

Iltsvind i de danske farvande i august-september 2013

Rapporteringsperiode: 22. august – 18. september

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

27. september 2013

Jens Würgler Hansen
Ole Manscher
Thorsten J. Skovbjerg Balsby

Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Rekvirent:
Naturstyrelsen
Antal sider: 19

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/>

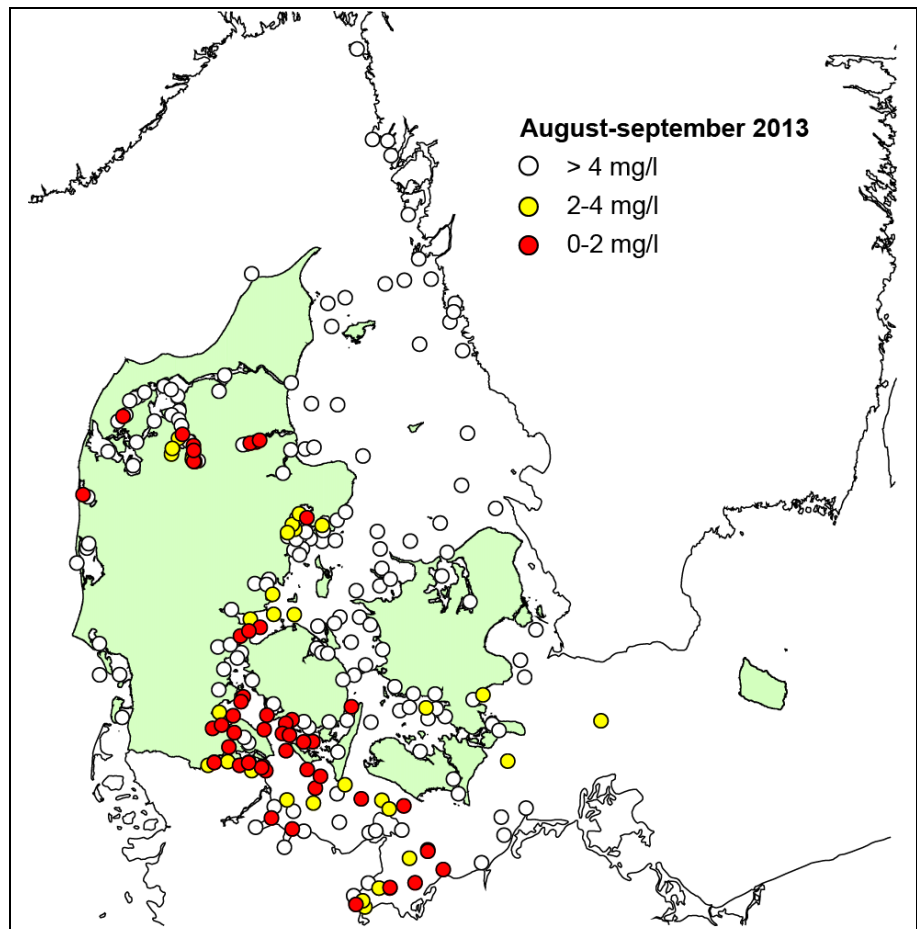
Indhold

1	Sammenfatning	4
	English summary	6
2	Indledning	8
2.1	Hvad er iltvind?	8
3	Vind, temperatur og nedbør	10
3.1	Vind	10
3.2	Temperatur	10
3.3	Nedbør	11
4	Oversigt over de enkelte farvande	12
4.1	Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak	12
4.2	Limfjorden	12
4.3	Kattegat og omgivende farvande	12
4.4	Aarhus Bugt, nordlige Bælthav og omgivende farvande	13
4.5	Lillebælt og omgivende farvande	14
4.6	Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster	16
4.7	Farvandene rundt om Bornholm	17
5	Kort over danske farvande	18
6	Kontaktpersoner	19

Iltsvind i de indre farvande i august-september 2013

Figur 1. Kortet viser de stationer i 2013, hvor iltforholdene er undersøgt af danske, svenske og tyske institutioner fra 22. august til 18. september. For hver station vises det lavest registrerede iltindhold kategoriseret som > 4 mg/l (ikke iltsvind), 2-4 mg/l (moderat iltsvind) eller 0-2 mg/l (kraftigt iltsvind).

The map shows stations visited in 2013 by Danish, Swedish, and German authorities from 22 August to 18 September. 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).

