

Iltsvind i de danske farvande i juli-august 2014

Rapporteringsperiode: 1. juli – 20. august

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

29. august 2014
(revideret 23. juni 2015)

Jens Würgler Hansen
David Rytter
Thorsten J. Skovbjerg Balsby

Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Rekvirent:
Naturstyrelsen
Antal sider: 22

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	5
	English summary	7
2	Indledning	9
2.1	Hvad er iltvind?	9
3	Vind, temperatur og nedbør	11
3.1	Vind	11
3.2	Temperatur	11
3.3	Nedbør	12
4	Oversigt over de enkelte farvande	13
4.1	Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak	13
4.2	Limfjorden	13
4.3	Kattegat og omgivende farvande	15
4.4	Aarhus Bugt og omgivende farvande	15
4.5	Nordlige Bælthav, Lillebælt og omgivende farvande	16
4.6	Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster	19
4.7	Farvandene omkring Bornholm	20
	Kort over danske farvande	21
5	Kontaktpersoner	22

Iltsvind i de indre farvande i juli-august 2014

Figur 1. Kortene viser de stationer, hvor iltforsøgene er undersøgt af danske, svenske og tyske institutioner i juli (øverst) og august (nederst). For hver station vises det lavest registrerede iltindhold kategoriseret som > 4 mg/l (intet iltsvind), 2-4 mg/l (moderat iltsvind) eller 0-2 mg/l (kraftigt iltsvind).

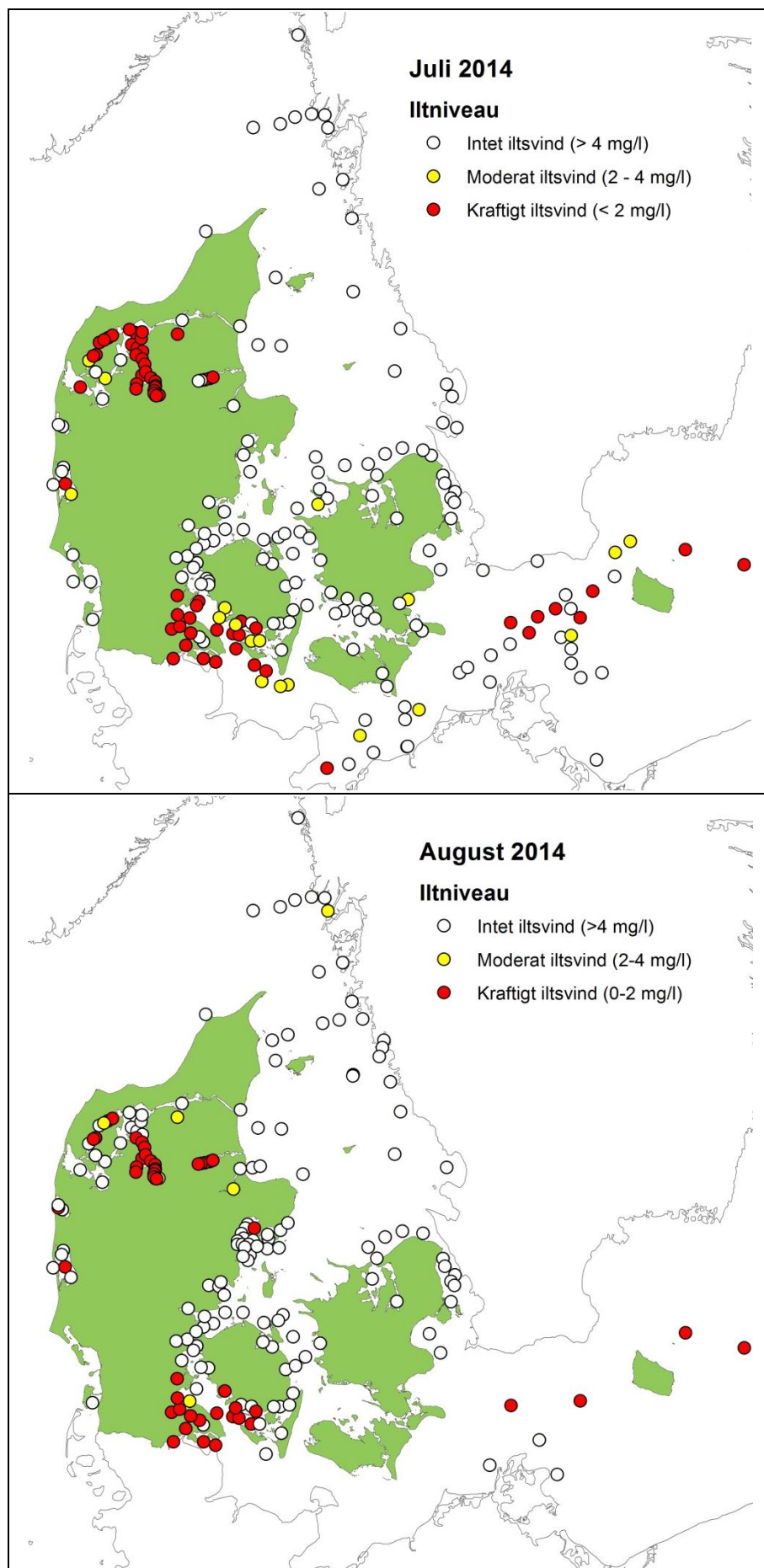
Bemærk at *figur 1* viser de lavest registrerede iltkoncentrationer for hele perioden i hhv. juli (1.-31. juli) og august (1.-20. august) og derfor ikke nødvendigvis kan sammenlignes med *figur 2*.

Nye kort pga. fejl i svenske data i tidligere version.

The maps show stations visited by Danish, Swedish, and German authorities in July (top) and August (bottom). Markers at each station present the lowest registered oxygen content categorised as > 4 mg/l (no oxygen depletion), 2-4 mg/l (moderate oxygen depletion), and 0-2 mg/l (severe oxygen depletion).

Please notice, that *figure 1* shows the lowest observed concentrations for the entire period during July (1-31) and August (1-20), respectively, and thus cannot necessarily be compared to *figure 2*.

New maps due to error in Swedish data in previous version.

