

Iltsvind i de danske farvande i august-september 2019

Rapporteringsperiode: 24. august-18. september

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

27. september 2019

Jens Würgler Hansen
David Rytter

Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Rekvirent:
Miljøstyrelsen

Faglig kommentering:
Signe Høgslund, Institut for Bioscience

Kvalitetssikring, DCE:
Anja Skjoldborg Hansen

Antal sider: 19



**AARHUS
UNIVERSITET**

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

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

Indhold

1. Nationale iltsvindskort	3
2. Sammenfatning	4
Summary	5
3. Indledning	7
3.1 Hvad er iltsvind, og hvordan opstår det?	7
3.2 Hvordan påvirker iltsvind havbunden?	8
4. Vind, temperatur og nedbør	9
4.1 Vind	9
4.2 Temperatur	9
4.3 Nedbør	10
5. Oversigt over de enkelte farvande	11
5.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak	11
5.2 Limfjorden	11
5.3 Kattegat og omgivende farvande	12
5.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande	13
5.5 Farvandene omkring Fyn inkl. bælteerne og de sydøstjyske fjorde	14
5.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster	16
5.7 Farvandene omkring Bornholm	17
Kort over danske farvande	18
6. Kontaktpersoner	19

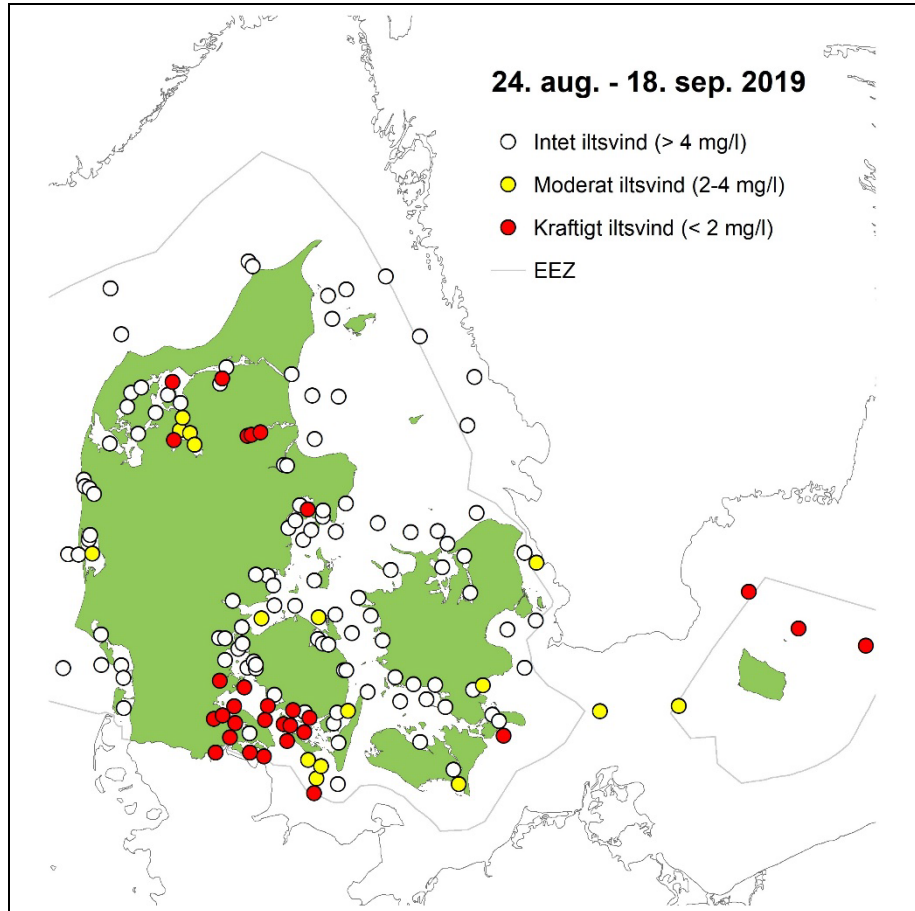
1. Nationale iltsvindskort

Figur 1. Kortet viser de stationer, hvor iltforholdene er undersøgt i rapporteringsperioden fra 24. august til 18. september. For hver station er angivet niveauet for den lavest registrerede iltkoncentration i hele perioden.

Figuren er derfor ikke direkte sammenlignelig med *figur 2*, som viser den modellerede iltsvindudbredelse for den sidste del af perioden.

The map shows stations visited during the reporting period from 24 August to 18 September. Markers at each station present the lowest observed oxygen concentration for the entire period.

Therefore, the figure cannot directly be compared to *figure 2* which presents the modelled distribution of oxygen depletion for the latest part of the period.

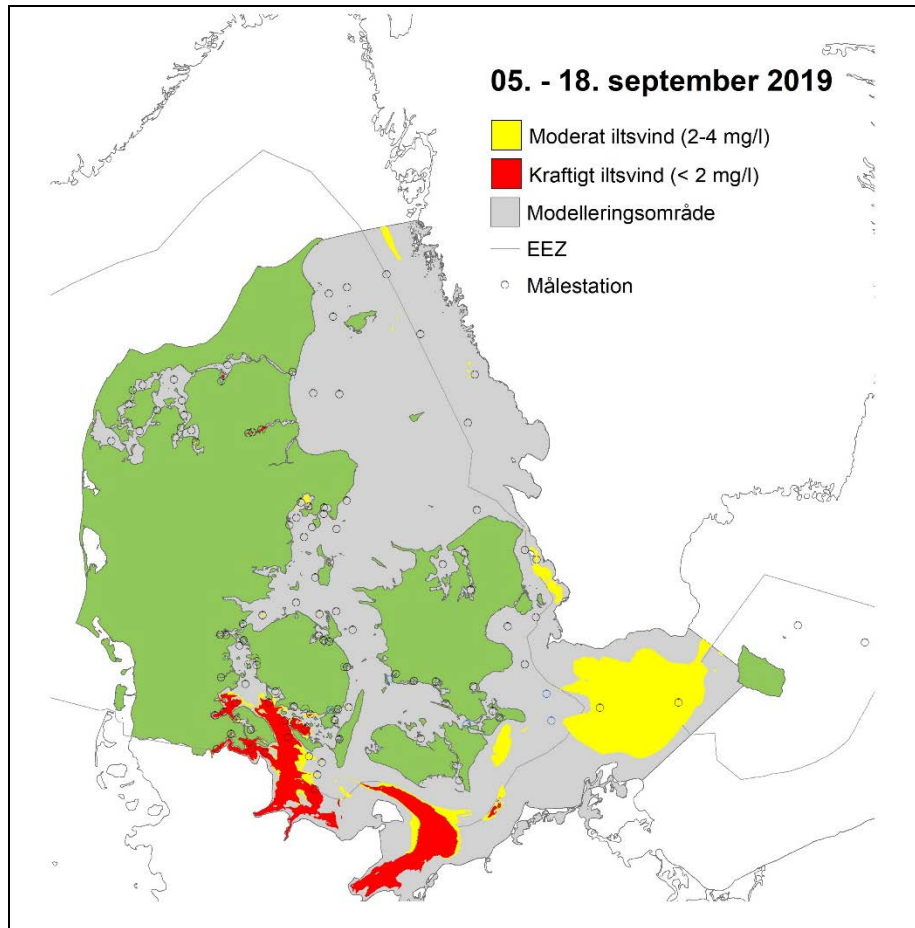


Figur 2. Udbredelse af iltsvind modelleret ud fra målinger foretaget 5.-18. september. Kortet er baseret på de observerede iltkoncentrationer i bundvandet for den angivne periode. Hvis der er målt to gange i perioden på den samme station, baseres udbredelsen på den seneste måling.

