

Iltsvind i de danske farvande i november 2012

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

30. november 2012

Jens Würgler Hansen
Lars Mølgaard Storm
Ole Manscher
Thorsten J. Skovbjerg Balsby

Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Rekvirent:
Naturstyrelsen
Antal sider: 13

Faglig kommentering:
Peter Henriksen, Institut for Bioscience
Kvalitetssikring, centret:
Poul Nordemann Jensen



**AARHUS
UNIVERSITET**

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

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

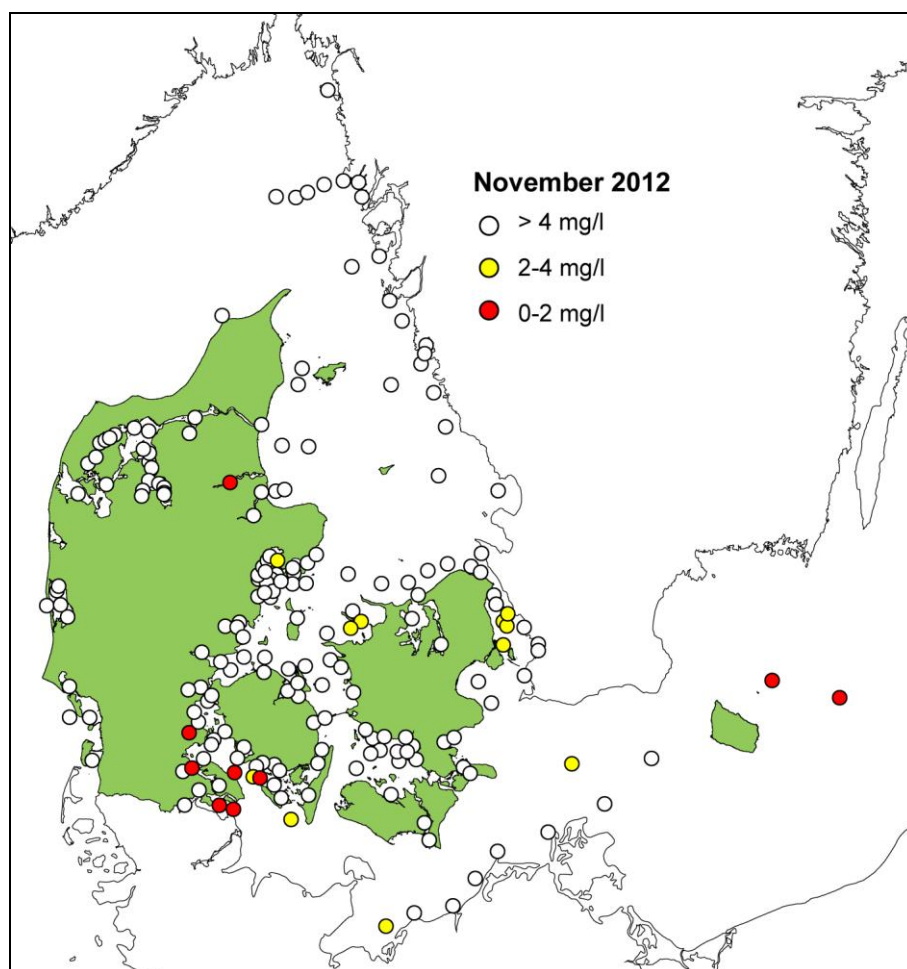
Indhold

Iltsvind i de danske farvande i november 2012	3
1 Sammenfatning	4
English summary	4
2 Indledning	5
2.1 Hvad er iltsvind	5
3 Vind, temperatur og nedbør	6
3.1 Vind	6
3.2 Temperatur	6
3.3 Nedbør	7
4 Oversigt over de enkelte farvande	8
4.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak	8
4.2 Limfjorden	8
4.3 Kattegat og omgivende farvande	8
4.4 Aarhus Bugt, nordlige Bælthav og omgivende farvande	8
4.5 Lillebælt og omgivende farvande	8
4.6 Storebælt, sydlige Kattegat, Øresund og omgivende farvande	10
4.7 Vestlige Østersø og Bornholmsbassinet	11
5 Kort over danske farvande	12
6 Kontaktpersoner	13

