

Iltsvind i de danske farvande i september-oktober 2019

Rapporteringsperiode: 19. september-23. oktober 2019

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

1. november 2019

Jens Würgler Hansen
David Rytter

Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Rekvirent:
Miljøstyrelsen

Faglig kommentering:
Signe Høgslund, Institut for Bioscience

Kvalitetssikring, DCE:
Lars Moeslund Svendsen

Antal sider: 18



**AARHUS
UNIVERSITET**

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

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

Indhold

1. 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	11
5.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande	11
5.5 Farvandene omkring Fyn inkl. bælteerne og de sydøstjyske fjorde	13
5.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster	15
5.7 Farvandene omkring Bornholm	16
Kort over danske farvande	17
6. Kontaktpersoner	18

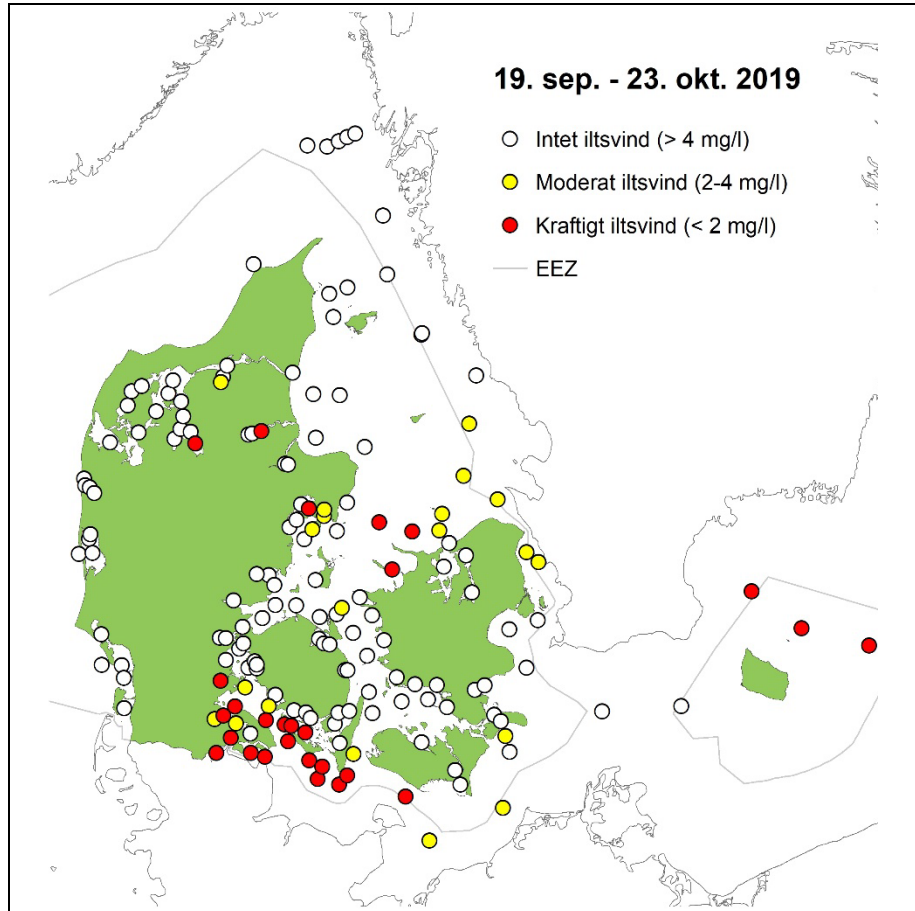
1. Nationale iltsvindskort

Figur 1. Kortet viser de stationer, hvor iltforholdene er undersøgt i rapporteringsperioden fra 19. september til 23. oktober. 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 iltsvindsudbredelse for den sidste del af perioden.

The map shows stations visited during the reporting period from 19 September to 23 October. 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.

