

Iltsvind i de danske farvande i oktober-november 2013

Rapporteringsperiode: 24. oktober – 20. november

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

29. november 2013

Jens Würgler Hansen
Ole Manscher
Thorsten J. Skovbjerg Balsby

Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Rekvirent:
Naturstyrelsen
Antal sider: 12

Faglig kommentering:
Henrik Fossing, Institut for Bioscience
Kvalitetssikring, DCE:
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/>

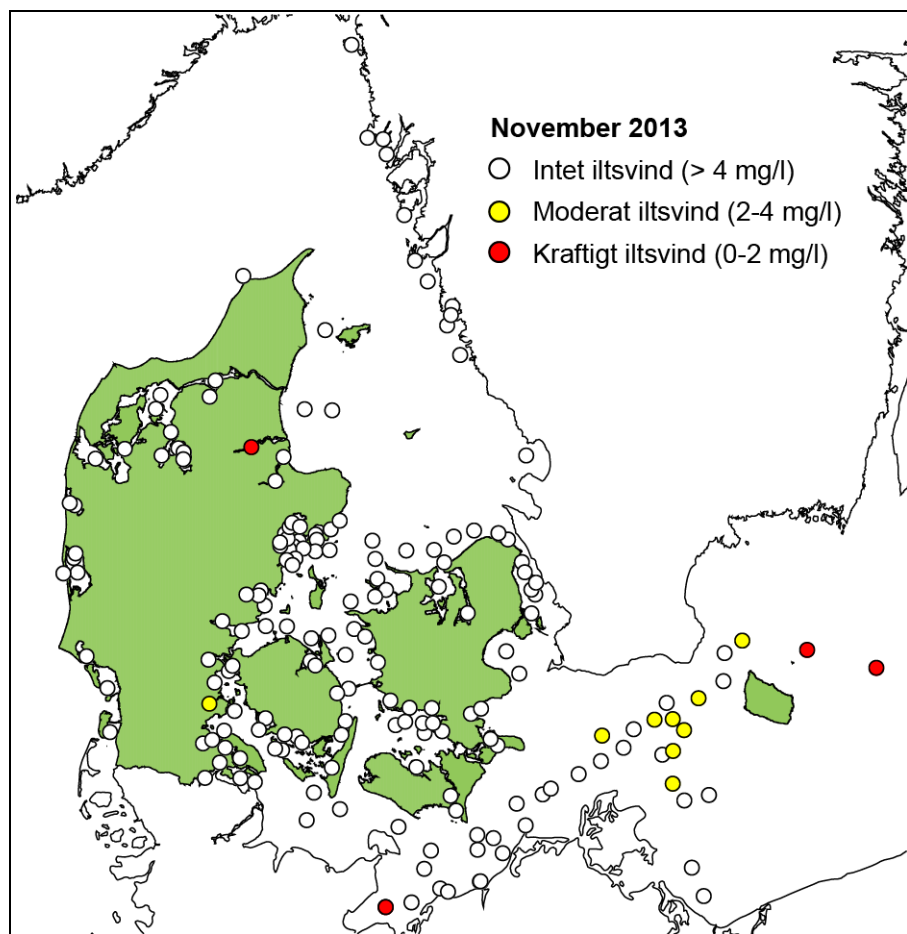
Indhold

1	Sammenfatning	4
	English summary	4
2	Indledning	5
2.1	Hvad er iltvind?	5
3	Vind, temperatur og nedbør	7
3.1	Vind	7
3.2	Temperatur	7
3.3	Nedbør	8
4	Oversigt over de enkelte farvande	9
4.1	Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak	9
4.2	Limfjorden	9
4.3	Kattegat og omgivende farvande	9
4.4	Aarhus Bugt og omgivende farvande	9
4.5	Nordlige Bælthav, Lillebælt og omgivende farvande	10
4.6	Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster	10
4.7	Farvandene rundt om Bornholm	10
	Kort over danske farvande	11
5	Kontaktpersoner	12

