

Iltsvind i de danske farvande i juli-august 2017

Rapporteringsperiode: 1. juli – 23. august

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

1. september 2017

Jens Würgler Hansen
David Rytter
Thorsten J. Skovbjerg Balsby

Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Rekvirent:
Miljøstyrelsen

Faglig kommentering:
Henrik Fossing, Institut for Bioscience

Kvalitetssikring, DCE:
Poul Nordemann Jensen

Antal sider: 18



**AARHUS
UNIVERSITET**

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000
E-mail: dce@au.dk
<http://dce.au.dk/>

Indhold

1	Sammenfatning	5
	Summary	6
2	Indledning	7
2.1	Hvad er iltvind?	7
3	Vind, temperatur og nedbør	9
3.1	Vind	9
3.2	Temperatur	9
3.3	Nedbør	10
4	Oversigt over de enkelte farvande	11
4.1	Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak	11
4.2	Limfjorden	11
4.3	Kattegat og omgivende farvande	12
4.4	Aarhus Bugt og omgivende farvande	12
4.5	Farvandene omkring Fyn	13
4.6	Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster	16
4.7	Farvandene omkring Bornholm	16
	Kort over danske farvande	17
5	Kontaktpersoner	18

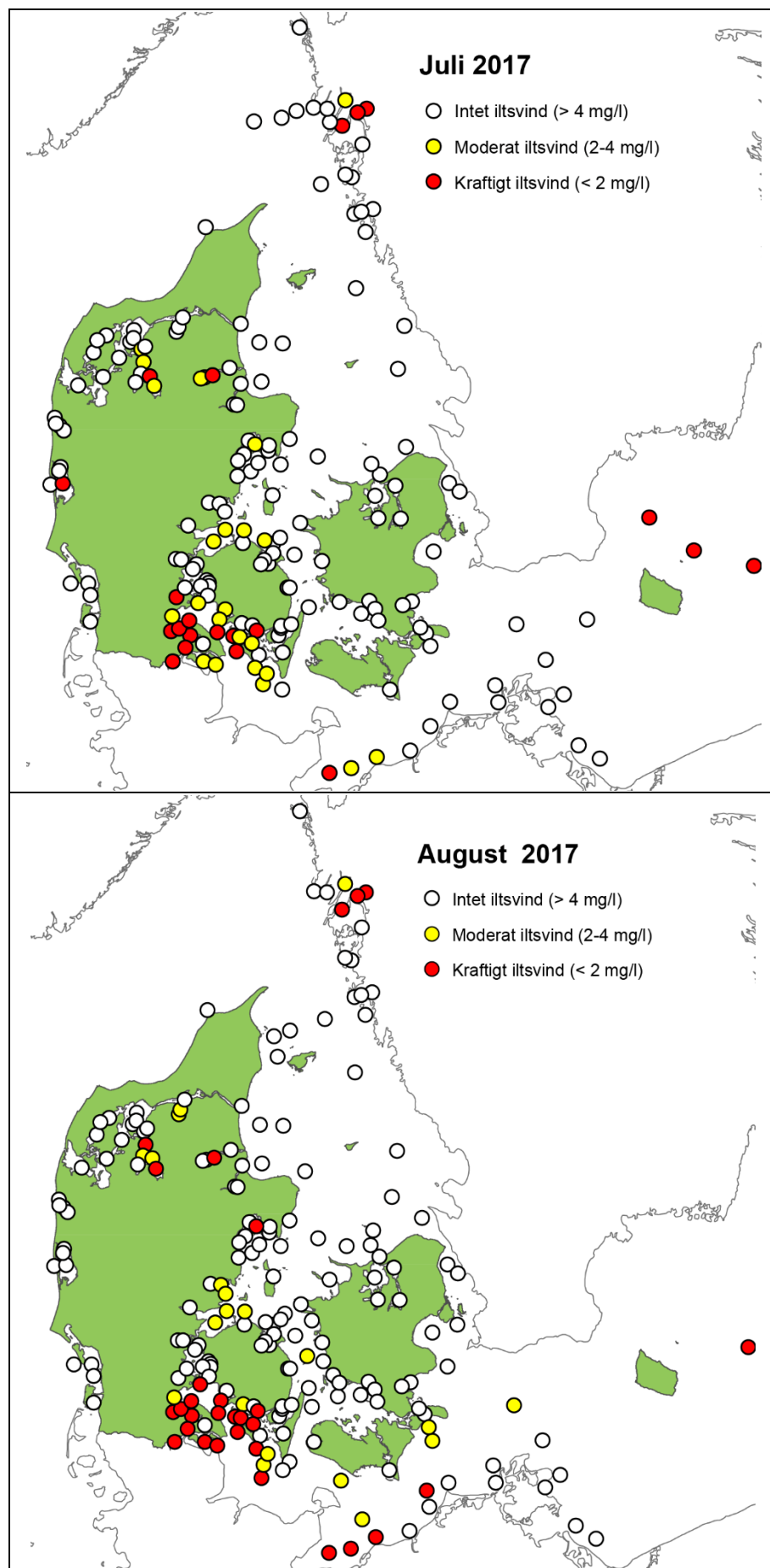
Iltsvind i farvandene i juli-august 2017

Figur 1. Kortene viser de stationer, hvor iltforholdene er undersøgt 1.-31. juli (øverst) og 1.-23. august (nederst). For hver station er angivet den lavest registrerede iltkoncentration i perioden.

Bemærk at *figur 1* viser de lavest registrerede iltkoncentrationer for hele perioden i hhv. juli og august og kan derfor ikke nødvendigvis sammenlignes med *figur 2*.

The maps show stations visited 1-31 July (top) and 1-23 August (bottom). Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration.

Please notice, that *figure 1* shows the lowest observed concentrations for the entire period during July and August, respectively, and thus cannot necessarily be compared to *figure 2*.



Figur 2. Udbredelse af iltsvind modelleret ud fra målinger foretaget 11.-27. juli (øverst) og 10.-23. august (nederst) er baseret på de observerede iltkoncentrationer i bundvandet for de angivne perioder. Hvis der er målt to gange i perioden på den samme station baseres fladeudbredelsen på den seneste måling.

