



VANDMILJØ OG NATUR 2019

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 453

2021



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



GEUS



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

[Tom side]

VANDMILJØ OG NATUR 2019

NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 453

2021

Signe Jung-Madsen¹
Susanne Boutrup¹
Vibeke Vestergaard Nielsen¹
Anja Skjoldborg Hansen¹
Lars M, Svendsen¹
Jesper Fredshavn¹
Gitte Blicher-Mathiesen²
Hans Thodsen²
Helena Kallestrup²
Jens Würgler Hansen²
Signe Høgslund²
Liselotte Sander Johansson²
Bettina Nygaard²
Christian Kjær²
Rasmus Due Nielsen²
Thomas Ellermann³
Lærke Thorling⁴
Lisbeth Nielsen⁵

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

² Aarhus Universitet, Institut for Bioscience

³ Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab

⁴ De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

⁵ Miljøstyrelsen



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



Miljø- og Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 453
Kategori:	Rådgivningsrapport
Titel:	Vandmiljø og Natur 2019
Undertitel:	NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning
Forfattere:	Signe Jung-Madsen ¹ , Susanne Boutrup ¹ , Vibeke Vestergaard Nielsen ¹ , Anja Skjoldborg Hansen ¹ , Lars M. Svendsen ¹ , Jesper Fredshavn ¹ , Gitte Blicher-Mathiesen ² , Hans Thodsen ² , Helena Kallestrup ² , Jens Würdler Hansen ² , Signe Høgslund ² , Liselotte Sander Johansson ² , Bettina Nygaard ² , Christian Kjær ² , Rasmus Due Nielsen ² , Thomas Ellermann ³ , Lærke Thorling ⁴ & Lisbeth Nielsen ⁵
Institutioner:	¹ Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, ² Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, ³ Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab, ⁴ De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland & ⁵ Miljøstyrelsen
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Juni 2021
Redaktion afsluttet:	Juni 2021
Faglig kommentering:	Fagdatacentrene for de enkelte emneområder
Kvalitetssikring, DCE:	Hanne Bach
Ekstern kommentering:	Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her: http://dce2.au.dk/pub/komm/SR453_komm.pdf
Finansiell støtte:	Miljø- og Fødevareministeriet
Bedes citeret:	Jung-Madsen, S., Boutrup, S., Nielsen, V.V., Hansen, A.S., Svendsen, L.M., Fredshavn, J., Blicher-Mathiesen, G., Thodsen, H., Kallestrup, H., Hansen, J.W., Høgslund, S., Johansson, Nygaard, B., Kjær, C., Nielsen, R.D., L.S., Ellermann, T., Thorling, L. & Nielsen, L. 2021. Vandmiljø og Natur 2019. NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 78 s. - Videnskabelig rapport nr. 453 http://dce2.au.dk/pub/SR453.pdf
Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse	
Sammenfatning:	Denne rapport indeholder resultater fra 2019 af Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA) i Danmark. Rapporten indeholder en opgørelse af de vigtigste påvirkningsfaktorer og en status for tilstand i luftkvalitet, grundvand, vandløb, søer, og havet. Grundlaget for rapporten er de årlige rapporter, som udarbejdes af fagdatacentrene for de enkelte emneområder. Disse rapporter er baseret på data indsamlet af Miljøstyrelsen og Aarhus Universitet. Rapporten er udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet efter aftale med Miljøstyrelsen, der har ansvaret for det nationale overvågningsprogram.
Emneord:	Vandmiljøplanen, vandrammedirektiv, habitatdirektiv, miljøtilstand, grundvand, vandløb, søer, havet, habitatområder, naturtyper, arter, fugle, atmosfærisk nedfald, spildevand, landbrug, kvælstof, fosfor, pesticider, tungmetaller, uorganiske sporstoffer, miljøfarlige stoffer.
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Rasmus Due Nielsen
ISBN:	978-87-7156-609-3
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	78
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/SR453.pdf
Supplerende oplysninger:	NOVANA er et program for en samlet og systematisk overvågning af både luften, vandig og terrestrisk natur og miljø. Programmet er tilrettelagt med henblik på at imødekomme Danmarks overvågningsforpligtelser i medfør af direktiver og konventioner samt nationale behov inden for programmets emneområder.

Indhold

Datablad	2
Indhold	3
Indledning	5
Sammenfatning	8
Næringsstoffer	8
Metaller og organiske miljøfarlige stoffer	9
Luft	9
Grundvand	10
Vandløb	10
Søer	10
Marine områder	11
Summary	12
1 Kvælstof	17
1.1 Kilder til kvælstof i vandmiljøet og på land	18
1.2 Resulterende effekter i vandområder	23
2 Fosfor	25
2.1 Tilførsel til overfladevand	26
2.2 Udvikling i fosforindhold i overfladevand	29
3 Metaller og organiske miljøfarlige forurenende stoffer	31
3.1 Metaller i vandmiljøet	31
3.2 Organiske miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet	33
4 Luft	35
4.1 Ingen NO ₂ - og partikeloverskridelser	35
4.2 Ozon	38
4.3 Beregninger af helbredseffekter og eksterne omkostninger af luftforurening	39
5 Grundvand	41
5.1 Vandindvinding	41
5.2 Nitrat i grundvand	42
5.3 Pesticider i grundvand	44
5.4 Organiske mikroforureninger i grundvand	46
6 Vandløb	48
6.1 Biologisk kvalitet	48
7 Søer	51
7.1 Udvikling i miljøkvalitet; næringsstoffer, Klorofyl a og sigtgybde	51
7.2 Udvikling i KT-søernes fyttoplanktonsamfund.	53

8	Marine områder	55
8.1	Status og udvikling i kemiske parametre	55
8.2	Udviklingen i biologiske parametre	56
8.3	Større planter	57
8.4	Bundfauna	59
9	Naturtyper og arter	61
9.1	Kortlægning af terrestriske habitatnaturtyper	61
9.2	Overvågning af habitatarter	65
9.3	Overvågning af fugle	68
10	Vejr og afstrømning i 2019	73
11	Referencer	75

Indledning

Rapporten indeholder en sammenfatning af resultater fra 2019 af Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet og Naturen (NOVANA, Miljøstyrelsen m.fl. 2017). Rapporten indeholder også resultater af overvågningen af luftkvaliteten.

Sammenfatningen er af hensyn til overskueligheden gjort meget kort. Det betyder, at datagrundlaget, forbehold i forhold til fx usikkerheder på resultater eller særlige forhold i enkeltår ikke er medtaget, men skal findes i de faglige baggrundsrapporter. Det er derfor nødvendigt at konsultere disse fagrapporter, såfremt resultaterne skal bruges i fx en beslutningsproces. Sammenfatningen giver en status for tilstanden og udviklingen, men giver ikke generelt en oversigt over, i hvor høj grad evt. målsætninger er opfyldt (fx målene ift. vandrammedirektivet).

Formålet med sammenfatningen er først og fremmest at orientere Folketingets Miljø- og Fødevareudvalg 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 forvaltning af luftkvaliteten, vandmiljøet og naturen. Endelig kan offentligheden og interesseorganisationer få centrale informationer om luftkvalitet og vandmiljøets og naturens tilstand og udvikling.

Rapporten er udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet i samarbejde med Miljøstyrelsen og De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) og på baggrund af rapporter fra fagdatacentre. Miljøstyrelsen har bidraget med rapporten fra fagdatacenter for punktkilder og GEUS med rapporten fra fagdatacenter for grundvand.

Data stammer primært fra selve overvågningsprogrammet, men er suppleret med data fra kommunernes forsyningsenheder ift. spildevand og vandforsyning. Rapporten er som udgangspunkt en opdatering med data indsamlet i 2019 af foregående års rapporter, hvor den seneste er Vandmiljø og Natur 2018. Miljøstyrelsen har haft mulighed for at kommentere et udkast til rapporten.

Det nationale overvågningsprogram er vedtaget i forbindelse med den første vandmiljøplan i 1987. I den sammenhæng var formålet at følge udviklingen i tab af næringsstoffer (kvælstof (N) og fosfor (P)) til overfladevand, luft og grundvand samt de økologiske effekter i overfladevandet. Siden 1987 er programmet gentagne gange blevet ændret, herunder er områder som miljøfarlige forurenende stoffer og naturtyper på land integreret i programmet.

I overvågningsprogrammet NOVANA 2017-21 er fokus stadig delvist rettet mod nationale planer som Vandmiljøplanerne eller Grøn Vækst, men nu også i endnu højere grad mod statens overvågningsforpligtigelser i forhold til EU direktiver som vandrammedirektivet, habitatdirektivet, drikkevandsdirektivet og luftdirektiverne.

Overvågningen er overordnet delt i to kategorier:

- 1) Kontrolovervågningen, som skal give et nationalt overblik over tilstand og udvikling i vandområder, luft og natur.
- 2) Den operationelle overvågning, som skal fastslå tilstanden i vandområder i risiko for at ikke at opfylde fastsatte mål for tilstanden og dermed indgå som grundlag i planlægningen.

Kontrolovervågningen indeholder stadig en kerne af overvågningsstationer i vandområder, hvor der for langt de fleste stationer er en ubrudt tidsserie fra 1989. Det er primært denne kerne, der danner grundlaget for rapporteringen af vandmiljøet, der vedrører overfladevand.

Overvågningen i 2019 omfattede overvågning af tilstand af vandmiljøet, luften (inkl. luftkvalitet i byerne), den terrestrisk natur og en række arter. Data indsamles ofte over flere år, og rapporteres først, når der er tilstrækkeligt datagrundlag for rapportering.

Danmark har i 2019 sammen med de øvrige EU-lande rapporteret status og udvikling for naturtyper og arter til EU i medfør af habitatdirektivets Artikel 17 og fuglebestandenes størrelse og udvikling i medfør af fuglebeskyttelsesdirektivets Artikel 12. Data fra overvågningen af naturtyper, arter og fugle indgår som grundlag for EU-rapporteringen, der er gengivet i oversigtsform i Bevaringsstatus for naturtyper og arter – 2019 (Fredshavn et al. 2019a) og Størrelse og udvikling af fuglebestande i Danmark – 2019 (Fredshavn et al. 2019b). Baggrundsrapporter, der opsummerer udviklingen i rapporteringsperioden findes på novana.au.dk samt i Nygaard et al. 2020.

De faglige baggrundsrapporter, som danner grundlag for nærværende sammenfatning, er følgende:

Atmosfærisk deposition 2019	Ellermann et al., 2021
Luftkvalitet 2019	Ellermann et al., 2021
Punktkilder 2019	Miljøstyrelsen, 2021
Landovervågningsoplande 2019	Blicher-Mathiesen et al., 2021
Grundvand 2019	Thorling et al., 2021
Vandløb 2019. Økologisk tilstand.	Kallestrup et al., 2021
Vandløb 2019	Thodsen et al., 2021
Søer 2019	Johansson et al., 2021
Marine områder 2019	Hansen og Høgslund (red.) 2021
Kortlægning af habitatnaturtyper 2019	Nygaard et al. 2021
Fugle 2018-19	Holm et al. 2021
Arter 2019	Kjær et al. 2021

Yderligere information om NOVANA kan findes på [Miljøstyrelsens hjemmeside](#).

Rapporteringen af overvågningsdata for 2019 er foregået ad to omgange. Primo 2021 blev der fra DCE afrapporteret for atmosfærisk deposition, luftkvalitet, søer, marine områder samt den økologiske tilstand i vandløb, mens resultater fra landovervågning og stoftransport har afventet et nyt korrigeret datasæt på nedbør udarbejdet af DMI (se evt. Svendsen og Jung-Madsen 2020, Andersen (red) et al. 2021), samt en korrektion af total N-koncentrationer i vandløb i perioden 2009-2015, der er blevet foretaget for at rette op på de analysefejl, der tidligere er konstateret i perioden (Larsen et al. 2021a,b. Se også afsnit 1 og 2 i nærværende rapport). Nærværende rapport har afventet disse sidste resultater.

Sammenfatning

Sammenfatningen er af hensyn til overskueligheden gjort meget kort. Det betyder, at datagrundlaget og forbehold i forhold til fx usikkerheder på resultater eller særlige forhold i enkeltår ikke er medtaget, men skal findes i de faglige baggrundsrapporter. Det er derfor nødvendigt at konsultere disse fagrapporter, såfremt resultaterne skal bruges i fx en beslutningsproces.

Rapporteringen er påvirket af de fejl i laboratorieanalyser af total N og total P, som blev foretaget i overfladevand gennem hele 2016 og første kvartal i 2017. Det har været muligt at genoprette data for total N og total P i vandløb til anvendelse ved opgørelse af stoftransport og stoftilførsler til havet fra hele 2016 og den del af 2017, hvor der var analysefejl.

Der er samme type fejl i analyserne af total N og total P fra perioden 2009-14, samt et korrektionsbehov i første halvår af 2015. Der er i forbindelse med nærværende rapportering foretaget en genopretning af data i vandløb i perioden 2009-2015, hvor total N i vandløb i perioden 2009-2014 er korrigeret op med ca. 6 % for alm vandløb og ca. 20 % for vandløb, der er sø-afløb. De tilsvarende tal for 2015 er hhv. 3,8 % og 4,3 %. Total P er ikke korrigeret for nærværende. De korrigerede data danner grundlag for beregning af stoftransporten af N og P i denne rapport. Med denne korrektion kan DCE fjerne det faglige forbehold, der grundet analysefejl har været på total N-koncentrationer i vandløb fra denne periode.

For total N-koncentration i søprøver er der konstateret analysefejl i perioden 2007 til første kvartal 2017. DCE har derfor anbefalet, at total N-koncentrationer korrigeres i denne periode (Larsen et al. 2020). Der er dog endnu ikke foretaget en sådan korrektion, og udviklingen i total N-koncentrationen i denne periode må derfor tolkes med et forbehold. I afrapportering af data fra søovervågningen er resultater af analyser af total N og total P fra 2016 og første kvartal af 2017 indtil videre udeladt.

For hav er der ikke rapporteret total N og P, da prøverne ikke er endeligt genoprettet. Derimod er der ikke fejl i analyserne af nitrat og fosfat, hvorfor disse indgår i årets rapport, hvor det er relevant.

Næringsstoffer

Der er siden 1990 generelt sket en markant reduktion i indhold af kvælstof i overfladevandsmiljøet. Dette hænger overordnet godt sammen med reduktion i kilderne, angivet som udviklingen i gødningsanvendelsen og i udledning fra rensningsanlæggene. Kvælstofoverskuddet (kvælstof tilført marken minus kvælstof fjernet ved høst) var i 2019 det laveste siden 2013 og 2014 grundet det høje høstudbytte i 2019. Eventuel effekt af ændringer i kvælstofoverskuddet på udvaskningen af kvælstof vil være afhængig af en række faktorer, heriblandt brugen af efterafgrøder.

Den samlede kvælstoftilførsel fra land til havet var i 2019 ca. 74.000 ton N – mod 50.000 ton N i 2018. Såfremt der tages højde for år til år variationer i afstrømningen (normaliseret), var tilførslen i 2019 på ca. 67.000 ton N og dermed fortsat højere end i 2018, hvor den var 55.000 ton. Dette afspejler bl.a., at normaliserin-

gen ikke tager højde for effekten af fx en tørkeramt høst i 2018 med en efterfølgende unormalt stor kvælstofpulje i jorden. Desuden har det tørre efterår i 2018 betydet, at en del af det kvælstof, der normalt ville være udvasket i 2018, først blev udvasket i starten af 2019.

Kvælstoftilførslen fra land til havet har overordnet set været på samme niveau de seneste ca. 10 år, men med en forholdsvis lav tilførsel i 2018 efterfulgt af en høj tilførsel i 2019, et mønster der vurderes især at kunne tilskrives de specielle vejrforhold i disse to år og de afledte effekter på landbruget.

Det er endnu for tidligt at vurdere den samlede effekt af det øgede forbrug af kvælstof og de kompenserende efterafgrøder, der blev muliggjort med Fødevare- og landbrugspakken i 2015.

For fosfor har der siden 1989 været en markant reduktion i fosforindhold i fersk- og kystnært overfladevand, som hovedsageligt er båret af en forbedret spildevandsrensning – primært på de store rensningsanlæg og særskilte industrielle udledere – frem til ca. år 2000. For vandløb er koncentrationen af total fosfor faldet med knap 40 % i perioden, mens reduktionen i fosfortilførslen til havet er reduceret med omkring 70 %. I det kystnære overfladevand ses en reduktion i koncentrationen af uorganisk fosfor på knap 80 %.

Metaller og organiske miljøfarlige stoffer

Overfladevand og jord tilføres væsentlig mere zink med nedbør end nogen af de andre metaller. Der var en betydelig nedgang i tilførslen fra 1989 til ca. årtusindeskiftet. De seneste ca. 10 år er tilførslen af metaller kun faldet svagt sammenlignet med tidligere, og for zink har der været en svag stigning.

Pesticider er blandt de organiske miljøfarlige stoffer i overvågningen. Ligesom de foregående år blev pesticidet prosulfocarb, som anvendes på vintersæd i efterårsmånederne, fundet i størst mængde blandt de stoffer, der er målt for i nedbør. Våddepositionen af prosulfocarb var i 2019 væsentligt højere end i 2018, hvilket skyldes den større nedbørsmængde i efteråret 2019.

Luft

I 2019 viste målingerne af kvælstofdioxid og partikler ingen overskridelser af EU-grænseværdierne. Tærsklen for information af befolkningen om høje ozonniveauer ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemiddelværdi) blev overskredet én gang på Sjælland og Fyn i sommeren 2019.

For alle luftforureningskomponenter gælder det, at der er sket et markant fald i koncentrationerne i løbet af den periode, hvor målingerne har fundet sted. Der var ingen overskridelser af grænse- og målværdierne for forureningskomponenter omfattet af EU's luftkvalitetsdirektiver. For langt hovedparten ses fald i luftkoncentrationerne, hvilket generelt set er i overensstemmelse med udviklingen i udledningerne. For et fåtal af luftforureningskomponenterne er der dog ikke sket et fald, hvilket for eksempel gælder for ozon og kobber.

Beregningerne på helbredseffekter af den samlede luftforurening i Danmark viser omkring 4.600 for tidlige dødsfald i 2019. Antallet af for tidlige dødsfald er omkring 10 % højere end angivet ved den seneste årsrapportering for 2018.

Stigningen fra sidste år skyldes ikke øget luftforurening men omfattende ændringer i modelberegningerne, herunder anvendelse af opdaterede opgørelser over udledningerne, ændring i de anvendte meteorologiske data og en forbedret kalibreringsmetode. De samlede eksterne omkostninger relateret til luftforurening i Danmark er estimeret til omkring 85 milliarder kr. i 2019.

Grundvand

Vandmiljøhandlingsplanerne har haft effekt på grundvandets nitratindhold. Det afspejles i en tydelig sammenhæng mellem nitratindholdet i det iltholdige grundvand som funktion af grundvandets alder og overskuddet af kvælstof ved landbrugsproduktionen et givent år. De seneste seks prøvetagningsår har nitratindholdet i det iltholdige grundvand i gennemsnit været lavere end kravværdien.

Der blev i 2019 fundet et eller flere pesticider eller nedbrydningsprodukter fra pesticider i 58 % af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen. Kravværdien på 0,1 µg/l var overskredet i 22,6 % af indtagene. Kravværdien for summen af målte stoffer på 0,5 µg/l var overskredet i 9,2 % af indtagene. Andelen af undersøgte indtag, hvor der blev fundet pesticider, var i 2018 og 2019 større end i de foregående år. Dette tilskrives, at grundvandsovervågning i 2018 og 2019 omfattede nogle nedbrydningsprodukter af pesticider, som der ikke hidtil havde været undersøgt for eller kun undersøgt for i få indtag. Disse stoffer blev fundet med større hyppighed end de stoffer, der hidtil er undersøgt for. Der har siden 2017 været undersøgt for flere af disse nedbrydningsprodukter i vandværkernes indvindingsboringer. Det har betydet, at der er fundet indhold over kravværdien ved et større antal boringer end de foregående år.

Vandløb

Dette års vandløbsrapport omfatter resultaterne af de biologiske undersøgelser fra kontrolovervågningens tilstandsstationer, undersøgt i perioden 2017-2019. Data fra denne type stationer har ikke tidligere været afrapporteret. Resultaterne viser, at den økologiske tilstand generelt er lav på tilstandsstationerne, da 3-57 % af stationerne når målopfyldelse ift. vandrammedirektivets målsætninger for smådyr (57 %), vandplanter (29 %) og fisk (3-44 %).

Da der kun er undersøgt en delmængde af de 3800 tilstandsstationer, der er planlagt undersøgt i løbet af perioden 2017-2021, kan man ikke på baggrund af de nærværende analyser sige noget om den generelle tilstand på denne stationstype. Især for fisk er datagrundlaget meget sparsomt.

Søer

Søerne, som indgår i kontrolovervågningen af tilstand, viser en generel forbedring i de vandkemiske parametre siden 1989. Denne forbedring er dog primært foregået i begyndelsen af perioden. Hvis man sammenligner udviklingen mellem de seneste to seksårige perioder (2008-2013 og 2014-2019), ses en generel forværring, eftersom der er en signifikant stigning i søernes indhold af total N, total P og klorofyl. De mest markante ændringer ses for næringsstofferne; for sigtddybe ses der ingen signifikant ændring. Der må dog tages et forbehold for, at resultaterne for næringsstoffer kan være påvirket af de analysefejl, der er sandsynliggjort i perioden 2007-2017.

Marine områder

Udbredelsen af iltsvind var i september 2019 på niveau med 2017 og lidt mindre end i 2018, og godt halvdelen af iltsvindsarealet var påvirket af kraftigt iltsvind. Udbredelsen af iltsvind i september har varieret noget de seneste ca. 10 år med forholdsvis udbredt iltsvind i 2009, lille udbredelse i årene 2010-12 og mellem udbredelse i årene 2013-2017 afbrudt af et forholdsvis udbredt iltsvind i 2016. En meget væsentlig del af variationen i udbredelsen af iltsvind skyldes vejræssige forhold (primært vind og temperatur). Tilførslen af næringsstoffer er dog en grundlæggende faktor for, at der kan udvikles udbredt iltsvind.

Mængden af planktonalger i kystvandene målt som klorofyl *a* var på næsten samme niveau som i 2016-2018 (lidt højere end 2018, men lavere end 2016) og dermed højere end de forudgående år. Niveauet svarer til niveauet i 1990'erne og i 2000'erne. Udbredelsen af planter i havet (ålegræs og tang) er generelt forøget i årene 2009-2013, men den positive udvikling er i flere områder stagneret i de seneste år. Bundfaunaen i de åbne indre farvande har vist fremgang i antallet af arter siden et lavpunkt i 2008, mens der i 2019 fortsat var indikationer på dårlige forhold for bundfaunaen i Nordsøen og Skagerrak og en del kystnære områder. Der er således lidt forskelligartede signaler i forhold til udviklingen de seneste ca. 10 år i de marine parametre.

Natur

Naturtypeovervågningen omfatter i år resultaterne af kortlægningen af 43 terrestriske habitatnaturtyper i perioden 2016-2019. I alt er kortlagt 119.410 ha inden for den gamle afgrænsning af habitatområderne (gældende til november 2018), svarende til 38 % af habitatområdernes landareal. Justeringerne af Natura 2000-områdernes grænser har medført en forøgelse af det samlede kortlagte areal på 14.259 ha. Rapporteringen analyserer arealændringer og naturtilstand for både den gamle og den nye habitatområdefafgrænsning.

Artsovervågningen i 2019 omfattede i alt otte arter af dyr, planter og en mos på habitatdirektivets Bilag II og IV. Det var hasselmus, hedepletvinge og grøn mosaikguldsmed samt karplanterne mygblomst, gul stenbræk, enkelt månerude, fruesko samt blank seglmos.

Fugleovervågningen omfatter ynglefugle og trækfugle. Rapporten giver status for 44 ynglefugle på fuglebeskyttelsesdirektivets Bilag I, som alle indgår i udpegningsgrundlagene for de danske fuglebeskyttelsesområder. DCE, Aarhus Universitet har overvåget status for skarv som ynglefugl, og Miljøstyrelsens har i 2018-2019 overvåget de øvrige ynglefuglearter. DCE's overvågning af trækfugle omfatter 49 arter, hvor to behandles på underartsniveau (sædgås og knortegås). Efter en omlægning af programmet i 2017 er kadencen nu hvert andet år på alle tællinger på nær midvinter- og fældefugletællinger. Siden 1980'erne har der hvert sjette år været gennemført landsdækkende fældefugletællinger (senest i 2018). NOVANA-optællingerne af vandfugle er koordinerede med de internationale tællinger og indgår i vurderingen af de internationale flyway-bestande.

Summary

For the sake of clarity, the summary is very brief. This means that the underlying data basis and reservations, e.g. in relation to uncertainties of results or specific conditions in a single year, are not included, but can be found in the scientific background reports. It is therefore necessary to consult these scientific reports if, for example, the results are to be used in a decision-making process.

The reporting of data is affected by the laboratory error analyses of total N and total P that were made for surface water in 2016 and the first quarter of 2017. It has been possible to restore data on total N and total P in streams for use in the calculation of nutrient transport and nutrient inputs to the sea from all of 2016 and part of 2017, when the analysis errors occurred.

The analyses of total N and P total have the same type of error from the period 2009-14 as well as a corrective requirement in the first half of 2015. In connection with the present reporting, data has been restored in streams for the period 2009-2015, where total N in streams in the period 2009-2014 has been corrected by approx. 6% for ordinary streams and approx. 20% for streams that are lake drains. The corresponding figures for 2015 are 3.8% and 4.3%, respectively. Currently, total P has not been corrected. The corrected data form the basis for the calculation of the nutrient transport of N and P in this report. With this correction, DCE can discard the academic reservations related to total N-concentrations in streams from this period due to analysis errors.

For total N concentration in lake samples, analysis errors were found in the period 2007 through the first quarter of 2017. DCE has therefore recommended that total N concentrations be corrected for this period (Larsen et al. 2020). However, such a correction has not yet been made, and the development in the overall N concentration in this period must therefore be interpreted with reservation. In the reporting of data from the monitoring of lakes, the analysis results of total N and total P from 2016 and the first quarter of 2017 have so far been omitted.

For the sea, total N and total P have not been reported, as the samples have not been definitively restored. On the other hand, there are no errors in the analyses of nitrates and phosphate, which is why they have been included in this year's report where relevant.

Nutrients

Since 1990, there has been a significant reduction in the content of nitrogen in the surface water environment in general. This generally correlates well with a reduction of sources, listed here as the development in fertiliser use and in emissions from wastewater treatment plants. In 2019, the nitrogen surplus (nitrogen added to the field minus nitrogen removed by harvesting) was the lowest since 2013 and 2014 due to the high yields in 2019. A possible effect of changes in the nitrogen surplus on the leaching of nitrogen depends on a number of factors, including catch crops.

In 2019, the total nitrogen input from soil to sea was approximately 74,000 tons N – against 50,000 tons N in 2018. If the year-to-year variations in the runoff (normalised) are taken into account, the inflow in 2019 was approx. 67,000 tons N and was, thus, still higher than in 2018, where it was 55,000 tons. Among other things, this reflects that the normalisation does not take into account the effect e.g. of the drought-affected harvest in 2018 with a subsequent abnormally large nitrogen pool in the soil. In addition, the dry autumn in 2018 meant that part of the nitrogen that would normally have been leached in 2018 was not leached until the beginning of 2019.

Overall, nitrogen inputs from land to sea have been at the same level for the past approx. 10 years, but with a relatively low input in 2018 followed by a high input in 2019, a pattern which is assessed to be particularly attributable to the specific weather conditions in these two years and the derived effects on the agricultural sector.

It is still too early to assess the overall effect of the increased consumption of nitrogen and the compensatory catch crops, which were made possible by the Food and Agriculture Package in 2015.

Since 1989, there has been a significant reduction in the phosphorus content in fresh and coastal surface water, which is mainly driven by improved wastewater treatment – primarily at the large purification plants and separate industrial emitters – up to approx. year 2000. For streams, the concentration of total phosphorus has decreased by almost 40% during the period, while the reduction in phosphorus input to the sea has been reduced by about 70%. In the coastal surface water, a reduction was found in the concentration of inorganic phosphorus of almost 80%.

Metals and organic environmentally hazardous substances

Through precipitation, surface water and soil receive much more zinc than any other metals. There was a significant decrease in the input from 1989 till about the turn of the millennium. In the past approx. 10 years, the input has only declined slightly compared to previous years, and for zinc there has been a slight increase.

Pesticides are among the organic environmentally hazardous substances included in the monitoring. As in previous years, the pesticide prosulphocarb, which is used on winter cereals in the autumn months, was found in the largest quantity among the substances that were measured in precipitation. The wet deposition of prosulfocarb in 2019 was significantly higher than in 2018 due to greater rainfall in the autumn of 2019.

Air

In 2019, threshold values for nitrogen dioxide and particulate matter were not exceeded. The threshold requiring informing the public of high ozone levels (180 µg/m³ as an hourly mean) was exceeded once on Sealand and Funen in the summer of 2019.

For all air pollutants, there has been a marked decrease in concentrations in the measurement period. Limit and target values were not exceeded for pollutant components covered by the EU's air quality directives. For the vast ma-

jority, air concentrations decreased, which is generally consistent with the development in emissions. However, for a few of the air pollution components no decrease has been found, e.g. for ozone and copper.

Calculations on the health effects of the total air pollution in Denmark show about 4,600 premature deaths as an annual average for the period 2019. The number of premature deaths is approximately 10% higher than stated in the last annual report for 2018. The increase from last year is not due to increased air pollution, but rather to major changes in the model calculations, including the use of updated records of emissions, changes in the meteorological data used and an improved calibration method. The total external costs related to air pollution in Denmark are estimated to about DKK 85 billion in 2019.

Groundwater

The aquatic environment action plans have impacted the nitrate content in groundwater. This is reflected in a clear correlation between the nitrate content of the oxygen-containing groundwater as a function of the age of the groundwater and the surplus of nitrogen from agricultural production in a given year. For the past six years, the nitrate content of the oxygen-containing groundwater has, on average, been below the threshold value.

In 2019, one or more pesticides or degradation products from pesticides were found in 58% of the surveyed input in groundwater monitoring. The threshold value of 0.1 µg/l was exceeded in 22.6% of the intakes. The threshold value for the sum of measured substances of 0.5 µg/l was exceeded in 9.2% of the intakes. The proportion of the studied intakes, where pesticides were found, was greater in 2018 and 2019 than in the previous years. This is attributed to the fact that the groundwater monitoring in 2018 and 2019 included some pesticide degradation products that had not previously been studied or had only been studied in a few intakes. These substances were found with greater frequency than previously studied substances. Since 2017, several of these degradation products have been studied in the waterworks' production wells. This has meant that contents above the requirement value have been found in a greater number of boreholes than in previous years.

Streams

This year's report on streams includes the results of the biological studies from the control-monitoring's condition stations, examined during the period 2017-2019. Data from this type of station has not previously been reported. The results show that the organic state is generally low in the condition stations, as 3-57% of the stations meet the target in relation to the Water Framework directive's objectives for small animals (57%), aquatic plants (29%) and fish (3-44%).

As only a subset of the 3,800 condition stations have been studied in the period 2017-2021, it is not possible, on the basis of these analyses, to say anything about the general condition at this type of station. For fish in particular, the data base is very sparse.

Lakes

The lakes that are part of the control monitoring of the status show general improvement in the water chemistry parameters since 1989. However, the im-

provement was primarily seen at the beginning of the period. When comparing the trend between the last two six-year periods (2008-2013 and 2014-2019) a general deterioration is seen, as there is a significant increase in the lakes' content of total N, total P and chlorophyll. The most significant changes are seen for the nutrients; there is no significant change in Secchi depth. However, reservations must be made in as far that the results for nutrients may be affected by the probable analytical errors in the period 2007-2017.

Marine areas

The prevalence of oxygen depletion in September 2019 was at par with 2017 and slightly less than in 2018, and almost half of the oxygen depletion area was affected by heavy oxygen depletion. The prevalence of oxygen depletion in September has fluctuated somewhat over the past approx. 10 years with relatively widespread oxygen depletion in 2009, decreased prevalence in the years 2010-12 and medium prevalence in the years 2013-2017, interrupted by relatively widespread oxygen depletion in 2016. A significant part of the variation in the prevalence of oxygen depletion is due to weather conditions (primarily wind and temperature). However, the nutrient supply is a fundamental factor in the development of widespread oxygen depletion.

The amount of planktonic algae in coastal waters, measured as chlorophyll *a*, was nearly at the same level as in 2016- 2018 (a little above 2016, but below 2016) and was, thus, above the amount in previous years. The level corresponds to the levels in the 1990s and 2000s. The abundance of marine flora i (eelgrass and seaweed) has generally increased in the years 2009-2013, but the positive development has stagnated in several areas in recent years. The bottom fauna of the open inland waters has shown progress in the number of species since a low point in 2008, but in 2019 there were still indications of poor conditions for the bottom fauna in the North Sea and the Skagerrak and in some coastal areas. Thus, there are mixed signals in relation to the developments in the marine parameters over the past 10 years.

Nature

This year, the nature monitoring includes the results of the mapping of 43 terrestrial habitat types in the period 2016-2019. A total of 119,410 hectares have been mapped within the old delimitation of the habitat areas (applicable to November 2018), corresponding to 38% of the land area of the habitats. The adjustments to the Natura 2000 areas' borders have resulted in an increase in the total mapped area of 14,259 hectares. The report analyses the area's changes and state of nature for both the old and the new habitat delimitations.

The monitoring of species in 2019 consisted of a total of eight species of animals, plants and a moss in the Habitats Directive appendices II and IV. They were dormouse, marsh fritillary and Green hawker as well as the vascular plants fen orchid, yellow marsh saxifrage, least moonwort, lady's slipper orchid and slender green feather-moss.