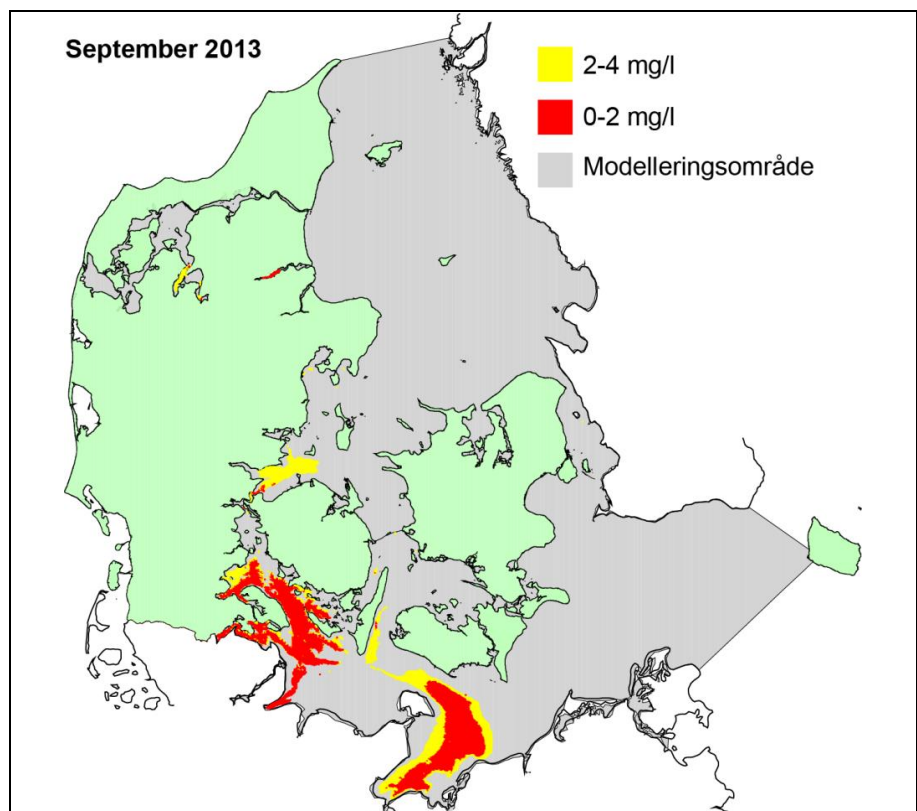


Figur 2. Udbredelse af iltsvind modelleret ud fra målinger foretaget 2.-18. september. Bemærk at figur 1 viser de lavest registrerede iltkoncentration for hele perioden og derfor ikke nødvendigvis kan sammenlignes med figur 2, som kun omfatter en del af perioden.

Gul indikerer moderat iltsvind (2-4 mg/l) og rød kraftigt iltsvind (0-2 mg/l).

Areal distribution of oxygen depletion modelled for 2-18 September. 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.

Yellow indicates moderate oxygen depletion (2-4 mg/l) and red severe oxygen depletion (0-2 mg/l).



1 Sammenfatning

Iltsvindets udbredelse og styrke i de indre farvande var i september værre for de fleste iltsvindsområder end registreret de seneste tre år på samme årstid. Iltsvindets udbredelse såvel som dets styrke var forøget i forhold til midt i august. Især sårbare områder som Limfjorden, Mariager Fjord, det sydlige Lillebælt og tilstødende fjorde samt Det Sydfynske Øhav var påvirket af kraftigt iltsvind. Iltsvindet nord for Lillebælt og Fyn, som blev konstateret i august, bredte sig markant, og størstedelen af iltsvindsområdet fra Femern Bælt ned i Lübeck Bugt ændredes fra moderat til kraftigt iltsvind. Denne udvikling skyldes formodentlig, at de vejrlige forhold fra juli og august med forholdsvis høje temperaturer og svage vinde fortsatte ind i september.

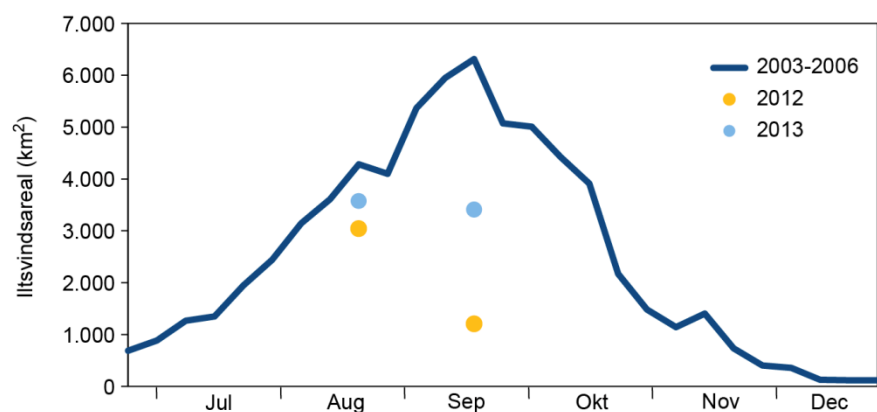
Vejrmæssigt var perioden fra sidst i august til midt i september kendetegnet ved, at lufttemperaturen og bundvandstemperaturen lå tæt ved eller over langtidsmidlen, samt at der var relativt svage vinde og kun lidt nedbør. De vejrlige forhold lå således i forlængelse af situationen fra midt i juli til midt i august. Vigtigst for udviklingen af iltforholdene er de svage vinde, som har været dominerende siden juni, hvilket har stabiliseret vandmasserne og givet iltsvindet ro til at udvikle sig. Der har været kortere perioder med mere vind midt august og i starten af september, men der har været tale om vindstyrker, som de fleste steder ikke har kunnet opblande vandmasserne.

Kombinationen af de relativt høje temperaturer og rolige vindforhold bevirke, at iltsvindet tog til i sidste halvdel af august. Den lidt mere vind i starten af september dæmpede udviklingen i nogle områder, men i flere områder forværredes iltforholdene yderligere, og adskillige steder var der iltfrit, og der blev observeret frigivelse af svovlbrinte fra havbunden. Der er dog ikke rapporteret om døde fisk eller døde bunddyr, hvor det sidste kan skyldes, at der ikke er foretaget visuelle inspektioner af havbunden.

De områder, som blev hårdest ramt af iltsvind i perioden fra sidste halvdel af august til midt i september, var Limfjorden, Mariager Fjord, Det Sydfynske Øhav ved Ærøbassinet, det sydlige Lillebælt med tilstødende sydjyske fjorde og området fra Femern Bælt ned i Lübeck Bugten (figur 1 & 2). Desuden var der en overraskende stor udbredelse af iltsvind i det nordlige Bælt-hav.

Figur 3. Areal med iltsvind (< 4 mg/l) i de indre farvande som middel for 2003-2006 (ugentlige data) samt midt i august og midt i september i 2012 og 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 and mid-September in 2012 and 2013.