Stationer, besøgt i modelleringsperioden, og afgrænsningen af de danske farvande (EEZ, Exclusive Economic Zone) er angivet.

Areal distribution of oxygen depletion modelled for 5-18 September. The map is based on measured bottom water oxygen concentrations for the above-mentioned period. If a station is visited twice within the model period, the modelled area is based on the latest data.

Stations visited during the modelling period and the delimitation of the Danish marine waters are shown.



2. Sammenfatning

I denne rapporteringsperiode (24. august - 18. september) var iltsvindet meget udbredt og intenst i flere områder. Sammenlignet med den foregående rapporteringsperiode var iltforsvundet især forværret i det sydlige Lillebælt og det Sydfynske Øhav. I enkelte områder var situationen forbedret; mest udtalt i Haderslev Fjord og i mindre grad i Smålandsfarvandet. I Storebælt var iltforsvundet kun ændret ubetydeligt. I Limfjorden opstod der sidst i august et iltsvind, som forsvandt igen som følge af kraftig vind midt i september, hvilket illustrerer de dynamiske iltsvindsforhold i fjorden. Iltsvindet i området bestående af det sydlige Lillebælt, Aabenraa Fjord, Flensborg Fjord og Det Sydfynske Øhav var i september et af de værste hidtil registreret. Det samlede areal berørt af iltsvind i de indre danske farvande i september var lidt større end i august, men noget mindre end på samme tid sidste år.

De klimatiske forhold i denne rapporteringsperioden (24. august - 18. september) var kendetegnet ved fortsat høje bundvandstemperaturer og vekslende vind. De høje temperaturer stimulerede den fortsatte udvikling af iltsvind. Vinden var i perioder forholdsvis kraftig i september, hvilket ændrede en del på iltsvindets udbredelse. Blæsevejret fjernede således det etablerede iltsvind i Limfjorden og flyttede iltfrit bundvand fra det sydlige Lillebælt ind i Aabenraa Fjord, hvilket resulterede i fiskedød. Vinden betød også, at iltsvindet blev fordelt i en større del af vandsøjlen, og umiddelbart syd for Helnæs gav det iltsvind helt op i overfladevandet, hvilket er usædvanligt. Vinden var dog formodentlig ikke kraftig og langvarig nok til at opblande hele vandsøjlen i de dybeste områder i det sydlige Lillebælt og Det Sydfynske Øhav og dermed markant forbedre iltsvindsforholdene i bundvandet i disse områder.

Iltsvindet udviklede sig ret markant sidst i august og i starten af september. Der opstod således iltfrie eller tæt på iltfrie forhold ved bunden i mange områder. Det betød, at der i en del områder blev registreret frigivelse af giftig svovlbrinte i bundvandet, og i Aabenraa Fjord blev der, som nævnt ovenfor, observeret døde fisk. De områder, som blev hårdest ramt af iltsvind, var Limfjorden (indtil blæsten midt i september), Mariager Fjord, det sydlige Lillebælt og tilstødende områder samt Det Sydfynske Øhav (figur 1 & 2). Iltsvindet i området bestående af det sydlige Lillebælt, Aabenraa Fjord, Flensborg Fjord og Det Sydfynske Øhav var i september et af de værste hidtil registreret, både hvad angår udbredelsen og styrken af iltsvindet. Iltsvindsmodellen indikerer, at det kraftige iltsvind i det sydlige Lillebælt var udbredt helt til ned til den tyske kyst og ind i Kiel Bugt, og at der var et udbredt kraftigt iltsvind strækkende sig fra Femern Bælt til Lübeck Bugt samt udbredt moderat iltsvind i Øresund syd for Hven og i Hjelm Bugt syd for Møn.

Det samlede areal berørt af iltsvind i de indre danske farvande (inden for EEZ-linjen) udgjorde godt 1.700 km² midt i september, hvoraf godt 50 % var påvirket af kraftigt iltsvind. Det samlede areal var knap 10 % større end midt i august og godt 20 % mindre end på samme tidspunkt sidste år, hvor der først kom meget vind sidst i september.

Udbredt iltsvind forudsætter en forudgående stor tilførsel af næringsstoffer (eutrofiering), men iltsvindets udvikling i løbet af året reguleres væsentligst af bundvandstemperaturen og de aktuelle vejræssige forhold. I de nuværende hårdest ramte områder, som typisk er karakteriseret ved relativt store dybder, kræver det en længere periode med kraftig blæst eller en storm, hvis iltforsvundet skal forbedres markant i løbet af kort tid.

Summary

In this reporting period (24 August to 18 September), the oxygen depletion was very extensive and intense in several areas. Compared to the previous reporting period, the oxygen conditions had been significantly worsened in the southern part of the Little Belt and the archipelago south of Funen. In a few areas, the situation had improved, most pronounced in Haderslev Fjord and to a lesser extent in Smålandsfarvandet. In the Great Belt, the oxygen conditions had only changed insignificantly. In Limfjorden, oxygen depletion was registered at the end of August, but it disappeared again due to strong wind in mid-September, which illustrates the dynamic conditions of oxygen depletion in the fjord. The oxygen depletion was in September one of the most severe ever registered in the area consisting of the southern part of the Little Belt, Aabenraa Fjord, Flensborg Fjord and the archipelago south of Funen. The total area affected by oxygen depletion in the inner Danish waters in September was slightly bigger than in August, but somewhat smaller than at the same time last year.

The weather conditions in this reporting period (24 August - 18 September) were characterised by continuous high bottom water temperatures and variable winds. The high temperatures stimulated the continuous development of oxygen depletion. The wind was periodically rather strong in September which changed the extent of the oxygen depletion considerably.

The windy weather removed the oxygen depletion in Limfjorden and moved oxygen-depleted bottom water from the southern part of the Little Belt into Aabenraa Fjord, which caused death of fish. The wind also caused the oxygen depletion to be distributed in a larger part of the water column and directly south of Helnæs, oxygen depletion was registered in the surface water, which is unusual. However, the wind was most likely not strong and long enough to mix the whole water column in the deepest areas of the southern part of the Little Belt and the archipelago south of Funen and thus the oxygen depletion conditions in the bottom water in these areas were not improved.

