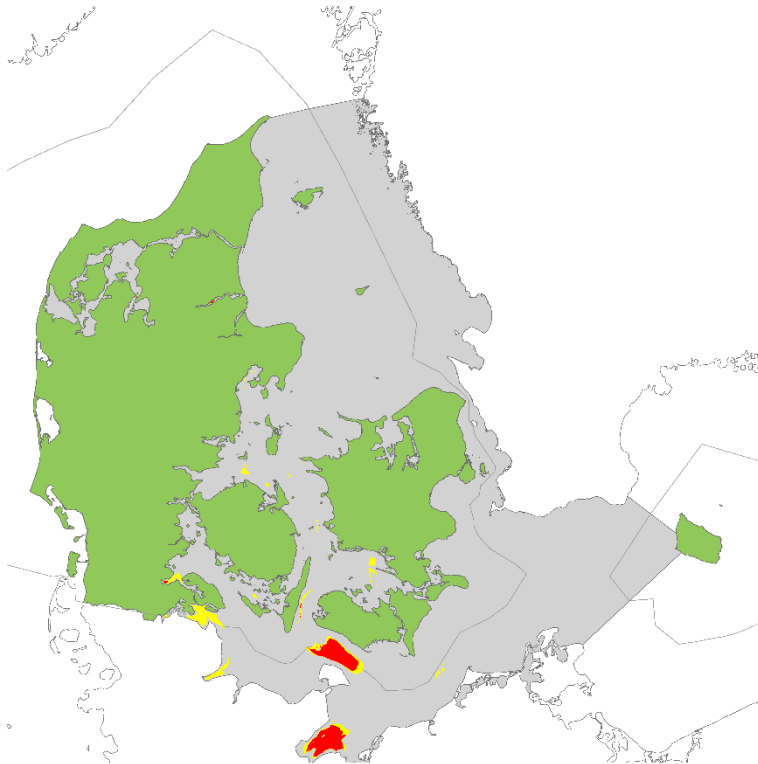


# Iltsvind i danske farvande - oktober-november 2020

Rådgivningsnotat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 27. november 2020 | 89



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



# Datablad

Rådgivningsnotat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Iltsvind i danske farvande – oktober-november 2020

Forfattere: Jens Würgler Hansen og David Rytter  
Institution: Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Faglig kommentering: Signe Høgslund, Institut for Bioscience  
Kvalitetssikring, DCE: Signe Jung-Madsen, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi  
Sproglig kvalitetssikring: Charlotte Hviid, Institut for Bioscience

Ekstern kommentering: Kommentarerne findes her: [http://dce2.au.dk/pub/komm/N2020\\_89\\_komm.pdf](http://dce2.au.dk/pub/komm/N2020_89_komm.pdf)

Rekvirent: Miljøstyrelsen

Bedes citeret: Jens Würgler Hansen & David Rytter. 2020. Iltsvind i danske farvande – oktober-november 2020. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. Rådgivningsnotat nr. 2020|89  
[https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet\\_2020/N2020\\_89.pdf](https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_89.pdf)

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Arealudbredelse af iltsvind 5.-18. november 2020

Sideantal: 22

# Indhold

<b>1. Nationale iltsvindskort</b>	<b>5</b>
<b>2. Sammenfatning</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>3. Indledning</b>	<b>9</b>
3.1    Hvad er iltsvind, og hvordan opstår det?	9
3.2    Hvordan påvirker iltsvind havbunden?	10
<b>4. Vejrlig</b>	<b>11</b>
4.1    Vind	11
4.2    Temperatur	11
4.3    Nedbør	12
<b>5. Oversigt over de enkelte farvande</b>	<b>13</b>
5.1    Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak	13
5.2    Limfjorden	13
5.3    Kattegat og omgivende farvande	13
5.4    Aarhus Bugt og omgivende farvande	13
5.5    Farvandene omkring Fyn inkl. bælteerne og de sydøstjyske fjorde	15
5.6    Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster	19
5.7    Farvandene omkring Bornholm	20
Kort over danske farvande	21
<b>6. Kontaktpersoner</b>	<b>22</b>

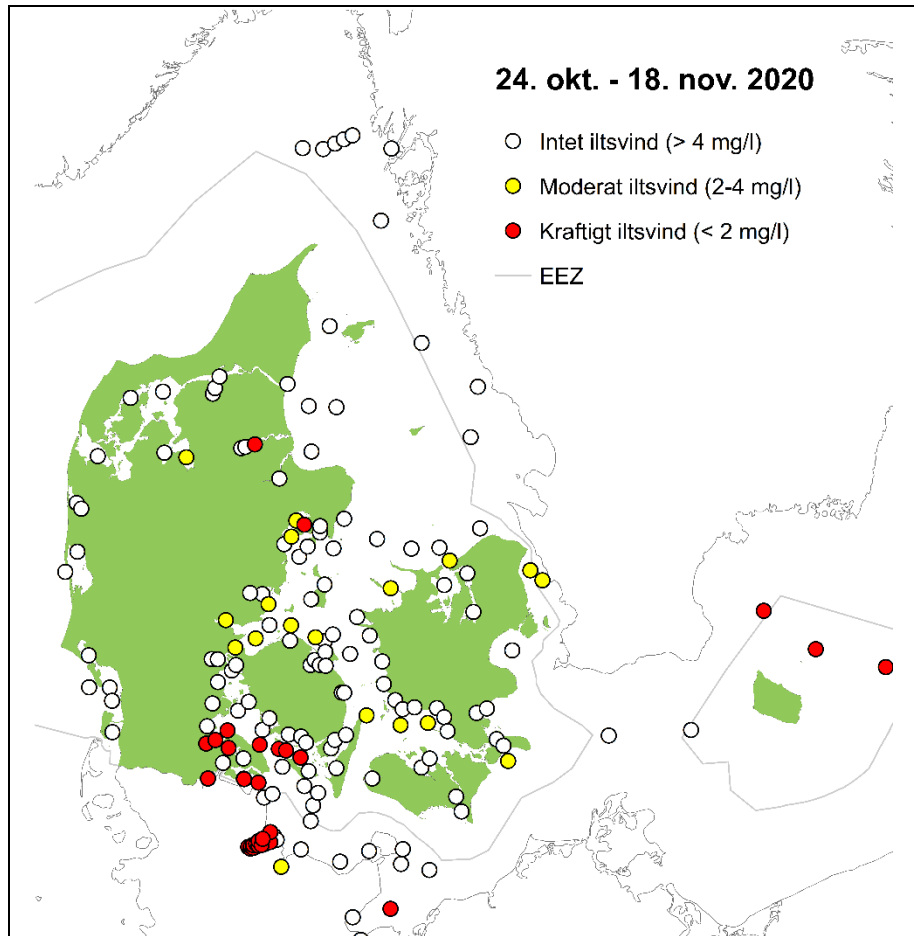
# 1. Nationale iltsvindskort

**Figur 1.** Kortet viser de stationer, hvor iltforholdene er undersøgt i rapporteringsperioden fra 24. oktober til 18. november. 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 October to 18 November. 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.