Iltsvind i de danske farvande i november 2012

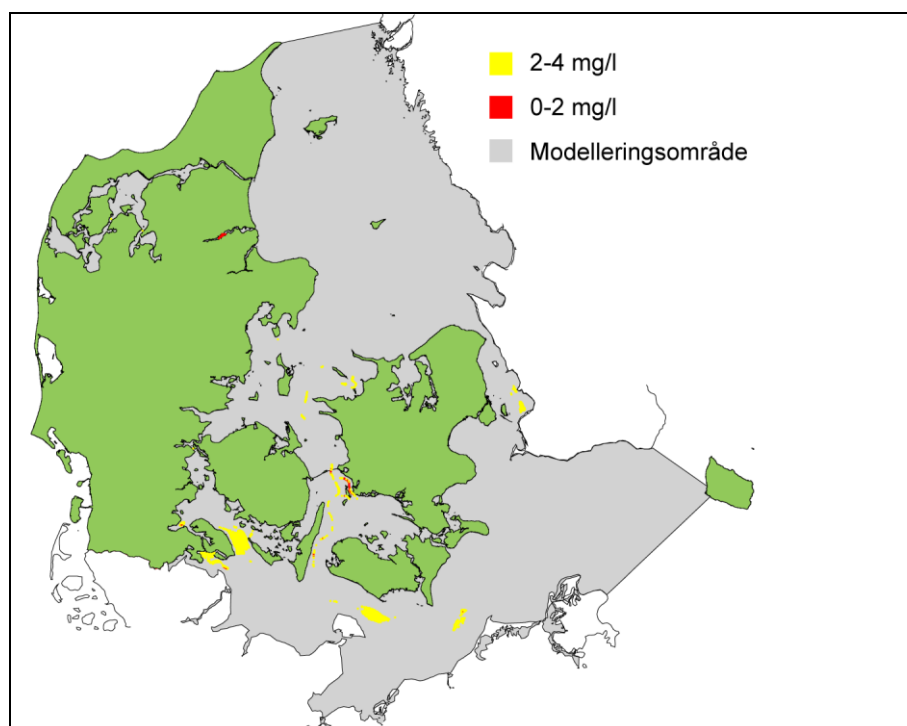
Figur 1. Kortet viser de stationer, hvor iltforholdene er undersøgt af danske, svenske og tyske institutioner i november 2012. For hver station vises det lavest registrerede iltindhold kategoriseret som > 4 mg/l (ikke iltsvind), 2-4 mg/l (iltsvind) eller 0-2 mg/l (kraftigt iltsvind).

The map shows stations visited by Danish, Swedish, and German authorities in November 2012. Markers at each station present the lowest registered oxygen content categorised as > 4 mg/l (no oxygen depletion), 2-4 mg/l (oxygen depletion), and 0-2 mg/l (severe oxygen depletion).



Figur 2. Udbredelse af iltsvind modelleret ud fra målinger foretaget 12.-23. november 2012. Gul indikerer iltsvind (2-4 mg/l) og rød kraftigt iltsvind (0-2 mg/l).

Present distribution of oxygen depletion modelled from data sampled during 12-23 November 2012. Yellow indicates oxygen depletion (2-4 mg/l) and red severe oxygen depletion (0-2 mg/l).



1 Sammenfatning

Iltsvindets udbredelse og styrke i de danske farvande var i november mindsket betydeligt i forhold til i oktober grundet vejræssige forhold. I november forekom iltsvind således kun i beskeden udstrækning, og kun enkelte steder var der kraftigt iltsvind. Det udbredte og kraftige iltsvind i det sydlige Lillebælt og Flensborg Fjord i oktober var således mindsket betydeligt i udstrækning og styrke i november.

Vejrmæssigt var perioden fra sidste halvdel af oktober til midt i november kendetegnet ved ustadigt og blæsende vejr, som normalt for årstiden. Lufttemperaturen og især bundvandstemperaturen samt nedbørsmængden var dog betydeligt over normalen for november.

Det blæsende vejr bevirkede, at iltsvindet reduceredes markant og midt i november var begrænset til områder af beskeden udstrækning og næsten uden tilstedeværelse af kraftigt iltsvind (*figur 1 & 2*). Således forekom der kun iltsvind i afgrænsede områder i den sydøstlige del af Danmark (bortset fra det permanente iltsvindsområde i Mariager Fjord). Iltsvindet var forsat mest markant i den sydlige del af Lillebælt, men også her var iltforholdene forbedret markant.

Iltsvindet forventes at aftage yderligere og formodentlig forsvinde helt i de resterende iltsvindsområder inden for de næste par uger.

English summary

The extent of oxygen depletion and its strength in the Danish marine waters in November was significantly less than in October due to the weather conditions. Thus, in November oxygen depletion was limited to smaller areas and only very few places were exposed to severe oxygen depletion. The extensive and severe oxygen depletion in the southern Little Belt and Flensborg Fjord in October was also significantly reduced in extent and strength in November.

The weather conditions during the period from late half of October to mid-November were characterised by being unstable and windy as is normal for this time of the year. However, the air temperature and especially the bottom water temperature together with the precipitation were significantly above the long-term average for November.

Windy conditions during the period cause a pronounced reduction of the oxygen depletion which in mid-November was limited to small areas and almost no severe oxygen depletion (*figure 1 & 2*). Thus, the remaining oxygen depletion was only found in restricted areas in the south-eastern part of Denmark (apart from the permanent oxygen depletion area in Mariager Fjord). Oxygen depletion was still most dominant in the southern part of the Little Belt, but also here the oxygen conditions had improved significantly.

The oxygen depletion is expected to further improve and most likely disappear in the remaining impacted areas within the next couple of weeks.

