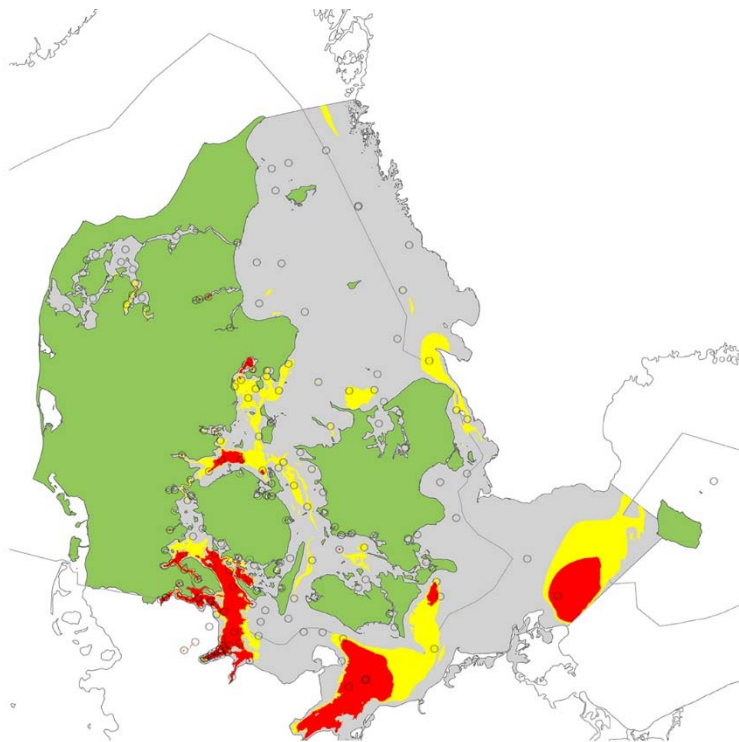


Iltsvind i danske farvande - august-september 2020

Rådgivningsnotat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 2. oktober 2020 | 63



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 – august-september 2020
Undertitel:

Forfatter(e): Jens Würgler Hansen, David Rytter
Institution(er): Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Faglig kommentering: Signe Høgslund, Institut for Bioscience
Kvalitetssikring, DCE: Anja Skjoldborg, 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_63_komm.pdf

Rekvirent: Miljøstyrelsen

Bedes citeret: Jens Würgler Hansen, David Rytter. 2020. Iltsvind i danske farvande – august-september 2020. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. Rådgivningsnotat nr. 2020|63
https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_63.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Arealudbredelse af iltsvind 8.-23. september 2020

Sideantal: 22

Indhold

1. Nationale iltsvindskort	5
2. Sammenfatning	6
Summary	8
3. Indledning	10
3.1 Hvad er iltsvind, og hvordan opstår det?	10
3.2 Hvordan påvirker iltsvind havbunden?	11
4. Vejrlig	12
4.1 Vind	12
4.2 Temperatur	12
4.3 Nedbør	13
5. Oversigt over de enkelte farvande	14
5.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak	14
5.2 Limfjorden	14
5.3 Kattegat og omgivende farvande	14
5.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande	15
5.5 Farvandene omkring Fyn inkl. bælteerne og de sydøstjyske fjorde	16
5.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster	19
5.7 Farvandene omkring Bornholm	20
Kort over danske farvande	21
6. Kontaktpersoner	22

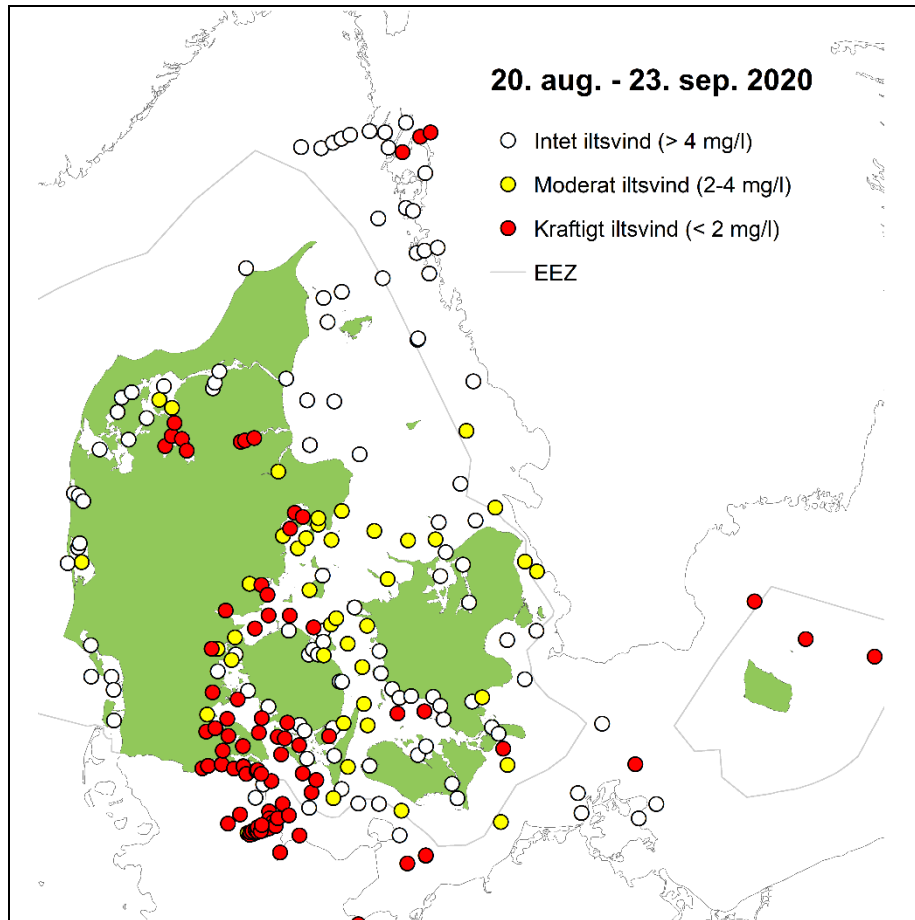
1. Nationale iltsvindskort

Figur 1. Kortet viser de stationer, hvor iltforholdene er undersøgt i rapporteringsperioden fra 20. august til 23. 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 20 August to 23 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.