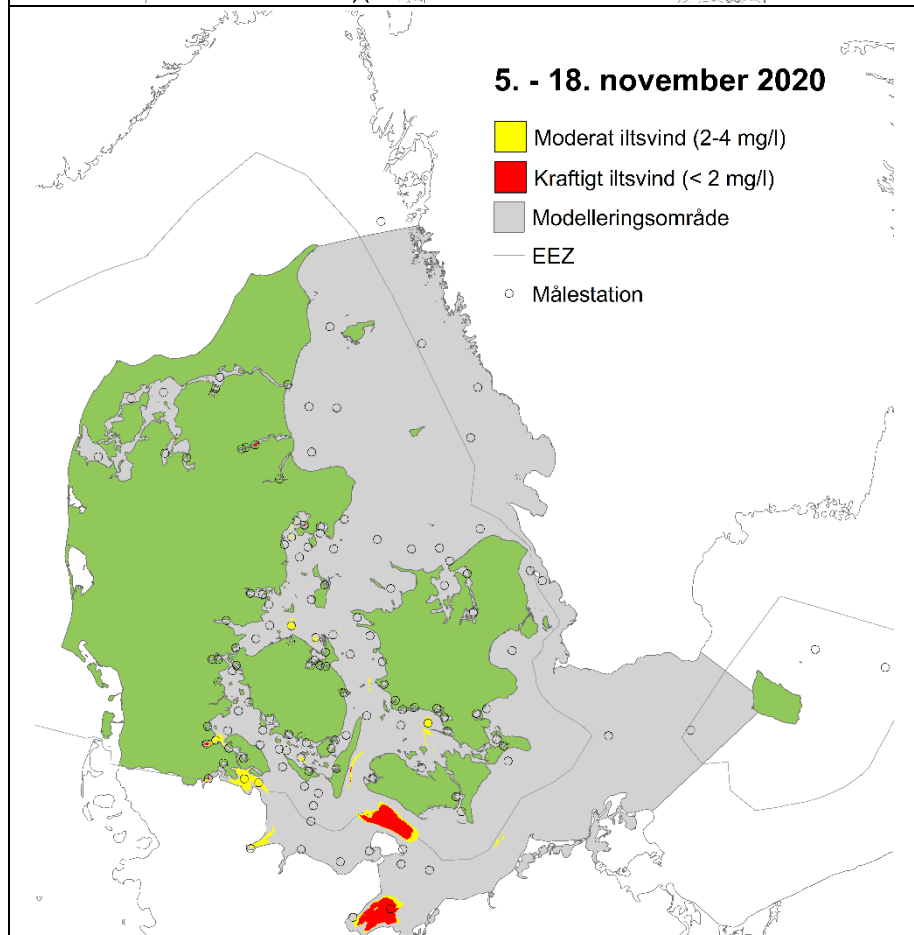


**Figur 2.** Arealudbredelse af iltsvind modelleret ud fra målinger foretaget 5.-18. november. Kortet er baseret på de observerede iltkoncentrationer i bundvandet for den angivne periode. Hvis der er målt to gange i perioden på den samme station, baseres udbredelsen på den seneste måling.

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 November. 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

*Iltsvindets udbredelse og intensitet blev reduceret markant i denne rapporteringsperiode (24. oktober – 18. november). I slutningen af oktober mindede iltforsvundne forholdene dog om situationen fra midt i oktober med udbredt kraftigt iltsvind og en del steder med iltfrit bundvand og frigivelse af den giftige svovlbrinte fra hav- og fjordbund. Den væsentlige forbedring af iltforsvundne forholdene i november skete efter den kraftige blæst først på måneden. Vindhændelsen bevirkede, at nyt bundvand med et forøget iltindhold dels fortrængte og dels blandede sig med det tidligere mere iltfattige bundvand. Midt i november var der kun spredte forekomster af overvejende moderat iltsvind tilbage i de indre danske farvande ud over et udbredt område med overvejende kraftigt iltsvind i Femern Bælt. Iltsvindet i Femern Bælt skal dog fortolkes med forsigtighed, da datagrundlaget for modelleringen af iltsvindets udbredelse i området er meget spinkelt. Der blev også registreret et udbredt område med overvejende kraftigt iltsvind i Lübeck Bugt.*

Vejrforholdene i rapporteringsperioden (24. oktober - 18. november) var kendetegnet ved periodisk meget vind, som generelt modvirker iltsvind, og ved høje temperaturer, som fremmer iltsvind. I starten af november var der flere sammenhængende dage med vind op til stormende kuling. Vinden bevirkede en indstrømning af iltholdigt bundvand i de indre danske farvande, som dels fortrængte og dels blandede sig med det eksisterende iltfattige bundvand. Indstrømningen af bundvandet forbedrede iltforsvundne forholdene markant også på større vanddybder.

Sidst i oktober blev der målt udbredt kraftigt iltsvind i det sydlige Lillebælt, Aabenraa Fjord og Flensborg Fjord samt i Ærøbassinet i Det Sydfynske Øhav (figur 1). På flere lokaliteter var der iltfrit ved bunden, som frigav den giftige forbindelse svovlbrinte. Efter vindhændelsen var langt størstedelen af det kraftige iltsvind forsvundet, og der var overvejende spredte forekomster af moderat iltsvind i de indre danske farvande. Iltsvindmodellen indikerede dog udbredt og overvejende kraftigt iltsvind i Femern Bælt (figur 2). Denne angivelse af iltsvind skal dog fortolkes med forsigtighed, da datagrundlaget for beregningen var udfordret af manglen på måledata fra den centrale del af bæltet. Der var også udbredt og overvejende kraftigt iltsvind i Lübeck Bugt. Til trods for de generelt forbedrede iltforsvundne forhold midt i november blev der observeret fiskedød i Augustenborg Fjord. Den hændelse skyldes højst sandsynligt, at det indtrængende bundvand løftede det iltfrie tidligere bundvand op i vandsøjlen, hvorfra det med strømmen blev transporteret ind i den lavvandede Augustenborg Fjord.

Det samlede areal berørt af iltsvind i de indre danske farvande (inden for EEZ-linjen) udgjorde knap 350 km<sup>2</sup> midt i november, heraf var godt 25 % påvirket af kraftigt iltsvind. Det samlede areal berørt af iltsvind i de indre danske farvande i november udgjorde kun godt en tiendedel af arealet i oktober og knap en tredjedel af arealet på samme tidspunkt sidste år.

Udbredt iltsvind forudsætter en forudgående stor tilførsel af næringsstoffer (eutrofiering), men iltsvindets udvikling i løbet af året reguleres væsentligst af bundvandstemperaturen og de aktuelle vejrsmæssige forhold. Den markant forbedrede iltsvindssituation midt i november betyder, at der formodentlig ikke vil forekomme mere udbredt iltsvind i år. Såfremt der kommer en længere periode uden ret meget vind, kan eksisterende iltsvind dog forstærkes, lige som iltsvind kan genetableres lokalt i nogle områder, mest sandsynligt på dybere vand.