2 Indledning

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) udsender hvert år i slutningen af august, september, oktober og november en rapport, der beskriver de aktuelle iltforhold i de danske farvande. Dette er årets fjerde og dermed sidste iltsvindsrapport, som giver en status for den aktuelle udvikling og udbredelse af iltsvind i de danske farvande for perioden fra sidst i oktober til sidst i november (18/10-22/11). Formålet er at give offentligheden et overblik over iltsvindssituationen i perioden.

Oversigten er udarbejdet af Institut for Bioscience, Aarhus Universitet, i samarbejde med Naturstyrelsen samt svenske og tyske institutioner. Grundlaget for rapporten er Naturstyrelsens målinger af iltindholdet i danske farvande og SMHI's iltmålinger i åbne farvande, samt de svenske läns- og vattenårdsförbunds iltmålinger i svenske kystvande og tyskernes iltmålinger i de nordtyske kystnære områder.

På baggrund af de aktuelle målinger udarbejder Institut for Bioscience kort over iltforholdene for landet som helhed og for Limfjorden, mens Naturstyrelsens decentrale enheder udarbejder kort for de øvrige lokale områder. Udbredelseskortene er baseret på ekstrapolationer af de faktiske målinger ud fra dybdemodeller for de enkelte områder, og de skal derfor tolkes som den mest sandsynlige udbredelse af iltsvindet.

2.1 Hvad er iltsvind

Iltkoncentrationen ved havbunden er et resultat af to modsatrettede processer - iltforbrug og ilttilførsel. Iltforbruget kommer fra bunddyrs og bakteriers nedbrydning af organisk stof i sedimentet, og dets størrelse afhænger af mængden af tilført organisk stof og af temperaturen. Ilttilførslen er først og fremmest styret af vindforholdene, som er afgørende for vandudskiftningen nær bunden. Ved lagdeling af vandsøjlen forringes iltforholdene, idet ilttilførslen fra overfladen begrænses. Derfor opstår iltsvind i lavvandede farvande i forbindelse med stille, varme perioder med temperaturlagdeling af vandsøjlen, eller hvis et tyndt lag salt og tungt bundvand trænger ind langs bunden med en saltlagdeling til følge. I dybere farvande med permanent lagdeling i sommerhalvåret ses derimod et karakteristisk mønster med højt iltindhold i bundvandet i vinterperioden efterfulgt af faldende iltindhold fra foråret til sensommer og efterår, hvor iltindholdet er lavest. Længerevarende isdække kan også afkoble ilttilførslen til bundvandet og udløse iltsvind.

I Danmark betegnes det som 'iltsvind', når iltkoncentrationen er under 4 mg/l og som 'kraftigt iltsvind', når koncentrationen er under 2 mg/l. Iltindholdet i bundvandet er af afgørende betydning for livsbetingelserne for bunddyrene og de bundlevende fisk, og det påvirker biogeokemien for en lang række stoffer og den interne belastning med næringsstoffer. Ved moderat iltsvind søger mange fisk væk fra området. Under længere perioder med kraftigt iltsvind begynder bunddyrene at dø, og der kan dannes hvide belægninger af svovlbakterier på havbunden - det såkaldte liglagen. Til sidst kan der frigives svovlbrinte, som er giftig og slår de fleste bunddyr ihjel. Når bunddyrene dør, forsvinder fiskenes fødegrundlag, og der går flere år efter iltsvindets ophør, før der igen er etableret et samfund af bunddyr med normal aldersfordeling, artssammensætning og individantal.

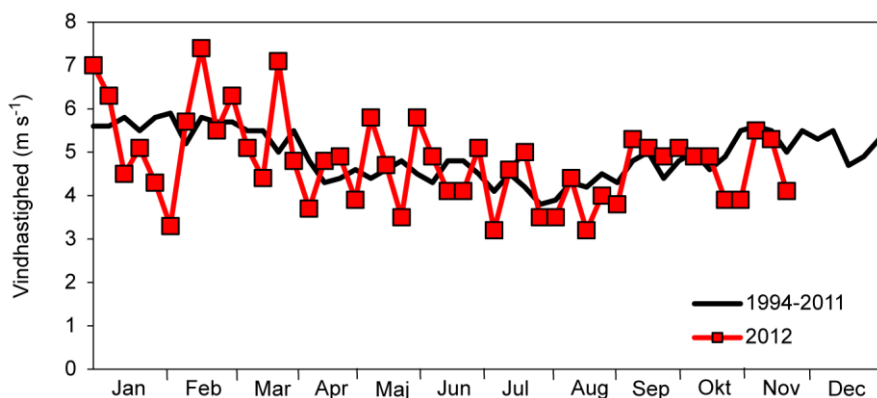
3 Vind, temperatur og nedbør

3.1 Vind

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

Figur 3. Ugentlig middelvindhastighed i 2012 i Danmark og langtidsmidlen for 1994-2011. Baseret på ugeberetninger fra DMI.

