



Iltsvind i de danske farvande i oktober 2009

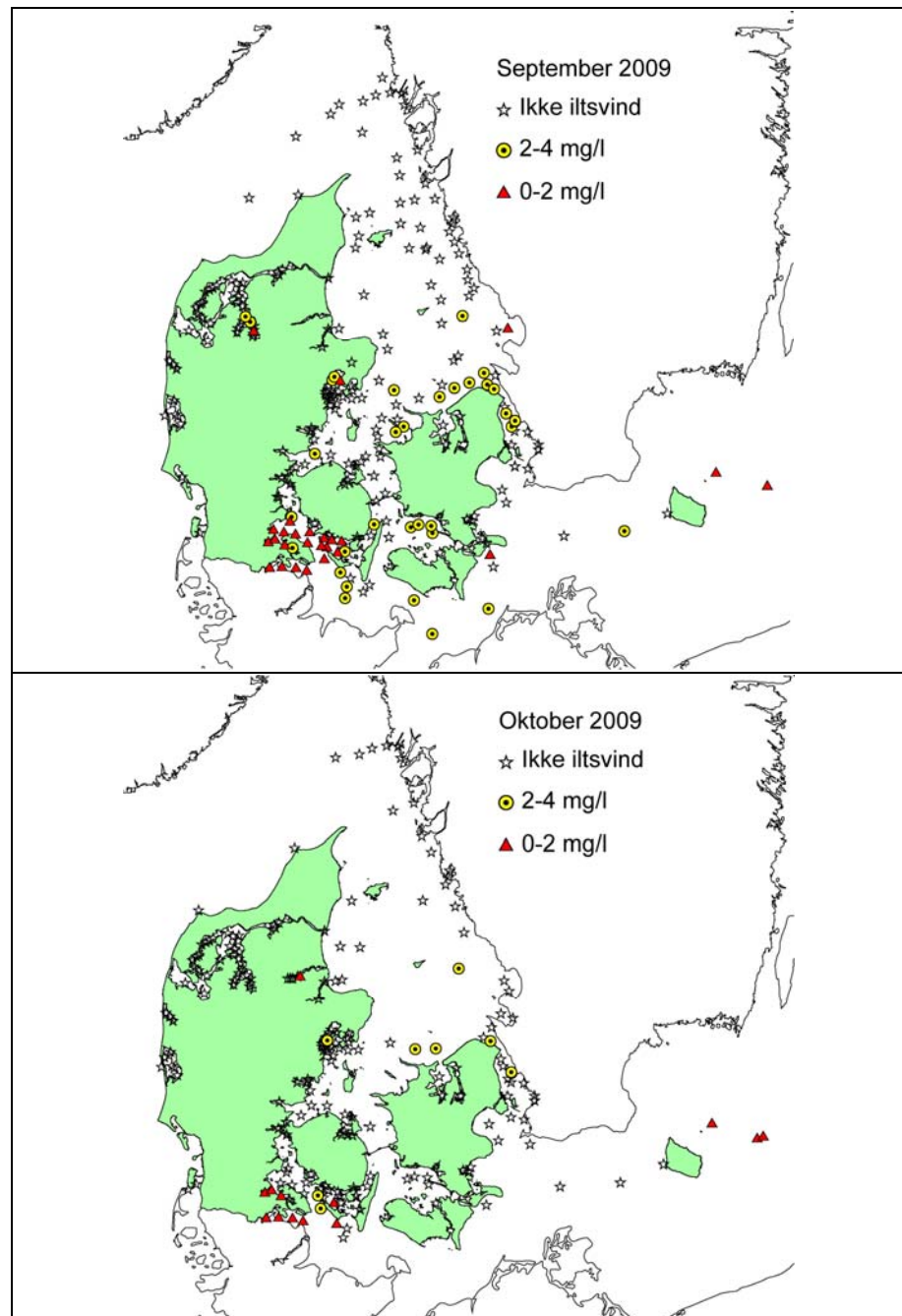
Udarbejdet af Morten Hjorth & Ole H. Manscher, DMU

Denne rapport findes på DMU's hjemmeside:

<http://www.dmu.dk/Vand/Havmiljoe/Iltsvind/>

Figur 1. Kortene viser de stationer, hvor iltforholdene (svensk: syreforholdene) er undersøgt af danske og svenske institutioner, og hvor der er observeret iltsvind (syrebrist) (< 4 mg/l) eller kraftigt iltsvind (< 2 mg/l) hhv. i perioderne 1.-18. september og 1.-23. oktober 2009.

The maps show stations visited by Danish and Swedish authorities in the periods 1-18 September and 1-23 October 2009, and where oxygen deficiency (< 4 mg/l) and severe oxygen deficiency (< 2 mg/l) was observed.



Dansk	Svensk	English	Deutsch
Ilt	Syre	Oxygen	Sauerstoff
Iltsvind	Syrebrist	Oxygen deficiency	Sauerstoffmangel

1 Sammenfatning

Ved udgangen af september var der risiko for udbredt iltsvind i flere farvandsområder. Kraftig blæst i begyndelsen af oktober forårsagede en større udskiftning af vandmasserne i store dele af de indre danske farvande og reducerede områderne med iltsvind til få dybe områder i Mariager Fjord, Flensborg Fjord og få andre steder i det sydlige Kattegat, Øresund og øst for Bornholm. DMU forventer, at iltsvindets udbredelse har toppet for i år.