The oxygen depletion developed quite markedly late in August and early in September. Oxygen-depleted or close to oxygen-depleted areas were registered at the bottom in many areas. This meant that toxic hydrogen sulphide was registered in several areas and, as mentioned above, in Aabenraa Fjord dead fish were observed.

The most affected areas with oxygen depletion were Limfjorden (until the windy weather in mid-September), Mariager Fjord, the southern part of the Little Belt and adjacent areas and the archipelago south of Funen (*figures 1 & 2*). The oxygen depletion in September was one of the most severe ever registered in the area consisting of the southern part of the Little Belt, Aabenraa Fjord, Flensborg Fjord and the archipelago south of Funen – both in terms of extent and severity. The oxygen depletion model indicates that the severe oxygen depletion in the southern part of the Little Belt was extended all the way down to the German coast and into the Bay of Kiel, and that there was widespread oxygen depletion from Fehmarn Belt to the Bay of Lübeck and widespread, moderate oxygen depletion in the Sound, south of Hven, and in Hjelm Bugt, south of Møn.

The total area affected by oxygen depletion in the inner Danish waters (within the EEZ line) was approximately 1,700 km² in mid-September, of which approximately 50 % was affected by severe oxygen depletion. The total area was just under 10 % bigger than in mid-August and approximately 20 % less than

at the same time last year, where strong wind did not occur until the end of September.

Widespread oxygen depletion requires a preceding, large influx of nutrients (eutrophication), but the development of oxygen depletion during the year is mainly dependent on the bottom water temperatures and the actual weather conditions. In the areas which at the moment are severely affected and which are characterized by relatively deep depths, a longer period with strong winds or a storm is required in order to improve the oxygen conditions markedly within a relatively short time.

3. Indledning

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet, 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. Perioderne dækker det tidsrum, hvor iltsvind typisk er mest udbredt. Denne rapport giver en status for den aktuelle udvikling og udbredelse af iltsvind i de indre farvande i perioden fra 24. august til og med 18. september. Formålet er at give offentligheden et overblik over iltsvindssituationen i perioden.

Oversigten er udarbejdet af DCE 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 aktuelle målinger udarbejder DCE nationale stationskort og fladeudbredelseskort over iltforholdene i de indre farvande samt fladeudbredelseskort for udvalgte lokale områder. MST's enheder udarbejder stationskort for udvalgte lokale områder. Stationskort viser det laveste målte iltindhold på de enkelte stationer. Fladeudbredelseskort er baseret på ekstrapolationer af de faktiske målinger i forhold til variationen i dybdeforholdene og viser den mest sandsynlige udbredelse af iltsvind.

3.1 Hvad er iltsvind, og hvordan opstår det?

Iltsvind opstår, når iltforbruget i bundvandet er større end ilttilførslen. Iltforbruget skyldes bunddyrs samt bakteriers og andre mikroorganismers respiration ved nedbrydning af organisk stof. Forbrugets størrelse afhænger af mængden og nedbrydeligheden af det organiske stof og af temperaturen. 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} . Niveaueet mellem 2 og 4 mg l^{-1} kaldes for *moderat iltsvind*. Iltsvind forekommer hovedsageligt fra juli til november.

Iltsvind er i løbet af de seneste ca. hundrede år forøget i hyppighed, udbredelse, varighed og intensitet som følge af eutrofiering (forøget tilførsel af næringsstoffer og organisk stof) og klimaforandringer. Eutrofiering fører til øget produktion af planteplankton, som synker til bunds og nedbrydes. Derved stiger iltforbruget, og der kan udvikles iltsvind ved bunden i områder, hvor vandsøjlen er lagdelt. Klimaforandringer i form af stigende temperatur og ændrede vindforhold påvirker også iltforholdene. Vindforholdene påvirker lagdelingen af vandsøjlen og dermed ilttilførslen til bundvandet. Stigende temperatur påvirker også lagdelingen og stimulerer yderligere udviklingen af iltsvind, eftersom iltsoopløselighed i vand falder, og iltforbruget stiger med temperaturen.

De aktuelle vejræssige 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 opblandingen 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 saltlagdeling af vandsøjlen og forstærkes af stille, varme perioder med temperaturlagdeling. Ved saltlagdeling er overfladevandet mindre salt og dermed lettere end bundvandet. Ved temperaturlagdeling flyder varmere og dermed lettere overfladevand oven på koldere og dermed

tungere bundvand. Længerevarende isdække kan også afkoble ilttilførslen til bundvandet og forårsage iltsvind.

Iltsvind forekommer også naturligt, dvs. uden eutrofiering eller klimaforandringer, men kun i meget begrænset omfang og typisk i dybere sedimentationshuller. Det er således eutrofiering og klimaforandringer, som skaber grundlaget for iltsvind i et omfang ud over det naturlige, mens det er de vejrmæssige forhold, som udløser iltsvind og er afgørende for år til år variationen i dets udbredelse, varighed og intensitet.

3.2 Hvordan påvirker iltsvind havbunden?

Iltindholdet i bundvandet er af afgørende betydning for livsbetingelserne for bundplanter, bunddyr og bundlevende fisk. Larvestadiet af nogle bunddyr og fisk påvirkes af faldende iltindhold endnu inden, at der er tale om egentligt iltsvind. Ved moderat iltsvind ($\leq 4 \text{ mg l}^{-1}$) søger mange fisk og mere mobile bunddyr væk fra de ramte områder, og under længere perioder med kraftigt iltsvind ($< 2 \text{ mg l}^{-1}$) begynder bunddyrene at dø. Kraftigt iltsvind kan opstå pludseligt, hvis vind og strøm flytter iltfattigt vand fra et område til et andet, hvorved også fisk og mobile bunddyr kan blive fanget i det iltfattige vand.

Iltsvind påvirker desuden den kemiske og biologiske omsætning i havbunden, fx mindsker iltsvind havbundens evne til at tilbageholde næringsstoffer og svovlbrinte. I havbunden er en del af næringsstofferne bundet til iltede forbindelser. Ved længerevarende iltsvind omdannes de iltede forbindelser, og de tilknyttede næringsstoffer frigives til vandfasen (intern belastning). Længerevarende iltsvind kan også føre til, at der dannes hvide belægninger af svovlbakterier på havbunden – det såkaldte liglagen. Svovlbakterierne i liglaget bruger det sidste ilt i bundvandet til at ilte svovlbrinte, der er trængt helt op i de øverste millimeter af havbunden, til gullighvid elementært svovl. Liglaget repræsenterer derfor den sidste barriere, inden svovlbrinte frigives fra havbunden til vandfasen. Den ændrede stofomsætning i forbindelse med iltsvind medfører også en større produktion af metan i havbunden. Metanbobler, som strømmer ud af havbunden, kan løfte den øverste del af havbunden op i vandet (bundvending), og herved frigives svovlbrinte til bundvandet. Svovlbrinte 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) ophører. Bunddyrenes bioturbation er vigtig for at holde havbunden veliltet og dermed reducere frigivelsen af næringsstoffer og svovlbrinte fra havbunden. 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.