Weekly mean wind speed for 2012 in Denmark and long-term average for 1994-2011. Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



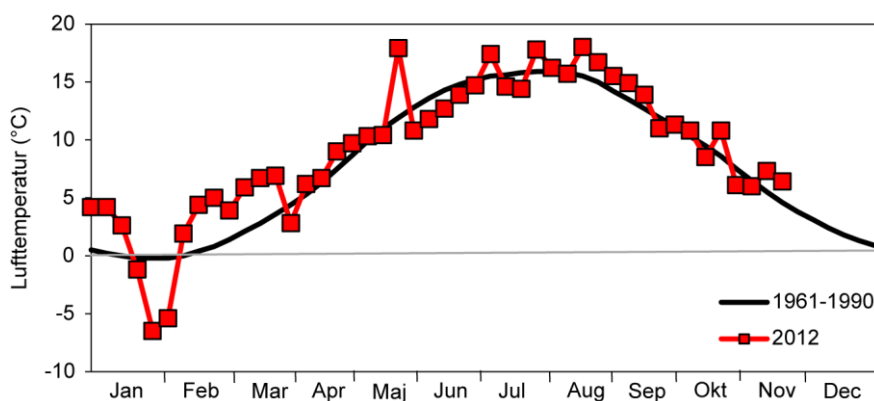
Der var høj middelvind i årets to første uger, hvorefter der fulgte en periode på fire uger med meget lidt vind (*figur 3*). Siden midt i februar har middelvinden svinget omkring langtidsmidlen for 1994-2011. Hen over sommeren og efteråret har vinden generelt ligget tæt på langtidsmidlen. I sidste halvdel af oktober og midt i november var vinden dog noget under langtidsmidlen.

3.2 Temperatur

Lufttemperaturen påvirker temperaturen i overfladevandet og med nogen tidsforsinkelse også temperaturen i bundvandet, efterhånden som vandsøjlen opblandes. Opblandingen sker hurtigere i lavvandede områder, hvorfor bundvandstemperaturen her er langt mere direkte koblet til lufttemperaturen end i de dybere åbne farvande. Bundvandstemperaturen påvirkes desuden ved indstrømning af bundvand fra tilstødende områder. Bundvandets temperatur har betydning for mængden af ilt i vandet samt for, hvor hurtigt iltten bliver forbrugt, idet højere temperaturer mindsker iltens opløselighed og øger iltforbruget.

Figur 4. Ugentlig lufttemperatur i Danmark i 2012 og langtidsmidlen for 1961-1990. Baseret på målinger foretaget af Naturstyrelsen.

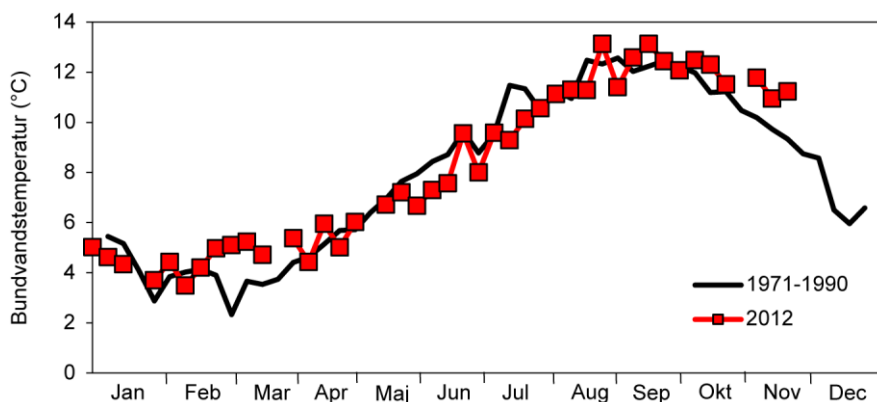
Weekly air temperature in Denmark in 2012 and long-term average for 1961-1990. Based on measurements by the Danish Nature Agency.



Sammenlignet med normalen (1961-1990) var det varmt i januar, koldt i det meste af februar og varmt i marts (figur 4). Derefter har lufttemperaturen ligget omkring normalen. Dog var temperaturen markant forhøjet i slutningen af maj samt mindre udtalt i begyndelsen og slutningen af juli, hele august, midt i oktober og de seneste målinger for første halvdel af november.

Figur 5. Ugentlig bundvandstemperatur i de åbne indre farvande i Danmark i 2012 og langtidsmidlen for 1971-1990. Baseret på målinger foretaget af Naturstyrelsen.

Weekly bottom water temperature from open inner waters in Denmark in 2012 and long-term average for 1971-1990. Based on measurements by the Danish Nature Agency.