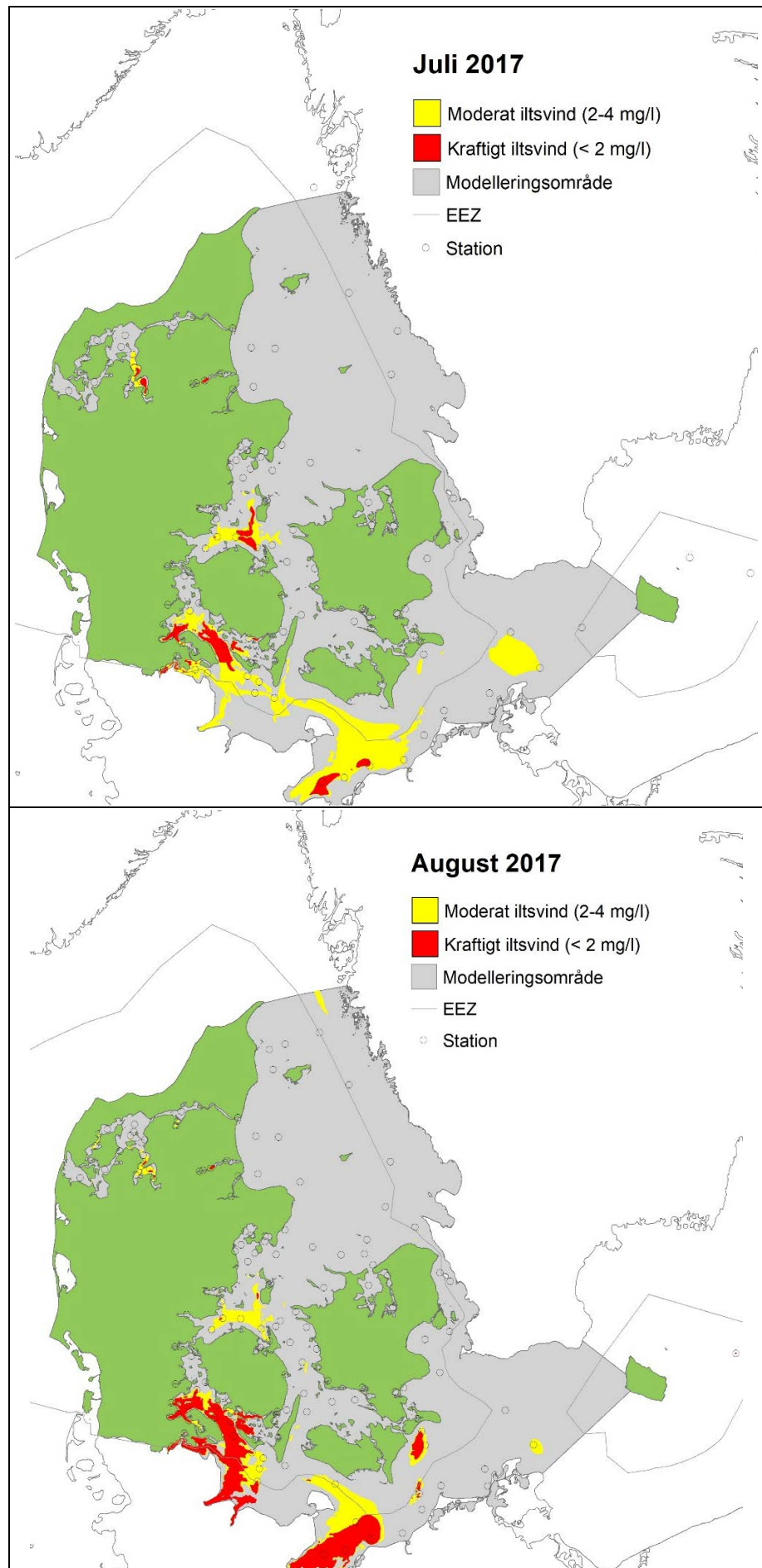
Stationer, hvor der er målt i modelleringsperioderne, er angivet.

Linjen, der afgrænser de danske farvandsområder (EEZ, Economic Exclusive Zone), er angivet.

Areal distribution of oxygen depletion modelled for 11-27 July (top) and 10-23 August (bottom) is based on measured bottom water oxygen concentrations for the named periods. If a station has been visited twice within the model period, the modelled area is based on the latest data.

Stations with measurement from the modelling period are shown.

The line that delineates the Danish marine waters (EEZ, Economic Exclusive Zone) is indicated.



1 Sammenfatning

Iltsvindets udbredelse og intensitet sidst i august var særlig markant i det nordlige Bælt-hav, det sydlige Lillebælt og tilstødende fjorde, Det Sydfynske Øhav, Flensborg Fjord og Lübeck Bugt. Iltsvindet startede usædvanligt tidligt i nogle områder stimuleret af de relative høje temperaturer i foråret og den reducerede geniltning af havbunden som følge af det langstrakte iltsvind i 2016. De første iltsvind blev registreret allerede i februar i Knebel Vig, i april i Det Sydfynske Øhav og i maj i Flensborg Fjord. Iltsvindene forværredes i udstrækning og intensitet i løbet af juli og august, hvor ændringen i august hovedsageligt bestod af, at andelen af kraftigt iltsvind øgedes markant.

Foråret var kendetegnet ved forholdsvis meget vind og temperaturer over langtidsmidlen for 1961-1990. Vindforholdene varierede hen over sommeren, hvor der var en del vind i juni og den første uge af august, mens vinden var gennemsnitlig resten af sommeren. Lufttemperaturen var på niveau med langtidsmidlen, mens bundvandstemperaturen var markant under langtidsmidlen i juli og august.

Vejrmæssigt påvirkede den relativ megen vind og de relativt høje temperaturer i foråret udviklingen af iltsvind i hver sin retning. Vinden har bremset iltsvindet i de mere lavvandede områder, men vinden har ikke kunnet skabe nok omrøring i vandsøjlen til at tilføre tilstrækkelig iltholdigt vand til bunden på dybere vand i nogle områder. De relativt høje temperaturer har stimuleret iltsvindet og sammen med de næringsrige forhold medvirket til, at iltsvindet opstod tidligt og hurtigt tog til i udbredelse og styrke specielt på større vanddybder. Desuden har det langvarige iltsvind i 2016 bevirket, at havbunden kun har haft kort tid til at genilte, og derfor allerede fra starten var sårbar over for udvikling af iltsvind. Der blev målt iltsvind allerede i februar i Knebel Vig, i april i Det Sydfynske Øhav og i maj i Flensborg Fjord.

De områder, som blev hårdest ramt af udbredt iltsvind, var de sædvanlige mest sårbare områder det nordlige Bælt-hav, det sydlige Lillebælt og tilstødende fjorde, Det Sydfynske Øhav og Lübeck Bugt (figur 1 & 2). I Haderslev Fjord var der også længerevarende kraftigt iltsvind, som dog forsvandt i august som følge af det mere blæsende vejr i starten af måneden.

Det samlede areal berørt af iltsvind i de indre danske farvande (dvs. inden for EEZ-linjen) var knap 2.000 km² i juli og godt 2.000 km² i august. Arealet af kraftigt iltsvind forøgedes fra godt 400 km² i juli til godt 900 km² i august, dvs. at andelen af kraftigt iltsvind fordobledes fra at udgøre 22 % i juli til 43 % i august.

Udbredt iltsvind forudsætter en forudgående stor tilførsel af næringsstoffer (eutrofiering), men iltsvindets udvikling reguleres væsentligst af de aktuelle klimatiske forhold. I de hårdest ramte områder, som typisk er karakteriseret ved relativt store dybder, er der behov for længere perioder med kraftig blæst eller en storm, hvis iltforholdene skal forbedres markant inden for forholdsvis kort tid. Kraftig blæst og storm vil dog også kunne føre til, at de store iltsvindspåvirkede vandmasser flyttes rundt i området, inden de opblandes med det iltholdige vand, og iltsvindet forsvinder. Hvis der kommer en periode med svag vind, vil der kunne opstå nye iltsvindsområder, og iltforholdene vil kunne forværres i de eksisterende iltsvindsområder.

