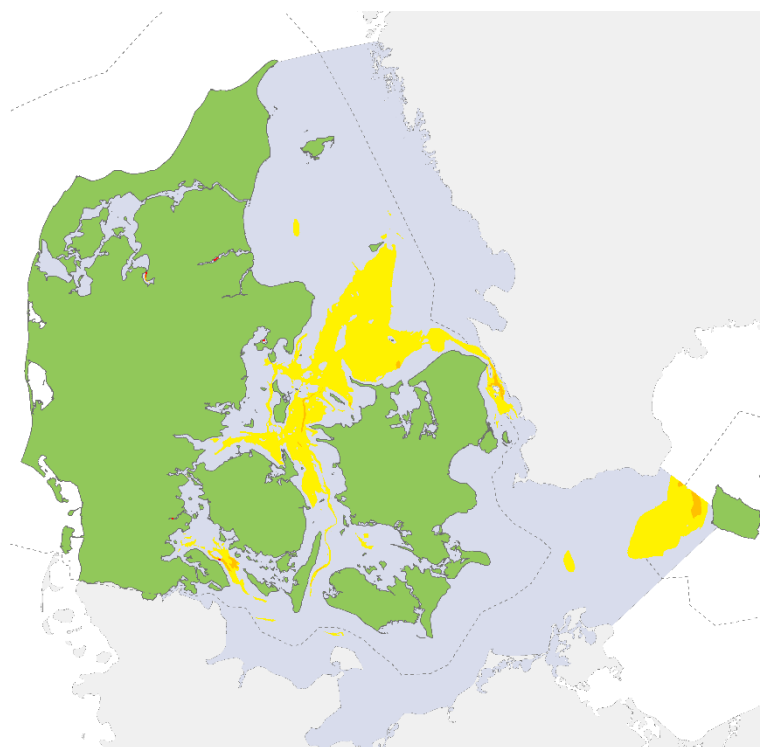


Iltsvind i danske farvande 27. oktober – 22. november 2023

Rådgivningsnotat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 1. december 2023 | 57



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 27. oktober – 22. november 2023

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

Faglig kommentering: Per Andersen, Institut for Ecoscience
Kvalitetssikring, DCE: Signe Jung-Madsen, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi
Sproglig kvalitetssikring: Anne Mette Poulsen, Institut for Ecoscience

Ekstern kommentering: Kommentarerne findes her: https://dce2.au.dk/pub/komm/N2023_57_komm.pdf

Rekvirent: Miljøstyrelsen

Bedes citeret: Jens Würgler Hansen & David Rytter 2023. Iltsvind i danske farvande 27. oktober – 22. november 2023. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 19 s. Rådgivningsnotat nr. 2023|57

Gengivelse tilladt med kildeangivelse

Foto forside: Arealudbredelse af iltsvind og lavt iltindhold 9.-22. november 2023

Sideantal: 19

Indhold

Nationale iltsvindskort	5
Sammenfatning	6
Summary	7
1. Indledning	8
1.1 Hvad er iltsvind, og hvordan opstår det?	8
1.2 Hvordan påvirker iltsvind havbunden?	9
2. Vejrlig	10
2.1 Vind	10
2.2 Temperatur	10
2.3 Nedbør	11
3. Oversigt over de enkelte farvande	12
3.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak	12
3.2 Limfjorden	12
3.3 Kattegat og omgivende farvande	12
3.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande	12
3.5 Farvandene omkring Fyn inkl. bælder og fjorde	14
3.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster	16
3.7 Farvandene omkring Bornholm	17
3.8 Kort over danske farvande	18
4. Kontaktpersoner	19

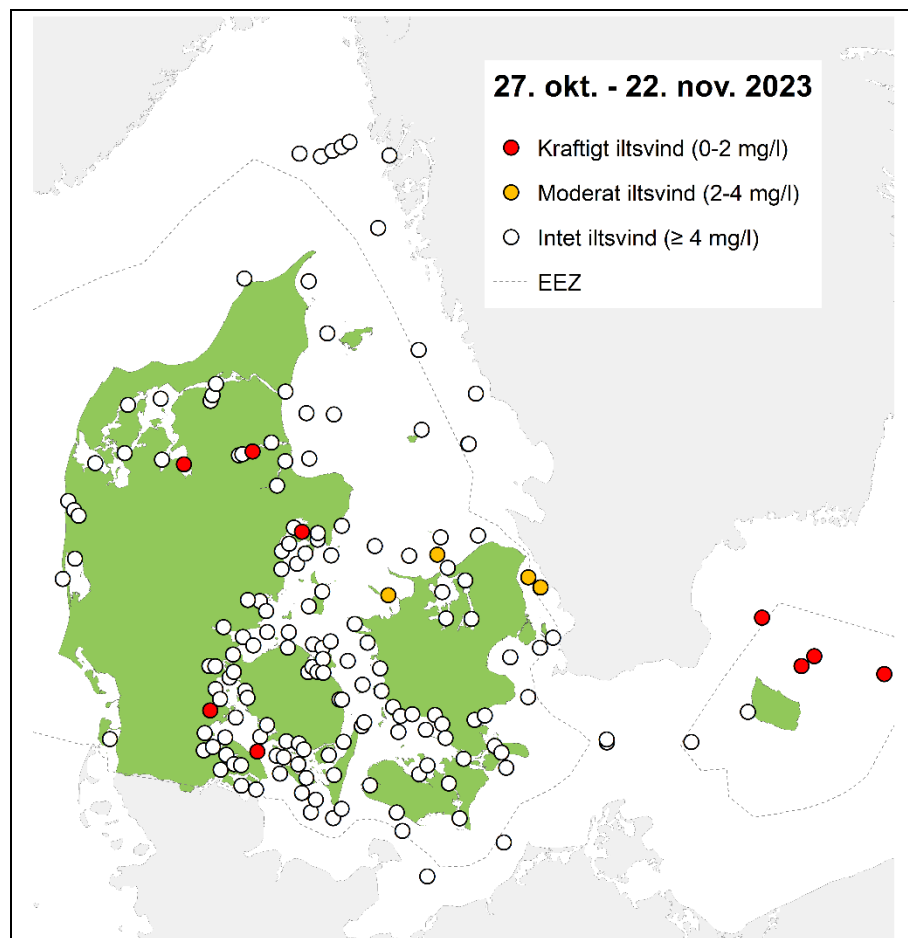
Nationale iltvindskort

Figur 1. Niveauer for den lavest registrerede iltkoncentration på de besøgte stationer i perioden 27. oktober - 22. november.