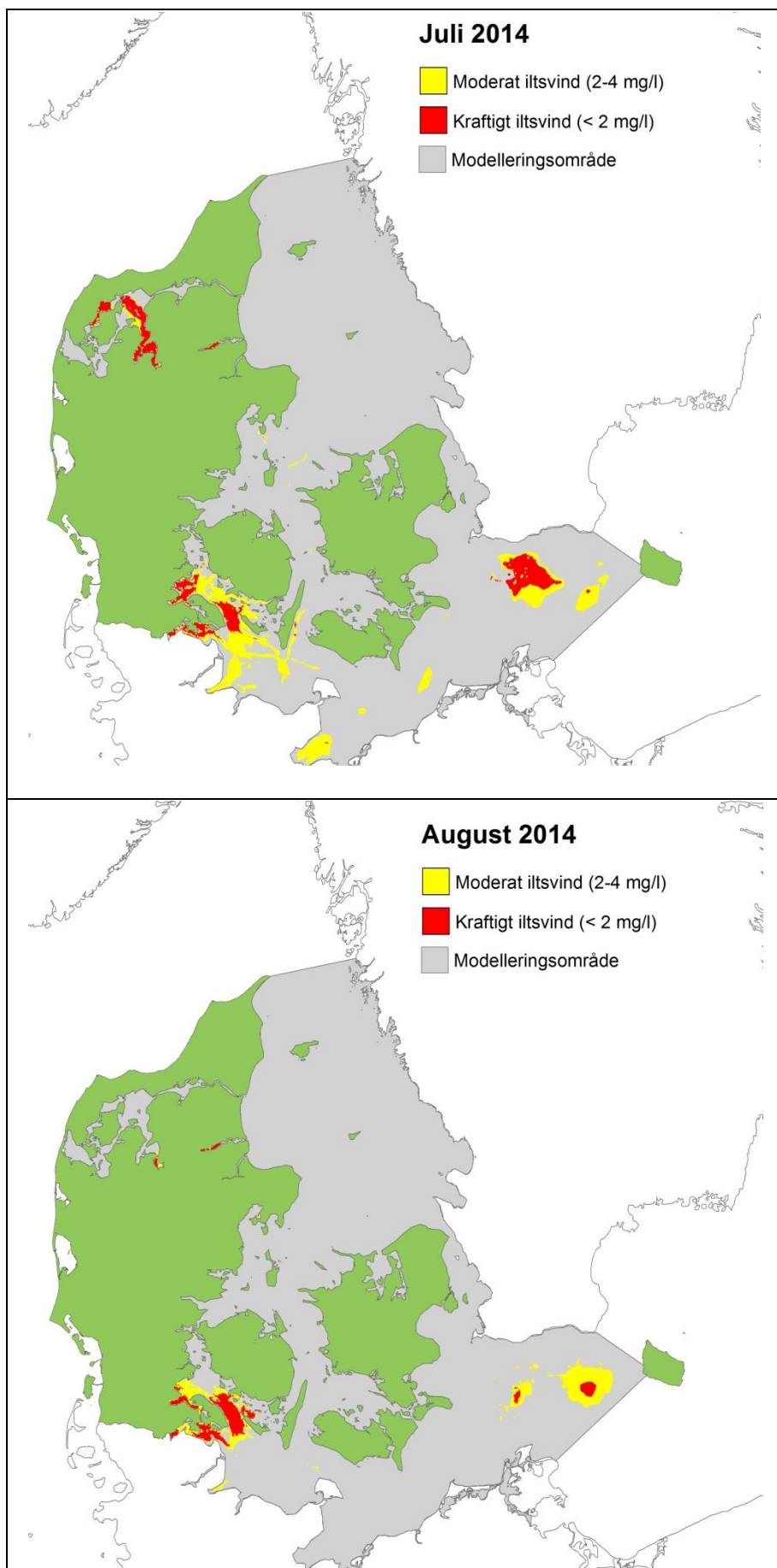


Figur 2. Udbredelse af iltsvind modelleret ud fra målinger foretaget 1.-29. juli (øverst) og 3.-20. august (nederst) er baseret på de observerede iltkoncentrationer i bundvandet for de angivne perioder. Gul indikerer moderat iltsvind (2-4 mg/l) og rød kraftigt iltsvind (0-2 mg/l).

Nye kort pga. fejl i svenske data i tidligere version.

Areal distribution of oxygen depletion modelled for 1-29 July (top) and 3-20 August (bottom) is based on measured bottom water oxygen concentrations for the named periods. Yellow indicates moderate oxygen depletion (2-4 mg/l) and red severe oxygen depletion (0-2 mg/l).

New maps due to error in Swedish data in previous version.



1 Sammenfatning

Iltsvindet startede usædvanlig tidligt og udviklede sig hurtigt meget markant i de følgende måneder pga. forholdsvis høje temperaturer og overvejende svage vinde. De første iltsvind blev registreret i slutningen af maj, og allerede i juni blev der udviklet kraftigt iltsvind i nogle områder. Flere steder opstod der iltfrie forhold ved bunden, og der blev frigivet svovlbrinte, hvilket medførte døde fisk og bunddyr i de hårdest ramte områder. Fra starten af august kom der et vejrskifte, hvor det blev køligere og mere blæsende og regnfuldt. Især den øgede vind bremsede iltsvindets udvikling og forbedrede forholdene i de fleste områder. I enkelte fjorde bevirkede kraftig fralandsvind i august dog, at iltsvindet lokalt og kystnært blev forstærket pga. indstrømmende iltfattigt bundvand.

Foråret var kendetegnet ved varierende vindforhold, men fra maj startede en tre måneder lang periode med overvejende svage vinde. Lufttemperaturen lå fra årets start over langtidsmidlen, hvilket også gjaldt for bundvands-temperaturen indtil maj. Nedbøren svingede omkring langtidsmidlen indtil august.

Vejrmæssigt var den lange periode med svag vind af størst betydning for iltsvindets udvikling. Det stabiliserede vandsøjlen og mindskede tilførslen af ilt til bundvandet. Fra starten af august blev det markant mere blæsende, hvilket i de fleste områder førte til opblanding af vandsøjlen og dermed øget tilførsel af ilt til bundvandet.

Kombinationen af høje temperaturer og rolige vindforhold bevirkede, at iltsvindet startede tidligt og hurtigt tog til i udbredelse og styrke. Der blev målt iltsvind allerede i slutningen af maj i Limfjorden og det sydlige Lillebælt samt tilstødende fjorde. Iltsvindet udviklede sig hurtigt, og nogle steder opstod der iltfrie forhold og blev rapporteret om døde fisk og bunddyr. I Limfjorden blev der desuden registreret negative effekter på makroalgerne.

De områder, som blev hårdest ramt af iltsvind, var de sædvanlige sårbare områder Limfjorden, Mariager Fjord, Det Sydfynske Øhav og det sydlige Lillebælt med tilstødende fjorde (*figur 1 & 2*). En yderligere forværring i iltforholdene blev bremset af det mere blæsende vejr i august. I enkelte fjorde bevirkede kraftig fralandsvind dog, at iltsvindet lokalt og kystnært blev forstærket pga. indstrømmende iltfattigt bundvand.

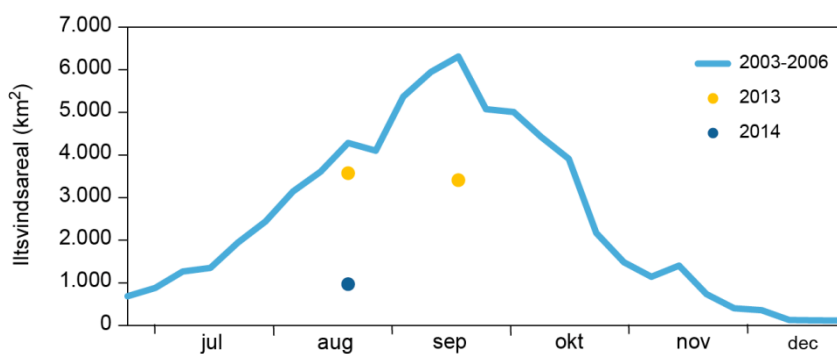
Iltsvind er baseret på tilførslen af næringsstoffer (eutrofiering), men dets udvikling afhænger i stor udstrækning af de klimatiske forhold. Hvis der kommer en periode med svag vind, vil der kunne opstå nye iltsvindsområder, og iltforholdene vil kunne forværres yderligere i de eksisterende områder med fare for, at flere bunddyr og fisk dør i de nu hårdest ramte områder. Hvis det blæsende vejr derimod fortsætter, vil iltsvindsforholdene formodentlig ikke forværres generelt, og kun de mest sårbare områder vil blive påvirket markant. Det må dog formodes, at de marine områder er ekstra sårbare over for påvirkning som følge af det tidlige og meget markante iltsvind, mange af områderne har været udsat for.