Bird monitoring includes breeding birds and migratory birds. The report provides the status for 44 breeding birds in Appendix I of the Bird's Directive, all of which are included in the basis for the selection of the Danish bird protection areas. DCE, Aarhus University, has monitored the status of the cormorant as a breeding bird, and in 2018-2019 the Danish Environmental Agency su-

pervised the remaining bird species. DCE's monitoring of migratory birds includes 49 species, of which two are examined at subspecies level (Taiga Bean goose and Brant goose). After a reorganisation of the programme in 2017, the cadence is now every two years on all counts, except mid-winter and trap bird counts. Since the 1980s, nationwide trap bird counts have been carried out every six years (most recently in 2018). NOVANA-counts of waterfowl are coordinated with the international census and are used in the assessment of the international flyway stocks.

1 Kvælstof

Indhold og tilførsel af kvælstof er vigtig for de fleste typer af vand eller natur – uanset om det er grund- / drikkevand, naturområder på land eller havet.

I grund- / drikkevand er det koncentrationen af kvælstof (som nitrat), som har betydning, og i både EU- og national sammenhæng er det nitratindeholdet, der er sat kriterier for. For fx havet eller naturområder på land er det i højere grad mængden (fx i kg N/ha eller ton N/år), der har betydning, idet en for stor tilførsel ændrer det biologiske system i en negativ retning.

Forekomst og udvikling i nitratindehold i grundvand er behandlet i kapitel 5.

Rapporteringen er påvirket af de fejl i laboratorieanalyser af total N og total P, som blev foretaget i overfladevand gennem hele 2016 og første kvartal i 2017, se Larsen et al, 2018. Det har været muligt at genoprette data for total N og total P i vandløb til anvendelse ved opgørelse af transport af næringsstoffer i vandløb (stoftransport) og stoftilførsler til havet fra hele 2016 og den del af 2017, hvor der var analysefejl (Thodsen et al, 2019).

Det er tidligere beskrevet, at der er samme type fejl i nogle af analyserne af total N og P fra perioden 2007-14, og der blev derfor foretaget en foreløbig genopretning af data, der er anvendt som grundlag for beregning af stoftransport i vandløb og stoftilførsel til havet af N og P i Vand og Natur 2018. Total N blev korrigeret op med 1,3 %, mens det ikke var nødvendigt at korrigere total P (Larsen 2018). Det blev samtidig konstateret, at denne foreløbige korrektion ikke var tilstrækkelig til at kompensere for analysefejlen (Larsen et al. 2020, Boutrup et al. 2020). Derfor har DCE arbejdet videre med at afgrænse perioden, der er påvirket af analysefejl, og har udviklet en ny metode til at rette op på Total N-koncentrationer i vandløb (Larsen et al. 2021a,b). Resultatet af disse analyser er, at perioden med behov for korrektion er afgrænset til 2009-2014 (Larsen et al 2021a), hvor den årlige total N-koncentration i gennemsnit korrigeres op med ca. 6 % for almindelige vandløb og ca. 20 % for vandløb, som er sø-afløb. Derudover korrigeres den totale N-koncentration i de to første kvartaler af 2015 (Larsen et al. 2021b), hvilket giver en gennemsnitlig årlig korrektion på 3,8 % for almindelige vandløb og 4,3 % for sø-afløb. Korrektionen af data har medført, at DCE nu betragter total N-koncentration i vandløb som genoprettet, og derfor ikke længere opretholder det faglige forbehold, der har været for total N-koncentrationer i vandløb i denne periode. Der udestår endnu at korrigere total N-koncentrationer i drænvandsprøver og naturvandløb, hvor der skal opstilles separate korrektionsligninger.

For total N-koncentration i søprøver er der ligeledes konstateret analysefejl i perioden 2007 til første kvartal 2017. DCE har derfor anbefalet, at total N-koncentrationer korrigeres i denne periode (Larsen et al. 2020). Der er dog endnu ikke foretaget en sådan korrektion, og udviklingen i total N-koncentrationen i denne periode må derfor tolkes med et forbehold. Resultaterne af undersøgelserne for korrektion af total N i vandløb, der karakteriseres som sø-afløb, understøtter, at der kan være behov for at foretage en genopretning af total N i søer.

Total N og total P-koncentration i marine prøver i perioden 2008-2017 er ligeledes påvirket af analyse fejl. Det vurderes for nuværende ikke muligt at genoprette data for total P (Carstensen et al. 2018), mens der for total N er foretaget en foreløbig korrektion efter Carstensen et al. (2020). Efter den foreløbige korrektion er der identificeret en ny problemstilling omkring total N, som afventer afklaring med Miljøstyrelsen, hvorfor der i årets rapport ikke præsenteres data for total N-koncentrationer i marine områder.

Udover en genopretning af total N-data i perioden 2009-15 er årets rapportering påvirket af, at DMI har udarbejdet et nyt datasæt for både observeret og korrigeret nedbør. Det retter op på en (mindre) del af den inhomogenitet i nedbørsdataserien, der er ses, når man sammenligner nedbøren før og efter 2010 (Andersen (red) et al. 2021; Svendsen, L.M. & Jung-Madsen, S. (red.) 2020). Det nye datasæt medfører, at nedbøren i perioden efter 2010 er justeret op med i gennemsnit knap 2 % på årsplan ift. tidligere rapporteringer. Dette har bl.a. betydning for de opgjorte stoftransporter for hele perioden 1990-2018. Arbejdet med at forbedre nedbørsdatasættet er endnu ikke afsluttet.

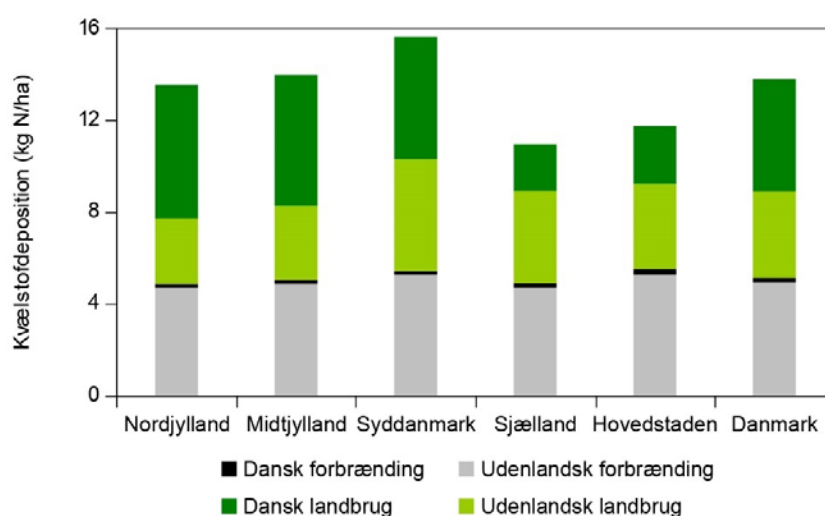
1.1 Kilder til kvælstof i vandmiljøet og på land

Deposition fra luften

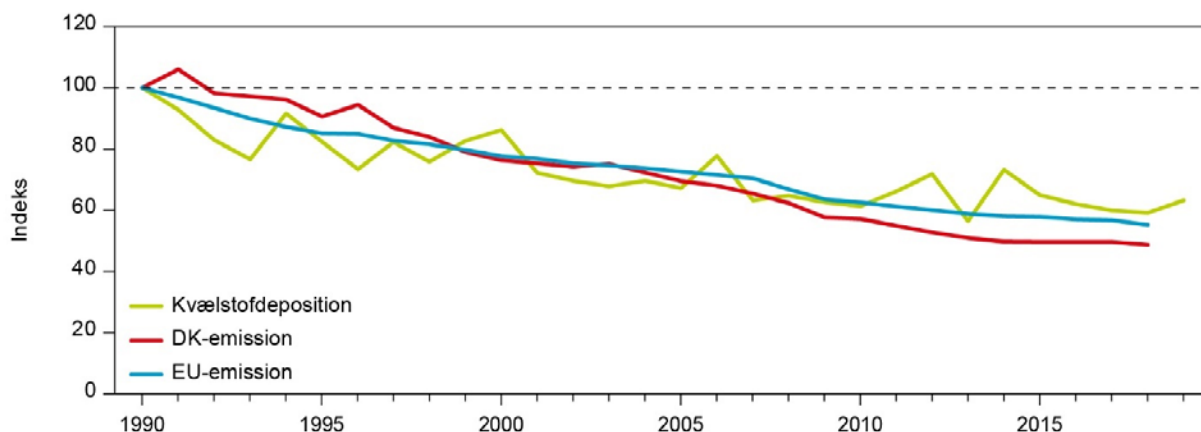
Kvælstofdeposition er det kvælstof, der tilføres landjorden fra luften, og som i hovedsagen kommer fra to kilder – forbrænding (både energi og transport) og landbrug (helt overvejende ammoniak fra husdyrproduktion). For begge elementer er der såvel et dansk som et udenlandsk bidrag. Den samlede deposition betragtes som en kilde til kvælstoftilførsel til vandområder og land, herunder naturområder.

I figur 1.1 er vist kvælstofdepositionen opdelt på danske og udenlandske bidrag samt på geografiske områder af Danmark. Forskelle mellem regioner kan i hovedsagen tilskrives forskelle i dansk landbrugsstruktur, idet der i områder med stor husdyrproduktion (som fx Nord- og Midtjylland) også ses den største deposition.

Figur 1.1. Gennemsnitlig kvælstofdeposition på landarealer fordelt på kilder samt på landsdele (Ellermann et al. 2021).



I figur 1.2 er vist udviklingen i kvælstofdepositionen på landarealerne – sammenlignet med udledningen (emissionen) i hhv. EU og Danmark. Det ses, at udviklingen i kvælstofdeposition i Danmark overordnet følger udviklingen i udledningen i EU og DK, og at der samlet over perioden er sket et fald i kvælstofdepositionen på ca. 40 % siden 1990. Da hovedparten af kvælstofdepositionen stammer fra udlandet, er reduktionerne i de udenlandske kilder årsag til den største del af reduktionen. Faldet i emissionen fra de danske kilder bidrager dog også til faldet i kvælstofdepositionen, navnlig for visse dele af Jylland, hvor omkring 40-45 % af kvælstofdepositionen stammer fra danske kilder.



Figur 1.2. Udvikling i kvælstofdeposition på landarealerne. Værdien er indekseret til 100 i 1990 (Ellermann et al. 2021).

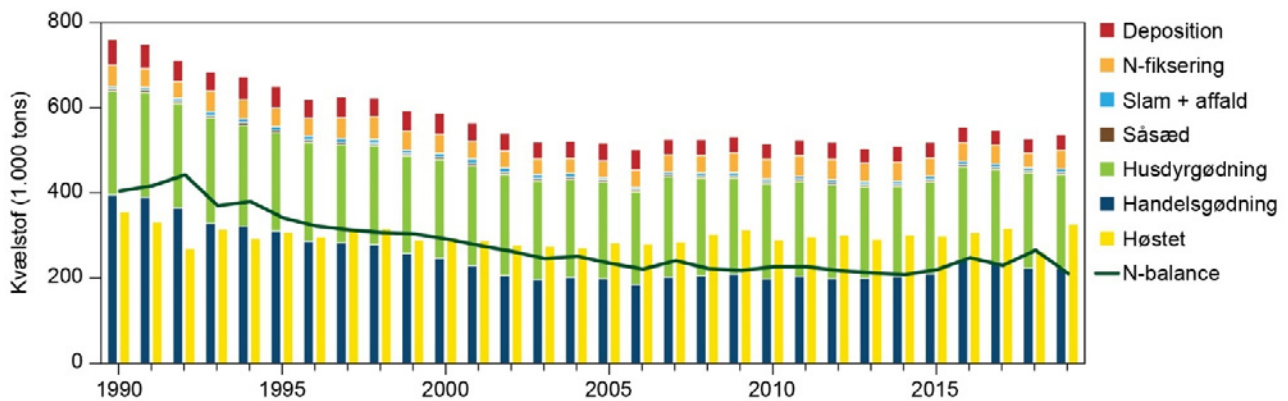
Kvælstofdeposition fra luften til åbne danske farvande skyldes primært tilførsel fra udenlandske kilder. Ca. 12 % stammer fra danske kilder. Samlet set blev der i 2019 tilført 69.000 ton N til åbne danske farvande, hvilket med et samlet farvandsareal på 105.000 km² giver en gennemsnitlig deposition på 6,5 kgN/ha. Den samlede deposition af kvælstof til de danske farvande i 2019 lå derfor på niveau med 2018 (68.000 tons N).

Landbrug

Landbrugets tab af kvælstof sker ikke kun til luften, men også i høj grad til vand – både grundvand og overfladevand. Tabet af kvælstof er tæt knyttet til anvendelsen af gødning – både kunst- og husdyrgødning og af andre dyrkningsforhold som fx tidspunkt for jordbearbejdning og etablering af efterafgrøder.

I figur 1.3 er vist udviklingen i landbrugets anvendelse af kvælstof fordelt på forskellige typer af gødning. N-balancen (kvælstofoverskuddet) angiver forskellen mellem kvælstof, der tilføres marken, og kvælstof, der fraføres ved høst af afgrøder. Samlet set er kvælstofoverskuddet i det dyrkede areal faldet med 193.500 tons (ca. 48 %) i perioden 1990-2019. Af figur 1.3 ses, at kvælstofoverskuddet falder støt frem mod 2006. Der er flere årsager til dette fald – fx bedre udnyttelse af husdyrgødning og reduceret kvælstoftilførsel til markerne. Frem mod 2015 ligger N-balancen nogenlunde stabilt, mens den fra 2016-2019 har varieret en del grundet bl.a. muligheden for at gøde mere, som blev indført i forbindelse med Fødevarer og landbrugspakken, og varierende høstudbytte, der især har været påvirket af vejrfoldene i de enkelte år. Således var høstbyttet i det tørkeramte 2018 det laveste siden registreringerne startede i 1990, og kvælstofoverskuddet blev derfor det højeste siden starten af

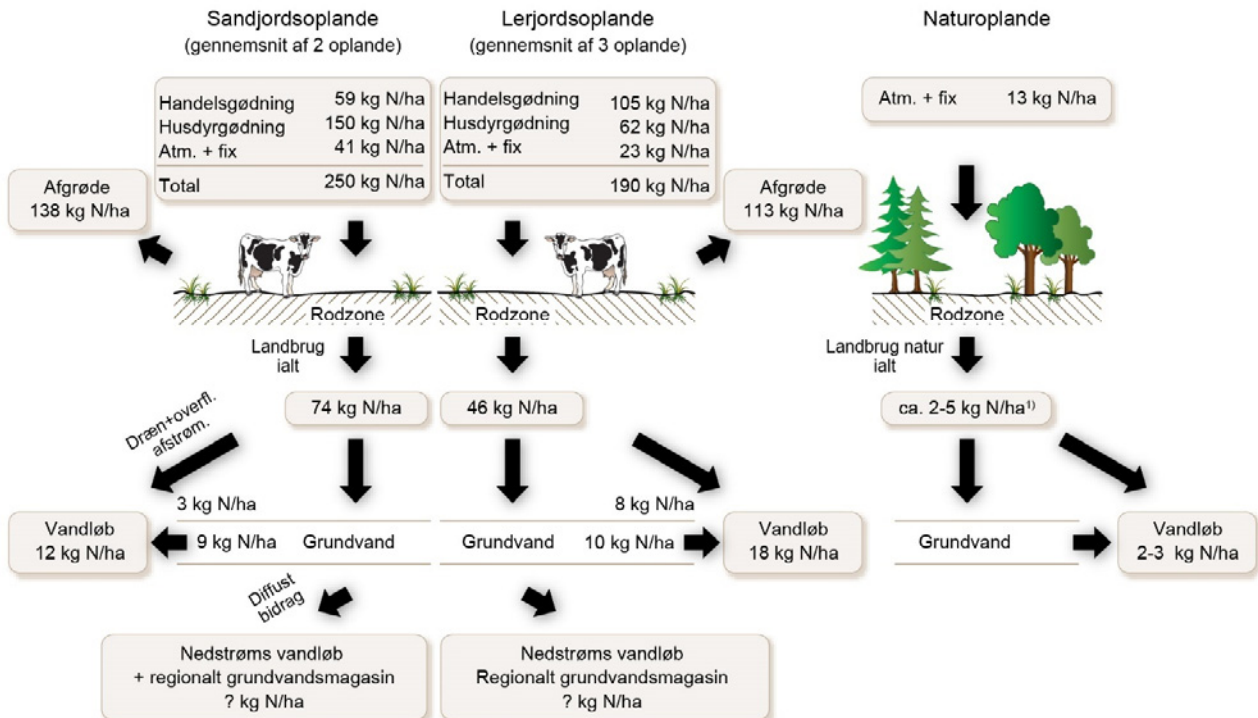
2000'erne. I 2019 derimod var høstudbyttet højt, og kvælstofoverskuddet blev opgjort til 210.900 ton, hvilket er på niveau med overskuddet i 2013 og 2014.



Figur 1.3. Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark, 1990 til 2019 (Blicher-Mathiesen et al. 2021).

I landovervågningsoplandene (LOOP) følges kvælstofkredsløbet i fem små oplande, hvor der indhentes oplysninger om fx afgrøder, gødningsforbrug m.m. Næringsstoffer måles i jordvandet, det øvre grundvand, dræn og i vandløb. I figur 1.4 er vist tabet af kvælstof i disse fem små oplande via forskellige tabsveje.

Det årlige kvælstofkredsløb (2014/15 – 2018/19)



Figur 1.4. Skematiskering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande (Blicher-Mathiesen et al. 2021).¹⁾ Intervallet for naturarealer, henviser til udvaskningen fra henholdsvis gammel natur og landbrugsarealer omlagt til natur.

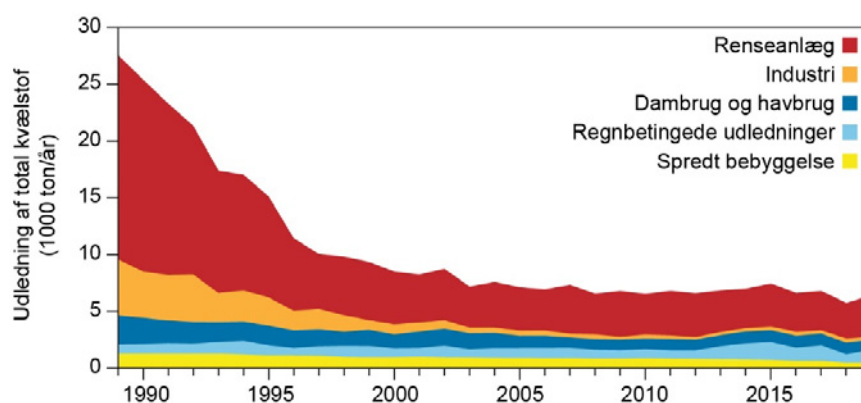
Det fremgår af figur 1.4, at der er store forskelle i kvælstofregnskabet på hhv. sand- og lerjorde. Tabet til rodzonen er næsten dobbelt så stort på sandjorde som på lerjorde. Derimod er tabet til overfladevandet (vandløb) i disse oplande ca. 50 % større på lerjord end på sandjord, hvilket bl.a. skyldes, at en større mængde af vandet (og dermed kvælstoffet) fra lerjordene føres direkte ud i vandløbene via dræn (7 kg/ha på lerjord mod 2 kg/ha på sandjord jf. figur 1.4). På sandjorde siver det kvælstofholdige vand til grundvandet, hvor kvælstoffet i vid udstrækning bliver omsat til luftformigt kvælstof.

Punktkilder

Punktkilder dækker over en række forskellige udledninger af spildevand både fra husholdninger og industri (figur 1.5). På de egentlige renseanlæg (både kommunale og private) samt en række ferskvandsdambrug laves opgørelserne på baggrund af målinger på de enkelte anlæg, mens bidragene fra spredt bebyggelse, regnbetingede udledninger samt nogle ferskvandsdambrug og havbrug er baseret på dels modeller, dels erfaringstal.

Udledningen af kvælstof fra punktkilderne under et er faldet med ca. 80 % over perioden 1989-2019. For renseanlæggene er faldet på omkring 80 %, mens faldet for industrier med særskilte udledninger er ca. 96 % og ferskvandsdambrug 70 %. Der ses samlet set en forøgelse af udledningen fra punktkilder i 2019 sammenlignet med 2018, hvilket primært skyldtes en øget nedbørsmængde i 2019, som især medførte merudledning fra renseanlæg og regnbetingede udledninger (RBU).

Figur 1.5. Udvikling i udledning af kvælstof fra forskellige typer punktkilder (Miljøstyrelsen 2021). Miljøstyrelsen finder ikke anledning til at udføre korrektioner på data grundet analysefejl (se indledning kap. 1).



Udledning til havet

Den samlede tilførsel af kvælstof til havet fra land i Danmark er for 2019 beregnet til ca. 74.000 ton N, hvilket er 49 % mere end i 2018 (50.000 ton N).

Den kraftige stigning i tilførsler mellem 2018 og 2019 skyldes sandsynligvis kombinationen af et nedbørsfattigt 2018 efterfulgt af et nedbørsrigt 2019, hvor der særligt forår og efterår / vinter faldt meget nedbør (se kap. 10), med resulterende højere vandafstrømning og kvælstofudvaskning. Således var den gennemsnitlige afstrømning i 2019 23 % højere end i 2018. Den tørre sommer i 2018 gav desuden en dårlig høst, hvorved en større del af den tildelte kvælstof ikke blev optaget i afgrøderne, men i stedet var tilgængelig for udvaskning. Da efteråret 2018 var forholdsvis tørt, var udvaskningen af næringsstoffer begrænset, og der var således forholdsvis meget kvælstof tilbage i jorden, som kunne udvaskes og tilføres vandmiljøet i første del af 2019. Samtidig var den sidste del af 2019

meget våd (se kap. 10), hvorfor udvaskningen af kvælstof i denne periode ligeledes var høj. Der har derfor i 2019 næsten været to udvaskningssæsoner på et år, idet hovedparten af kvælstofafstrømningen i vinterhalvåret 2018/2019 forekom i foråret 2019 og hovedparten af kvælstofafstrømningen i vinterhalvåret 2019/2020 formentlig også forekom i 2019 pga. det våde efterår i 2019.

En del af forskellen i udledningen i 2018 og 2019 udlignes, når man i stedet for at opgøre udledningen i et kalenderår laver opgørelsen på såkaldte agrohydrologiske år, som går fra 1. april til 31. marts. Derved vil udvaskningen i foråret 2019 blive indregnet i året 2018/19, mens udvaskningen i efteråret 2019 først medregnes i året 2019/20.

I figur 1.6 er vist udviklingen i den samlede tilførsel af kvælstof til havet fra land. Figuren viser udviklingen fordelt på agrohydrologiske år. Opgørelsen er lavet, så forskelle imellem årene som følge af variation i vejrforholdende (fx nedbør) søges udlignet så meget som muligt ved at tage højde for variationen i vandafstrømningen igennem vandløbene (afstrømningsnormaliseret). Det er dog ikke muligt helt at udligne alle forskellene – fx ses et dyk i 1995/96, hvor det var ekstremt tørt.

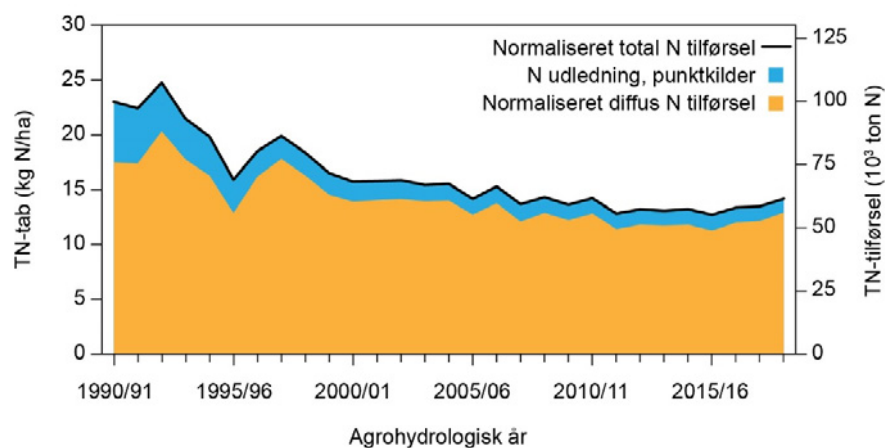
Figuren viser udviklingen i den samlede udledning af kvælstof opdelt i punktkilder og diffus udledning (primært landbrugstab), men også baggrundsbelastning (tab fra udyrkede arealer samt spredt bebyggelse). Som det fremgår af figuren, bidrager punktkilderne i dag med kun knap 10 % af den samlede udledning.

For senest opgjorte agrohydrologiske år 2018/2019 fås en årlig normaliseret total tilførsel på ca. 61.000 tons N/år, hvor den i 2017/2018, blev opgjort til 58.000 tons.

Såfremt man ser på normaliseret kvælstoftilførsel opgjort på kalenderår, er forskellen mellem dette og sidste års rapportering betydeligt større. I 2019 var kvælstoftilførslen på ca. 67.000 ton N, hvor den i 2018 var 55.000 ton N. For de fem år forud for 2019 (2014-2018) har den normaliserede kvælstoftilførsel været mellem 55.000-59.000 ton N/år med et gennemsnit for perioden på 57.000 ton N/år.

Der er siden 1990 sket en reduktion i kvælstoftilførslen på omkring 45 % (beregnet ud fra udviklingen i vandføringsvægtede koncentrationer). Kvælstoftilførslerne fra diffuse kilder er faldet med omkring 35 % siden 1990.

Figur 1.6. Udvikling i normaliseret diffust total kvælstoftab og udledning fra punktkilder opgivet som areal tab (TN-tab, kg N/ha på venstre y-akse) samt kvælstoftilførsel (TN-tilførsel, i 1000 ton N på højre y-akse) til havet fra land beregnet for agrohydrologisk år (1. april-31. marts) (Thodsen et al. 2021).



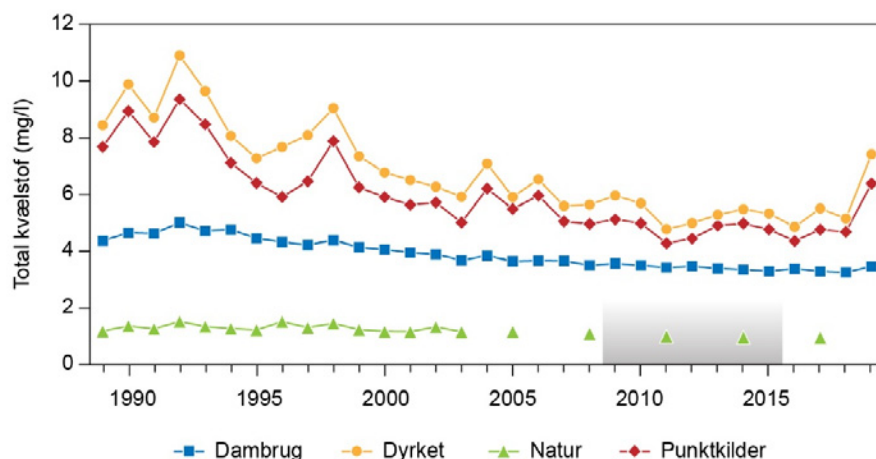
Det er endnu for tidligt at vurdere effekten af det øgede forbrug af kvælstofgødning og de kompenserende tiltag som fx efterafgrøder, der blev muliggjort med Fødevarer- og landbrugspakken i 2015.

1.2 Resulterende effekter i vandområder

Effekten af de reduktioner, der er sket i kvælstofkilderne, kan også måles ude i overfladevandsområderne.

Der ses en markant reduktion i kvælstofindholdet i vandløb gennem perioden (figur 1.7). For vandløbene under et er kvælstofkoncentrationen faldet ca. 35 % siden 1989. De seneste 5-10 år har indholdet overordnet set været nogenlunde konstant for de fleste vandløb, men i 2019 er koncentrationen i mange vandløb dog steget markant i forhold til de senere år. Dette skyldes blandt andet, at en dårlig høst i 2018 efterlod meget kvælstof i jorden, der først blev udvasket med den megen nedbør i 2019.

Figur 1.7. Udvikling i total kvælstofkoncentration i vandløb siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger (Thodsen et al. 2021). Total kvælstofkoncentrationer for naturvandløb er præsenteret med mørk baggrund for perioden 2009-2015, da disse data ikke er korrigerede på samme måde som øvrige total kvælstof data (se kap. 1).

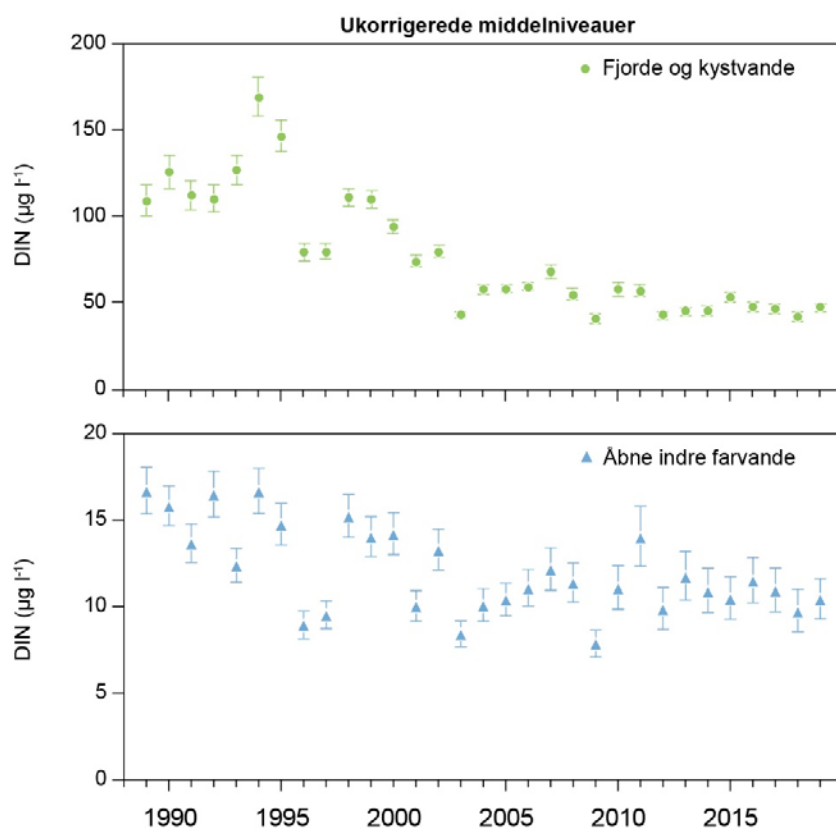


På grund af fejlanalyser er det ikke muligt at vise udviklingen i koncentrationen af total N i havet. I figur 1.8 er vist udviklingen i den opløste uorganiske del af kvælstofindholdet (DIN), der som årsmiddel kun udgør en mindre andel af det totale kvælstofindhold. I 2019 var årsmiddelen for DIN-koncentrationen 47 $\mu\text{g/l}$ i fjorde og kystvande, hvilket er lidt højere end det tørre 2018 men på niveau med 2016 og 2017.

Udviklingen i denne andel af kvælstof er dog tydelig, især i perioden 1994 til 2003, som det fremgår af figur 1.8. Koncentrationen i fjorde og kystvande, hvor de danske tilførsler betyder mest, er faldet fra et niveau på ca. 125 $\mu\text{g/l}$ i de tidlige 1990'ere til et niveau på 40-60 $\mu\text{g/l}$ i de seneste år. Koncentrationen i 2019 var reduceret med 62 % sammenlignet med middel for 1989-1994.

Årsmiddel af opløst uorganisk kvælstof i overfladevand i de åbne indre farvande var 10 $\mu\text{g/l}$ i 2019 og var gennemsnitlig for perioden siden 2001. Koncentrationen er reduceret med 32 % ift. middel i perioden 1989-1994, hvilket er betydelig mindre markant end i fjorde og kystvande, hvor den er faldet med 62 %.

Figur 1.8. Udvikling i årsmiddel-koncentrationen af opløst uorganisk kvælstof i fjorde og kystvande (●) og åbne indre farvande (▲) (Hansen og Høgslund (red.) 2021).



2 Fosfor

Tilførsel af fosfor (P) til vandområder som følge af menneskelig aktivitet er en væsentlig årsag til forurening. Især søer og fjorde og i nogen grad mere åbne havområder er påvirkede 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 hvor der har været meget lave fosforindhold vil en forøgelse påvirke mængden af alger, der vokser på bunden af vandløb. Forhøjet fosforindhold synes desuden at indvirke på arts-sammensætningen af vandplanter. Der kan fra sted til sted være store geologisk (naturligt) betingede forskelle i fosforindholdet i det grundvand, der strømmer ud til vandområderne.

Rapporteringen er påvirket af de fejl i laboratorieranalyser af total N og total P, som blev foretaget i overfladevand gennem hele 2016 og første kvartal i 2017, se Larsen et al. 2018. Det har været muligt at genoprette data for total N og total P i vandløb til anvendelse ved opgørelse af transport af næringsstoffer i vandløb (stoftransport) og stoftilførsler til havet fra hele 2016 og den del af 2017, hvor der var analysefejl (Thodsen et al. 2019).

Det er tidligere påpeget, at der er samme type fejl i nogle af analyserne af total N og total P fra perioden 2007-14, og der blev derfor i forbindelse med afrapportering af vandløbsdata fra 2018 foretaget en foreløbig genopretning af total N-koncentrationer, mens det ikke blev fundet nødvendigt at korrigere total P-koncentrationer i perioden. Der i forbindelse med nærværende rapportering foretaget en yderligere genopretning af total N-koncentrationer (se afsnit 1), mens der ikke er foretaget yderligere ift. fosfor.

For total N- og total P-koncentration i søprøver er der ligeledes konstateret analysefejl i perioden 2007 til første kvartal 2017. DCE har derfor anbefalet, at total N-koncentrationer korrigeres i denne periode (Larsen et al. 2020), mens det ikke var muligt på baggrund af de tilgængelige datasæt at udvikle en korrektionsligning for total P-koncentrationer. Derfor må udviklingen i total P-koncentrationen i denne periode tolkes med et forbehold.

Total N og total P-koncentration i marine prøver i perioden 2008-2017 er ligeledes påvirket af analysefejl. Det vurderes for nuværende ikke muligt at genoprette data for total P (Carstensen et al. 2018). Der præsenteres derfor ikke data for total P-koncentrationer i marine områder i årets rapport.