Bemærk, at *figur 1* viser de lavest registrerede iltkoncentrationer for hele perioden og derfor ikke nødvendigvis kan sammenlignes med *figur 2*, der angiver iltvindets udbredelse for en del af perioden.

Levels for the lowest registered oxygen concentration for each of the stations visited during the period 27 October – 22 November.

Please notice that *figure 1* shows the lowest observed concentrations for the entire period and thus cannot necessarily be compared to *figure 2* that shows the distribution of oxygen depletion for part of the period.

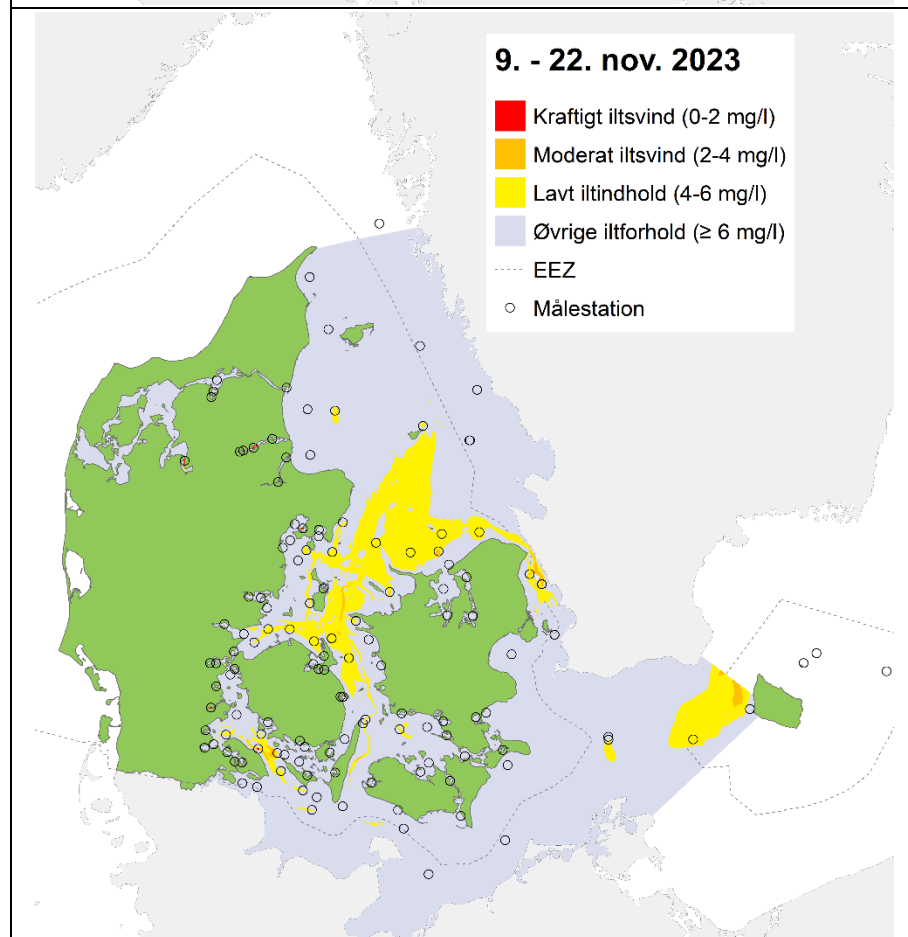


Figur 2. Arealudbredelse af iltforhold modelleret ud fra målinger foretaget 9.- 22. november. Hvis der i perioden er målt to gange på den samme station, anvendes den seneste måling.

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

Areal distribution of oxygen conditions modelled for 9-22 November. If a station is visited twice within the modelling 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.



Sammenfatning

Samlet set for hele rapporteringsperioden (27. oktober - 22. november) blev iltsvindsarealet markant formindsket. I første halvdel af november blev iltforholdene dog forværret i en lang række områder som følge af rolige vindforhold, der resulterede i en utilstrækkelig tilførsel af ilt til bundvandet. Blæst midt i november forbedrede iltforholdene i en række farvande, så der sidst i rapporteringsperioden, ud over de mere eller mindre permanente iltsvindsområder, kun var lidt iltsvind tilbage i det sydlige Lillebælt og Øresund. Derudover var der store områder med lavt iltindhold.

Vejrliget i rapporteringsperioden (27. oktober - 22. november) var især karakteriseret ved relativt rolige vindforhold i størstedelen af perioden samt aftagende vandtemperatur. Rolige vindforhold giver mindre opblanding af vand-søjlen og hæmmer derfor tilførslen af ilt til overfladevand ned i det iltfattige bundvand og fremmer dermed iltsvind. Lavere temperatur reducerer hastigheden af omsætningen af organisk materiale og dermed iltforbruget samt øger iltets opløselighed i vand, hvilket bremser udviklingen af iltsvind.

Det blæste en del sidst i oktober og igen midt i november, men i den mellem-liggende periode var der rolige vindforhold. Det har derfor betydning for den observerede iltssituation på overvågningsstationerne sidst i rapporteringsperioden og dermed for den modellerede udbredelse af iltsvindet, om periodens sidste besøg på stationerne var før eller efter blæsten midt i november. De rolige vindforhold i første halvdel af november bevirkede, at iltindholdet i bundvandet aftog på mange af overvågningsstationerne. De fleste stationer, som blev besøgt efter blæsten midt i november, viste, at blæsten havde tilført nyt ilt til bundvandet og forbedret iltforholdene.

I løbet af rapporteringsperioden blev der registreret iltsvind i Limfjorden (Hjarbæk Fjord), Mariager Fjord ('Dybet'), Knebel Vig, Haderslev Fjord, sydlige Lillebælt, Sejerø Bugt, Hesselø Bugt, Øresund og nær Bornholm (figur 1). Iltsvindsmodellen angiver, at der midt i november, ud over punktobservationer, kun var iltsvind i mindre områder i det sydlige Lillebælt, Storebælt, Øresund og nær Bornholm (figur 2). Derudover angiver iltsvindsmodellen udbredte områder med lavt iltindhold, som omfatter et væsentlig større areal end sidst i oktober.