## Summary

*The distribution and intensity of the oxygen depletion significantly decreased during this reporting period (24 October-18 November). At the end of October, the oxygen conditions, however, resembled those prevailing in mid-October with widespread severe oxygen depletion and a number of areas with no oxygen in the bottom water and release of toxic hydrogen sulphide from the sea and fjord beds. The significant improvement in oxygen conditions in November occurred after the strong wind in the beginning of the month. The wind episode meant that new bottom water with an increased oxygen content partly displaced and partly mixed with the previously more oxygen-depleted bottom water. In mid-November, there were only scattered areas left with predominantly moderate oxygen depletion in the inner Danish waters except for a widespread area predominantly affected by severe oxygen depletion in the Fehmarn Belt. However, the oxygen depletion in Fehmarn Belt should be interpreted with caution due to limited data availability for the modelling in the area. A widespread area with mainly severe oxygen depletion was also recorded in the Bay of Lübeck.*

Weather conditions during the reporting period (24 October-18 November) were characterised by periodically strong winds that generally inhibit oxygen depletion and high temperatures that promote oxygen depletion. In the beginning of November, there were several consecutive days with winds up to gale force. This led to inflow of oxygen-rich bottom water into the inner Danish waters, which partly displaced and partly mixed with the existing oxygen-depleted bottom water. The inflow of the bottom water improved the oxygen conditions significantly – also at greater water depths.

At the end of October, widespread severe oxygen depletion was recorded in the southern Little Belt, Aabenraa Fjord and Flensburg Fjord, as well as in the Ærø Basin in the southern Funen archipelago (*figure 1*). At several locations, there was no oxygen at the bottom, causing release of the toxic compound hydrogen sulphide. After the wind episode, the vast majority of the severe oxygen depletion had disappeared and there were predominantly scattered occurrences of moderate oxygen depletion in the inner Danish waters. The oxygen depletion model, however, indicated widespread and predominantly severe oxygen depletion in the Fehmarn Belt (*Figure 2*). This should, though, be interpreted with some carefulness as the data basis for the calculation was challenged by the lack of measurement data from the central part of the belt. There was also widespread and predominantly severe oxygen depletion in the Bay of Lübeck. Despite the generally improved oxygen conditions by the middle of November, fish death was observed in Augustenborg Fjord. This is most likely due to the intruding bottom water lifting the oxygen-free former bottom water up into the water column, from where it was transported with the current into the shallow Augustenborg Fjord.

The total area affected by oxygen depletion in the inner Danish waters (within the EEZ line) was just below 350 km<sup>2</sup> in the middle of November, where approximately 25% of the area was affected by severe oxygen depletion. The total area affected by oxygen depletion in the inner Danish waters in November accounted for only about a tenth of the area in October and about a third of the area at the same time last year.

Widespread oxygen depletion requires a preceding large input of nutrients (eutrophication), but the development of oxygen depletion during the year is mainly dependent on the bottom water temperature and the actual weather conditions. The significantly improved oxygen depletion conditions in the middle of November mean that there will probably be no more widespread oxygen

depletion this year. However, if there is a longer period without much wind, the existing oxygen depletion may intensify, just as oxygen depletion can be re-established locally in some areas, most likely in deeper waters.



### 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. oktober til og med 18. november. Formålet med rapporten er at give offentligheden et indblik i 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. I bestræbelserne på at bremse smitten med corona-virus blev den marine overvågning stoppet i to måneder fra 13. marts til 13. maj.

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. Stationskortet viser det laveste målte iltindhold på de enkelte stationer. Fladeudbredelseskortet 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  $4 \text{ mg l}^{-1}$  eller lavere og som *kraftigt iltsvind*, når koncentrationen er under  $2 \text{ mg l}^{-1}$ . Niveaue mellem  $2$  og  $4 \text{ mg l}^{-1}$  kaldes for *moderat iltsvind*. Iltsvind forekommer hovedsageligt fra juli til november, men i nogle kystvande opstår iltsvind ofte før juli.

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, øget nedbør og ændrede vindforhold påvirker også iltforholdene. Øget nedbør kan medføre en større tilførsel af næringsstoffer og organisk stof samt medvirke til at stabilisere lagdelingen af vandsøjlen. Vindforholdene påvirker lagdelingen af vandsøjlen samt strømforholdene og dermed ilttilførslen til bundvandet. Stigende temperatur påvirker også lagdelingen og stimulerer yderligere udviklingen af iltsvind, eftersom ilt's opløselighed i vand falder, og iltforbruget stiger med temperaturen.

De aktuelle vejrsmæssige 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 vand-

udskiftningen 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, som skaber grundlaget for iltsvind i et omfang ud over det naturlige, mens det er de vejrsmæssige forhold, som udløser iltsvind og er afgørende for år til år variationen i dets udbredelse, varighed og intensitet. Klimaforandringer vil i de fleste tilfælde forstærke effekten af eutrofiering.

### 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 (2-4 mg l<sup>-1</sup>) søger mange fisk og mere mobile bunddyr væk fra de ramte områder, og under længere perioder med kraftigt iltsvind (< 2 mg l<sup>-1</sup>) 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 opløses 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.

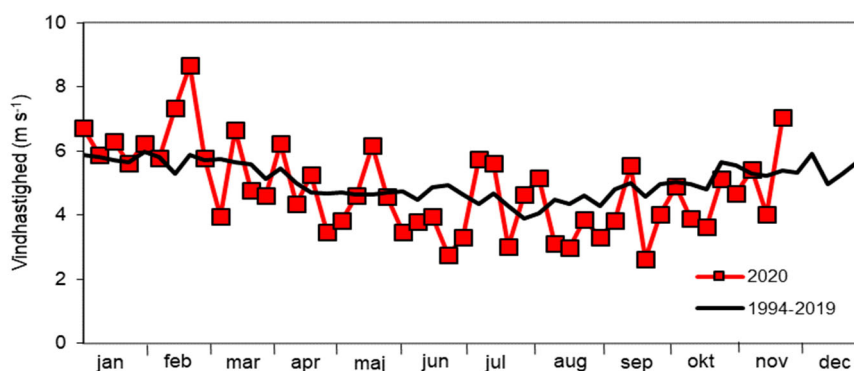
## 4. Vejrlig

### 4.1 Vind

Perioder med svage vinde kan stabilisere vandmasserne og derved 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, men kan også flytte eksisterende iltvind til nye områder.

**Figur 3.** Lands gennemsnit for ugentlig middelvindhastighed i 2020 og langtidsmidlen for 1994-2019. Data fra Danmarks Meteorologiske Institut.

National average of weekly mean wind speed for 2020 and long-term average for 1994-2019. Data from the Danish Meteorological Institute.