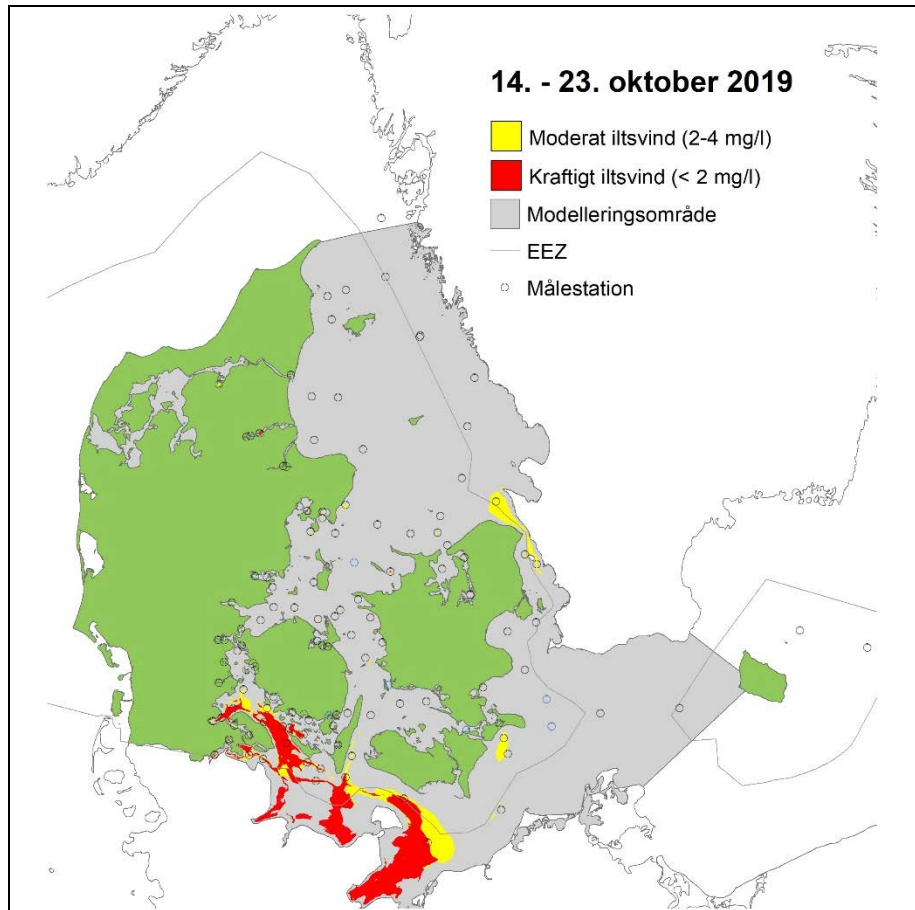


Figur 2. Udbredelse af iltsvind modelleret ud fra målinger foretaget 14.-23. oktober. Kortet er baseret på de observerede iltkoncentrationer i bundvandet for den angivne periode. Hvis der er målt to gange i perioden på den samme station, baseres udbredelsen på den seneste måling.

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

Distribution of oxygen depletion modelled for 14-23 October. 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

Iltforholdene varierede meget i løbet af rapporteringsperioden (19. september - 23. oktober) hovedsagligt som følge af kraftig blæst midt i september efterfulgt af svag vind og relativt høje temperaturer i bundvandet. Den kraftige blæst omrørte vandsøjlen og forbedrede derved iltforholdene, men iltsvindet etablerede sig igen i løbet af oktober i de fleste områder. I de danske farvande var iltsvindet særlig slemt i det sydlige Lillebælt og tilstødende områder og i Ærøbassinet i Det Sydfynske Øhav. I Aabenraa og Flensborg Fjord blev der frigivet giftig svovlbrinte fra havbunden. Det samlede areal berørt af iltsvind i de indre danske farvande i oktober var noget mindre end i september, men markant større end på samme tid sidste år.

Der var relativt høje temperaturer i bundvandet og varierende vindforhold i rapporteringsperioden (19. september - 23. oktober). Det blæste en del nogle dage midt i september, mens vinden generelt var svag i oktober. Den kraftige blæst skabte omrøring i vandsøjlen, hvorved en del af det iltfattige bundvand blev udskiftet med iltrigt overfladevand. Den efterfølgende periode med svage vinde styrkede atter lagdelingen, og iltsvindet vendte derfor tilbage. Den proces blev yderligere stimuleret af de relativt høje temperaturer i bundvandet.

Den kraftige blæst i september forbedrede iltforholdene i en lang række områder. Iltsvindet forsvandt i en periode helt i de ellers hårdt ramte områder i den nordlige og midterste del af det sydlige Lillebælt og i Ærøbassinet. Der skete også forbedringer, om end mindre markante, i andre områder. I de fleste områder genetableredes iltsvindet næsten i dets tidligere udstrækning og styrke i løbet af oktober, hvor iltsvindet var særlig markant i det sydlige Lillebælt og tilstødende områder samt i Ærøbassinet i Det Sydfynske Øhav (figur 1 & 2). Der var desuden udbredt moderat iltsvind i Øresund og i mindre udstrækning i Hjelms Bugt i slutningen af oktober. I Aabenraa Fjord og i Flensborg Fjord blev der konstateret frigivelse af den giftige gas svovlbrinte fra havbunden. Iltsvindsmodellen indikerer, at det kraftige iltsvind i det sydlige Lillebælt strakte sig helt til ned til den tyske kyst og ind i Kiel Bugt, og at der var udbredt kraftigt iltsvind fra syd for Langeland til den tyske kyst samt fra Femern Bælt ned i Lübeck Bugt. Datagrundlaget er meget spinkelt for disse områder, så modellens angivelser er relativt usikre især for den sydlige del af dem og skal derfor fortolkes med forsigtighed.

Det samlede areal berørt af iltsvind i de indre danske farvande (inden for EEZ-linjen) udgjorde knap 1.350 km² midt i oktober, hvoraf godt 50 % var påvirket af kraftigt iltsvind. Den geografiske fordeling af iltsvindet var overordnet som midt i september. Det samlede areal var godt 20 % mindre end midt i september men fire gange større end på samme tidspunkt sidste år, hvor der var storm og langvarig kraftig blæst 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 vejrmæssige forhold. I de nuværende hårdest ramte områder, som typisk er karakteriseret ved relativt store dybder, kræver det længere perioder med kraftig blæst eller en storm, hvis iltforholdene skal forbedres markant i løbet af kort tid. Medmindre der kommer meget vind i den nærmeste fremtid, vil iltforholdene kun forbedres langsomt som følge af faldende temperaturer i bundvandet.

Summary

The oxygen conditions varied a lot during the reporting period (19 September - 23 October) mainly due to strong winds in mid-September followed by light breezes and relatively high temperatures in the bottom water. The strong winds mixed the water column, which improved the oxygen conditions but the oxygen depletion came back during October in most of the areas. In the Danish waters, the oxygen depletion was especially severe in the southern part of the Little Belt and surrounding areas and in the Ærø Basin in the archipelago south of Funen. In Aabenraa and Flenborg Fjord toxic hydrogen sulphide was released from the seabed. The total area affected by oxygen depletion in the inner Danish waters in October was somewhat smaller compared to September, but significantly larger than at the same time last year.