Udover en genopretning af data er årets rapportering påvirket af, at DMI har udarbejdet et nyt datasæt for både observeret og korrigeret nedbør. Det retter op på en (mindre) del af den inhomogenitet i nedbørsdataserien, der er ses, når man sammenligner nedbøren før og efter 2010 (Andersen (red) et al. 2021; Svendsen, L.M. & Jung-Madsen, S. (red.) 2020). Det nye datasæt medfører, at nedbøren i perioden efter 2010 er justeret lidt op med i gennemsnit knap 2 % årligt ift. tidligere rapporteringer. Dette har bl.a. betydning for de opgjorte stoftransporter for hele perioden 1990-2018. Arbejdet med at forbedre nedbørsdatasættet er endnu ikke afsluttet.

2.1 Tilførsel til overfladevand

Figur 2.1 (øverst) viser den samlede mængde fosfor, som løber til havet omkring Danmark. I 2019 var det i alt ca. 2.100 ton fosfor eller ca. 25 % mere end i 2018, der dog også havde den næstlaveste tilførsel siden overvågningsprogrammet startede i 1990.

Vandafstrømningen var i 2019 23 % højere end i 2018 som konsekvens af et meget nedbørsfattigt og samtidig meget varmt og solrigt 2018 efterfulgt af et vådt 2019.

Der har været en meget stor reduktion i fosfortilførslerne (knap 70 % baseret på vandføringsvægtede koncentrationer) sammenlignet med det første måleår 1990, hvor udledningen til havet var ca. 6.000 ton fosfor.

I figur 2.1 (nederst) er fosfortilførslen udjævnet i forhold til år til år forskelle i afstrømningen og omregnet til en vandføringsvægtet koncentration. Dermed er det nemmere at se hvilken udvikling, der har været gennem perioden 1990-2019. Der har været et markant fald frem til ca. årtusindeskiftet, og derefter har der ikke været nogen særlig udvikling.

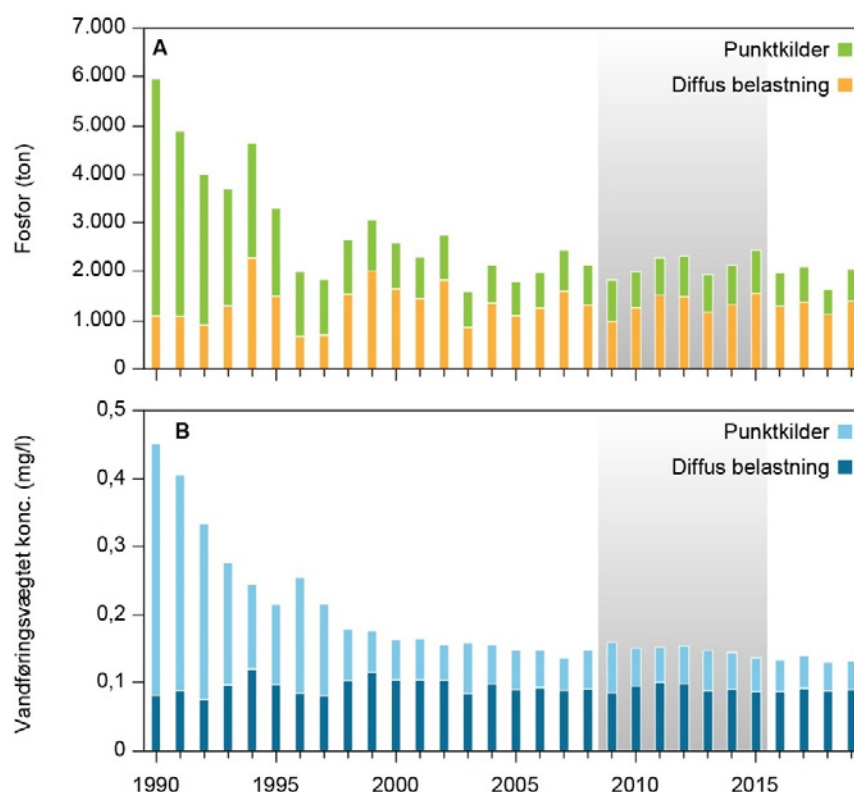
Denne udvikling med den store reduktion frem til ca. år 2000 er båret af en tilsvarende stor reduktion i punktkildebidraget (renseanlæg m.m.), idet punktkilderne omkring 1990 stod for omkring 80 % af den samlede udledning, men nu er reduceret til godt 30 %. I figur 2.2 er punktkildebidraget delt ud på de forskellige typer af punktkilder. Den store reduktion i den samlede punktkildeudledning er især sket på renseanlæg (92 %) og fra industri (99 %), mens fosforudledninger fra ferskvandsdambrug er reduceret med ca. 80 %, og den samlede reduktion for alle punktkilder er på ca. 90 % siden 1989 (Miljøstyrelsen 2021). Renseanlæg er fortsat den største fosforpunktkilde. Miljøstyrelsen har ændret opgørelsesmetode for regnbetingede udledninger og fra spredt bebyggelse. Fra 2018 er den estimerede mængde af fosfor, som en person producerer pr. år (1 PE), ændret fra 1,0 kg P / år til 0,72 kg P / år, hvilket afspejler sig direkte i udledningerne fra både regnbetingede udløb og fra den spredte bebyggelse (Arildsen og Vezzaro, 2019). Fosforindholdet pr. PE i spildevandet har været faldende over en årrække, men ændringen i opgørelsesmetoden betød et ekstra fald i opgørelserne fra 2018 (Miljøstyrelsen 2021).

Fra 2004 til 2017 har reduktionen i udledningen af fosfor fra punktkilder overordnet set været stagnerende. Men fra 2017 til 2018 er den opgjorte udledning faldet med en tredjedel grundet ovennævnte metodeændringer og lave udledninger fra regnbetingede udløb (grundet beskedne nedbørsmængder i 2018). I 2019 er niveauet af udledninger højere end i 2018, hvilket bl.a. skyldes en øget nedbørsmængde, der især har påvirket udledningerne fra renseanlæg og regnbetingede udløb (figur 2.2).

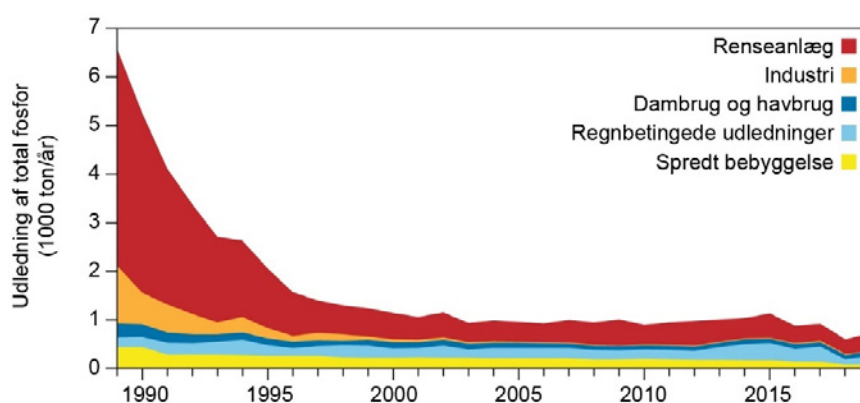
Som det fremgår af figur 2.1, er den diffuse fosfortilførsel i dag betydeligt større end udledningen fra punktkilderne. Den diffuse tilførsel består af bidrag fra flere kilder – et bidrag fra spredt bebyggelse, et bidrag fra dyrkningen af jorden samt et baggrundsbidrag, dvs. et bidrag fra naturområder uden menneskelig påvirkning. Der har ikke på landsplan været en sikker udvikling i det diffuse bidrag i perioden 1989-2019 (se figur 2.5), mens der findes et sikkert fald i ca. halvdelen af målte vandløb i dyrkede oplande uden spildevandsudledninger af betydning. ”Fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark” (Andersen & Heckrath, 2020) beskriver den samlede fosforudledning i perioden 2014 – 2018 opgjort til ca. 2.000

tons fosfor. En kildeopsplitning viser, at egentlige punktkilder udgør ca. 31 % af den samlede udledning, mens spredt bebyggelse, baggrundsbidrag og landbrugsbidrag tegner sig for hhv. 4 %, 36 % og 29 %.

Figur 2.1. Udvikling i samlet tilførsel af fosfor til havet og i den vandføringsvægtede fosfor koncentration. Perioden 2009-2014 er skraveret grundet analyse problemer, som kan betyde underestimering af fosfor jf. indledningen til kapitel 1 (Thodsen et al. 2021).



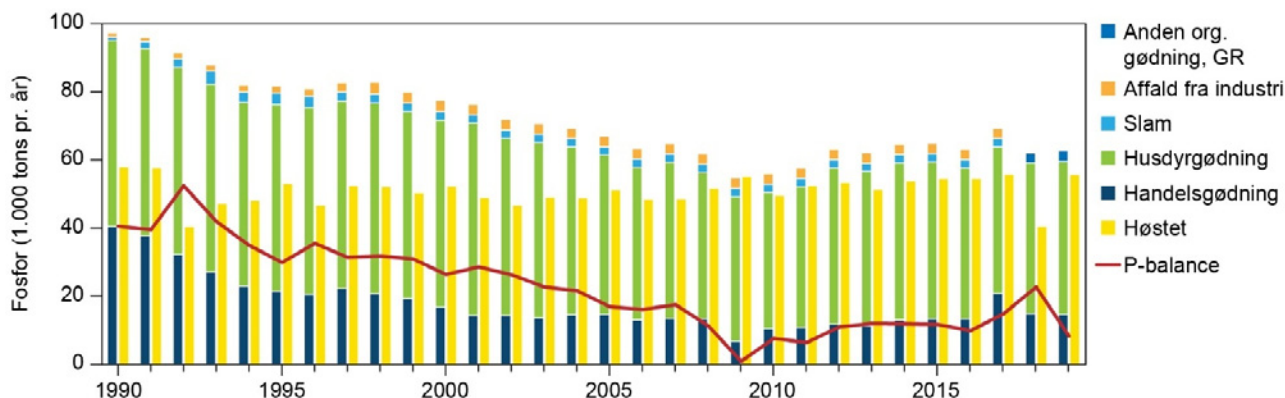
Figur 2.2. Udviklingen i de årligt udledte mængder af fosfor opdelt på forskellige punktkilder (Miljøstyrelsen 2021). Miljøstyrelsen finder ikke anledning til at udføre korrektioner på data grundet analysefejl (se indledning kap. 1).



Det diffuse bidrag indeholder et bidrag, som stammer fra dyrkningen af jorden. Der er overordnet to veje, ad hvilke fosfor fra dyrkning kan komme til overfladevand – via dræn (udvaskning og små partikler) og overfladisk afstrømning, fx når det regner kraftigt. Hertil kommer erosion af vandløbsbrinker.

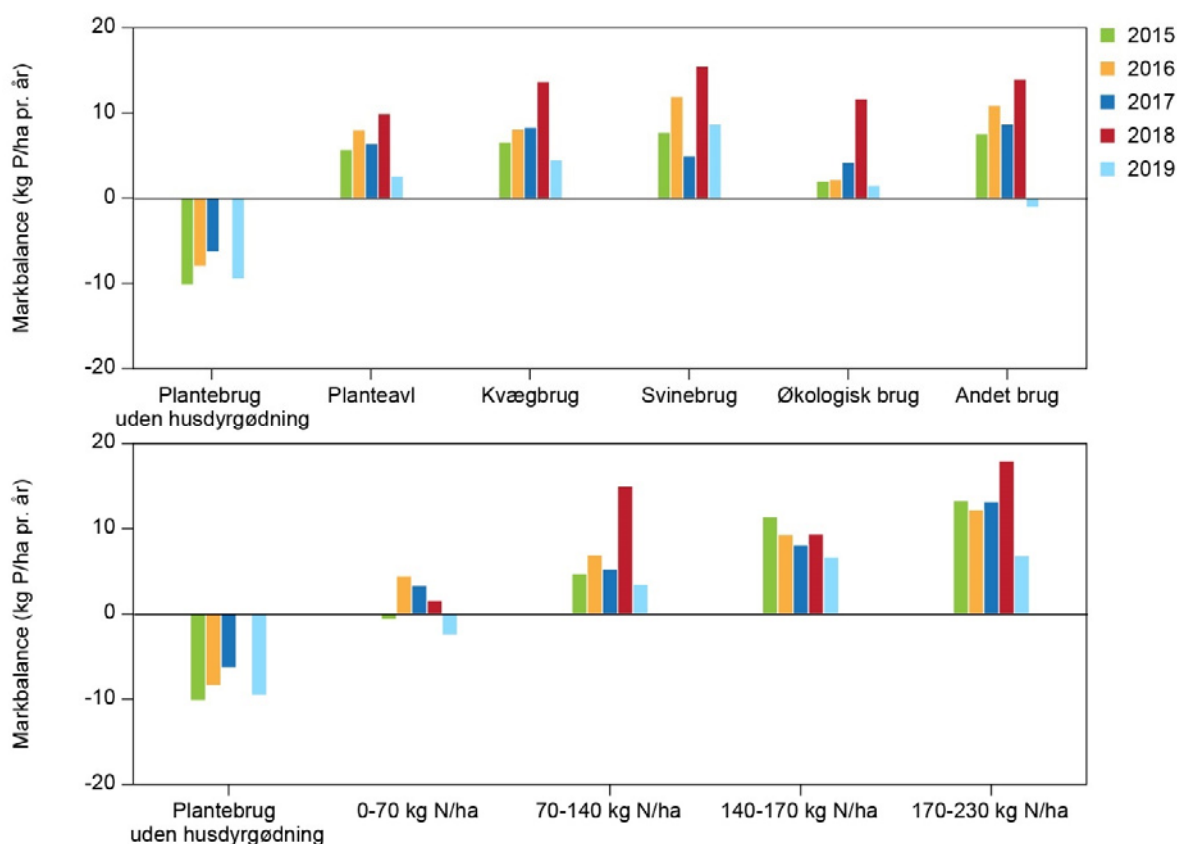
Uanset transportvej er jordens indhold af fosfor væsentlig. I figur 2.3 ses udviklingen i fosforregnskabet for dansk landbrug. En vigtige information er P-balancen (eller P-overskuddet), som viser forskellen mellem udbragt fosfor (fx med gødning) og det, der fjernes via høst m.m. Figuren viser, at overskuddet (P-balancen i figur 2.3) er faldet fra ca. 40.500 tons P i 1990 til omkring 10.000

tons i perioden 2012-2017, mens den var knap 25.000 tons P i 2018 grundet mindre høstudbytte. I 2019 var høstudbyttet stort, og kombineret med en lavere gødningstildeling resulterede det i et markoverskud på 8.300 ton.



Figur 2.3. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1990 til 2019 (Blicher-Mathiesen et al. 2021).

Det er også værd at bemærke, at fosforoverskuddet de seneste par år på landsplan har været af samme størrelse som den tildelte handelsgødning, dvs. at det helt overordnet set ikke har været nødvendigt at anvende handelsgødning. Et mindre forbrug af handelsgødning vil dog kræve, at den samlede tilgængelige fosformængde fra især husdyrgødning, kan fordeles mere ensartet i Danmark.



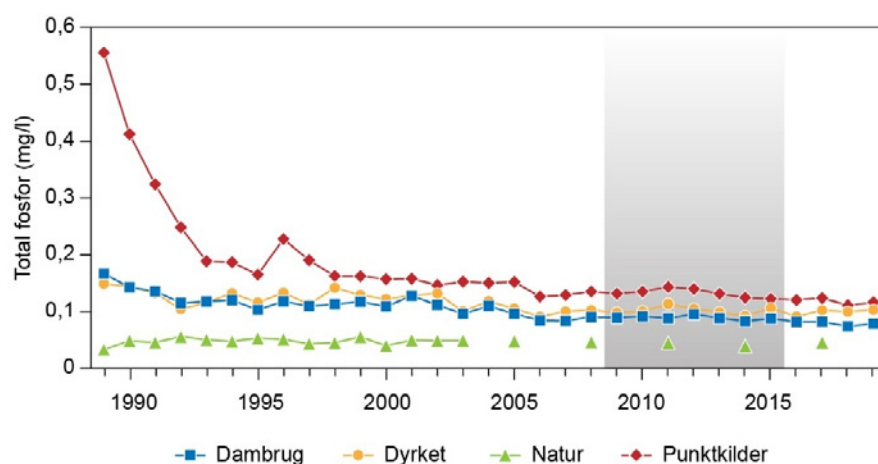
Figur 2.4. Fosforoverskud 2015-2019 i marken i landovervågningsoplandene på ejendomme med forskellig brugstype og forbrug af husdyrgødning (Blicher-Mathiesen et al. 2021).

Der er meget store forskelle i overskuddet mellem forskellige produktionstyper i landbruget. Figur 2.4 viser overskuddet på forskellige bedriftstyper. Det er her klart, at mens der er et decideret underskud (dvs. der bliver fjernet mere P med høstede afgrøder end der tilføres med gødning) på "rene" planteavlbrug, er der et overskud på bedrifter med dyrehold (forbrug af husdyrgødning svarer overodnet til dyretæthed). Det betyder også, at der er regionale forskelle i fosforoverskuddet, idet husdyrproduktionen i høj grad er koncentreret vest for Storebælt.

2.2 Udvikling i fosforindhold i overfladevand

Figur 2.5 viser udviklingen i koncentrationen af fosfor i vandløb med forskellige dominerende fosforkilder ("dambrug" angiver fx vandløb, hvor der var en væsentlig dambrugsproduktion af ørreder i 1991. I nogle af disse vandløb er dambrugsdriften dog ophørt efter 1991). Ved at anvende vandføringsvægtede koncentrationer tages der højde for forskellige afstrømningsforhold årene imellem. For vandløb under et er koncentrationen af total P gennemsnitligt faldet med ca. 38 % fra 1989-2019. Koncentrationen er især faldet markant i de punktkildebelastede vandløb samt i vandløb påvirket af dambrug. Den gennemsnitlige fosforkoncentration i mange vandløb uden særlig punktkildebelastning har de seneste år ligget på godt 0,1 mg P/l.

Figur 2.5. Udvikling i fosforkoncentration i vandløb siden 1989. Gennemsnit af vandføringsvægtede årsmiddelværdier for vandløb med forskellige påvirkninger klassificeret i 1991 (Thodsen et al. 2021). Perioden 2009 til 2015 er markeret med grå baggrund, da TP-analyser for denne periode er under udredning for at være udført med en forkert metode, der underestimerer fosforkoncentrationen (se afsnit 1.4.2).

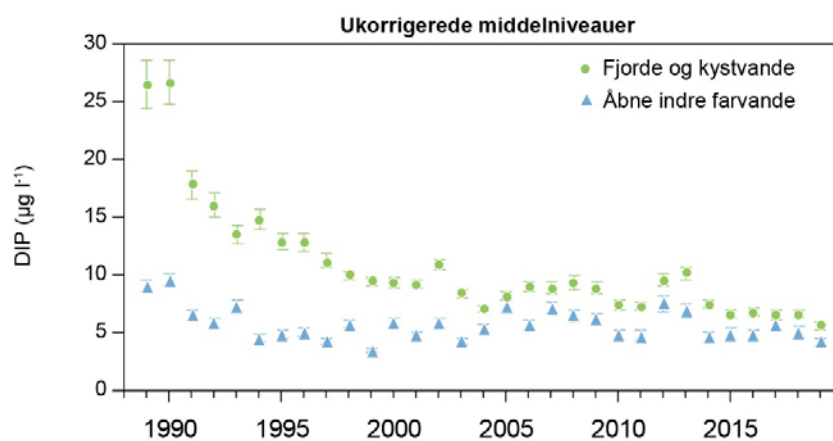


På grund af fejlanalyser er det ikke muligt at vise udviklingen i koncentrationen af total P i havet. I figur 2.6 er der vist udviklingen i den opløste uorganiske del af fosforindholdet (DIP), der som årsmiddel kun udgør en mindre andel af det totale fosforindhold.

Koncentrationen af opløst uorganisk fosfor i fjorde og kystvande er faldet fra et niveau på 25-30 $\mu\text{g/l}$ i omkring 1990'ere til 6-7 $\mu\text{g/l}$ i de seneste år. I forhold til 1989 er DIP reduceret med 79 % i 2019. Koncentration i 2019 er den hidtil laveste. Der er også sket et mindre markant fald i koncentrationen af DIP i de åbne dele af de danske farvande, hvor koncentrationen har stabiliseret sig på et niveau på 4-6 $\mu\text{g/l}$.

Der var tidligere betydeligt større koncentrationer af opløst uorganisk fosfor i fjorde og kystvande i forhold til i de åbne farvande, men forskellen er blevet markant mindre. Da påvirkning fra danske landområder er størst i fjorde og kystvande, er det et tegn på, at den danske indsats for at nedbringe udledning af fosfor til havmiljøet med bl.a. spildevandsrensning har båret frugt.

Figur 2.6. Udvikling i årsmiddelkoncentrationen af opløst fosfor i fjorde og kystvande (●) og åbne indre danske farvande (▲). (Hansen og Høgslund (red.) 2021).



3 Metaller og organiske miljøfarlige forurenende stoffer

En række metaller og organiske miljøfarlige forurenende stoffer er på vandrammedirektivets liste over prioriterede stoffer. Det er særligt disse stoffer samt stoffer, der udledes i betydende mængde, der er fokus på i overvågningen af overfladevand, mens der i overvågning af grundvand er særligt fokus på pesticider. Ved overvågning af luft er der især fokus på metaller og pesticider.

Metaller findes naturligt i jordskorpen og spredes herfra til det omgivende miljø, hvor flere af metallerne er essentielle for levende organismer. Hvis koncentrationen af såvel essentielle som ikke-essentielle metaller er højere end den naturlige baggrundskoncentration, kan de være et problem for levende organismer. Især tungmetallerne bly, cadmium og kviksølv kan være et problem, da de er giftige ved lavere koncentrationer end eksempelvis zink. Metaller har udbredt anvendelse i dagens industrielle samfund.

Organiske miljøfarlige forurenende stoffer er menneskeskabte stoffer, som ikke findes naturligt i miljøet, og der er derfor ikke et naturligt baggrundsniveau af disse stoffer. Undtaget herfra er tjærestoffer (PAH), som dannes naturligt ved nedbrydning af organisk materiale, men brugen af fossil brændsel har øget mængden af PAH ud over det niveau, som alene skyldes naturlige processer.

Forekomsten af metaller og organiske miljøfarlige forurenende stoffer overvåges i luft og spildevand, som er blandt væsentlige kilder til forekomsten af metaller og organiske miljøfarlige forurenende stoffer i overfladevand (Tørslev, 2020). Desuden overvåges forekomsten i ferskvand og marine områder samt grundvand. I dette års rapportering indgår data fra målinger i luft, søer og marine områder samt grundvand (kapitel 5).

Resultatet af målinger af miljøfarlige forurenende stoffer i perioden 2008-2019 sammenfattes i en selvstændig rapport (Boutrup et al. 2021). Rapporten er som udgangspunkt en opdatering af en rapport om 'miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, tilstand og udvikling i 2004-2012' (Boutrup et al. 2015).

3.1 Metaller i vandmiljøet

Spildevand og atmosfærisk deposition er væsentlige kilder til metaller i overfladevand i koncentrationer, der er højere end baggrundskoncentrationen af metallerne. Årsagen til forhøjede koncentrationer af metaller og andre sporstoffer (letmetaller og ikke-metaller, fx bor) i grundvandet er normalt lokalt geologisk betinget eller skyldes frigivelse fra jordlagene som følge af grundvandssænkning.

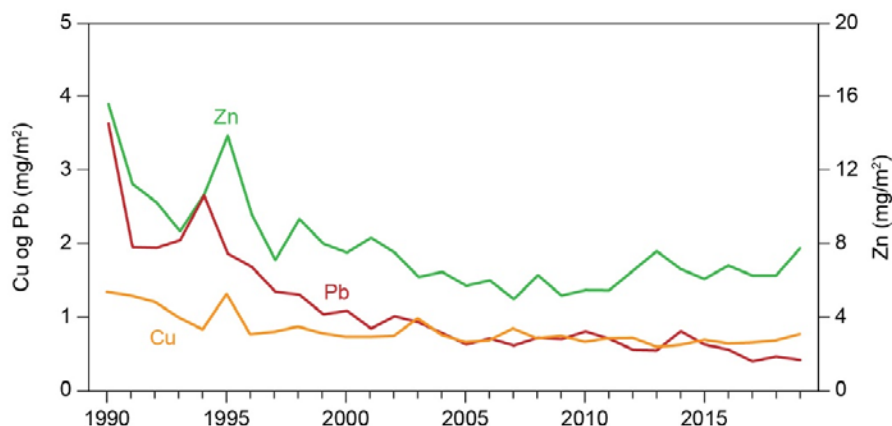
3.1.1 Metaller i luft

Luftens og nedbørens indhold af metaller er undersøgt ved målinger på henholdsvis to og seks stationer.

Tilførslen af zink med nedbør til overfladevand og jord er væsentlig større end for nogen af de andre metaller. Der er sket en betydelig nedgang i depo-

sitionen af metaller siden 1989 med den største nedgang frem til ca. årtusindeskiftet (figur 3.1). De seneste ca. 10 år er depositionen kun faldet svagt sammenlignet med tidligere, og for zink ses en svag stigning siden 2010.

Figur 3.1. Udvikling i depositionen af bly (Pb), kobber (Cu) og zink (Zn) i perioden 1990-2019 (Ellermann et al. 2021).



3.1.2 Metaller i søer

Ved kontrolovervågningen i 54 søer er der i perioden 2017-2019 undersøgt for en række tungmetaller i sediment, mens kviksølv er undersøgt i fisk. Metallerne blev fundet i alle sedimentprøver, men med stor spredning i koncentrationerne.

Der er fastsat miljøkvalitetskrav for bly, cadmium og vanadium i sediment (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017). Miljøkvalitetskravet for bly var overskredet i enkelte af de i alt 54 undersøgte søer, mens det for vanadium var overskredet i mere end halvdelen af søerne. Miljøkvalitetskravene for cadmium og vanadium er fastsat i forhold til baggrundskoncentrationerne.

Fisk fra de undersøgte søer, i de fleste tilfælde aborre, havde alle – med en enkelt undtagelse - kviksølvindhold, der var højere end miljøkvalitetskravet for kviksølv i fisk. En mulig forklaring på det lavere kviksølvindhold i fiskene fra den ene sø er, at fiskene fra denne sø var mindre og dermed sandsynligvis yngre end fiskene fra de andre søer, og dermed havde haft kortere tid til at opkoncentrere kviksølv.

3.1.3 Metaller i marine områder

Metaller er i marine områder målt i ca. 45 prøver af muslinger og kviksølv er desuden målt i 30 prøver af fisk.

Der er fastsat miljøkvalitetskrav for bly, cadmium og kviksølv i biota (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017). Koncentrationen var i de fleste af de i 2019 undersøgte muslingeprøver højere end disse miljøkvalitetskrav. Kviksølvindholdet i fisk var højere end miljøkvalitetskravet i 81 % af de undersøgte fisk, og i et enkelt tilfælde højere end grænseværdien for fødevarer. Indholdet af bly og cadmium var i alle tilfælde lavere end grænseværdien for fødevarer.

3.2 Organiske miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet

Organiske miljøfarlige forurenende stoffer tilhører samlet set en række forskellige stofgrupper med vidt forskellig anvendelse, og det er derfor også forskelligt, hvad der er den væsentligste kilde til deres forekomst i vandmiljøet. For en række stoffer er spildevand den væsentligste kilde, mens det for andre stoffer er tilførsel med luften eller udvaskning fra overfladen, enten til overfladevand eller til grundvand, der er de væsentligste kilder.

3.2.1 Organiske miljøfarlige forurenende stoffer i luft

I den atmosfæriske deposition måles en række pesticider og nedbrydningsprodukter af pesticider. De pesticider, der måles, har alle en vis evne til at fordampe. De største bidrag til våddosition af pesticider kom i 2019 ligesom i de seneste foregående år fra prosulfocarb, terbuthylazine og nedbrydningsproduktet desethylterbuthylazin. Prosulfocarb har bidraget mest til den samlede deposition med den største deposition om efteråret, dvs. lige efter sprøjtning i vintersæd. Terbuthylazin er ikke godkendt til anvendelse i Danmark, og det antages derfor, at det er kommet til Danmark med luftbåren transport.

I 2019 er der gennemført døgnmålinger af luftkoncentrationen af prosulfocarb i perioden, hvor prosulfocarb typisk bliver anvendt, dvs. slut september til start november. Ved at sammenholde resultaterne herfra med meteorologiske data når man frem til, at det er mest sandsynligt, at størstedelen af den målte prosulfocarb i luften stammer fra udbringning på danske marker med vintersæd. Undersøgelserne har dog også vist, at der formentligt kan komme et bidrag fra anvendelse af prosulfocarb i vores nabolande.

3.2.2 Organiske miljøfarlige forurenende stoffer i søer

Søsediment er ved kontrolovervågningen i perioden 2017-2019 ud over metaller undersøgt for en række organiske miljøfarlige forurenende stoffer. Det omfatter aromatiske kulbrinter, alkylphenoler, PAH, blødgørere og organotinforbindelser.

De undersøgte stoffer inden for grupperne af aromatiske kulbrinter og PAH blev med få undtagelser fundet i sedimentet i de fleste af de undersøgte søer. Blandt alkylphenolerne var 4-nonylphenol og nonylphenolmonoethoxylater de eneste, der blev fundet, og kun i 4-8 % af de undersøgte søer. Blødgørerne DEHP og diisononylphthalat er med fund i henholdsvis 61 % og 30 % af de undersøgte prøver de hyppigst fundne i denne stofgruppe. Monobutyltin er den hyppigst fundne (82 %) blandt de undersøgte organotinforbindelser.

Der er fastsat miljøkvalitetskrav for naphthalen, methylnaphthalener og nonylphenol i sediment (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017). Koncentrationen af naphthalen var højere end miljøkvalitetskravet i enkelte af de undersøgte søer, mens koncentrationen af methylnaphthalener var højere end miljøkvalitetskravet i mere end halvdelen af de undersøgte søer. Der blev ikke fundet overskridelse af miljøkvalitetskravet for nonylphenol.

3.2.3 Organiske miljøfarlige forurenende stoffer i marine områder

Målinger af organiske miljøfarlige forurenende stoffer omfatter måling af blødgørere i sediment, PAH og organotinforbindelser i muslinger og i fisk dioxiner og furaner, klorerede pesticider, bromerede flammehæmmere og

perfluorerede forbindelser. Desuden måles de biologiske effekter af miljøfarlige forurenende stoffer i marine områder.

En række stoffer blev fundet i koncentrationer, der var højere end de fastsatte miljøkvalitetskrav. Det gælder naphthalen, hvor koncentrationen i ca. en tredjedel af de undersøgte muslingeprøver var højere end miljøkvalitetskravet. Koncentrationen af en af PAH'erne, benzo(b+j+k) var højere end miljøkvalitetskravet i ca. en tiendedel af muslingeprøverne.

I fiskeprøverne var koncentrationen af bromerede flammehæmmere højere end miljøkvalitetskravet ved alle stationer (28) undtagen en. Dioxinkoncentrationen var højere end miljøkvalitetskravet i 14 ud af 18 prøver. Ved en enkelt station var koncentrationen væsentlig højere end miljøkvalitetskravet, nemlig 180 gange højere. Vurderingen af koncentrationerne af bromerede flammehæmmere og dioxiner er baseret på, at koncentrationer under detektionsgrænsen er indregnet med værdien nul. Ifølge overvågningsbekendtgørelsen skal koncentrationer under kvantifikationsgrænsen (sv.t. 3*detektionsgrænsen) indregnes med værdien nul (Miljø- og Fødevareministeriet 2016), og altså ikke med den målte værdi således som i de gennemførte beregninger.

Den biologiske effekt af miljøfarlige forurenende stoffer er undersøgt ved målinger på muslinger og ålekvabbe samt undersøgelse af fiskeyngel. Forekomsten af alvorligt misdannede ålekvabbeunger og fejludviklede fiskeunger i øvrigt var i 2019 ved den ene af to stationer på et niveau, der indikerer væsentlige økotoksikologiske effekter ved vurdering ud fra kriterier fastsat af OSPAR.

4 Luft

Formålet med Overvågningsprogrammet for luftkvalitet i danske byer er at overvåge luftforurening af betydning for sundhed. Denne del af NOVANA er sammen med overvågningen af grundvand de eneste dele af NOVANA, hvor overvågningen sker med henblik på at vurdere den direkte indvirkning på den menneskelige sundhed.

Der måles på koncentrationer af svovldioxid, kvælstofilter (NO_x/NO_2), partikelmasse (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$), partikelantal, benzen og toluen, kulilte, ozon (O_3), udvalgte metaller som bly, arsen, cadmium, kviksølv og nikkel, samt tjærestoffer (PAH'er) og flygtige kulbrinter (VOC'er), der kan føre til dannelse af ozon.

Der anvendes en kombination af målinger og modelberegninger til at vurdere, om EU's grænseværdier for luftkvalitet er overholdt, og udviklingen i koncentrationer over årene følges. Der er fastsat grænse- og målværdier for flere af de målte stoffer.