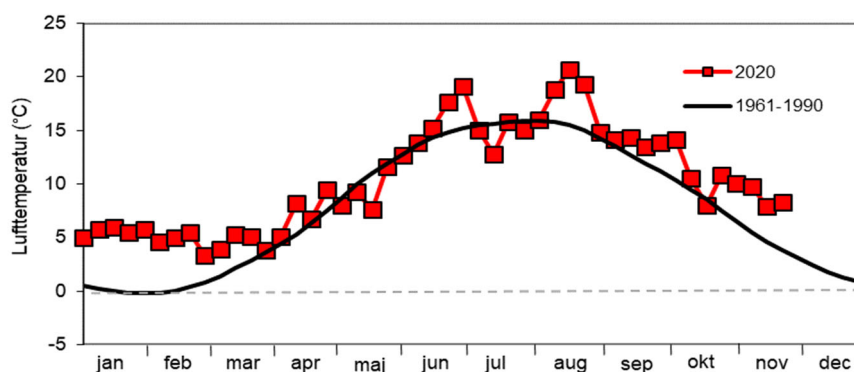
Vindhastigheden har varieret relativt meget omkring langtidsmidlen (1994-2019) fra februar til midt i april (*figur 3*). Fra sidst i april til og med juni har vindhastigheden overvejende været lavere end langtidsmidlen undtagen midt i maj. Der var en del vind i juli. Fra august var vinden igen relativt lav undtagen i kortvarige perioder med en del vind, bl.a. først samt midt i november.

### 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 iltten bliver forbrugt, idet højere temperaturer mindsker iltens opløselighed i vand og øger iltforbruget.

**Figur 4.** Lands gennemsnit for ugentlig lufttemperatur i 2020 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Data fra Danmarks Meteorologiske Institut.

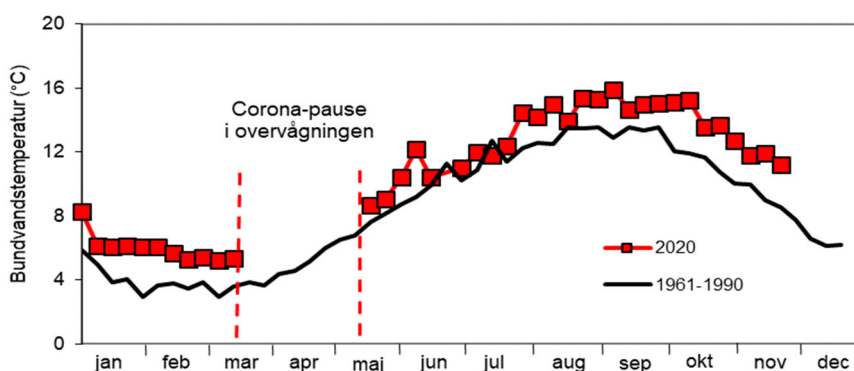
National average of weekly air temperature in 2020 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Data from the Danish Meteorological Institute.



Lufttemperaturen var markant over langtidsmidlen (1961-1990) i årets første tre måneder (*figur 4*). Fra april til midt i juni og i juli har temperaturen varieret omkring langtidsmidlen. Temperaturen var relativt høj i sidste halvdel af juni og de første tre uger af august. Fra først i september har temperaturen generelt ligget noget over langtidsmidlen.

**Figur 5.** Ugentlig bundvands-temperatur i de indre farvande i 2020 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Data fra Miljøstyrelsen.

Weekly bottom water temperature from the inner waters in 2020 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Data from the Danish Environmental Protection Agency.



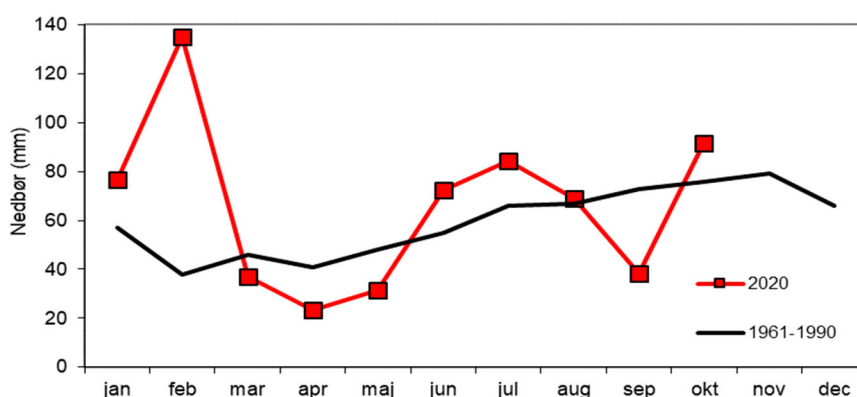
Bundvandstemperaturen har været op til tre grader højere end langtidsmidlen (1961-1990) indtil midt i juni. Fra midt i juni til midt i juli var temperaturen på niveau med langtidsmidlen. Siden har temperaturen igen ligget markant over langtidsmidlen bortset fra kortvarigt midt i august (figur 5).

### 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 havets produktionen af organisk materiale og efterfølgende iltforbruget, når produktionen omsættes.

**Figur 6.** Landsgennemsnit for månedlig nedbør i 2020 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Data fra Danmarks Meteorologiske Institut.

National average of monthly precipitation in 2020 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Data from the Danish Meteorological Institute.



Nedbørsmængden opgjort som månedsmiddel var markant over langtidsmidlen (1961-1990) i starten af året (figur 6). I marts og især i april og maj var det tørt, mens det regnede relativt meget i juni og juli. I august var nedbørsmængden på niveau med langtidsmidlen. September var endnu en regnfattig måned efterfulgt af en del nedbør i oktober.

## 5. Oversigt over de enkelte farvande

Stednavne angivet med fed skrift fremgår af figur 13.

### 5.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak

I **Vadehavet** samt på de kystnære målestationer i **Nordsøen/Vesterhavet** og **Nordsøen/Skagerrak** ud for Ringkøbing, Esbjerg og Hirtshals blev der ikke registreret iltsvind i denne rapporteringsperiode (24. oktober – 18. november) (figur 1).

I de lavvandede vestjyske fjorde **Nissum Fjord** og **Ringkøbing Fjord** blev der heller ikke målt iltsvind.

### 5.2 Limfjorden

Da iltforholdene generelt har været gode i **Limfjorden** siden starten af oktober, har der ikke været foretaget iltsvindstogter i fjorden i denne rapporteringsperiode. I forbindelse med anden overvågning er iltforholdene dog blevet registreret på en række stationer, hvor der kun blev målt iltsvind (moderat) i **Hjarbæk Fjord** sidst i oktober. Dette lokale iltsvind var væk igen midt i november.

### 5.3 Kattegat og omgivende farvande

Der blev ikke registreret iltsvind på stationerne i **Aalborg Bugt**, **Læsø Rende** og **Kattegat** i rapporteringsperioden (figur 1).

I **Mariager Fjord** var vandsøjlen i 'Dybet' (dybde ca. 30 m) ud for Mariager by lagdelt i hele rapporteringsperioden, og der var iltfrit i bundvandet. Siden afslutningen af seneste rapporteringsperiode og til midt i november var andelen af vandsøjlen berørt af iltsvind blevet mindre, da iltsvindet var flyttet yderligere et par meter ned i vandsøjlen. Der var således iltsvind i knap den nederste halvdel af vandsøjlen, som for langt størstedelens vedkommende var helt uden ilt. I den indre del af fjorden blev der ikke målt iltsvind i rapporteringsperioden.