The bottom water temperatures were relatively high and the windy conditions varied in the reporting period (19 September - 23 October). It was very windy for some days in mid-September while the wind was generally light in October. The strong winds mixed the water column and replaced some of the oxygen-poor bottom water with oxygen-rich surface water. In the following period with light breezes, the stratification was strengthened again and therefore the oxygen depletion returned. This process was stimulated further by the relatively high temperatures in the bottom water.

The strong winds in September improved the oxygen conditions in many areas. The oxygen depletion disappeared for some time in the northern and central area of the southern part of the Little Belt and in the Ærø Basin, areas that were severely affected before the wind episode. Improvements were also registered in other areas, though less pronounced. In most areas, the oxygen depletion came back with its previous extent and strength during October where the oxygen depletion was especially severe in the southern part of the Little Belt and surrounding fjords and in the Ærø Basin in the archipelago south of Funen (figures 1 and 2). Furthermore, extensive, moderate oxygen depletion was registered in the Sound and to some minor extent, in Hjelm Bugt at the end of October. In Aabenraa Fjord and in Flensborg Fjord release of toxic hydrogen sulphide from the seabed was observed. The oxygen depletion model indicated that severe oxygen depletion in the southern part of the Little Belt expanded all the way to the German coast and into the Bay of Kiel, and that there was extensive, severe oxygen depletion from south of Langeland to the German coast and from Fehmarn Belt into the Bay of Lübeck. Only very few data are available for these areas, so the indications by the model are relatively uncertain, especially for the southern parts and should therefore be interpreted with caution.

The total area affected by oxygen depletion in the inner Danish waters (within the EEZ line) was just under 1,350 km² in mid-October, of which approximately 50 % was affected by severe oxygen depletion. The geographical distribution of the oxygen depletion was overall as in mid-September. The total area was just over 20 % smaller than in mid-September, but four times larger compared to the same time last year, where there was stormy weather and long-lasting strong winds at the end of September.

Widespread oxygen depletion requires a preceding, large influx of nutrients (eutrofication), 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. Unless we get very windy weather in the near

future, the oxygen conditions will only improve slowly due to declining bottom water temperatures.

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 19. september til og med 23. oktober. 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 menneskeskabte klimaforandringer, 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.

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 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.

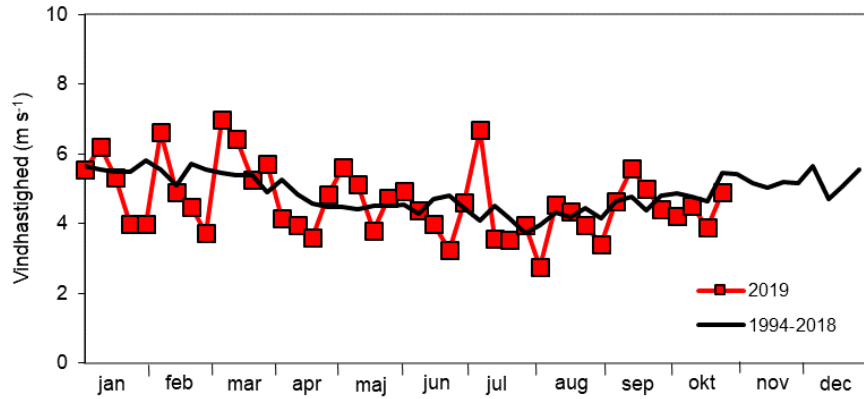
4. Vind, temperatur og nedbør

4.1 Vind

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

Figur 3. Lands gennemsnit for ugentlig middelvindhastighed i 2019 og langtidsmidlen for 1994-2018. Data fra Danmarks Meteorologiske Institut.

National average of weekly mean wind speed for 2019 and long-term average for 1994-2018. Data from the Danish Meteorological Institute.



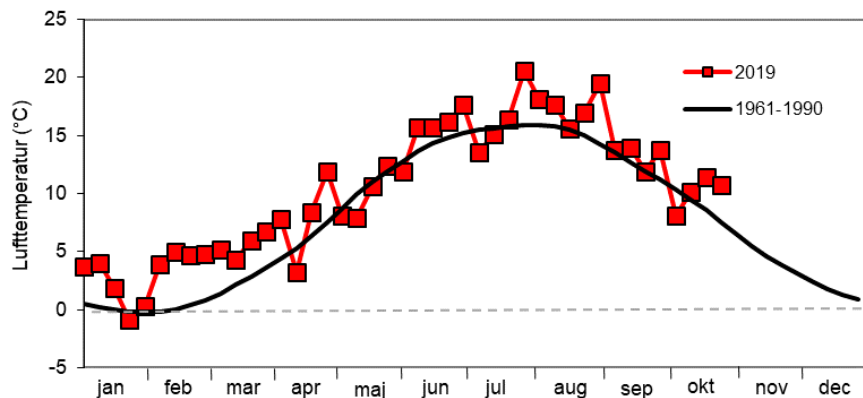
Vindhastigheden varierede omkring langtidsmidlen (1994-2018) i årets første halvdel (*figur 3*). I juli og august var den ugentlige middelvind på niveau med langtidsmidlen undtagen først i juli og først i august, hvor vinden var henholdsvis markant over og markant under langtidsmidlen. Midt i september var vinden over langtidsmidlen, men efterfølgende faldt den og har siden ligget under 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 iltten bliver forbrugt, idet højere temperaturer mindsker iltens opløselighed i vand og øger iltforbruget.

Figur 4. Lands gennemsnit for ugentlig lufttemperatur i 2019 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Data fra Danmarks Meteorologiske Institut.

