger. Arten er presset på ynglehabitaten sandstrande, som ofte vil være forstyrret af menneskelige aktiviteter.

Sortterne

Antal ynglepar har i den korte periode 2012-2013 været i fremgang. Arten er øjensynlig forsvundet fra de sidste ynglelokaliteter på øerne.

Mosehornugle

Antallet af ynglepar fluktuerer afhængigt af føde i form af mus. Antal ynglepar i 2013 er med tre par et typisk yngleår.

Markpiber

Blev ikke registreret som ynglefugl i Danmark i 2013.

10.2.2 Intensiv 2 overvågning af ynglefugle

"Intensiv 2 overvågning" omfatter meget sjældne fuglearter, uregelmæssigt ynglende arter og arter, hvis forekomst ikke kan forudsiges. Overvågningen baseres på observationer i Dansk Ornitologisk Forenings database (DOFbasen).

Tabel 10.3. Naturstyrelsens overvågning efter Intensiv 2 af 17 arter på Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I i perioden 2012-2013 (Pihl et al. 2015).

Art/År	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nordisk lappedykker	X	X	X	X	X	X
Sort stork	X	X	X	X	X	X
Hvid stork	X	X	X	X	X	X
Sangsvane	X	X	X	X	X	X
Bramgås	X	X	X	X	X	X
Rød glente			X			
Havørn				X		
Blå kærhøg	X	X	X	X	X	X
Kongørn			X			X
Fiskeørn			X			X
Vandrefalk			X			X
Plettet rørvagtel	X	X	X	X	X	X
Sorthovedet måge	X	X	X	X	X	X
Hjejle	X	X	X	X	X	X
Dværgrmåge	X	X	X	X	X	X
Sandterne	X	X	X	X	X	X
Perleugle	X	X	X	X	X	X

Nordisk lappedykker

Der blev under overvågningen i 2012 og 2013 ikke registreret mulige, sandsynlige eller sikre ynglefund.

Sort stork

Der blev under overvågningen i 2012 og 2013 ikke registreret mulige, sandsynlige eller sikre ynglefund.

Hvid stork

Fortsat en meget sjælden ynglefugl i Danmark, dog synes den vilde danske storkebestand forsvundet.

Skestork

Har øjensynligt fået godt fodfæste i Jylland, men har endnu ikke etableret sig på Øerne.

Sangsvane

Yngler yderst fåtalligt i Danmark og synes at have svært ved at etablere en egentlig ynglebestand.

Bramgås

Findes talstærkt ynglende på Saltholm, men denne koloni er ikke overvåget i perioden 2012-2013. I det øvrige land er der fundet tilsammen 11 par, hvilket formentlig er det største antal registreret uden for Saltholm.

Rød glente

Udbredt over det meste af landet og bestanden synes at fortsætte den positive udvikling, der er konstateret siden 2003.

Havørn

Udbredt i Østjylland og på øerne og bestanden synes at fortsætte den positive udvikling, der er konstateret siden 1995.

Blå kærhøg

Der blev under overvågningen i 2012 og 2013 ikke registreret mulige, sandsynlige eller sikre ynglefund.

Hedehøg

Blev ikke overvåget i 2012-2013. Seneste overvågning er gennemført i 2011.

Kongeørn

En meget sjælden ynglefugl i Østjylland, hvor den har ynglet årligt siden slutningen af 1990'erne.

Fiskeørn

En meget sjælden ynglefugl i Danmark, hvor den har ynglet årligt siden begyndelsen af 1990'erne.

Vandrefalk

En sjælden ynglefugl i Danmark, hvor den har ynglet årligt siden 2001. Arten er i fremgang.

Plettet rørvagtel

Antallet af ynglepar har i årene 2012-2013 været stabilt på et relativt højt niveau.

Sorthovedet måge

Der blev under overvågningen i 2012 og 2013 registreret 17-20 ynglepar, og arten må betragtes som sjælden eller fåtallig dansk ynglefugl.

Hjejle

Der blev under overvågningen i 2012 og 2013 blot registreret ét ynglepar og arten synes fortsat under forsvinden fra Danmark.

Dværgrmåge

Der blev under overvågningen både i 2012 og 2013 registreret ét ynglepar. Arten har ynglet årligt i Danmark siden 1998 og må betragtes som en regelmæssig dansk ynglefugl.