Det samlede areal berørt af iltsvind i de indre danske farvande (inden for EEZ-linjen) udgjorde midt i november knap 100 km², hvoraf 5 % var påvirket af kraftigt iltsvind. Arealet i november var en fjerdedel af arealet i oktober og omtrent af samme størrelse som i november sidste år. I de indre danske farvande var der midt i november i år et areal på 5.200 km², hvor iltindholdet var lavt, men dog over grænsen til iltsvind. Det er langt mere end det dobbelte af arealet i oktober og svarer omtrent til det samlede areal af Fyn, Lolland-Falster samt Langeland.

Udbredt iltsvind forudsætter en forudgående stor tilførsel af næringsstoffer (eutrofiering), men iltsvindets udvikling i løbet af året reguleres væsentligst af bundvandstemperaturen og vindforholdene. Det resterende iltsvind, bort set fra i de mere eller mindre permanente iltsvindsområder, forventes at forsvinde i løbet af de kommende uger som følge af blæst og faldende temperatur.

Summary

Overall, for the entire reporting period (27 October – 22 November), the oxygen depletion area was significantly reduced. In the first half of November, however, the oxygen conditions worsened in a large number of areas as a result of calm wind conditions, which resulted in an insufficient supply of oxygen to the bottom water. Winds in mid-November improved the oxygen conditions in a number of waters, so that at the end of the reporting period, in addition to the more or less permanent oxygen depletion areas, only a little oxygen depletion remained in the southern Little Belt and Øresund. In addition, there were large areas with a low oxygen content.

The weather during the reporting period (27 October – 22 November) was mainly characterised by relatively calm wind conditions for the majority of the period and by decreasing water temperature. Calm wind conditions cause less mixing of the water column and therefore inhibit the transfer of oxygen-rich surface water into the oxygen-poor bottom water and thereby stimulates oxygen depletion. Lower temperature reduces the rate of turnover of organic material and thus the oxygen consumption, and furthermore increases the solubility of oxygen in water, which hampers the development of oxygen depletion.

It was quite windy at the end of October and again in mid-November, but in the intervening period wind conditions were calm. It is therefore important for the observed oxygen situation at the monitoring stations at the end of the reporting period and thus for the modelled distribution of the oxygen depletion, whether the last visit to the stations in the period was before or after the strong winds in mid-November. The calm wind conditions in the first half of November meant that the oxygen content in the bottom water decreased at many of the monitoring stations. Most stations visited after the strong wind in mid-November showed that the wind had added new oxygen to the bottom water and improved the oxygen conditions.

During the reporting period, oxygen depletion was recorded in Limfjorden (Hjarbæk Fjord), Mariager Fjord ('Dybet'), Knebel Vig, Haderslev Fjord, southern Little Belt, Sejerø Bugt, Hesselø Bugt, Øresund and near Bornholm (*figure 1*). The oxygen depletion model indicates that in mid-November, besides point observations, there was only oxygen depletion in smaller areas in the southern Little Belt, the Great Belt, Øresund and near Bornholm (*figure 2*). In addition, the oxygen depletion model indicates widespread areas with low oxygen content, covering a significantly larger area than at the end of October.

The total area affected by oxygen depletion in inner Danish waters (within the EEZ line) amounted to just under 100 km² in mid-November, of which 5% was affected by severe oxygen depletion. The area in November was a quarter of the area in October and about the same size as in November last year. In the middle of November this year, in the inner Danish waters, there was an area of 5,200 km² where the oxygen content was low but still above the limit for oxygen depletion. This is far more than double the area in October and roughly corresponds to the total area of Funen, Lolland-Falster and Langeland.

Widespread oxygen depletion presupposes a large supply of nutrients (eutrophication), but the development of oxygen depletion during the year is mainly regulated by bottom water temperature and wind conditions. The remaining oxygen depletion, apart from in the more or less permanent oxygen depletion areas, is expected to disappear during the coming weeks as a result of wind and declining temperatures.

1. Indledning

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet, udsender hvert år fire iltsvindsrapporteringer. Rapporteringerne beskriver de aktuelle iltf forhold i de danske samt tilgrænsende svenske og tyske farvande i perioderne juli-august, august-september, september-oktober og oktober-november. Perioderne dækker det tidsrum, hvor iltsvind typisk er mest udbredt.

Denne rapportering giver en status for den aktuelle udvikling og udbredelse af iltsvind fra og med 27. oktober til og med 22. november 2023. Formålet med rapporteringen 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 rapporteringen 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 iltf forholdene 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 modelberegnete ekstrapolationer af de faktiske målinger i forhold til variationen i dybdeforholdene og viser den mest sandsynlige arealudbredelse af iltsvind.

1.1 Hvad er iltsvind, og hvordan opstår det?

Iltsvind opstår, når iltf forbruget i bundvandet er større end ilttilførslen. Iltf forbruget skyldes bunddyrs samt bakteriers og andre mikroorganismers respiration ved nedbrydning af organisk stof og den efterfølgende oxidation af reducerede kemiske forbindelser (iltgæld). Iltf forbruget afhænger af mængden og nedbrydeligheden af det organiske stof samt af temperaturen. I Danmark betegnes det som *iltsvind*, når iltkoncentrationen i vandet er mindre end 4 mg l^{-1} , og som *kraftigt iltsvind*, når koncentrationen er under 2 mg l^{-1} . Niveaue mellem 2 og 4 mg l^{-1} kaldes for *moderat iltsvind*. Iltsvind i de åbne farvande 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 iltf forbruget, og der kan udvikles iltsvind ved bunden især i områder, hvor vandsøjlen er lagdelt. Klimaforandringer vil i de fleste tilfælde forstærke effekten af eutrofiering. Stigende temperatur stimulerer udviklingen af iltsvind, da varmere vand indeholder mindre ilt, øger iltf forbruget og styrker lagdelingen af vandsøjlen. Øget nedbør medfører en større tilførsel af vand, næringsstoffer og organisk stof fra land til hav, hvilket medfører større eutrofiering og styrket lagdeling af vandsøjlen. Ændrede vindforhold påvirker opblandingen af vandmasserne samt strømforholdene og dermed ilttilførslen til bundvandet. Mere vind øger ilttilførslen, mens mindre vind mindsker ilttilførslen.