Den modellerede arealudbredelse af iltsvind (< 4 mg/l) i de indre farvande i midten af september 2013 er markant under middelværdien for 2003-2006 men markant over niveauet i midten af september 2012 (figur 3). Udbredelsen i september sammenholdt med de senere år på samme årstid afveg ved iltsvindsområdet nord for Fyn (sidst registreret i 2007) og iltsvindsområdet i

Femern Bælt/Lübeck Bugt (sidst registreret i 2009). Knap to tredjedele af iltsvindsarealet (65 %) var påvirket af kraftigt iltsvind (< 2 mg/l), hvilket er på niveau med 2012 (63 %) men markant mere end i 2011 (38 %).

Den videre udvikling af iltsvindet afhænger i stor udstrækning af de klimatiske forhold. Der er en del områder i den sydlige del af de indre farvande, som er påvirket af kraftigt iltsvind. I flere af disse områder er der iltfrit i bundvandet og frigivelse af svovlbrinte. Hvis der kommer en periode med svag vind, vil iltforholdene formodentlig forværres med fare for yderligere frigivelse af svovlbrinte, som kan føre til døde bunddyr og fisk i de nu hårdest ramte områder. Hvis det derimod bliver mere blæsende, forventes kun de mest sårbare områder at blive påvirket markant. Med hensyn til det kraftige iltsvind i de dybere bassiner i det sydlige Lillebælt og i Det Sydfynske Øhav skal der formodentlig en længere periode med kraftig blæst til for markant at forbedre situationen.

English summary

During September both the area with oxygen depletion in inner marine waters and its intensity exceeded the observations from the last three years. The area of oxygen depletion as well as its strength had increased compared to mid-August. Sensitive areas as Limfjorden, Mariager Fjord, the Archipelago of southern Funen and the southern Little Belt were predominantly affected by severe oxygen depletion. The oxygen depletion north of Little Belt and Funen, which was first registered in August, increased significantly during September. Further, most of the oxygen depleted area in Femern Belt south to Lübeck Bay changed from moderate to severe oxygen depletion from mid-August to mid-September. These changes were due to continuous high temperatures and weak winds throughout July, August, and September.

The weather conditions during the period from late August to mid-September were characterised by air and bottom water temperatures close to or above the long-term average and relatively weak winds and low precipitation as also observed from mid-July to mid-August. Most important, however, was the weak winds since June that allowed stratification of the water column and concomitant oxygen depletion to develop. There have been short periods with more wind during mid-August and at the beginning of September, but generally the wind speed has not been able to mix the water column.

The combination of high temperatures and calm wind caused oxygen depletion to intensify during the latter half of August. However, increased wind speed at the beginning of September impeded the development of oxygen depletion in some areas, whereas several other areas experienced a continuous decrease in oxygen concentration which at some places resulted in no oxygen in the bottom water accompanied by a release of hydrogen sulphide. There were no reports about dead fish or dead bottom fauna, but no visual inspection of the sea floor was performed.

The areas most affected by oxygen depletion from late August to mid-September were the Limfjorden, Mariager Fjord, the Archipelago of southern Funen at the Ærø Basin, the southern Little Belt including adjacent estuaries, and the area from Femern Belt south to Lübeck Bay (*figures 1 & 2*). In addition, there was an unusually large development of oxygen depletion north of the Little Belt and Funen.

The area of oxygen depletion (< 4 mg/l) in the inner marine waters during mid-September 2013 was significantly below the average for 2003-2006 but significantly above the area for mid-September 2012 (*figure 3*). Compared to recent years, the September 2012 areal distribution differed by the oxygen depletion north of Funen (last registered in 2007) and the oxygen depletion in Femern Belt/Lübeck Bay (last registered in 2009). About two thirds (65 %) of the oxygen depleted area were exposed to severe oxygen depletion (< 2 mg/l), which is comparable to 2012 (63 %) but significantly larger than in 2011 (38 %).

Any change for the coming weeks in both strength and area of the observed oxygen depletion depends to a great extent on the weather conditions. There are several areas in the southern part of the inner waters which are already affected by severe oxygen depletion. In some of these areas there is even no oxygen in the bottom waters and hydrogen sulphide is released. If the wind during the next weeks stays calm, bottom water oxygen concentrations may further decrease and the area with no oxygen may increase with accompany-

ing release of hydrogen sulphide and mortality of bottom fauna and fish at the most impacted areas. However, if it becomes windier, the oxygen concentrations will most likely follow the normal progression and only the most vulnerable areas will stay significantly affected by oxygen depletion. Regarding the severe oxygen depletion in the deeper parts of the southern Little Belt and the Archipelago of southern Funen, it is expected that a longer period with strong wind is necessary to break the stratification and increase the near bottom oxygen concentration significantly.

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 anden iltsvindsrapport i 2013, som giver en status for den aktuelle udvikling og udbredelse af iltsvind i de indre farvande for perioden fra sidste halvdel i august til midt i september (22/8-18/9). 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 Vatten-vårdsförbunds 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 dog 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 så vigtig for at holde havbunden veliltet og dermed reducere den interne belastning med næringssalte. Afhængig af iltsvindets intensitet kan der gå flere år efter iltsvindets ophør, før der igen er etableret et samfund af bunddyr med normal aldersfordeling, artssammensætning og individantal.