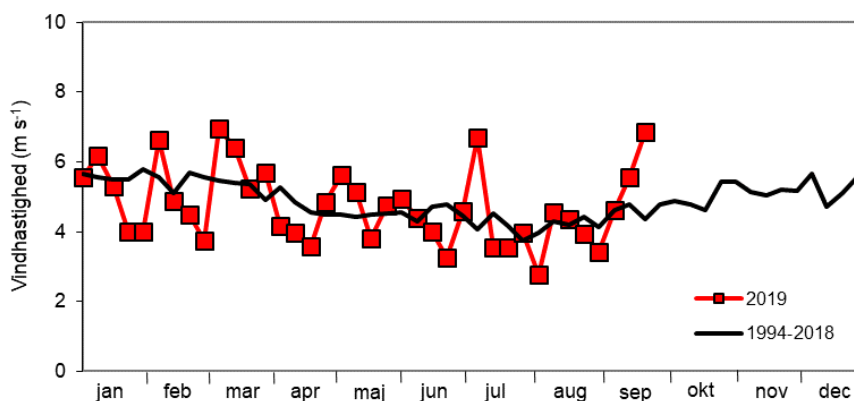
4. Vind, temperatur og nedbør

4.1 Vind

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

Figur 3. Ugentlig middelvindhastighed i 2019 og langtidsmidlen for 1994-2018. Ugeberetninger fra Danmarks Meteorologiske Institut.

Weekly mean wind speed for 2019 and long-term average for 1994-2018. Weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



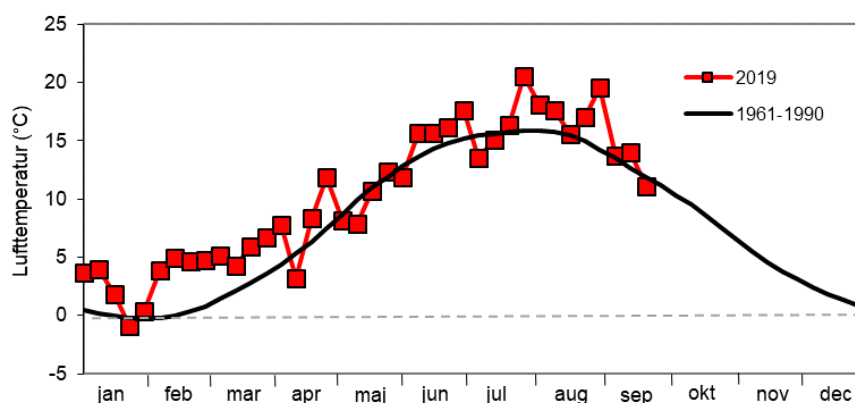
Vindhastigheden varierede omkring langtidsmidlen (1994-2018) i årets første halvdel (*figur 3*). I juli og august var den ugentlige middelvind på niveau med langtidsmidlen undtagen først i juli og først i august, hvor vinden var henholdsvis markant over og markant under langtidsmidlen. I september var vinden overvejende over langtidsmidlen.

4.2 Temperatur

Lufttemperaturen påvirker temperaturen i overfladevandet og med nogen tidsforsinkelse også temperaturen i bundvandet, efterhånden som vandsøjlen opblandes. Indstrømning af bundvand fra tilstødende områder kan også påvirke bundvandstemperaturen. 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.

Figur 4. Ugentlig lufttemperatur i 2019 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Ugeberetninger fra Danmarks Meteorologiske Institut.

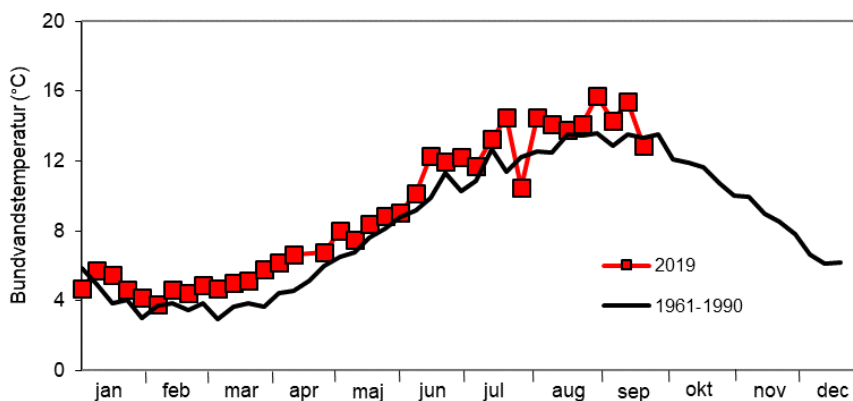
Weekly air temperature in 2019 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



Lufttemperaturen i årets tre første måneder var markant over langtidsmidlen (1961-1990) bortset fra sidst i januar/først i februar (*figur 4*). Fra april til og med september har der være tre perioder med temperaturer markant (2-7 °C) over langtidsmidlen.

Figur 5. Ugentlig bundvands-temperatur i de indre farvande i 2019 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Data fra Miljøstyrelsen.

Weekly bottom water temperature from the inner waters in 2019 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Data from the Danish Environmental Protection Agency.



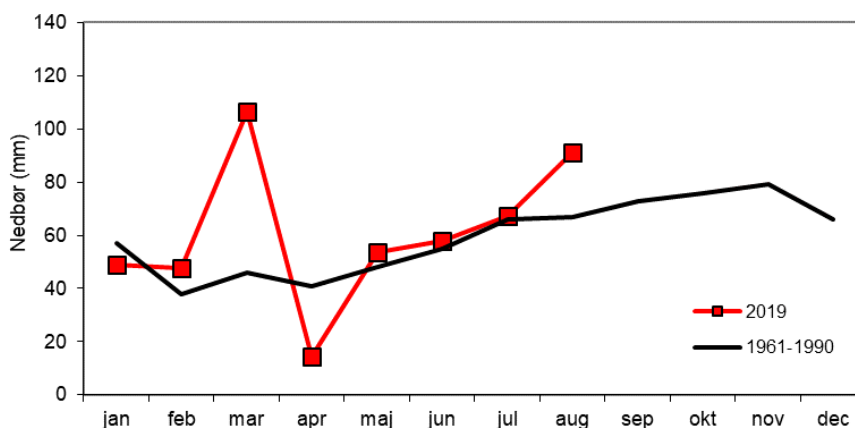
Bundvandstemperaturen har været op til godt et par grader over langtidsmidlen (1961-1990) siden anden uge i januar undtagen sidst i juli og midt i september, hvor der var et markant dyk i temperaturen (figur 5).