I **Randers Fjord** og **Hevring Bugt** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden.

### 5.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande

I **Aarhus Bugt** og tilstødende farvande skete der en udskiftning af bundvandet i starten november. Dette skyldtes, at bundvand med højere saltholdighed trængte ind i området i forbindelse med flere dages kraftig vind først i november. Iltindholdet i det indtrængende bundvand har formodentlig været 5-7 mg/l. Så udskiftningen af bundvandet forbedrede iltforholdene i nogle områder men forværrede dem i andre afhængig af områdernes iltstatus inden vandudskiftningen.

I **Aarhus Bugt** bevirkede vandudskiftningen en stigning i iltkoncentrationen. Det kraftige iltsvind i den nordlige del af bugten forbedredes således til en iltkoncentration lige over grænsen for iltsvind. Iltkoncentrationen reduceredes efterfølgende til moderat iltsvind midt i november (figur 7). I den østlige del steg iltkoncentrationen fra moderat iltsvind sidst i oktober til lidt over iltsvindsgænsen først i november. I den vestlige og sydlige del af bugten steg iltindholdet også fra sidst i oktober til først i november. Der blev ikke foretaget målinger i den østlige, vestlige eller sydlige del af bugten i midten af november.

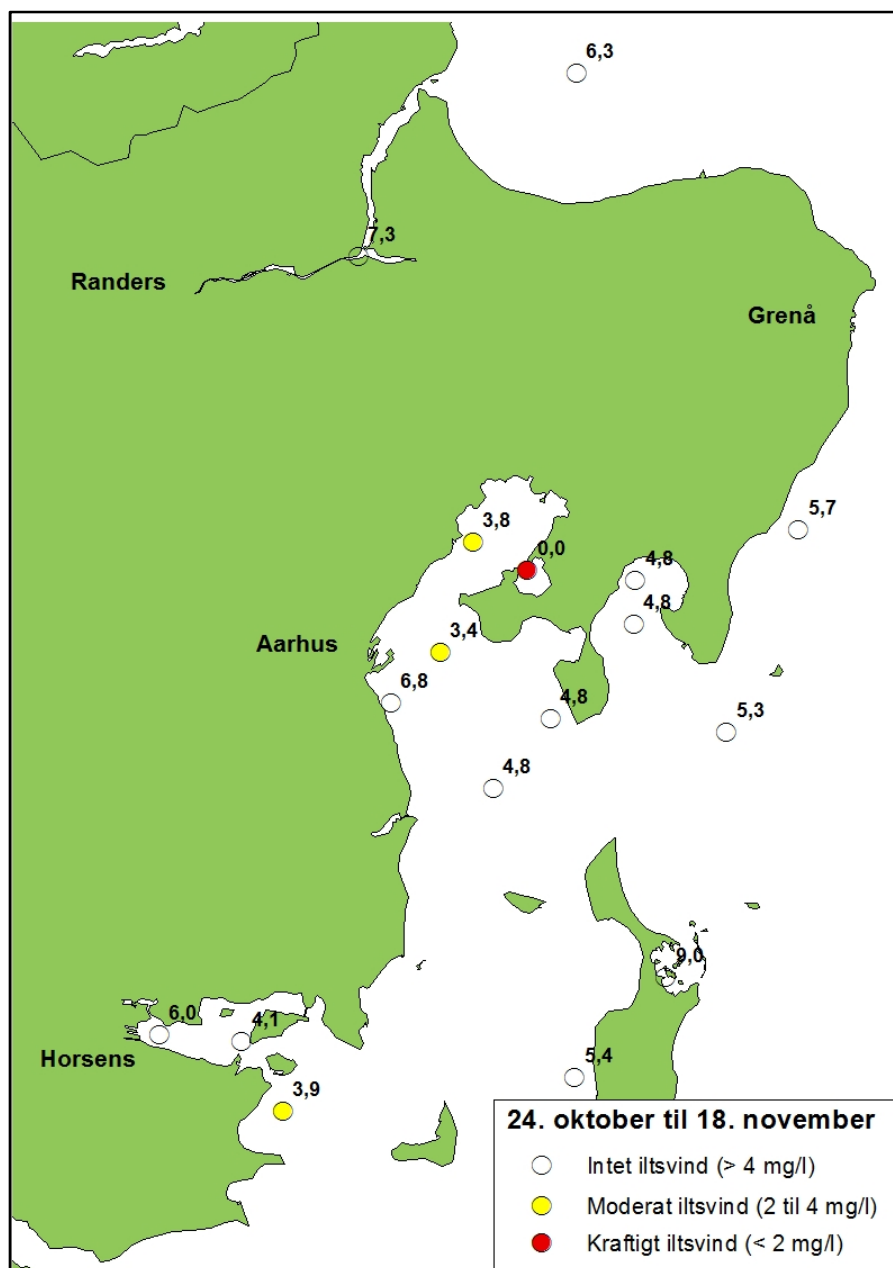
I **Kalø Vig** var der sidst i oktober relativt gode iltforhold. Udskiftningen af bundvandet i starten af november bevirkede derfor forringede iltforhold. Der opstod således moderat iltsvind, som dog var forsvundet igen midt i november. I det dybe hul i **Knebel Vig** betød vandudskiftningen forbedrede iltforhold, idet de iltfrie forhold ved bunden sidst i oktober ændredes til moderat iltsvind først i november. Midt i november var ilten i den nye vandmasse forbrugt, og der var atter iltfrit ved bunden.

I **Ebeltoft Vig** og **Hjelm Dyb** steg iltkoncentrationen fra moderat iltsvind sidst i oktober til en iltkoncentration lidt over grænsen for iltsvind først i november.

Vest for **Samsø** steg iltindholdet fra kraftigt iltsvind sidst i oktober til et niveau noget over grænsen til iltsvind. Der blev ikke registreret iltsvind i **Stavns Fjord** på østsiden af **Samsø**. I **Horsens Fjord** faldt iltkoncentrationen i forbindelse med vandudskiftningen i starten af november til et niveau over iltvindsgrensen. Midt i november var der atter gode iltforhold i fjorden. I **As Vig** var der moderat iltsvind i slutningen af oktober og ind i november. Midt i november var iltkoncentrationen over grænsen for iltsvind.