Med hensyn til det kraftige iltsvind i de dybere bassiner i Mariager Fjord, det sydlige Lillebælt og i Det Sydfynske Øhav vurderes det, at der skal en

længere periode med blæsevejr eller en kraftig kuling til for afgørende at forbedre situationen.

Figur 3. Areal med iltsvind (< 4 mg/l) i de indre farvande som middel for 2003-2006 (ugentlige data) samt midt i august 2013/2014 og midt i september 2013.

Area impacted by oxygen depletion (< 4 mg/l) in the inner marine waters as average for the years 2003-2006 as well as for mid-August 2013/2014 and mid-September 2013.



Den modellerede arealudbredelse af iltsvind (< 4 mg/l) i de indre farvande i midten af august 2014 var markant lavere end middelværdien for 2003-2006 og arealet i august 2013 (figur 3). Figuren afspejler således ikke det mere udbredte iltsvind, der var tidligere på sommeren. De indre farvande omfatter ikke Arkona Bassinet vest for Bornholm, hvor der var udbredt iltsvind i august 2014 (figur 1 & 2). Den relativt begrænsede udbredelse af iltsvind i august 2014 skyldtes de mere blæsende forhold i første halvdel af måneden, som bevirkede, at iltsvindet i fjorde og kystnære områder blev reduceret, og at der ikke blev udviklet iltsvind i de åbne dele af de indre farvande. Godt halvdelen (58 %) af iltsvindsarealet var påvirket af kraftigt iltsvind (< 2 mg/l).

English summary

Oxygen depletion came early and developed quite significantly in during the following months due to relatively high temperatures and calm wind. The first oxygen depletion was registered at the end of May, and already in June severe oxygen depletion developed in some areas. At several locations, oxygen-free conditions occurred in the bottom water and hydrogen sulphide was released, which caused death of fish and bottom fauna in the most affected areas. A weather change took place at the beginning of August when it became cooler, wetter and windier. Especially the more windy conditions impeded the development of oxygen depletion and improved oxygen condition in most areas. However, in some fjords severe offshore wind locally lead to enhanced upwelling and oxygen depletion in coastal areas due to incoming oxygen-depleted bottom water.

The spring was characterised by variable wind conditions, but in May a three-month long period dominated by calm wind began. The air temperature was above average from the beginning of the year, which also was the case for the bottom water temperature until May. Precipitation varied around average until August.

Regarding the weather, the long period with calm wind was the most important event for the development of oxygen depletion as the water column was stabilised which further reduced the supply of oxygen to the bottom water. From the beginning of August it became significantly windier, which in most areas lead to mixing of the water column, consequently transporting more oxygen to the bottom water.

The combination of high temperatures and calm wind caused oxygen depletion to begin early and it quickly increased in area and intensity. Oxygen depletion was recorded already in late May in Limfjorden, the southern Little Belt and adjacent estuaries. The oxygen depletion intensified fast with no oxygen in the bottom water in some areas where dead fish and bottom fauna were reported. Further, negative effects on macro algae were reported in the Limfjord.

The areas most affected by oxygen depletion were the usual vulnerable sites Limfjorden, Mariager Fjord, southern Funen Archipelago, southern Little Belt and adjacent estuaries (figures 1 & 2). A further worsening of the oxygen conditions was prevented by the more windy weather during August. However, in some fjords severe offshore wind locally lead to enhanced upwelling and oxygen depletion in coastal areas due to incoming oxygen-depleted bottom water.

Oxygen depletion is based on the supply of nutrients (eutrophication) but its development largely depends on the climatic conditions. If the weather during the next weeks is calm, oxygen conditions may worsen due to expansion of existing oxygen-depleted areas and appearance of new areas followed by a risk that more bottom fauna and fish will die in the most impacted areas. However, if the more windy weather continues, the oxygen conditions will most likely follow the normal progression and only the most vulnerable areas will be significantly affected.

Regarding the severe oxygen depletion in the deeper parts of Mariager Fjord, the southern Little Belt and the Archipelago of southern Funen, it is

expected that a long period with wind or a strong gale will be necessary to improve the near-bottom oxygen conditions noticeably.

The modelled area of oxygen depletion (< 4 mg/l) in Danish marine inner waters mid-August 2014 was significantly smaller than the average area for 2003-2006 and the area in 2013 (*figure 3*). The figure, however, does not reflect the large area with oxygen depletion earlier this summer. The inner waters do not include the Arkona Basin west of Bornholm, where the extent of oxygen depletion was quite large (*figure 1 & 2*). The relatively limited extent of oxygen depletion during August 2014 was due to more windy conditions in the first half of the month reducing the oxygen depletion in fjords and coastal waters and preventing oxygen depletion to develop in the more open parts of the inner waters. More than half (58 %) of the oxygen-depleted area was exposed to severe oxygen depletion (< 2 mg/l).

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 første iltsvindsrapport i 2014, som giver en status for den aktuelle udvikling og udbredelse af iltsvind i de indre farvande for perioden 1. juli til 20. august (dog er enkelte observationer fra slutningen af maj og fra juni også medtaget). Formålet er at give offentligheden et overblik over iltsvindsituationen 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 svenske og tyske myndigheders målinger i tilgrænsende farvandsområder.

På baggrund af de aktuelle målinger udarbejder Institut for Bioscience kort over iltforholdene i de indre farvande 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 hyppighed, udbredelse, varighed og styrke som følge af eutrofiering (stor tilførsel af næringssalte og organisk stof) og klimaforandringer. Iltsvind opstår, når iltforbruget i bundvandet er større end ilttilførslen. Iltforbruget skyldes bunddyrs samt bakteriers og andre mikroorganismers respiration ved nedbrydning af organisk stof i vandsøjlen og sedimentet, og forbrugets størrelse afhænger af mængden og nedbrydeligheden af det organiske stof og af temperaturen. Ilttilførslen er først og fremmest styret af vejrforholdene, som er afgørende for omrøringen af vandsøjlen og vandudskiftningen nær bunden. 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 og er afgørende for år til år variationen i iltsvindets geografiske fordeling.

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*. Iltsvind forekommer oftest fra juli til november. 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 belægnings af svovlbakterier på havbunden – det såkaldte lig-

lagen – 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 næringssalte. 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.

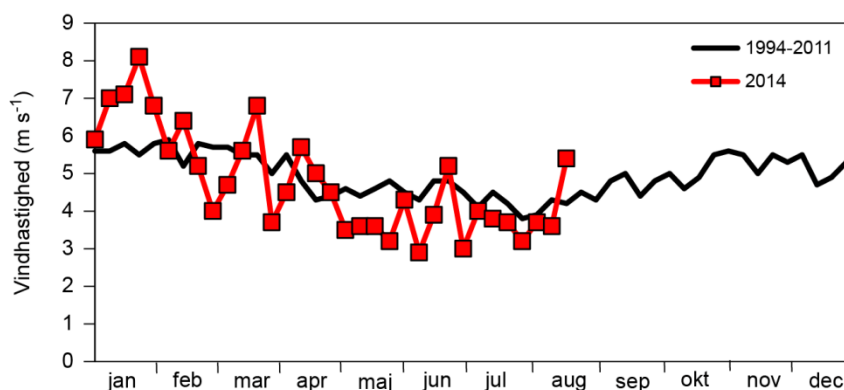
3 Vind, temperatur og nedbør

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 4. Ugentlig middelvindhastighed i 2014 i Danmark og langtidsmidlen for 1994-2011. Baseret på ugeberetninger fra DMI.