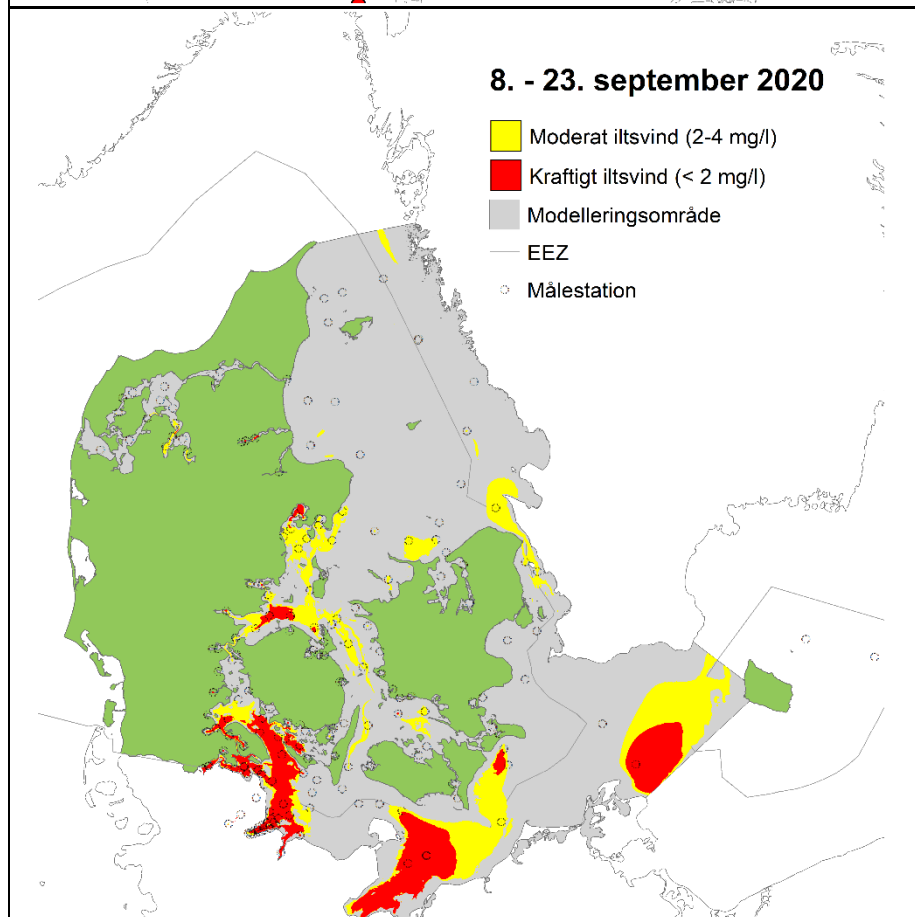


Figur 2. Arealudbredelse af iltsvind modelleret ud fra målinger foretaget 8.-23. september. Kortet er baseret på de observerede iltkoncentrationer i bundvandet for den angivne periode. Hvis der er målt to gange i perioden på den samme station, baseres udbredelsen på den seneste måling.

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

Areal distribution of oxygen depletion modelled for 8-23 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

Iltsvindets udbredelse og intensitet blev de fleste steder øget i denne rapporteringsperiode (20. august - 23. september) sammenholdt med den forrige rapporteringsperiode. Iltførholdene var især forværret i Aarhus Bugt, det nordlige Bælthav, Lillebælt og de sydøstjyske fjorde, Storebælt, Smålandsfarvandet og det sydlige Kattegat. De hårdest ramte områder var Mariager Fjord, det sydlige Lillebælt og tilhørende sydøstjyske fjorde samt Det Sydfynske Øhav. Adskillige steder blev der registreret iltfrie forhold i bundvandet og frigivelse af den giftige gas svovlbrinte. Det samlede areal med iltsvind midt i september var noget større end midt i august og meget større end midt i september sidste år. Iltsvindets udbredelse i september i 2020 var sammen med 2016 den hidtil størst registrerede siden 2008 og på niveau med gennemsnittet for 1989-2009. Iltsvindssituationen i september var meget kritisk for havmiljøet i de mest berørte farvande, hvor en stor del af arealet og en stor del af vandsøjlen var påvirket af overvejende kraftigt iltsvind.

Vejrliget i rapporteringsperioden (20. august - 23. september) var især kendetegnet ved forhold, som fremmer iltsvind. Temperaturen i bundvandet var således relativ høj, og vinden var hovedsagelig svag. Høje temperaturer øger iltforbruget, og svag vind fremmer lagdelingen af vandsøjlen og hæmmer tilførslen af iltet vand fra overfladen til bunden. Der var dog nogle enkelte dage med en del vind sidst i august og især først i september. Det var tilstrækkeligt til at forbedre iltførholdene i Limfjorden, og dagene med øget vind i september var formodentlig årsagen til den vandbevægelse, som midt i september havde ændret på fordelingen af iltsvindet i nogle områder af Lillebælt.

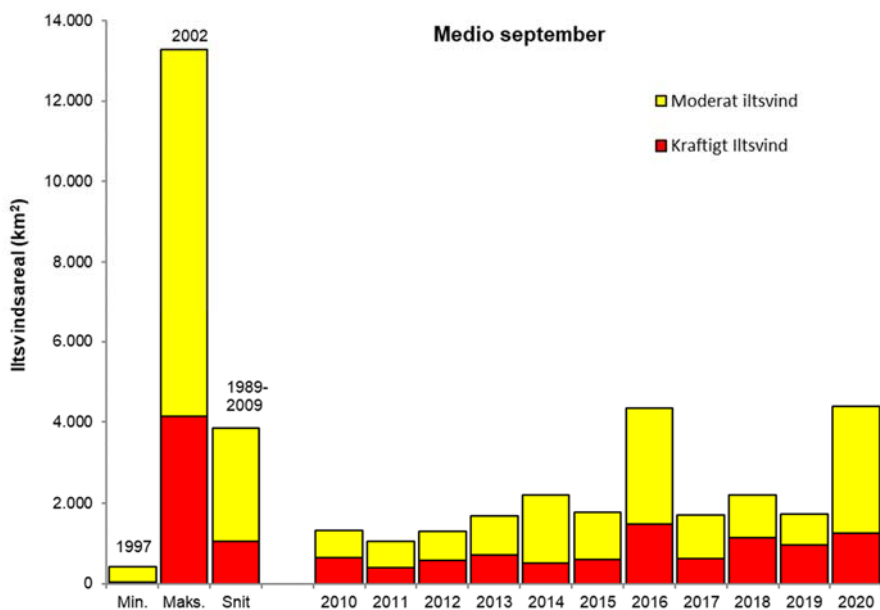
Iltsvindet tiltog i udbredelse og intensitet i en del områder gennem rapporteringsperioden. Det var blandt tilfældet i Aarhus Bugt, det nordlige Bælthav, Lillebælt og de sydøstjyske fjorde, Storebælt, Smålandsfarvandet og det sydlige Kattegat. I enkelte områder skete der en forbedring af iltførholdene, fx i Limfjorden, Mariager Fjord og Ringsgaardbassinet i Det Sydfynske Øhav.

De hårdest ramte iltsvindsområder var Mariager Fjord, det sydlige Lillebælt og tilhørende sydøstjyske fjorde samt Det Sydfynske Øhav (*figur 1 & 2*). I adskillige af disse områder var der iltfrit i bundvandet, og på flere lokaliteter skete der frigivelse af den giftige gas svovlbrinte fra bunden. Der var også udbredt og overvejende kraftigt iltsvind i et sammenhængende område fra det sydlige Lillebælt helt ned i bunden af Kiel Bugt og fra Femern Bælt til bunden af Lübeck Bugt.