Summary

The extent and intensity of oxygen depletion in late August were especially pronounced in the northern and southern parts of the Belt Sea and the adjacent fjords, the archipelago south of Funen, Flensburg Fjord and the Bay of Lübeck. The oxygen depletion started unusually early in some areas and was stimulated by the relatively high temperatures in the spring and the reduced reoxidation of the seabed due to the long-lasting oxygen depletion in 2016. The first occurrences of oxygen depletion were registered already in February in Knebel Vig, in April in the archipelago south of Funen, and in May in Flensburg Fjord. The oxygen depletion increased in extent and intensity during July and August, where the change in August was mainly that the extent of severe oxygen depletion increased significantly.

A lot of wind and temperatures above the long-term average for 1961-1990 characterized the spring. The windy weather varied over the summer with a lot of wind in June and the first week of August, whereas the wind was on average the rest of the summer. The air temperature was on level with the long-term average while the temperature of the bottom water was significantly below the long-term average in June and August.

The relatively strong wind and the relatively high temperatures in spring affected the development of oxygen depletion in opposite directions. The wind inhibited the oxygen depletion in the more shallow areas but the wind was not strong enough to stir the water column in order to supply enough oxygen to the bottom water at bigger depth in some areas. The relatively high temperatures have stimulated the oxygen depletion and together with the nutritive conditions, contributed to the early start of oxygen depletion, which quickly became more widespread and intense especially at deeper waters. Furthermore, the long-lasting oxygen depletion in 2016 had the effect that the seabed only had a short time to re-oxidise and therefore already from the start of the year was vulnerable to development of oxygen depletion. Oxygen depletion was registered already in February in Knebel Vig, in April in the archipelago south of Funen, and in May in Flensburg Fjord.

Most affected by oxygen depletion were the usual most vulnerable areas the northern and southern Belt Sea and the adjacent fjords, the archipelago south of Funen and the Bay of Lübeck (*figures 1 & 2*). In Haderslev Fjord, a prolonged oxygen depletion occurred, but it disappeared in August after the windy weather at the beginning of the month.

The total area with oxygen depletion in the inner Danish water (inside the EEZ line) was just under 2,000 km² in July and just over 2,000 km² in August. The area with heavy oxygen depletion increased from 400 km² in July to approx. 900 km² in August; i.e. the percentage of heavy oxygen depletion doubled from 22 % in July to 43 % in August.

Widespread oxygen depletion requires a preceding, large influx of nutrients (eutrophication), but the development of oxygen depletion is mainly dependent on the actual climatic conditions. In the areas with the most severe oxygen depletion which are typically characterised by relatively deep depths, a long period with strong wind or a storm is needed to markedly improve the oxygen conditions within a relatively short time. However, strong wind and storm may also cause oxygen-depleted water to move around before it is mixed with the oxygen-rich water and the oxygen depletion disappears. If we have a period with light breezes, new areas with oxygen depletion may develop and the oxygen conditions may worsen in the existing oxygen-depleted areas.

2 Indledning

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi udsender hvert år fire iltsvindsrapporter. Rapporterne beskriver de aktuelle iltforhold i de danske farvande i perioderne juli-august, august-september, september-oktober og oktober-november. Denne rapport giver en status for den aktuelle udvikling og udbredelse af iltsvind i de indre farvande i perioden fra 1. juli til 23. august. Formålet er at give offentligheden et overblik over iltsvindssituationen i perioden.

Oversigten er udarbejdet af Institut for Bioscience, Aarhus Universitet, i samarbejde med Miljøstyrelsen (MST) samt svenske og tyske institutioner. Grundlaget for rapporten er MST's målinger af iltindholdet i danske farvande og svenske og tyske myndigheders målinger i tilgrænsende farvandsområder.

På baggrund af de aktuelle målinger udarbejder Institut for Bioscience de nationale kort over iltforholdene i de indre farvande og fladeudbredelseskort for udvalgte lokale områder, mens MST's enheder udarbejder stationskort for udvalgte lokale områder. Fladeudbredelseskortene er baseret på ekstrapolationer af de faktiske målinger i forhold til variationen i dybdeforholdene, og viser derfor den mest sandsynlige udbredelse af iltsvind.

Den model, som blev udviklet i 2002 og bruges til at beregne iltsvindets udbredelse, er blevet gennemgribende opdateret til dette års rapportering. Så selv om de basale principper for beregningen af iltsvindets udbredelse er de samme som i den tidligere model, så er der langt hen af vejen tale om en helt ny model. Opdelingen i et langt større antal beregnings- og stationsområder betyder sammen med et forbedret datagrundlag for dybdeforholdene, at beregninger med den opdaterede model giver et langt mere nuanceret, mere korrekt og visuelt pænere billede af iltsvindets udbredelse. Desuden kan den opdaterede model zoom ind på det landsdækkende kort over iltsvindsudbredelsen og i høj kvalitet vise iltsvindets udbredelse i regionale områder. Den opdaterede model vil snarest blive nærmere beskrevet i et notat.

2.1 Hvad er iltsvind?

Iltsvind opstår, når iltforbruget i bundvandet er større end ilttilførslen. Iltforbruget skyldes bunddyrs samt bakteriers og andre mikroorganismers respiration ved nedbrydning af organisk stof, og forbrugets størrelse afhænger af mængden og nedbrydeligheden af det organiske stof og af temperaturen. Iltsvind er i løbet af de seneste ca. hundrede år forøget i hyppighed, udbredelse, varighed og styrke som følge af eutrofiering (forøget tilførsel af næringsstoffer fra land og atmosfære) og klimaforandringer. Eutrofiering fører til øget produktion af planteplankton, som synker til bunds og omsættes mikrobielt. Derved stiger iltforbruget, og der kan udvikles iltsvind ved bunden. Klimabetinget temperaturstigning øger også risikoen for iltsvind pga. øget respiration og mindre opløselighed af ilt i vand ved højere temperaturer. Desuden påvirker klimabetingede ændringer i vindforholdene omrøringen af vandmasserne og dermed iltforholdene. De aktuelle vejrmæssige forhold bidrager til at fastholde, fremme eller mindske iltsvind. Ilttilførslen til bundvandet er først og fremmest styret af vind- og strømforholdene, som er afgørende for omrøringen af vandsøjlen og vandudskiftningen nær bunden. Dårlig omrøring og svag strøm kan føre til lagdeling af vandsøjlen og utilstrækkelig ilttilførsel til bunden. Iltsvind opstår derfor typisk i forbindelse med stille, varme perioder med temperaturlagdeling af vandsøjlen, og/eller ved saltlagdeling som følge af indtrængende saltere og dermed tungere bundvand eller ferskere og lettere

overfladevand. Længerevarende isdække kan også afkoble ilttilførslen til bundvandet og forårsage iltsvind. Iltsvind kan også forekomme naturligt, dvs. uden eutrofiering eller klimabetinget temperaturstigning, men kun i meget begrænset omfang og typisk i dybere sedimentationshuller. Overordnet betragtet er det således eutrofieringen, som skaber grundlaget for iltsvind i et omfang ud over det naturlige, mens det er de klimatiske forhold, som udløser det og er afgørende for år til år variationen i iltsvindets geografiske fordeling.