Sandterne

Med blot ét ynglepar er arten fortsat på randen til at forsvinde fra Danmark som ynglefugl.

Perleugle

Registreret ynglende på Bornholm og i Midtjylland i 2012 og 2013.

10.2.3 Ekstensivt overvågede fuglearter

”Ekstensiv overvågning” af ynglefugle omfatter 10 arter, som er blevet overvåget gennem indrapporterede data i DOFbasen, efter at Miljøministeriet i 2006 indgik en samarbejdsaftale med Dansk Ornitologisk Forening.

Hvæpsevåge

Udbredelsen som ynglefugl synes at have været stabil siden seneste overvågning i 2008.

Rørhøg

Udbredelsen synes stabil siden første overvågning i NOVANA-regi i 2008.

Engsnarre

Blev ikke overvåget i årene 2012 og 2013. Arten er senest overvåget i 2011.

Stor hornugle

Udbredt i det meste af Jylland, men mangler helt på øerne.

Natravn

Udbredelsen synes ikke at have ændret sig nævneværdigt siden overvågningen i 2007.

Isfugl

Udbredelsen synes ikke at have ændret sig væsentligt siden overvågningen i 2007.

Sortspætte

Vidt udbredt i Jylland og på Sjælland, men synes ikke længere at forekomme på Bornholm. Arten har øjensynligt endnu ikke koloniseret de øvrige øer.

Hedelærke

Udbredelsen synes ikke at have ændret sig væsentligt siden overvågningen af arten i 2007.

Sydlig blåhals

Udbredt i Jylland og arten synes under ekspansion til det øvrige Danmark.

Rødrygget tornskade

Udbredelsen synes at være stabil bedømt ud fra overvågningen af arten i 2009 og 2012.

10.2.4 Overvågning af skarv

Antallet af optalte reder i 2012 og 2013 fortsatte den nedadgående tendens, der er registreret siden 2006. Udbredelsen af kolonierne synes ikke at have ændret sig i samme periode.

10.2.5 Overvågning af trækfugle

Midvintertællinger af vandfugle er årlige og skiftevis landsdækkende eller reducerede optællinger, således at landsdækkende optællinger i princippet gennemføres hvert tredje år og reducerede tællinger de øvrige år. Optællingerne er internationale og har været gennemført i hele Europa og meget store dele af den øvrige verden i den midterste weekend i januar siden 1964. Der blev gennemført en landsdækkende optælling af overvintrende vandfugle i 2013. Overvågningen i år uden en landsdækkende tælling som 2013 er sket gennem reducerede optællinger.

Tabel 10.4. Oversigt over DCE's optællinger af trækfugle i perioden 2010-2015. Lok. = udvalgte lokaliteter. * = internationale tællinger (Pihl et al. 2015).

Tælling/År	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Midvintertælling*	Total	Delvis	Delvis	Total	Delvis	Delvis
Sangsvane + pibesvane*	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Gæs*	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Fældefugletælling			Total			
Bramgås*	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Kortnæbbet gås	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Knortegås*	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Lille kobbersneppe	Lok.		Lok.		Lok.	
Islandsk ryle	Vadehav		Vadehav		Vadehav	
Hjejle						Total
Vadefugle		Vadehav		Vadehav		Vadehav
Grågås*	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Svømmeænder	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Taffeland	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Strandskade		Vadehav		Vadehav		Vadehav
Almindelig ryle		Lok.		Lok.		Lok.
Pibesvane		Total		Total		Total

Lom

Vinterbestanden af rødstrubet/sortstrubet lom i Danmark er vurderet til 10.000 til 15.000 individer, mens bestanden under forårstrækket vurderes at være ca. 20.000 fugle.

Skarv

Har været optalt regelmæssigt i perioden 1969-2013, og tællingerne indikerer et stigende antal frem til omkring 2008, og herefter er svagt faldende antal.

Pibesvane

Har ved tællinger i januar 2012 og 2013 og novembertællingen fra 2013 ligget inden for variationsbredden af optællinger af arten siden 2004.

Sangsvane

Antallene ved midvintertællinger i 2012 og 2013 har ligget over gennemsnittet for den forudgående periode og synes at fortsætte den stigende tendens fra 1992.