Weekly mean wind speed for 2014 in Denmark and long-term average for 1994-2011. Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



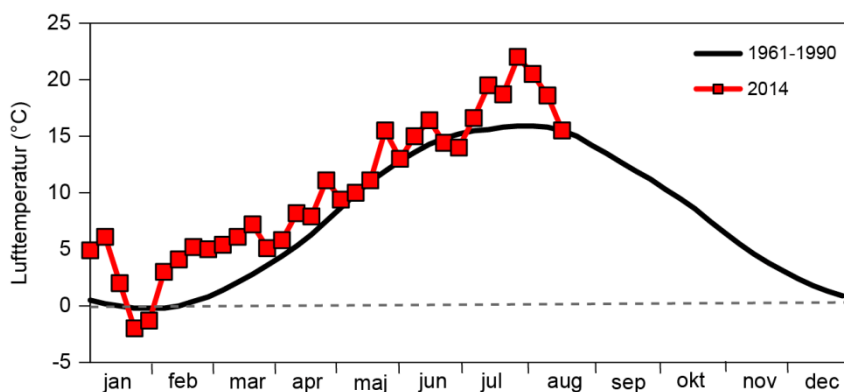
Der var relativ meget vind i starten af året, men fra midt i februar til og med april svingede vindhastigheden omkring langtidsmidlen for 1994-2011 (figur 4). Fra maj lå den ugentlige middelvind under langtidsmidlen bortset fra en enkelt uge midt i juni. Midt i august tiltog vinden markant til et niveau noget over 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 5. Ugentlig lufttemperatur i Danmark i 2014 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Baseret på ugeberetninger fra DMI.

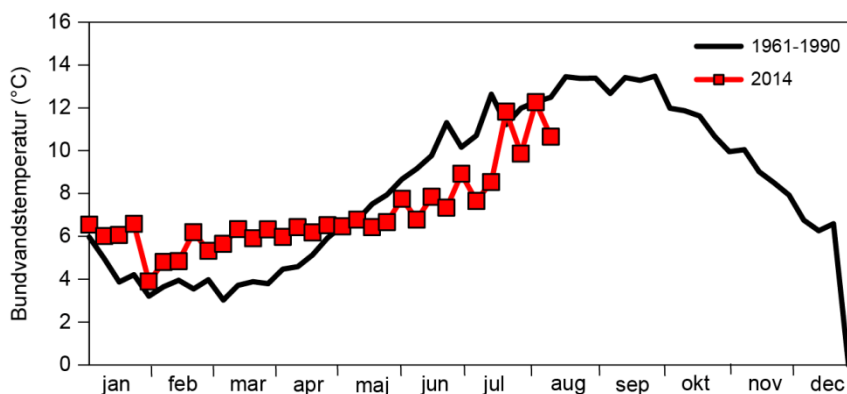
Weekly air temperature in Denmark in 2014 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



Bortset fra et dyk sidst i januar var lufttemperaturen markant over langtidsmidlen for 1961-1990 i årets tre første måneder (figur 5). Fra april til midt i juli svingede temperaturen omkring langtidsmidlen. Fra starten af juli til starten af august var det meget varmt for årstiden. Lidt inde i august kom et vejrskifte med et markant fald i temperaturen samt mere vind og nedbør.

Figur 6. Ugentlig bundvands-temperatur (nederste 5 m) i de åbne indre farvande i Danmark i 2014 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Baseret på målinger foretaget af Naturstyrelsen.

Weekly bottom water temperature (bottom 5 m) from open inner waters in Denmark in 2014 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Based on measurements by the Danish Nature Agency.



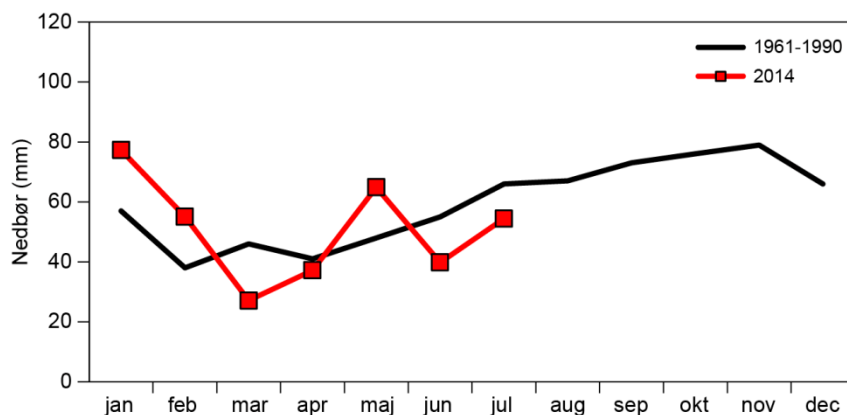
Generelt lå bundvandstemperaturen fra årets start og helt hen til maj markant over langtidsmidlen for 1961-1990 (figur 6). Fra midt i maj til midt i juli var bundvandstemperaturen relativ lav, mens temperaturen den sidste måned i denne rapporteringsperiode lå og svingede lige under langtidsmidlen.

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 7. Månedlig nedbør i Danmark i 2014 i forhold til langtidsmidlen for perioden 1961-1990 (officiel referenceperiode). Baseret på månedsberetninger fra DMI.

Monthly precipitation in Denmark in 2014 compared to monthly averages for the period 1961-1990 (official reference period). Based on monthly reports from the Danish Meteorological Institute.



Nedbørsmængden opgjort som månedsmiddel har fra årets start svinget omkring langtidsmidlen (figur 7). Maj var relativt våd, mens der ikke kom ret meget nedbør i juni og juli.

4 Oversigt over de enkelte farvande

Stednavne angivet med fed skrift fremgår af figur 14.

4.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak

Der blev i perioden fra juli til sidste halvdel af august ikke registreret iltsvind i **Vadehavet** eller på de kystnære målestationer i **Nordsøen/Vesterhavet** og **Nordsøen/Skagerrak** ud for henholdsvis Ringkøbing/Esbjerg og Hirtshals.

I **Nissum Fjord** blev der registreret kraftigt iltsvind midt i juli og først i august i Yderfjord. I forbindelse med iltsvindet i juli blev der rapporteret om døde fisk i havneområdet ved Thorsminde. Der blev ikke registreret iltsvind i Mellemfjord.

I **Ringkøbing Fjord** blev der i forsommeren målt kortvarigt iltsvind i det dybe men arealmæssigt mindre hul ved Stauning Pynt i forbindelse med indslusning af havvand. Sommerens varme og svage vinde bevirkede, at der i tilknytning til indslusning af havvand sidst i juli opstod kraftigt iltsvind og næsten iltfrit ved bunden i hullet ved Stauning Pynt. Iltsvindets udbredelse var dog reduceret først i august; og en opblanding af vandsøjlen som følge af mere vind betød, at iltsvindet var helt væk midt i august.