Det samlede areal berørt af iltsvind i de indre danske farvande (inden for EEZ-linjen) udgjorde knap 4.400 km² midt i september, heraf var knap 30 % påvirket af kraftigt iltsvind (*figur 3*). Iltsvindets udbredelse i september i 2020 var sammen med udbredelsen i september 2016 den hidtil størst registrerede siden september 2008 (knap 5.600 km²) og på niveau med gennemsnittet for september 1989-2009. Det samlede areal berørt af iltsvind i de indre danske farvande i september var godt 30 % større end i august og godt 2½ gange større end på samme tidspunkt sidste år. I flere af de værst ramte områder, herunder især det sydlige Lillebælt, Aabenraa Fjord og Flensborg Fjord var en stor del af arealet og vandvolumenet påvirket af overvejende kraftigt iltsvind.

Figur 3. Modelleret arealudbredelse af iltsvind medio september i de indre danske farvande 2010-2020 samt den største og mindste udbredelse i overvågningsperioden 1989-2020 og den gennemsnitlige udbredelse i 1989-2009.

Modelled areal distribution of oxygen depletion in inner Danish waters in mid-September 2010-2020 as well as the largest and the smallest areal distribution for the monitoring period 1989-2020 and the average areal distribution for 1989-2009.



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 vil det kræve flere dage med blæst for at forbedre iltforholdene i de mere lavvandede områder, og en længere periode med kraftig blæst eller en storm for at forbedre iltforholdene i de dybere områder. Kraftig blæst og storm vil også kunne føre til, at iltfattigt bundvand flyttes og påvirker nye områder eller forværrer forholdene i allerede påvirkede områder. Iltforholdene i rapporteringsperioden var kritisk for bundlevende dyr, planter og fisk i en del områder. Iltsvindssituationen kan forværres yderligere i den efterfølgende periode, men det er mest sandsynligt, at faldende temperatur og tiltagende vind vil forbedre iltforholdene.

Summary

The prevalence and intensity of oxygen depletion increased in most places during this reporting period (20 August-23 September) compared with the previous reporting period. The oxygen conditions worsened particularly in Aarhus Bay, the northern part of the Belt Sea, the Little Belt and the fjords of south-east Jutland, the Great Belt, Smålandsfarvandet and the southern Kattegat. The most affected areas were Mariager Fjord, the southern part of the Little Belt and the adjacent fjords of south-east Jutland and the southern Funen archipelago. In several places, oxygen-depleted conditions were observed in the bottom water together with release of toxic hydrogen sulphide. The total area affected by oxygen depletion in mid-September was somewhat larger than in mid-August and much larger than in mid-September last year. The oxygen-depleted area in September in 2020 was together with 2016 the largest registered since 2008 and equalled the average for 1989-2008. The oxygen depletion in September was very critical for the marine environment in the most affected waters where a large part of the area and a large part of the water column were impacted by generally severe oxygen depletion.

The weather in the reporting period (20 August - 23 September) was particularly characterised by conditions that promote oxygen depletion. The temperature in the bottom water was thus relatively high, and the wind was mainly weak. High temperatures increase the oxygen consumption, and weak wind promotes stratification of the water column and inhibits the transport of oxygenated water from the surface to the bottom. However, there were a few days with strong wind at the end of August and especially in the beginning of September. This was sufficient to improve the oxygen conditions in Limfjorden, and the days with stronger wind in September were presumably the cause of the water movement that had changed the distribution of oxygen in some areas of the Little Belt in mid-September.

The oxygen depletion spread and intensified in a number of areas during the reporting period. This was particularly the case in Aarhus Bay, the northern part of the Belt Sea, the Little Belt and the fjords of south-east Jutland, the Great Belt, Smålandsfarvandet and the southern Kattegat. In some areas, the oxygen conditions improved, e.g. in Limfjorden, Mariager Fjord and Ringsgaardbassinnet in the southern Funen archipelago

The most affected areas were Mariager Fjord, the southern part of the Little Belt and the adjacent fjords of south-east Jutland as well as the southern Funen archipelago (figure 1 & 2). In several of these areas, oxygen-depleted conditions prevailed in the bottom water, and in several locations the toxic gas hydrogen sulphide was released from the bottom. There was also widespread and predominantly severe oxygen depletion in a coherent area from the southern Little Belt right down to the bottom of the Bay of Kiel and from the Fehmarn Belt to the bottom of the Bay of Lübeck.

The total area affected by oxygen depletion in the inner Danish waters (within the EEZ line) was just below 4,400 km² in mid-September where approximately 30% of the area was affected by severe oxygen depletion (figure 3). The areal distribution of oxygen depletion in September 2020 was together with the areal distribution in September 2016 the largest registered so far since September 2008 (almost 5.600 km²) and equalled the average for September 1989-2009. The total area affected by oxygen depletion in the inner Danish waters in September was just over 30% higher than in August and 2½ times higher than at the same time last year. In several of the worst-affected areas, including particularly the southern Little Belt, Aabenraa Fjord and Flensburg Fjord, a large part of area and the water volume were affected by the mainly severe oxygen depletion.

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 currently most affected areas, several days of wind are required to improve the oxygen conditions in the more shallow areas and a longer period of strong winds or a storm to improve the oxygen conditions in the deeper areas. However, strong wind and storms could also lead to movement of oxygen-depleted bottom water, which may affect new areas or worsen the conditions in the already affected areas. The oxygen depletion during the reporting period was critical for the bottom fauna, plants and fish in a number of areas. The oxygen depletion may intensify further in the period to come, but it is most likely that decreasing temperatures and increasing wind will improve oxygen conditions.

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 20. august til og med 23. september. 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 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, 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 vejræssige 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⁻¹) søger mange fisk og mere mobile bunddyr væk fra de ramte områder, og under længere perioder med kraftigt iltsvind (< 2 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 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.

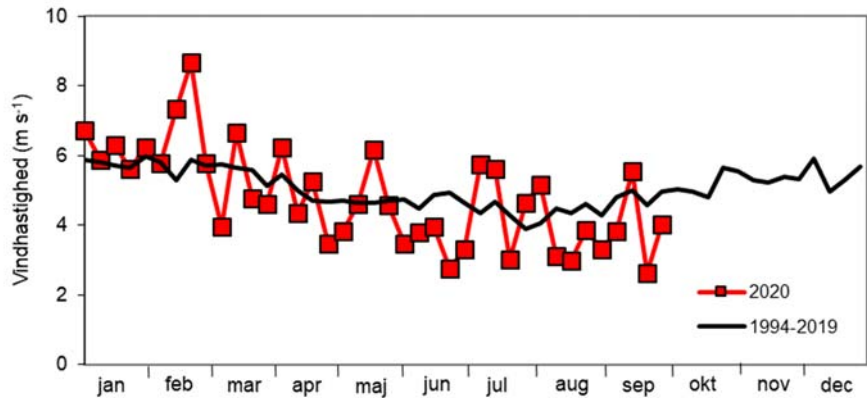
4. Vejrlig

4.1 Vind

Perioder med svage vinde kan stabilisere vandmasserne og derved fremme lagdelingen. Det hæmmer udskiftningen af bundvandet og øger derfor risikoen for iltsvindshændelser. Kraftige vindhændelser kan til gengæld nedbryde lagdelingen og tilføre ilt til bundvandet, men kan også flytte eksisterende iltsvind til nye områder.