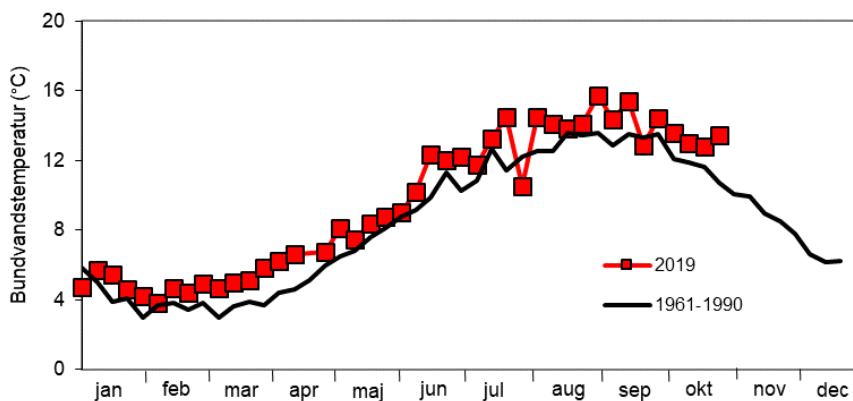
National average of weekly air temperature in 2019 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Data from the Danish Meteorological Institute.



Lufttemperaturen var markant over langtidsmidlen (1961-1990) i årets tre første måneder bortset fra sidst i januar/først i februar (*figur 4*). Fra april har temperaturen varieret mere, men overvejende været over langtidsmidlen især i april, hen over sommeren og i oktober.

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.



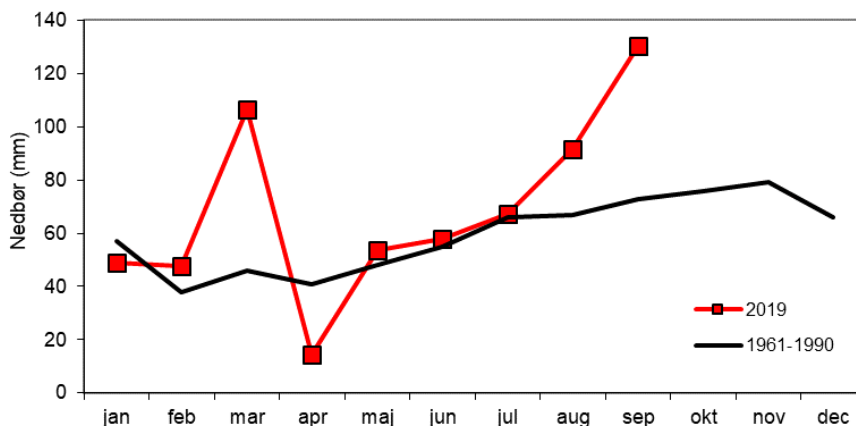
Bundvandstemperaturen har været op til godt to grader over langtidsmidlen (1961-1990) siden anden uge i januar undtagen en uge sidst i juli og en uge midt i september, hvor temperaturen faldt til under langtidsmidlen (figur 5).

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. Lands gennemsnit for månedlig nedbør i 2019 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Data fra Danmarks Meteorologiske Institut.

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



Nedbørsmængden opgjort som månedsmiddel var på niveau med langtidsmidlen (1961-1990) i starten af året og midt på året (figur 6). I april var det meget tørt, mens det var meget vådt i marts, august og ikke mindst i september.

5. Oversigt over de enkelte farvande

Stednavne angivet med fed skrift fremgår af figur 12.

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.

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

5.2 Limfjorden

Ved den seneste iltsvindstogt i **Limfjorden** i starten af oktober blev der kun observeret iltsvind (kraftigt) i **Hjarbæk Fjord**. Sæsonen for udbredt iltsvind i Limfjorden blev derfor anset for overstået for i år, så der er ikke foretaget yderligere iltsvindstogter. I forbindelse med andet tilsyn blev der dog målt moderat iltsvind i **Halkær Bredning** sidst i rapporteringsperioden.

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' (ca. 30 m) ud for Mariager by lagdelt i hele rapporteringsperioden. Den nederste ca. tredjedel (12 m) af vandsøjlen var påvirket af iltsvind, og der var iltfrit i bundvandet. I den indre del af fjorden blev der ikke målt iltsvind i rapporteringsperioden.

I **Randers Fjord** og **Hevring Bugt** var iltforholdene relativt gode i rapporteringsperioden, selv om iltindholdet faldt i periodens afslutning.