Knopsvane

Antallet af overvintrende fugle har været stabilt under de seneste tre midvintertællinger og antallet af fældende knopsvaner har fortsat den svagt positive tendens registreret under de seneste optællinger.

Sædgås

Optalt årligt siden 1987, og siden 2005 opsplittet i de to underarter tajgasædgås og tundrasædgås. Tajgasædgås har fluktueret en del med de største antal i hårde vintre. Antallet af tundrasædgås har ligget ret konstant i perioden 2007-2013.

Kortnæbbet gås

Optalt to gange årligt siden 2004. Arten synes i 2012 at have fortsat den stabile eller stigende tendens, som har kunnet konstateres fra 2004.

Blisgås

Synes i 2012 og 2013 at have fortsat den stigende tendens, som har kunnet konstateres fra 2004.

Grågæs

Optalt to gange årligt siden 1984, og antallet har siden midten af 1990'erne været stigende.

Canadagås

Optalt årligt siden 2004. Arten har været overvåget siden 1984, og antallene har siden midten af 1990'erne været stærkt stigende. I 2012 og 2013 synes tendensen nærmest at være stabil.

Bramgås

Optalt to gange årligt siden 2004. Arten har været overvåget siden 1984, og antallene har siden midten af 1990'erne været stærkt stigende.

Mørkbuget knortegås

Optalt to gange årligt siden 2004. Arten har været overvåget siden 1984, og antallene har set over perioden 1984-2013 været stabile.

Lysbuget knortegås

Optalt to-tre gange årligt siden 2004 og synes samlet at vise en stabil bestand frem til isvintrene i 2010 og 2011 og derefter et fald.

Gravand

Optalt regelmæssigt i perioden 1969-2013, og tællingerne indikerer et varierende niveau, uden en entydig tendens.

Pibeand

Optalt årligt i perioden 2004-2013, og tællingerne indikerer en overordnet stabil udvikling.

Krikand

Optalt årligt i perioden 2004-2010, og tællingerne indikerer et stabilt-stigende niveau.

Gråand

Optalt regelmæssigt i perioden 1969-2013, og tællingerne indikerer et varierende men overordnet stabilt niveau.

Spidsand og skeand

Optalt årligt i perioden 2004-2013, og tællingerne indikerer et varierende men overordnet stabilt niveau.

Taffeland og troidand

Varierer i antal med vinterens hårdhed og flest fugle registreres i milde vintre. Antallet af overvintrende taffelænder var lavere end under de seneste tællinger, hvilket kunne skyldes den kolde vinter i 2012/13.

Bjergand

Antallet har været stabilt ved de seneste midvintertællinger.

Ederfugl

Antallet i danske farvande i vinteren 2013 var en smule højere end ved den tilsvarende optælling i 2008, og kan have været betydeligt større pga. manglende optællinger. Tallene er vanskelige at sammenligne med resultater fra før 2000 pga. ændrede optællingsmetoder. Antallet af ederfugl under fældedugletællingen faldt en smule fra tællingen foretaget i 2006.

Havlit

Antallet registreret på den landsdækkende midvintertælling i 2013 var meget højt, hvilket kan skyldes, at vinteren var noget koldere sammenlignet med vintrene i 2004 og 2008, hvor de to seneste midvintertællinger blev foretaget. Det kan have presset fugle ud længere inde fra Østersøen.

Sortand

Siden 2000 registreret i stigende antal i farvandet vest for Jylland. De faldende antal af overvintrende sortænder i Ålborg Bugt og farvandet imellem Læsø og Anholt kan skyldes forandrede fourageringsmuligheder. Dækningen ved optællinger af overvintrende vandfugle omfatter ikke hele den jyske vestkyst, hvorfor arten kan overvintre i dette område i større antal end registreret. Antallet af fældende fugle er faldet, men kan variere i mellem år.

Fløjlsand

Arten blev registreret på flere lokaliteter og i højere antal end på de seneste landsdækkende tællinger i 2004 og 2008. Antallet af fældende fløjlænder i de danske farvande er faldet betragteligt siden 1970. Artens vigtigste fældedråde er Aalborg Bugt.

Hvinand

Antallet i vinteren 2013 var lavere end i perioden 1992 til 2008, men på niveau med perioden 1969 til 1989. Arten træffes kun på et fåtal af lokaliteter i fældeperioden, hvor antallet af fugle kan variere en del.