Figur 4. 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.



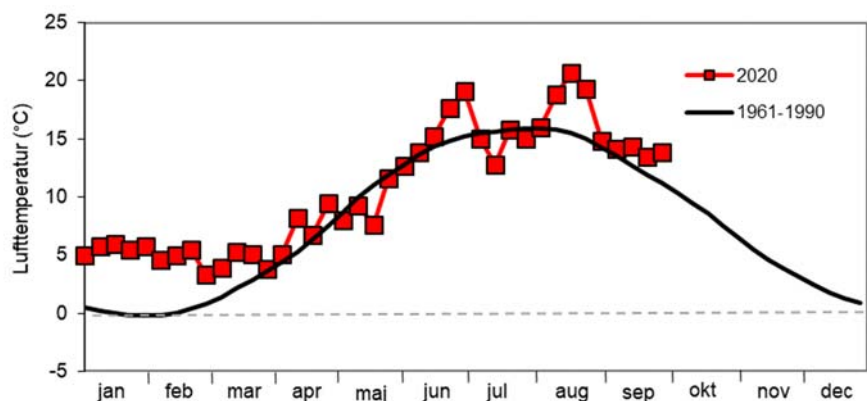
Vindhastigheden har varieret relativt meget omkring langtidsmidlen (1994-2019) fra februar til midt i april (figur 4). Fra sidst i april har vindhastigheden overvejende været lavere end langtidsmidlen. Dog var der relativt meget vind midt i maj, det meste af juli og først i september.

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

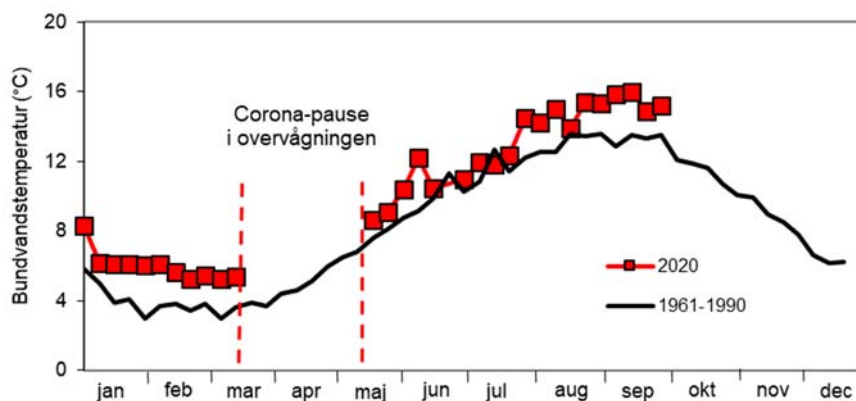
National average of weekly air temperature in 2020 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Data from the Danish Meteorological Institute.



Lufttemperaturen var markant over langtidsmidlen (1961-1990) i årets første tre måneder (figur 5). 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 sidst i august har temperaturen ligget lidt over langtidsmidlen.

Figur 6. 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.



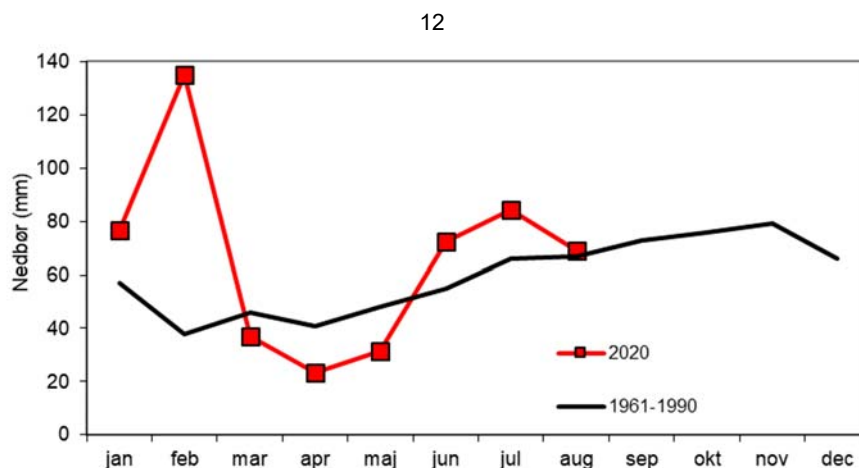
Bundvandstemperaturen har været op til tre grader højere end langtidsmidlen (1961-1990) indtil midt i juni. Fra midt i juni til midt i juli var temperaturen på niveau med langtidsmidlen. Siden har temperaturen igen ligget markant over langtidsmidlen bort set fra midt i august (figur 6).

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 7. 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 7). 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.

5. Oversigt over de enkelte farvande

Stednavne angivet med fed skrift fremgår af figur 14.

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 (20. august - 23. september).

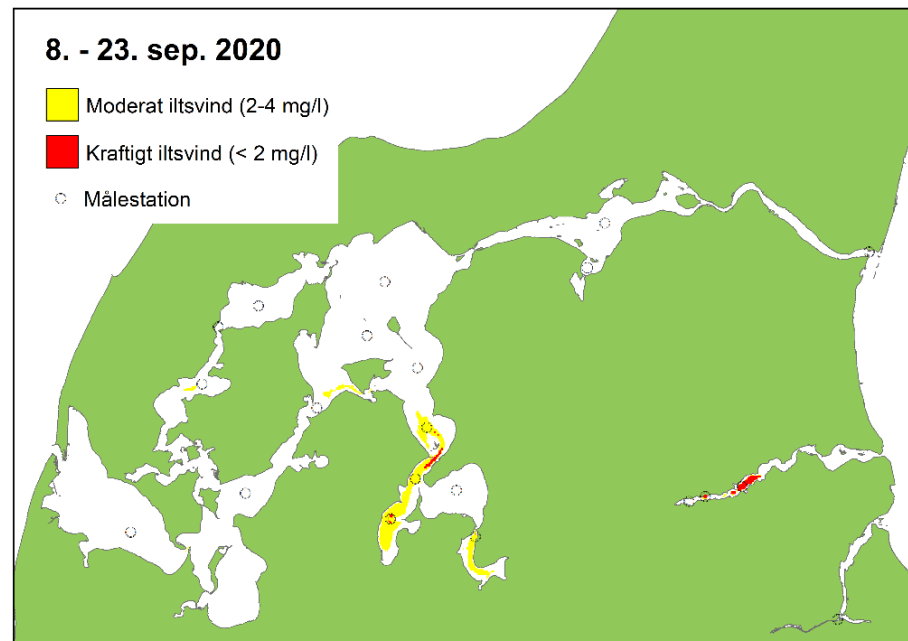
I de lavvandede vestjyske fjorde **Nissum Fjord** og **Ringkøbing Fjord** blev der i rapporteringsperioden kun registreret iltsvind i **Ringkøbing Fjord**. I den dybeste del af fjorden blev der målt moderat iltsvind midt i rapporteringsperioden som følge af utilstrækkelig opblanding af indsluset vand fra **Vesterhavet**.