Iltsvind i de indre farvande i november 2013

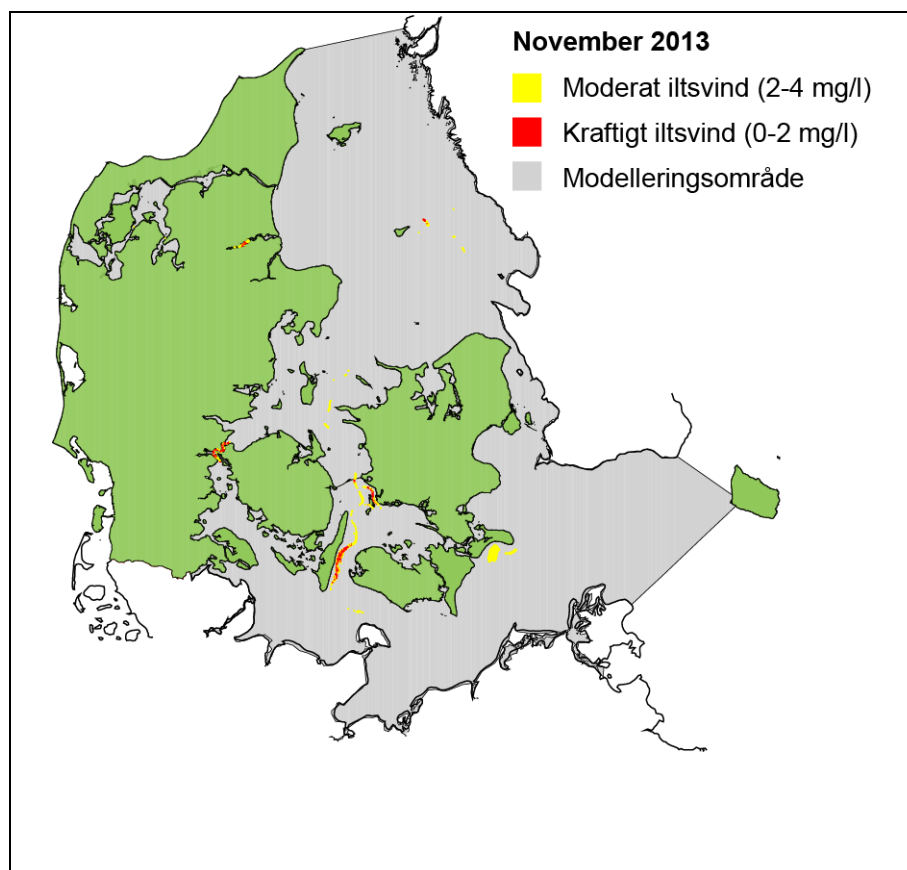
Figur 1. Kortet viser de stationer i 2013, hvor iltforholdene er undersøgt af danske, svenske og tyske institutioner fra 1. til 20. november. For hver station vises det lavest registrerede iltindhold i perioden.

The map shows stations visited in 2013 by Danish, Swedish, and German authorities from 1 to 20 November. Markers at each station present the lowest registered oxygen content.



Figur 2. Udbredelse af iltsvind modelleret ud fra målinger foretaget 11.-20. november (de angivne områder med moderat og kraftigt iltsvind er modelberegnet baseret på dybdeekstrapolationer af de målte iltprofiler). Bemærk at *figur 1* viser de lavest registrerede iltkoncentrationer for hele perioden og derfor ikke nødvendigvis kan sammenlignes med *figur 2*, som kun omfatter en del af perioden.

Areal distribution of oxygen depletion modelled for 11-20 November (the indicated areas with moderate and severe oxygen depletion are model calculations based on depth extrapolation of measured oxygen profiles). Please note, that *figure 1* shows the lowest observed concentrations for the entire period and thus cannot necessarily be compared to *figure 2*, that only covers part of the period.



1 Sammenfatning

Iltsvindets udbredelse og styrke i de indre farvande aftog markant fra sidst i oktober til midt i november hovedsageligt som følge af den kraftige storm sidst i oktober. Således blev der midt i november ikke registreret iltsvind nogen steder bortset fra det naturlige iltsvindområde 'Dybet' i Mariager Fjord. Der forventes derfor ikke yderligere iltsvind i de indre farvande i år.