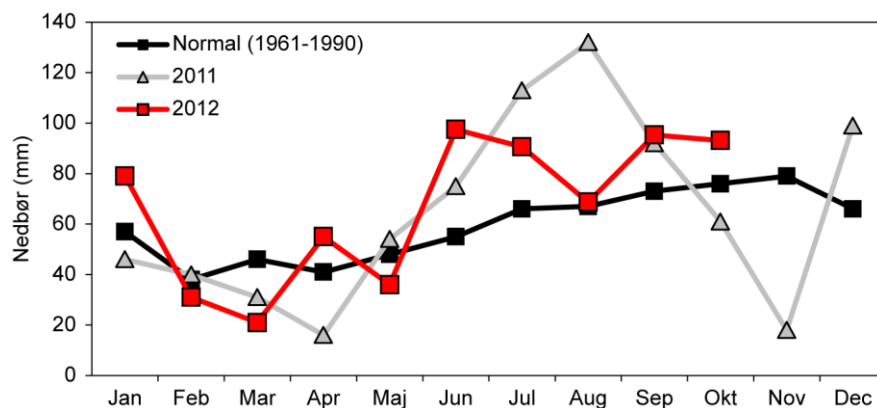
Bundvandstemperaturen har i 2012 i grove træk fulgt udviklingen for langtidsmidlen (figur 5). Temperaturen var dog noget over langtidsmidlen i marts og hovedsageligt under langtidsmidlen fra juni til midt i juli. Siden midt i august har temperaturen overvejende ligget over langtidsmidlen, særlig markant siden slutningen af oktober.

3.3 Nedbør

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

Figur 6. Månedlig nedbør i Danmark i 2011 og 2012 i forhold til langtidsmidlen for perioden 1961-1990. Baseret på månedsberetninger fra DMI.

Monthly precipitation in Denmark in 2011 and 2012 compared to monthly averages for the period 1961-1990. Based on monthly reports from the Danish Meteorological Institute.



Der var relativt lidt nedbør i marts, mens det regnede en del mere end normalt i januar, juni, juli, september og oktober (figur 6). Sidste år var der også megen nedbør i sommerperioden, hvilket affødte en stor ferskvandsafstrømning hen over sommeren/sensommeren med et maksimum, som var forskudt ca. en måned i forhold til nedbøren. I oktober var nedbøren noget over normalen (ca. +20 %) og markant over niveauet i 2011 (ca. +50 %).

4 Oversigt over de enkelte farvande

4.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak

Der er i perioden fra slutningen af oktober til midt i november ikke registreret iltsvind i **Vadehavet** eller på de kystnære målestationer i **Nordsøen/Vesterhavet** og **Nordsøen/Skagerrak** ud for henholdsvis Ringkøbing/Esbjerg og Hirtshals.

I **Ringkøbing Fjord** og **Nissum Fjord** er der heller ikke målt iltsvind i perioden.

4.2 Limfjorden

Der er ikke registreret iltsvind i **Limfjorden** fra sidste halvdel af oktober til midt i november.

4.3 Kattegat og omgivende farvande

Der er heller ikke målt iltsvind på nogen af stationerne i den nordlige halvdel af **Kattegat** inklusiv **Aalborg Bugt**.

I **Mariager inderfjord** har der været gode iltforhold bortset fra ud for Maria-ger på stationen 'Dybet', som ligger i et naturligt iltsvindsområde med permanent iltfrit i bundvandet. På denne station var iltsvindet begrænset til dybder på 16 meter eller derover.

I **Randers Fjord** og i **Hevring Bugt** blev der ikke målt iltsvind i perioden.

4.4 Aarhus Bugt, nordlige Bælthav og omgivende farvande

I **Aarhus Bugt** og tilstødende områder blev der kun registreret iltsvind i **Knebel Vig** på dybder større end ca. 15 meter. Midt i november var iltindholdet dog forsåt lavt (5-7 mg/l) i store dele af **Århus Bugt**, **Kalø Vig**, **Ebeltoft Vig** og **Hjelm Dyb**.

Der blev i perioden ikke registreret iltsvind i hverken **Horsens Fjord**, **As Vig**, **Vejle Fjord**, **Kolding Fjord** eller i det **nordlige Lillebælt**.