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 vandudskiftningen nær bunden. Dårlig opblanding 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 vindsvage, 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 eutrofiering, som skaber grundlaget for iltsvind i et omfang ud over det naturlige, mens det er de vejrmæssige forhold, som udløser iltsvind og er afgørende for år til år-variationen i dets udbredelse, varighed og intensitet.

1.2 Hvordan påvirker iltsvind havbunden?

Iltindholdet i bundvandet er af afgørende betydning for bundplanter, bunddyr og bundlevende fisk. Lavt iltindhold ($4-6 \text{ mg l}^{-1}$) stresser larvestadiet af nogle bunddyr og fisk samt voksne individer af særligt følsomme arter. Ved moderat iltsvind ($2-4 \text{ mg l}^{-1}$) søger mange fisk og mere mobile bunddyr væk fra de ramte områder, og ved længere perioder med kraftigt iltsvind ($< 2 \text{ mg l}^{-1}$) dør bunddyr og bundplanter. Selv fisk og mobile bunddyr kan blive udsat for iltsvind, hvis vind og strøm pludselig flytter iltfattigt vand fra et område til et andet.

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 kemiske 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, hvor det ved iltning misfarver vandet pga. dannelsen af elementært svovl. Når den sidste ilt er opbrugt, forsvinder liglaget, og bunden farves sort af jernsulfid, som er en kemisk forbindelse mellem reduceret jern og svovlbrinte, og overskydende svovlbrinte kan sive op i bundvandet.

Iltsvind kan også bevirke en pludselig frigivelse af store mængder svovlbrinte som følge af 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 vandfasen. Svovlbrinte er så giftig, at den slår de tilstedeværende bunddyr og fisk ihjel. Når bunddyrene dør, forsvinder fiskenes fødegrundlag, og bunddyrenes fysiske aktivitet i havbunden (bioturbation og bioirrigation) ophører. Bunddyrenes aktivitet er vigtig for at holde havbunden iltet, da en iltet havbund hæmmer udviklingen af iltsvind og derved reducerer frigivelsen af næringsstoffer og svovlbrinte fra havbunden. Derfor er det også med til at fremme udvikling af iltsvind og dermed frigivelse af svovlbrinte, når der fiskes med bundtrawl i iltvindsfølsomme områder, da fiskeriet slår en masse bunddyr ihjel. 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.

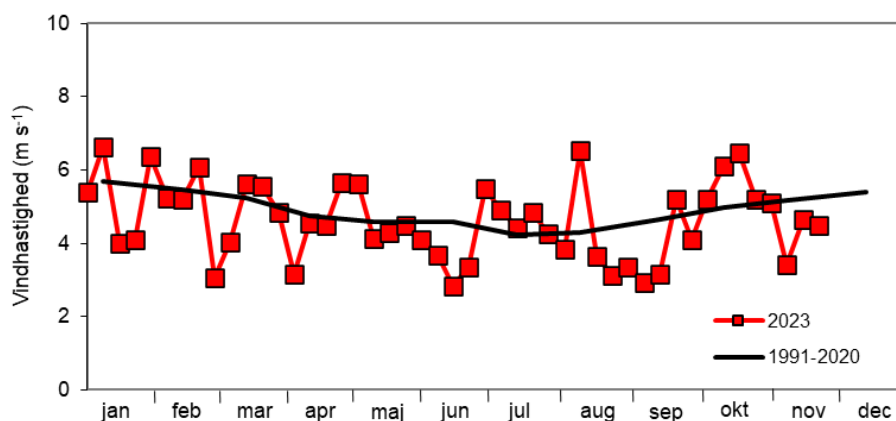
2. Vejrlig

2.1 Vind

Perioder med svage vinde kan stabilisere vandmasserne og derved fremme lagdelingen. Det hæmmer opblandingen af vandsøjlen og 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 vandmasser med iltvind til nye områder.

Figur 3. Landsgennemsnit for ugentlig middelvindhastighed i 2023 og langtidsmidlen for 1991-2020 (officiel referenceperiode). Data fra Danmarks Meteorologiske Institut.

National average of weekly mean wind speed for 2023 and long-term average for 1991-2020 (official reference period). Data from the Danish Meteorological Institute.



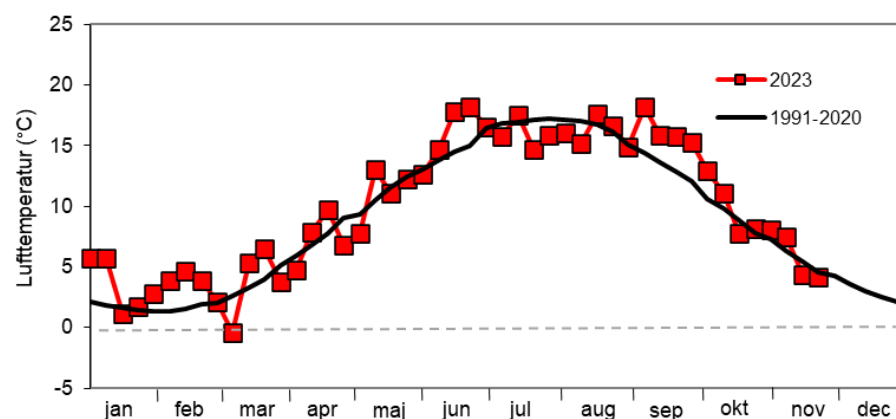
Vindhastigheden i 2023 har til og med maj varieret omkring langtidsmidlen (1991-2020) (figur 3). I maj og juni var der rolige vindforhold, mens det blæste en del i juli, især i den første uge. I den anden uge af august var der flere sammenhængende dage med meget kraftig vind, efterfulgt af godt en måned med rolige vindforhold. Fra midt i september til sidst i oktober blæste det meget, mens der i de første tre uger af november har været mindre vind end normalt.

2.2 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 iltets opløselighed i vand og øger iltforbruget.

Figur 4. Landsgennemsnit for ugentlig lufttemperatur i 2023 og langtidsmidlen for 1991-2020 (officiel referenceperiode). Data fra Danmarks Meteorologiske Institut.

National average of weekly air temperature in 2023 and long-term average for 1991-2020 (official reference period). Data from the Danish Meteorological Institute.