Vejrmæssigt var den vigtigste begivenhed i perioden fra sidst i oktober til midt i november den kraftige storm 28. oktober med vindstød af orkanstyrke. Desuden var der i perioden et fald i temperaturen, hvilket yderligere var med til at bedre iltforholdene.

Sidst i oktober blev der som de eneste steder, ud over Mariager Fjord, registreret moderat og kraftigt iltsvind i Aabenraa Fjord og Flensborg Fjord/Sønderborg Bugt. Midt i november blev der ikke målt iltsvind nogen steder bortset fra i Mariager Fjord (*figur 1 & 2* - de angivne områder med moderat og kraftigt iltsvind er modelberegnet baseret på dybde-ekstrapolationer af de målte iltprofiler). I Mariager Fjord var der i 'Dybet' den lidt specielle situation, at iltholdigt vand fra Kattegat var presset ind i fjorden langs bunden og derved havde løftet den iltfrie zone et par meter op i vandsøjlen.

Der forventes ikke yderligere iltsvind i år, da den kommende måned typisk er karakteriseret ved faldende temperaturer og mere vind.

English summary

The area with oxygen depletion as well as its strength decreased significantly from late October to mid-November primarily due to the severe storm in late October. Accordingly, no oxygen depletion was registered in mid-November apart from the natural oxygen depleted area 'Dybet' in Mariager Fjord. No further oxygen depletion is expected this year.

For the weather conditions, the most important event in the period from late October to mid-November was the severe storm with gusts of hurricane strength on 28 October. Moreover, the temperature dropped during the period, which further improved the oxygen conditions.

In late October moderate and severe oxygen depletion were registered only in Mariager Fjord, Aabenraa Fjord, and Flensborg Fjord/Sønderborg Bugt. In mid-November no oxygen depletion was recorded anywhere apart from Mariager Fjord (*figure 1 & 2* - the indicated areas with moderate and severe oxygen depletion are model calculations based on depth extrapolation of measured oxygen profiles). In 'Dybet' in Mariager Fjord the October storm forced oxygen rich water from Kattegat into the fjord along the bottom and thus lifted the oxygen depleted water a couple of metres.

No further oxygen depletion is expected this year if the climatic conditions develop as expected for the season with decreasing temperatures and increasing wind.

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 den fjerde og sidste iltsvindsrapport i 2013, som giver en status for den aktuelle udvikling og udbredelse af iltsvind i de indre farvande for perioden 24. oktober til 20. november. 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 Vattenvårdsförbunds 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, mens Naturstyrelsens enheder udarbejder kort for lokale områder. Udbredelseskortene er baseret på ekstrapolationer af de faktiske målinger ud fra dybdemodeller for de enkelte områder, og viser derfor den mest sandsynlige udbredelse af iltsvindet.

2.1 Hvad er iltsvind?

Iltsvind er et naturligt fænomen, som kan forøges i udbredelse og styrke som følge af eutrofiering (forøget tilførsel af næringssalte og organisk stof) og klimaforandringer. Iltsvind opstår, når iltforbruget i bundvandet er større end ilttilførslen. Iltforbruget skyldes bunddyrs og bakteriers/mikrobiel respiration med ilt ved nedbrydning af organisk stof i vandsøjlen og sedimentet, og forbrugets størrelse afhænger af mængden og nedbrydeligheden af tilført organisk stof og af temperaturen. Ilttilførslen er først og fremmest styret af vejrforholdene, som er afgørende for omrøringen af vandsøjlen og vandudskiftningen nær bunden (ventilation). Manglende omrøring kan føre til lagdeling af vandsøjlen og som følge heraf utilstrækkelig tilførsel af ilt til bunden. Iltsvind opstår derfor typisk i forbindelse med stille, varme perioder med temperaturlagdeling af vandsøjlen, og/eller ved saltlagdeling som følge af indtrængende saltere og tungere bundvand eller ferskere og lettere overfladevand. Længerevarende isdække kan også afkoble ilttilførslen til bundvandet og forårsage iltsvind. Overordnet betragtet er det således eutrofieringen, som skaber grundlaget for iltsvind i et omfang ud over det naturlige, mens det er de klimatiske forhold, som udløser det.