4.3 Nedbør

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

Figur 6. Månedlig nedbør i 2019 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Månedsberegninger fra Danmarks Meteorologiske Institut.

Monthly precipitation in 2019 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Monthly reports from the Danish Meteorological Institute.



Nedbørsmængden opgjort som månedsmiddelt var i forhold til langtidsmidlen (1961-1990) meget høj i marts og august, meget lav i april og på niveau med langtidsmidlen de øvrige måneder (figur 6).

5. Oversigt over de enkelte farvande

Stednavne angivet med fed skrift fremgår af figur 12.

5.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak

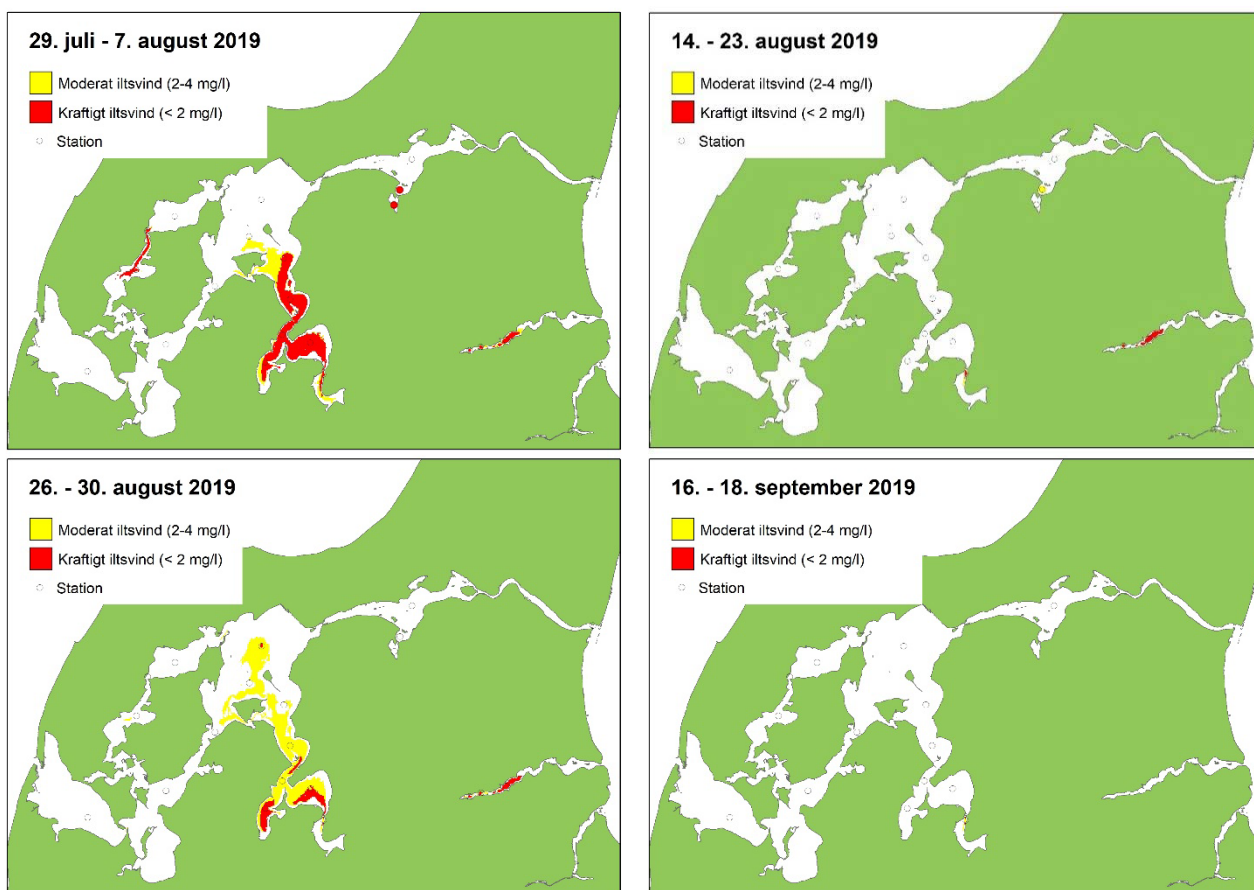
I rapporteringsperioden blev der ikke registreret iltsvind i **Vadehavet** eller på de kystnære målestationer i **Nordsøen/Vesterhavet** og **Nordsøen/Skagerrak** ud for Ringkøbing, Esbjerg og Hirtshals.

I de lavvandede vestjyske fjorde **Ringkøbing Fjord** og **Nissum Fjord** blev der i starten af september registreret henholdsvis moderat iltsvind og iltkoncentrationer tæt på grænsen til iltsvind. I begge tilfælde skyldtes de reducerede iltkoncentrationer lagdeling af vandsøjlen grundet manglende opblanding af indsluset vand fra **Vesterhavet**.

5.2 Limfjorden

Iltsvind i **Limfjorden** er meget dynamisk, idet iltsvind hurtigt opstår og hurtigt forsvinder igen. Denne dynamik fremgår af nedenstående beskrivelse af iltsvindets udvikling i fjorden siden juli.

I **Limfjorden** var iltforholdene gode i første halvdel af juli. Fra midt i juli til midt i august blev der registreret udbredt iltsvind i **Løgstør Bredning** og områderne syd herfor samt i en smal stribe fra **Thisted Bredning** til **Dragstrup Vig** (figur 7, 29. juli - 7. august). Midt i august blæste en frisk vind, som fik iltsvindet til at forsvinde (figur 7, 14.-23. august). Sidst i august opstod der igen lagdeling af vandsøjlen, hvilket atter resulterede i iltsvind centralt i **Løgstør Bredning** og i en stor del af farvandsområdet syd herfor (figur 7, 26.-30. august). I **Risgårde Bredning** havde indtrængende mere iltet bundvand løftet iltsvindet op midt i vandsøjlen, mens iltsvindet i de andre områder var knyttet til bundvandet. I **Lovns Bredning** var der moderat iltsvind, mens der i **Skive Fjord** og **Hjarbæk Fjord** var kraftigt iltsvind nogle steder og endda iltfrit i bundvandet i dele af **Skive Fjord**. Der blev også registreret kraftigt iltsvind i et tyndt bundlag i **Sebber Lo**. Kraftig vind midt i september bevirkede, at iltsvindet atter forsvandt sidst i denne rapporteringsperiode (figur 7, 16.-18. september).



Figur 7. Udbredelsen af iltsvind i Limfjorden, Mariager Fjord og Randers Fjord før (venstre øverst) og efter (højre øverst) perioden med frisk vind midt i august og før (venstre nederst) og efter (højre nederst) kraftig vind midt i september.