I Danmark betegnes det som *iltsvind*, når iltkoncentrationen i vandet er 4 mg l^{-1} eller lavere og som *kraftigt iltsvind*, når koncentrationen er under 2 mg l^{-1} . Niveaulet mellem 2 og 4 mg l^{-1} kaldes for *moderat iltsvind*. Iltsvind forekommer hovedsageligt fra juli til november. Iltindholdet i bundvandet er af afgørende betydning for livsbetingelserne for bundplanter, bunddyr og bundlevende fisk. Iltsvind påvirker desuden stofomsætningen og biogeokemien i havbunden og dermed den interne belastning med næringsstoffer, dvs. frigivelsen af næringsstoffer fra havbunden til vandfasen. Ved moderat iltsvind søger mange fisk og mere mobile bunddyr væk fra de ramte områder, og under længere perioder med kraftigt iltsvind begynder bunddyrene at dø. Kraftigt iltsvind kan også opstå pludseligt, hvis vind og strøm flytter iltfattigt vand fra et område til et andet, hvorved bunddyr og fisk kan blive fanget i det iltfattige vand. Hvide belægninger af svovlbakterier på havbunden – det såkaldte liglagen – viser, at havbunden er helt uden ilt. I den forbindelse kan der sammen med metanbobler (bundvending) frigives svovlbrinte, som er så giftig, at den slår de fleste tilstedeværende bunddyr og fisk ihjel. Når bunddyrene dør, forsvinder fiskenes fødegrundlag og bunddyrenes fysiske aktivitet i havbunden (bioturbation). Bunddyrenes bioturbation er vigtig for at holde havbunden veliltet og dermed reducere den interne belastning med næringsstoffer. Der kan gå mange år efter et kraftigt og langvarigt iltsvind, før der igen er etableret et samfund af bunddyr med normal aldersfordeling, artssammensætning og individantal.

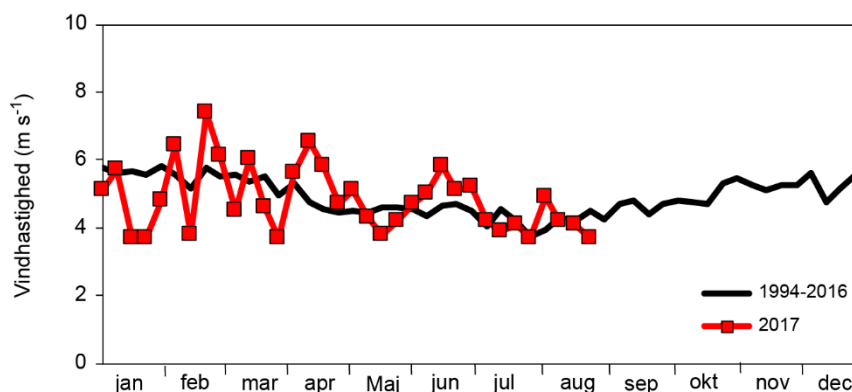
3 Vind, temperatur og nedbør

3.1 Vind

Perioder med svage vinde kan stabilisere vandmasserne og fremme lagdelingen. Det hæmmer udskiftningen af bundvandet og øger derfor risikoen for iltvindshændelser. Kraftige vindhændelser kan til gengæld nedbryde lagdelingen og tilføre ilt til bundvandet.

Figur 3. Ugentlig middelvindhastighed i 2017 og langtidsmidlen for 1994-2016. Ugeberetninger fra Danmarks Meteorologiske Institut.

Weekly mean wind speed for 2017 and long-term average for 1994-2016. Weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



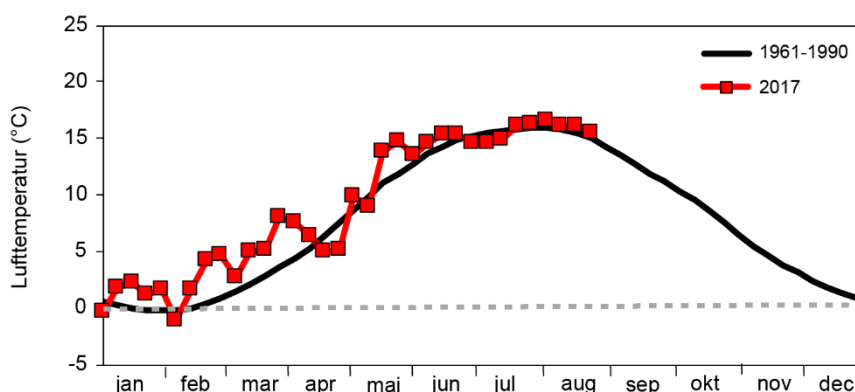
Vinden varierede meget omkring langtidsmidlen for 1994-2016 i årets første måneder, men fra sidst i april var vinden mere stabil på et niveau nærmere langtidsmidlen undtagen i juni og første uge af august, hvor vinden var noget over langtidsmidlen (figur 3).

3.2 Temperatur

Lufttemperaturen påvirker temperaturen i overfladevandet og med nogen tidsforsinkelse også temperaturen i bundvandet, efterhånden som vandsøjlen opblandes. Opblandingen sker hurtigere i lavvandede områder, hvorfor bundvandstemperaturen her er langt mere direkte koblet til lufttemperaturen end på større vanddybder. Bundvandstemperaturen påvirkes desuden af indstrømning af bundvand fra tilstødende områder. Bundvandets temperatur har betydning for mængden af ilt i vandet samt for, hvor hurtigt ilten bliver forbrugt, idet højere temperaturer mindsker iltens opløselighed i vand og øger iltforbruget i vand og havbund.

Figur 4. Ugentlig lufttemperatur i 2017 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Ugeberetninger fra Danmarks Meteorologiske Institut.

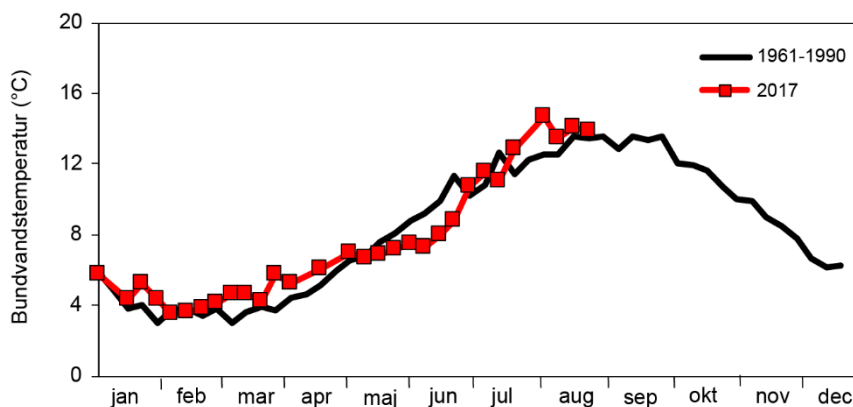
Weekly air temperature in 2017 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



Lufttemperaturen var relativt høj indtil midt i april, hvorefter temperaturen har varieret omkring og fra juni næsten været identisk med langtidsmidlen for 1961-1990 (figur 4).