I Danmark betegnes det som *iltsvind*, når iltkoncentrationen i vandet er under 4 mg l^{-1} og som *kraftigt iltsvind*, når koncentrationen er under 2 mg l^{-1} – niveauet mellem 2 og 4 mg l^{-1} kaldes for *moderat iltsvind*. Iltindholdet i bundvandet er af afgørende betydning for livsbetingelserne for bunddyrene og de bundlevende fisk. Iltsvind påvirker desuden stofomsætningen og biogeokemien i havbunden og dermed den interne belastning med næringssalte, dvs. frigivelsen af næringssalte fra havbunden til vandfasen. Ved moderat iltsvind søger mange fisk og mere mobile bunddyr væk fra de ramte områder, og under længere perioder med kraftigt iltsvind begynder bunddyrene at dø. Kraftigt iltsvind kan også opstå pludseligt, hvis vind og strøm flytter iltfattigt vand fra et område til et andet, hvorved bunddyr og fisk kan blive fanget i det iltfattige vand og dø. Hvide belægninger af svovlbakterier på hav-

bunden - det såkaldte liglagen - viser, at havbunden er helt uden ilt. I den forbindelse kan der sammen med metanbobler (bundvending) frigives svovlbrinte, som er så giftig, at den slår de fleste tilstedeværende bunddyr og fisk ihjel. Når bunddyrene dør, forsvinder ikke bare fiskenes fødegrundlag, men også bunddyrenes opblanding af havbunden (bioturbation), der er vigtig for at holde havbunden veliltet og dermed reducere den interne belastning med næringsalte. Afhængig af iltsvindets intensitet kan der gå op til mange år efter iltsvindets ophør, før der igen er etableret et samfund af bunddyr med normal aldersfordeling, artssammensætning og individantal.

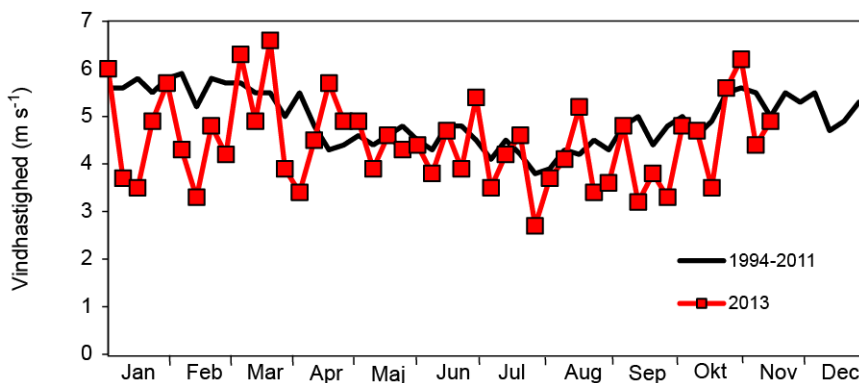
3 Vind, temperatur og nedbør

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 iltvindshændelser. Kraftige vindhændelser kan til gengæld nedbryde lagdelingen og tilføre ilt til bundvandet.

Figur 3. Ugentlig middelvindhastighed i 2013 i Danmark og langtidsmidlen for 1994-2011. Baseret på ugeberetninger fra DMI.

Weekly mean wind speed for 2013 in Denmark and long-term average for 1994-2011. Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