**Figur 7.** 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.

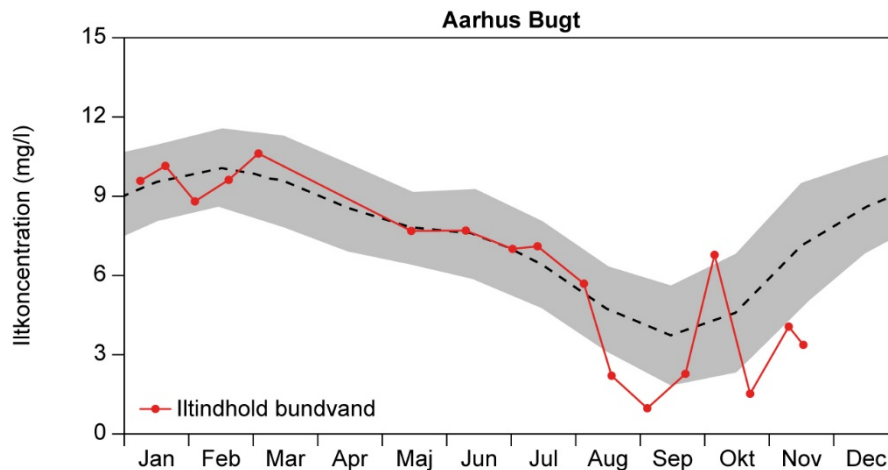
Stations in the area from Randers Fjord to Horsens Fjord visited during the reporting period. Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration (mg/l). Produced by the Danish Environmental Protection Agency.



I **Aarhus Bugt** har iltkoncentrationen i bundvandet været på niveau med langtidsmidlen (1989-2019) til og med starten af august (*figur 8*). Derefter har iltkoncentrationen varieret meget grundet en kombination af forøget iltforbrug og periodisk udskiftning af bundvandet med mere iltholdigt vand.

**Figur 8.** Iltkoncentration i bundvandet i den nordlige del af Aarhus Bugt i 2020 (rød kurve) i forhold til langtidsmidlen for 1989-2019 (stiplet linje). Grå angiver standardafvigelsen. Udarbejdet af Miljøstyrelsen.

Bottom water oxygen concentration in the central part of Aarhus Bight during 2020 (red line) compared to the long-term mean for 1989-2019 (dotted line). Grey shows the standard deviation. Produced by the Danish Environmental Protection Agency.



## 5.5 Farvandene omkring Fyn inkl. bælteerne og de sydøstjyske fjorde

I denne rapporteringsperiode (24. oktober – 18. november) skete der en væsentlig forbedring af iltforholdene i farvandene rundt om **Fyn**. Det udbredte kraftige iltsvind fra slutningen af seneste rapporteringsperiode forsvandt i løbet af denne rapporteringsperiode, og der resterede kun spredte forekomster af moderat iltsvind midt i november (*figur 9*). Denne markante forbedring var hovedsageligt knyttet til den kraftige blæst i starten af november, hvor der var vind med op til stormende kuling, som startede fra syd og derefter drejede i vestlig retning. Vinden har presset vand fra Nordsøen op langs den jyske vestkyst og ind i Kattegat, og det indstrømmende vand har spredt sig som bundvand ned gennem de indre danske farvande. Dette salt- og iltholdige bundvand har løftet det eksisterende mindre salte og iltholdige bundvand op i vandsøjlen samtidig med, at der er sket en delvis blanding af de to lag bundvand. Effekten af denne vandudveksling er ovenfor beskrevet for **Aarhus Bugt** og omgivende farvande. Et smukt eksempel på et sådan 'løft' af iltfattigt bundvand som følge af indtrængende mere iltholdigt bundvand er vist i *figur 10* i forbindelse med omtale af forholdene i **Aabenraa Fjord**.

I det **nordlige Bælthav** var det udbredte kraftige iltsvind fra midt i oktober reduceret til sporadisk moderat iltsvind i første halvdel af november.

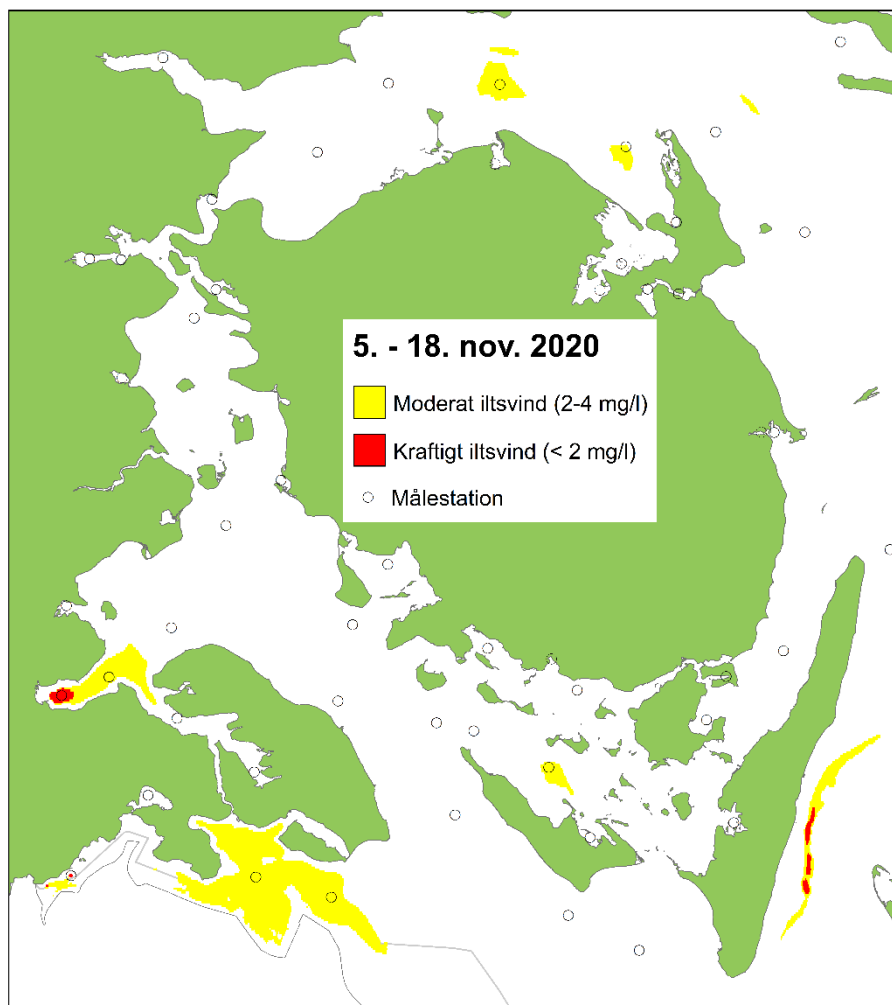
I **Vejle Fjord** opstod der kortvarigt moderat iltsvind i starten af november, som var forsvundet igen midt i november.

I det nordlige **Lillebælt** blev der i starten af november registreret moderat iltsvind i Snævringen mellem Fredericia og Middelfart, hvilket sjældent sker i dette strømfyldte stræde. Iltsvindet var forsvundet igen midt i november.

I **Kolding Fjord** blev der ikke målt iltsvind i denne rapporteringsperiode.

**Figur 9.** Modelleret arealudbredelse af iltsvind i farvandene rundt om Fyn baseret på målinger fra 5.-18. november.

Modelled areal distribution of oxygen depletion in waters around Funen for 5-18 November.