4.1 Ingen NO_2 - og partikeloverskridelser

4.1.1 NO_2 -målinger

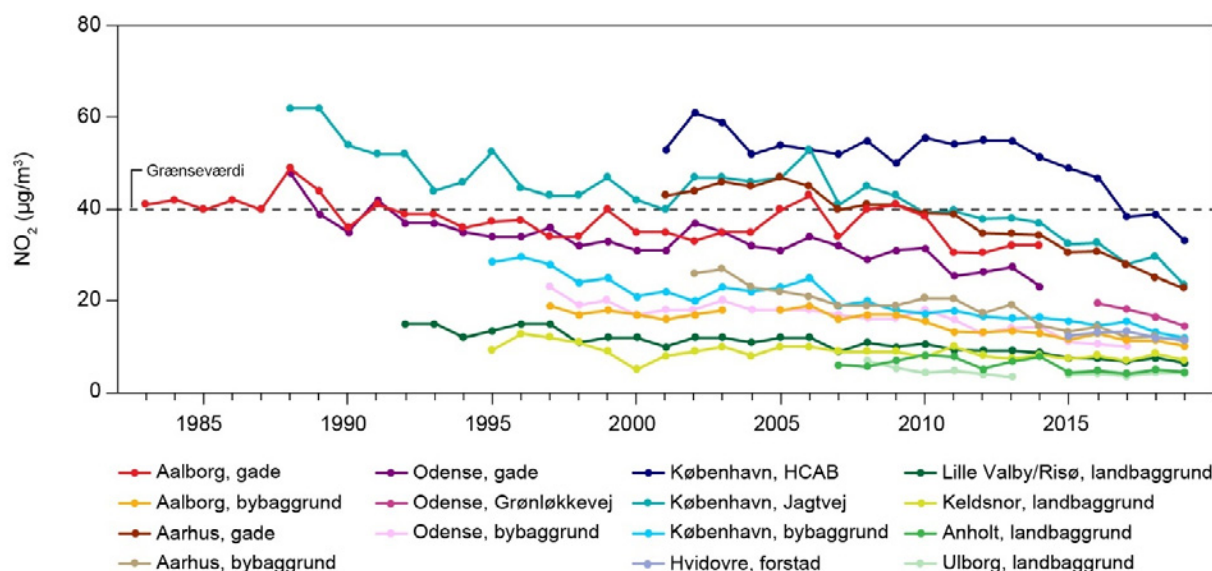
Kvælstofdioxid (NO_2) irriterer luftvejene og har direkte effekt på helbredet. De, der er mest følsomme over for NO_2 , er folk med luftvejslidelser, ældre mennesker og børn.

De højeste årsmiddelværdier for kvælstofdioxid ses i trafikerede gader, hvilket skyldes, at en stor del af udledningerne af kvælstofoxider kommer fra vejtrafik.

Figur 4.1 giver status for luftkvaliteten for kvælstofdioxid ved målestationerne i 2019. Årsmiddelkoncentrationerne ligger ved alle målestationer under EU-grænseværdien på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der er fastsat af hensyn til langtidseffekter (årsmiddelværdien af kvælstofdioxid, må ikke overskride $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i et kalenderår (EU, 2008)). Ved den mest forurenede gademålestation (H.C. Andersens Boulevard) var årsmiddelværdien næsten 20% under grænseværdien.

EU's luftkvalitetsdirektiv fastlægger ligeledes en grænseværdi for korttidseksponeringen for kvælstofdioxid. Denne grænseværdi angiver, at timemiddelværdien ikke må overskride $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mere end 18 gange i løbet af et kalenderår. I forhold til grænseværdien var timemiddelværdierne af kvælstofdioxid meget lave, og der var ingen overskridelse af grænseværdien for timemiddelværdien af kvælstofdioxid i 2019.

For kvælstofdioxid har udviklingen været svagt fald i 1980'erne og begyndelsen af 1990'erne, som blev efterfulgt af stort set uændrede niveauer i slut 1990'erne og begyndelsen af 2000'erne. Fra omkring 2005 og til i dag er der til gengæld sket en markant reduktion i luftkoncentrationerne af kvælstofdioxid på op mod 50%.

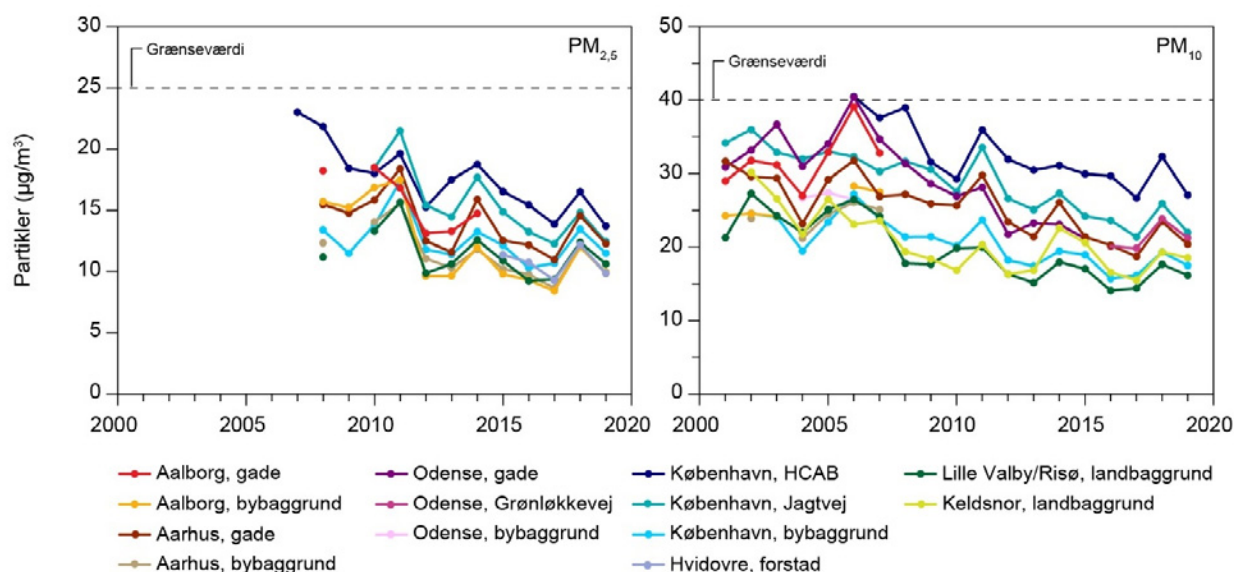


Figur 4.1. Udviklingstendens for årsmiddelværdier af NO₂. Den stiplede linje angiver EU's grænseværdi (EU, 2008). Det markant anderledes forløb, som ses for H.C. Andersens Boulevard, skyldes omlægning af vejbanerne på H.C. Andersens Boulevard i 2010, som flyttede trafikken tættere på målestationen (for yderligere detaljer se Ellermann et al. 2020).

4.1.2 Partikelmålinger og måling af elementært kulstof

Partikelforurening består af en kompleks blanding af partikler i forskellige størrelser med forskellig fysiske og kemiske egenskaber, som varierer meget fra en lokalitet til en anden.

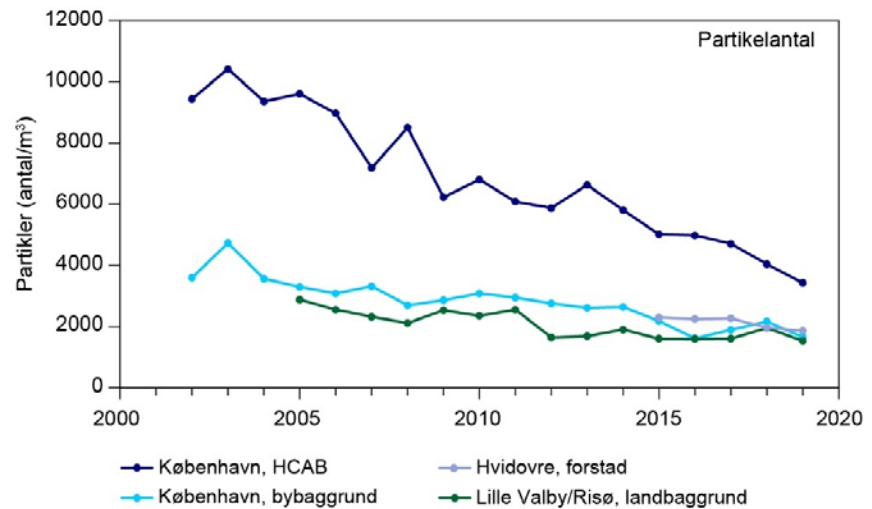
Af figur 4.2 fremgår, at årsmiddelværdierne for både PM_{2,5} (partikler med mindre diameter end 2,5 µm) og PM₁₀ (partikler med en diameter op til 10 mikrometer) i gennemsnit er omkring 50 % under grænseværdierne på gademålestationerne, som er der, hvor de højeste koncentrationer forekommer som følge af trafikken i gaderne. Antallet af dage, hvor døgnmiddelværdien overskrider 50 µg / m³, ligger også betydeligt under grænseværdien. Der var derfor ingen overskridelse af grænseværdierne for partikelforureningen i 2019 ved nogen af målestationerne.



Figur 4.2. Udviklingstendens for årsmiddelværdier af PM_{2,5} og PM₁₀. De stiplede linjer angiver grænseværdierne for årsmiddelværdien af PM_{2,5} og PM₁₀ (EU, 2008).

Partikelantallet varierer fra omkring 3.400 partikler per cm^3 på gademålestationen og ned til omkring 1.500 partikler per cm^3 på landbaggrundsmålestationen (figur 4.3). Der er ingen grænseværdier at sammenligne disse værdier med.

Figur 4.3. Udviklingstendens for antallet af partikler med diameter i intervallet 40 – 478/550 nm.

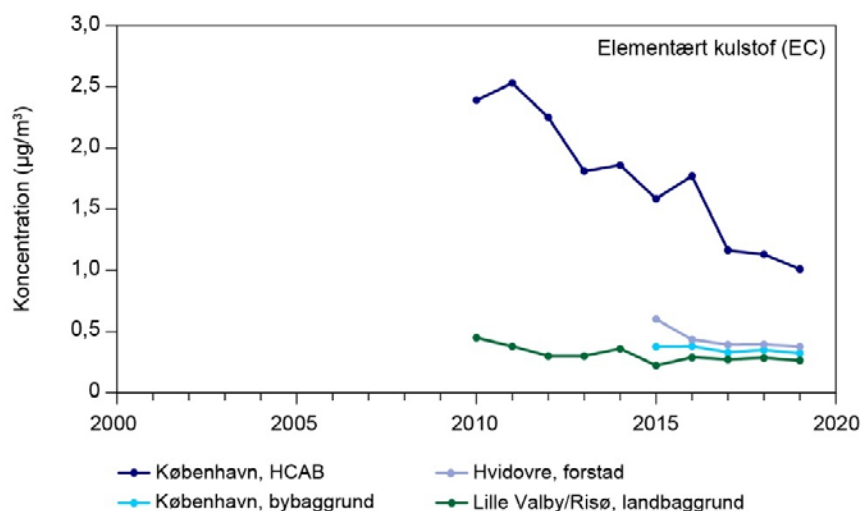


Målingerne af PM_{10} begyndte i 2001, mens målinger af $\text{PM}_{2,5}$ først blev påbegyndt i 2007/2008 i forbindelse med revision af EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008). Udviklingstendensen for årsmiddelværdien af henholdsvis $\text{PM}_{2,5}$ og PM_{10} er, at $\text{PM}_{2,5}$ er faldet med 20-40 % og PM_{10} er faldet med 35-45 % siden opstart af målingerne i henholdsvis 2007/2008 og 2001.

Udviklingstendensen for partikelantal er et markant fald. Siden 2002 er partikelantallet faldet med henholdsvis 65 % og 45 % ved henholdsvis gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard og bybaggrundsmålestationen i København. Målinger i landbaggrund ved Risø er først begyndt i 2005, men siden da er partikelantallet faldet med næsten 50 %. Tidsserien for målingerne i forstad (Hvidovre) er relativt kort (begyndt 2015), men siden opstart er partikelantallet faldet med omkring 20 %. Udviklingstendensen er dog forbundet med stor usikkerhed, da der kun foreligger fem års målinger i Hvidovre.

Elementært kulstof (EC) er den del af den luftbårne partikelforurening, som udgøres af kulstof alene. I daglig tale omtales det ofte som sod, da en stor del af elementært kulstof kommer fra en ufuldstændig forbrænding (for eksempel i udstødning fra køretøjer). Elementært kulstof omtales også som black carbon (BC), fordi elementært carbon er sort. Kemisk set er der stor forskel på de to parametre. Elementært kulstof er et mål for mængden af kulstofatomer i en given prøve (μg elementært kulstof per m^3), hvilket måles med en kemisk analyse af prøven. Black carbon er et mål for, hvor "sort" prøven er, hvilket måles med en absorptionsmåling (kan omregnes til enheden $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Typisk vil der være 10-15 % forskel mellem resultaterne for de to forskellige parametre. Der er dog forskel fra lokalitet til lokalitet.

Figur 4.4. Årsmiddelværdier for elementært kulstof i 2019.



Ved målestationen på H.C. Andersens Boulevard er der målt et fald på omkring 60 % siden 2010 af elementært kulstof. Elementært kulstof stammer primært fra lokale kilder, og faldet på H.C. Andersens Boulevard skyldes hovedsageligt regulering af køretøjerne, hvor blandt andet partikelfiltre har haft en stor betydning. Koncentrationerne af elementært kulstof er væsentligt lavere på landbaggrundsmålestationen ved Risø. Her er målt et fald siden 2010 på omkring 38 %, hvilket blandt andet skyldes fald i udledninger fra transport og brændefyring. Ved målestationerne i bybaggrund og forstad måles ligeledes fald i koncentrationerne, men tidsserierne er korte (fra 2015) og derfor usikre.

4.2 Ozon

I den lavere del af atmosfæren betragtes ozon (O_3) som en forurening med negativ effekt på helbredet og vegetationen.

I modsætning til de øvrige luftforureningskomponenter er årsmiddelkoncentrationerne for ozon højest på landet, lidt lavere i bybaggrund og lavest i de trafikkerede gader. Årsagen er, at udledningerne af kvælstofoxider fra trafikken nedbryder ozon, så høje koncentrationer af kvælstofoxider modsvares af lave koncentrationer af ozon. I dag anses de helbredsskadelige effekter af ozon primært at komme fra episoder med høje koncentrationer, hvilket er grunden til, at der ikke findes en målsætning for årsmiddelværdien af ozon, men derimod en målværdi for antallet af episoder med forhøjede koncentrationer.

Ozon er omfattet af EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008), hvor der er fastlagt en såkaldt målværdi (en slags grænseværdi) og en langsigtet målsætning til beskyttelse mod helbredseffekter fra korttidseksponering for ozon. Målværdien angiver, at den daglige maksimale 8-timersmiddelværdi ikke må overskride $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mere end 25 gange i kalenderåret set som gennemsnit over de seneste tre år. Antallet af dage med overskridelse af $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ligger på 14 gange eller derunder i 2019. I 2017 og 2018 lå antallet af dage med overskridelse af $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ligeledes under 25 (Ellermann et al. 2020), og der er derfor ingen overskridelse af målværdien for perioden fra 2017-2019. Den langsigtede målsætning angiver, at den maksimale 8-timersmiddelværdi ikke må overskride $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i løbet af kalenderåret. Denne langsigtede målsætning er overskredet på alle baggrundsmålestationer i 2019. Den langsigtede målsætning er imidlertid ikke trådt i kraft endnu, og der er ikke fastlagt et tidspunkt for ikrafttrædelse af målsætningen.

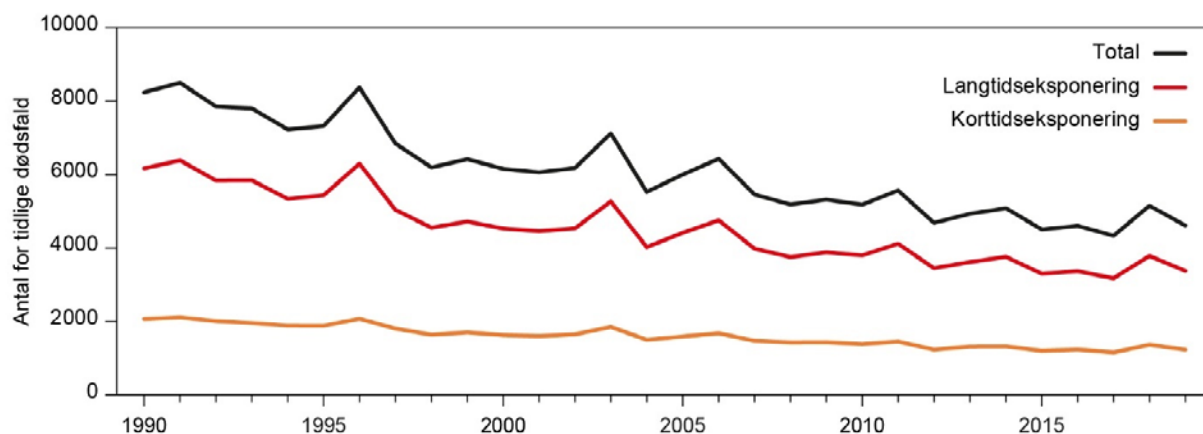
EU's luftkvalitetsdirektiv angiver endvidere, at befolkningen skal informeres, når timemiddelkoncentrationen overskrider $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Informationstærskelen for timemiddelværdien af ozon på $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ blev overskredet en enkelt gang i 2019 i forbindelse med en ozonepisode, som nåede Sjælland og Fyn. Ved denne lejlighed blev befolkningen informeret om episoden med den kortvarige overskridelse af informationstærskelværdien.

4.3 Beregninger af helbredseffekter og eksterne omkostninger af luftforurening

Ifølge WHO udgør luftforurening i dag den største miljømæssige sundhedsrisiko. Derfor er beregninger på helbredseffekter og tilknyttede eksterne omkostninger af luftforureningen inkluderet i NOVANA.

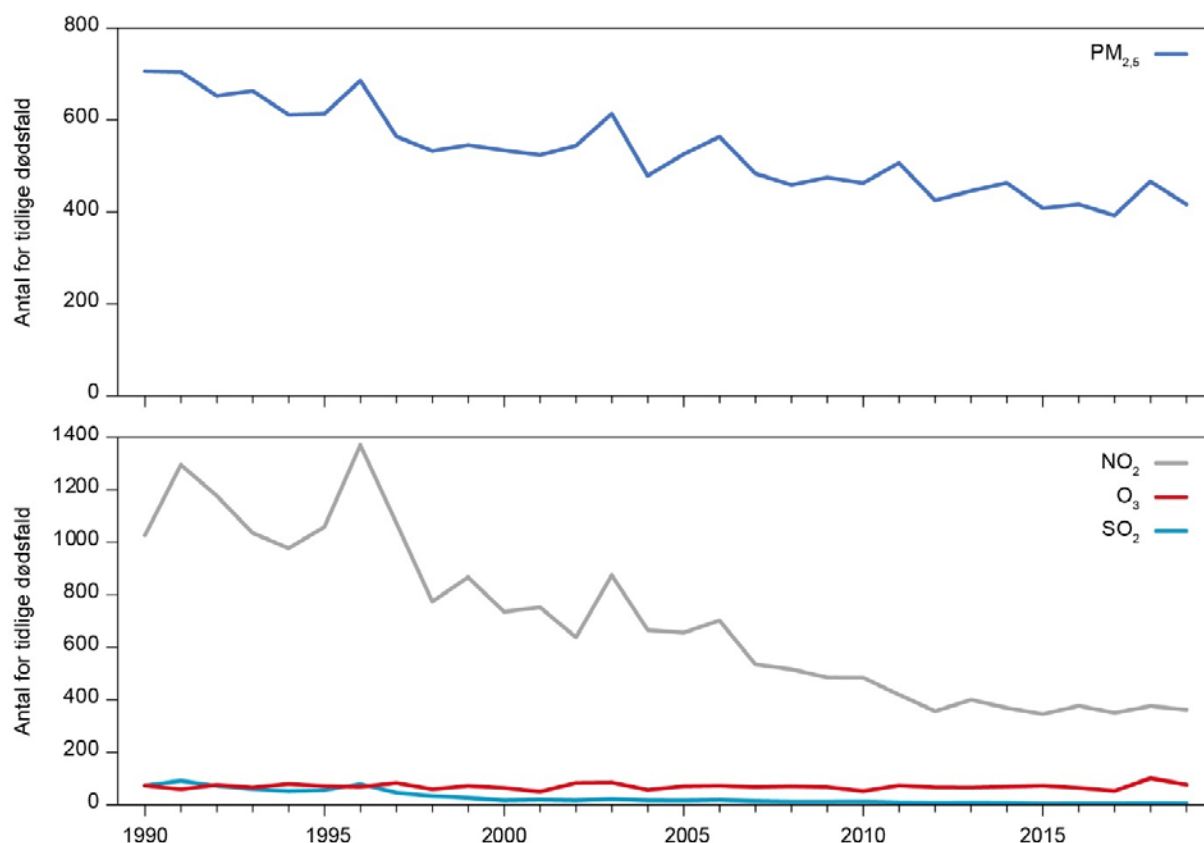
Modelberegninger af helbredseffekterne beregner, at det samlede antal tilfælde af for tidlig død, som følge af luftforurening, er omkring 4.700 tilfælde i Danmark som årligt gennemsnit for 2017-2019 (og omkring 4.600 i 2019). Eksposering for $\text{PM}_{2.5}$ er ansvarlig for omkring 90 % af tilfældene af for tidlig død, kvælstofdioxid for omkring 7,7%, ozon for omkring 1,6 % og svovldioxid for omkring 0,1 % som gennemsnit over de tre år fra 2017-2019.

Udviklingstendensen for de for tidlige dødsfald som følge af både korttids- og langtidseksponering er beregnet for perioden 1990-2019 med EVA5.2 modelsystemet ved at gennemføre beregninger for hvert enkelt år i perioden. I figur 4.5 er denne udviklingstendens præsenteret, og det ses, at det samlede antal tilfælde af for tidlig død er faldet fra omkring 8.200 tilfælde per år i 1990 til omkring 4.600 tilfælde per år i 2019. Dette svarer til en reduktion på omkring 43 %. Årsagen til dette fald er reduktionerne i koncentrationerne af luftforureningen. Variationer fra år til år skyldes naturlige variationer i de meteorologiske forhold, og den generelle udvikling i danske og øvrige europæiske udledninger.



Figur 4.5. Det samlede antal tilfælde af for tidlige dødsfald som følge af den samlede luftforurening af $\text{PM}_{2.5}$, ozon (O_3), kvælstofdioxid (NO_2) og svovldioxid (SO_2) i Danmark, samt antal tilfælde fordelt på langtids- og korttidseksponering. Beregningerne er foretaget med EVA5.

Figur 4.6 viser udviklingstendenserne for antallet af for tidlige dødsfald fordelt på $\text{PM}_{2.5}$, kvælstofdioxid, ozon og svovldioxid. Ændringerne i antal tilfælde følger generelt ændringerne i luftkoncentrationerne.



Figur 4.6. Antal tilfælde af for tidlige dødsfald fordelt på luftforureningskomponenterne $PM_{2.5}$ (øverst) og kvælstofdioxid (NO_2), ozon (O_3) og svovldioxid (SO_2) (nederst) i Danmark. Beregningerne er foretaget med EVA5.2.

Luftforureningskilder i udlandet i 2019 er ansvarlige for omkring 3.500 for tidlige dødsfald (svarende til omkring 76 %) i DK, mens de danske kilder er ansvarlige for omkring 1.100 for tidlige dødsfald (24 %) i DK. De danske udledninger bidrager ikke alene til helbredseffekter i Danmark, men også til for tidlige dødsfald i de øvrige europæiske lande.

”Import” af helbredseffekter relateret til luftforurening er omkring 41 % større end ”eksport” fra Danmark til de øvrige lande. De danske udledninger forårsager omkring 45 % færre tilfælde af for tidlige dødsfald i Danmark (omkring 1.100) i forhold til, hvad de danske udledninger forårsager i udlandet (omkring 2.000) grundet grænseoverskridende langtransport af luftforurening.

De samlede eksterne omkostninger relateret til luftforurening i Danmark er estimeret til omkring 85 milliarder kr. i 2019. Den eksterne omkostning er den omkostning, som produktion eller forbrug af en vare eller en tjenesteydelse pålægger en tredje part. I denne sammenhæng er det aktiviteter, som giver udledninger af luftforurening og dermed effekter på helbred, som til sidst resulterer i ekstra samfundsøkonomiske omkostninger på tredjepart (dvs. på det danske samfund og/eller andre landes samfund som følge af den grænseoverskridende luftforurening). Den samlede helbredsrelaterede eksterne omkostning var i Danmark omkring 115 milliarder kr. som middel over årene 1988-1990, og den er faldet med omkring 25 % siden da.

5 Grundvand

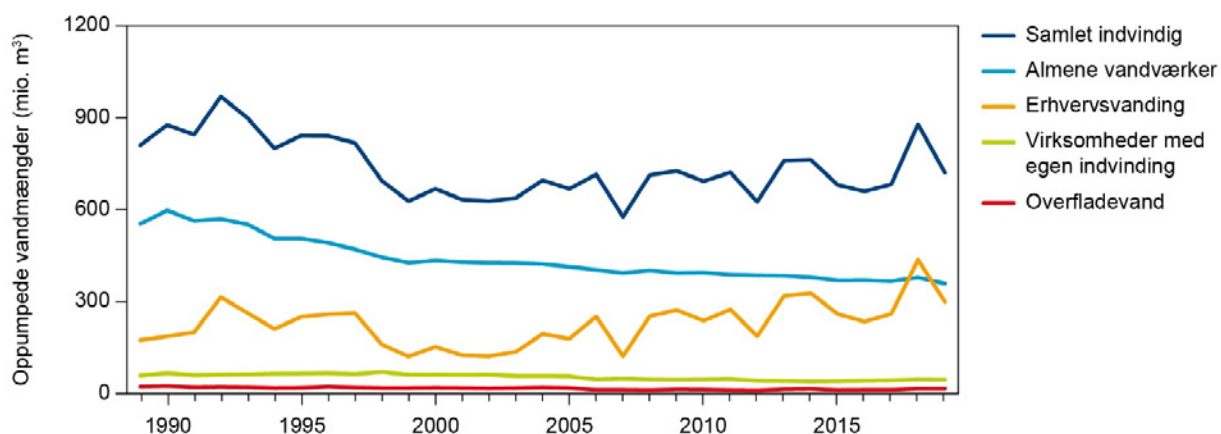
Grundvand indgår som en vigtig del i vandets kredsløb. Grundvandets mængde og kvalitet har derfor betydning for naturen, dvs. i kilder, vandløb, søer og fjorde. Grundvand er desuden grundlaget for Danmarks drikkevandsforsyning. Det er derfor vigtigt, at grundvandet har en kvalitet, der gør det egnet til drikkevand.

Grundvandsovervågningen (GRUMO) er siden starten i 1989 blevet revideret i flere omgange for at imødekomme udviklingen i de forvaltningsmæssige behov. Programmet for GRUMO er siden 2007 tilpasset – og tilpasses fortsat løbende både på grundlag af større viden og som følge af de varierende forvaltningsmæssige behov, herunder opfyldelse af forpligtelserne til at afrapportere efter EU-direktiver. Der er i Thorling et al. (2021) redegjort for, hvad de gennemførte revisioner af grundvandsovervågningen har betydet for datagrundlaget til vurdering af udviklingen og status for grundvandets kemiske kvalitet.

5.1 Vandindvinding

Vandindvindingen i Danmark omfatter indvinding til såvel drikkevand som erhvervsformål, herunder markvanding. Markvandingen er stærkt varierende fra år til år og påvirket af såvel variationer i nedbør som udviklingen i klimaet, og det er af stor betydning for den samlede vandindvinding, om vandingsbehovet det enkelte år er stort eller lille. Indvinding af grundvand kan påvirke fx vandløb og grundvandsafhængige naturtyper som kildevæld eller rigkær negativt.

Den samlede vandindvinding samt fordelingen af indvindingen på forskellige kategorier i perioden 1989 – 2019 er vist i figur 5.1. I løbet af 1990'erne er indvindingen ved almene vandværker faldet fra omkring 600 mio. m³ til omkring 400 mio. m³. Derefter har faldet i forbruget været langsommere og det lå i 2019 på ca. 360 mio. m³. Den samlede indvinding afspejler ud over nedgangen i indvindingen ved almene vandværker også de markante variationer, der er i indvinding til erhvervsvanding, særligt markvanding, der er afhængig af nedbørsmængden. Indvinding til erhvervsvanding i 2019 er opgjort til at være omkring 300 mio. m³, hvilket er lidt under medianen for de seneste 10 år.



Figur 5.1. Den samlede vandindvinding, samt indvinding ved almene vandværker, erhvervsvanding inkl. markvanding, virksomheder med egen indvinding og overfladevand i Danmark i 1989-2019 (Thorling et al. 2021).

5.2 Nitrat i grundvand

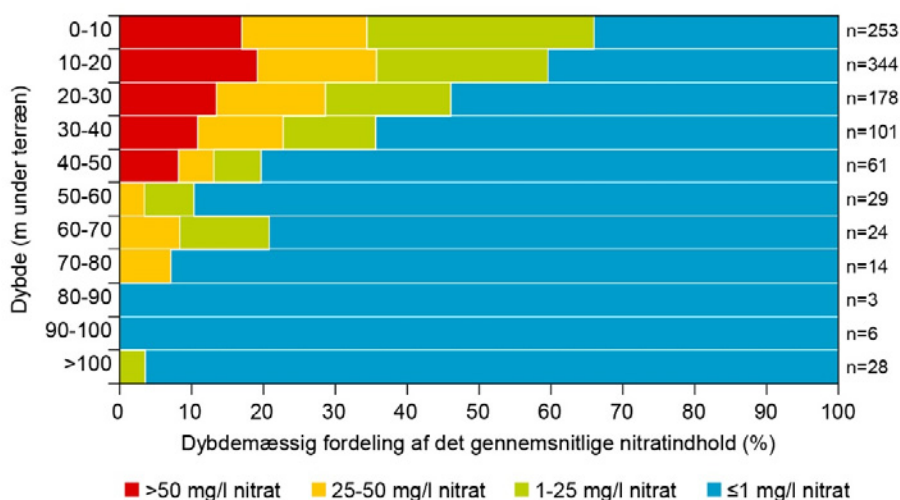
Nitrat i grundvand i høje koncentrationer er uønsket, både af hensyn til drikkevandskvaliteten og på grund af risikoen for påvirkning af det øvrige vandmiljø.

Nitrat, som via grundvand kommer ud i vandløb og søer, kan i sidste ende resultere i problemer med at opfylde målsætningerne i ferskvand eller marine områder. Ligeledes kan høje koncentrationer i grundvand, som er grundlag for grundvandsafhængige naturtyper som kildevæld eller rigkær, betyde, at tilstanden i sådanne naturområder påvirkes negativt. I grundvand, der anvendes til drikkevand, er høje nitratkoncentrationer uønskede, da de kan være sundhedsskadelige.

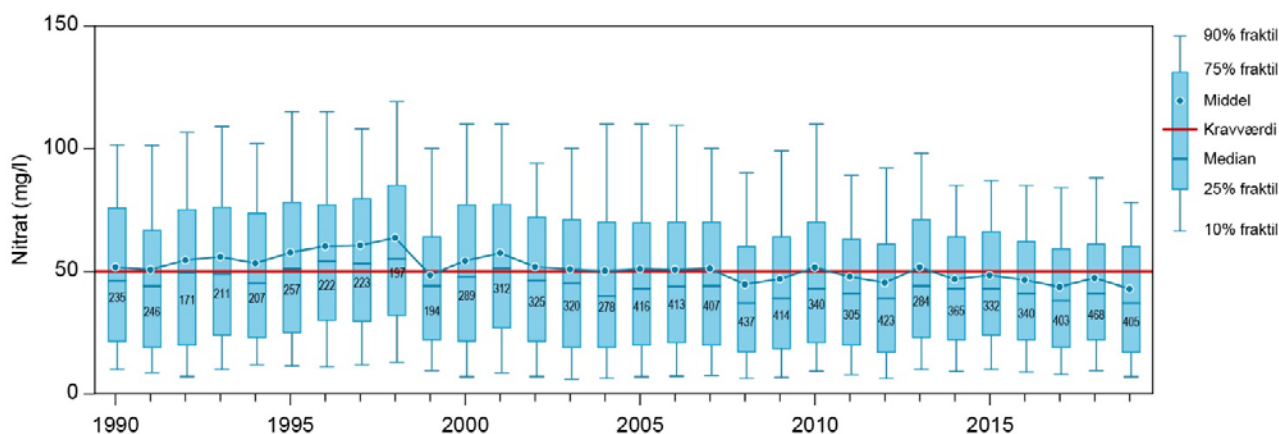
Grundvandets indhold af nitrat måles i GRUMO, ved vandværkernes boringskontrol og i landovervågningsprogrammet (LOOP). Nitratindholdet var i 2019 højere end kravværdien på 50 mg/l i 14 % af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen, hvilket er samme niveau som i perioden 2015-2019.

Figur 5.2 viser, at nitratkoncentrationer over kravværdien hovedsageligt optræder i de øverste 50 m i de indtag, der er undersøgt i 2019. Dette skyldes dels de kemiske forhold og dermed muligheden for at nedbryde nitrat i de jordlag, som vandet passerer på vej til grundvandsmagasinet, og dels at antallet af indtag under 50 m's dybde er begrænset. Generelt er der lavere nitratkoncentrationer i vandværksboringerne end i grundvandsovervågningen. Dette kan forklares ved, at vandværkerne forsøger at undgå indvinding af nitratholdigt grundvand.

Figur 5.2. Dybdemæssig fordeling af det gennemsnitlige nitratindhold i 2019 i forhold til top af indtag i m u.t. i 1.041 indtag i grundvandsovervågningen. Nitratindholdet er opdelt i fire koncentrationsklasser. Antal indtag i hvert dybdeinterval er anført til højre for figuren (Thorling et al. 2021).