Figur 5. Ugentlig bundvands-temperatur i de indre farvande i 2017 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Data fra Miljøstyrelsen.

Weekly bottom water temperature from the inner waters in 2017 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Data from The Danish Environmental Protection Agency.



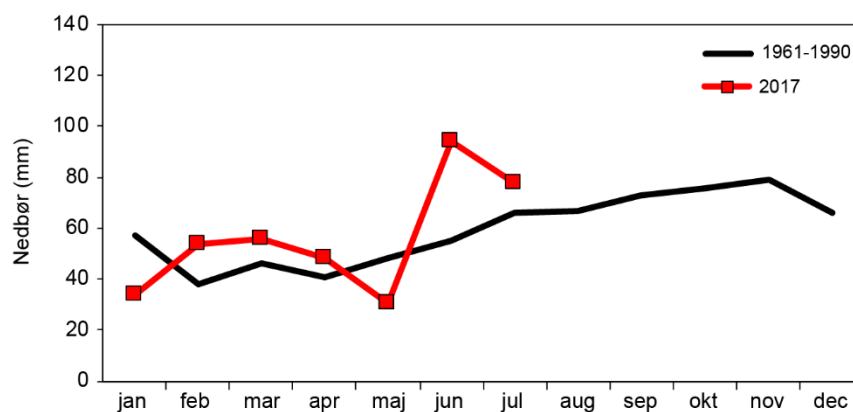
Bundvandstemperaturen i 2016 var på niveau med eller over langtidsmidlen for 1961-1990 indtil midt i maj (figur 5). I juni var temperaturen markant under langtidsmidlen, mens den fra juli har varieret omkring langtidsmidlen.

3.3 Nedbør

Nedbøren er vigtig i relation til iltsvind, idet mængden af næringsstoffer, der transporteres fra land til hav, er bestemt af ferskvandsafstrømningen. En forøget tilførsel af næringsstoffer stimulerer produktionen i havet og efterfølgende iltforbruget, når produktionen omsættes.

Figur 6. Månedlig nedbør i 2017 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Månedsberegninger fra Danmarks Meteorologiske Institut.

Monthly precipitation in 2017 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Monthly reports from the Danish Meteorological Institute.



Nedbørsmængden opgjort som månedsmiddel var i januar lav i forhold til langtidsmidlen for 1961-1990 (figur 6). Efterfølgende var nedbøren over langtidsmidlen, indtil den igen var lav i maj. I juni og juli var nedbøren markant over langtidsmidlen.

4 Oversigt over de enkelte farvande

Stednavne angivet med fed skrift fremgår af figur 12.

4.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak

I rapporteringsperioden blev der ikke registreret iltsvind i **Vadehavet** eller på de kystnære målestationer i **Nordsøen/Vesterhavet** og **Nordsøen/Skagerrak** ud for henholdsvis Ringkøbing/Esbjerg og Hirtshals.

I de lavvandede vestjyske fjorde **Ringkøbing Fjord** og **Nissum Fjord** blev der kun observeret en iltsvindhændelse i rapporteringsperioden. Det drejede sig om et kortvarigt kraftigt iltsvind i **Ringkøbing Fjord** som følge af indslusning af havvand fra **Vesterhavet**, der førte til en markant lagdeling i den dybeste del af fjorden ud for Stauning Pynt.

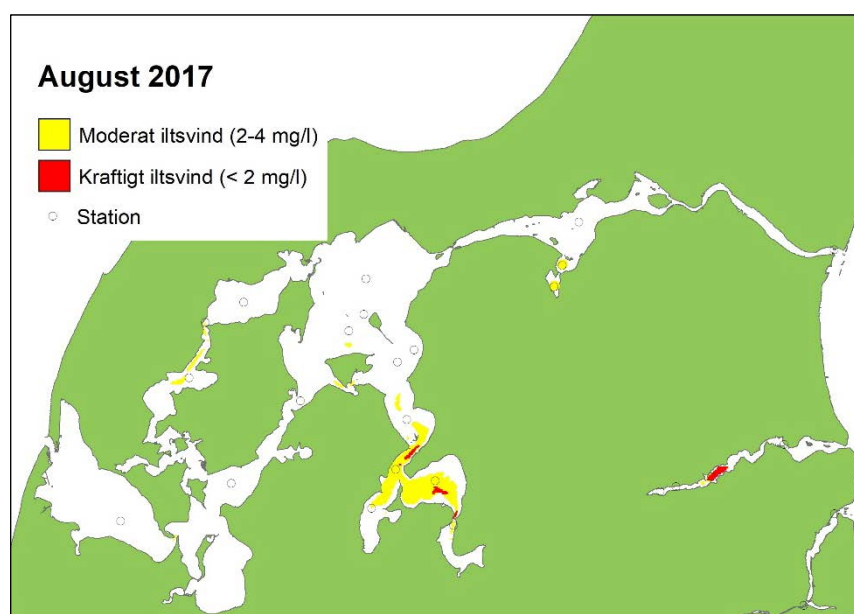
4.2 Limfjorden

I **Limfjorden** blev der først registreret iltsvind i slutningen af juli. I starten af juli strømmede der fra **Nordsøen/Vesterhavet** meget saltholdigt og dermed tungt vand ind langs bunden i **Limfjorden**. Det resulterede i en lagdeling af vandsøjlen, og som følge deraf opstod der moderat iltsvind i Bjørnsholm Bugt (øst for **Livø Bredning**), **Risgårde Bredning** og **Hjarbæk Fjord** og kraftigt iltsvind i **Lovns Bredning** i slutningen af juli.

I midten af august var iltforholdene generelt forbedret i **Limfjorden** formodentlig grundet det mere blæsende vejr i starten af måneden. Dog var iltforholdene lokalt forværret i **Risgårde Bredning** og **Hjarbæk Fjord**, hvor der var kraftigt iltsvind, mens forholdene var forbedret til overvejende moderat iltsvind i **Lovns Bredning**. I slutningen af august var der ikke længere kraftigt iltsvind i **Risgårde Bredning** og **Hjarbæk Fjord** (figur 7). Modelleringen af iltsvind indikerer, at der også var moderat iltsvind i **Vilsund** mellem **Thisted Bredning** og **Dragstrup Vig**. I den sidste del af rapporteringsperioden blev der desuden registreret moderat iltsvind i de to lavvandede områder **Halkær Bredning** og **Sebber Lo** sydvest for Nibe.

Figur 7. Modelleret udbredelse af iltsvind i Limfjorden, Mariager Fjord og Randers Fjord 10.-23. august.

Modelled areal distribution of oxygen depletion in Limfjorden, Randers Fjord, and Mariager Fjord 10-23 August.