5.2 Limfjorden

I **Limfjorden** var der i slutningen af forrige rapporteringsperiode udbredt og hovedsageligt kraftigt iltsvind. Omkring månedsskiftet august-september var iltf forholdene forbedret noget grundet nogle dage med øget vind sidst i august. Der var således ikke længere iltsvind i området fra **Thisted Bredning** ned i **Dragstrup Vig**. Desuden var iltsvindet i **Løgstør** og **Risgårde Bredning** ændret fra kraftigt til moderat iltsvind. Der var dog fortsat kraftigt iltsvind i **Skive Fjord**, **Lovns Bredning** og **Hjarbæk Fjord**. I slutningen af denne rapporteringsperiode var iltf forholdene i **Limfjorden** forbedret yderligere, og der blev kun registreret iltsvind (moderat) i **Skive** og **Hjarbæk Fjord** (figur 8). Dog blev der lokalt på meget lavt vand (1½ m) i **Halkær Bredning** observeret iltfrie forhold i hele vandsøjlen i slutningen af september forårsaget af store mængder henrådnende søsalat. Iltsvindsmodellen indikerer desuden tilstedeværelsen af en smal stribe moderat iltsvind sydvest for **Fur** i **Fur Sund**.

Figur 8. Modelleret arealudbredelse af iltsvind i Limfjorden, Mariager Fjord og Randers Fjord baseret på målinger fra 8.-23. september.

Modelled areal distribution of oxygen depletion in Limfjorden, Mariager Fjord, and Randers Fjord for 8-23 September.



5.3 Kattegat og omgivende farvande

Der blev ikke registreret iltsvind på stationerne i **Aalborg Bugt**, **Læsø Rende** og det nordlige **Kattegat** i rapporteringsperioden (figur 1). Iltkoncentrationen var dog markant reduceret på flere af stationerne i september, og iltsvindsmodellen indikerer udbredelse af moderat iltsvind i en stribe i den nordligste del af Kattegat (figur 2). Der blev målt moderat iltsvind i det centrale **Kattegat** på en

station sydøst for **Anholt**, og iltsvindsmodellen angav moderat iltsvind i en smal stribe sydover fra stationen.

I **Mariager Fjord** var vandsøjlen i 'Dybet' (ca. 30 m dyb) ud for Mariager by lagdelt i hele rapporteringsperioden, og der var iltfrit i bundvandet. I slutningen af forrige rapporteringsperiode var kun de øverste 5 meter af vandsøjlen uden iltsvind. Siden har periodevis tiltagende vind opblandet den øverste del af vandsøjlen, således at iltsvindet midt i september var rykket ned i vandsøjlen og startede omkring 13 meters dybde. Midt i september var iltf forholdene også forbedret i den indre del af fjorden, hvor der var moderat iltsvind på den næst-inderste station og ingen iltsvind på den inderste station (*figur 8*). Dermed undgik **Mariager Fjord** bundvending og iltfrie forhold i hele vandsøjlen, som der var risiko for midt i august.

Ved overgangen til den indre del af **Randers Fjord** var der sidst i august fortsat moderate iltsvind, som dog ophørte først i september. I **Hevring Bugt** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden, men midt i september var iltsvinds koncentrationen forholdsvis tæt på grænsen til iltsvind.

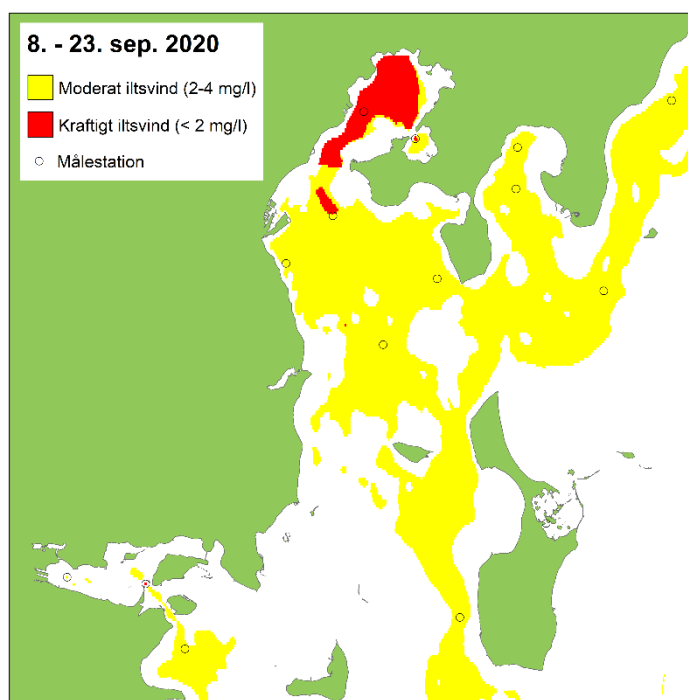
5.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande

I **Aarhus Bugt** og omgivende farvande faldt iltindholdet i bundvandet i rapporteringsperioden. Sidst i perioden var der udbredt moderat iltsvind i **Aarhus Bugt**, **Ebeltoft Vig** og **Hjelm Dyb** (*figur 9*). På en station i den nordlige del af **Aarhus Bugt** blev der målt kraftigt iltsvind i starten af september, hvilket kun er sket tre gange tidligere siden 2008. I **Kalø Vig** var der udbredt kraftigt iltsvind og iltfrit ved bunden, hvilket er meget usædvanligt, da der tidligere kun er målt iltfrie forhold på stationen tre gange siden 1989. I det dybe hul i **Knebel Vig** var der også kraftigt iltsvind og iltfrit ved bunden. Desuden indikerer iltsvindsmodellen, at der var udbredt moderat iltsvind i vigen.

Vest for **Samsø** var der udbredt moderat iltsvind sidst i rapporteringsperioden, mens der ikke blev registreret iltsvind i **Stavns Fjord**. I **Horsens Fjord** blev der midt i september registreret kraftigt iltsvind i den ydre del og moderat iltsvind i den indre del. I **As Vig** uden for fjorden blev der målt kraftigt iltsvind i starten af september. Midt i september var der moderat iltsvind på stationen, og iltsvindsmodellen indikerer, at der var udbredt iltsvind i området.

Figur 9. Modelleret arealudbredelse af iltsvind i de kystnære farvande fra Djursland til syd for Samsø baseret på målinger fra 8.-23. september.