Lille skallesluger

En fåtallig vintergæst under de første midvintertællinger, men siden 2000 har antallet af overvintrende fugle været støt stigende med langt hovedparten på lokaliteter øst for Storebælt.

Toppet Skallesluger

Udbredelsen i vinterhalvåret ligner meget fordelingen af hvinand. En nedadgående tendens ved fældedugletællingen kan ikke alene relateres til ændrede optællingsmetoder.

Stor skallesluger

Antallet af overvintrende fugle i de danske farvande varierer med vinterens hårdhed, så den kolde vinter 2012/2013 har fået fugle fra Sverige og områder længere inde i Østersøen til at søge mod danske søer og fjorde.

Blishøne

Påvirkes negativt af kolde vintre, da de i mindre grad end andre fugle trækker længere sydpå under isvintre. Nedgangen i antallet af blishøns registreret under midvintertællingen skyldes formentlig en kombination af de foregående kolde vintre og den reducerede dækning. Antallet af fældende blishøns er steget siden den sidste fældefugletælling i 2006.

Klyde

Optalt i perioden 2004-2013, og antallene har været svingende.

Strandskade

Antallet lå i 2013 under 30.000 og er det laveste antal, der er registreret under NOVANA.

Hjejle

Blev ikke overvåget i 2012-2013. Seneste overvågning er gennemført i 2009.

Strandhjejle

Antallet har i perioden 2004-2013 været faldende efter en periode med stabile antal.

Islandsk ryle

Antallet udviste et markant fald i 2012 efter en periode med stigning.

Sandløber og sortgrå ryle

Optræder i småflokke spredt over hele landet. Arterne er ikke afrapporteret tidligere.

Almindelig ryle

Antallet var markant lavere end i perioden 2005-2009.

Lille kobbersneppe

Antallet i 2012 faldt markant efter en stabil periode.

Stor regnspove

Antallet har i perioden 2004-2013 været faldende fra 8.500 til 5.000 fugle, men det skal ses på baggrund af betydeligt lavere antal i de forudgående år.

Rødben

Antallet har i perioden 2004-2013 været faldende fra 4.500 til 2.300 fugle med et gennemsnit på 2.000 fugle ved de sidste fire tællinger.

Hvidklire

Antallet har i perioden 2004-2013 fluktueret, og i gennemsnit ligget på 1.900 fugle.

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., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L., Kjeldgaard, A., Sortkjær, L., Windolf, J. & Bøgestrand, J. 2013: Søer 2013. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 84 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 76 <http://dce2.au.dk/pub/SR76.pdf>

Bjerring, R., Johansson, L.S., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Kjeldgaard, A., Sortkjær, L., Windolf, J. & Bøgestrand, J. 2015: Søer 2013. NOVANA Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 122. <http://dce2.au.dk/pub/SR122.pdf>

Blicher-Mathiesen, G., Rasmussen, A., Grant, R., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. 2013: Landovervågningsoplande 2012. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 151 s. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 74. <http://dce2.au.dk/pub/SR74.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>

Boutrup, S., Holm, A.G., Bjerring, R., Johansson, L.S., Strand, J., Thorling, L., Brüsch, W., Erntsen, V., Ellermann, T. & Bossi, R. 2015. Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet. NOVANA. Tilstand og udvikling 2004-2012. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 242 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 142. <http://dce2.au.dk/pub/SR142.pdf>

Cappelen, J. (red.) 2014: Danmarks klima 2013 med Tórshavn, Færøerne og Nuuk, Grønland. Teknisk rapport 14-01. Danmarks Meteorologiske Institut, 79 pp. www.dmi.dk/fileadmin/Rapporter/TR/tr14-01

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., Bossi, R., Christensen, J., Løfstrøm, P., Monies, C., Grundahl, L. & Geels, C. 2015: Atmosfærisk deposition 2013: NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 119.

<http://dce2.au.dk/pub/SR119.pdf>

Ellermann, T., Nøjgaard, J.K., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Jansen, S., Massling, A. & Jensen, S. S. 20xx: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2013. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. Under udgivelse

Enevoldsen, R. & Juhler, R.K. (2010) Afklaring af mulig forekomst af PFOS, PFOA og lignende PFC forbindelser i grundvand. Notat. Geokemisk afdeling, GEUS.