4.3 Kattegat og omgivende farvande

Der blev ikke registreret iltsvind på stationerne i **Læsø Rende**, **Aalborg Bugt** eller i det nordlige og centrale **Kattegat** i denne rapporteringsperiode (*figur 1*). Modelleringen af iltsvind viser dog, at der kan have været moderat iltsvind i et mindre smalt og meget dybt område i den nordligste del af **Kattegat** (*figur 2*).

I **Mariager Fjord** blev der i rapporteringsperioden ikke målt iltsvind i den ydre del af fjorden (*figur 7*). I 'Dybet' ud for Mariager var vandsøjlen som sædvanlig lagdelt, og der var iltfrit ved bunden. Skillefladen til den iltsvindsramte del af vandsøjlen lå i 14-16 meters dybde, så ca. halvdelen af vandsøjlen var påvirket af iltsvind, da vanddybden i 'Dybet' er omkring 30 meter. I den inderste del af fjorden blev der registreret moderat iltsvind i sidste halvdel af juli, men grundet det blæsende vejr i starten af august forsvandt iltsvindet i løbet af august.

I **Randers Fjord** og **Hevring Bugt** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden. I den indre del af **Randers Fjord** faldt iltindholdet dog markant og nærmede sig iltsvindsgrænsen midt i august.

4.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande

I **Aarhus Bugt** blev der ikke målt iltsvind i juli og august (*figur 8*). Iltindholdet faldt dog i juli, og var i august tæt på grænsen til iltsvind på nogle stationer.

I **Knebel Vig** blev der målt iltsvind allerede midt i februar. Midt i juli var der moderat iltsvind, som udviklede sig til kraftigt iltsvind med iltfrit bundvand. Sidst i august var iltsvindet forsvundet som følge af indstrømning af iltholdigt vand. I **Kalø Vig** blev der ikke målt iltsvind i rapporteringsperioden.

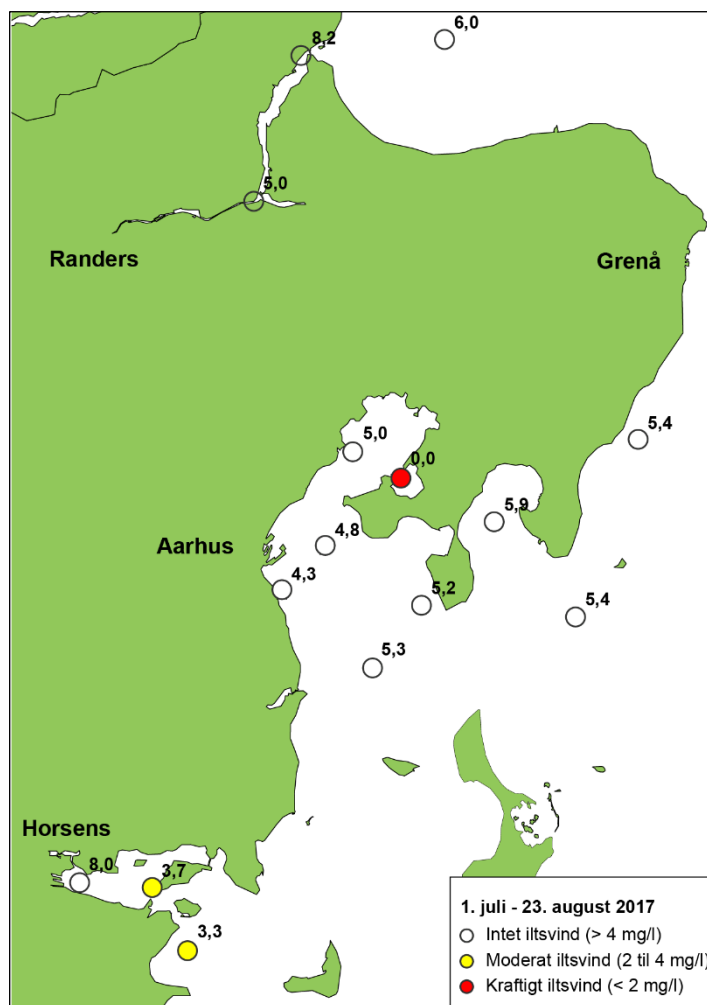
I **Ebeltoft Vig** og i **Hjelm Dyb** blev der heller ikke registreret iltsvind i juli og august, men iltindholdet var generelt faldende i perioden.

I den ydre del af **Horsens Fjord** og i **As Vig** syd for fjorden blev der målt moderat iltsvind i august. Iltsvindsmodelleringen indikerer, at der desuden var et større område med iltsvind vest for **Samsø** (*figur 2*).

Samlet for **Aarhus Bugt** og omgivende farvande har iltindholdet i bundvandet i 2017 indtil videre varieret forholdsvis tæt omkring det gennemsnitlige niveau observeret for perioden 1989-2016.

Figur 8. Stationer i området fra Randers Fjord til Horsens Fjord, hvor iltforholdene er undersøgt i rapporteringsperioden. For hver station er angivet den lavest registrerede iltkoncentration i perioden (mg O₂/l). Udarbejdet af Miljøstyrelsen.

Stations in the area from Randers Fjord to Horsens Fjord visited during the reporting period. Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration (mg O₂/l). Produced by The Danish Environmental Protection Agency.



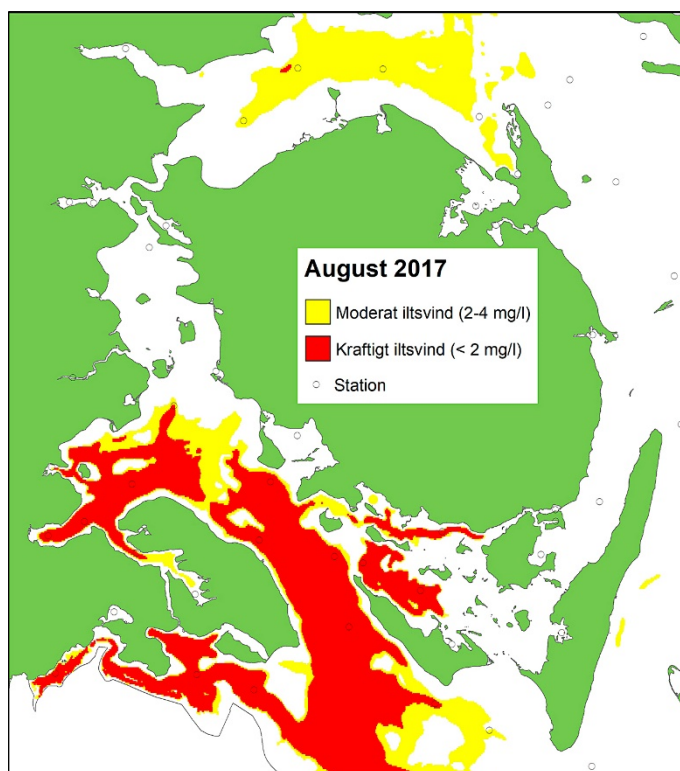
4.5 Farvandene omkring Fyn

Farvandene rundt om Fyn inkl. det **nordlige Bælthav**, **Lillebælt** og de sydøstjyske fjorde var i rapporteringsperioden karakteriseret ved, at der i en stor del af områderne var udbredt moderat og i en del områder endda kraftigt iltsvind (figur 2 og 9). Et så udbredt og i nogle områder intenst iltsvind allerede i juli er usædvanligt. Dette blev sidst observeret i 2014 og 2015. I 2014 var sommeren modsat i år kendetegnet ved ekstraordinære høje temperaturer og generelt svage vinde, dvs. klimatiske forhold som stimulerer udviklingen af iltsvind. Det ret omfattende iltsvind i 2014 var tilsyneladende medvirkende til, at iltsvindet også blev ret udbredt og intenst i 2015 trods mere almindelige klimatiske forhold.