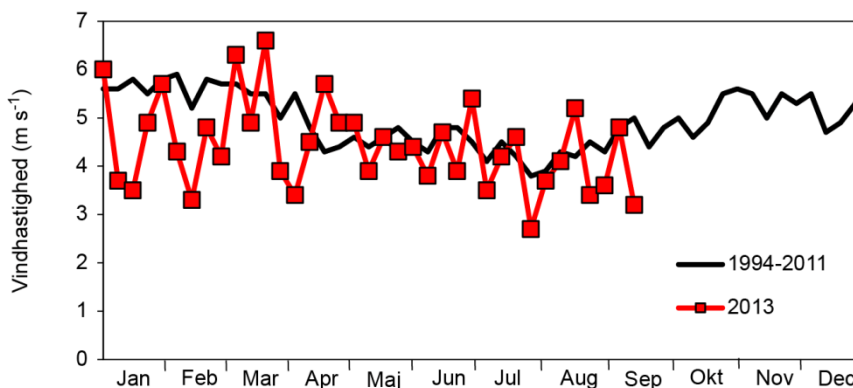
3 Vind, temperatur og nedbør

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

Figur 4. 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.



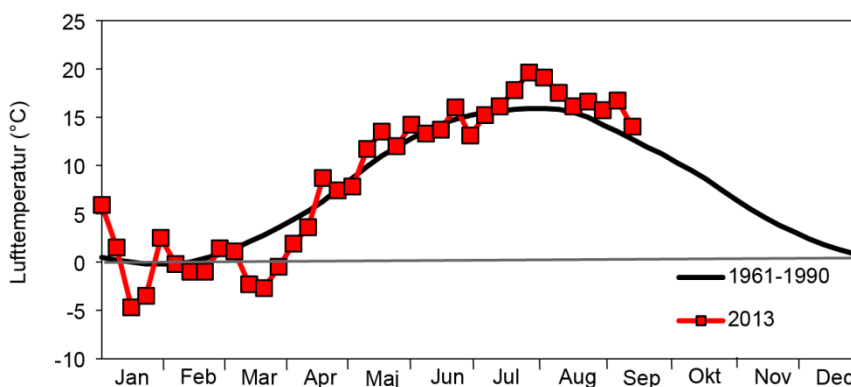
Der var overvejende en relativ lav middelvind i årets første tre måneder, hvorefter middelvinden har svinget omkring men hovedsageligt under langtidsmidlen for 1994-2011 (figur 4). Sidst i august var der kun lidt vind, hvorefter vinden tog til først i september, mens der igen var svage vinde midt i september.

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 2013 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Baseret på ugeberetninger fra DMI.

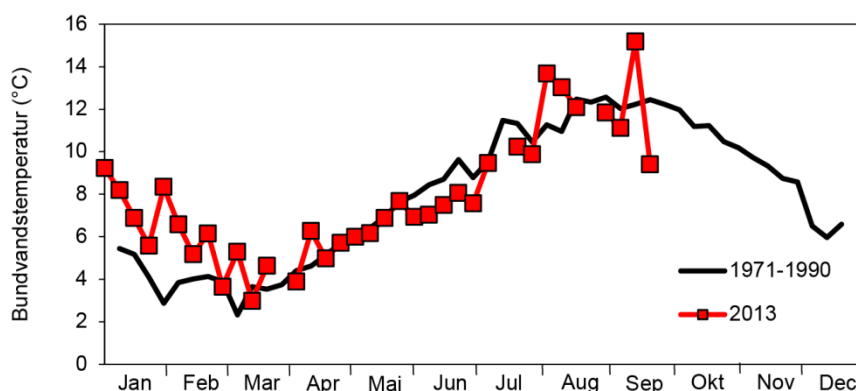
Weekly air temperature in Denmark in 2013 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



Indtil midt i april var lufttemperaturen overvejende under langtidsmidlen for 1961-1990 (figur 5). Specielt sidste halvdel af januar og marts var meget kold for årstiden. Fra midt i april til midt i juli lå temperaturen omkring langtidsmidlen. Efterfølgende har temperaturen hovedsageligt ligget noget over langtidsmidlen.

Figur 6. 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.



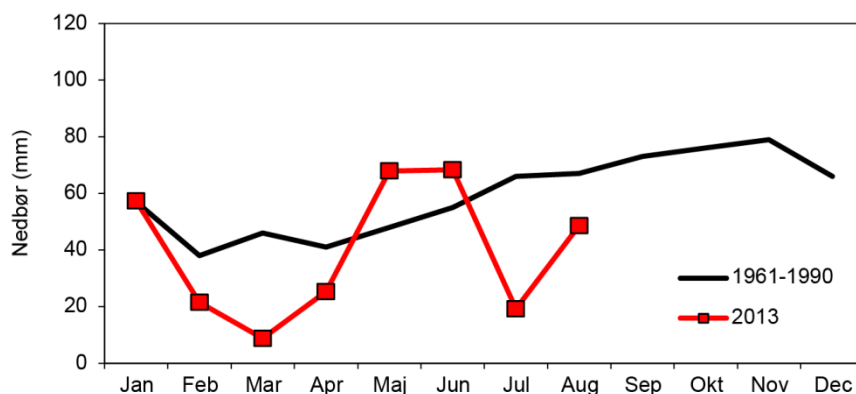
Bundvandstemperaturen var fra årets start og indtil midt i marts markant over langtidsmidlen for 1971-1990 (figur 6). Derefter fulgte temperaturen langtidsmidlen indtil juni, hvor den lå under langtidsmidlen. Temperaturen steg markant i juli, men faldt i løbet af august til lige under langtidsmidlen for igen at stige til en del over langtidsmidlen lidt ind i september.

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 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 7). I maj og juni kom der en del nedbør, mens nedbørsmængden var usædvanlig lav i juli og også ret lav i august.

4 Oversigt over de enkelte farvande

Stednavne angivet med fed skrift fremgår af figur 12.