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).

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

Europaparlamentets og Rådets direktiv 2013/39/EF af 12. august 2013 om ændring af direktiv 2000/60/EF og 2008/105/EF for så vidt angår prioriterede stoffer inden for vandpolitikken.

Hansen, J.W. (red) 2015: Marine områder 2013. 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. 123. <http://dce2.au.dk/pub/SR123.pdf>

Jensen, P.N., Boutrup, S., Svendsen, L.M., Blicher-Mathiesen, G., Wiberg-Larsen, P., Bjerring, R., Hansen, J.W., Ellermann, T., Thorling, L. & Holm, A.G. 2013: Vandmiljø og Natur 2012. NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 86 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 78. <http://dce2.au.dk/pub/SR78.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>

Kronvang & Andersen 2011: Effekt på fosforudledningen af 10 m brede randzoner. Notat til Miljøstyrelsen.

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

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

Lassen, P. 2013. Screening af phenoler i marint biota. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 24 s. - Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 54.
<http://www.dmu.dk/Pub/SR54.pdf>

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 2013: Bekæmpelsesmiddelstatistik 2012. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 4.

Miljøministeriet 2014: Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg nr. 292 af 26. marts 2014

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>.

Natur- og Landbrugskommissionen 2013: Natur og Landbrug – en ny start. April 2013.

Naturstyrelsen 2015: Punktkilder 2013.

Naturstyrelsen 20xx: Nøgletal for miljøfarlige stoffer i spildevand fra renseanlæg – på baggrund af data fra det nationale overvågningsprogram for punktkilder 1998-2012. Under udgivelse

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

Pihl, S., Holm, T.E., Clausen, P., Petersen, I.K., Nielsen, R.D., Laursen, K., Bregnballe, T. & Søgaard, B. 2015: Fugle 2012-2013. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 125.
<http://dce2.au.dk/pub/SR125>

Regeringen 2009: Grøn Vækst. April 2009:6.
http://www.mim.dk/NR/rdonlyres/D5E4FC9A-B3AC-4C9A-B819-C42300F23CCA/0/GROENVAEKST_2904rapporten.pdf

Søgaard, B., Wind, P., Bladt, J.S., Mikkelsen, P., Wiberg-Larsen, P., Johansson, L.S., Jørgensen, A.G. & Teilmann, J. 2015: Arter 2013. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. – Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 124. <http://dce2.au.dk/pub/SR124>

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, HCBd og HCCPD i det danske vandmiljø. 36 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 794

Thorling, L., Brüsch, W., Ernsten, V., Hansen, B., Laier, T., Larsen, F., Mielby, S. og Sørensen, B.L. 2015: Grundvand. Status og udvikling 1989-2013. Teknisk rapport, GEUS. www.geus.dk.

Vorkamp, K., Bossi, R. & Besser, K. 2014: Screening af miljøfremmede stoffer i vandmiljøet. Naturstyrelsen 2014.

Wiberg-Larsen, P., Windolf, J., Bøgestrand, J., Larsen, S.E., Thodsen, H., Ovesen, N.B., Bjerring, R., Kronvang, B. & Kjeldgaard, A. 2015: Vandløb 2013. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. – Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 121. <http://dce2.au.dk/pub/SR121.pdf>

Windolf, J., Henriksen, H. J. & Troldborg, L. 2009: Ferskvandsafstrømning. Temakapitel i: Bøgestrand, J. (red): Vandløb 2007. NOVANA, 2009. Fagligrapport fra DMU nr. 711. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, 108 pp.

Windolf, J., Thodsen, H., Troldborg, L., Larsen, S.E., Bøgestrand, J., Ovesen, B. & Kronvang, B. 2011: A distributed modelling system for simulation of monthly runoff and nitrogen sources, loads and sinks for ungauged catchments in Denmark. Journal of Environmental Monitoring 13: 2645-2658.

[Tom side]

VANDMILJØ OG NATUR 2013

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Denne rapport indeholder resultater fra 2013 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 og havet. Grundlaget for rapporten er de årlige rapporter, som udarbejdes af fagdatacentre for de enkelte emneområder. Disse rapporter er baseret på data indsamlet af Naturstyrelsen 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: 978-87-7156-103-6
ISSN: 2244-9981