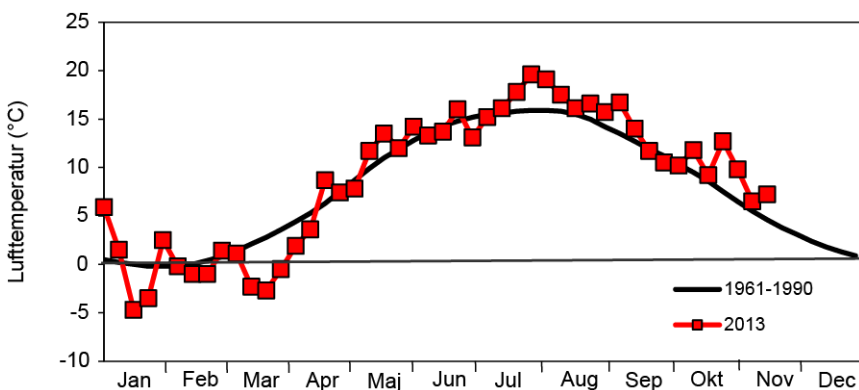
Der var overvejende en relativ lav middelvind i årets første tre måneder, hvorefter middelvinden har svinget omkring men hovedsageligt under langtidsmidlen for 1994-2011 (figur 3). Den 28. oktober var der kraftig storm med vindstød af orkanstyrke, som bevirkede, at den ugentlige middelvind sidst i oktober var over langtidsmidlen. De efterfølgende uger var middelvinden atter 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 i vand og øger iltforbruget i vand og havbund.

Figur 4. Ugentlig lufttemperatur i Danmark i 2013 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Baseret på ugeberetninger fra DMI.

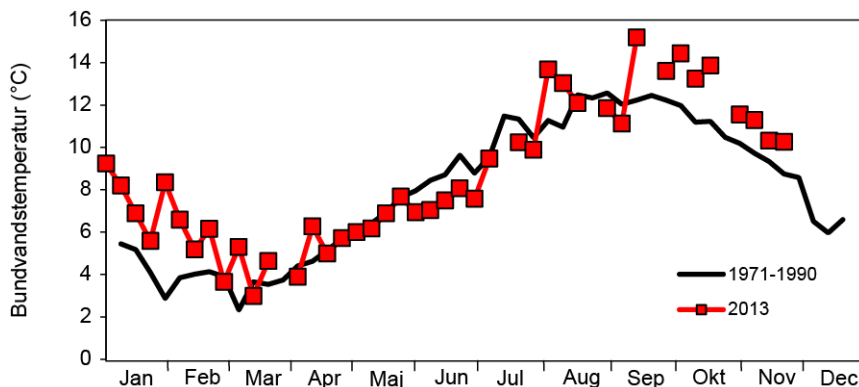
Weekly air temperature in Denmark in 2013 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



Indtil midt i april var lufttemperaturen overvejende under langtidsmidlen for 1961-1990 (figur 4). Specielt sidste halvdel af januar og marts var meget kold for årstiden. Fra midt i april til midt i juli lå temperaturen omkring langtidsmidlen. Fra midt i juli til midt i november har temperaturen været over langtidsmidlen bortset fra den sidste halvdel af september, hvor temperaturen lå omkring langtidsmidlen.

Figur 5. Ugentlig bundvandstemperatur (nederste 5 m) i de åbne indre farvande i Danmark i 2013 og langtidsmidlen for 1971-1990. Baseret på målinger foretaget af Naturstyrelsen.

Weekly bottom water temperature (bottom 5 m) from open inner waters in Denmark in 2013 and long-term average for 1971-1990. Based on measurements by the Danish Nature Agency.



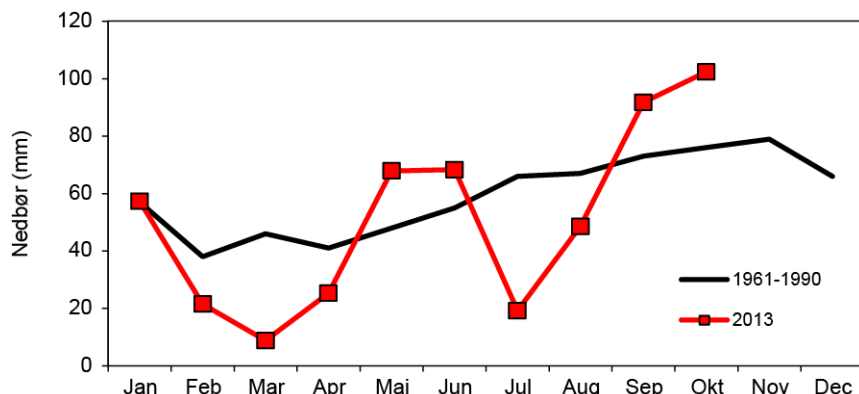
Bundvandstemperaturen var fra årets start og indtil midt i marts markant over langtidsmidlen for 1971-1990 (figur 5). Derefter fulgte temperaturen langtidsmidlen indtil juni, hvor den lå under langtidsmidlen. Temperaturen steg markant i juli, men faldt i løbet af august til lige under langtidsmidlen. Siden september har temperaturen ligget en del over langtidsmidlen.