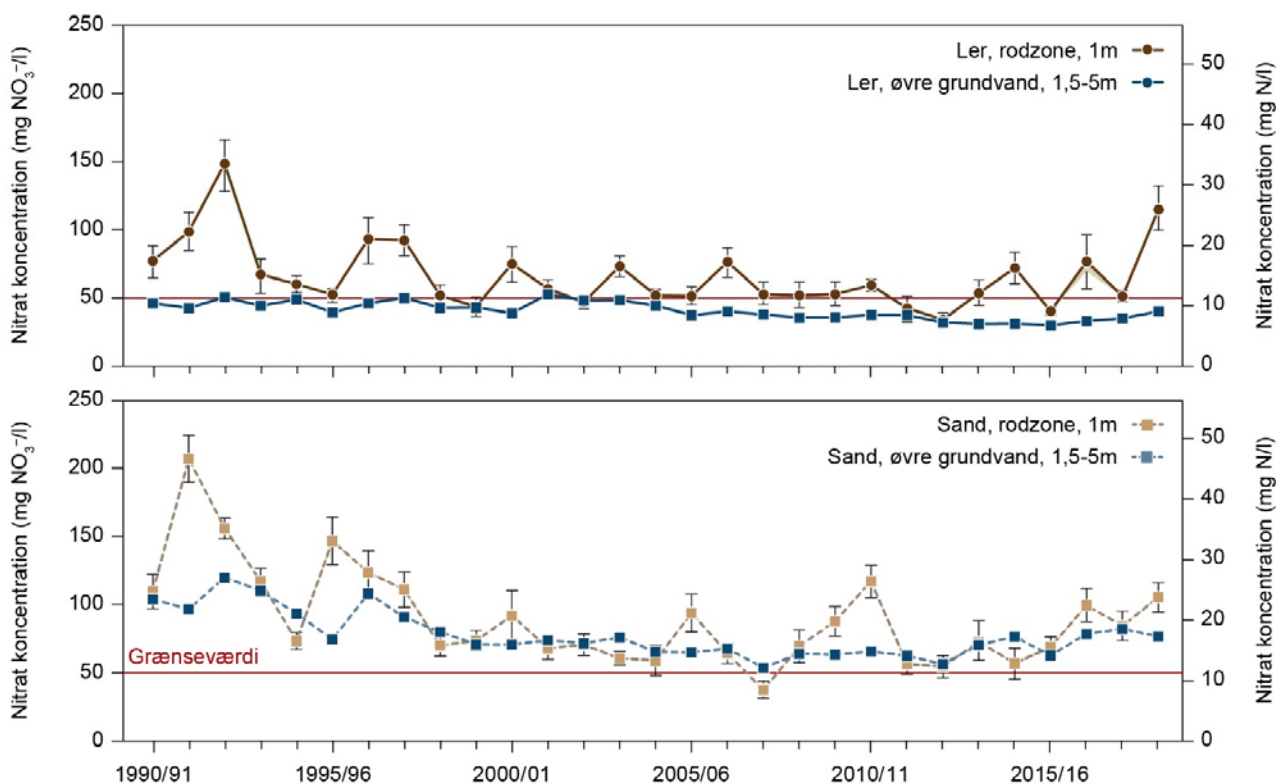


Effekten på grundvandets nitratindhold af de kvælstofreguleringer, som er sket gennem nationale handlingsplaner siden 1985, afspejler sig i det iltholdige grundvand. De seneste prøvetagningsår har nitratindholdet i iltholdigt grundvand i gennemsnit varieret omkring kravværdien på 50 mg/l. De seneste seks år har middelværdien været under kravværdien og med en tendens til færre indtag med meget høje koncentrationer (figur 5.3). I 2019 var den målte gennemsnitsværdi i det iltholdige grundvand på 43 mg/l.



Figur 5.3. Udviklingen i det iltholdige grundvands nitratinhold i grundvandsovervågningen vist for hvert prøvetagningsår i perioden 1990-2019. Beregnet på baggrund af det gennemsnitlige nitratinhold per indtag per år. Antal af indtag er angivet for hvert år (Thorling et al. 2021).

Udviklingen i nitratkoncentrationen i rødzone og det højtliggende iltede grundvand på ler- og sandjord undersøges i de fem små oplande i LOOP (figur 5.4). I 2019 var nitratinholdet højere end kravværdien i det iltholdige øvre grundvand i LOOP på sand- og lerjorde i henholdsvis ca. 74 % og ca. 22 % af indtagene, og det gennemsnitlige nitratinhold var på 71 mg/l og 38 mg/l i hhv. sand- og lerjordsoplandene. Det vil sige, at nitratinholdet i det iltede grundvand i gennemsnit var omtrent dobbelt så højt i sandjordsoplandene som i lerjordsoplandene.



Figur 5.4. Udviklingen i målte nitratkoncentrationer i hydrologiske år i perioden 1990/91 til 2018/19 i rødzonevand og det øvre grundvand i tre lerjords- og to sandjordsoplande (LOOP). Grænseværdien angiver EU's krav til maksimal nitratkoncentration i grundvand (Blicher-Mathiesen et al. 2021).

Figurene og vurderingerne oven for er baseret på måling af nitratindholdet i grundvandet i de år, hvor prøverne er udtaget. Det er muligt at bestemme grundvandets alder, det vil sige bestemme, hvornår grundvandet er dannet. Kendskab til grundvandets alder gør det muligt at bestemme, hvad nitratindholdet var i grundvandet på det tidspunkt, hvor det blev dannet. En potentiel kilde til grundvandets nitratindhold er overskud af kvælstof fra landbrugsproduktion. Der er fundet statistisk signifikant sammenhæng mellem nitratindholdet i iltet grundvand i et dannelsesår og kvælstofoverskuddet (N-overskud) i dansk landbrug samme år i perioden fra 1944 til 2012.

5.3 Pesticider i grundvand

Pesticider og nedbrydningsprodukter af pesticider, der findes i grundvand, kan stamme fra brug af pesticider ved jordbrug og skovbrug, i haver og anlæg, samt på befæstede arealer og ved infrastrukturanlæg. Blandt pesticider henregnes også biocider, som anvendes som fx desinfektionsmiddel, konserveringsmiddel eller i maling og træbeskyttelse.

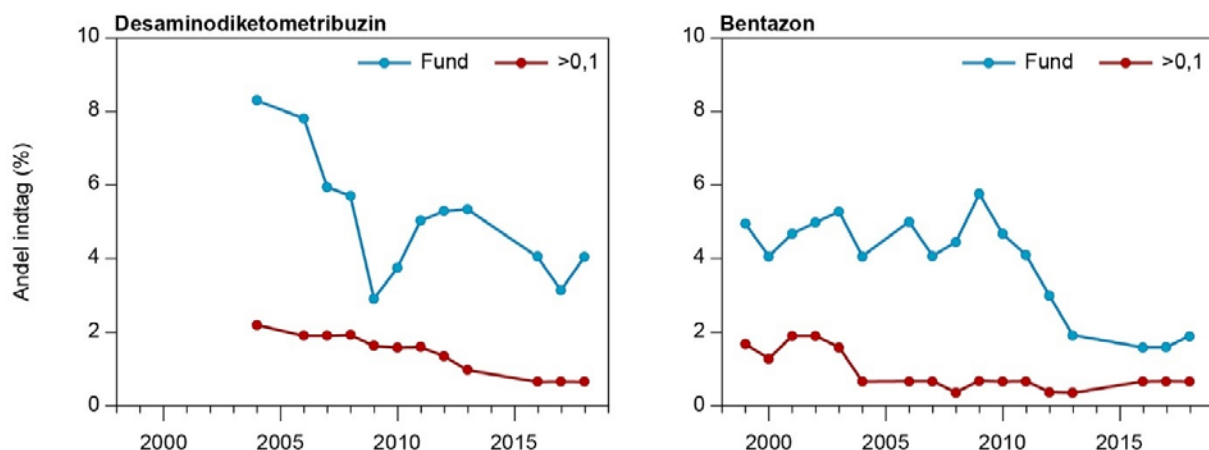
Et eller flere pesticider eller nedbrydningsprodukter fra pesticider blev i 2019 fundet i 58 % af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen. Kravværdien på 0,1 µg/l var mindst én gang overskredet i 22,6 % af indtagene. Kravværdien for summen af målte stoffer på 0,5 µg/l var overskredet i 9,2 % af indtagene. I perioden 2017-2019, hvor stort set alle aktive indtag er prøvetaget mindst én gang, blev der påvist pesticider eller nedbrydningsprodukter i 60,2 % af indtagene og overskridelse af kravværdien mindst én gang i 26,4 % af indtagene.

Grundvandsovervågningen har gennem årene omfattet et varierende antal pesticider og nedbrydningsprodukter, da nye stoffer er blevet inddraget i grundvandsovervågningen, bl.a. når de er blevet inddraget i drikkevandsovervågningen. Andre stoffer er tilsvarende udgået af overvågningen, hvis de ikke eller kun sjældent er blevet påvist. Antallet af pesticider og nedbrydningsprodukter i de forskellige perioder af overvågningen er uddybet i Thorling et al. (2021). I 2018 og 2019 har der været inddraget fire nye nedbrydningsprodukter, hvoraf to er nedbrydningsprodukter af chloridazon (DPC og MPDC), et er nedbrydningsprodukt af tolylfluorid / dichlorfluorid (DMS) og et er nedbrydningsprodukt af amitrol og triazolfungicider (1,2,4-triazol). Andelen af indtag med fund af pesticider og nedbrydningsprodukter er med inddragelse af disse stoffer steget fra 32,5 % i 2017 til 58 % i 2019.

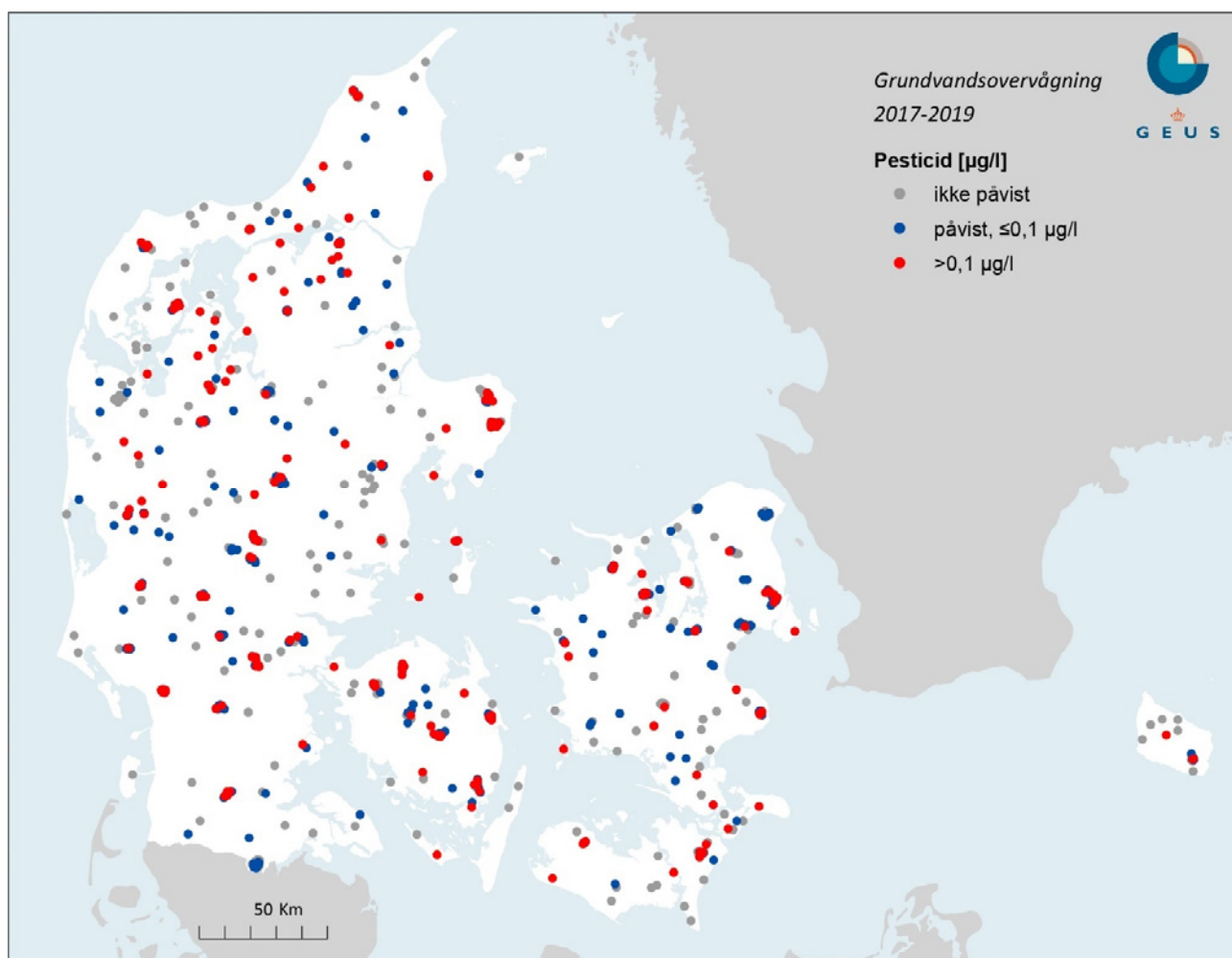
Nogle pesticider og nedbrydningsprodukter af pesticider har været undersøgt i den samme faste gruppe af indtag siden 1998 (i alt 323 indtag). For nogle af disse stoffer ses der en faldende tendens i andelen af indtag med fund, heriblandt BAM, som er nedbrydningsprodukt af bl.a. det nu forbudte dichlobenil. For bentazon og desaminodiketometribuzin, som er nedbrydningsprodukt af metribuzin, ses der ligeledes faldende tendens, som dog er indtruffet senere og på forskellige tidspunkter for de to stoffer (figur 5.6). For DEIA, som er nedbrydningsprodukt af atrazin, er tendensen mere usikker.

I vandværkernes indvindingsboringer blev der i 2019 fundet mindst ét pesticid i 29 % af de undersøgte boringer (8,1 % af boringerne over kravværdien på 0,1 µg/l). Kravværdien for summen af målte stoffer på 0,5 µg/l var overskredet i 1,4 % af indtagene. Andelen af boringer med overskridelse af kravværdien har siden 2017 været større end de foregående år. Det skyldes, at der

siden 2017 har været målt for og fundet tre af de samme ”nye” nedbrydningsprodukter som ved grundvandsovervågningen (DPC, MDPC og DMS) i en stor del af de undersøgte borer.

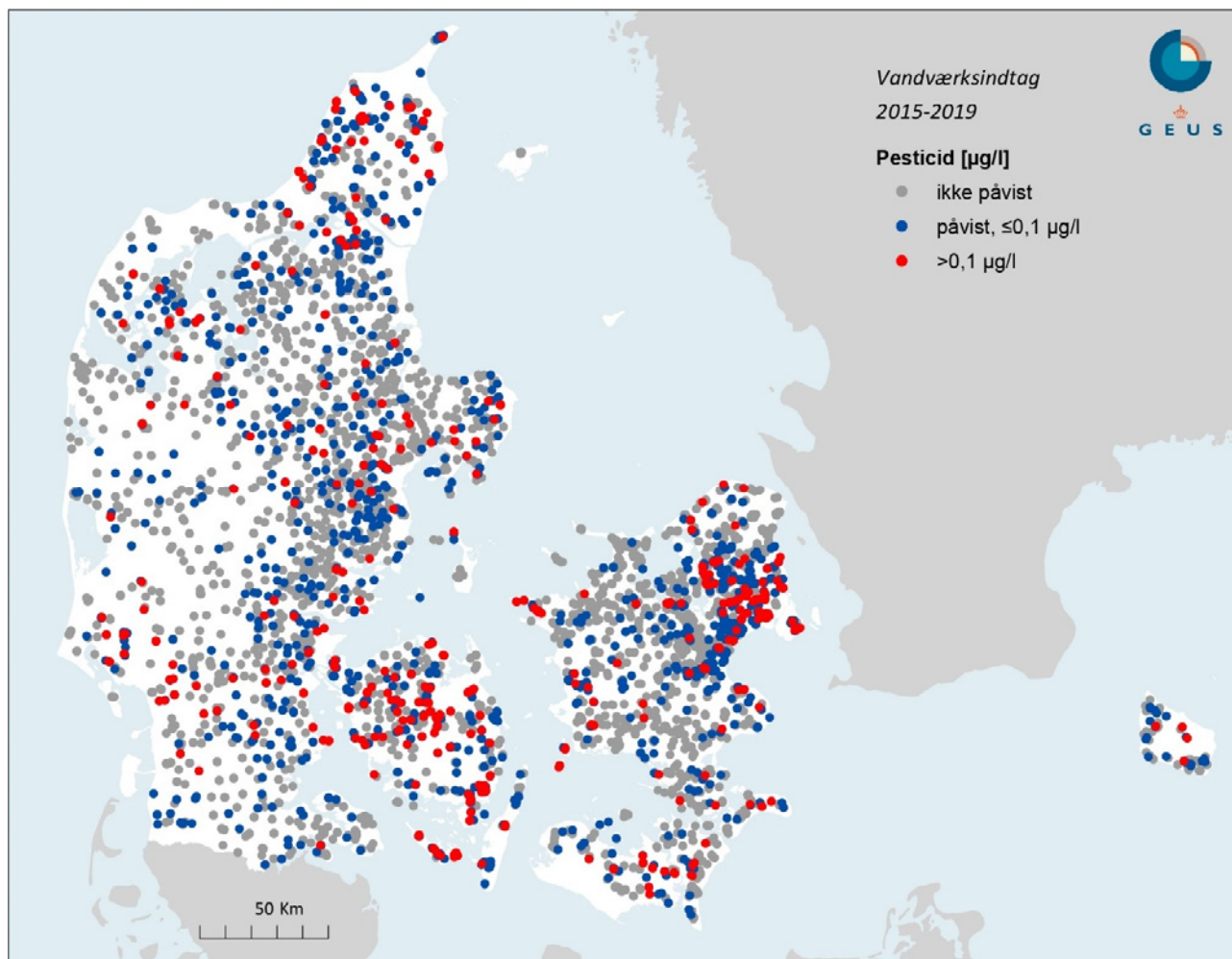


Figur 5.6 Tidslig udvikling i fund af desaminodiketometribuzin og bentazon i ”den faste kerne” af indtag i grundvandsovervågningen. Hvert år repræsenterer opgørelser af andelen af indtag, hvor pesticidet er påvist mindst én gang inden for en treårs periode (forudgående, aktuelle og efterfølgende år) (Thorling et al, 2021).



Figur 5.7. Pesticider og nedbrydningsprodukter i GRUMO-indtag prøvetaget i perioden 2017-2019. Resultaterne er opdelt i tre koncentrationsintervaller, hvor mindst et pesticid er påvist mindst én gang over kravværdien ($>0,1 \mu\text{g/l}$), mindst ét pesticid er påvist mindst én gang under kravværdien ($0,01-0,1 \mu\text{g/l}$), eller pesticider ikke er påvist (Thorling et al. 2021).

Den geografiske fordeling af forekomsten af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen i perioden 2017-2019 viser, at stofferne forekommer over og under kravværdien i hele landet (figur 5.7). En tilsvarende fordeling af forekomsten i vandværkernes indvindingsboringer har i perioden 2015-2019 været med hyppigere forekomst i det nordligste Jylland, i et bælte tværs over det sydvestlige Danmark samt i hovedstadsområdet end i den øvrige del af landet (figur 5.8).



Figur 5.8. Pesticider og nedbrydningsprodukter i vandværkernes indvindingsboringer i perioden 2015-2019. Resultaterne er opdelt i tre koncentrationsintervaller, hvor mindst et pesticid er påvist mindst én gang over kravværdien ($>0,1 \mu\text{g/l}$), mindst ét pesticid er påvist mindst én gang under kravværdien ($0,01\text{-}0,1 \mu\text{g/l}$), eller pesticider ikke er påvist. (Thorling et al. 2021).

5.4 Organiske mikroforureninger i grundvand

Organiske mikroforureninger er en meget forskelligartet stofgruppe med forskellige kilder til og opførsel i miljøet. Blandt de organiske mikroforureninger, der er analyseret i grundvandsovervågningen i perioden 2017-2019, er halogenerede alifatiske kulbrinter og perfluorerede forbindelser (PFAS).

Fælles for de organiske mikroforureninger er, at indholdet ofte ikke kan påvises i grundvandet (indholdet er lavere end detektionsgrænsen) eller kun bliver fundet i få tilfælde. I perioden 2017-2019 blev 11 af de i alt 19 målte stoffer påvist i mere end 1 % af de undersøgte indtag. Blandt disse var otte stoffer fra gruppen af PFAS. De otte stoffer blev fundet i 1,1 - 3,8 % af indtagene, heraf i et tilfælde over kravværdien for PFAS. Kloroform blev fundet med størst hyppighed og hyppigst med indhold over kravværdien

(hhv. 10 % og 0,7 % i perioden 2017-2019). Den udbredte forekomst af kloroform skyldes sandsynligvis, at stoffet dannes naturligt i skovbunden i nåletræsbevoksning.

I vandværkernes indvindingsboringer er der analyseret for en lang række organiske mikroforureninger, men ofte kun i få boringer. Blandt de stoffer, som er analyseret ved et større antal indvindingsboringer, er cis-1,2-dichlorethylen (cis-DCE). Stoffet er i perioden 2015-2019 fundet i 3,9 % af de i alt 2280 undersøgte indvindingsboringer, og i 0,7 % af boringerne med indhold over kravværdien. Cis-DCE er et nedbrydningsprodukt af de to klorerede opløsningsmidler trichlorethylen og tetrachlorethylen. Cis-DCE nedbrydes til vinylchlorid, som på grund af stoffets giftighed har lavere kravværdi end de øvrige klorerede opløsningsmidler. Indholdet af vinylchlorid var i 2015-2019 højere end kravværdien i 0,5% af de 978 undersøgte indvindingsboringer.

6 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 intensiv vandløbsvedligeholdelse, og at vandløb forurenes af kemiske stoffer fra både urbane og landbrugsrelaterede kilder. Herudover mindsker vandindvinding i oplandet vandføringen til kritiske niveauer i nogle vandløb, især omkring de store byer, og i områder med jernholdige lavbundsarealer fører dræning til forurening med okker. For planterne (de højere planter og bundlevende alger) kan indhold af næringsstoffer, især fosfor også spille en rolle for forekomsten.

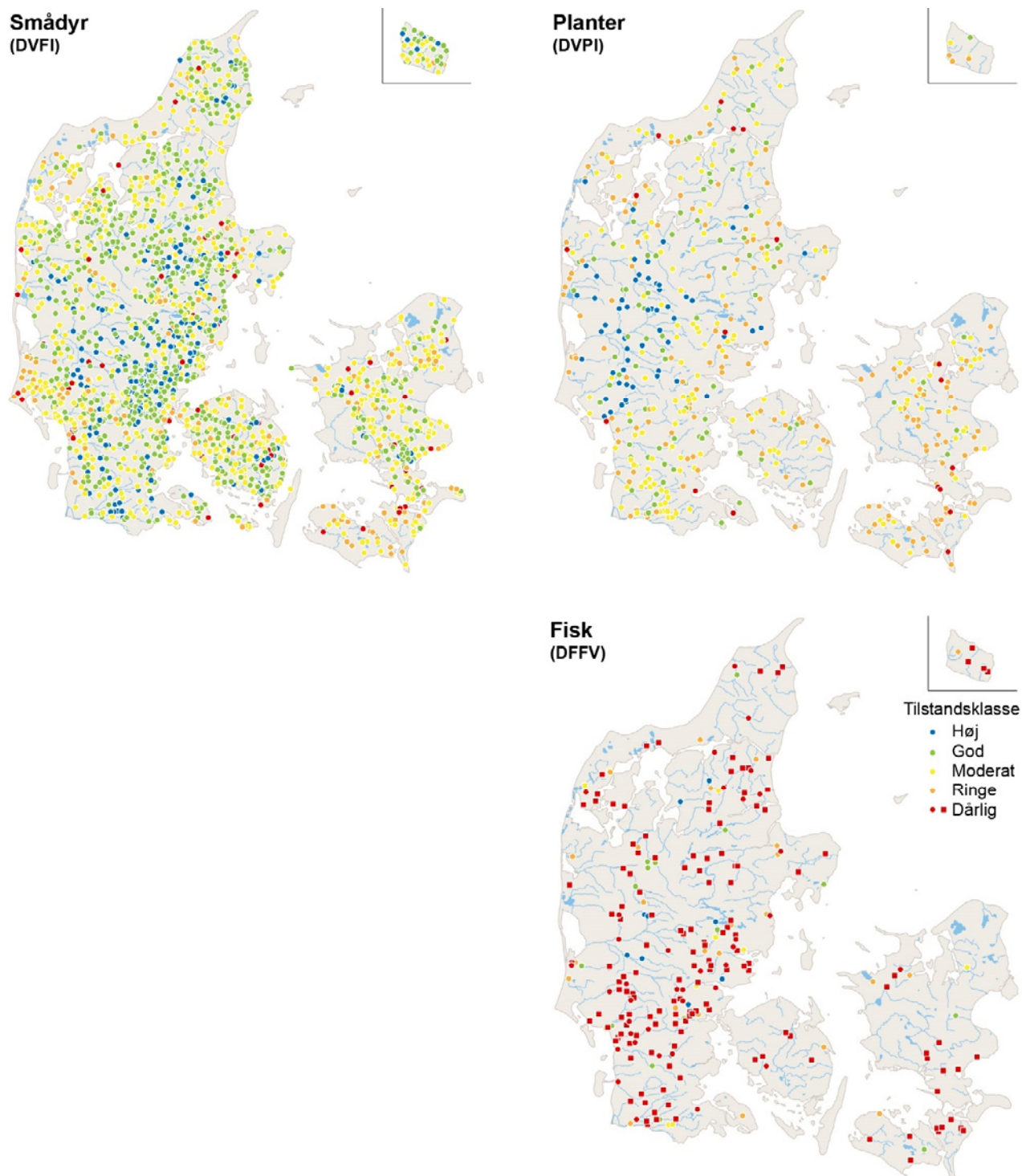
Forurening med urensset spildevand er i vidt omfang afhjulpet ved biologisk spildevandsrensning, og virkningen af denne indsats har vist sig relativt hurtigt i vandløbene. Dog opstår der stadig kritiske niveauer af forurening med organisk stof i danske vandløb. De resterende stresspåvirkninger (fysisk forringelse af vandløbsmiljøet og de vandløbsnære arealer samt kemisk forurening) må forventes at have en længere tidshorisont mhp. forbedringer af vandløbenes økologiske tilstand.

6.1 Biologisk kvalitet

Den biologiske kvalitet af vandløb måles på en række forskellige organismer –smådyrene (med Dansk VandløbsFaunaIndeks, DVFI), vandløbsplanter (med Dansk VandløbsPlanteIndeks, DVPI) og fisk (med Dansk Fiskeindeks For Vandløb, DFFVa/DFFVø). For at opnå målopfyldelse, jf. vandrammedirektivet, skal en given station opnå minimum ”god” økologisk tilstand for alle de biologiske kvalitetselementer.

Dette års vandløbsrapport omfatter resultaterne af de biologiske undersøgelser på kontrolovervågningsens tilstandsstationer undersøgt i perioden 2017-2019. Da det er første gang, data fra disse stationer præsenteres, er det ikke muligt at sige noget om udviklingen i tilstand over tid. Derudover er det kun en delmængde af de i alt 3800 tilstandsstationer, der er planlagt undersøgt i overvågningsperioden 2017-2021, der indtil videre er undersøgt. Helt konkret er resultaterne baseret på tilgængelige data for smådyr, vandplanter og fisk for hhv. 2197, 513 og 246 tilstandsstationer fordelt over landet (figur 6.1). Af de 246 tilstandsstationer der blev befisket, var det kun muligt at beregne DFFVa og DFFVø for 86 tilstandsstationer (hhv. 49 og 37). De 160 stationer, hvor de grundet manglende fangst af fisk ikke var muligt at beregne en indekssværdi, blev karakteriseret som værende i dårlig økologisk tilstand (figur 6.1).

Data fra de undersøgte stationer viser, at den økologiske tilstand generelt er lav på tilstandsstationerne, hvor 9-57 % af stationerne når målopfyldelse ift. vandrammedirektivets målsætninger for de enkelte kvalitetselementer smådyr, vandplanter og fisk. For både smådyr og vandløbsplanter blev hovedparten af stationerne karakteriseret som værende med høj økologisk tilstand i Jylland (figur 6.1).



Figur 6.1. Tilstand for smådyr, planter og fisk på de undersøgte tilstandsstationer (hhv. 2197, 513, og 246) i perioden 2017-2019 ift. vandrammedirektivets fem tilstandsklasser. Stationerne i kategorien "høj" og "god" opfylder vandrammedirektivets tilstandskrav for det pågældende kvalitetselement. Cirklerne angiver de stationer, hvor det er muligt at beregne en indekssværdi, mens firkanterne angiver de stationer, hvor dette ikke var muligt.

Det bedste datagrundlag var tilstede for smådyrene, hvor andelen af tilstandsstationer, der opnåede målopfyldelse, var 57 %.

For vandløbsplanter opnåede 29 % af stationerne målopfyldelse. For fisk var det i alt 9 % af de 246 stationer, der opnåede målopfyldelse. Af de 86 tilstandsstationer, hvor der var data nok til at beregne en indekssværdi, opnåede 44 %

målopfyldelse ved vurdering med artsindekset DFFVa, mens der for de stationer, der blev vurderet med ørredindekset DFFVø (et indeks der vurderer tilstanden på baggrund af forekomsten af ørred- og lakseyngel), blot var 3 %, der opnåede målopfyldelse. Da der kun var et mindre antal stationer med fiskedata tilgængeligt, kan det ikke konkluderes, hvorvidt den lave målopfyldelse for DFFVø skyldes et ringe datagrundlag eller fysiske og kemiske påvirkningsfaktorer (som fx mangel på egnede gydeområder (grus) i vandløbet, spærringer i vandløbet, der hindrer tilstedeværelse af yngel, næringsstofbelastning, vandtemperatur, alkalinitet, okkerindhold mv.) Generelt må det konkluderes, at datagrundlaget med hensyn til fisk er for svagt til at kunne betragtes som repræsentativt for den generelle tilstand i danske vandløb. Derudover er stationerne ikke tidligere blevet undersøgt og har dermed indtil nu haft ukendt tilstand. Det skal bemærkes, at overvågningsperioden (2017-2021) endnu ikke er afsluttet, og at det derfor ikke er muligt at give et generelt overblik over tilstanden på tilstandsstationerne.

7 Søer

Det væsentligste miljøproblem i danske søer er, at algemængden i vandet, bestemt ved bl.a. 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 næringsstoffer fra dyrkede arealer, med spildevand fra spredt bebyggelse og regnbetingede udløb fra byer. Desuden forsinkes forbedringer i tidligere belastede søer generelt, fordi der fra søbunden sker en frigivelse af ophobet fosfor, der stammer fra tidligere tiders tilførsel, herunder spildevandsudledninger.

I dette års faglige sammenfatning præsenteres resultater fra kontrolovervågningen af tilstand i søerne (de 180 såkaldte KT-søer) for vandkemiske parametre. Søerne er siden 2010 undersøgt min. én gang hvert 6. år, og for 63 af søerne er der tidsserier, som går længere tilbage. Formålet med overvågningen af KT-søerne er at få en mere repræsentativ vurdering af søernes tilstand i Danmark, end det er muligt ved kontrolovervågningen af udvikling (KU-søer), hvor tilstanden følges hyppigere (vandkemi undersøges hvert andet år og biologiske data hvert tredje eller sjette år i de enkelte søer) men i færre søer (18). De foregående år har nærværende afsnit omhandlet resultaterne af kontrolovervågning af udvikling (de 18 KU-søer), mens der i år afrapporteres på udviklingen i de vandkemiske parametre for de 63 KT-søer, som har været undersøgt mindst otte gange i perioden 1989-2019. Derudover vises udviklingen i vandkemiske parametre for KT-søerne mellem de seneste to seksårige perioder; 2008-2013 og 2014-2019.

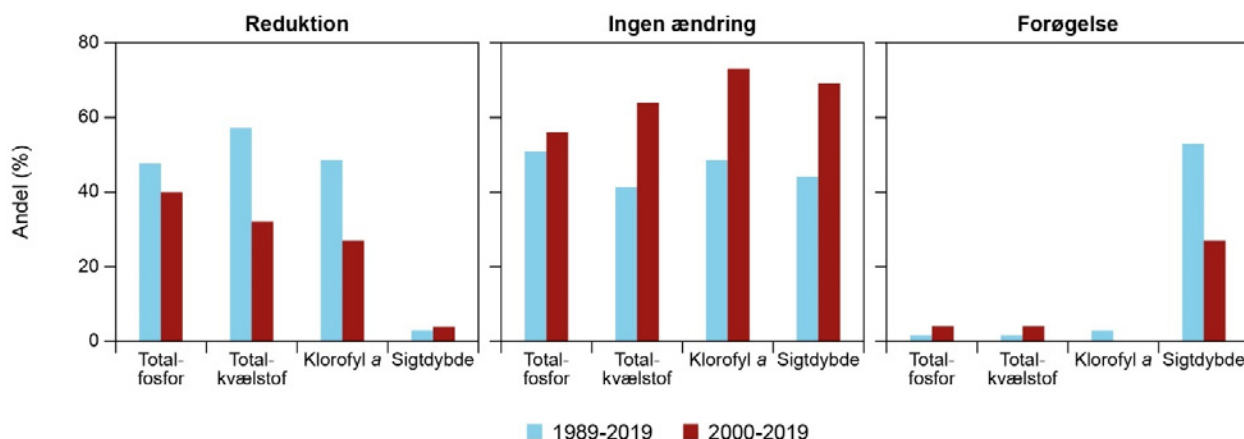
Året 2016 samt første kvartal 2017 er ikke inkluderet i analyserne, da data for total N og total P er påvirket af analysefejl (se kap. 1 og 2), der medfører en underestimering af de to stoffer. Ligeledes må data fra perioden 2007-2014 vurderes med et forbehold, idet der også i denne periode givetvis har været anvendt en utilstrækkelig analysemetode (Larsen et al. 2020).

7.1 Udvikling i miljøkvalitet; næringsstoffer, Klorofyl *a* og sigtdybde

Ligesom for de søer, der overvåges hvert andet år (KU-søer), viser udviklingen i de KT-søer, hvor datagrundlaget er tilstrækkeligt (se ovenfor) siden 1989 en reduktion i næringsstofftilførslen, hvor især fosfortilførslen har betydning for tilstanden i søerne. Omfanget af reduktionen af fosfor er meget forskellig fra sø til sø, oftest afhængig af fra hvilke kilder, det har været muligt at mindske tilførslen. Ud over fosfor er også kvælstofftilførsel og kvælstofindhold i søerne mindsket som følge af mindsket nitratudvaskning.