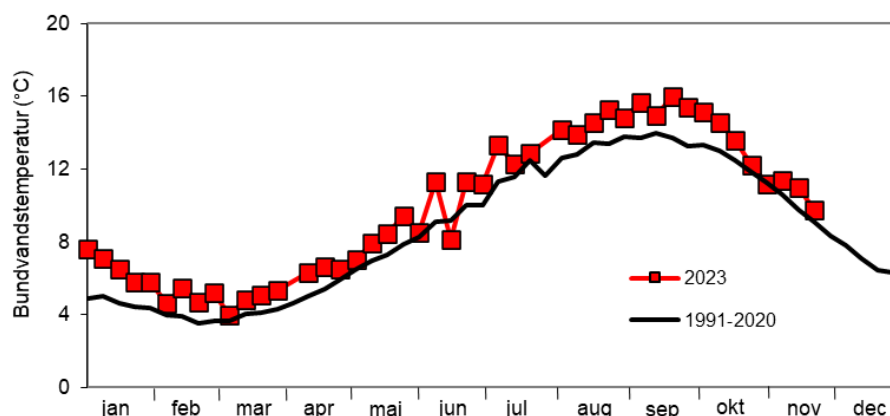


Lufttemperaturen var markant over langtidsmidlen (1991-2020) det meste af tiden i årets første to måneder (figur 4). Derefter varierede temperaturen omkring langtidsmidlen til og med maj. Det meste af juni var temperaturen relativt høj, mens den fra midt i juli og til midt i august var relativt lav. I sidste halvdel af august var temperaturen på niveau med langtidsmidlen, mens den

i september var relativ høj. I oktober og november har temperaturen været på niveau med langtidsmidlen.

Figur 5. Ugentlig bundvandstemperatur i de indre farvande i 2023 og langtidsmidlen for 1991-2020 (officiel referenceperiode). Data fra Miljøstyrelsen.

Weekly bottom water temperature from the inner waters in 2023 and long-term average for 1991-2020 (official reference period). Data from the Danish Environmental Protection Agency.



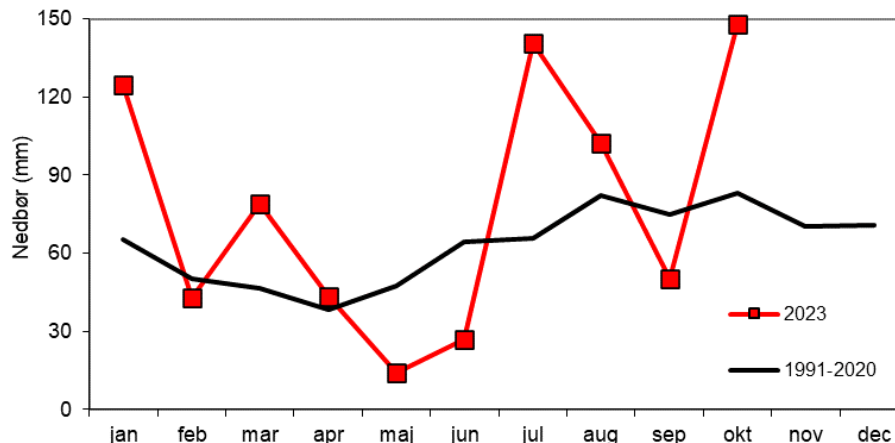
Bundvandstemperaturen var meget høj fra starten af 2023 og har bortset fra en enkelt uge midt i juni ligget over langtidsmidlen hele året (*figur 5*). Fra august og til midt i oktober har temperaturen været mindst en grad højere end langtidsmidlen. Fra midt i oktober til slutningen af denne rapporteringsperiode har temperaturen kun været lidt over langtidsmidlen.

2.3 Nedbør

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

Figur 6. Landsgennemsnit for månedlig nedbør i 2023 og langtidsmidlen for 1991-2020 (officiel referenceperiode). Data fra Danmarks Meteorologiske Institut.

National average of monthly precipitation in 2023 and long-term average for 1991-2020 (official reference period). Data from the Danish Meteorological Institute.



Nedbørsmængden opgjort som månedsmiddel har i 2023 budt på hele to rekorder siden målingernes start i 1874. Januar og juli var de hidtil vådeste for de respektive måneder, men det regnede også meget i marts og især i oktober, som var den femtevådeste oktober registreret (*figur 6*). Derimod var det meget tørt i maj og juni. I august faldt der noget mere og i september noget mindre regn end normalt. Det har samlet set regnet usædvanligt meget i 2023.

3. Oversigt over de enkelte farvande

Stednavne med fed skrift er angivet på *figur 11*.

3.1 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 (27. oktober – 22. november).

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

3.2 Limfjorden

I **Limfjorden** blev der i rapporteringsperioden ikke målt på alle stationer. På de besøgte stationer blev der kun målt iltsvind i **Hjarbæk Fjord** midt i november, mens der ikke var iltsvind på stationen i starten af november. Det kraftige iltsvind på stationen midt i november skyldtes utilstrækkelig opblanding af bundvand tilført fra **Lovns Bredning** via slusen i Virksunddæmningen.

3.3 Kattegat og omgivende farvande

På stationerne i **Aalborg Bugt**, **Læsø Rende** og den øvrige del af **Kattegat** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden (*figur 1*). Iltsvindsmodelen angiver, at iltindholdet midt i november var lavt i et stort område i den sydvestlige del af **Kattegat** (*figur 2*).

I **Mariager Fjord** var der gennem hele rapporteringsperioden kraftigt iltsvind og iltfrit i bundvandet i 'Dybet' ud for Mariager by. Midt i november var knap halvdelen af vandsøjlen i 'Dybet' påvirket af iltsvind, og der var iltfrit i den nederste tredjedel af vandsøjlen. I den indre del af fjorden blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden.

Der blev hverken registreret iltsvind i **Randers Fjord** eller i **Hevring Bugt** i rapporteringsperioden.

3.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande

I **Aarhus Bugt** og omgivende farvande faldt iltindholdet i en række områder fra sidst i oktober til midt i november. Nogle dage med blæst bevirkede, at iltindholdet i de fleste områder steg igen sidst i rapporteringsperioden. Der blev kun registreret iltsvind i **Knebel Vig** (*figur 7*).

I **Aarhus Bugt** blev iltindholdet reduceret markant fra sidst i oktober til midt i november, hvor iltindholdet var lavt eller tæt på grænsen til lavt (6 mg/l). Den kraftige blæst midt i november opblandede vandsøjlen, så der sidst i rapporteringsperioden atter var gode iltforhold i bugten.