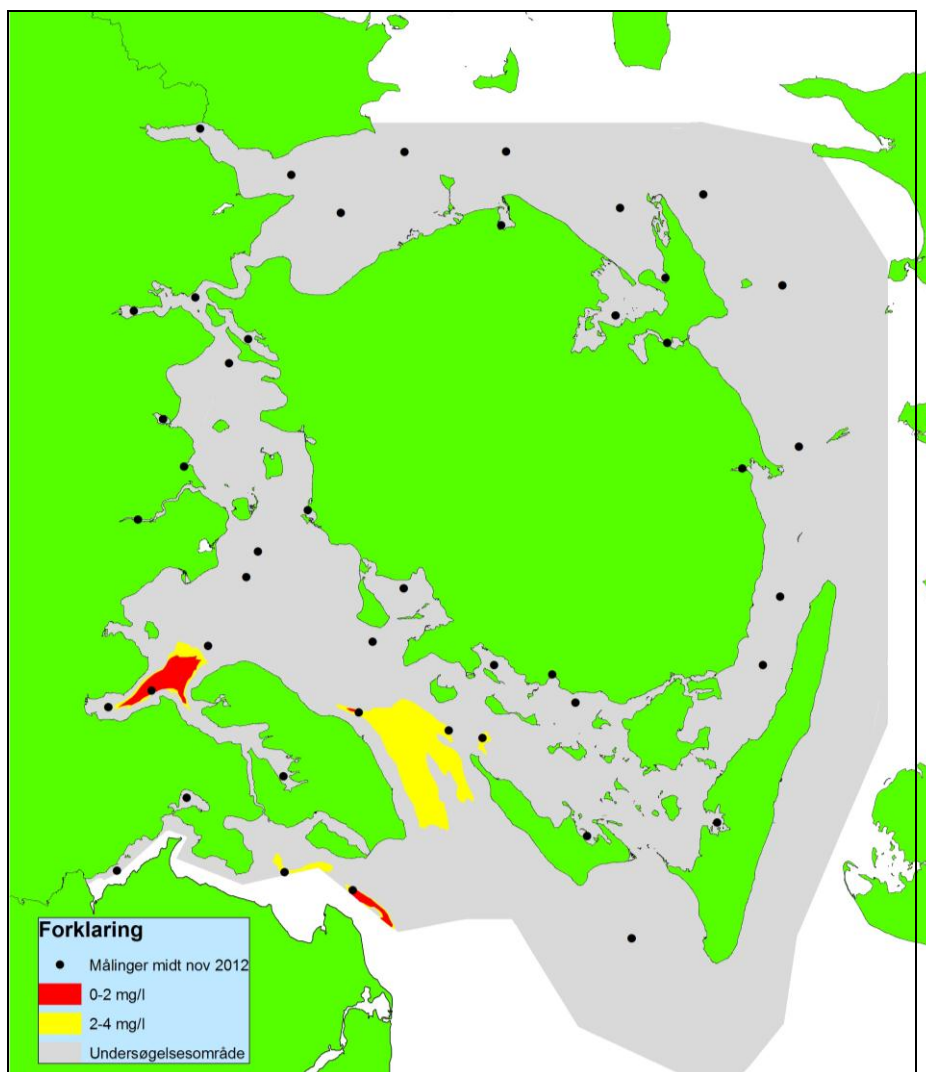
Overordnet for hele området har iltindholdet i bundvandet i perioden generelt været på niveau med langtidsgennemsnittet for 1989-2011.

4.5 Lillebælt og omgivende farvande

Det ustadige efterårsvejr har medført, at det markante iltsvind i **Lillebælt** og de **tilstødende sydjyske fjorde** er forsvundet i langt størstedelen af området (*figur 7*). Iltsvindet er reduceret både i dets arealmæssige udstrækning og i dets styrke. Det forventes, at de sidste rester af iltsvindet vil være væk inden for et par uger, hvis det ustadige og blæsende vejr fortsætter. Faldende temperatur vil ligeledes påvirke udviklingen i retning af forbedrede iltforhold i vandsøjlen.

Figur 7. Udbredelsen af iltsvind i midten af november i Lillebælt med tilstødende fjorde og farvandet omkring Fyn. Gul angiver iltsvind (2-4 mg/l) og rød kraftigt iltsvind (0-2 mg/l). Grå angiver dækningsområdet og sorte pletter målestationer. Udarbejdet af Naturstyrelsen Ribe og Odense.

Areas covered by oxygen depletion mid-November in the southern Little Belt with adjacent fjords and the areas around Funen. Yellow indicates oxygen depletion (2-4 mg/l) and red severe oxygen depletion (0-2 mg/l). Grey indicates coverage area and black spots monitoring stations. Produced by the Danish Nature Agency Ribe and Odense.



I **Haderslev Fjord** blev der modsat i oktober ikke registreret iltsvind, om end iltindholdet var tæt på iltsvindsgrensen.

I **Genser Bugt** har iltforholdene været forholdsvis stabile siden slutningen af september måned med et iltindhold lidt over iltsvindsgrensen.

I **Aabenraa Fjord** er iltforholdene forbedret siden oktober, idet der i november kun målt iltsvind i den ydre del af fjorden på dybder større end ca. 28 meter og kraftigt iltsvind på dybder større end ca. 30 meter mod henholdsvis 19 meter og 24 meter i oktober. I *figur 1* fremstår iltsvindet i området mindre i udbredelse og styrke end i *figur 7*. Det skyldes, at dybdemodellen bag det nationale kort har en mindre opløselighed end den dybdemodell, som er anvendt for lokalområdet, og som derfor må anses for mest retvisende.

I **Als Fjord** og **Augustenborg Fjord** blev der ikke registreret iltsvind i november, hvilket heller ikke var tilfældet i oktober.

I den **sydlige del af Lillebælt** mellem **Ærø** og sydspidsen af **Als** er iltsvindet mindsket betydeligt, idet det store område med kraftigt iltsvind i oktober er reduceret til et meget lille areal tæt på **Als**. Der er dog forsat iltsvind i området, men både udbredelsen og styrken er markant mindre end ved sidste rapportering. Det skal dog bemærkes, at kortlægningen af iltsvindets ud-

bredelse i området er mere usikker end ved årets tidligere rapporteringer, da der grundet dårligt vejr er indsamlet færre data.