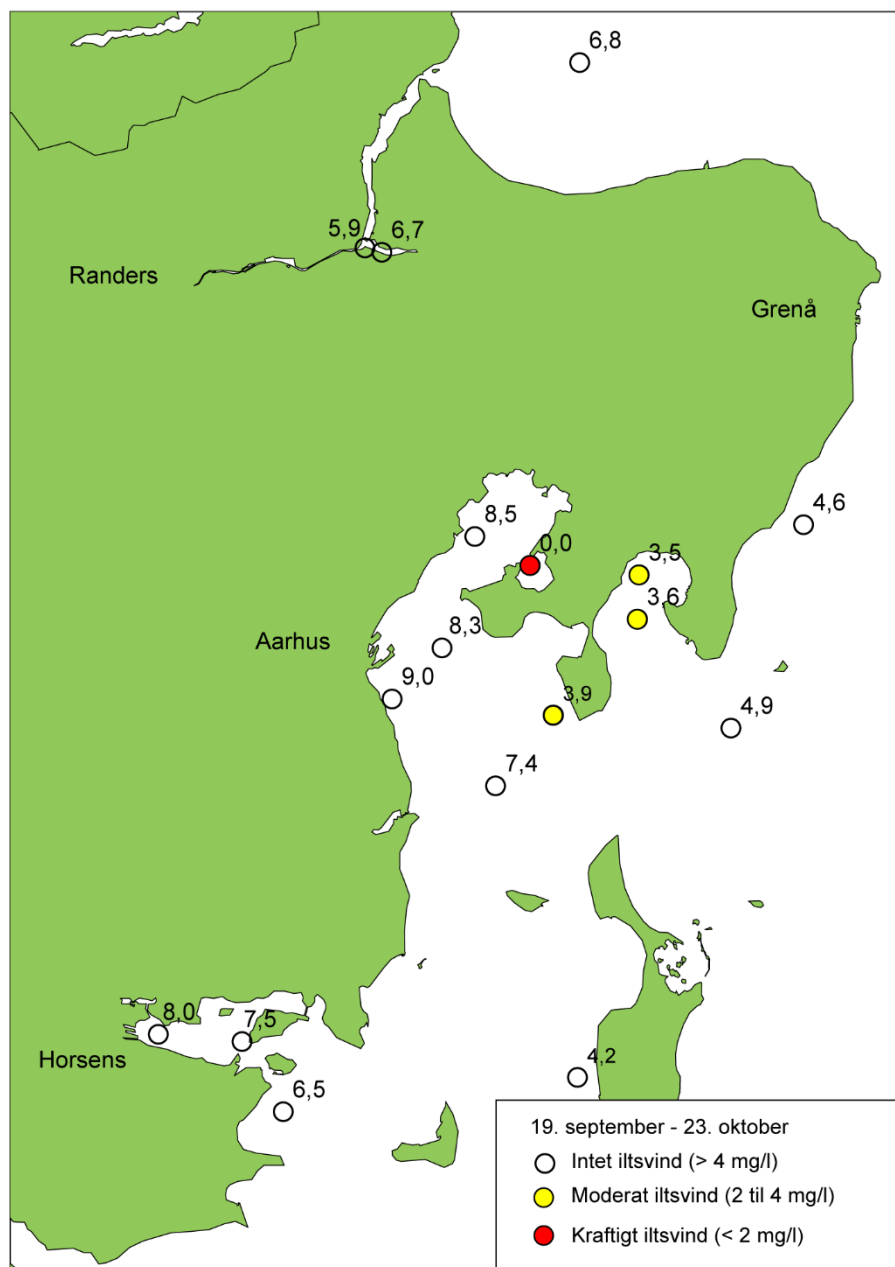
5.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande

Kraftig blæst midt i september førte til udskiftning af bundvandet i **Aarhus Bugt** og **Kalø Vig**, hvilket resulterede i et forøget iltindhold. I det dybe hul i **Knebel Vig** var der derimod fortsat kraftigt iltsvind og iltfrit ved bunden. I den østlige dybe del af **Aarhus Bugt** og i **Ebeltoft Vig** blev der målt moderat iltsvind sidst i rapporteringsperioden, og i **Hjelm Dyb** lå iltindholdet tæt på grænsen til iltsvind (figur 7). Iltforholdene varierede meget i perioden, og iltindholdet i bundvandet i den vestlige og østlige del af **Aarhus Bugt**, vist i figur 7, kan ikke umiddelbart sammenlignes, da målingerne er foretaget på forskellige tidspunkter i de to områder. Målinger i den vestlige del af **Aarhus Bugt** dagen efter rapporteringsperioden viste, at iltindholdet var reduceret og lå omkring grænsen for iltsvind ligesom de lave værdier målt i den østlige del den sidste dag i rapporteringsperioden.

På overvågningsstationen lige vest for **Samsø** blev der ikke registreret iltsvind, men iltindholdet var lige over grænsen for iltsvind. Der blev heller ikke registreret iltsvind i **Horsens Fjord** og **As Vig** i rapporteringsperioden.

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.

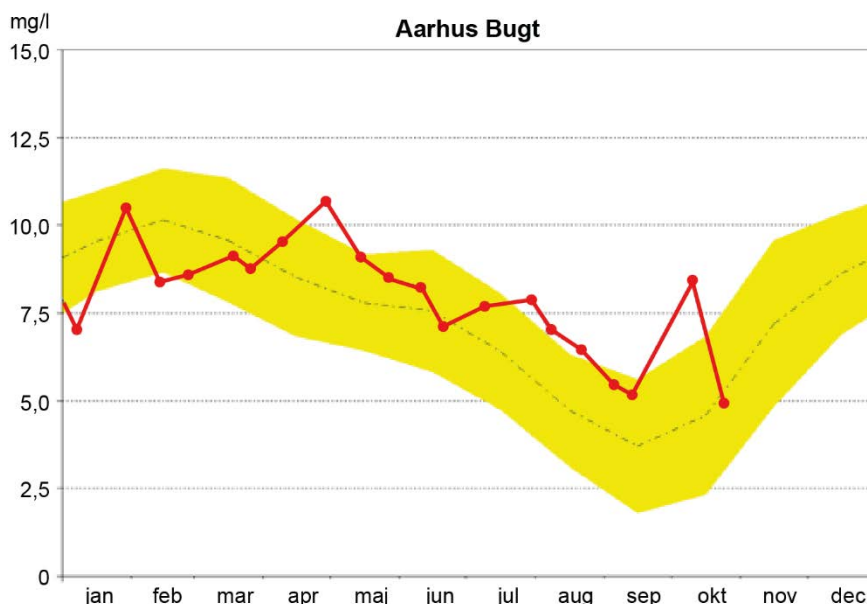
Stations in the area from Randers Fjord to Horsens Fjord visited during the reporting period. Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration (mg/l). Produced by the Danish Environmental Protection Agency.