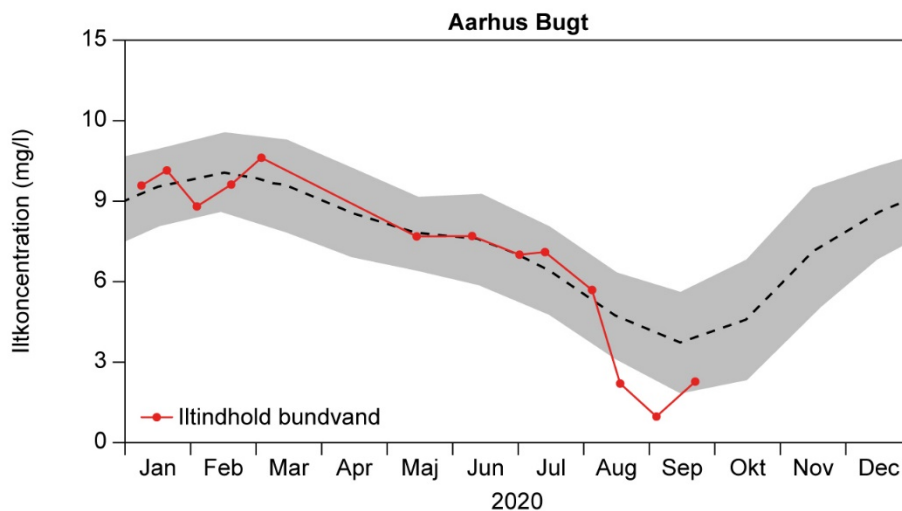
Modelled areal distribution of oxygen depletion from Djursland to south of Samsø for 8-23 September.



I **Aarhus Bugt** har iltindholdet i bundvandet været på niveau med langtidsmidlen (1989-2019) til og med starten af august, hvorefter iltindholdet i løbet af kort tid blev reduceret til et meget lavt niveau midt i august og et usædvanlig lavt niveau i starten af september efterfulgt af en lille stigning til et relativt lavt niveau midt i september (figur 10).

Figur 10. 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 (20. august – 23. september) tiltog iltsvindet i udbredelse og intensitet i farvandene rundt om **Fyn**. Midt i september var iltsvindet i området usædvanligt udbredt (figur 11). Iltsvindmodellen indikerer, at i området omfattende den vestlige halvdel af det **nordlige Bælthav**, **Lillebælt** og **Det Sydfynske Øhav** var knap halvdelen af arealet og knap en femtedel af vandvolumenet påvirket af iltsvind, heraf langt størstedelen af kraftigt iltsvind.

I det **nordlige Bælthav** blev der registreret et sammenhængende område med overvejende moderat iltsvind nord for **Æbelø** i slutningen af forrige rapporteringsperiode. I denne rapporteringsperiode tiltog iltsvindet i området markant både i udbredelse og intensitet.

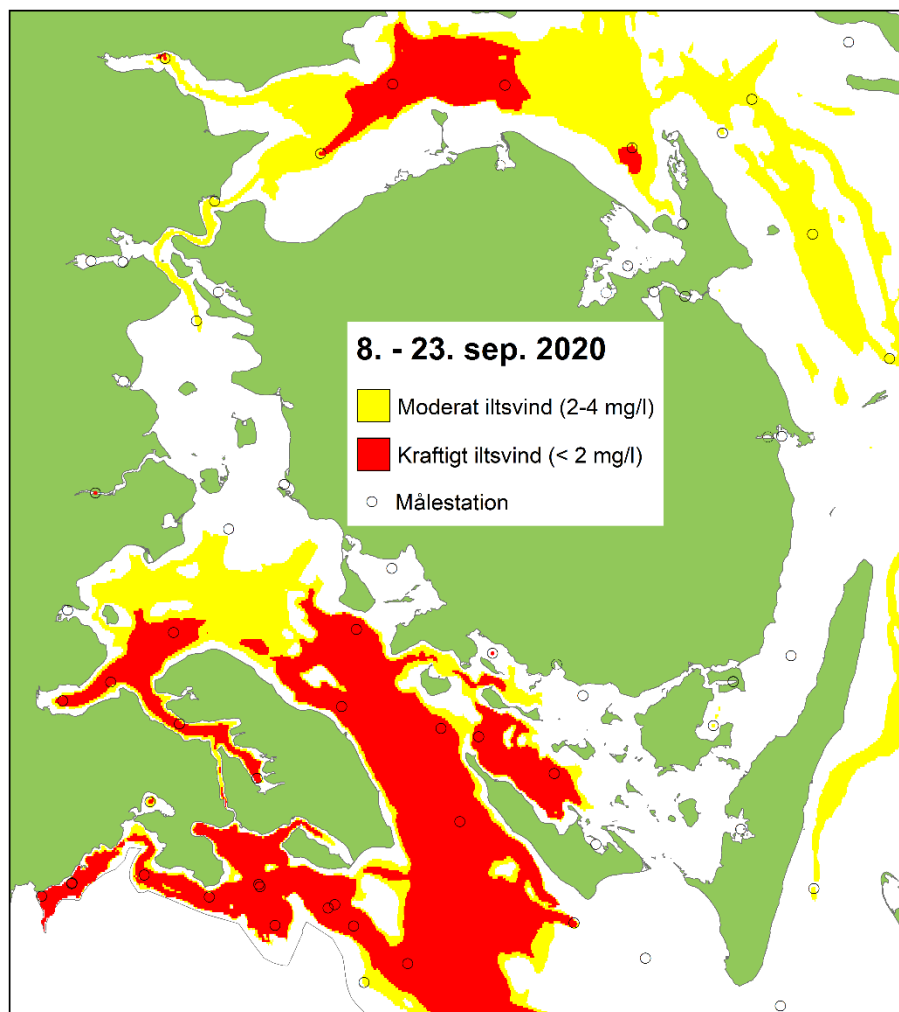
I **Vejle Fjord** er der sjældent målt iltsvind. Det er indtil denne rapportering således kun sket tre gange siden 2005. Men midt i september blev der registreret et lokalt iltsvind i et mindre område. Iltsvindet var kraftigt, hvilket sidst blev observeret under det ligeledes omfattende iltsvind i 2016. Iltsvindmodellen indikerer, at iltsvindet i **Vejle Fjord** var forbundet med iltsvindet i det **nordlige Bælthav**.

I det nordlige **Lillebælt** blev der midt i september målt moderat iltsvind i Snævringen mellem Fredericia og Middelfart. Der registreres ikke iltsvind i dette strømfyldte stræde særlig ofte, hvilket senest skete i 2015.

I **Kolding Fjord** blev der i starten af september målt moderat iltsvind i den ydre del af fjorden og kraftigt iltsvind i den indre del af fjorden. Det er første gang siden målingernes start i 1977, at der er registreret kraftigt iltsvind i Kolding Fjord, og moderat iltsvind er kun registreret fire gange tidligere. Iltsvindet på begge stationer var meget lokalt og kortvarigt; således var der ikke længere iltsvind på nogen af stationerne midt i september.

Figur 11. Modelleret arealudbredelse af iltsvind i farvandene rundt om Fyn baseret på målinger fra 8.-23. september.

Modelled areal distribution of oxygen depletion in waters around Funen for 8-23 September.



I **Hejls Nor** blev der ikke registreret iltsvind i denne rapporteringsperiode.

I **Haderslev Fjord** varierer iltforholdene typisk meget, hvilket også var tilfældet i denne rapporteringsperiode. I slutningen af forrige rapporteringsperiode var der kraftigt iltsvind på målestationen i den indre del af fjorden. I starten af september var iltsvindet væk, men i slutningen af denne rapporteringsperiode var der atter kraftigt iltsvind.