I **Hejls Nor**, som er et mindre lavvandet område, er der ikke registreret iltsvind i år.

I **Haderslev Fjord** var der kraftigt iltsvind midt i oktober, men siden er der ikke rapporteret iltsvind i fjorden.

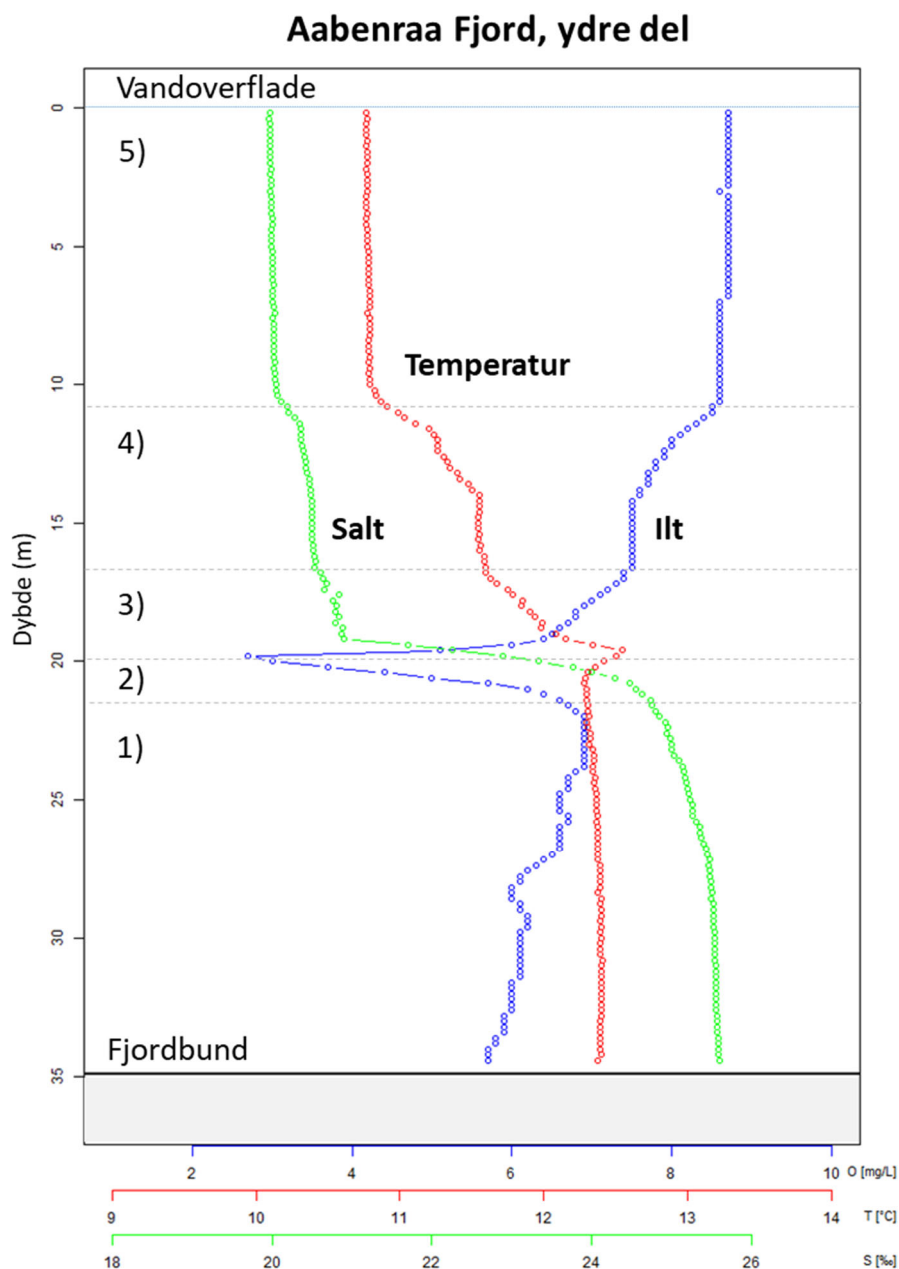
I **Gemner Bugt** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden.

I **Aabenraa Fjord** var der kraftigt iltsvind, iltfrit ved bunden og frigivelse af giftig svovlbrinte i både den indre og den ydre del af fjorden midt i oktober. Sidst i oktober var forholdene i den indre del forbedret til moderat iltsvind, men midt i november var der atter kraftigt iltsvind og næsten iltfrit. I den ydre del af fjorden var der fortsat kraftigt iltsvind, iltfrit ved bunden og frigivelse af giftig svovlbrinte sidst i oktober. Midt i november var iltsvindet forbedret til moderat iltsvind. Både i den indre og ydre del af fjorden befandt vandlaget med den laveste iltkoncentration sig et stykke oppe i vandsøjlen, da det tidligere bundlag var blevet løftet op i vandsøjlen af et indtrængende nyt bundlag med en højere koncentration af salt og ilt samt en lidt lavere temperatur end det tidligere bundlag (*figur 10*).



**Figur 10.** Dybdeprofil af saltholdighed (grøn), temperatur (rød) og iltkoncentration (blå) i den ydre del af Aabenraa Fjord (st. SJY16) den 13. november 2020. Vandsøjlen kan opdeles i fem overordnede vandlag: 1) Nyt indtrængende bundvand med et markant højere indhold af salt og ilt samt en lidt lavere temperatur end den nederste del af det tidligere bundvand (den faldende iltkoncentration med dybden skyldes iltforbrug i fjordbunden), 2) Blandingszonen mellem den øverste del af det nye bundvand og den nederste del af det tidligere bundvand, 3) Det tidligere bundvand som består af et meget tynd nederste lag med kraftig gradient, som ligger under et blandingslag med en mindre gradient, 4) Blandingszone mellem tidligere bundvand og overfladevandet og 5) Overfladevandet.

Profile of salinity (green), temperature (red) and oxygen (blue) in the outer part of Aabenraa Fjord 13 November 2020. The water column can be divided into five layers.



I **Als Fjord** opstod der lige som tidligere på sæsonen kraftigt iltsvind og iltfrie forhold ved bunden i slutningen af oktober. Iltsvindet var dog kortvarigt, da der midt november atter var gode iltforhold i fjorden. I den mere lavvandede **Augustenborg Fjord**, der ligger i forlængelse af **Als Fjord**, blev der ikke registreret iltsvind i denne rapporteringsperiode. Der blev alligevel observeret døde fisk i fjorden i november. Det skyldes formodentlig, at det ovenfor omtalte indstrømmende bundvand, i tilknytning til den kraftige blæst i starten af november, har løftet det iltfrie bundvand fra **Als Fjord** ind i **Augustenborg Fjord**, og derved 'fanget' fiskene i et iltfrit vandlag.