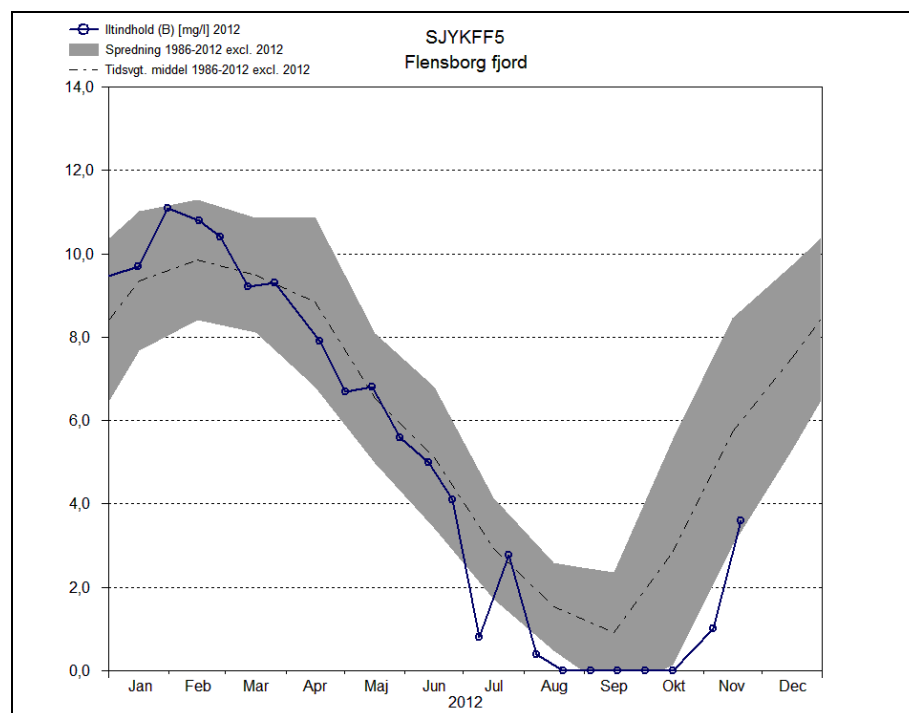
I **Nybøl Nor**, som er forbundet med Flensborg Fjord, er det markante iltsvind fra oktober forsvundet.

I **Flensborg Fjord** er iltforholdene også forbedret, idet der ikke er målt iltsvind i den **indre del**, og i den **ydre del** er iltsvindets udbredelse reduceret væsentligt. Det kraftige iltsvind fra oktober var i starten af november begrænset til den yderste station ved **Sønderborg Bugt**, hvor iltindholdet ved den seneste måling midt i november var markant forbedret omend forsat under langtidsmidlen og lige akkurat under iltsvindsgænsen (*figur 8*).

I de meget lavvandede **Hejls Nor** og **Avnø Vig** blev der ikke registreret iltsvind i 2012.

Figur 8. Målte iltkoncentrationer i bundvandet i 2012 i forhold til tidsvægtede langtidsmidler (1986-2011) for den ydre del af Flensborg Fjord. Grå = spredning. Udarbejdet af Naturstyrelsen Ribe.

Oxygen concentrations in the bottom water in 2012 compared to long-term means for the period 1986-2011 in the outer part of Flensborg Fjord. Grey = standard deviation. Produced by the Danish Nature Agency Ribe.



Kraftig blæst samt lidt lavere temperatur har forbedret iltforholdene i **Det Sydfynske Øhav** i forhold til i oktober. Således er der ikke registreret iltsvind i Ringsgaardbassinet eller i området's fjorde og øvrige lavvandede farvande. I **Ærøbassinet** er iltsvindets udbredelse reduceret og forekommer nu kun på de største dybder i området's vestlige del.

I **Langelands Sund** er iltforholdene også forbedret, idet der i perioden ikke er målt iltsvind i området.