I **Aarhus Bugt** har iltindholdet i bundvandet generelt været højt sammenlignet med langtidsmidlen (1989-2018) undtagen midt i juni og ved den seneste måling sidst i oktober (dagen efter rapporteringsperioden), hvor iltindholdet var på niveau med langtidsmidlen (*figur 8*). I betragtning af de dårlige iltforhold i en del andre områder, har de overvejende gode iltforhold i **Aarhus Bugt** været lidt overraskende. En nærmere analyse af baggrunden for dette ligger uden for rammerne af denne rapportering.

Figur 8. Iltkoncentration (mg/l) i bundvandet i Aarhus Bugt i 2019 (rød kurve) i forhold til langtidsmidlen for 1989-2018 (stiplet linje). Gul angiver spredningen. Udarbejdet af Miljøstyrelsen.

Bottom water oxygen concentration (mg/l) in Aarhus Bight during 2019 (red line) compared to the long-term mean for 1989-2018 (dotted line). Yellow represents the standard deviation. Produced by the Danish Environmental Protection Agency.



5.5 Farvandene omkring Fyn inkl. bælteerne og de sydøstjyske fjorde

De mere åbne farvande rundt om Fyn inkl. det **nordlige Bælthav**, **Storebælt**, **Lillebælt** og **Det Sydfynske Øhav** var i rapporteringsperioden generelt kendetegnet ved en forbedring af iltforholdene efter den kraftige blæst midt i september. For en stor del af disse områder forværredes iltforholdene igen som følge af den svage vind og de relativt høje bundvandstemperaturer i oktober.

Der blev ikke registreret iltsvind i det **nordlige Bælthav** i rapporteringsperioden.

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

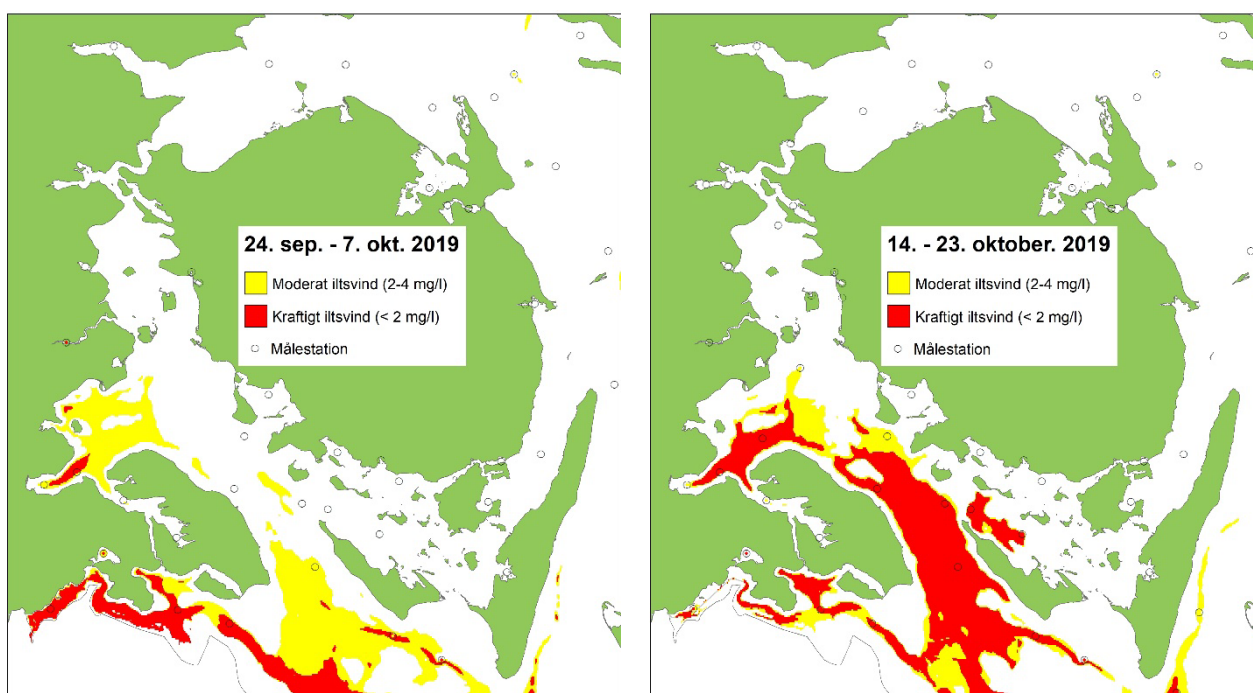
I **Haderslev Fjord** var der i slutningen af september et kortvarigt kraftigt iltsvind. I midten af oktober var iltkoncentrationen lidt over grænsen for iltsvind.

I **Aabenraa Fjord** var iltforholdene forbedret lidt i den indre del siden sidste rapporteringsperiode, idet kraftigt iltsvind og iltfrit bundvand var erstattet med moderat iltsvind. I den ydre del af fjorden var der midt i oktober fortsat kraftigt iltsvind, iltfrit i bundvandet og frigivelse af den giftige gas svovlbrinte fra bunden.

I **Als Fjord** var der fortsat kraftigt iltsvind og iltfrit i bundvandet i starten af denne rapporteringsperiode. I midten af oktober var iltforholdene forbedret til moderat iltsvind. 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** var der en forbedring af iltforholdene i slutningen af sidste rapporteringsperiode og i starten af denne rapporteringsperiode. Siden forværredes iltforholdene igen med etablering af moderat iltsvind i starten af oktober, efterfulgt af kraftigt iltsvind og næsten iltfrit bundvand i midten af oktober.