4.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak

Der er i perioden fra sidst i august til midt i september 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 har der ikke været væsentlige langvarige iltsvindshændelser. På grund af indsluset havvand har der været kortvarige springlagsdannelser, men lagdelingerne er hurtigt blevet nedbrudt igen med intet eller kun kortvarigt iltsvind til følge. Således er der ikke registreret iltsvind i **Ringkøbing Fjord**, mens der i **Nissum Fjord** blev målt moderat iltsvind i Mellem Fjord sidst i august og kraftigt iltsvind i Yder Fjord først i september.

4.2 Limfjorden

I **Limfjorden** skønnes ca. 25 % af fjordens areal at have været ramt af iltsvind sidst i august. De berørte områder var **Hjarbæk Fjord**, **Lovns Bredning** samt hele området fra **Skive Fjord** og nordpå gennem **Hvalpsund** og **Risgårde Bredning** til Bjørnsholm Bugt. Der var også iltsvind **Halkær Bredning** og i dele af **Løgstør Bredning**. Endelig var **Thisted Bredning** og området sydpå til og med **Dragstrup Vig** berørt af iltsvind.

Vejret har efterfølgende været mere ustabil og med perioder med blæst. Det har forbedret iltforholdene markant, og midt i september blev der kun målt iltsvind fra **Skive Fjord** og nordpå til **Hvalpsund Bredning**. Desuden blev der registreret iltsvind på én station i **Lovns Bredning** og i dele af **Hjarbæk Fjord**. Endeligt blev der målt kraftigt iltsvind i den dybeste del af **Dragstrup Vig**.

4.3 Kattegat og omgivende farvande

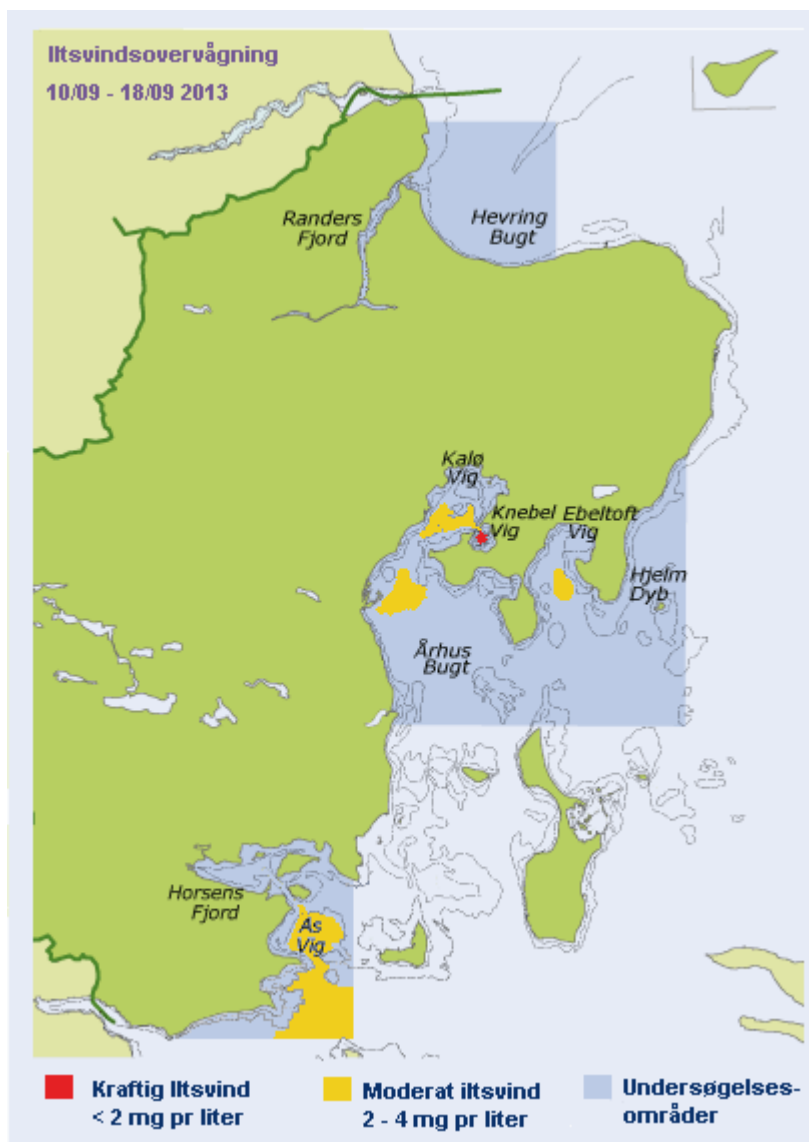
Der er ikke blevet registreret iltsvind på stationerne i den nordlige halvdel af **Kattegat** og **Aalborg Bugt**.

I **Mariager inderfjord** er iltforholdene forbedret i forhold til midt i august, da der ikke længere er iltsvind på de to inderste stationer. På stationen 'Dybet', som ligger i et naturligt iltsvindsområde ud for Mariager by, har der som sædvanlig været lagdeling af vandsøjlen og iltfrit i bundvandet. Springlaget, der adskiller det iltfrie bundvand fra overfladevandet, er løftet fra 11-12 meters dybde til 10 meters dybde. På de to stationer mellem Mariager By og Røkkedal er der også målt iltsvind, og midt i september var der iltfrit.

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

Figur 8. Udbredelsen af iltsvind i Hevring Bugt, Aarhus Bugt og As Vig i midten af september. Udarbejdet af Naturstyrelsen Kronjylland.