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 2013 i forhold til langtidsmidlen for perioden 1961-1990. Baseret på månedsberetninger fra DMI.

Monthly precipitation in Denmark in 2013 compared to monthly averages for the period 1961-1990. Based on monthly reports from the Danish Meteorological Institute.



Året startede med en normal nedbørsmængde i januar, mens det ikke regnede ret meget fra februar til og med april (figur 6). I maj og juni kom der en del nedbør, mens nedbørsmængden var usædvanlig lav i juli og også ret lav i august. I september og oktober var nedbørsmængden over langtidsmidlen.

4 Oversigt over de enkelte farvande

Stednavne angivet med fed skrift fremgår af figur 8.

4.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak

Der er i perioden fra sidst i oktober til sidste halvdel af 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 de lavvandede vestjyske fjorde **Ringkøbing Fjord** og **Nissum Fjord** er der heller ikke registreret iltsvind i overvågningsperioden.

4.2 Limfjorden

I **Limfjorden** er der i overvågningsperioden ikke målt iltsvind. Dog er der i **Skive Fjord**, **Lovns Bredning**, **Hjarbæk Fjord** og i **Halkær Bredning** registreret lagdeling af vandsøjlen og reducerede iltforhold i bundvandet med iltkoncentrationer lidt over iltsvindsgrænsen.

4.3 Kattegat og omgivende farvande

Der er ikke blevet registreret iltsvind på stationerne i den nordlige halvdel af **Kattegat** og **Aalborg Bugt**.

I **Mariager Fjord** er iltforholdene forbedret væsentligt i forhold til midt i oktober. På stationen 'Dybet', som ligger i et naturligt iltsvindsområde ud for Mariager by, er det iltfrie bundlag reduceret fra at omfatte de nederste 24 m til de nederste 18 m. Den 21. november lå der dog et 2 m tykt bundlag af vand indstrømmet fra Kattegat med et iltindhold lidt over iltsvindsgrænsen.

I **Randers Fjord** og i **Hevring Bugt** er der forsat ikke konstateret iltsvind i år – i **Hevring Bugt** blev der ikke målt i denne overvågningsperiode, da det var usandsynligt, at iltindholdet var mindsket i forhold til ved sidste måling.

4.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande

I **Knebel Vig** var der helt iltfrie forhold ved bunden i slutningen af oktober. Men vandudskiftning i forbindelse med stormen den 28. oktober forbedrede iltforholdene, så iltindholdet i bundvandet i november lå lige over iltsvindsgrænsen.

Iltforholdene forbedredes også i **Kalø** og **Ebeltoft Vig** og **Århus Bugt** som følge af stormen, og der blev således ikke registreret iltsvind nogen af stederne i november.

I **Hjelm Dyb** blev der heller ikke registreret iltsvind i november, og iltindholdet var ikke længere tæt på iltsvindsgrænsen.

I **Horsens Fjord**, **As Vig** og **Vejle Fjord** var iltkoncentrationerne i november ligeledes et stykke over iltsvindsgrænsen.

Overordnet for hele området var iltindholdet i bundvandet i perioden generelt på niveau med langtids gennemsnittet for 1989-2012.