I det **nordlige Bælthav** blev der første gang registreret iltsvind midt i juli. Iltsvindet var moderat og omfattede den centrale og vestlige del. Sidst i juli havde iltsvindet også bredt sig til den østlige del, og modelleringen indikerer tilstedeværelsen af kraftigt iltsvind i en del af området. I august var iltforholdene i området i det store og hele uforandret. Dog ophørte iltsvindet på stationen i den østlige del, men modelleringen indikerer, at der var moderat iltsvind i området.

Figur 9. Modelleret udbredelse af iltsvind rundt om Fyn 10.-23. august.

Modelled areal distribution of oxygen depletion around Funen 10-23 August.



I **Vejle Fjord** og **Kolding Fjord** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden.

I **Haderslev Fjord** blev der målt iltsvind første gang i juni. Midt i juni var der kraftigt iltsvind, som blev fastholdt indtil starten af august, hvor det mere blæsende vejr tilførte iltfyldt vand til bunden, som medførte at iltsvindet forsvandt.

I **Genner Bugt** var der kortvarigt moderat iltsvind i starten af juli. Midt i august opstod der iltsvind igen, og denne gang var en del af bugten påvirket af kraftigt iltsvind.

Årets første måling i **Aabenraa Fjord** midt i juli viste, at der var kraftigt iltsvind ved bunden i både den ydre og den indre del af fjorden. Iltsvindet intensiveredes efterfølgende, så der i august var iltfrit ved bunden i de dybeste områder af både den ydre og indre del af fjorden.

I **Als Fjord** blev der registreret kraftigt iltsvind i bundvandet allerede i starten af juni. I starten af juli var forholdene forbedret til moderat iltsvind, men midt i juli opstod der igen kraftigt iltsvind, og i august var der iltfrit i bundvandet på målestationen. I den mere lavvandede **Augustenborg Fjord**, der står i forbindelse med **Als Fjord**, blev der ikke konstateret iltsvind i rapporteringsperioden, men iltindholdet reduceredes fra juli til august og var midt i august tæt på grænsen til iltsvind.

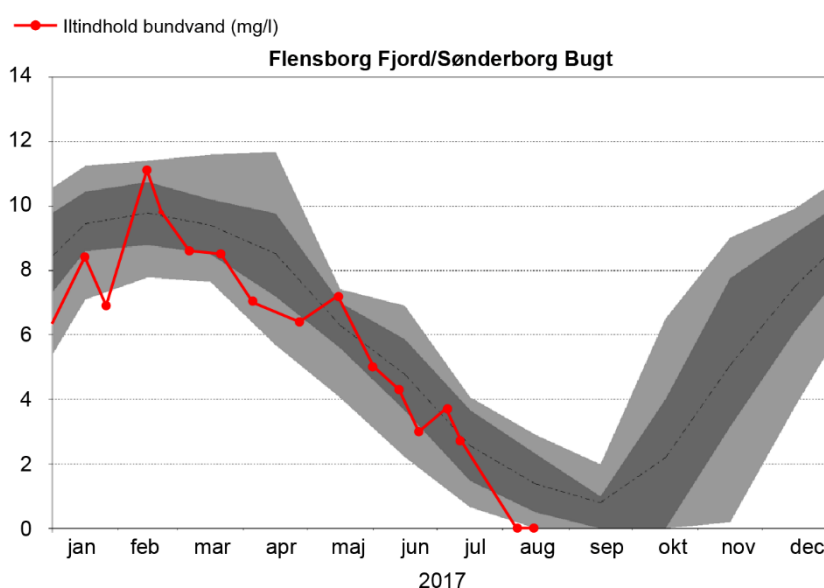
I **Lillebælt** nord for **Als** var der i juli udbredt iltsvind op til syd for **Årø**. Umiddelbart nord for **Als** var iltsvindet kraftigt, mens iltsvindet var moderat længere nordpå. I august var udbredelsen næsten uændret, men andelen af kraftigt iltsvind var øget markant, og der var iltfrit ved bunden og frigivelse af svovlbrinte i de dybeste dele af området.

I det sydlige **Lillebælt** mellem **Als** og **Ærø** blev der første gang registreret iltsvind sidst i juni. I løbet af juli og august intensiverede iltsvindet og dækkede hele farvandet mellem **Als** og **Ærø** bortset fra de mest kystnære områder. Iltsvindet var i august kraftigt i næsten hele dets udstrækning, og der var iltfrit ved bunden i de dybeste dele af området. Umiddelbar syd for **Marstal Bugt** blev der også registreret iltsvind, som strakte sig vestpå til syd for **Langeland** og sydpå formodentlig helt ned til den tyske kyst.

I **Flensborg Fjord** blev årets første iltsvind registreret i slutningen af maj, hvilket er tidligt på året – men dog senere end sidste år, hvor det første iltsvind blev registreret allerede i slutningen af april. Iltsvindet intensiveredes efterfølgende, og i slutningen af juli og igen i slutningen af august blev der målt kraftigt iltsvind i den indre del af fjorden. I den ydre del af fjorden, **Sønderborg Bugt**, blev der registreret moderat iltsvind midt i juni, som i løbet af juli udviklede sig til kraftigt iltsvind, og i august var der iltfrit ved bunden i den dybeste del af bugten (figur 10).

Figur 10. Iltkoncentration i bundvandet i den ydre del af Flensborg Fjord/Sønderborg Bugt i 2017 (rød kurve) i forhold til langtidsmidlen for 1986-2016 (stiplet linje) med angivelse af 10 % fraktil (mørkegrå område) og 25 % fraktil (mørkegrå + lysegrå område). Udarbejdet af Miljøstyrelsen.

Bottom water oxygen concentration during 2017 (red line) compared to the long-term mean for the period 1986-2016 (dotted line) in the outer part of Flensborg Fjord/Sønderborg Bay (grey = 10 % and 25 % fractile). Produced by The Danish Environmental Protection Agency.



I **Det Sydfynske Øhav** blev der i **Ærøbassinet** registreret iltsvind allerede i starten af april, hvilket er usædvanlig tidligt for området. I juli blev der målt iltsvind i **Ringsgaardbassinet** og den vestlige og centrale del af **Ærøbassinet**. Iltsvindet intensiveredes i løbet af juli og omfattede i starten af august kortvarigt også den østlige del af **Ærøbassinet**. Midt i august var størstedelen af de berørte områder i **Ringsgaardbassinet** og den vestlige og centrale del af **Ærøbassinet** ramt af kraftigt iltsvind. I **Ærøbassinet** var der iltfrit i bundvandet i de dybeste områder.