4.2 Limfjorden

Der blev registreret iltsvind i Limfjorden allerede i slutningen af maj. Det første kraftige iltsvind i Limfjorden blev målt i starten/midten af juni og omfattede **Hjarbæk Fjord, Lovns Bredning, Skive Fjord, Risgårde Bredning, Bjørnsholm Bugt** lidt længere mod nord samt **Thisted Bredning** og **Dragstrup Vig**. I **Thisted Bredning** blev der observeret døde fisk på stranden flere steder. Kraftig blæst fra vest i slutningen af juni opblandede vandet og resulterede i markant bedre iltforhold i hele fjorden.

Fra starten af juli opstod der igen lagdeling af vandsøjlen i flere områder som følge af svag vind, hvilket sammen med usædvanlig høj temperatur i **Limfjorden** betød, at iltindholdet i bundvandet hurtigt blev opbrugt. Der udvikledes atter kraftigt iltsvind, som kulminerede i slutningen af juli, hvor knap en tredjedel af Limfjordens areal var påvirket af kraftigt iltsvind. I flere områder var der iltfrit i bundvandet, og der blev frigivet svovlbrinte fra fjordbunden. Iltsvindet i juli berørte ikke kun de samme områder som i juni men også **Livø Bredning, Løgstør Bredning** og **Halkær Bredning** samt - hvad der sker meget sjældent - **Kås Bredning** og **Nissum Bredning**.

I starten af august friskede vinden lidt op, og flere steder blev der observeret hvidligt vand i bl.a. **Skive Fjord** og **Hjarbæk Fjord** ved kyster med fra-landsvind. Her blev overfladevand presset væk fra kysten, hvilket forårsagede en modstrøm af bundvand ind mod kysten. Det indstrømmende bundvand indeholdt svovlbrinte, som ved opblanding med mere iltholdigt overfladevand førte til en udfældning af frit svovl, som er hvidt.

Et vejrskifte med lavtryk fra vest og mere vedvarende blæst bevirkede, at vandet igen var opblandet og veliltet i hele Limfjorden midt i august med undtagelse af **Hjarbæk Fjord**.

Figur 8. En lys fane af vand i Skive Fjord sidst i juli. Den lyse farve skyldes, at svovlbrinte er blevet iltet til frit svovl, som er hvidt. Foto Lindy Jørgensen, Skive Folkeblad.

A light coloured plume of water in Skive Fjord in late July. The light colour is caused by oxidation of hydrogen sulfide precipitating as elemental sulphur. Photo Lindy Jørgensen, Skive Folkeblad.



De iltfrie forhold ved bunden i flere områder førte ud over frigivelse af svovlbrinte også til frigivelse af store mængder næringssalte til bundvandet. Ved den efterfølgende opblanding af vandmasserne blev disse næringssalte tilgængelige for planteplankton (alger) og forårsagede masseopblomstring med markant nedsat sigtbarhed i vandet til følge. Desuden var der en masseforekomst af den heterotrofe furealge *Noctiluca scintillans*, som formodentlig er blevet tilført fra **Vesterhavet** og voksede op i stort antal pga. af den store fødetilgængelighed i **Limfjorden** (figur 9).

Figur 9. Masseopblomstring af morildflagellaten *Noctiluca scintillans* (furealge). Foto Gert Pedersen, Naturstyrelsen.

Bloom of sea sparkle (dinoflagellate *Noctiluca scintillans*). Photo Gert Pedersen, Danish Nature Agency.



Der er ikke foretaget systematiske undersøgelser af iltsvindets effekt på bunddyr og bundplanter. Enkelte skrab har dog vist døde børsteorme, snegle og muslinger i de hårdest ramte områder. Der blev desuden observeret døde fisk på kysten nord for Nykøbing Mors samt i den sydlige del af Skive Fjord. Desuden har de foreløbige vegetationsundersøgelser vist, at makroalgerne er meget påvirket i de undersøgte områder (**Lovns Bredning, Risgårde Bredning, Løgstør Bredning** og **Venø Bugt**), idet de er præget af henfald og dækket af et fint sort materiale.

4.3 Kattegat og omgivende farvande

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

I **Mariager Fjord** blev der i juli og august registreret iltsvind på samtlige stationer i Inderfjorden mellem Hobro og Mariager. Iltindholdet var i perioder meget lavt i hele vandsøjlen på samtlige stationer, og der var kraftigt iltsvind ved bunden i hele perioden og endda iltfrit i august. Iltindhold i overfladevandet var også reduceret og nåede i nogle områder under iltvindsgrensen. På station "Dybet" i **Mariager Fjord** ud for Mariager By var vandsøjlen som sædvanligt lagdelt, og der var iltfrit på dybder større end 7 til 12 m under overfladen i juli og august. Iltindholdet i overfladevandet var reduceret til tæt på iltvindsgrensen. Midt i august bevirkede blæsevejr, at iltkoncentrationen i overfladevandet i den østlige ende af fjorden steg til over iltvindsgrensen.

Den 18. august blev der målt iltfrie forhold i hele vandsøjlen i den inderste (vestlige) del af **Mariager Fjord** i et kilometerstort område ud for havnen i Hobro. Vandet var her farvet hvidligt pga. frit svovl i vandet. De iltfrie forhold kombineret med svovlbrinte i vandfasen dræbte alt liv undtagen bakterier i denne del af fjorden. Med undervandsrobot blev der foretaget videobe-
sigtigelse i fire områder af Inderfjorden. På alle lokaliteter var dyrelivet på-
virket negativt, og der blev bl.a. registreret døde børsteorme, døde vand-
mænd og på dybder større end 2-4 m var blåmuslingerne døde og dækket
med svovlbakterier (liglagen).

I den indre del af **Randers Fjord** reduceredes iltkoncentrationen i bundvandet til tæt på iltvindsgrensen i løbet af juli og faldt til under iltvindsgrensen i begyndelsen af august. Midt i august steg iltindholdet til over iltvindsgrensen som følge af mere blæsende vejr.

I **Hevring Bugt** blev der ikke registreret iltsvind.

4.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande

Der blev ikke registreret iltsvind i den centrale del af **Aarhus Bugt** eller i **Kalø Vig** i rapporteringsperioden (*figur 10*). I **Knebel Vig** var der i august kraftigt iltsvind fra ca. 9 til 14 meters dybde, men overraskende nok kun moderat iltsvind dybere end 14 meter. Den lidt specielle situation skyldes formodentlig indstrømmende mere iltholdigt bundvand fra **Kalø Vig**, som har løftet det meget iltfattige bundlag i **Knebel Vig** op i vandsøjlen. I **Ebeltoft Vig** og **Hjelm Dyb** blev der ikke registreret iltsvind.