I **Kalø Vig** var der en variation i iltindholdet svarende til det beskrevet ovenfor for **Aarhus Bugt**. I **Knebel Vig** skete der også et markant fald i iltindholdet, så der i starten af november var etableret moderat iltsvind. Blæsten midt i november var ikke tilstrækkelig til at omrøre hele vandsøjlen, så sidst i rapporteringsperioden var der etableret kraftigt iltsvind i det dybe hul.

I **Ebeltoft Vig** faldt iltindholdet, lige som i **Aarhus Bugt** og **Kalø Vig**, i løbet af de første tre uger af rapporteringsperioden, hvorefter der atter blev gode iltforhold sidst i rapporteringsperioden.

I **Hjelm Dyb** var der i den nordlige del et fald og efterfølgende en stigning i iltindholdet, som beskrevet for flere andre områder. I den sydlige meget dybe del af **Hjelm Dyb** steg iltindholdet ikke sidst i rapporteringsperioden, men faldt yderligere til ned i nærheden af grænsen for iltsvind.

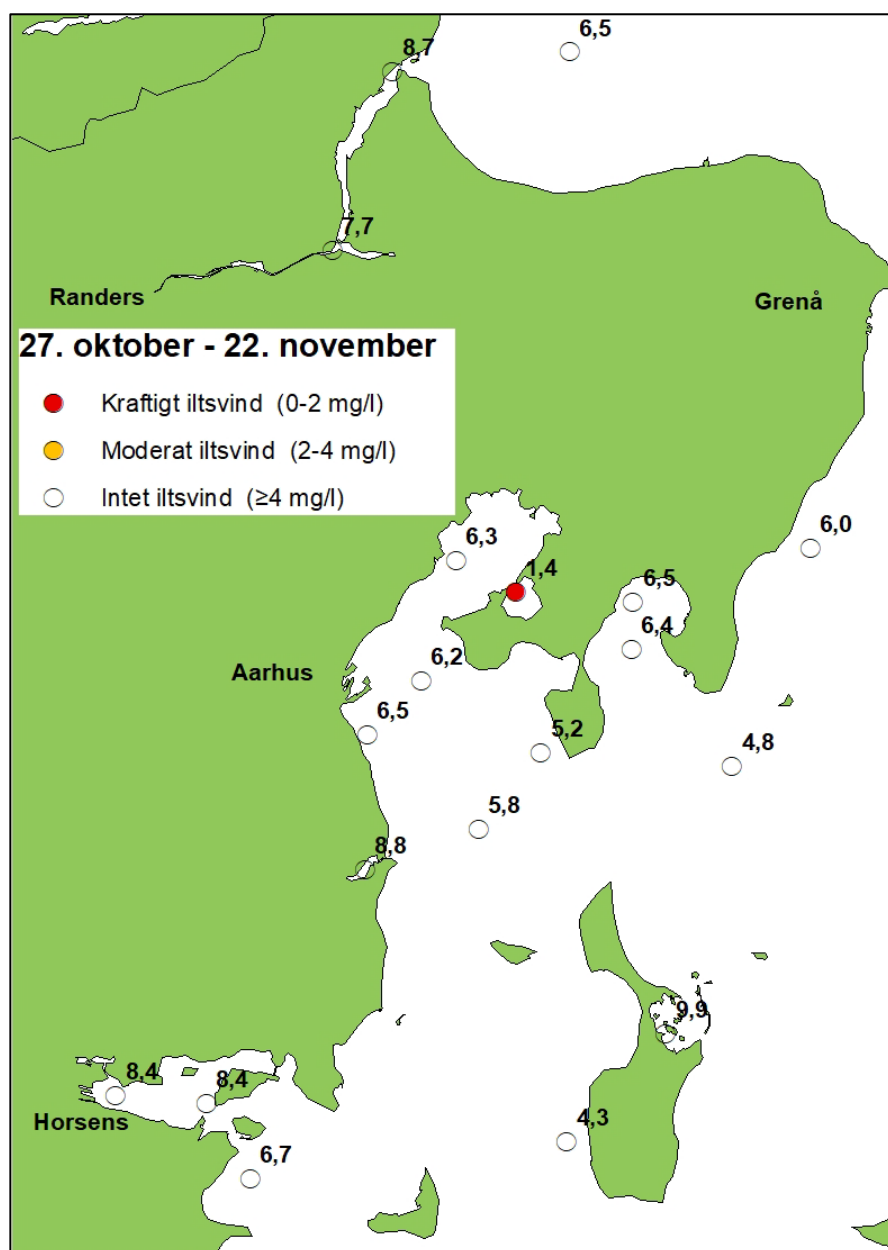
I **Norsminde Fjord** er der ikke blevet registreret iltsvind i år.

I **Horsens Fjord** blev der ikke målt iltsvind i rapporteringsperioden. I **As Vig**, umiddelbart syd for **Horsens Fjord**, blev der heller ikke registreret iltsvind.

I farvandet vest for **Samsø** faldt iltindholdet og var tæt på grænsen til iltsvind sidst i rapporteringsperioden. Iltkoncentrationen var lavest et stykke oppe i vandsøjlen, hvilket skyldes, at indtrængende mere salt- og iltholdigt bundvand har løftet det tidligere mere iltfattige bundvand op i vandsøjlen. I **Stavns Fjord** på østsiden af **Samsø** blev der ikke registreret iltsvind i år.

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. Numbers at each station present the lowest registered oxygen concentration (mg/l). Produced by the Danish Environmental Protection Agency.