I **Genner Bugt** blev der registret moderat iltsvind sidst i august, som dog var forsvundet ved den efterfølgende måling midt i september.

I **Aabenraa Fjord** blev der i slutningen af august og igen midt i september registreret kraftigt iltsvind og iltfrit ved bunden i både den indre og ydre del af fjorden. Ved målingen midt i september blev der på begge stationer konstateret frigivelse af den giftige gas svovlbriente fra bunden.

I **Als Fjord** blev der målt kraftigt iltsvind og iltfrit ved bunden både ved overvågningen i slutningen af august og midt i september. Midt i september blev der desuden konstateret frigivelse af svovlbriente fra bunden. I den mere lavvandede **Augustenborg Fjord**, der ligger i forlængelse af **Als Fjord**, blev registreret kraftigt iltsvind og tæt på iltfrit midt i september. Siden starten af overvågningen af iltforholdene i fjorden i 1987 er der kun målt kraftigt iltsvind i 1987 og 2012 – og så altså igen i år.

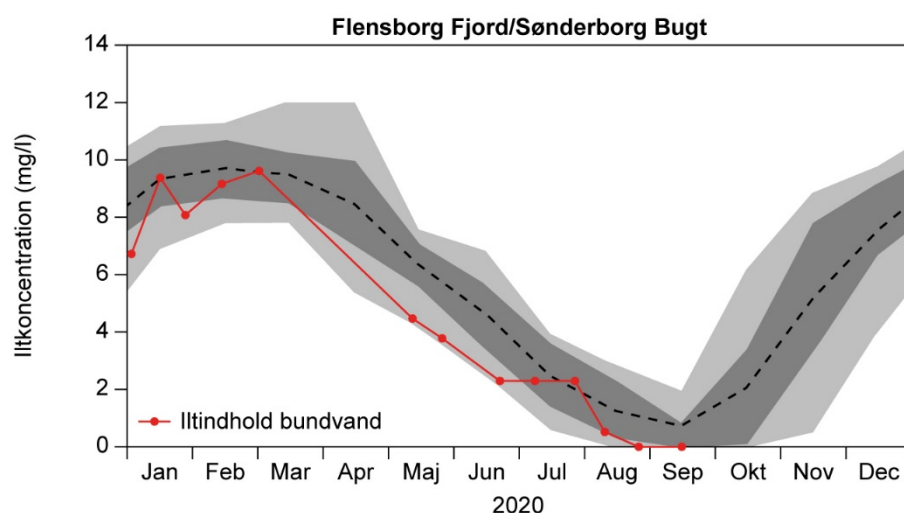
I **Lillebælt** nordvest for **Als** var det kraftige iltsvind fra slutningen af forrige rapporteringsperiode fortsat ind i denne rapporteringsperiode. Der var iltfrit ved bunden både i slutningen af august og midt i september, og ved den seneste måling blev der også konstateret frigivelse af svovlbrinte fra bunden.

I det sydlige **Lillebælt** var der ved afslutningen af forrige rapporteringsperiode udbredt overvejende kraftigt iltsvind fra syd for **Årø** ned til **Marstal Bugt** og syd for **Langeland**. Dette var også status i den første del af denne rapporteringsperiode, hvor der fortsat var helt eller næsten helt iltfrit ved bunden i de dybeste bassiner. Midt i september havde bevægelse i vandmasserne ført til, at iltsvindet umiddelbart syd for **Årø** og i **Marstal Bugt** var ophørt. I de øvrige områder var der stadig udbredt og overvejende kraftigt iltsvind. Både i slutningen af august og i midten af september blev der konstateret frigivelse af svovlbrinte fra bunden i de dybe bassiner ved **Als** og syd for **Ærø**. Iltsvindet i det sydlige **Lillebælt** fortsatte videre ned til den tyske kyst og helt ind i bunden af **Kiel Bugt**.

I **Flensborg Fjord** har der været kraftigt iltsvind i den indre del i mindst fire måneder og ca. i halvanden måned i den ydre del (figur 12, ydre del). I størstedelen af perioden med kraftigt iltsvind har der været helt eller næsten helt iltfrit ved bunden. Ved målingerne i slutningen af august og i midten af september blev der konstateret frigivelse af svovlbrinte fra bunden i den indre del af fjorden. Iltsvindsmodellen indikerer, at godt 40 % af **Flensborg Fjords** areal var påvirket af kraftigt iltsvind midt i august. Denne andel var midt i september øget til godt 70 %, hvoraf langt størstedelen var berørt af kraftigt iltsvind. Midt i september var omkring 40 % af vandvolumenet i **Flensborg Fjord** påvirket af iltsvind og langt væsentligst af kraftigt iltsvind. I **Nybøl Nor**, som er forbundet med **Flensborg Fjord**, fortsatte det kraftige iltsvind fra forrige rapporteringsperiode ind i denne rapporteringsperiode. Der var næsten iltfrit ved bunden både i slutningen af august og slutningen af september, hvor der i begge tilfælde blev konstateret frigivelse af svovlbrinte fra bunden.

Figur 12. Iltkoncentration i bundvandet i den ydre del af Flensborg Fjord i 2020 (rød kurve) i forhold til langtidsmidlen for 1986-2019 (stiplet linje). Mørkegrå og mørkegrå + lysegrå angiver henholdsvis intervallet for 50 % og 80 % af målingerne. Udarbejdet af Miljøstyrelsen.

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** fortsatte de dårlige iltforhold fra forrige rapporteringsperiode ind i denne rapporteringsperiode. Iltsvind i den vestlige del af **Ærø-bassinet** blev registreret midt i maj ved den første måling efter corona-nedlukningen, og i den centrale del af bassinet har der været iltsvind siden sidst i juni. Ved målingerne i slutningen af august og midt i september var der iltfrit i de nederste 5-17 meter af vandsøjlen, og der blev konstateret frigivelse af

svovlbrinte i begge områder af bassinet. I **Ringsgaardbassinet** var iltforholdene bedre end i forrige rapporteringsperiode, da der ikke blev registreret iltsvind i denne rapporteringsperiode. Iltkoncentrationen var dog tæt på grænsen til iltsvind ved den seneste måling midt i september.

I de lavvandede kystnære områder syd for **Fyn** blev der registreret iltsvind på enkelte lokaliteter, hvilket ikke var tilfældet i den forrige rapporteringsperiode. Der var kraftigt iltsvind i **Faaborg Fjord** i september. I Lunkebugten øst for Tåsinge var der også kraftigt iltsvind midt i september, som blev forbedret til moderat iltsvind sidst i rapporteringsperioden.

I **Storebælt** faldt iltkoncentrationen gennem forrige rapporteringsperiode og var meget tæt på grænsen til iltsvind midt i august. I starten af september havde der udviklet sig et udbredt moderat iltsvind ned gennem Storebælt, som fortsat var tilstede ved slutningen af denne rapporteringsperiode.

Sidst i august blev der registreret et kortvarigt iltsvind i Kerteminde Fjord, hvilket ikke sker særlig ofte.