4.5 Nordlige Bælthav, Lillebælt og omgivende farvande

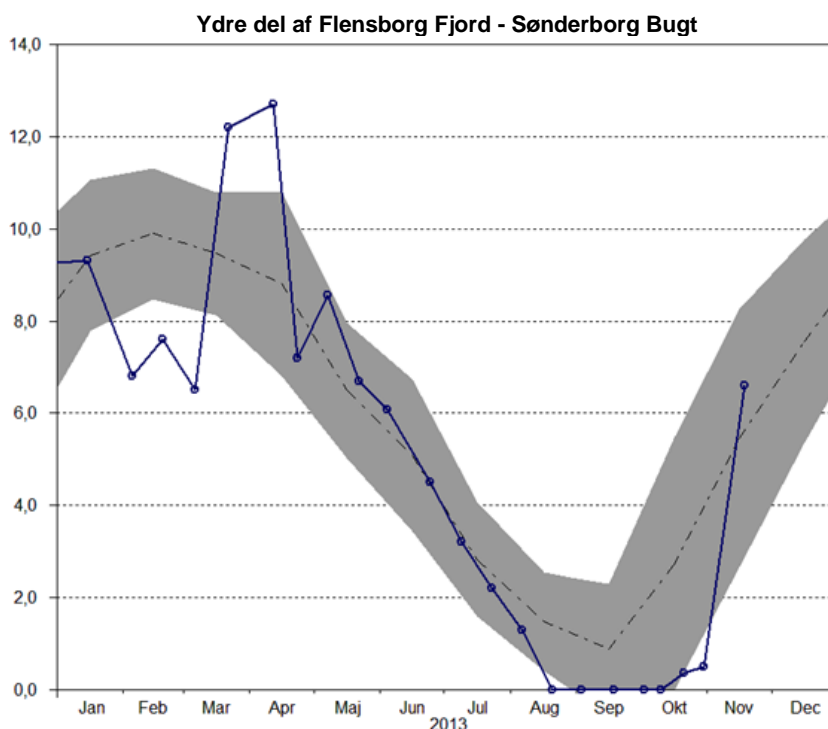
I det nordlige **Bælthav**, herunder det nordlige **Lillebælt**, og i det sydlige **Lillebælt** og de tilstødende sydjyske fjorde var iltsvindet forsvundet i november hovedsageligt som følge af den kraftige storm sidst i oktober.

Det overraskende markante iltsvind nord for **Fyn** i oktober var også forsvundet i november.

Sidst i oktober blev der registeret moderat iltsvind og kraftigt iltsvind i **Aabenraa Fjord** og **Flensborg Fjord/ Sønderborg Bugt**. Efter stormen forbedredes iltforholdene markant, således at der ved målingen midt i november ikke længere var iltsvind (figur 7). I november blev der heller ikke konstateret iltsvind i nogen af de andre farvande i området.

Figur 7. Målte iltkoncentrationer (mg/l) i bundvandet i 2013 (blå kurve) i forhold til tidsvægtede langtidsmidler for 1986-2012 (stiplet linje) for den ydre del af Flensborg Fjord - Sønderborg Bugt (grå = spredning). Udarbejdet af Naturstyrelsen Vadehavet.

Bottom water oxygen concentrations (mg/l) during 2013 (blue line) compared to long-term means for the period 1986-2012 (dotted line) in the outer part of Flensborg Fjord - Sønderborg Bay (grey = standard deviation). Produced by the Danish Nature Agency Vadehavet.



I **Det Sydfynske Øhav** og **Langlands Sund** forbedredes iltforholdene også i løbet af november, således at der ikke længere kunne konstateres iltsvind midt i november. De fleste steder var iltmætningen større end 80 %, dog var iltkoncentrationen i **Faaborg Fjord** tæt på iltsvindsgrænsen.

4.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster

I de kystnære farvande omkring **Sjælland**, **Lolland** og **Falster** er der ikke registeret iltsvind siden midt i oktober.

4.7 Farvandene rundt om Bornholm

Der blev registreret iltsvind både vest og øst for **Bornholm**. Området øst for **Bornholm**, **Bornholmsbassinet**, er et naturligt iltsvindsområde med næsten permanent iltsvind, hvor der blev målt kraftigt iltsvind på dybder større end 70 m og iltfrit i de nederste ca. 2 m.

Kort over danske farvande



Figur 8. Oversigt over danske farvande med fokus på potentielle iltsvindsområder.

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

5 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 Kronjylland
Helene Munk Sørensen, tlf. 7254 3890, e-mail hemso@nst.dk

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

Naturstyrelsen Nykøbing
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
Inga Holm, tlf. 7254 3498, e-mail inhol@nst.dk

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

Naturstyrelsen København
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