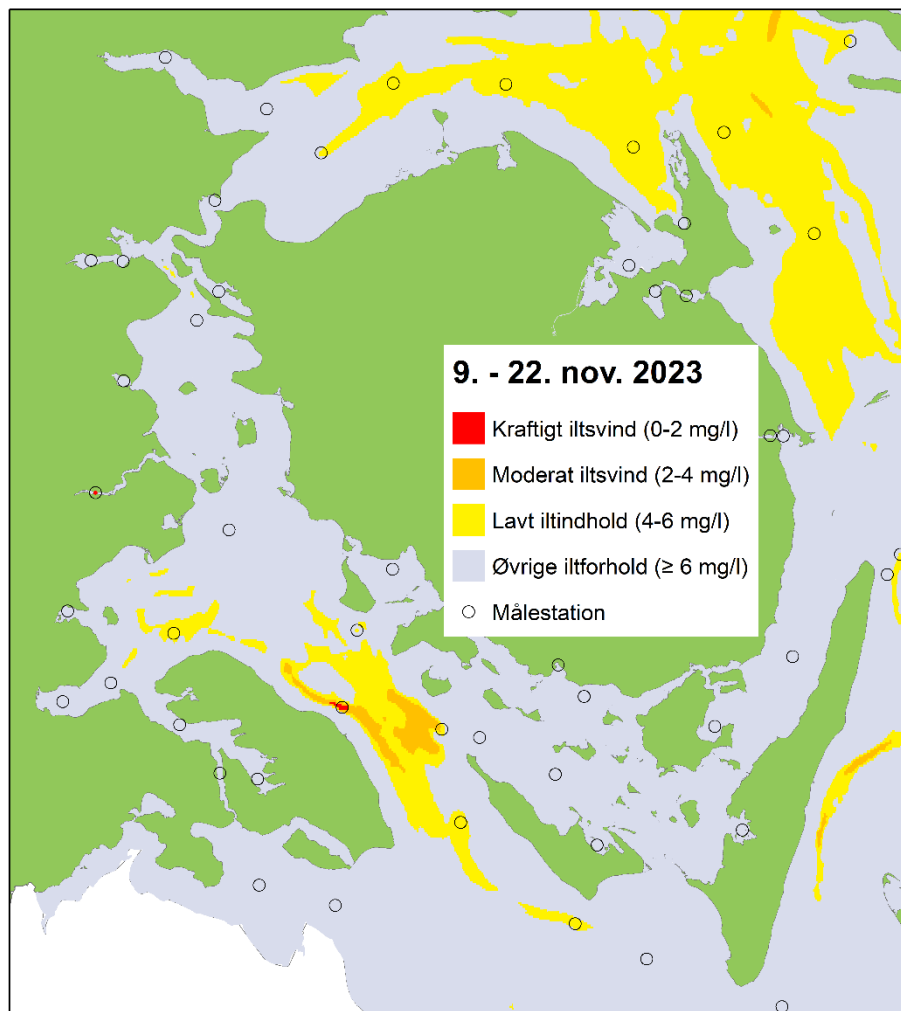


3.5 Farvandene omkring Fyn inkl. bælter og fjorde

I løbet af denne rapporteringsperiode (27. oktober – 22. november) faldt iltindholdet i nogle farvande omkring **Fyn**, mens der var status quo i andre, og i enkelte blev iltforholdene forbedret. Midt i november var der store områder med relativt gode iltforhold, store områder med lavt iltindhold og et par mindre områder med iltsvind (figur 8).

Figur 8. Modelleret arealudbredelse af iltsvind i farvandene rundt om Fyn baseret på målinger fra 9.-22. november.

Modelled areal distribution of oxygen depletion in waters around Funen based on measurements from 9-22 November.



I det **nordlige Bælthav** faldt iltindholdet fra sidst i oktober til midt i november, hvor der var et udbredt område med lavt iltindhold. Den laveste iltkoncentration var på flere stationer et stykke oppe i vandsøjlen, hvilket skyldes indtrængning af mere salt- og iltholdigt bundvand, som har løftet det tidligere mindre salt- og iltholdige bundvand op i vandsøjlen.

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

I **Kolding Fjord** er der ikke målt iltsvind i år.

I **Hejls Nor**, som er et mindre lavvandet område syd for **Kolding Fjord**, og i **Avnø Vig**, som er et mindre lavvandet område nord for **Haderslev Fjord**, er der heller ikke registreret iltsvind i år.

Haderslev Fjord er kendetegnet ved meget varierende iltforhold, og der opstår ofte iltsvind i fjorden. Fjorden har været overvåget fra årets start, og alle-

rede ved det første besøg i januar var der moderat iltsvind. I starten af november var der ikke iltsvind i fjorden, men sidst i rapporteringsperioden var iltsvindet genetableret, og der var næsten iltfrit ved bunden.

I **Genner Bugt**, mellem **Haderslev Fjord** og **Aabenraa Fjord**, blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden.

I **Aabenraa Fjord** bevirkede den megen blæst i oktober, at iltsvindet var ophørt sidst i oktober, og der blev ikke målt iltsvind i fjorden i november.

I **Als Fjord** blev der heller ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden. I **Augustenborg Fjord**, der ligger i forlængelse af **Als Fjord**, er der ikke målt iltsvind i år.

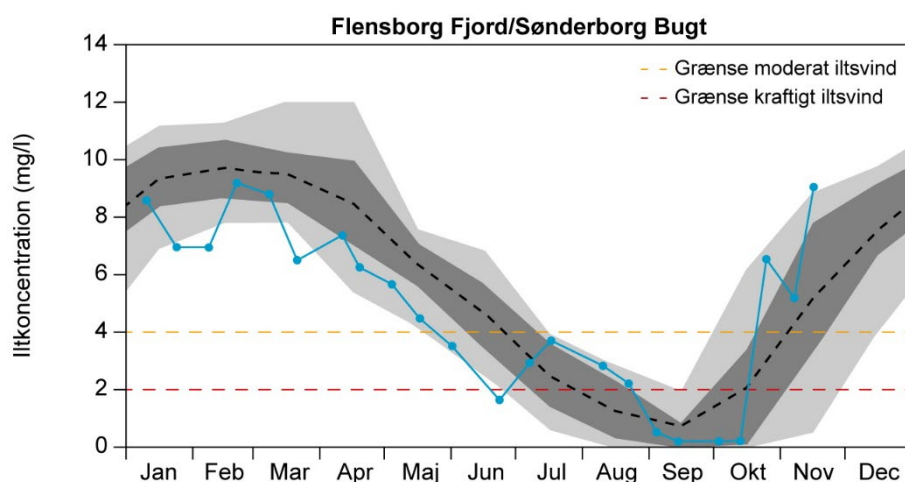
I det sydlige **Lillebælt** blev der kun registreret iltsvind på én station, men på flere stationer var den laveste iltkoncentration lige over grænsen til iltsvind. På overvågningsstationen beliggende umiddelbart øst for den centrale del af **Als**, hvor vanddybden er godt 40 m, var der moderat iltsvind fra 34 m og kraftigt iltsvind fra 36 m. På stationerne nordvest og vest for **Ærø**, som også ligger på dybt vand, var iltindholdet i bundvandet nær grænsen til iltsvind. Iltvindsmodellen angiver, at der midt i november var områder med lavt iltindhold nord for **Als**; og øst for **Als** var der et større sammenhængende område med lavt iltindhold, som strakte sig ned til syd for **Ærø** (figur 8). I de dybeste dele af dette område var der iltsvind.