Sammen med den generelle reduktion i næringsstofkoncentrationerne er der også sket et fald i klorofyl *a* koncentrationerne i søerne set over de seneste godt 30 år, og sigtdybden er steget. De største forbedringer er dog sket i be-

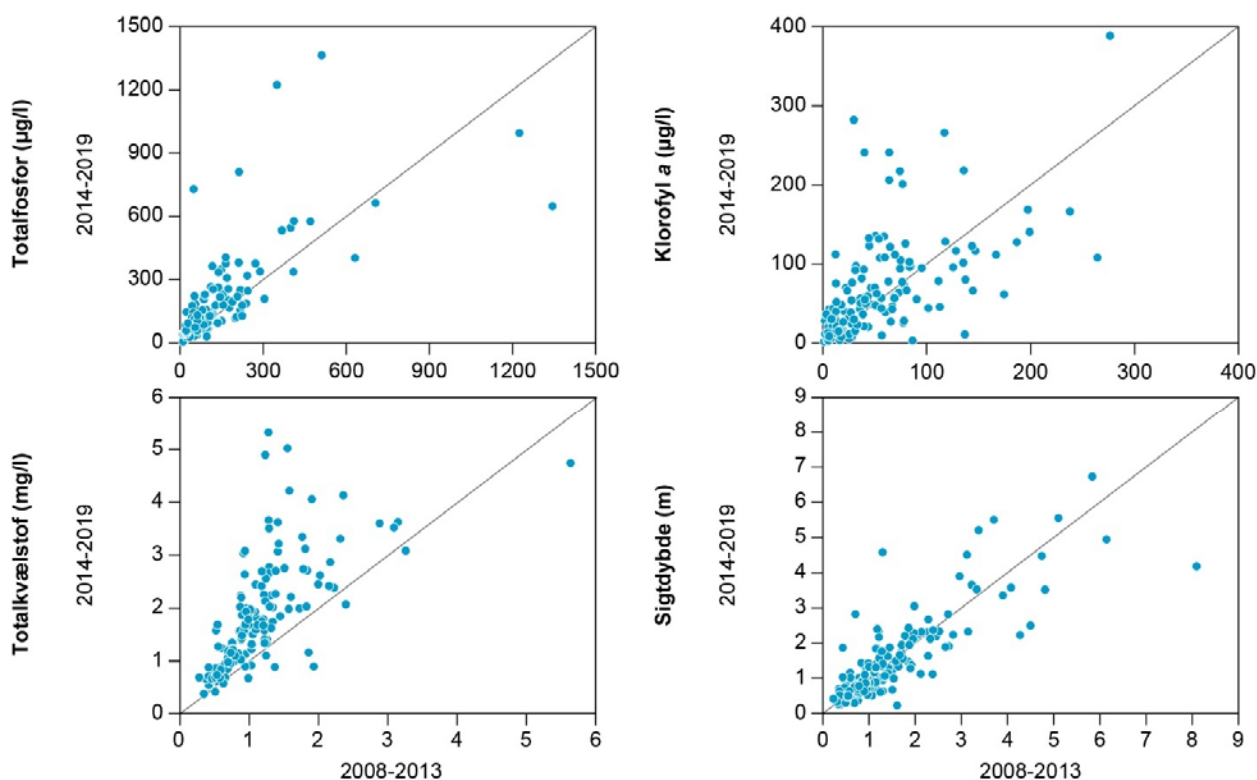
gyndelsen af overvågningsperioden. Således ses en signifikant positiv udvikling med faldende koncentration af fosfor, kvælstof, klorofyl, samt stigende sigtddybe i knap halvdelen af søerne, hvis man betragter udviklingen samlet i perioden 1989-2019 (figur 7.1, blå søjler). Ses derimod på udviklingen de seneste 20 år (figur 7.1, brune søjler), er der en større andel af søerne, hvor der ikke kan ses en signifikant udvikling. Det skal bemærkes, at antallet af søer med tilstrækkeligt datagrundlag til en vurdering er væsentligt mindre i perioden 2000-2019 end i perioden 1989-2019.



Figur 7.1. Andel af de KT-søer, som er undersøgt mindst otte gange, hvor koncentration af næringsstoffer, klorofyl *a* og sigtddyben er reduceret, uændret eller øget i perioden 1989-2019 (i alt 63 søer) og 2000-2019 (i alt 26 søer, dog 25 søer for total fosfor og total kvælstof).

Meget tyder således på, at den positive udvikling i søernes miljøkvalitet, der har kunnet observeres siden 1989 de seneste år i bedste fald er stagneret. En analyse af den generelle udvikling i næringsstof- og klorofyl *a* koncentrationen i KT-søerne mellem de to seneste seksårige perioder; 2008-2013 og 2014-2019 indikerer, at udviklingen de seneste år er gået i den forkerte retning. Således ses på tværs af alle søer en signifikant stigning i koncentrationen af total N, total P og klorofyl *a* mellem de to perioder. Udviklingen er mest tydelig for næringsstoffer, hvor sommergennemsnittet konsekvent ligger højere i den seneste periode (jf. figur 7.2a+b, hvor punkterne ligger over 1:1 linjen), lidt mindre tydelig for klorofyl *a* (figur 7.2c), mens der ikke kan ses en signifikant udvikling i sigtddyben (figur 7.2d).

Der kan være flere årsager til den generelle stigning i næringsstofkoncentrationerne, der er fundet mellem de to seneste seksårige perioder. Disse omfatter ændringer i udledningen af næringsstoffer i søens opland, klimatiske ændringer, der påvirker næringsstofftilførslen som fx øget nedbør. Derudover kan også ændringer i vekselvirkningerne mellem søens fysisk-kemiske og biologiske forhold påvirke tilstanden, da ændringer i de biologiske forhold kan have stor indvirkning på næringsstofkoncentrationerne. Det virker dog usandsynligt, at dette ville komme til udtryk i en generel tendens for alle søer i perioden. Endelig skal de omtalte analysefejl i forbindelse med måling af koncentration af total N og total P (jf. kapitel 1 og 2), som er konstateret for en del af årene i perioden 2007-2017, tages med i betragtningerne. En eventuel korrektion (se Larsen m.fl. 2020) vil i de fleste tilfælde lede til en forøgelse af næringsstofkoncentrationerne, hvilket kan betyde, at forskellen mellem de to perioder for nogle søer bliver mindre.



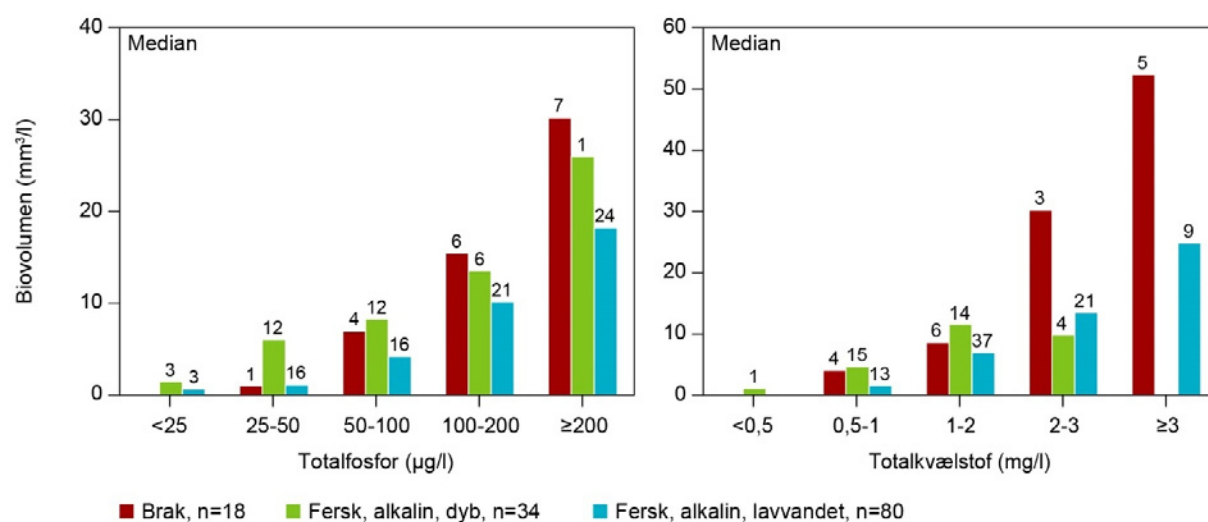
Figur 7.2. Sammenligning mellem sommergennemsnit af total P (totalfosfor), total N (total kvælstof), klorofyl *a* samt sigtdybde i de seneste to seksårige perioder. Hvert punkt repræsenterer en sø. Linjen angiver 1:1 linjen, dvs. punkter på denne linje angiver en uændret værdi, mens punkter hhv. over og under linjen viser en ændring i sommergennemsnit.

7.2 Udvikling i KT-søernes fytoplanktonsamfund

Mængden og sammensætningen af fytoplankton (planteplankton) i søer, påvirkes af en række forskellige faktorer, herunder alkalinitet, salinitet, vandets farve, dybdeforhold og især næringsstofniveauer. Meget næringsrige søer vil ofte have en anden artssammensætning og større mængde af alger end de mere rene søer. Nogle arter som furealger og gulalger findes primært i søer med lave fosforkoncentrationer, mens koncentrationen af grønalger og blågrønalger ofte stiger med fosforkoncentrationen (Søndergaard et al. 2003).

Fytoplanktonsammensætning og biovolumen (et mål for mængden af fytoplankton) er undersøgt i 87 KT-søer gennem to seksårige perioder 2008-2013 og 2014-2019. En sammenligning på tværs af søer mellem de to perioder viser ingen signifikant ændring i det samlede biovolumen af fytoplankton, dog ses en mindre reduktion i furealgeres biovolumen.

Figur 7.3 viser sammenhængen mellem fytoplanktons biovolumen (sommer-værdier) og næringsstofkoncentrationer for søer opdelt i tre grupper: 1: brakke, kalkrige, lavvandede, ikke-brunvandede og brunvandede søer, 2: ferske, kalkrige, dybe, ikke-brunvandede søer og 3: ferske, kalkrige, lavvandede, ikke-brunvandede og brunvandede søer. Data fra perioden 2008-2019 indgår i analysen. Det generelle billede er som forventet, at biovolumen af fytoplankton stiger med stigende næringsstofkoncentration. Ved de højeste fosforkoncentrationer er sommerbiovolumenet af fytoplankton højest i gruppen af brakke søer og lavest i gruppen af ferske kalkrige lavvandede søer.



Figur 7.3 Sommergennemsnitlig biovolumen (medianværdier) blandt tre grupperinger af søer i forhold til søernes indhold af totalfosfor og totalkvælstof inddelt i kategorier. Tallene over hver søjle angiver antallet af søer, som indgår i beregningen.

8 Marine områder

Marine områder er i denne sammenhæng opdelt i hhv. kystvande (inkl. fjorde) og havområder (åbne indre farvande), da de to typer af farvande adskiller sig fra hinanden. I de kystnære områder er påvirkningen fra danske landområder den væsentligste, mens der er i de åbne farvande som Kattegat også er en påvirkning fra fx andre havområder som Østersøen. Denne opdeling er vigtig, idet man må forvente, at en dansk indsats for at nedbringe udledninger fra fx punktkilder eller landbrug vil slå tydeligst igennem i de vandområder (fjorde m.m.), som ligger tættest på de danske landområder.

Der er en række faktorer, som har indflydelse på tilstanden i de marine områder. Fysiske påvirkninger som fx fiskeri med bundtrawl eller oprensning af sejlrender kan påvirke de områder, hvor disse aktiviteter foregår. En anden faktor er miljøfarlige stoffer, som lokalt kan påvirke miljøtilstanden betydeligt.

Det er dog udledningen af næringsstoffer, som har størst betydning for tilstanden i de marine områder. Tilførslen af kvælstof har størst betydning, men tilførslen af fosfor (særlig om foråret) har også betydning for tilstanden især i de kystnære områder. Næringsstofferne er afgørende for produktionen af planteplankton, som videre påvirker en række parametre som fx vandets klarhed, iltforbruget, udbredelse af fx ålegræs og makroalger m.v.

8.1 Status og udvikling i kemiske parametre

Der måles forskellige fysiske og kemiske parametre i overvågnings-programmet for de marine områder (Hansen og Høgslund, 2021).

Udviklingen i næringsstofindholdet i marine områder er præsenteret i kapitel 1 og 2 (på grund af analysefejl vedr. totalkvælstof og totalfosfor for perioden 2010-2017 vises kun indholdet af opløste uorganiske næringsstoffer). Det fremgår tydeligt, at det er i fjorde og kystvande, at næringsstofindholdet målt som opløste uorganiske stoffer er faldet mest.

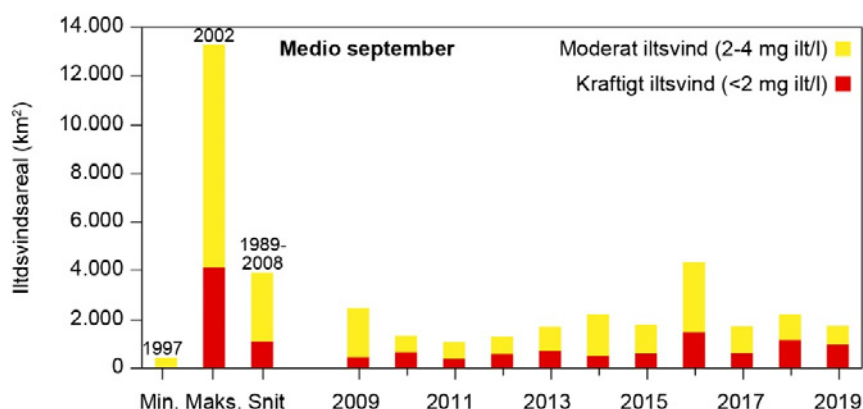
Iltforhold og herunder iltsvind er en anden meget væsentlig parameter for tilstand og udvikling i marine områder. Iltforhold måles i de fleste danske marine områder hele året men særlig intensivt sommer og efterår, og på den baggrund kan der gives et billede af sæson- og årsudviklingen i iltindholdet.

Iltsvindet var i 2019 kendetegnet ved at udvikle sig markant i en række områder i lighed med 2014-18. I 2019 opstod der iltsvind flere steder ret tidligt på året, hvilket formentlig skyldes en kombination af de høje vandtemperaturer fra årets start, en stor tilførsel af næringsstoffer først på året efterfulgt af en solrig og vindsvag april. Det tidligste iltsvind uden for de områderne med mere eller mindre permanent iltsvind opstod i starten af maj (Haderslev Fjord, Nybøl Nor og Det Sydfynske Øhav). I juni blev der også konstateret iltsvind i Lillebælt nord for Als, i Limfjorden, Aabenraa Fjord, Flensborg Fjord og i det sydlige Lillebælt mellem Als og Ærø. Iltsvindet tog til i styrke og udbredelse i løbet af juni, juli og august især i de områder, som er relativt udsatte for iltsvind. Blæst først i juli og frisk vind midt i august forbedrede iltforholdene i en kortere periode i de lavvandede områder, men ændrede ikke på forholdene i de dybere områder. Flere steder, fx Haderslev og Aabenraa Fjord, blev der registreret iltfrie forhold i bundvandet, frigivelse af den giftige forbindelse

svovlbrinte samt døde bunddyr og fisk. Iltsvindet tog yderligere til i styrke og udbredelse i sidste halvdel af august og første halvdel af september. Blæst midt i september fjernede en del af iltsvindet, men relativ svag vind i tiden herefter kombineret med fortsat høje temperaturer i bundvandet betød, at iltsvindet hurtigt reetablerede sig i de dybere områder. I løbet af november forbedredes iltforholdene i de fleste områder, men sidst i november var der alligevel usædvanlig meget iltsvind for årstiden. På enkelte lokaliteter var der iltsvind ind i december.

I figur 8.1 er vist udviklingen i iltsvind i de indre danske farvande i perioden 2009-19 sammen med gennemsnittet for 1989-2008 samt det mindste (1997) og største iltsvind (2002), der er registreret i perioden.

Figur 8.1. Udviklingen i arealet af moderat iltsvind (2-4 mg/l) og kraftigt iltsvind (< 2 mg/l) i september i de indre danske farvande for perioden 2009-2019, gennemsnittet for perioden 1989-2008 samt den største og mindste registrerede arealudbredelse i overvågningsperioden 1989-2019 (Hansen og Høgslund (red) 2021).



Udbredelsen af iltsvind i september har varieret noget de seneste ca. 10 år (figur 8.1) med forholdsvis udbredt iltsvind i 2009, lille udbredelse i årene 2010-12 og mellem udbredelse i årene 2013-2017 afbrudt af et forholdsvis udbredt iltsvind i 2016. Udbredelsen i 2019 var i september på niveau med 2017 og lidt mindre end i 2018, og godt halvdelen af iltsvindsarealet var påvirket af kraftigt iltsvind. En meget væsentlig del af variationen i udbredelsen af iltsvind skyldes vejrsmæssige forhold (primært vind og temperatur). Tilførslen af næringsstoffer er dog en grundlæggende faktor for, at der kan udvikles udbredt iltsvind.

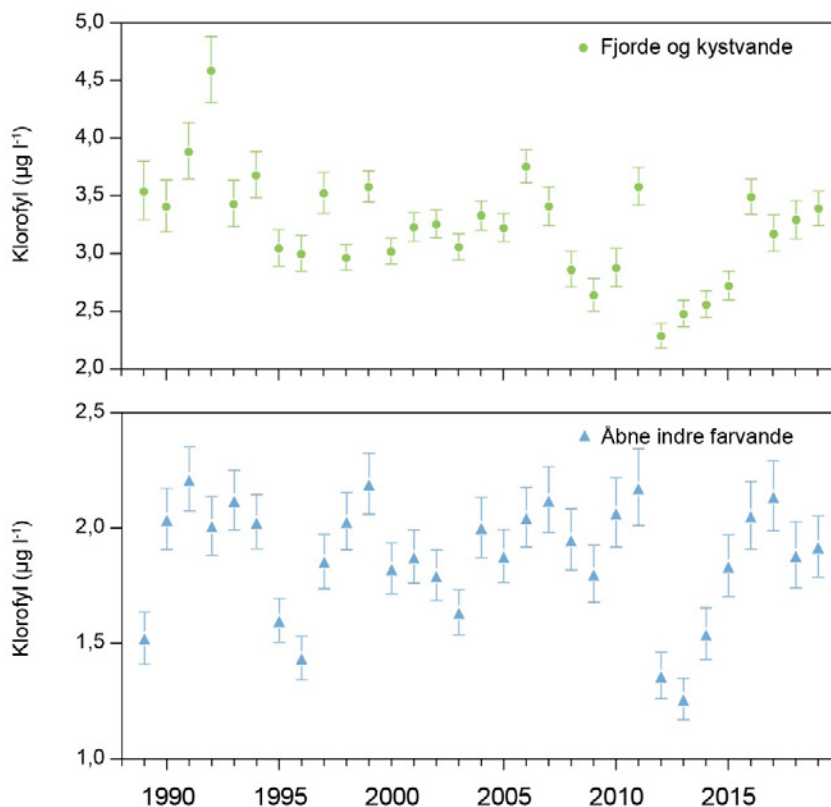
I fjorde og kystvande har iltindholdet i bundvandet varieret inden for et forholdsvis snævert interval siden 1980'erne. I 2019 var iltindholdet på niveau med 2018 og lidt højere end det gennemsnitlige niveau for perioden siden starten af 1980'erne. I de mere åbne dele af de indre danske farvande har iltindholdet varieret en del og overordnet været faldende siden 1960'erne. I 2018 var der en markant stigning i iltkoncentrationen, men i 2019 faldt koncentrationen til et niveau lidt under gennemsnittet for perioden siden starten af 1980'erne.

8.2 Udviklingen i biologiske parametre

8.2.1 Planteplankton

Mængden af planteplankton (encellede alger) er i sig selv en indikator for miljøtilstanden, men også vigtig for en række andre parametre. Mængden af planteplankton måles på flere måder i overvågningsprogrammet. En af de metoder, der har været anvendt igennem rigtig mange år, er måling af mængden af klorofyl *a* – det grønne fotopigment i algerne, som producerer organisk stof ved fotosyntese. Målinger af klorofyl *a* (vist i figur 8.2) siger noget om mængden af alger, men ikke noget om artssammensætningen af algerne.

Figur 8.2. Koncentration af alger/plantep plankton målt som klorofyl *a* i perioden 1989-2019 (Hansen & Høgslund (red.), 2021).



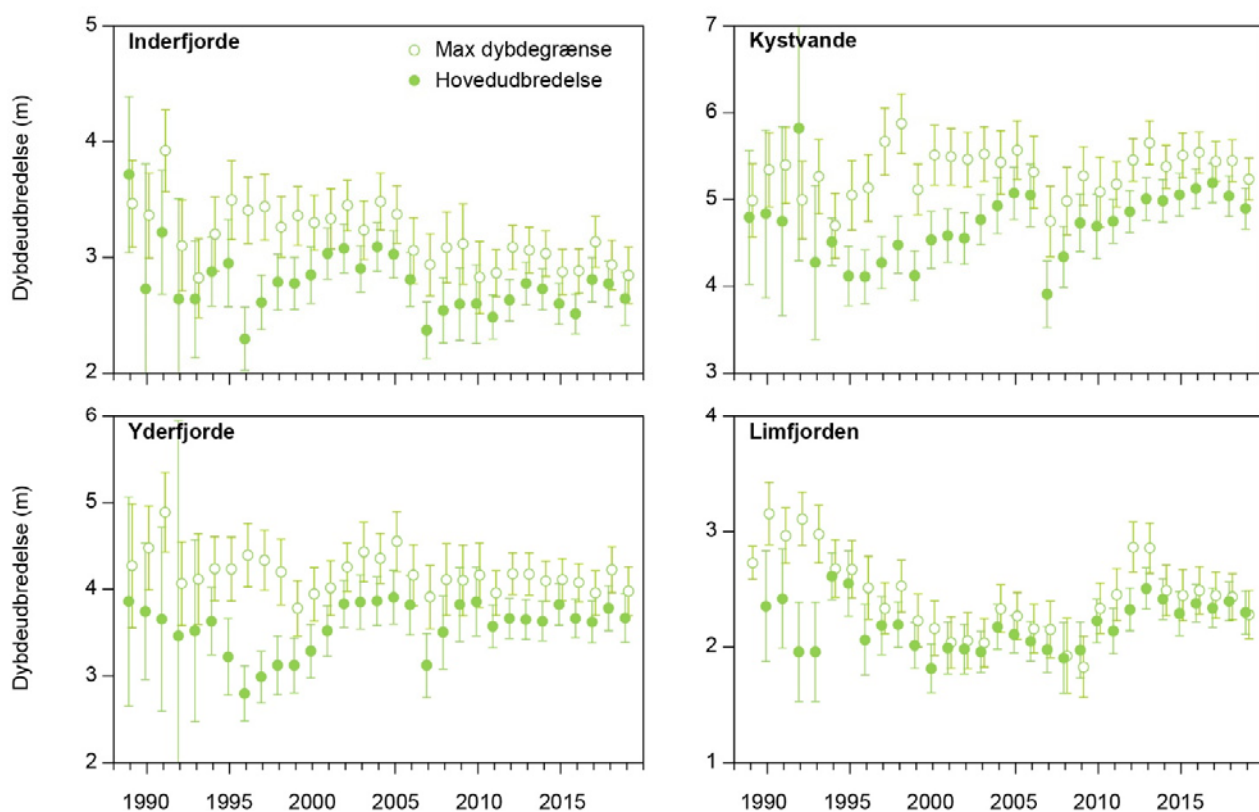
Årsmiddelen for koncentrationen af klorofyl *a* i 2019 i fjorde og kystvande var lidt højere end i 2018, men lavere end i 2016. Samlet er klorofylkoncentrationen dog steget med 48 % siden 2012 og er nu på samme niveau som i 1990'erne og i 2000'erne. I de åbne indre farvande var klorofylkoncentrationen i 2019 en smule højere end i 2018 (1,92 mod 1,88 $\mu\text{g/l}$). Siden 2012 har koncentrationen været signifikant stigende.

8.3 Større planter

Med større planter menes både blomsterplanter (ålegræs) og store alger (makroalger/”tang”). Begge plantetyper udbredelsen er et godt udtryk for vandets klarhed – som igen er afhængig af bl.a. mængden af plantep plankton og dermed af næringsstofmængden.

I figur 8.3 er vist udviklingen i ålegræssets dybdeudbredelse fordelt på forskellige farvandstyper.

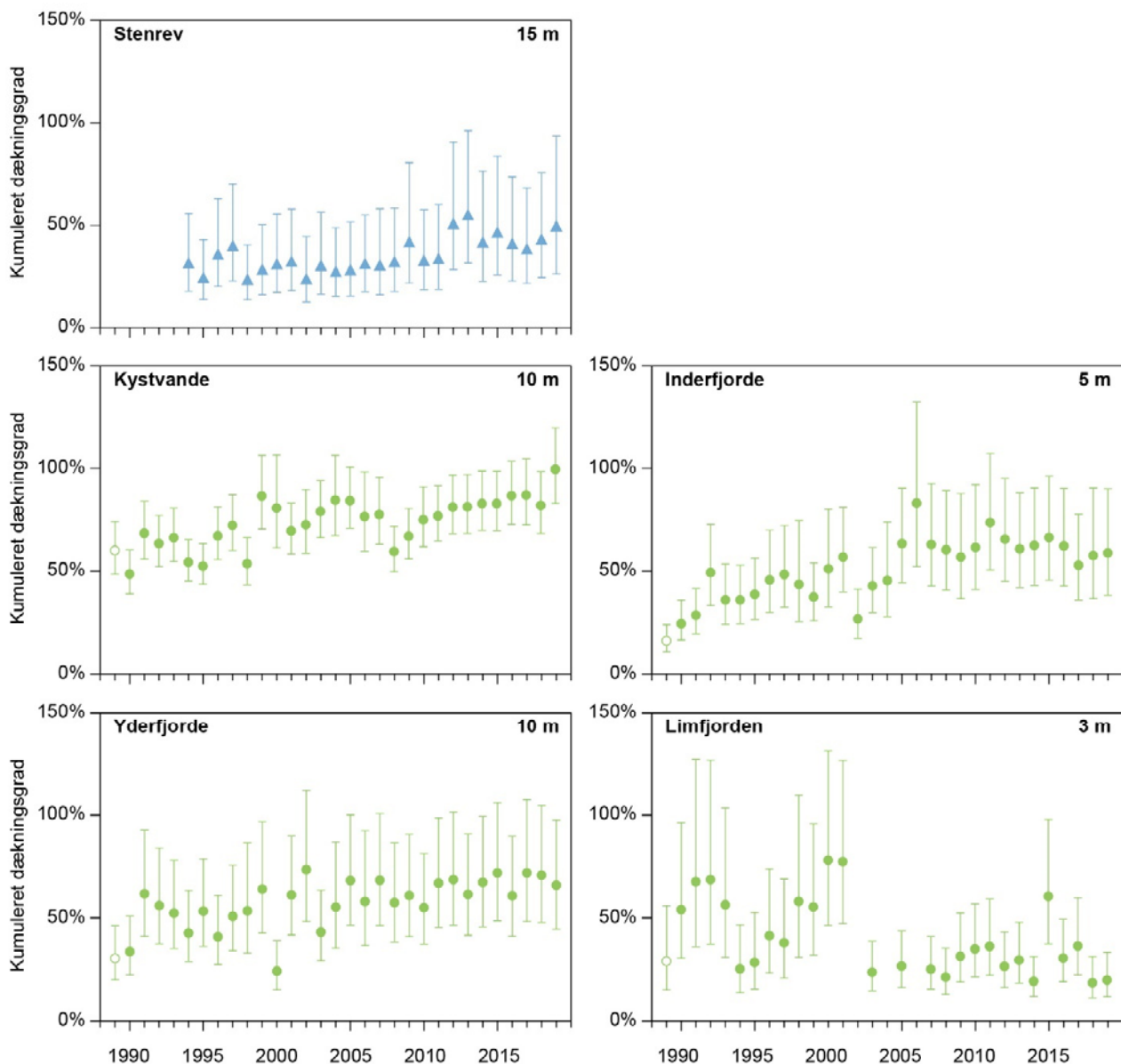
Over de seneste 10 år (2010-2019) viser ålegræssets maksimale dybdegrænse ingen signifikant udvikling i nogen af farvandstyperne. Udviklingen var generelt positiv i kystvande og Limfjorden frem til 2013, men er siden afløst af en stagnation/reduktion. Specielt i Limfjorden var den maksimale dybdegrænse markant lavere i 2014-2019 sammenlignet med 2012-2013. Ålegræssets hovedudbredelse er blevet signifikant dybere gennem de seneste 10 år i kystvande (7 %), mens der ikke har været nogen signifikant udvikling i inder- og yderfjorde eller i Limfjorden. Lokalt kan der dog være store forskelle i udviklingen fra stagnation/tilbagegang til fremgang.



Figur 8.3. Dybdegrænsen for ålegræssets maksimale udbredelse (○) og hovedudbredelse (●) i perioden 1989-2019 for kystvande, yder- og inderfjorde samt Limfjorden (middel $\pm$ 95 % konfidensgrænser) (Hansen & Høgslund (red.) 2021).

Udover ålegræs indgår også målinger af makroalger ("tang") i overvågningsprogrammet. I figur 8.4 er vist udviklingen i dækningsgrad for makroalger fordelt på: stennrev, kystvande, yderfjorde, inderfjorde samt Limfjorden.

Gennem overvågningsperioden (1990-2019) er der sket en signifikant positiv udvikling i algerne kumulerede dækning i inderfjorde, yderfjorde, kystvande og på stennrev, mens udviklingstendensen er signifikant negativ i Limfjorden. Årsagen til tilbagegangen i Limfjorden er ikke dokumenteret. Undersøgelser ved Livø og i Bjørnsholm Bugt i Løgstør bredning dokumenterer dog et meget stort potentielt grænsningstryk fra søpindsvin i 2019 (Dahl et al., 2020). De overordnede udviklingstendenser 1990-2019 viser, at den kumulerede makroalgedække er øget med 48 % i kystvande, 51 % i yderfjorde, 93 % i inderfjorde og 74 % på stennrev, mens det er reduceret med 56 % i Limfjorden. Gennem de seneste 10 år (2010-2019) har der været en svag, men signifikant, fremgang i den kumulerede dækning i kystvande (22 %), mens udviklingen i yder- og inderfjorde, Limfjorden og på stennrev er stagneret.

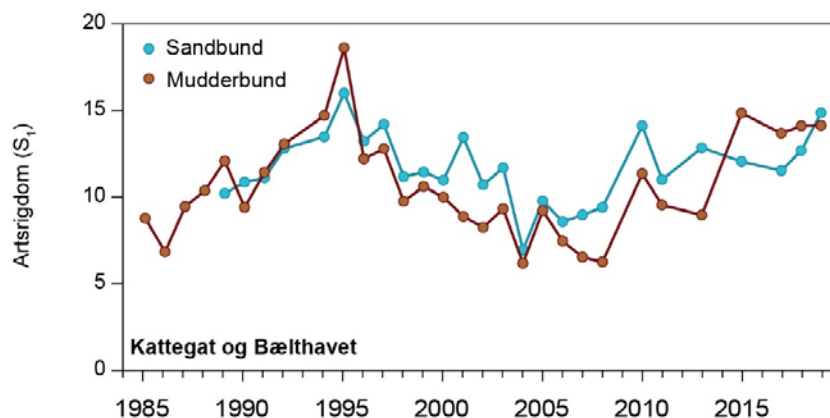


Figur 8.4. Makroalgernes kumulerede dækningsgrad i perioden 1989-2019 for stenrev i åbne farvande og på sten i kystvande, yder- og inderfjorde samt i Limfjorden. Data fra 1989 og for stenrev også fra 1990-1993 er udeladt af trendanalyserne (åbne symboler) (Hansen & Høgslund (red.) 2021).

8.4 Bundfauna

De forskellige dyr (snegle, orme, muslinger m.m.) på havbunden er et meget vigtigt element i det marine økosystem. Bundfaunaens biomasse afhænger af fødegrundlaget, som væsentligst udgøres af det plantemateriale, som produceres i havet, og som er reguleret af mængden af næringsstoffer i det omgivende havmiljø. Mængden og sammensætningen af bunddyr er også afhængig af fx bundforhold, tilførsel af larver og fysiske påvirkninger som bundtrawling, men især forekomst af iltsvind påvirker mængden og sammensætningen af bundfaunaen. Bundfaunaen har en positiv indvirkning på havmiljøet, bl.a. fordi den medvirker til at ilte sedimentet. Generelt vil ændringer i sammensætningen af bundfaunaen afspejle ændringer i miljøforholdene over en længere periode.

Figur 8.5. Udviklingen i artsrigdom på 18 stationer i Kattegat, Bælthavet (inkl. Øresund) i perioden 1989-2019. Røde symboler angiver stationer, der ligger på dyb mudderbund, mens grå symboler angiver den gennemsnitlige artsrigdom på de stationer, der ligger på lavere vand med mere sandet bund (Hansen & Høgs-lund (red.) 2021).



I de åbne indre farvande var bundfaunaen i 2019 generelt i god tilstand med artsrigdomme på samme høje niveau som ved prøvetagningen i 2015, 2017 og 2018, og den har dermed nået det niveau, den havde da den toppede i midten af 1990'erne (figur 8.5). Som det er beskrevet i tidligere havrapporter, har udviklingen i artsrigdommen i hele perioden været ens på tværs af stationer. I gruppen af dybe stationer med mudderbund var der dog, i lighed med de tidligere år, enkelte stationer, hvor artsrigdommen stadig er påfaldende lav med kun ca. halvt så mange arter som i resten af området.

I fjorde og kystvande var forholdene i 2019 varierende for bundfaunaen. I kun et ud af tredivende besøgte områder var forholdene gode, mens forholdene var ringe i fem af områderne. I flere tilfælde hang de ringe forhold sammen med dårlige iltforhold.