I **Langelands Sund** (vest for **Langeland**) blev der registreret et moderat iltsvind i starten af september, som var ophørt i slutningen af rapporteringsperioden. I **Langelandsbælt** (øst for **Langeland**) har der været moderat iltsvind i den dybe rende siden midt i august, og iltvindmodellen angiver tilstedeværelsen af en lang smal stribe med moderat iltsvind (*figur 11*).

5.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster

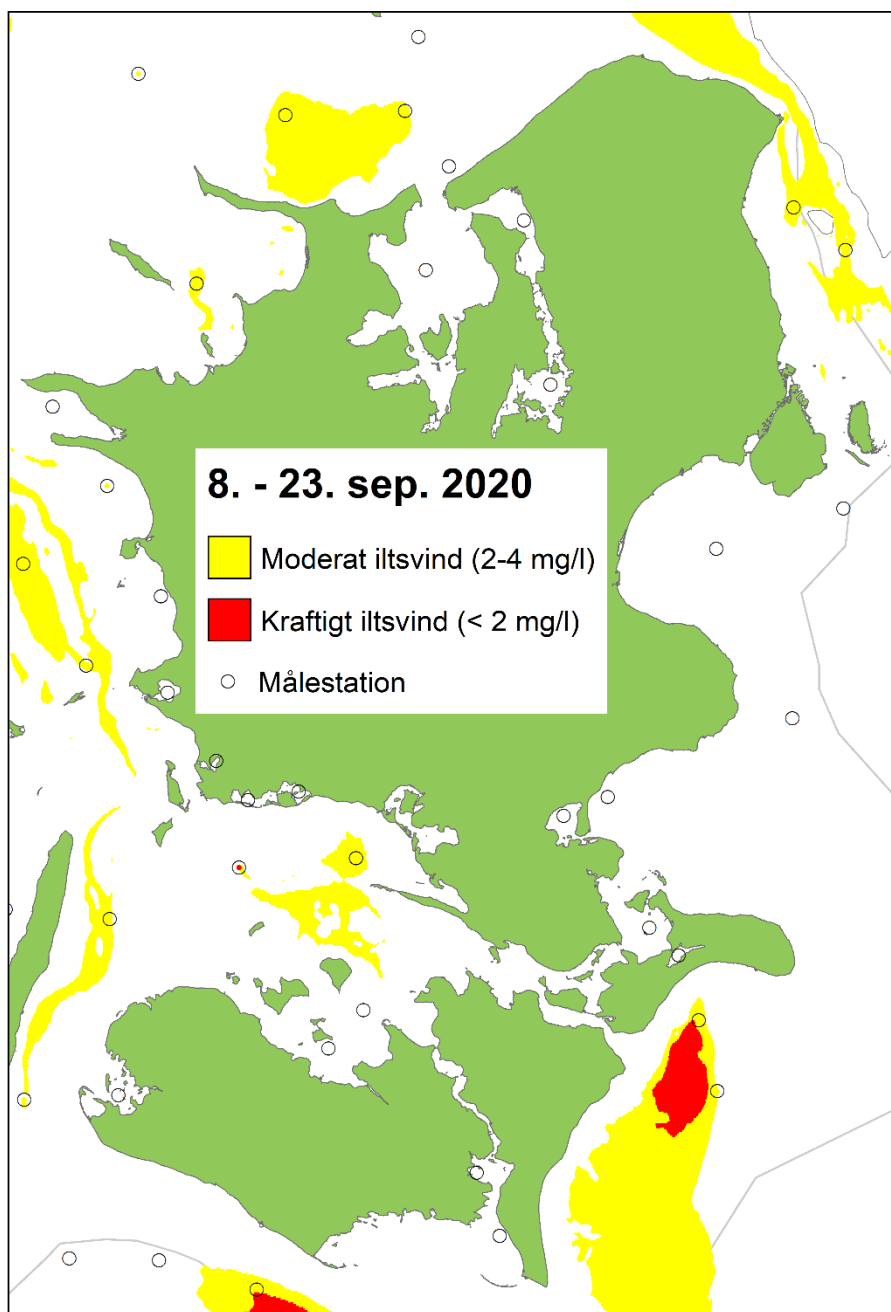
I farvandene rundt om **Sjælland**, **Møn**, **Lolland** og **Falster** blev der i rapporteringsperioden registreret iltsvind ved Gniben og i **Jammerland Bugt**, **Sejerø Bugt**, **Hesselø Bugt**, **Øresund**, **Faxe Bugt**, **Hjelm Bugt** og **Smålandsfarvandet** (*figur 1 & 13*).

I det sydlige Kattegat blev der for første gang i år registreret iltsvind ved Gniben ud for Sjællands Odde. I **Sejerø Bugt** og **Hesselø Bugt** fortsatte det moderate iltsvind fra forrige rapporteringsperiode ind i denne rapporteringsperiode. I **Jammerland Bugt** opstod der moderat iltsvind i starten af september. Iltsvindet var midt i september kun tilstede i den nederste meter af vandsøjlen og berørte kun et lille område. I **Øresund** ved **Hven** var der moderat iltsvind. Iltvindmodellen indikerer, at iltsvindet midt i september strakte sig helt op i det sydlige **Kattegat** og helt ned til lige nord for **Saltholm**, lige som det var tilfældet midt i august. I **Faxe Bugt** var der et kortvarigt moderat iltsvind i starten af september, hvor iltkoncentrationen var på grænsen til kraftigt iltsvind. I **Køge Bugt** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden, men i starten af september var iltkoncentrationen relativ tæt på grænsen til iltsvind, hvilket også var tilfældet midt i august. I **Hjelm Bugt** blev der registreret kraftigt iltsvind ved den nordligste af de to stationer i området i starten af september. Iltforholdene på stationen forbedredes til moderat iltsvind midt i september, mens det moderate iltsvind på den sydligste station fortsatte fra den forrige rapporteringsperiode ind i denne rapporteringsperiode. I **Smålandsfarvandet** var der i starten af september kraftigt iltsvind på en station i den østlige del og moderat iltsvind på en station i den vestlige del. Midt i september havde forholdene skiftet, så det kraftige iltsvind nu var i den vestlige del og det moderate iltsvind i den østlige del.

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

Figur 13. Modelleret arealudbredelse af iltsvind i farvandene rundt om Sjælland, Lolland og Falster baseret på målinger fra 8.-23. september.

Modelled areal distribution of oxygen depletion in waters around Zealand, Lolland and Falster for 8-23 September.



Iltsvindmodellen indikerer tilstedeværelsen af et udbredt og for en stor dels vedkommende kraftigt iltsvind fra **Mecklenburg Bugt** og helt ned i bunden af **Lübeck Bugt** midt i september (*figur 2*). Det svarede i store træk til den modelerede udbredelse midt i august præsenteret i forrige iltsvindsrapport.

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*). Målinger og iltsvindmodellen indikerer, at der også var et udbredt iltsvind vest for **Bornholm** (Arkonabassinet), hvor udbredelsen var forholdsvis ligeligt fordelt mellem moderat og kraftigt iltsvind.

Kort over danske farvande



Figur 14. Oversigt over danske farvande med fokus på potentielle iltsvindsområder.

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