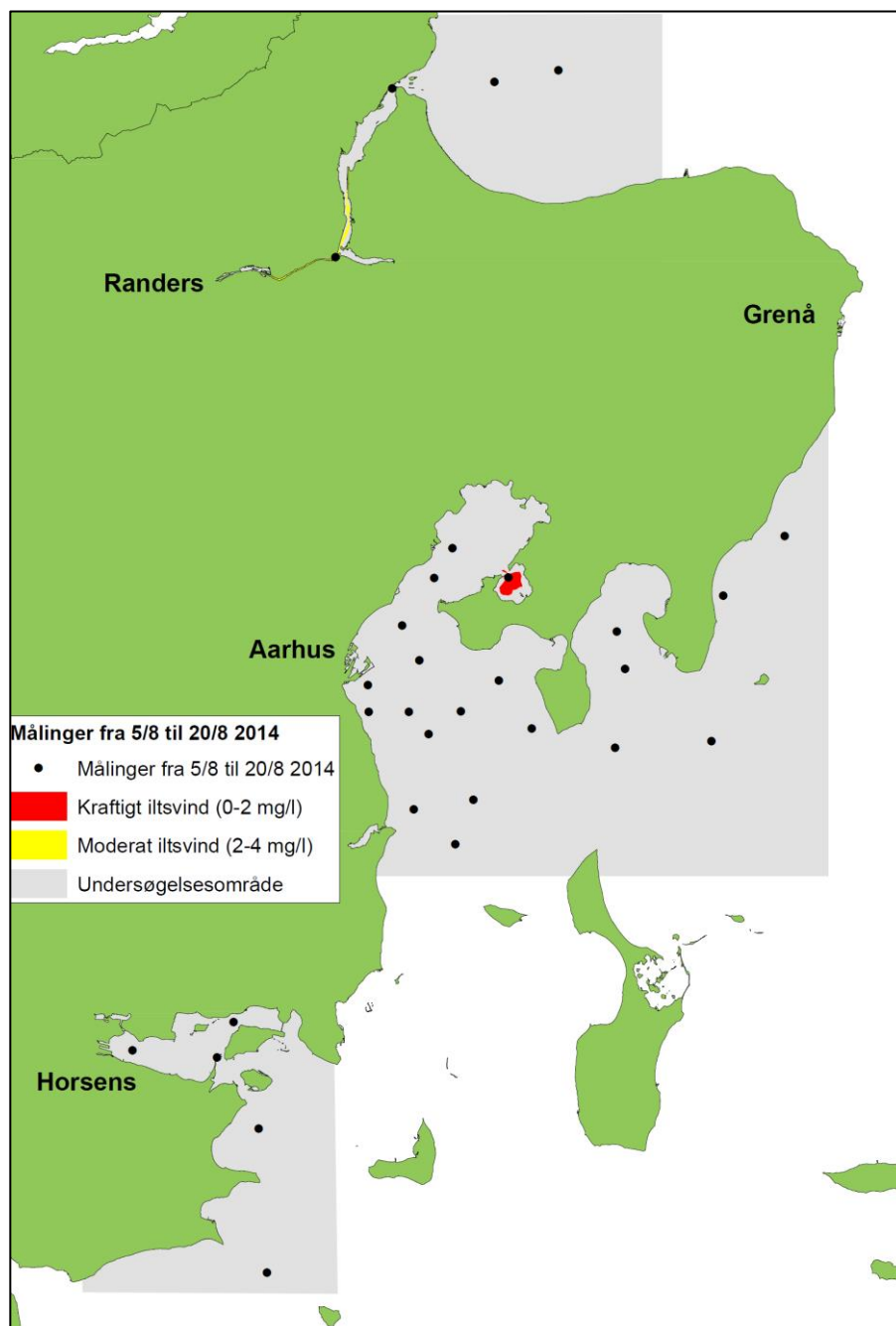
I den indre og lavvandede del af **Horsens Fjord** faldt iltindholdet i løbet af juli, så det lå lige over grensen for iltsvind i begyndelsen af august for efterfølgende at stige lidt. I den ydre del af fjorden og i **As Vig** lige uden for fjorden var iltkoncentrationen noget over iltvindsgrensen.

I **Vejle Fjord** har iltforholdene været gode i rapporteringsperioden. Dog blev der i slutningen af juli konstateret døde fisk nær havnen i Vejle, formodentlig fordi fiskene er blevet fanget i et lokalt iltsvindsområde.

Overordnet for hele området har iltindholdet i bundvandet generelt været på niveau med eller lidt højere end langtidsgennemsnittet for 1989-2013. Iltkoncentrationen i den indre del af **Horsens Fjord** var dog markant lavere i august end normalt.

Figur 10. Udbredelsen af iltsvind i Hevring Bugt, Aarhus Bugt og As Vig i midten af august. Udarbejdet af Naturstyrelsen Kronjylland.

Area covered by oxygen depletion in Hevring Bugt, Aarhus Bugt and As Vig in mid-August. Produced by the Danish Nature Agency Kronjylland.



4.5 Nordlige Bælthav, Lillebælt og omgivende farvande

I det nordlige **Bælthav** blev der nordvest for **Æbelø** målt moderat iltsvind i starten af juni. Efterfølgende steg iltkoncentrationen i området til noget over iltsvindgrænsen i starten af juli. Men koncentrationen faldt igen til nær iltsvindgrænsen sidst i juli, hvor den forsat lå midt i august.

I **Kolding Fjord** blev der ikke registreret iltsvind, hvilket også kun forekommer sjældent grundet den ringe vanddybde.

I den indre del af **Haderslev Fjord** blev der konstateret kraftigt iltsvind og forekomst af svovlbrinte i bundvandet fra begyndelsen af juni. I fjorden var der gennem flere uger en kraftig vækst af blågrønner, en markant lugt af svovlbrinte nær Haderslev havn og frit svovl i vandfasen flere steder.

I **Genner Bugt** blev der målt moderat iltsvind ved overvågningens start i juli. I løbet af august udviklede iltsvind sig til kraftigt iltsvind.

I **Aabenraa Fjord** blev der allerede i slutningen af maj registreret moderat iltsvind, som i løbet af juni udviklede sig til kraftigt iltsvind (*figur 11*). De svage vinde og høje temperaturer i juli fik iltsvindet til at brede sig, så der midt i juli var moderat iltsvind fra ca. 21 meters dybde, kraftigt iltsvind fra ca. 23 meter og iltfrit ved bunden. Mere blæsende vejr i august pressede ilt-holdigt overfladevand ud af fjorden, hvilket bevirkede en modstrøm af iltfattigt bundvand. Det betød, at springlaget vippede i fjorden, og iltfattigt bundvand blev trukket op mod overfladen. Midt i august var der således moderat iltsvind allerede fra ca. 4 meters dybde og kraftigt iltsvind fra ca. 7,5 meter. Der var iltfrit fra ca. 14 meters dybde og svovlbrinte i bundvandet.

I **Lillebælt** nord for **Als** blev der ved overvågningens start i juli målt moderat iltsvind fra ca. 21 meters dybde og kraftigt iltsvind fra ca. 25 meter. I august aftog udbredelsen af det kraftige iltsvind, mens det moderate iltsvind rykkede længere op i vandsøjlen til ca. 11 meters dybde. I august blev der frigivet svovlbrinte fra havbunden i områder ramt af kraftigt iltsvind.