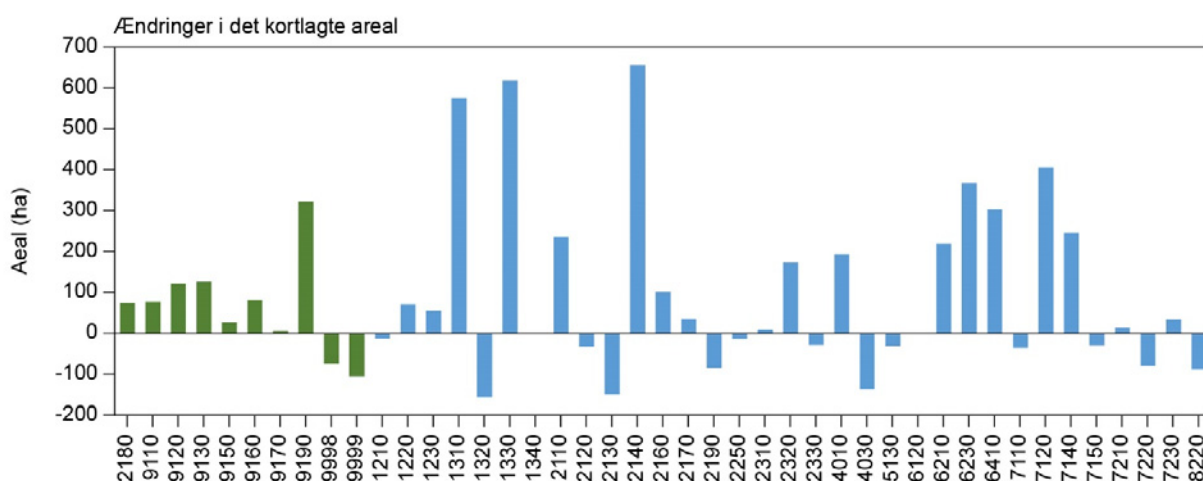
I Nordsøen og Skagerrak var bundfaunaens tilstand generelt uforandret i forhold til 2017, med tegn på lavere artsrigdom i Skagerrak sammenlignet med de øvrige Nordsøområder. Bundtrawling anses for at være den dominerende presfaktor for bundfaunaens biodiversitet i Nordsøen.

9 Naturtyper og arter

9.1 Kortlægning af terrestriske habitatnaturtyper

Årets afrapportering på novana.au.dk omfatter resultaterne fra Miljøstyrelsens kortlægning af de 43 terrestriske habitattyper, der er kortlagt inden for habitatområderne i perioden 2016 til 2019 (Nygaard et al. 2021). I november 2018 blev der foretaget en omfattende opdatering af Natura 2000-områdernes afgrænsning og de udvidede arealer blev kortlagt i 2019. Kortlægningsresultaterne er vist for både den gamle afgrænsning af habitatområderne (2004-2018) og den nye afgrænsning efter 2018. I perioden 2016-2019 er kortlagt 119.410 ha med de 43 terrestriske habitatnaturtyper inden for den gamle afgrænsning af habitatområderne, svarende til 38 % af habitatområdernes landareal (se Tabel 9.1). I forhold til den forrige kortlægning (2010-2012 for de lysåbne naturtyper og 2005-2012 for skovene) er arealet med habitatnatur forøget med 4.073 ha. For de fleste habitatnaturtyper er arealet nogenlunde uændret i perioden, mens nogle har et forøget eller reduceret areal. Der ses en særlig stor forøgelse af det kortlagte areal i de to seneste kortlægninger for klithede (+656 ha), strandeng (+617 ha), enårig strandengsvegetation (+575 ha), nedbrudt højmoser (+406 ha), surt overdrev (+367 ha) og stilkegekrat (+322 ha) (se figur 9.1). Arealet er reduceret for et mindre antal habitatnaturtyper, herunder vadegræssamfund (-156 ha), grå / grøn klit (-150 ha) og tør hede (-137 ha). Foruden reelle forandringer kan en del af forskellene tilskrives en mere detaljeret kortlægning og ændringer i naturtypedefinitionen.

Justeringerne af Natura 2000-områdernes grænser i 2018 har medført en forøgelse af det samlede kortlagte areal på 14.259 ha (se Tabel 9.1). Mere end halvdelen af forøgelsen er skovarealer, særligt bøg på muld (4.345 ha), bøg på mor (1.563 ha) og egeblandskov (793 ha).

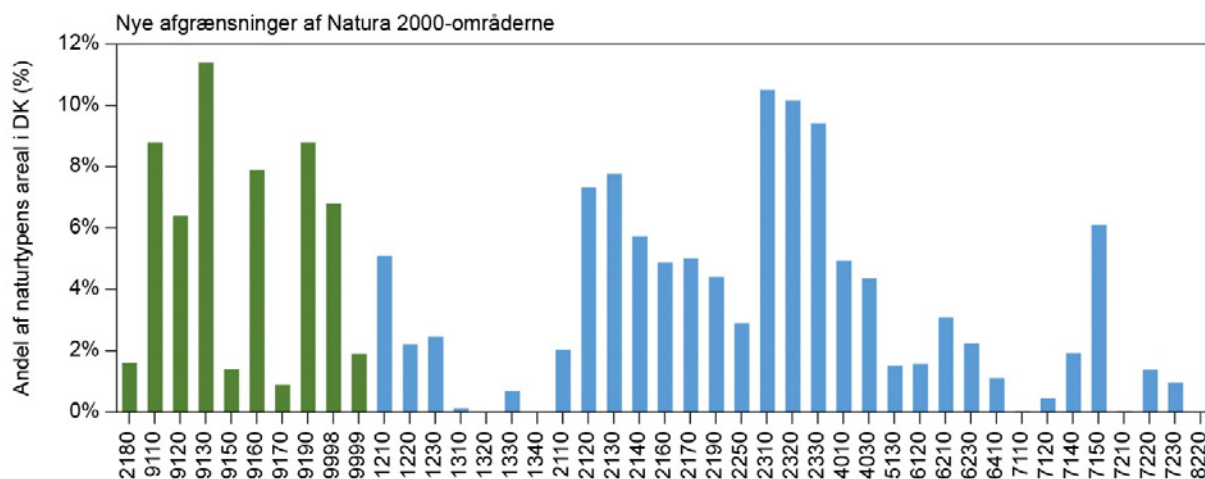


Figur 9.1. Ændringer i de kortlagte arealer med de 43 terrestriske habitatnaturtyper fra den forrige til den seneste kortlægning i 2016-2019. For de 33 lysåbne habitatnaturtyper sammenlignes med den anden kortlægningsrunde (2011-2012) og for de 10 skovtyper med den første kortlægningsrunde (2005-2012). De 10 skovtyper er vist med grønne søjler og de 33 lysåbne naturtyper med blå. Naturtypekoder fremgår af Tabel 9.1.

Tabel 9.1. Oversigt over de kortlagte forekomsters antal og areal (i ha) gennem de tre kortlægningsperioder for de 43 terrestriske naturtyper, vist for både den gamle habitatområdeafgrænsning (2004-2018) og den nye afgrænsning (2018-).

Kortlægningsrunde		Første (2004-2006) (2005-2012)		Anden (2010-2012)		Tredje (2016-2019)			Tredje (2016-2019)					
Habitatområdeafgrænsning		Gammel		Gammel		Gammel			Ny			Forøgelse		
Naturtypen		Areal (ha)	Antal	Areal (ha)	Antal	Areal (ha)	Antal	Andel inden for	Areal (ha)	Antal	Andel inden for	Areal (ha)	Antal	Andel inden for
1210	Strandvold med enårige planter			85	82	71	88	50%	78	97	55%	7	9	5,1%
1220	Strandvold med flerårige planter			665	319	736	423	46%	771	453	48%	35	30	2,2%
1230	Kystklint/klippe			251	128	305	170	32%	329	193	34%	24	23	2,5%
1310	Enårig strandengsvegetation			541	100	1.116	134	77%	1.117	136	77%	2	2	0,1%
1320	Vadegræssamfund			224	15	68	19	82%	68	19	82%	0	0	0,0%
1330	Strandeng	29.159	1.726	28.583	1.877	29.201	2.190	74%	29.471	2.244	75%	270	54	0,7%
1340	Indlandssalteng	14	13	13	12	14	14	50%	14	14	50%	0	0	0,0%
2110	Forklit			284	145	521	183	60%	539	191	63%	18	8	2,0%
2120	Hvid klit			1.116	144	1.083	151	62%	1.211	172	69%	128	21	7,3%
2130	Grå/grøn klit	9.270	1.254	9.773	1.152	9.623	1.286	61%	10.839	1.495	69%	1.217	209	7,8%
2140	Klithede	13.748	1.295	15.095	1.183	15.751	1.312	61%	17.236	1.547	67%	1.484	235	5,7%
2160	Havtornklit			443	139	543	165	62%	586	179	66%	43	14	4,9%
2170	Grårisklit			539	201	574	244	61%	621	274	66%	47	30	5,0%
2190	Klittavning	4.291	720	4.982	671	4.897	739	60%	5.255	849	65%	359	110	4,4%
2250	Enebærklit	253	65	377	122	364	127	62%	381	134	65%	17	7	2,9%
2310	Visse-indlandsklit	169	29	263	46	272	50	49%	330	58	59%	58	8	10,5%
2320	Revling-indlandsklit	1.522	151	1.871	186	2.043	217	52%	2.439	260	63%	396	43	10,2%
2330	Græs-indlandsklit	63	35	76	28	47	26	49%	57	29	58%	10	3	9,4%
4010	Våd hede	1.601	399	3.065	483	3.257	559	41%	3.648	648	46%	391	89	4,9%
4030	Tør hede	10.644	1.014	9.797	1.025	9.660	1.123	46%	10.578	1.240	50%	918	117	4,4%
5130	Enekrat	357	180	490	192	458	203	38%	476	209	40%	18	6	1,5%
6120	Tørt kalksandsoverdrev	38	49	62	60	62	60	50%	64	68	51%	2	8	1,6%
6210	Kalkoverdrev	1.631	761	1.329	699	1.548	789	38%	1.674	866	41%	126	77	3,1%
6230	Surt overdrev	4.373	1.640	4.609	1.683	4.976	2.088	33%	5.314	2.255	35%	338	167	2,2%
6410	Tidvis våd eng	2.282	760	2.449	757	2.752	951	30%	2.853	1.022	31%	100	71	1,1%
7110	Aktiv højmosse	2.531	91	2.534	80	2.498	109	83%	2.499	112	83%	0,9	3	0,0%
7120	Nedbrudt højmosse	860	98	1.280	206	1.686	269	28%	1.713	280	28%	27	11	0,4%
7140	Hængesæk	706	817	752	756	997	1.119	38%	1.048	1.191	40%	51	72	1,9%
7150	Tørvelavning	121	122	198	89	168	80	45%	191	89	51%	23	9	6,1%
7210	Avneknippemose	122	46	87	40	100	40	25%	101	41	25%	0,1	1	0,0%
7220	Kildevæld	325	704	371	837	291	994	32%	303	1.049	33%	12	55	1,4%
7230	Rigkær	2.902	2.004	2.973	2.056	3.006	2.349	34%	3.089	2.434	35%	83	85	0,9%
8220	Indlandsklippe			130	81	42	54	35%	42	54	35%	0	0	0,0%
2180	Skovklit	589	101			663	146	64%	680	156	65%	17	10	1,6%
9110	Bøg på mor	2.895	624			2.972	727	17%	4.535	1.051	26%	1.563	324	8,8%
9120	Bøg på mor med kristtorn	838	204			959	261	27%	1.184	338	34%	225	77	6,4%
9130	Bøg på muld	5.427	1.330			5.553	1396	15%	9.898	2.216	26%	4.345	820	11,4%
9150	Bøg på kalk	305	72			331	79	49%	340	82	51%	9	3	1,3%
9160	Ege-blandskov	1.599	624			1.680	684	17%	2.473	935	25%	793	251	7,9%
9170	Vinteregeskov	70	8			75	14	100%	76	14	101%	1	0	0,8%
9190	Stilkeke-krat	1.594	376			1.916	497	44%	2.299	608	52%	383	111	8,7%
9998	Skovbevokset tørvemose	3.632	696			3.557	791	67%	3.916	869	74%	359	78	6,8%
9999	Elle- og askeskov	3.078	1.588			2.973	1663	15%	3.333	1.879	17%	360	216	1,9%
Samlet, lysåbne		86.982	13.973	95.310	15.594	98.731	18.325		104.935	19.902		6.204	1.577	
Samlet, skove		20.027	5.623			20.679	6.258		28.734	8.148		8.055	1.890	
Samlet, alle naturtyper		107.009	19.596	95.310	15.594	119.410	24.583		133.669	28.050		14.259	3.467	

For hele seks af de 10 skovhabitatyper er andelen af det skønnede nationale areal, der ligger inden for habitatområderne, forøget med mere end 5 % (se figur 9.2).

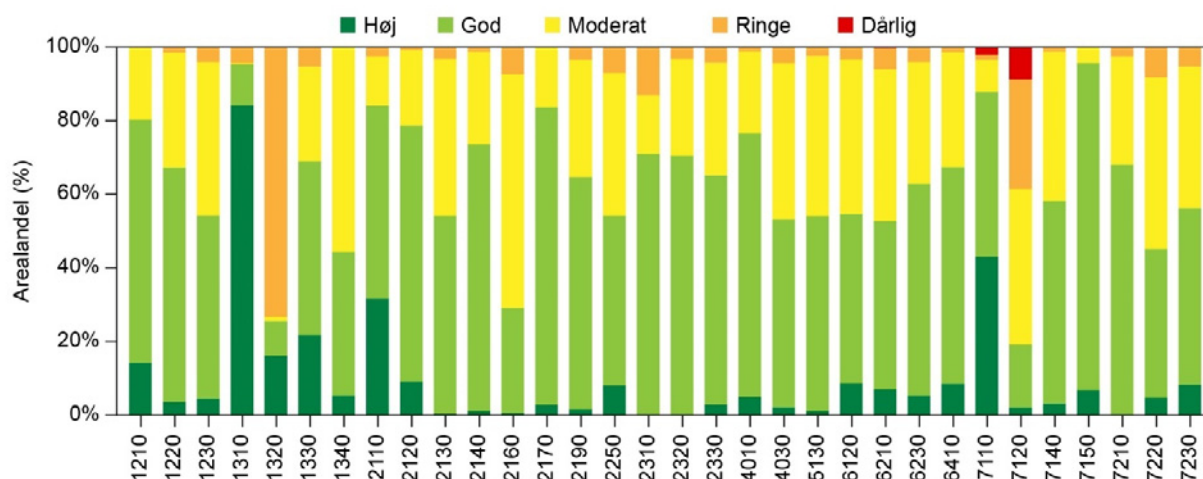


Figur 9.2. Ændringen i den procentvis andel af det skønnede nationale areal med de 43 terrestriske habitatnaturtyper, der ligger inden for habitatområderne som følge af justeringerne af Natura 2000-områdernes grænser i november 2018. De 10 skovtyper er vist med grønne søjler og de 33 lysåbne naturtyper med blå. Naturtypekoder fremgår af Tabel 9.1.

Således er arealandelen med bøg på muld inden for habitatområderne øget fra 14,6 % inden for de gamle habitatområdegrenser til 26 % inden for de nye grænser. For de lysåbne naturtyper er arealforøgelsen størst for klithede med 1.484 ha og en forøgelse af arealandelen på 5,7 %, grå/grøn klit (1.217 ha og 7,8 %) og tør hede (918 ha og 4,4 %) (Tabel 9.1). Den relative forøgelse i arealet som følge af en ændring i afgrænsningen af Natura 2000-områderne er stor for en række mindre udbredte naturtyper, se figur 9.2. Til gengæld har grænsejusteringerne ikke ført til væsentlige ændringer i arealet med overdrev, tidvis våde enge, sure moser (ud over tørvelavning) og kalkrige moser, der ligger inden for Natura 2000-områderne.

9.1.1 Naturtilstanden for lysåbne naturtyper

Den samlede kortlægning inden for den nye, udvidede afgrænsning af habitatområderne (2016-2019) viser at 65 % af arealet (se figur 9.3) af de kortlagte forekomster med de lysåbne terrestriske habitatnaturtyper har høj eller god naturtilstand. Ganske få arealer har dårlig naturtilstand, mens 4 % af arealet har ringe naturtilstand og dermed er afhængig af en større indsats for at opnå en gunstig tilstand. Naturtilstanden er særlig høj for enårig strandengsvegetation (1310), aktiv højmose (7110) og tørvelavning (7150), der alle er snævert defineret, så en ugunstig tilstand ikke opfylder naturtypens definition og derfor ikke kortlægges. Høj naturtilstand har også en række dynamiske kystnaturtyper som fx strandvold med enårige planter (1210), forklit (2110) og hvid klit (2120).



Figur 9.3. Den gennemsnitlige naturtilstand for de 32 lysåbne terrestriske naturtyper, der er udviklet et tilstandsvurderingssystem for. Data er fra den tredje kortlægning (2016-2019) inden for den nye habitatområdeafgrænsning (efter november 2018). Andelen er vægtet for de enkelte forekomsters arealer. Naturtypekoder fremgår af Tabel 9.1.

I modsætning hertil er naturtilstanden særligt lav for vadegræssamfund (1320), der er defineret ved en problemart (arter af vadegræs) og nedbrudt højmoser (7120), der er defineret som en højmoser i en ugunstig tilstand. Den relativt lille arealandel i de to bedste tilstandsklasser for havtornklit (2160), indlandssalteng (1340) og kildevæld (7220) er derimod udtryk for naturtypernes generelt ugunstige tilstand.

Justeringerne af Natura 2000-områdernes grænser har ikke medført væsentlige ændringer i den gennemsnitlige tilstand.

Naturtilstanden er en sammenvejning af naturtypernes strukturtilstand og deres artstilstand. For de lysåbne terrestriske naturtyper som helhed er der ikke forskel på andelen af arealet med strukturtilstand i høj og god tilstand (66 %) og artstilstand i høj og god tilstand (65 %). Der er relativt mange naturtyper, hvor strukturtilstanden generelt er højere end artstilstanden, men også naturtyper, hvor artstilstanden er en smule højere end den strukturelle tilstand. Artstilstanden beregnes ud fra planternes artssammensætning i de dokumentationscirkler, der udlægges inden for hver af de kortlagte forekomster. Dokumentationscirklerne i kortlægningen er udlagt på den bedst udviklede og mindst påvirkede del af det kortlagte areal, i modsætning NOVANA-programmets kontrolovervågning, hvor prøvefelterne er tilfældigt udlagt. Artstilstanden i kortlægningen er dermed udtryk for artspotentialer på arealet, mens artsindikatorerne i kontrolovervågningen afspejler naturtypens gennemsnitlige artstilstand.

Inden for den gamle afgrænsning af Natura 2000-områderne (gældende før november 2018) er der ikke væsentlig forskel på naturtilstanden af de lysåbne terrestriske naturtyper gennem de tre kortlægningsperioder.

Betragtes artstilstanden alene, er den generelt uændret eller faldende, svarende til resultaterne fra NOVANA-programmets kontrolovervågning af naturtyperne. Til gengæld er der forandringer i strukturtilstanden for ganske mange naturtyper. Der er en forbedret strukturtilstand i de dynamiske naturtyper, strandvold med enårige (1210) og flerårige planter (1220), indlandsklint og -klippe (1230), enårig strandengsvegetation (1310), vadegræssamfund (1320), indlandssalteng (1340), hvid klit (2120), havtornklit (2160) samt våd

hede (4010), højmoser (7110 og 7120) og rigkær (7230). Der er tilsvarende en forværring i strukturtilstanden for en række kystklitter, herunder grå/grøn klit (2130), klithede (2140), klitlavning (2190) og enebærklit (2250), samt visse indlandsklit (2310), enebærkrat (5130), tørt kalksandsoverdrev (6120) samt tidvis våd eng (6410).

Ændringerne i strukturindekset kan skyldes reelle forandringer af tilstanden, fx en forbedring som følge af mere græsning under Natura 2000-indsatsen. Mindre afvanding af en række eng- og mosetyper giver mere naturlig hydrologi, hvilket er i overensstemmelse med data fra NOVANA programmets kontrolovervågning (Nygaard et al. 2020). Men de gennemsnitlige tilstandsindeks påvirkes også af en række metodiske ændringer i kortlægningsmetoden over tid, og endelig er der en generel stigning i det kortlagte areal, hvilket vanskeliggør sammenligningerne mellem kortlægningsperioderne.

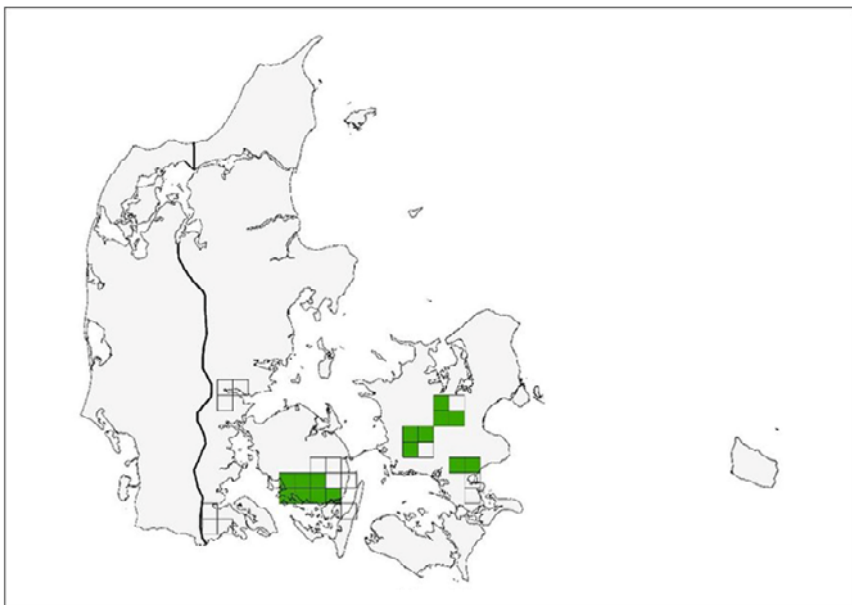
9.2 Overvågning af habitatarter

Årets afrapportering på novana.au.dk omfatter resultaterne fra Miljøstyrelsens artsovervågning i alt otte arter på habitatdirektivets Bilag II og IV (Kjær et al. 2021). Det var dyrearterne hasselmus, hedepletvinge og grøn mosaikguldsmed samt karplanterne mygblomst, gul stenbræk, enkelt månerude og fruesko samt mos-arten blank seglmos. For hasselmus dækker rapporten registreringer i både 2018 og 2019. Overvågningsresultaterne viste, at hedepletvinge, grøn mosaikguldsmed, mygblomst og fruesko er i fremgang. Enkelt månerude og blank seglmos er meget varierende i deres forekomst, men sidstnævnte har en tendens til faldende forekomst. Endelig har den nationale bestand af både gul stenbræk og hasselmus været faldende. Tilbagegangen er koblet til habitatforringelser for de to arter. Hasselmusen er tilknyttet løv- og blandingsskov og gul stenbræk er hjemmehørende i væld og vældmoser. Derfor findes et mere detaljeret sammendrag.

Hasselmus blev senest overvåget i 2018-2019 under NOVANA-programmet. Arten overvåges ekstensivt i og omkring udvalgte områder med tidligere forekomst. Hasselmusens udbredelse er faldet siden den første overvågning i 2000-2005 og kortlægninger siden 1980'erne. Arten synes nu af være uddød i Jylland (figur 9.4). Arten er truet af skovdrift, græsning i skov samt fragmentering af dens levesteder.



Foto: Wikimedia Commons



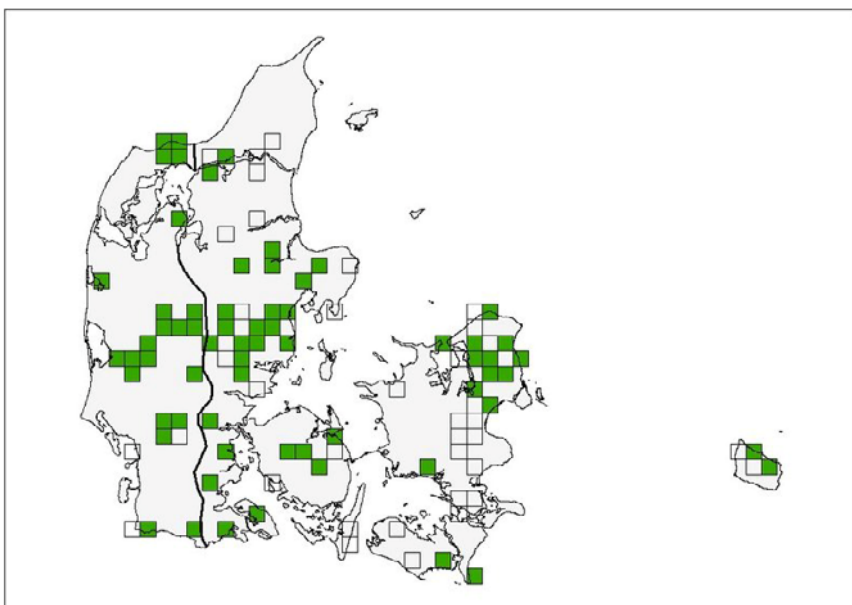
Figur 9.4. Forekomst og udbredelse i UTM-kvadrater på 10x10 km ved overvågningen af hasselmus i 2019. Grøn firkant angiver UTM-kvadrat med fund af arten, og åben firkant angiver undersøgt UTM-kvadrat uden fund.

Hedepletvinge blev i 2019 registreret på det højeste antal lokaliteter i Danmark siden overvågningen blev indledt i 2004. Det er særligt i den kontinentale biogeografiske region, at hedepletvinge er fundet på nye lokaliteter.

Grøn mosaikguldsmed blev i 2019 registreret på 75 lokaliteter fordelt på 66 UTM-kvadrater (figur 9.5). Resultaterne viser, at grøn mosaikguldsmed fortsat øger sin udbredelse i Danmark. Det er særligt i det østlige Jylland, at grøn mosaikguldsmed er fundet på nye lokaliteter.



Foto: Wikimedia Commons

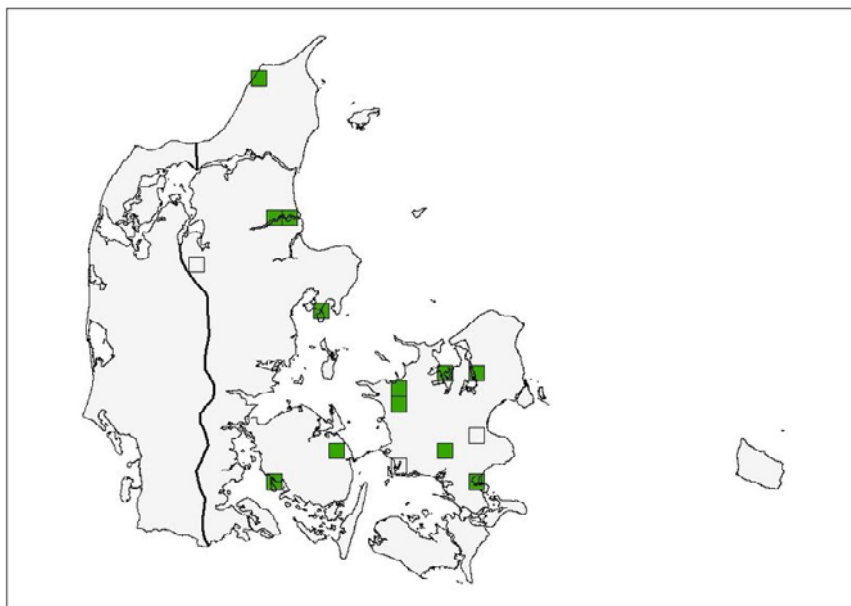


Figur 9.5. Forekomst og udbredelse i UTM-kvadrater på 10x10 km ved overvågningen af grøn mosaikguldsmed i 2019. Grøn firkant angiver UTM-kvadrat med fund af arten, og åben firkant angiver undersøgt UTM-kvadrat uden fund.

Mygblomst blev i 2019 registreret på 19 lokaliteter fordelt på 12 UTM-kvadrater (figur 9.6) og der er sammenlagt registreret 1.459 blomstrende og 2.723 vegetative individer. Det er dermed det laveste antal registrerede individer siden 2013, efter der blev registreret relativt store bestande med mygblomst i perioden 2014-2017. Der var markant nedgang i antallet af optalte planter i Forklædet på Orø, Kaldred i Saltbæk Vig og Urupdam, mens der er registreret et relativt stort antal individer i Even, på Helnæs og i Tved. I lighed med de foregående år er mygblomst ikke fundet på lokaliteterne Bagholdt og Flyndersø, mens arten er genfundet, om end i beskedent omfang, i Buksekær ved Saltbæk Vig og Kærsgård Strand. På baggrund af artsovervågningen i 2004-2019 vurderes det, at bestanden er stigende (Fredshavn et al. 2019a).



Foto: Peter Wind



Figur 9.6. Forekomst og udbredelse i UTM-kvadrater på 10x10 km ved overvågningen af mygblomst i 2019. Grøn og grå firkant angiver undersøgte UTM-kvadrater med og uden registrering af arten.

Gul stenbræk blev i 2019 registreret på alle de 10 lokaliteter, hvor arten har kendte forekomster. Der blev i 2019 sammenlagt registreret 6.195 blomstrende skud, hvilket er det højeste antal siden 2005 og en markant forøgelse af den nationale bestand efter en lang periode med en negativ bestandsudvikling. Overvågningsdata fra perioden 2004-2019 viser betydelige svingninger i størrelsen af de enkelte bestande af gul stenbræk, bl.a. fordi blomstringen er følsom over for temperatur og nedbørsmængde. Den nationale bestand er i en negativ udvikling, formodentlig som følge af forringet habitatkvalitet.

Enkelt månerude blev eftersøgt på fire lokaliteter i 2019, men kun fundet i den vestlige del af Saltbæk Vig med 28 skud. Bestanden størrelse varierer betydeligt over årene. På grund af den ringe højde, nedbidning på græssede lokaliteter og tidlig nedvisning samt artens evne til at overleve en periode under jorden uden at sætte overjordiske skud, er den meget let at overse.

Fruesko blev i 2019 overvåget på de to lokaliteter, hvor arten findes i Danmark. Efter et dyk i bestandene i 2017 er antallet af vegetative skud øget markant i 2019 (fra 739 til 1.422), mens andelen af blomstrende skud er markant lavere end de foregående 15 år for begge bestande. Skindbjerg-bestanden udgør nu omtrent 90 % af den nationale bestand, mens Buderupholm-bestanden er gået signifikant tilbage. Overordnet set har der været en fremgang i den

ationale bestand med fruesko, både hvad angår de vegetative, de blomstrende og det samlede antal skud.

Blank seglmos er i 2018 og 2019 fundet på stort set alle de lokaliteter, hvor arten har været overvåget siden 2006. Overvågningen har vist, at der er meget stor forskel på bestandene med blank seglmos. Nogle lokaliteter rummer udbredte bestande med en høj skudtæthed, mens andre rummer mere spredte bestande med en relativt lav skudtæthed. Da overvågningsmetoden for blank seglmos er ændret to gange siden den første registrering i 2006, og mange nye bestande er opdaget undervejs, er det ikke muligt at analysere udviklingstendenserne for hele overvågningsperioden, men overordnet har der været en tendens til faldende bestandsstørrelser.

9.3 Overvågning af fugle

9.3.1 Ynglefugle

Der er i perioden 2018-2019 monitoreret 45 ynglefuglearter fordelt på to overvågningsprogrammer, Intensiv 1 og Intensiv 2, som begge er monitorering af bestandsstørrelser (Holm et al. 2021).

Intensiv 1 overvågning

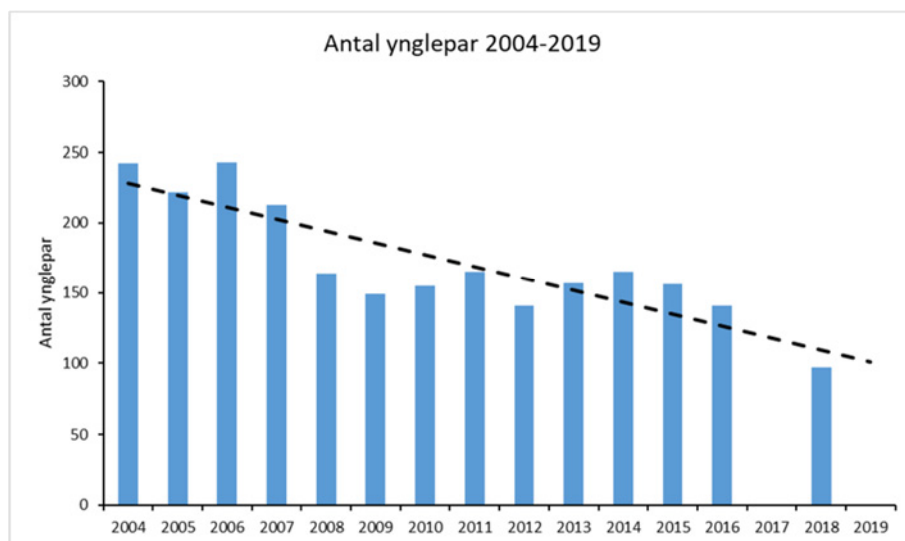
Den intensive overvågning efter Intensiv 1 omfatter arter, som forekommer i eller vender tilbage til kendte lokaliteter. Af de 33 arter i Intensiv 1-programmet har fem arter faldende bestande, bl.a. splitterne og engryle, 14 arter er stabile eller fluktuerende, fx sorterne og rørdrum, mens plettet rørvagtel, rovtterne samt yderligere 10 arter har haft stigende bestande. En enkelt art, blå kærhøg, har ikke været registreret som ynglefugl i hele NOVANA-perioden 2004-2019. I det følgende gennemgås en række udvalgte eksempelarter.

Splitterne har haft varierende ynglebestand fra år til år i Danmark, men overordnet set har ynglebestanden ligget på et noget lavere niveau i 2012-2019 end i 2006-2009 (Fredshavn et al. 2019b). Tilbagegangen skyldes primært, at der ikke længere er store og stabile kolonier i Vadehavet og langs den jyske vestkyst.