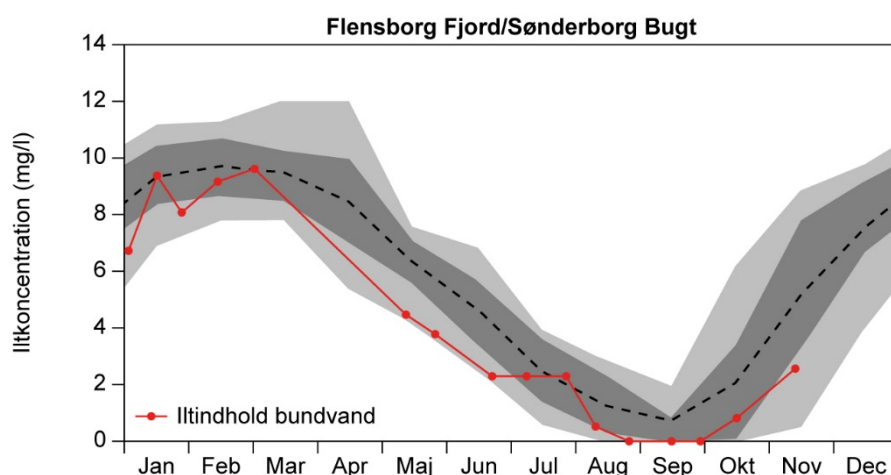
I **Lillebælt** nordvest for **Als** fortsatte det kraftige iltsvind fra seneste rapporteringsperiode ind i denne rapporteringsperiode, og der var fortsat iltfrit ved bunden og frigivelse af svovlbrinte sidst i oktober. I løbet af november forsvandt iltsvindet fra området formodentlig i tilknytning til tilførslen af mere iltholdigt bundvand foranlediget af blæsten i starten af november.

I det sydlige **Lillebælt** skete der en markant forbedring af iltforholdene i denne rapporteringsperiode. Sidst i oktober var iltsvindet forsvundet fra området syd for **Årø** og ned til syd for **Helnæs**, mens der fortsat var kraftigt iltsvind, iltfrit ved bunden og frigivelse af svovlbrinte i området vest for **Als**. Midt i november var iltsvindet forsvundet på de dybe stationer vest for **Als**. Der blev ikke registreret iltsvind syd for **Ærø (Marstal Bugt)** og syd for **Langeland** i rapporteringsperioden.

**Flensborg Fjord** har i år været ramt af et meget langvarigt iltsvind, som i den indre del har været fastholdt i ca. et halvt år, mens iltsvindet i den ydre del har strakt sig over ca. tre en halv måned (*figur 11*). I størstedelen af perioden med kraftigt iltsvind har der været helt eller næsten helt iltfrit ved bunden, og der er registreret frigivelse af svovlbrinte både i august, september og oktober – men ikke i november. Der var tydelige tegn på forbedring af iltforholdene i fjorden i rapporteringsperioden, da iltsvindet berørte en mindre del af vandsøjlen end tidligere, og iltsvindet i den ydre del var ændret fra kraftigt sidst i oktober til moderat midt i november. I **Nybøl Nor**, som er forbundet med **Flensborg Fjord**, blev der ikke registreret iltsvind i denne rapporteringsperiode.

**Figur 11.** Laveste iltkoncentration i bundvandet i den ydre del af Flensborg Fjord i 2020 (rød kurve) i forhold til langtidsmidlen for 1986-2019 (stiplet linje). Mørkegrå angiver 50 % fraktilen og mørkegrå + lysegrå 80 % fraktilen. Udarbejdet af Miljøstyrelsen.

Lowest bottom water oxygen concentration in the outer part of Flensborg Fjord during 2020 (red line) compared to the long-term mean for 1986-2019 (dotted line). Dark grey = 50 % fractile, and dark grey + light grey = 80 % fractile. Produced by the Danish Environmental Protection Agency.



I **Det Sydfynske Øhav** var der fortsat dårlige iltforhold i **Ærøbassinet** ind i denne rapporteringsperiode, da der sidst i oktober var kraftigt iltsvind, iltfrit bundvand og frigivelse af svovlbrinte i både den vestlige og centrale del. Midt i november var iltforholdene forbedret til moderat iltsvind i den centrale del, mens iltsvindet var forsvundet i den vestlige del. I **Ærøbassinet** var den laveste iltkoncentration midt i november i et vandlag nogle meter oppe i vandsøjlen, som også beskrevet for flere andre områder.

I de lavvandede kystnære områder syd for **Fyn** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden.

I **Storebælt** blev der i denne rapporteringsperiode kun registreret iltsvind på den sydligste station lige nordvest for **Langeland**. Iltsvindsmodellen indikerer dog tilstedeværelsen af rester af iltsvind i form af et par smalle striber moderat iltsvind i de dybeste dele af bæltet (*figur 2 og 9*).

I **Langelands Sund** (vest for **Langeland**) blev der ikke målt iltsvind. I **Langelandsbælt** (øst for **Langeland**) var der ingen overvågning i denne rapporteringsperiode. Iltsvindsmodellen indikerer tilstedeværelsen af en smal rende med iltsvind i den dybeste del af bæltet (*figur 9*). Denne angivelse skal dog fortolkes med forsigtighed, da der som nævnt ikke er foretaget målinger i selve bæltet.

## 5.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster

I farvandene rundt om **Sjælland**, **Møn**, **Lolland** og **Falster** blev der sidst i oktober registreret iltsvind i **Sejerø Bugt**, **Hesselø Bugt**, **Øresund** og i **Smålandsfarvandet** (figur 12). I november var iltsvindet forsvundet i alle områderne udtagen i den østlige del af **Smålandsfarvandet**.

I det sydlige **Kattegat** var der sidst i oktober moderat iltsvind i **Sejerø Bugt** og i den kystnære del af **Hesselø Bugt**. I begge områder var iltsvindet forsvundet i november. I **Øresund** ved **Hven** var en relativ stor del af vandsøjlen stadig påvirket af moderat iltsvind sidst i oktober. Men også her forsvandt iltsvindet i november.

I **Køge** og **Faxe Bugt** blev der ikke målt iltsvind i rapporteringsperioden. I **Hjelm Bugt** blev der målt moderat iltsvind sidst i oktober, som var forsvundet midt i november. Der blev ikke målt iltsvind i **Rødsand Lagune**. I **Smålandsfarvandet** var der moderat iltsvind i den vestlige del sidst i oktober og i den østlige del midt i november. Iltsvindet i den østlige del berørte kun et smalt vandlag lidt oppe i vandsøjlen. Det drejer sig formodentlig om et tidligere bundlag, som er løftet op i vandsøjlen i forbindelse med indtrængende nyt bundvand med et højere indhold af salt og ilt, som det også er observeret i end del andre områder.

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

Iltsvindmodellen indikerer, at der var et relativt udbredt og for størstedelens vedkommende kraftigt iltsvind i **Femern Bælt** og **Lübeck Bugt** midt i november (figur 2). Da der ikke blev foretaget målinger i **Femern Bælt** i rapporteringsperioden, skal det modellerede iltsvind i området fortolkes med forsigtighed.



## Kort over danske farvande



**Figur 13.** Oversigt over danske farvande med fokus på potentielle iltvindsovråder.

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