I **Flensborg Fjord** ophørte iltsvindet sidst i oktober efter stormfloden. I denne rapporteringsperiode er der ikke målt iltsvind. I den ydre del af fjorden, **Sønderborg Bugt**, var der lavt iltindhold i starten af november, men midt i november var iltforholdene gode (figur 9).

I **Nybøl Nor**, som er forbundet med **Flensborg Fjord**, blev der kun målt i starten af november, hvor der i bundvandet var et lavt iltindhold lidt over grænsen til iltsvind.

Figur 9. Laveste iltkoncentration i bundvandet i den ydre del af Flensborg Fjord i 2023 (blå kurve) i forhold til langtidsmidlen for 1986-2019 (sort stiplede linje). Mørkegrå angiver 50 % fraktilen og mørkegrå + lysegrå 80 % fraktilen. Data fra Miljøstyrelsen.

Lowest bottom water oxygen concentration in the outer part of Flensburg Fjord 2023 (blue line) compared to the long-term mean for 1986-2019 (dotted line). Dark grey = 50% fractile and dark grey + light grey = 80% fractile. Data from the Danish Environmental Protection Agency.



I **Det Sydfynske Øhav** blev der ikke målt iltsvind i rapporteringsperioden, og iltforholdene var relativt gode.

I de lavvandede kystnære områder omkring **Fyn** blev der heller ikke registreret iltsvind.

I **Storebælt** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden. Men på de fleste stationer faldt iltindholdet i løbet af november, og i de dybeste områder var iltindholdet lavt. Iltsvindsmodellen angiver, at området med lavt iltindhold var ret udbredt, og at der i den dybe rende øst for **Samsø** var en smal stribe med moderat iltsvind (*figur 8*).

I **Langelands Sund** (vest for **Langeland**) og i **Langelandsbælt** (øst for **Langeland**) blev der ikke målt iltsvind i rapporteringsperioden. Men iltsvindsmodellen angiver, at der øst for **Langeland** var moderat iltsvind i en smal stribe i den dybeste del af farvandet (*figur 8*).

3.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster

I farvandene rundt om **Sjælland**, **Møn**, **Lolland** og **Falster** blev der i rapporteringsperioden registreret iltsvind i **Sejersø Bugt**, **Hesselø Bugt** og **Øresund**, mens iltindholdet var lavt i det sydlige **Kattegat** (*figur 10*).

I **Sejersø Bugt** var der relativt gode iltforhold i starten af november, men midt i november blev der målt moderat iltsvind i bundvandet. Ifølge iltsvindsmodellen berørte iltsvindet kun et mindre område i den dybeste centrale del af bugten (*figur 2*).

I **Hesselø Bugt** blev der målt et lavt iltindhold i starten af november, og midt i november var iltindholdet faldet yderligere, så der var moderat iltsvind. Det laveste iltindhold var tre meter oppe i vandsøjlen, så der er trængt mere salt- og iltholdigt bundvand ind i området, som har løftet det tidligere mere iltfattige bundvand op i vandsøjlen. Ifølge iltsvindsmodellen berørte iltsvindet kun et mindre område i den dybeste centrale del af bugten (*figur 2*).

I det sydlige **Kattegat** nord for **Sjælland** var der udbredt lavt iltindhold.

I **Isefjord** og **Roskilde Fjord** blev der ikke registreret iltsvind i denne rapporteringsperiode. Der er således ikke målt iltsvind i **Roskilde Fjord** i år, mens der i **Isefjord** blev målt iltsvind både i august og i september.

I **Øresund** blev der målt moderat iltsvind både nord og syd for **Hven**. Sidst i oktober var iltindholdet lavt på begge stationer, og i de efterfølgende uger faldt iltindholdet, så midt i november var iltkoncentrationen lige under grænsen for iltsvind. Iltsvindsmodellen angiver, at iltsvindet strakte sig fra lidt syd for **Hven** til op lidt nord for Helsingør (*figur 2*).

I **Køge** og **Faxe Bugt** blev der ikke registreret iltsvind. I **Køge Bugt** er der ikke målt iltsvind i år, mens der er registreret iltsvind i **Faxe Bugt** flere gange i perioden juli-september.

I **Hjelm Bugt** syd for **Møn** er der i rapporteringsperioden kun målt på den nordlige station, hvor der ikke var iltsvind.

I **Rødsand Lagune** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden.

I **Smålandsfarvandet** blev der heller ikke registreret iltsvind, men iltindholdet faldt i løbet af rapporteringsperioden.

For farvandet omfattende **Femern Bælt**, **Mecklenburg Bugt** og **Lübeck Bugt** angiver iltsvindsmodellen, at iltforholdene er relativt gode (*figur 2*).

Figur 10. 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. Numbers at each station present the lowest registered oxygen concentration (mg/l). Produced by the Danish Environmental Protection Agency.



3.7 Farvandene omkring Bornholm

Der var kraftigt iltsvind øst for **Bornholm**, som er et naturligt iltsvindsområde med næsten permanent iltsvind typisk fra omkring 70 m's dybde (*figur 1*). Vest for **Bornholm** angiver iltsvindsmodellen et stort sammenhængende område med overvejende lavt iltindhold, men med moderat iltsvind i de dybeste områder i den nordvestlige del (*figur 2*).

3.8 Kort over danske farvande



Figur 11. Oversigt over danske farvande med fokus på potentielle iltvindssområder.
Map with an overview of Danish marine waters with focus on potential areas with oxygen depletion.

4. Kontaktpersoner

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Jens Würgler Hansen,
Tlf. 30 18 31 09,
E-mail jwh@ecos.au.dk

Miljøstyrelsen (MST)

Inga Holm
Tlf. 93 58 82 45
E-mail inhol@mst.dk
Mikael Hjorth Jensen
Tlf. 93 58 82 47,
E-mail mihje@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

State Agency for Environment, Nature Conservation and Geology, Mecklenburg-Vorpommern

Mario von Weber
Tlf. +49 385 588 64331,
E-mail mario.weber@lung.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