I de lavvandede områder syd for **Fyn** blev der registreret iltsvind i **Helnæs Bugt** i juli og **Faaborg Fjord** i august.

I **Langelands Sund** (vest for **Langeland**) og i **Langelandsbælt** (øst for **Langeland**) blev der ikke registreret iltsvind i hverken juli eller august. Men i **Langelands Sund** faldt iltindholdet jævnt gennem perioden og var sidst i august tæt på grænsen til iltsvind. Modelleringen af iltsvind indikerede dog tilstedeværelsen af moderat iltsvind i de dybeste områder af **Langelandsbælt** både i juli og august.

4.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster

Rundt om **Sjælland** og **Lolland-Falster** blev der i rapporteringsperioden kun registreret iltsvind syd for **Møn** (figur 11). Det målte iltsvind var moderat og opstod midt i august, men modelleringen indikerer, at der formodentlig også var kraftigt iltsvind i området (figur 2). I **Øresund** omkring **Hven**, **Faxe Bugt** og den centrale del af **Smålandsfarvandet** var iltindholdet tæt på grænsen til iltsvind.

Der blev ikke registreret iltsvind i **Roskilde Fjord** og **Isefjord** eller de kystnære farvande rundt om **Lolland/Falster**.

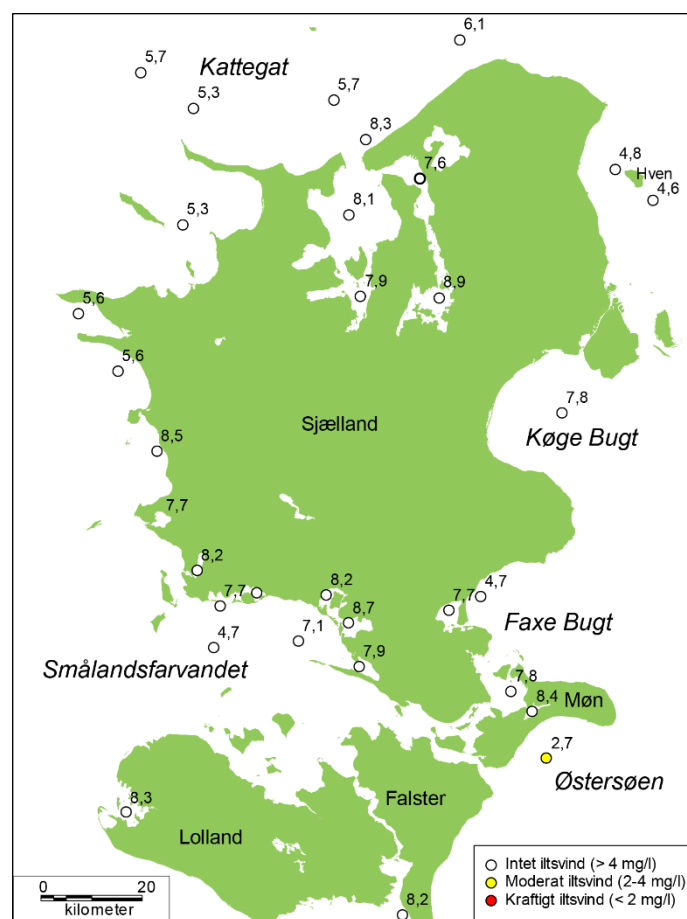
Der blev heller ikke målt iltsvind i **Storebælt** i juli. Men i løbet af august reduceredes iltindholdet, og sidst i august blev der registreret moderat iltsvind på en enkelt station midt i bæltet.

I **Femern Bælt** var der udbredt moderat iltsvind i både juli og august.

I **Lübeck Bugt** var der udbredt moderat iltsvind i juli samt mindre udbredt kraftigt iltsvind, som omfattede et væsentlig større areal i august.

Figur 11. Stationer i farvandet omkring Sjælland, Lolland og Falster, hvor iltforholdene er undersøgt i rapporteringsperioden. For hver station vises den lavest registrerede iltkoncentration (mg O₂/l). Udarbejdet af Miljøstyrelsen.

Stations in the sea around Zealand, Lolland and Falster visited during the reporting period. Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration (mg O₂/l). Produced by The Danish Environmental Protection Agency.



4.7 Farvandene omkring Bornholm

Der blev målt iltsvind øst for **Bornholm**, som er et naturligt iltsvindsområde med næsten permanent iltsvind, hvor der typisk er iltsvind fra omkring 70 meters dybde (figur 1 & 2). Vest for **Bornholm** (Arkona Bassinet) blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden.

Kort over danske farvande



Figur 12. Oversigt over danske farvande med fokus på potentielle iltvindssområder.

Map with an overview of Danish marine waters with focus on potential oxygen depletion areas.

5 Kontaktpersoner

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet
Jens Würigler Hansen, tlf. 87 15 88 05, e-mail jwh@bios.au.dk

Miljøstyrelsen (MST) København
Helle Knudsen-Leerbeck, tlf. 93 59 70 49, e-mail heknu@mst.dk

Miljøstyrelsen (MST) Nordjylland
Svend Aage Bendtsen, tlf. 72 54 37 23, e-mail saabe@mst.dk

Miljøstyrelsen (MST) Østjylland
Helene Munk Sørensen, tlf. 72 54 38 90, e-mail hemso@mst.dk

Miljøstyrelsen (MST) Midtjylland
Bent Jensen, tlf. 72 54 37 85, e-mail benje@mst.dk
Jette Poulsen Engholm, tlf. 72 54 37 96, e-mail jepni@mst.dk

Miljøstyrelsen (MST) Storstrøm
Benny Bruhn, tlf. 72 54 33 57, e-mail bebru@mst.dk
Søren Larsen, tlf. 72 54 33 46, e-mail solar@mst.dk (rederifunktionen)

Miljøstyrelsen (MST) Fyn
Inga Holm, tlf. 72 54 34 98, e-mail inhol@mst.dk
Mikael Hjorth Jensen, tlf. 72 54 35 01, e-mail mihje@mst.dk

Miljøstyrelsen (MST) Sydjylland
Lasse Ørsted Jensen, tlf. 93 59 70 40, e-mail lasoj@mst.dk

**Sveriges Meteorologiske og Hydrologiske Institut (SMHI)/
Bohusläns Vattenvårdsförbund (BVVF)**
Lotta Fyrberg, tlf. +46 31 751 8978, e-mail lotta.fyrberg@smhi.se

Leibniz Institute for Baltic Sea Research Warnemünde (IOW)
Günther Nausch, tlf. +49 38 151 9733,
e-mail guenther.nausch@io-Warnemuende.de

**Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Meck-
lenburg-Vorpommern**
Marina Carstens, tlf. +49 385 588 6414,
e-mail m.carstens@lu.mv-regierung.de

**Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-
Holstein (LLUR SH)**
Thorkild Petenati, tlf. +49 4347 704 423,
e-mail thorkild.petenati@llur.landsh.de