Areas covered by oxygen depletion in Limfjorden, Mariager Fjord, and Randers Fjord before (left top) and after (right top) the windy period in mid-August and before (left bottom) and after (right bottom) the windy period in mid-September.

5.3 Kattegat og omgivende farvande

Der blev ikke registreret iltsvind på stationerne i **Aalborg Bugt**, **Læsø Rende** og **Kattegat** i rapporteringsperioden (figur 1). Iltsvindmodellen indikerer dog tilstedeværelsen af moderat iltsvind midt i september i den dybe rende i den nordlige del af **Kattegat** og spredte smalle striber af moderat iltsvind øst for **Læsø** og nordøst for **Anholt** (figur 2). Modellens angivelser er dog især for det nordlige **Kattegat** baseret på et spinkelt datagrundlag og skal derfor fortolkes med forsigtighed.

I **Mariager Fjord** var vandsøjlen i 'Dybet' (ca. 30 m) ud for Mariager by lagdelt i hele rapporteringsperioden, og der var iltfrit i bundvandet. De nederste ca. to tredjedele (20 m) af vandsøjlen var påvirket af iltsvind i hele rapporteringsperioden svarende til situationen siden først i august. I den indre del af fjorden blev der registreret kraftigt iltsvind sidst i august og først i september. Der er ikke lavet målinger sidst i rapporteringsperioden, men den kraftige vind midt i september forventes at have forbedret iltforholdene markant i den indre del af fjorden.

I **Randers Fjord** og **Hevring Bugt** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden, men iltindholdet var reduceret.

5.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande

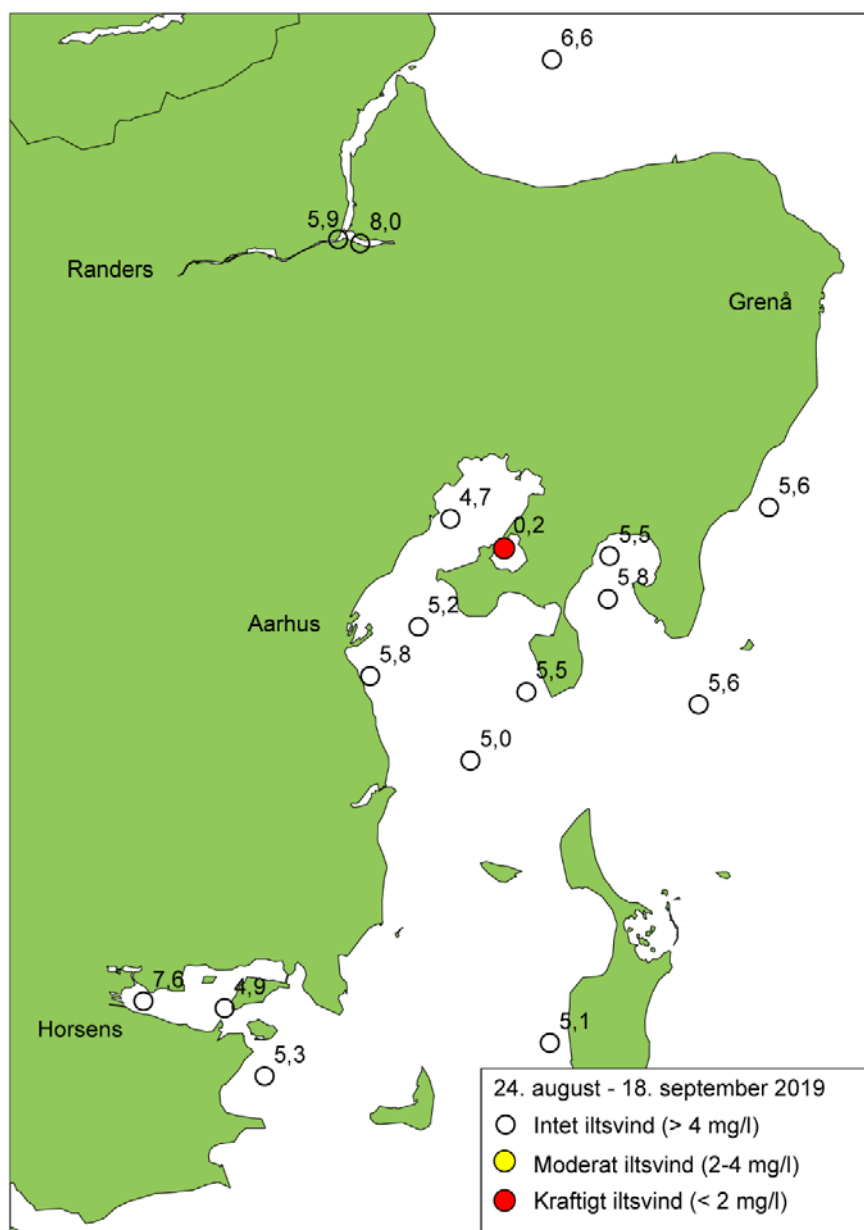
I Aarhus Bugt, Kalø Vig, Knebel Vig, Ebeltoft Vig og Hjelm Dyb faldt iltindholdet i rapporteringsperioden, men der blev ikke registreret iltsvind undtagen i Knebel Vig, hvor der blev målt kraftigt iltsvind og næsten iltfrit i bundvandet i september (figur 8). I Kalø Vig var iltindholdet nær grænsen for iltsvind midt i september, og iltsvindsmodellen indikerer moderat iltsvind i den inderste del af vigen (figur 2).

På overvågningsstationen lige vest for Samsø blev der ikke registreret iltsvind, men iltindholdet faldt i rapporteringsperioden og nærmede sig midt i september grænsen for iltsvind. Der blev heller ikke registreret iltsvind i Horsens Fjord og As Vig, men iltindholdet var reduceret.

I Aarhus Bugt og omgivende farvande har iltindholdet i bundvandet til og med juni ligget omkring langtidsmidlen (1989-2018) for områderne. Men siden juli har iltniveauet generelt været relativt højt i forhold til langtidsmidlen. I betragtning af de dårlige iltforhold i en del andre områder, er de relativt gode iltforhold lidt overraskende. En nærmere analyse af baggrunden for dette ligger uden for rammerne af denne rapportering.

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 (mg/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/l). Produced by the Danish Environmental Protection Agency.