Engryle fortsatte den faldende tendens i antal ynglepar i 2018, som er registreret i perioden 2004-2016 (figur 9.7). Antallet af undersøgte lokaliteter ligger nogenlunde stabilt i perioden, hvilket understreger, at der er tale om en reel nedgang. Artens tilbagegang skyldes sandsynligvis forringelser af levestederne og prædation. Engryle er vurderet Truet (EN) på rødlisten.



Foto: Kevin Kuhlmann
Clausen



Figur 9.7. Bestandsudvikling for engrylle i perioden 2004-2019.

Rørdrum har haft stigende bestandsudvikling siden 1970'erne og i NO-VANA-perioden har antallet af ynglepar været stabilt. Udbredelsen er også øget, og rørdrum findes nu ynglende over hele Danmark.

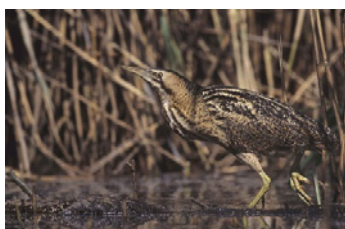
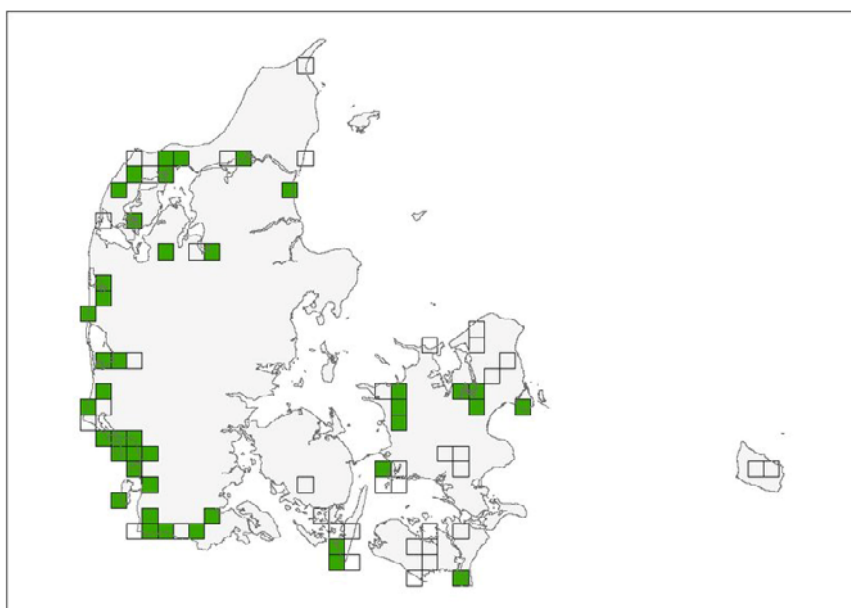


Foto: Wikipedia Commons



Figur 9.8. Monitoring af ynglende rørdrum i 2019 i de fuglebeskyttelsesområder hvor den er på udpegningsgrundlaget. Grøn firkant angiver UTM-kvadrat med sikre og sandsynlige fund, og åben firkant angiver undersøgt UTM uden eller med muligt fund.

Plettet rørvagtel har i NOVANA-perioden 2004-2019 haft stigende antal ynglepar (territoriehævdende fugle), og i 2019 var der en ynglebestand på 156 par (figur 9.9). En stor del af stigningen ses i nye naturgenoprettede vådområder i bl.a. andet Skjern Å og Ribe Østerå, som nu hver især huser flere ynglepar end tidligere. Plettet rørvagtel er vurderet Truet (EN) på rødlisten.

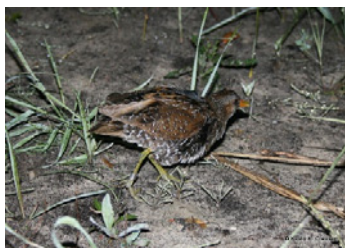


Foto: Kevin Kuhlmann
Clausen



Figur 9.9. Monitorering af ynglende plettet rørvagtel i 2019 i de fuglebeskyttelsesområder, hvor den er på udpegningsgrundlaget. Grøn firkant angiver UTM-kvadrat med sikre og sandsynlige fund, og åben firkant angiver undersøgt UTM uden eller med muligt fund.

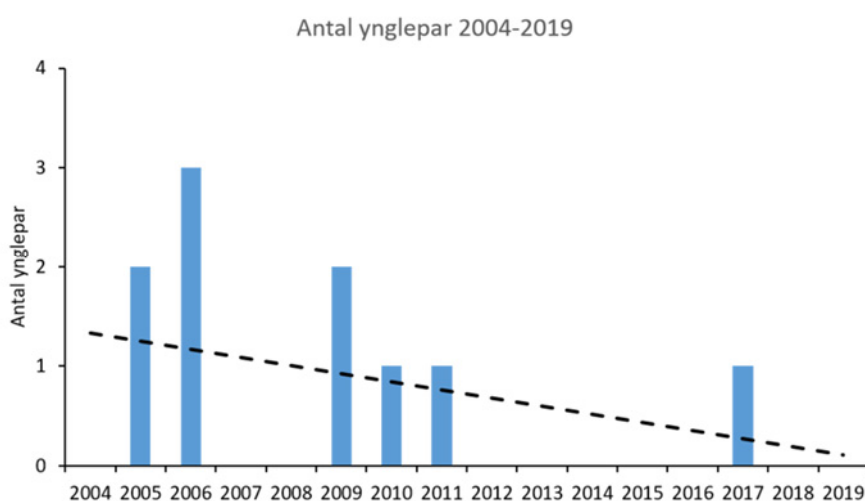
Intensiv 2 overvågning

Intensiv 2 programmet omfatter primært sjældne eller uregelmæssigt ynglende arter samt arter, hvis forekomst ikke kan forudsiges. Her har syv ud af 11 arter stigende bestande, fx perleugle og kongeørn, mens en enkelt art, markpiber, er faldende. Markpiber er ikke registreret som ynglefugl siden 2017, hvor der blev observeret ét par. Danmark ligger på nordkanten af artens udbredelsesområde, og det ser ud til, at markpiber er ved at forsvinde helt som ynglefugl i Danmark.

En enkelt art, sort stork, har ikke været registreret som ynglefugl i NOVANA-perioden. De resterende arter har stabile eller fluktuerende bestande.



Foto: Wikipedia Commons



Figur 9.10. Bestandsudvikling for markpiber i perioden 2004-2019. Data stammer fra Miljøstyrelsens NOVANA-overvågning suppleret med data fra andre kilder.

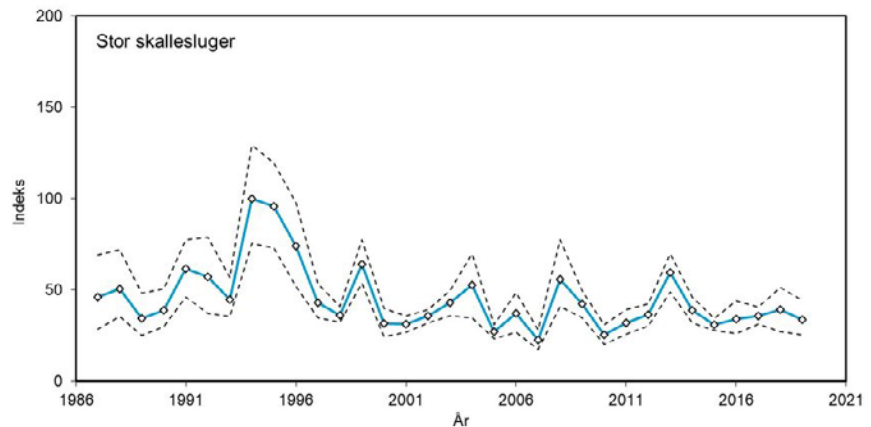
9.3.2 Trækfugle

Overvågningen af trækfugle under NOVANA-programmet omfattede i 2018-2019 en række tællinger fordelt over hele året (Holm et al. 2021). Tællingerne har enten været landsdækkende eller er blevet gennemført på udvalgte lokaliteter, især fuglebeskyttelsesområder. Optællingerne er foretaget på tidspunkter, hvor det forventes, at årsmaksimum af de optalte arter normalt forekommer. NOVANA-programmet for trækfugleovervågningen blev omlagt i 2017 og programmet udvidedes med en række arter på en eller flere fuglebeskyttelsesområders udpegningsgrundlag. Kadencen for alle tællinger, bortset fra midvinter- og fældefugletællingerne, er nu hvert andet år.

På novana.au.dk præsenteres data fra overvågningen af 49 arter af trækfugle, hvor to behandles på underartsniveau (sædgås og knortegås), hvorfor i alt 51 taxa behandles. Af disse overvåges 36 arter/racer ved midvinter. Her viser langtidsudviklingen i arternes antal, at bjergand har været i tilbagegang, mens flere arter synes at være i tilbagegang i den kortere tidsperiode, fx tajgasædgås, troland og sortand. De fleste af de øvrige behandlede arter har stabile eller fluktuerende antal, fx knopsvane, hvinand, toppet og stor skallesluger (figur 9.11).



Foto: Wikipedia Commons



Figur 9.11. Stabil udvikling i bestandsindeks for stor skallesluger ved midvinter fra 1987 til 2019, baseret på optællinger i 100 indeksområder. Indeks er sat til 100 i 1994. De stiplede linjer angiver usikkerhed på den beregnede værdi.

Andre arter har haft fremgang, fx sangsvane, næsten alle arter af gæs og flere arter af svømmeænder samt lille skallesluger (figur 9.12). For syv arter er status svær at vurdere, det gælder især udpræget marine arter som fx lommer, nogle af de marine dykænder og alkefugle. For alle marine arter vil en efterfølgende modellering af data kunne påvise eventuelle ændringer mere præcist. Mange af de overvintrende arter af vandfugle fluktuerer i antal afhængig af vinterens hårdhed, hvor der er små antal i kolde vintre og høje i milde. Det gælder fx pibesvane, flere af svømmeænderne og blishøne, hvor sidstnævnte dog synes at være i markant tilbagegang de senere år, på trods af et forholdsvis mildt vejrlig.

Resultaterne for flere arter, der overvåges på andre årstider end midvinter, præsenteres også. Her er især vadefuglene i fokus, da denne artsgruppe på nær enkelte arter, ikke overvintrer i landet. De fleste af vadefuglene forekommer i fluktuerende antal, men strandskade og islandsk ryle synes at være i tilbagegang. Efterårstællingerne af bl.a. svømmeænder fremviser også stabile eller stigende bestande for hele denne artsgruppe i de senere år, men taffeland er i tilbagegang.

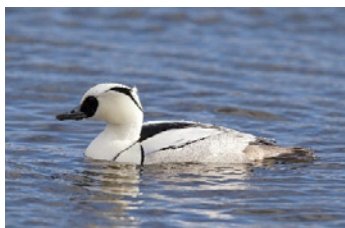
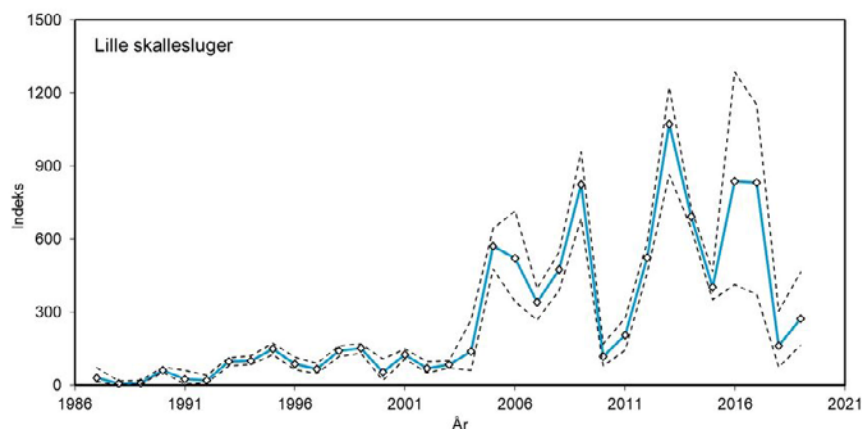


Foto: Wikipedia Commons



Figur 9.12. Stigende udvikling i bestandsindeks for lille skallesluger ved midvinter fra 1987 til 2019, baseret på optællinger i 100 indeksområder. Indeks er sat til 100 i 1994. De stiplede linjer angiver usikkerhed på den beregnede værdi.

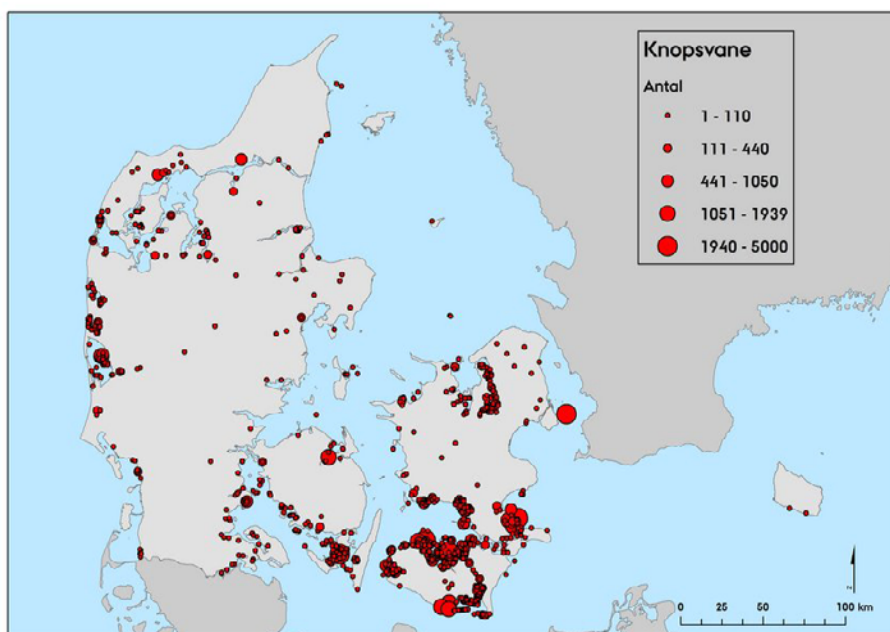
I sensommeren 2018 blev der gennemført en landsdækkende fældefugletælling. Fokusarterne for denne tælling var knopsvane og flere arter af dykænder, som fælder i store antal i de danske farvande. Tællingen gennemføres i NOVANA kun hvert sjette år, men da der foreligger tællinger tilbage fra 1980'erne var tællingen i 2018 den sjette landsdækkende fældefugletælling (syvende for knopsvane). Der blev optalt 69.400 knopsvane i sommeren 2018 (figur 9.13), hvis fældebestand er næsten tredoblet siden 1968, hvor den første tælling blev foretaget i fældeperioden.

Stigningen de seneste år er givetvis ikke helt så stor, som tallene indikerer, da der var en meget god dækning i sommeren 2018. Men set i det lange perspektiv er der ingen tvivl om, at stadigt flere knopsvaner fælder i de danske farvande. Fordelingen af fældende havdykænder var uændret i forhold til tidligere, men udviklingen i deres antal er sværere at bedømme pga. metodeskift fra 1980'erne til NOVANA-programmets tællinger.

NOVANA-optællingerne af vandfugle er koordinerede med de internationale optællinger under Wetlands International, således at de danske tællinger indgår i vurderingen af de internationale flyway-bestande.



Foto: Thomas Eske Holm



Figur 9.13. Fordeling af 69.404 knopsvaner optalt ved den landsdækkende fældefugletælling i sommeren 2018.

10 Vejr og afstrømning i 2019

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

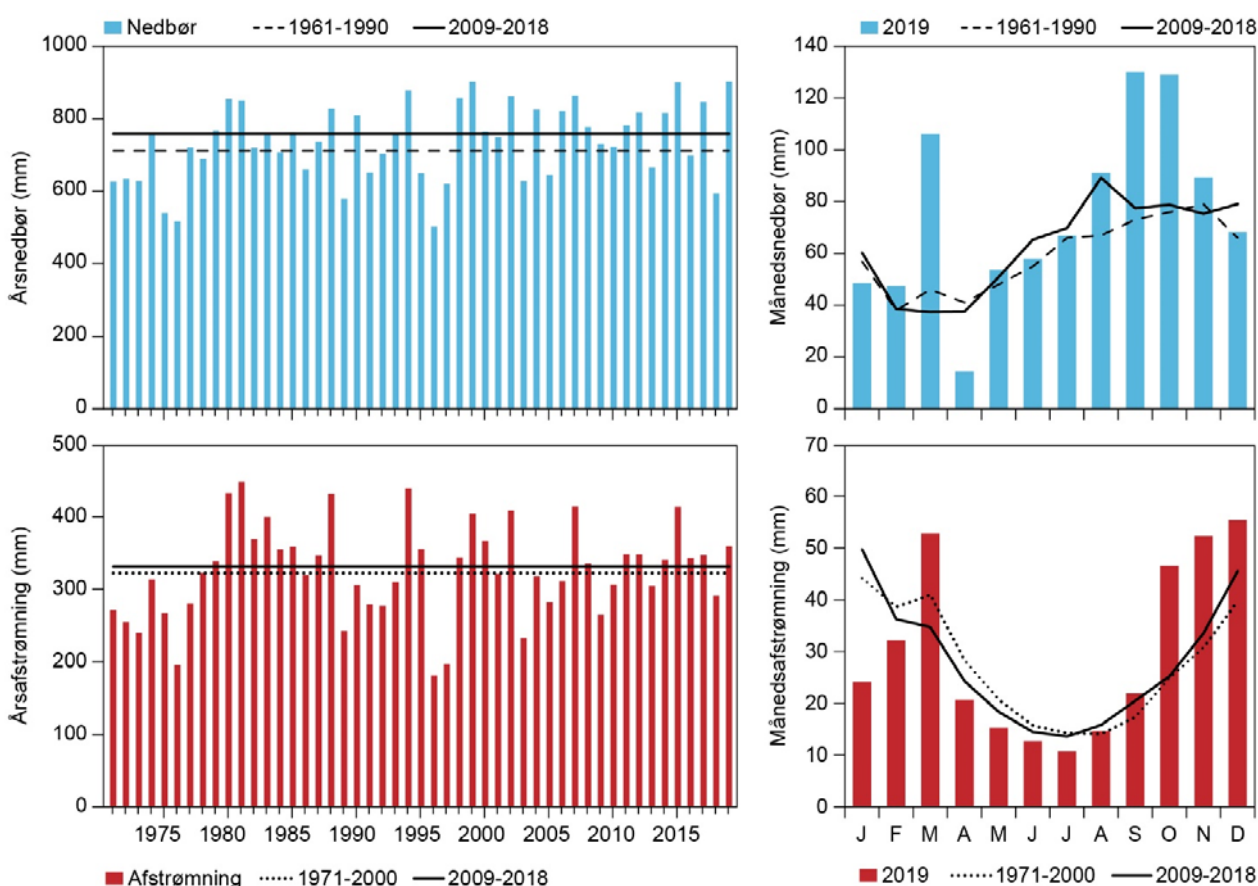
Årsmiddeltemperaturen var i 2019 på 9,4 °C og dermed 1,7 °C varmere end normalgennemsnittet (1961-1990) (kaldet normalen herefter). Året var det fjerde varmeste år siden 1873 sammen med 2006 og 2008. Sammenlignet med de seneste 10 år (2009-18) var det dog kun 0,6 °C varmere. Alle måneder på nær maj var varmere end normalt. Følgende måneder var blandt de top ti varmeste siden 1873 for de respektive måneder; februar (6.), marts (6.), april (9.), juni (10.) samt december (8.). Vinteren 2018/2019 blev med 3,4 °C den 7. varmest (normalen 0,5 °C). Sommeren var med et gennemsnit på 16,8 °C den 9. varmeste (normalen 15,2 °C). Der var meget få dage med snedække (3,6 mod normalt 33) og isdøgn (2,9 mod normalt 23) i 2019.

Der faldt hele 905,3 mm nedbør i 2019, hvilket sammen med 1999 er det mest nedbørsrige år siden målingerne startede i 1874. Det var 193 mm (28 %) over normalen (712 mm). Sammenlignet med seneste 10 år var det 145 mm (19 %) vådere. Marts (106,6 mm) og efteråret (349,0 mm, 55 % over normalen) var også rekord nedbørsrige. Især marts (132 %), september (79% og 7. vådeste med 130,3 mm) og oktober (70 % og 7. vådeste med 129,3 mm) var meget vådere end normalen (figur 10.1). Kun januar og april var tørrere end normal, især april, der med kun 14,5 mm nedbør eller 65 % under normalen, var den tiende tørreste målt.

Antal soltimer i 2019 er opgjort til godt 1729 timer mod normalt 1495. Det svarer til 234 timer (16 %) over normalen. Sammenlignet med seneste 10 år var det til gengæld kun 20 timer (1 %) højere. April satte ny rekord med 273,7 timer siden målingerne startede i 1920, svarende til 69 % over normalen på 162 timer. Alle måneder på nær november (-36 %) og december (-2%) havde flere solskinstimer sammenlignet med normalen, og ud over april var det januar (+34 %) og maj (+21 %) som afveg mest fra normalen. Foråret var solrigt med godt 608 timer (normalen 476, +28 %).

Der var to blæsevejr, heraf to på den danske stormliste i 2019, henholdsvis 1.-2. januar og 15. december. Middelvinden for året var 4,6 m/s som er 21 % under normalen (5,8 m/s). Middelvinden var i samtlige måneder under normalen. Alle data vedrørende temperatur, nedbør, solskin og vindoplysninger er fra Rubek et al. (2020).

Ferskvandsafstrømningen var i 2019 ca. 15.500 mio. m³ svarende til 361 mm vand fra hele landets areal. Det er knap 11 % over gennemsnittet på 323 mm for referenceperioden 1971-2000 (normalen) (figur 10.1). Sammenlignet med de seneste 10 år (332 mm) var afstrømning i 2019 knap 9 % højere. Da 2018 herunder også efteråret var ret nedbørsfattigt og forår-sommer meget varme, blev afstrømning trods tæt på normal nedbør for januar-februar 2019 i de to måneder 32 % under den i referenceperioden på 83 mm. Den rekord nedbørsrige marts 2019 resulterede i en afstrømning på 29 % over normalen. I perioden april-juli var afstrømningen 18-27 % under normalen, herefter i resten af året var den noget eller meget over. Især oktober-november var ekstremt afstrømningsrige, henholdsvis 88 og 70 % over normalen som konsekvens af det rekord nedbørsrige efterår. Afstrømningen i december var 40 % over normalen selv om nedbøren kun var 4 % over. Nedbørs- og afstrømningsforholdene i efteråret 2019 vil påvirke afstrømningen ind i begyndelsen af 2020 uanset nedbørsforholdene.



Figur 10.1. Årsmiddelværdier for nedbør og afstrømning i Danmark (mm/år) for perioden 1971-2019 og pr. måned for 2019. Gennemsnit for 10 årsperioden 2009-2018 er indsat. For nedbør er indsat normalen 1961-1990 og for afstrømning 1971-2000 (efter Rubek et al., 2020 (nedbør) og Thodsen et al. 2021 (afstrømning)).

11 Referencer

Andersen, R.C. (red), Christensen, OB., Schmith, T., Christiansen, B., Scharling, M., Vedel, H., Ribergaard, MH., Vejen, F., Schmith, T., Olesen, M., Butts, M., Sarup, K. (2021) Undersøgelser af DMI's nedbørsdata til anvendelse for hydrologiske formål. Tekniske rapport 21- 40.

<https://www.dmi.dk/publikationer/>

Andersen, H. E. & Heckrath, G. (redaktører). 2020. Fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 338 s. - Videnskabelig rapport nr. 397. <http://dce2.au.dk/pub/SR397.pdf>

Arildsen, A.L. & Vazzaro, L., 2019. Revurdering af person ækvivalent for fosfor – Opgørelse af fosforindholdet i dansk husholdningsspildvand i årene fra 1990 til 2017. Kgs. Lyngby: Danmarks Tekniske Universitet (DTU), 64 sider.

Boutrup, S., Jung-Madsen, S., Nielsen, V.V., Svendsen, L.M., Bang, K., Blicher-Mathiesen, G., Thodsen, H., Hansen, J.W., Høgslund, S., Johansson, L.S., Ellermann, T., Thorling, L. & Frank-Gopolos, T. 2019. Vandmiljø og Natur 2018. NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 56 s. - Videnskabelig rapport nr. 356. <http://dce2.au.dk/pub/SR356.pdf>

Boutrup, S., Holm, A.G., Bjerring, R., Johansson, L.S., Strand, J., Thorling, L., Brusch, W., Ernstsén, 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. <https://dce2.au.dk/pub/SR142.pdf>

Boutrup, S., Kjær, C., Johansson, L.S., Larsen, M.M., Poulsen, M.B., Bossi, R. & Frank-Gopolos, T. 2021. Miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet. NOVANA. Tilstand og udvikling 2008-2019. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 242 s. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. In prep.

Blicher-Mathiesen, G., Petersen, R.J., Holm, H., Houlborg, T., Rolighed, J., Andersen, H.E., Carstensen, M.V., Jensen, P.G., Wienke, J., Hansen, B. & Thorling, L. 2021. Landovervågningsoplande 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 241 s. - Videnskabelig rapport nr.xxx <http://dce2.au.dk/pub/xxx>

Carstensen J, Larsen MM, Christensen JP & Timmermann K (2018) Betydningen af oxidationsmetode for målinger af total kvælstof og total fosfor i marine prøver. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2018/Maalinger_TN_og_TP_i_marine_proever.pdf

Carstensen, J. 2020. Bestemmelse af forskelle mellem oxidationsmetoder for målinger af total kvælstof i marine prøver. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 26 s. - Fagligt notat nr. 2020|67 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_67.pdf.

Dahl, K., Buur, H., Andersen, O.N., Göke, C. & Tonetta, D. 2020. Indvandring og biodiversitet på det nye stenrev ved Livø. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 60 s. - Videnskabelig rapport nr. 405 <http://dce2.au.dk/pub/SR405.pdf>

Ellermann, T., Bossi, R., Nygaard, J., Christensen, J., Løfstrøm, P., Monies, C., Geels, C., Nilesen, I. E., & Poulsen, M. B., 2021: Atmosfærisk deposition 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 90s. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 415. <http://dce2.au.dk/pub/SR415.pdf>

Ellermann, T., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Massling, A., Bossi, R., Frohn, L.M., Camilla Geels, Jensen, S.S., Nielsen, O.K., Winther, M., Poulsen, M.B., Nygaard J., Nøjgaard, J.N., 2020. Luftkvalitet 2019. Status for den nationale luftkvalitetsovervågning. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 128 s. - Videnskabelig rapport nr. 410 <http://dce2.au.dk/pub/SR410.pdf>

Fredshavn, J., Nygaard, B., Ejrnæs, R., Damgaard, C., Therkildsen, O.R., Elmeros, M., Wind, P., Johansson, L.S., Alnøe, A.B., Dahl, K., Nielsen, E.H., Pedersen, H.B. Sveegaard, S., Galatius, A. & Teilmann, J. 2019a. Bevaringsstatus for naturtyper og arter – 2019. Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 52 s. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 340 <http://dce2.au.dk/pub/SR340.pdf>

Fredshavn, J.R., Holm, T.E., Sterup, J., Pedersen, C.L., Nielsen, R.D., Clausen, P., Eskildsen, D.P. & Flensted, K.N. 2019b. Størrelse og udvikling af fuglebestande i Danmark – 2019. Artikel 12-rapportering til Fuglebeskyttelsesdirektivet. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 46 s. – Videnskabelig rapport nr. 363 <http://dce2.au.dk/pub/SR363.pdf>

Hansen J.W. & Høgslund S. (red.) 2021. Marine områder 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 174 s. - Videnskabelig rapport fra DCE nr. 418. <http://dce2.au.dk/pub/SR418.pdf>

Holm, T.E., Nielsen, R.D., Clausen, P., Bregnballe, T., Clausen, K.K., Petersen, I.K., Sterup, J., Balsby, T.J.S., Pedersen, C.L., Mikkelsen, P. & Bladt, J. 2021. Fugle 2018-2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 196 s. - Videnskabelig rapport nr. 420 <http://dce2.au.dk/pub/SR420.pdf>

Johansson, L.S., Søndergaard, M. & Andersen, P.M. 2021. Søer 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 68 s. - Videnskabelig rapport nr.417. <http://dce2.au.dk/pub/SR417.pdf>

Kallestrup, H., Kjær, C. & Bruus, M. 2021. Vandløb 2019. Økologisk tilstand. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. – Videnskabelig rapport nr. 416. <http://dce2.au.dk/pub/SR416.pdf>

Kjær, C., Nygaard, B., Therkildsen, O.R., Elmeros, M., Bladt J. og Mikkelsen, P. 2021. Arter 2019. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 40 s. - Videnskabelig rapport nr. 421

<http://dce2.au.dk/pub/TR421.pdf> og på <https://novana.au.dk/>

Larsen, S.E., 2018. Dokumentation for genopretning af TN og TP data fra perioden 2007-14. Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi 8 sider.

http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2018/Dokumentation_genopretning_TN_TP.pdf

Larsen, S.E., Windolf, J., Tornbjerg, H., Hoffmann, C.C., Søndergaard, M. & Blicher-Mathiesen, G., 2018. Genopretning af fejlbehæftede kvælstof- og fosforanalyser. Ferskvand. 2018. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 72 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 110. <http://dce2.au.dk/pub/TR110.pdf>

Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Søndergaard, M., Thodsen, H. & Blicher-Mathiesen, G. 2020. Forskelle i målt koncentration af totalkvælstof og totalfosfor i ferskvand ved at anvende de to oplukningsmetoder til organisk stof; autoklave- og UV-metode. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 53 s. – Fagligt notat nr. 2020|38 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_38.pdf

Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Thodsen, H., Kronvang, B. & Blicher-Mathiesen, G. 2021a. Analyse af organisk kvælstof koncentrationer i vandløb i to perioder med henblik på at udvikle en korrektionsformel for perioden 2009-2014. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 115 s. – Fagligt notat nr. 2021|29 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2021/N2021_29.pdf

Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Thodsen, H., Kronvang, B. & Blicher-Mathiesen, G. 2021b. Analyse af organisk kvælstof koncentrationer i vandløb med henblik på at udvikle en korrektionsformel for 2015. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 19 s. – Fagligt notat nr. 2021|39 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2021/N2021_39.pdf

Miljø- og Fødevarerministeriet, 2016. Bekendtgørelse nr. 1001 af 28. oktober 2016 om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder

Miljø- og Fødevarerministeriet, 2017. Bekendtgørelse nr. 1625 af 19. december 2017 om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

Miljøstyrelsen, DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet samt GEUS – De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland 2017. NOVANA. Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen 2017-2021.

Miljøstyrelsen (Nielsen, L., Frank-Gopolos, T., Skovmark, B., (red)), 2021. Punktkilder 2019. Miljøstyrelsen.

Nygaard, B., Ejrnæs, R., Fredshavn, J.R. 2021. Kortlægning af habitatnaturtyper 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 462 s. – Videnskabelig rapport nr. 419.

<http://dce2.au.dk/pub/SR419.pdf> <https://novana.au.dk/naturtyper/>

Nygaard, B., Damgaard, C., Bladt, J. & Ejrnæs, R. 2020. Fagligt grundlag for vurdering af bevaringsstatus for terrestriske naturtyper. Artikel 17-rapporteringen 2019. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 194 s. - Videnskabelig rapport nr. 377. <https://dce2.au.dk/pub/SR377.pdf>

Rubek, Frans, Scharling, M. og Cappelen, J. 2020. Danmarks klima 2019 – with English Summary. DMI rapport 20-01, 80 s. https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Rapporter/TR/2020/DMI_Rapport_20-01_Danmarks_klima_2019.pdf

Svendsen, L.M. & Jung-Madsen, S. (red.) 2020. Homogenitetsbrud og potentielle fejl i nedbørsdata. Eksempler på konsekvenser for myndighedsbetjeningen. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. - Fagligt notat nr. 2020|51 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_51.pdf

Søndergaard, M., Jeppesen, E., Jensen, J.P. (redaktører), Bradshaw, Skovgaard, H. & Grünfeld, S. 2003: Vandrammedirektivet og danske søer. Del 1: Søtyper, referencetilstand og økologiske kvalitetsklasser. Danmarks Miljøundersøgelser. 142 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 475. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Thodsen, H., Tornbjerg, H., Rasmussen, J.J., Bøgestrand, J., Larsen, S.E., Ovesen, N.B., Blicher-Mathiesen, G., Kjeldgaard, A. & Windolf, J. 2019. Vandløb 2018. NOVANA. Undertitel. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 72 s. - Videnskabelig rapport nr. 353.

<http://dce2.au.dk/pub/SR353.pdf>

Thodsen, H., Tornbjerg, H., Bøgestrand, J., Larsen, S.E., Ovesen, N.B., Blicher-Mathiesen, G., Rolighed, J., Holm, H., Kjeldgaard. 2021. Vandløb 2019 – kemisk vandkvalitet og stoftransport. NOVANA. Undertitel. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, xx s. - Videnskabelig rapport nr. xx

Thorling, L., Albers, C.N., Ditlefsen, C., Ernstsén, V., Hansen, B., Johnsen, A.R. & Trolldborg, L., 2021: Grundvandsovervågning. Status og udvikling 1989 – 2019. Teknisk rapport, GEUS 2021.

Tørslev, J. 2020: Kvantificering af tilførsel af miljøfarlige forurenende stoffer fra diffuse kilder til vandmiljøet. DHI 2020.

[Tom side]



VANDMILJØ OG NATUR 2019

NOVANA. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning

Denne rapport indeholder resultater fra 2019 af Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA) i Danmark. Rapporten indeholder en opgørelse af de vigtigste påvirkningsfaktorer og en status for tilstand i luftkvalitet, 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 Miljøstyrelsen og Aarhus Universitet. Rapporten er udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet efter aftale med Miljøstyrelsen, der har ansvaret for det nationale overvågningsprogram.

ISBN: 978-87-7156-609-3

ISSN: 2244-9981