I den nordlige og centrale del af det sydlige **Lillebælt** betød den kraftige blæst midt i september, at iltsvindet aftog i udbredelse og intensitet og var forsvundet i starten af oktober (*figur 9*, venstre). Længere mod syd var der udbredt moderat iltsvind vest for **Ærø**, og syd for **Ærø**, **Marstal Bugt** og **Langeland** blev der målt kraftigt iltsvind. Iltsvindet tiltog dog igen i det sydlige **Lillebælt** sidst i rapporteringsperioden som følge af de relativt høje bundvandstemperaturer kombineret med svag vind i oktober (*figur 3* og *5*). Der opstod således igen iltsvind i den nordlige og centrale del med overvejende moderat iltsvind i den nordlige del og overvejende kraftigt iltsvind i den centrale del (*figur 9*, højre). Vest for **Ærø** forstærkedes iltsvindet fra moderat til kraftigt iltsvind, og syd for **Ærø** og **Marstal Bugt** blev bundvandet iltfrit. Iltsvindsmodellen indikerer, at det kraftige iltsvind strakte sig fra det sydlige **Lillebælt** helt ned til den tyske kyst og ind i Kiel Bugt, og at iltsvindet syd for **Langeland** ligeledes fortsatte sydpå til tyske kyst (*figur 1*).



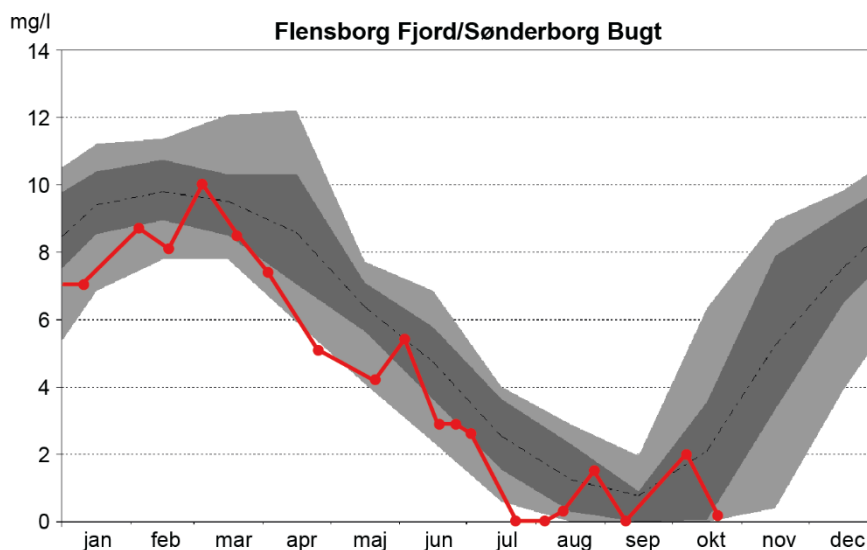
Figur 9. Udbredelsen af iltsvind i det nordlige Bæltshav, Storebælt, Lillebælt og omgivende farvande i perioderne 24. september - 7. oktober (venstre) og 14.-23. oktober (højre).

Areas covered by oxygen depletion in the northern Belt Sea, the Great Belt, the Little Belt with surrounding waters in the period 24 September - 7 October (left) and 14-23 October (right).

I **Flensborg Fjord** er de dårlige iltforhold fra de forrige rapporteringsperioder fortsat ind i denne rapporteringsperiode. Efter en kortvarig forbedring til moderat iltsvind i starten af oktober var der atter kraftigt iltsvind i den indre del af fjorden midt i oktober, hvor der også blev registreret frigivelse af svovlbrinte fra havbunden. I den ydre del af fjorden (Sønderborg Bugt) var der også en kortvarig mindre forbedring af iltkoncentrationen i den nederste del af bundvandet, men midt i oktober var bundvandet igen næsten iltfrit (*figur 10*). I **Nybøl Nor**, som er forbundet med **Flensborg Fjord**, var der et tilsvarende forløb med en kortvarig forbedring af iltforholdene i starten af oktober efterfulgt af tilbagevenden til meget dårlige iltforhold midt i oktober. Desuden blev der konstateret frigivelse af svovlbrinte fra bunden.

Figur 10. Iltkoncentration (mg/l) i bundvandet i den ydre del af Flensborg Fjord 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 (mg/l) in the outer part of Flensborg Fjord during 2019 (red line) compared to the long-term mean for 1986-2018 (dotted line). Dark grey = 50 % fractile, and dark grey + light grey = 80 % fractile. Produced by the Danish Environmental Protection Agency.



I **Det Sydfynske Øhav** bevirkede den kraftige blæst midt i september, at iltsvindet var forsvundet i **Ringsgaardbassinet** og i **Ærøbassinet** i starten af oktober (figur 9, venstre). Der var fortsat ikke iltsvind i **Ringsgaardbassinet** midt i oktober, men lige som i det sydlige **Lillebælt** så reetablerede iltsvindet sig i **Ærøbassinet** som følge af den svage vind og den relativt høje bundvandstemperatur i oktober (figur 3 og 5). Midt i oktober var der kraftigt iltsvind i **Ærøbassinet** og næsten iltfrit bundvand i den centrale del og helt iltfrit bundvand i den dybere vestlige del (figur 9, højre).

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

I det nordligste **Storebælt** blev der målt moderat iltsvind øst for Fyns Hoved i slutningen af oktober. Iltsvindsmodellen indikerede desuden, at der var en smal stribe med moderat iltsvind i den dybe rende øst for Sprogø.