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



4.4 Aarhus Bugt, nordlige Bælthav og omgivende farvande

Der blev i undersøgelsesperioden registreret iltsvind i den centrale del af Aarhus Bugt samt i Kalø, Knebel og Ebeltoft Vig (figur 8). I Knebel Vig var der kraftigt iltsvind og endda helt iltfrit, men iltsvindet i de øvrige områder var moderat. Midt i september blæste kraftig vind fra syd overfladevand ind i Kalø Vig, hvorved det iltfattige bundvand blev presset sydpå ud af vigen, hvor der ikke var iltsvind ved den seneste måling 17. september.

I Hjelm Dyb blev der ikke registreret iltsvind.

I Horsens Fjord blev der ikke registreret iltsvind, mens der i As Vig lige uden for fjorden blev målt kraftigt iltsvind i slutningen af august og moderat iltsvind midt i september.

I Vejle Fjord har iltforholdene været gode i den indre del af fjorden hele året, mens forholdene er forværret i den ydre del af fjorden, hvor der målt kraftigt iltsvind sidst i august og moderat iltsvind midt i september.

I det nordlige Lillebælt har iltsvindet bredt sig i forhold til midt i august, og der er midt i september registreret moderat iltsvind på dybder større end ca. 14 meter og kraftigt iltsvind fra 15-17 meters dybde (figur 9).

Overordnet for hele området har iltindholdet i bundvandet i perioden generelt været på niveau med langtidsgennemsnittet for 1989-2012. Det kraftige iltsvind i det nordlige **Lillebælt** og nord for **Fyn** er dog usædvanligt for august.

4.5 Lillebælt og omgivende farvande

Udbredelsen af iltsvind i **Lillebælt** og de tilstødende sydjyske fjorde var stort set uændret i forhold til midt i august. Dog har området med kraftigt iltsvind mellem **Als** og **Ærø** bredt sig lidt længere mod syd (*figur 9*).

I **Kolding Fjord** er der forsat ikke registreret iltsvind i 2013.

I **Haderslev Fjord** blev der i juli målt kraftigt iltsvind og registreret frigivelse af svovlbrinte, mens der i august var moderat iltsvind. I september var iltforholdene forbedret yderligere, da der ikke længere var iltsvind, om end niveauet var tæt på iltsvindsgrænsen.

I **Genner Bugt** blev registreret moderat iltsvind på dybder større end ca. 18 meter, men der var ikke længere kraftigt iltsvind, som det var tilfældet i august.

I **Aabenraa Fjord** er udbredelsen af iltsvind omtrent som i august måned. Alligevel er forholdene forværret, da bundvandet i store dele af iltsvindsområdet er iltfrit, og der er registreret frigivelse af svovlbrinte fra havbunden.

I **Lillebælt** nord for **Als** var der midt i september forsat udbredte områder med moderat og kraftigt iltsvind. Bundvandet var nogle steder helt iltfrit, og der er registreret udslip af svovlbrinte fra havbunden.

I **Als Fjord** blev der midt i september målt moderat iltsvind på dybder større end ca. 20 meter og kraftigt iltsvind fra ca. 21 meters dybde, hvor bundvandet næsten er iltfrit. I den mere lavvandede **Augustenborg Fjord**, der står i forbindelse med Als Fjord, er der ikke konstateret iltsvind.

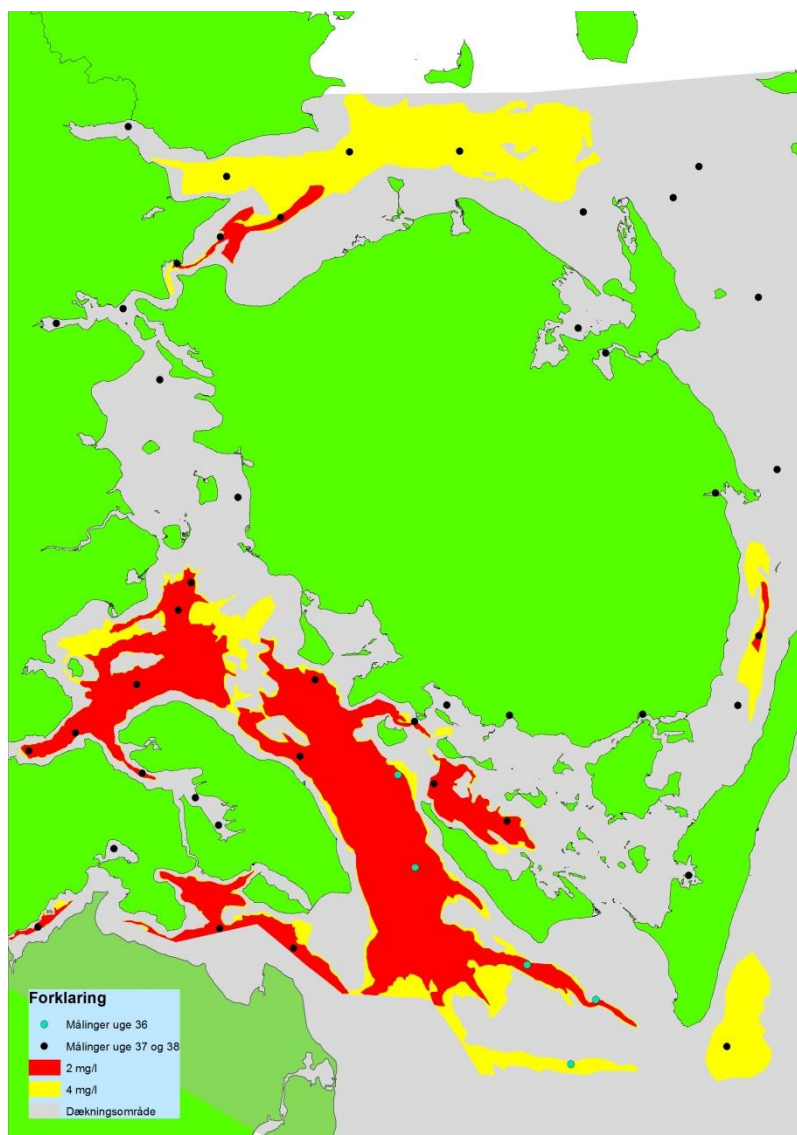
I den sydlige del af **Lillebælt** mellem **Als** og **Ærø** er iltsvindet forværret siden midt i august. Der er midt i september registreret moderat iltsvind på dybder større end 17-21 meter og kraftigt iltsvind fra 23-27 meters dybde. Området med kraftigt iltsvind har bredt sig længere mod syd end midt i august, og flere steder var bundvandet næsten iltfrit.