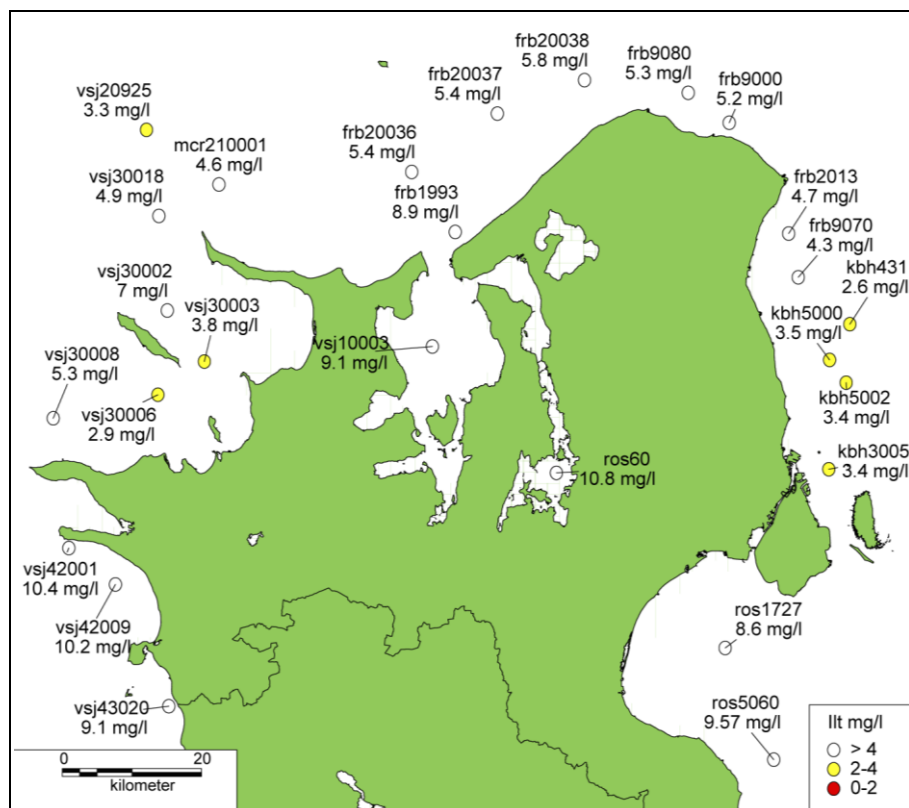
4.6 Storebælt, sydlige Kattegat, Øresund og omgivende farvande

Der blev fra sidste halvdel af oktober til midt i november registreret iltsvind i den sydlige del af **Kattegat** nord for **Sjællands Odde** og i **Sejerø Bugt** på dybder større end ca. 17 meter (*figur 9*). På størstedelen af de øvrige stationer i området var iltindholdet reduceret og for enkelte stationer nær iltsvindsgænsen.

I **Øresund** blev der i perioden målt iltsvind på flere stationer i området omkring og syd for **Nivå Bugt** og ved **Saltholm** (figur 9). Iltsvindet er dog ved den seneste måling omkring midten af november reduceret til en enkelt station i den sydlige del af området. Der blev ikke konstateret iltsvind i **Storebælt**, **Roskilde Fjord** eller **Isefjord**.

Figur 9. Målinger af iltindhold i farvandet omkring Nordsjælland fra 18. oktober til 21. november 2012. For hver station vises det lavest registrerede iltindhold kategoriseret som > 4 mg/l (ikke iltsvind), 2-4 mg/l (iltsvind) eller 0-2 mg/l (kraftigt iltsvind). Udarbejdet af Naturstyrelsen Storstrøm.

Measurements of oxygen in the sea around the north of Zealand from 18 October to 21 November 2012. For each station is shown the lowest registered oxygen concentration during the period. Produced by the Danish Nature Agency Storstrøm.



4.7 Vestlige Østersø og Bornholmsbassinet

I **Smålandsfarvandet** blev der ikke målt iltsvind i perioden. På stationen i **Fakse Bugt** blev der registreret et iltindhold lige under iltsvindsgrænsen sidst i oktober, men siden er der ikke målt iltsvind.

I perioden blev der målt kraftigt iltsvind ved bunden i **Bornholmsbassinet** øst for Bornholm, som er et naturligt iltsvindsområde med næsten permanent iltsvind.

5 Kort over danske farvande



Figur 10. Oversigt over danske farvande med fokus på potentielle iltvindsovråder.

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

6 Kontaktpersoner

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet
Jens Würgler Hansen, tlf. 8715 8805, e-mail jwh@dmu.dk

Naturstyrelsen Aalborg
Svend Aage Bendtsen, tlf. 7254 3723, e-mail saabe@nst.dk

Naturstyrelsen Aarhus
Helene Munk Sørensen, tlf. 7254 3890, e-mail hemso@nst.dk

Naturstyrelsen Vestjylland
Bent Jensen, tlf. 7254 3785, e-mail benje@nst.dk
Jette Poulsen Engholm, tlf. 7254 3796, e-mail jepni@nst.dk

Naturstyrelsen Storstrøm og Naturstyrelsen Roskilde
Benny Bruhn, tlf. 7254 3357, e-mail bebru@nst.dk
Søren Larsen, tlf. 7254 3346, e-mail solar@nst.dk (rederifunktionen)

Naturstyrelsen Odense
Mikael Hjorth Jensen, tlf. 7254 3501, e-mail mihje@nst.dk

Naturstyrelsen Ribe
Hanne Fogh Vinter, tlf. 7254 3434, e-mail hafog@nst.dk

Naturstyrelsen
Tonny Niilonen, tlf. 7254 4866, e-mail tonny@nst.dk

Sveriges Meteorologiske og Hydrologiske Institut (SMHI)
Jan Szaron, tlf. +46 31 751 8971, e-mail jan.szaron@smhi.se,
hjemmeside: www.smhi.se

Leibniz Institute for Baltic Sea Research Warnemünde (IOW)
Günther Nausch, tlf. +49 38 151 9733,
e-mail guenther.nausch@io-Warnemuende.de

State Agency of Environment, Nature Protection and Geology Mecklenburg Vorpommern
Marina Carstens, e-mail marina.carstens@lung.mv-regierung.de