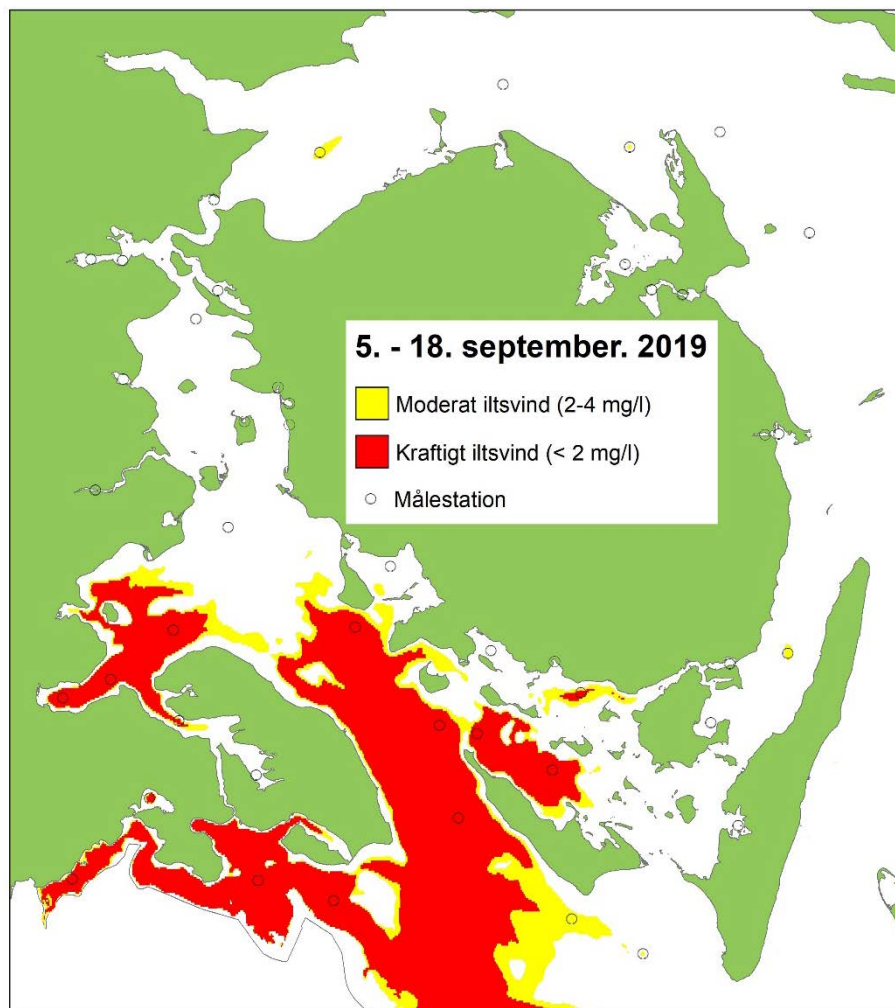


5.5 Farvandene omkring Fyn inkl. bælteerne og de sydøstjyske fjorde

Iltforholdene i farvandene rundt om Fyn inkl. det **nordlige Bælthav**, **Storebælt**, **Lillebælt**, de sydøstjyske fjorde og **Det Sydfynske Øhav** var i rapporteringsperioden generelt kendetegnet ved faldende iltindhold og udbredte områder med moderat og især kraftigt iltsvind. Iltsvindet var udbredt i det sydlige **Lillebælt** og de sydøstjyske fjorde samt i **Det Sydfynske Øhav**, mens der kun var sporadiske forekomster af iltsvind i det nordlige **Bælthav** og ingen registreret iltsvind i **Storebælt** (figur 1 & 9).

Figur 9. Udbredelse af iltsvind i det nordlige Bælthav, Lillebælt og omgivende farvande modelleret ud fra målinger foretaget 5.-18. september.

Areal distribution of oxygen depletion in the northern Belt Sea, the southern Little Belt with adjacent waters modelled for 5-18 September.



Iltkoncentrationen i det **nordlige Bælthav** faldt jævnt i løbet af august og september. I september blev der målt moderat iltsvind både på en station i den vestlige og østlige del af området. Iltsvindmodellen indikerer, at iltsvindets udbredelse ved den vestlige station strakte sig lidt øst for stationen, mens udbredelsen ved den østlige station var begrænset til stationsområdet (figur 9).

I **Vejle** og **Kolding Fjord** samt i **Hejls Nor** blev der ikke registreret iltsvind.

I **Haderslev Fjord** blev der i sidste rapporteringsperiode konstateret bundvending og en del døde fisk. I denne rapporteringsperiode har iltforholdene været væsentlig bedre, og der er ikke registreret iltsvind.

I **Aabenraa Fjord** var der i denne rapporteringsperiode fortsat kraftigt iltsvind, iltfrie forhold i bundvandet og frigivelse af den giftige gas svovlbrinte

fra bunden. Midt i september blev der registreret døde fisk i fjorden formodentlig som følge af, at den kraftige blæst fra vest har bevirket vindstuvning af overfladevandet i østlig retning, hvilket har udløst en modsatrettet transport af iltfrit bundvand fra det sydlige **Lillebælt** ind over tærsklen til **Aabenraa Fjord**.

I **Als Fjord** var der kraftigt iltsvind og iltfrit i bundvandet. I slutningen af august blev der registreret frigivelse af svovlbrinte fra bunden. I den mere lavvandede **Augustenborg Fjord**, der ligger i forlængelse af **Als Fjord**, blev der ikke målt iltsvind i rapporteringsperioden.

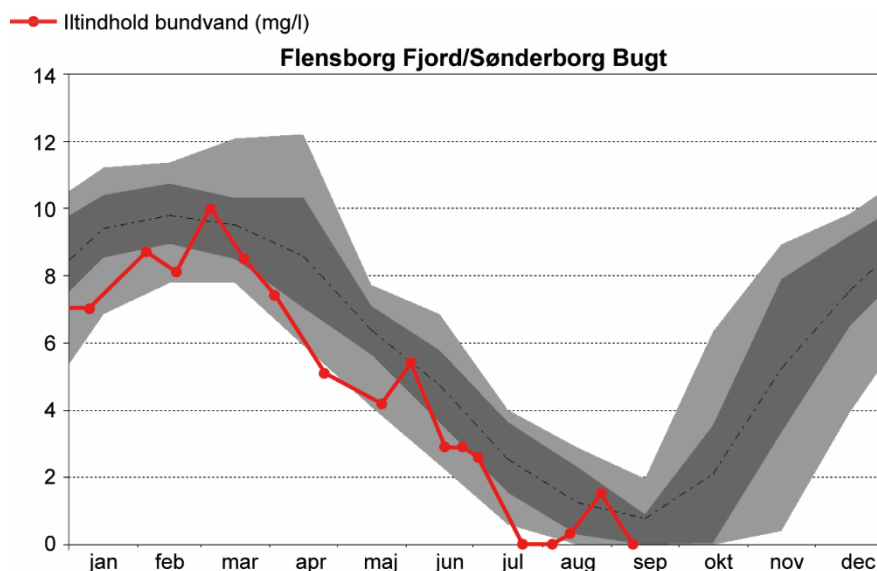
I **Lillebælt** nordvest for **Als** er der fortsat kraftigt iltsvind. Men det til trods var iltforholdene forbedret lidt i området, da der ikke længere var iltfrit i bundvandet, og der blev ikke frigivet svovlbrinte fra bunden.