I den ydre del af **Flensborg Fjord** omfattende **Sønderborg Bugt** var der midt i september moderat iltsvind på dybder større end ca. 16 meter og kraftigt iltsvind fra ca. 20 meters dybde. Der var iltfrit på de største dybder, og iltkoncentrationen ved bunden har siden midt i juli ligget under langtidsmidlen (*figur 10*). I den mere lavvandede indre del af **Flensborg Fjord** er der konstateret moderat iltsvind på dybder større end ca. 11 meter og kraftigt iltsvind fra 12 meter. Der var iltfrit bundvand lige som midt i august, men midt i september blev der også konstateret frigivelse af svovlbrinte.

I **Nybøl Nor**, som er forbundet med Flensborg Fjord, er der målt moderat iltsvind på dybder større end ca. 9 meter og kraftigt iltsvind fra ca. 10 meters dybde. Dette minder meget om forholdene midt i august, bort set fra, at der nu også er konstateret frigivelse af svovlbrinte.

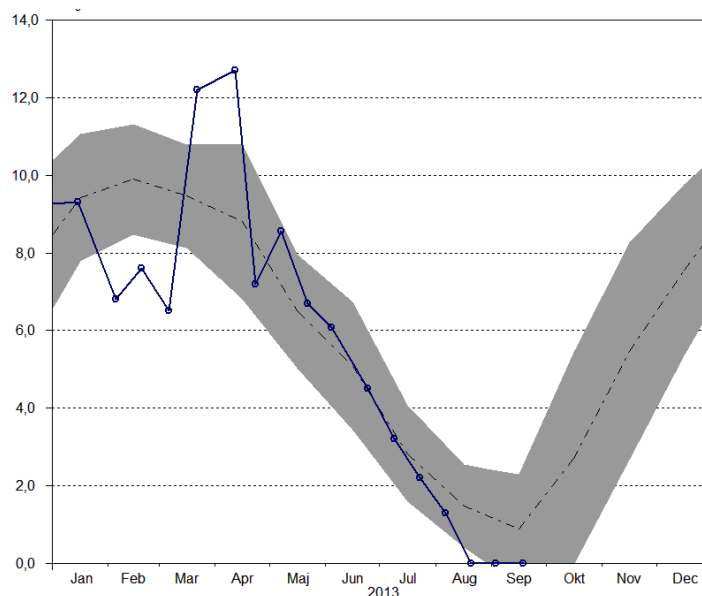
Figur 9. Udbredelsen af iltvind i første halvdel af september i Lillebælt og omgivende farvande. Gul angiver moderat iltvind (2-4 mg/l) og rød kraftigt iltvind (0-2 mg/l). Grå angiver dækningsområdet og sorte pletter målestationer. Udarbejdet af Naturstyrelsen Vadehavet og Odense.

Areas covered by oxygen depletion during the first half of September in the southern Little Belt with adjacent waters. Yellow indicates moderate oxygen depletion (2-4 mg/l) and red severe oxygen depletion (0-2 mg/l). Grey indicates covered area and black dots monitoring stations. Produced by the Danish Nature Agency Vadehavet and Odense.



Figur 10. Målte iltkoncentrationer (mg l^{-1}) i bundvandet i 2013 (blå kurve) i forhold til tidsvægtede langtidsmidler for 1986-2012 (stiplet linje) for den ydre del af Flensborg Fjord (grå = spredning). Udarbejdet af Naturstyrelsen Vadehavet.

Bottom water oxygen concentrations (mg l^{-1}) during 2013 (blue line) compared to long-term means for the period 1986-2012 (dotted line) in the outer part of Flensborg Fjord (grey = standard deviation). Produced by the Danish Nature Agency Vadehavet.



Der er konstateret iltsvind både nord og syd for **Fyn**. Iltsvindet i det sydlige farvandsområde er lige så kraftigt og omfattende som de senere år på samme årstid, mens iltsvindet i det nordlige farvandsområde er mere udbredt end de senere år.

Sidst i juli blev der konstateret iltsvind i 17 meters dybde nord for **Fyn** i et område nordvest for **Æbelø**. I løbet af august bredte iltsvindet sig i østlig retning, og der opstod kraftigt iltsvind i et mindre område øst for **Æbelø**.

I **Det Sydfynske Øhav** er det kraftige iltsvind i **Ærøbassinet** intensiveret siden midt i august, men der er endnu ikke registreret udslip af svovlbrinte trods iltfrie forhold på de største dybder. Iltsvindet i **Ringsgaardbassinet**, som startede i slutningen af juni, ophørte i starten af september formodentlig som følge af, at de sydlige vinde har nedbrudt springlaget i de mest vindeksponerede områder.

I de mere lavvandede fjorde og nor i **Det Sydfynske Øhav** var der forsat iltsvind i **Faaborg Fjord** midt i september, mens iltsvindet i **Helnæs Bugt** er ophørt. Iltindholdet i bundvandet i de øvrige undersøgte fjorde og andre lavvandede områder er faldende og nogle steder tæt på iltsvindsgrænsen.