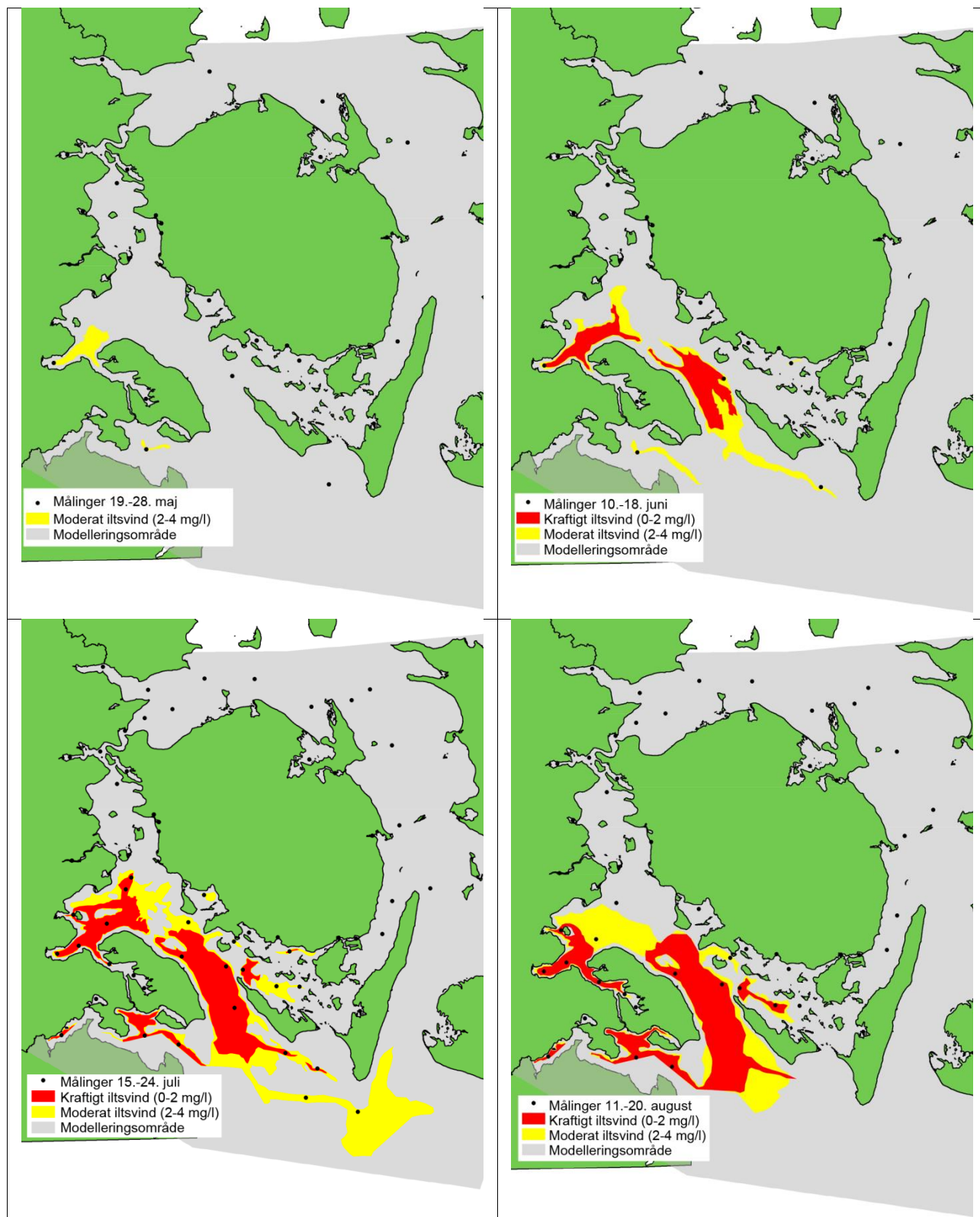
I **Als Fjord** blev der i den ydre del af fjorden målt moderat iltsvind fra ca. 23 meters dybde ved overvågningens start i juli. I løbet af august tiltog iltsvindet i udbredelse og intensitet, så også den indre del af fjorden blev ramt af moderat samt kraftigt iltsvind, startende fra hhv. ca. 9 og 12 meters dybde. I den mere lavvandede **Augustenborg Fjord**, der står i forbindelse med **Als Fjord**, blev der ikke konstateret iltsvind.

I den sydlige del af **Lillebælt** blev der målt iltsvind nordvest for **Ærø** allerede i slutningen af maj (arealet var dog for lille til at kunne ses på *figur 11*). I løbet af juni bredte iltsvindet sig både nord og syd for **Ærø** og udviklede sig til kraftigt iltsvind i området mellem **Als** og **Ærø**. Iltsvindet nåede sin største udstrækning og intensitet i juli, da det mere blæsende vejr i august reducerede iltsvindet i yderområderne.

I **Flensborg Fjord** blev der registreret moderat iltsvind i den ydre del af fjorden allerede fra slutningen af maj. I løbet af juni og juli forværredes iltsvindet til at omfatte store dele af den ydre del af fjorden med moderat iltsvind på dybder større end ca. 21 meter og kraftigt iltsvind fra ca. 25 meters dybde. I den indre del af fjorden var der ved overvågningens start i juli moderat iltsvind fra ca. 11 meters dybde, kraftigt iltsvind fra ca. 12 meters dybde, og der blev konstateret frigivelse af svovlbrinte fra fjordbunden. Iltsvindet tiltog yderligere i løbet af august både i den indre og den ydre del af fjorden. I **Sønderborg Bugt** har iltkoncentrationen i bundvandet ligget under langtidsmidlen siden marts, og der har været tæt på iltfrit siden juli (*figur 12*).

I **Nybøl Nor**, som er forbundet med **Flensborg Fjord**, blev der registreret iltsvind fra overvågningen startede i begyndelsen af juli. Vandet var næsten iltfrit ved bunden, og der blev frigivet svovlbrinte. I starten af august var ilt-

svindet trukket længere op i vandsøjlen, og der var iltfrit ved bunden og forsat frigivelse af svovlbrinte. Midt i august var iltforholdene forbedret lidt, idet iltkoncentrationen i bundvandet lå lige over grænsen til kraftigt iltsvind, og der tilsyneladende ikke længere blev frigivet svovlbrinte.

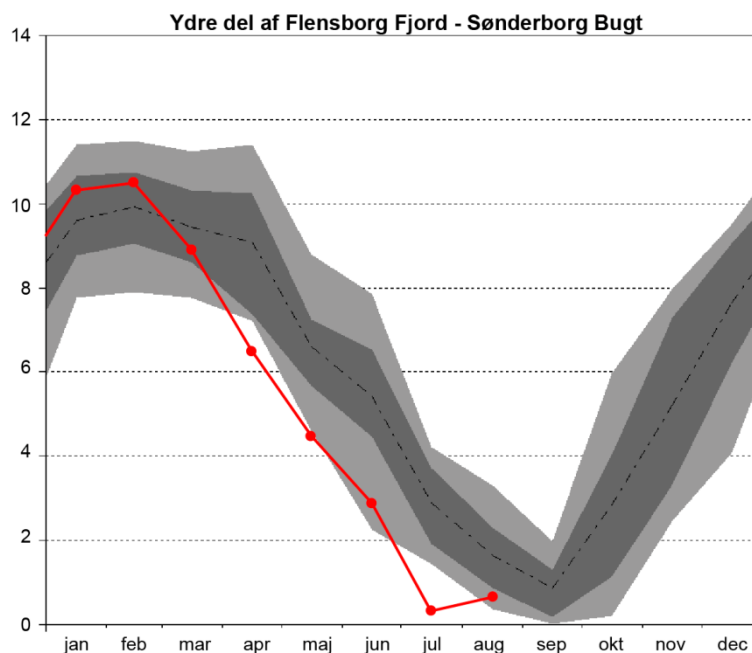


Figur 11. Udbredelsen af iltsvind i fire perioder fra slutningen af maj til midt i august i Lillebælt og omgivende farvande. Udarbejdet af Naturstyrelsen Vadehavet og Odense.