I **Langelands Sund** (vest for **Langeland**) er der ikke registreret iltsvind i denne rapporteringsperiode, mens der i **Langelandsbælt** (øst for **Langeland**) blev målt moderat iltsvind, og iltsvindsmodellen angiver tilstedeværelsen af en lang smal stribe med moderat iltsvind i den dybe rende (figur 9).

5.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster

I farvandene rundt om **Sjælland**, **Møn**, **Lolland** og **Falster** blev der i denne rapporteringsperiode registreret iltsvind i det sydlige **Kattegat** ved **Sejerø Bugt**, **Hesselø Bugt** og ved Griben ud for Sjællands Odde samt i **Øresund** og i **Hjelm Bugt** (figur 11).

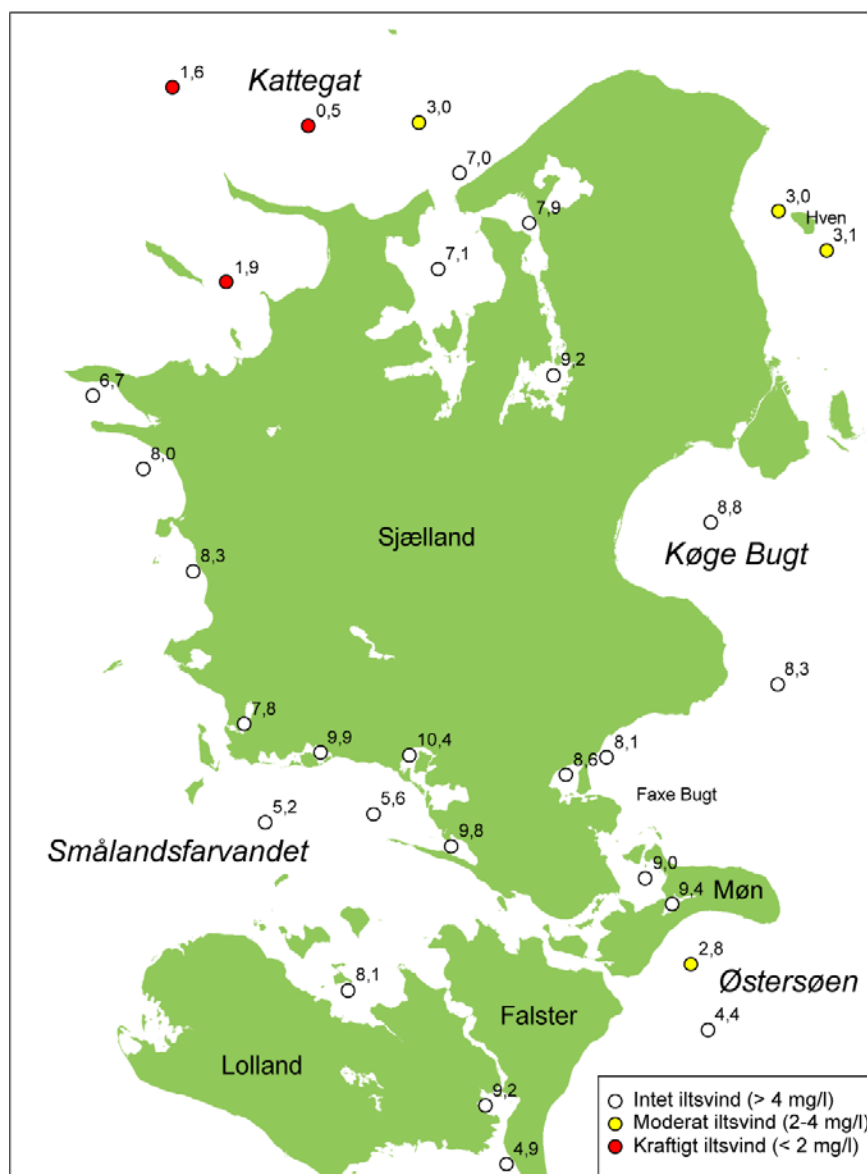
Iltsvindet i **Sejerø Bugt** begyndte som moderat iltsvind i slutningen af september, forsvandt i starten af oktober og havde udviklet sig til kraftigt iltsvind midt i oktober. Iltsvind i **Hesselø Bugt** startede også i slutningen af september og var kraftigt i den vestlige del og moderat i den centrale del af bugten. I slutningen af oktober lå iltindholdet lige over grænsen for iltsvind i den vestlige del, og der var formodentlig heller ikke længere iltsvind i den centrale del, hvorfra der dog ikke er målinger på det tidspunkt. Ved Griben var der kraftigt iltsvind i starten af oktober, mens iltindholdet lå lige over grænsen for iltsvind både i slutningen af september og slutningen af oktober.

Der blev målt moderat iltsvind i **Øresund** midt i oktober på stationerne omkring **Hven**. Iltsvindmodellen indikerer, at iltsvindet strakte sig fra det nordligste til det midterste **Øresund** (figur 2). I **Hjelm Bugt** blev der registreret moderat iltsvind i slutningen af sidste rapporteringsperiode (midt september). Efterfølgende forsvandt iltsvindet, men det var genetableret i slutningen af oktober.

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

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.



Iltsvindmodellen indikerer tilstedeværelsen af et udbredt og for store områders vedkommende kraftigt iltsvind i **Lübeck/Mecklenburg Bugt** og **Femern Bælt** (figur 2). Der er kun meget få overvågningsdata til rådighed for området i rapporteringsperioden, så modellens angivelser er relativt usikre, især for den sydlige del af området, og skal derfor fortolkes med forsigtighed.

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). Der blev ikke registreret iltsvind vest for **Bornholm** (Arkona Bassinet) i denne rapporteringsperiode.

Kort over danske farvande



Figur 12. 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