I slutningen af august og midt i september blev der målt moderat iltsvind i den nordlige del af **Langelands Sund** (vest for **Langeland**) på dybder større end 14-16 meter og kraftigt iltsvind fra 15-16 meters dybde. Der er ikke iltsvind i den centrale del af sundet, men iltindholdet er faldende. I **Langelandsbælt** (øst for **Langeland**) var iltindholdet i bundvandet tæt ved iltsvindsgrænsen, og der var moderat iltsvind lidt højere oppe i vandsøjlen.

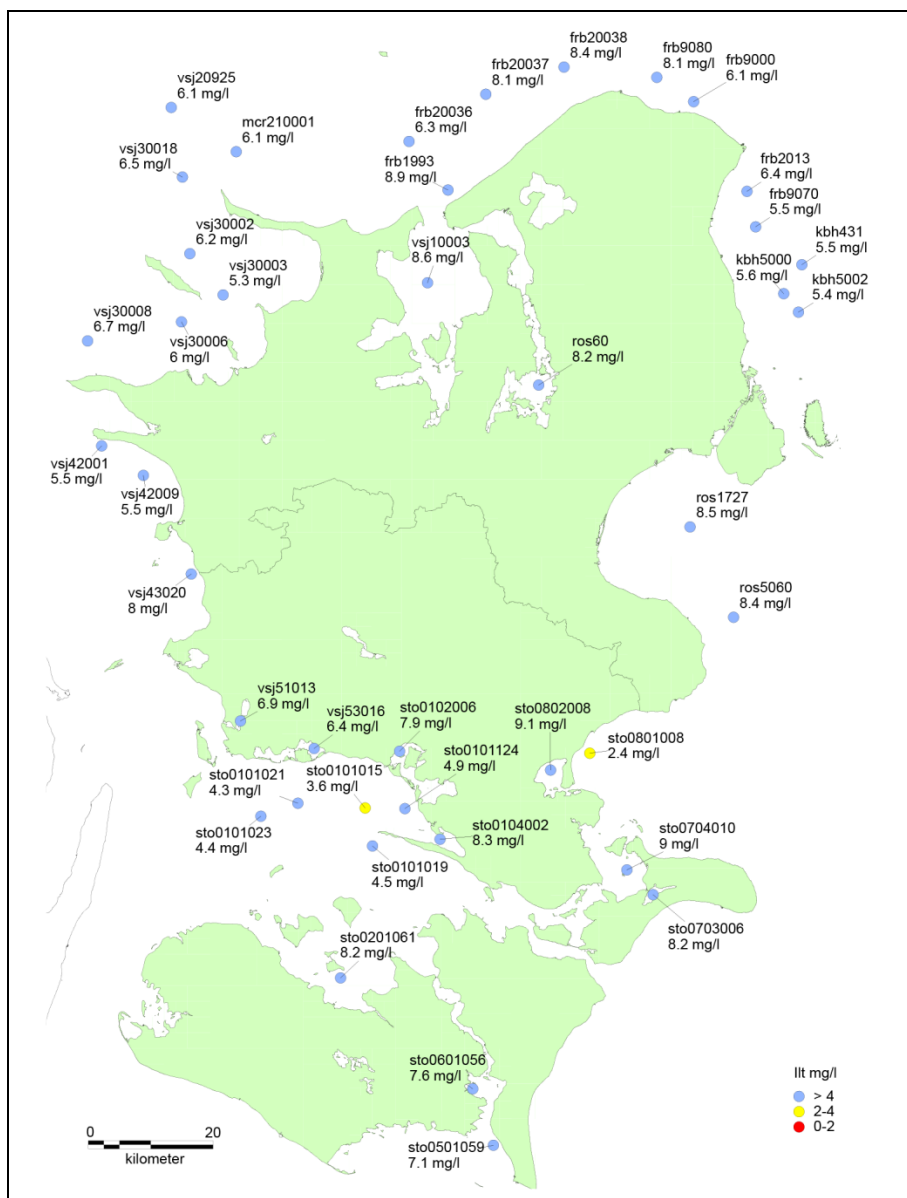
4.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster

Rundt om **Sjælland**, **Lolland** og **Falster** er kun registreret iltsvind i **Smålandsfarvandet** og i **Faxe Bugt** (*figur 11*). Iltsvindet i de to områder er af beskeden udbredelse og moderat om end tæt på kraftigt i Faxe Bugt.

Der blev ikke registreret iltsvind i **Storebælt**, **Roskilde Fjord** eller **Isefjord** i undersøgelsesperioden (*figur 11*).

Figur 11. Målinger af iltkoncentration (mg l^{-1}) i farvandet omkring Sjælland, Lolland og Falster fra 22. august til 18. september 2013. For hver station vises den lavest registrerede iltkoncentration kategoriseret som $> 4 \text{ mg/l}$ (ikke iltsvind), $2-4 \text{ mg/l}$ (moderat iltsvind) eller $0-2 \text{ mg/l}$ (kraftigt iltsvind). Udarbejdet af Naturstyrelsen Nykøbing.

Measurements of oxygen concentration (mg l^{-1}) in the sea around Zealand, Lolland, and Falster from 22 August to 18 September 2013. Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration categorised as $> 4 \text{ mg/l}$ (no oxygen depletion), $2-4 \text{ mg/l}$ (moderate oxygen depletion), and $0-2 \text{ mg/l}$ (severe oxygen depletion). Produced by the Danish Nature Agency Nykøbing.



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 meter.

5 Kort over danske farvande



Figur 12. 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 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