Areas covered by oxygen depletion from late May to mid-August in the southern Little Belt with adjacent waters. Produced by the Danish Nature Agency Vadehavet and Odense.

Figur 12. Målte iltkoncentrationer (mg/l) i bundvandet i den ydre del af Flensborg Fjord - Sønderborg Bugt i 2014 (røde kurve) i forhold til tidsvægtede langtidsmidler for 1986-2013 (stiplet linje) med angivelse af 10 % fraktil (mørkegrå område) og 25 % fraktil (mørkegrå + lysegrå område). Udarbejdet af Naturstyrelsen Vadehavet.

Bottom water oxygen concentrations (mg/l) during 2014 (red line) compared to long-term means for the period 1986-2013 (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** var der periodevis iltsvind i **Ringsgaardbassinet** fra juni til midt i august. I den dybe vestlige del af **Ærøbassinet** opstod der moderat og kraftigt iltsvind sidst i juni. I løbet af juli blev iltsvindet i den vestlige del intensiveret og bredte sig til den østlige del. De mere blæsende forhold i august bevirkede, at iltsvindet i den østlige del af **Ærøbassinet** forsvandt igen, og iltsvindet i den vestlige del blev lidt mindre markant.

I Nørrefjord i **Helnæs Bugt** blev der registreret tæt på kraftigt iltsvind i starten af juli. Iltforholdene forværredes og resulterede i iltfrie forhold ved bunden og frigivelse af svovlbrinte i starten af august. Vejrskiftet i starten af august betød dog, at iltsvindet var ophørt midt i august. I **Faaborg Fjord** udvikledes kraftigt iltsvind i løbet af juli, men også her forsvandt iltsvindet i løbet af august. Der blev ikke registreret iltsvind i de øvrige lavvandede fjorde og nor i området syd for **Fyn**.

Iltforholdene har generelt være gode i **Langelands Sund** og **Langelands Bælt**. Dog har iltkoncentrationen i bundvandet været aftagende i **Langelands Sund**, men den lå forsat over iltsvindsgrænsen midt i august.

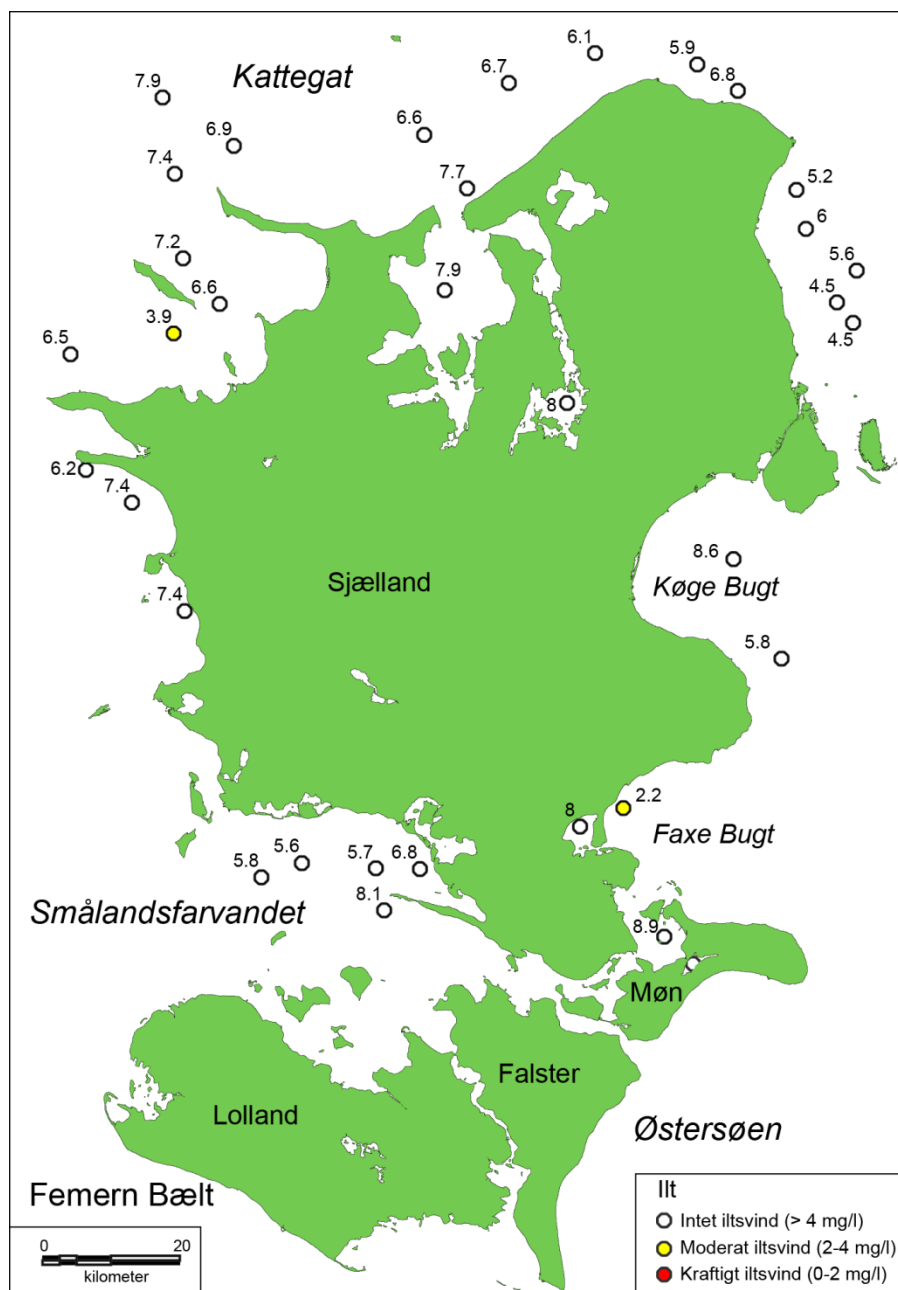
4.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster

Rundt om **Sjælland**, **Lolland** og **Falster** blev der i rapporteringsperioden kun registreret iltsvind i juli og kun kortvarigt i et område syd for **Sejerø** og i **Faxe Bugt** (figur 13).

Der blev ikke registreret iltsvind i **Storebælt**, **Roskilde Fjord** eller **Isefjord** i juli og august.

Figur 13. Målinger af iltkoncentration (mg/l) i farvandet omkring Sjælland, Lolland og Falster fra 1. juli til 20. august 2014. For hver station vises den lavest registrerede iltkoncentration i perioden. Udarbejdet af Naturstyrelsen Nykøbing.

Measurements of oxygen concentration (mg/l) in the sea around Zealand, Lolland, and Falster from 1 July to 20 August 2013. Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration. Produced by the Danish Nature Agency Nykøbing.



4.7 Farvandene omkring Bornholm

Der blev registreret iltvind både vest og øst for Bornholm. Området øst for **Bornholm, Bornholmsbassinet**, er et naturligt iltvindsområde med næsten permanent iltvind, hvor der blev målt moderat iltvind på dybder større end 70 m.

Kort over danske farvande



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

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

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern
Marina Carstens, e-mail m.carstens@lu.mv-regierung.de