I det sydlige **Lillebælt** er det markante iltsvind fra sidste rapporteringsperiode fortsat ind i denne rapporteringsperiode. Det ustadige og til tider meget blæsende vejr har dog bevirket, at iltsvindet er blevet flyttet rundt i farvandet både horisontalt og vertikalt. Det kraftige iltsvind i bundvandet syd for **Årø** flyttede sig således op i vandsøjlen i slutningen af august/starten af september for derefter helt at forsvinde. Det skyldtes indstrømning af mere iltholdigt bundvand, som løftede det 'gamle' iltfattige bundvand op i vandsøjlen, hvorefter den kraftige blæst midt september resulterede i fuld opblanding af vandsøjlen. I området fra syd for **Helnæs** til syd for **Ærø** var der udbredt kraftigt iltsvind (*figur 9*). Opblandingen af vandsøjlen i forbindelse med den kraftige blæst midt i september resulterede i den usædvanlige situation, at der umiddelbart syd for **Helnæs** var iltsvind i hele vandsøjlen til trods for en vanddybde på 26 m. Fra **Marstal Bugt** ned til syd for **Langeland** var der moderat iltsvind, hvis udbredelse dog blev indskrænket lidt i forbindelse med den kraftige blæst midt i september. Iltsvindsmodellen indikerer, at det kraftige iltsvind strakte sig fra det sydlige **Lillebælt** helt ned til den tyske kyst og ind i Kiel Bugt.

I **Flensborg Fjord** er de dårlige iltforhold fra sidste rapporteringsperiode fortsat ind i denne rapporteringsperiode. Efter en kortvarig forbedring sidst i august var der midt i september således tæt på iltfrit i bundvandet i den indre del af fjorden og helt iltfrit ved bunden i den ydre del af fjorden (*figur 10*). I den indre del af fjorden blev der registreret frigivelse af giftig svovlbrinte fra bunden i starten af september, mens der endnu ikke er registreret frigivelse af svovlbrinte i den ydre del af fjorden. I **Nybøl Nor**, som er forbundet med **Flensborg Fjord**, var der i september kraftigt iltsvind.

Figur 10. Iltkoncentration i bundvandet i den ydre del af Flensborg Fjord (Sønderborg Bugt) i 2019 (rød kurve) i forhold til langtidsmidlen for 1986-2018 (stiplet linje). Mørkegrå angiver intervallet for 50 % af målingerne, og mørkegrå + lysegrå angiver intervallet for 80 % af målingerne. Udarbejdet af Miljøstyrelsen.

Bottom water oxygen concentration during 2019 (red line) compared to the long-term mean for 1986-2018 (dotted line) in the outer part of Flensborg Fjord (Sønderborg Bay) (dark grey = 50 % fractile, and dark grey + light grey = 80 % fractile). Produced by the Danish Environmental Protection Agency.



I **Det Sydfynske Øhav** blev det i forvejen markante iltsvind i sidste rapporteringsperiode forværret i denne rapporteringsperiode. Således var der i september iltsvind fra omkring 10 meters dybde i **Ærø Bassinet**, dvs. i størstedelen af vandsøjlen i den vestlige del af bassinet (35 m) og i ca. halvdelen af vandsøjlen i den centrale del af bassinet (21 m). Midt i september var der helt iltfrit i bundvandet i den centrale del af bassinet og næsten iltfrit i den vestlige del af bassinet. I **Ringsgaardbassinet** har der i rapporteringsperioden været stabilt kraftigt iltsvind i den dybeste del af bassinet, og iltsvindmodellen indikerer udbredt moderat iltsvind i resten af bassinet (figur 9).

I de lavvandede kystnære områder syd for **Fyn** blev der i denne rapporteringsperiode kun registreret et kortvarigt iltsvind i Faaborg Fjord, hvor der også blev konstateret frigivelse af giftig svovlbrinte fra bunden.

I **Storebælt** var iltforholdene nærmest uændrede i forhold til sidste rapporteringsperiode, dvs. iltkoncentrationen var reduceret uden at være under grænsen for iltsvind.

I **Langelands Sund** (vest for **Langeland**) blev der for første gang i år målt iltsvind (moderat), mens der fortsat ikke er registreret iltsvind i **Langelandsbælt** (øst for **Langeland**).

5.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster

I farvandene rundt om **Sjælland**, **Møn**, **Lolland** og **Falster** blev der sidst i august registreret iltsvind i **Øresund**, **Faxe Bugt**, **Hjelm Bugt** og **Rødsand Lagune**. I **Smålandsfarvandet** var iltkoncentrationen nær grænsen til iltsvind (figur 11).

I september var iltsvindet i **Rødsand Lagune** forsvundet, mens der fortsat blev registreret iltsvind i **Øresund** syd for **Ven**. Iltsvindmodellen indikerer, at det kraftige iltsvind i **Hjelm Bugt** i august var ændret til moderat iltsvind i september (figur 2). Da der ikke blev målt i **Hjelm Bugt** i september, er modellens angivelse baseret på målinger i tilstødende områder og skal derfor fortolkes med forsigtighed. I den mere lavvandede **Faxe Bugt**, hvor der heller ikke blev målt i september, formodes iltsvindet at være forsvundet som følge af blæsevejret i september.

Der blev ikke registreret iltsvind i **Roskilde Fjord** og **Isefjord**.

Iltsvindmodellen indikerer tilstedeværelsen af et udbredt og for en stor dels vedkommende kraftigt iltsvind i **Lübeck/Mecklenburg Bugt** og **Femern Bælt** (figur 2). Da der ikke har været overvågningsdata til rådighed for området i rapporteringsperioden, er modellens angivelser baseret på målinger langt fra området og skal derfor fortolkes med stor forsigtighed. Modellens indikation passer dog med, at der blev registreret udbredt iltsvind i området midt i august, og at et tilsvarende udbredt iltsvind i det sydlige **Lillebælt** var fastholdt fra slutningen af sidste rapporteringsperiode til slutningen af denne rapporteringsperiode.

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/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/l). Produced by the Danish Environmental Protection Agency.



5.7 Farvandene omkring Bornholm

Der var kraftigt iltsvind øst for **Bornholm**, som er et naturligt iltsvindsområde med næsten permanent iltsvind typisk fra omkring 70 meters dybde (figur 1). Vest for **Bornholm** (Arkona Bassinet) var der udbredt moderat iltsvind i september (figur 2).

Kort over danske farvande



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

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

6. Kontaktpersoner

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

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)
Michael Naumann, tlf. +49 381 5197 267,
e-mail michael.naumann@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)**
Hannah Lutterbeck, tlf. +49 4347 704 274,
e-mail hannah.lutterbeck@llur.landsh.de