Nedbørsforholdene i 2009 har ligget omkring langtidsmiddelværdien for 1961-1990 med mindre nedbør i foråret og mere nedbør end gennemsnittet i sommermånederne. September og oktober har været mere tørre end normalt. Samtidigt har 2009 været varmere end langtidsmiddelværdien, primært på grund af et varmt forår, mens oktober har været lidt koldere end normalt. På baggrund af temperatur og nedbør kunne det forventes, at iltsvindsforholdene ville være som tidligere år. Den altdominerende vejrfaktor i relation til iltsvind har dog været vindforholdene. I begyndelsen af september og oktober har der været perioder med kraftigt blæsevejr, der har formået at udskifte vandmasserne i en sådan grad at iltsvindsforekomsterne er reduceret kraftigt siden sidste rapportering. I september var der optræk til udbredt iltsvind, men blæsevejret i oktober har udskiftet vandmasserne, fjernet store dele af iltsvindet og genskabt gode iltforhold. Dette har været et fast mønster i flere farvandsområder. Det afspejler sig også i udbredelsen af iltsvind i oktober (*figur 1*). Det forventes, at iltsvindets udbredelse har toppet for i år, men i de dybe områder, hvor der stadig er iltsvind, skal der gentagne vindhændelser eller meget kraftig vind til, før bundvandet atter bliver iltet.

I Limfjorden blev der sidst registreret iltsvind i slutningen af september og i Kattegat er der kun registreret iltsvind i den dybe del af Mariager Fjord og øst for Anholt på 40-55 m's dybde. Septembers iltsvind i Storebælt, sydlige Kattegat og Øresund er, efter blæsevejret i starten af oktober, reduceret til små områder ved Hven, i Øresundstragten og i Hesselø Bugt.

I den indre del af Flensborg Fjord var der kraftigt iltsvind i området, som dog er begrænset til de dybeste dele af inderfjorden på dybder over ca. 15 meter. Til sammenligning lå iltsvindsgrænsen på ca. 8 meter for en måned siden. I den ydre del af Flensborg Fjord (Sønderborg Bugt) var der fortsat iltsvind på dybder større end ca. 23 meter og kraftigt iltsvind dybere end ca. 25 meter.

Der er stadig "lommer" af iltsvindsramte vandmasser i det sydlige Lillebælt, men de må anses for at være midlertidige fænomener.

I det dybere vand omkring Bornholm blev der målt iltsvind på større dybder, hvilket har været et konstant fænomen siden 2003.

English summary

By the end of September, there was a risk of extensive oxygen deficiency in Danish waters. Heavy winds at the beginning of October caused a large water exchange in many parts of the inner Danish waters and reduced areas with oxygen deficiency considerably to deep areas in Mariager Fjord, Flensborg Fjord and a few other places in Southern Kattegat, Øresund and east of Bornholm. It is expected that the area of oxygen deficiency has reached its maximum for 2009.

The amount of rain in 2009 has been around the long-term average for 1961-1990 with smaller amounts in the spring and more than average in summer. September and October were drier than the long-term average. Furthermore, this year has been warmer than the long-term average, primarily due to a hot spring, while October has been a little colder than normal. Based on temperature and rainfall patterns, the area of oxygen deficiency could have been expected to be as previous years. In relation to oxygen deficiency, wind is the dominating weather factor. At the beginning of September and October, periods of heavy winds dominated which caused an exchange of water masses to an extent where areas of oxygen deficiency were reduced distinctly since the last report. In September, there was a risk of extensive oxygen deficiency, but the heavy winds removed large parts of it and recreated good oxygen conditions. This pattern was repeated in several waters, which is reflected in the distribution of oxygen deficiency in October (*figure 1*). It is expected that the distribution of oxygen deficiency has reached its maximum for 2009, but in deep areas, where oxygen deficiency still occurs, only repeated instances of heavy winds can restore oxygen concentrations in bottom water.

In Limfjorden oxygen deficiency was registered for the last time at the end of September and in Kattegat, oxygen deficiency was only registered in the deep parts of Mariager Fjord and east of Anholt.

After the heavy winds at the beginning of October, the areas in Storebælt, Southern Kattegat and Øresund affected by oxygen deficiency has been reduced to small areas near Hven, the opening of Øresund and in Hesselø Bugt.

In the inner part of Flensborg Fjord, oxygen concentrations in bottom waters are 0,4 mg/l, but is limited to deeper parts below 15 m's depth. For comparison, the border of oxygen deficiency was at 8 meter a month earlier. In the outer part of Flensborg Fjord (Sønderborg Bugt), there is still oxygen deficiency at depths below 23 m, and severe oxygen deficiency below 25 m's depth.

There are still pockets of oxygen deficiency in Southern Lillebælt, but they can be regarded as a temporary phenomenon.

In the deeper waters near Bornholm, oxygen deficiency has been observed at greater depths, which has been the case since 2003.

2 Indledning

Danmarks Miljøundersøgelser udsender en rapport hvert år i slutningen af august, september, oktober og november, der beskriver de aktuelle iltforhold i de danske farvande. Dette er den tredje iltsvindsrapport i 2009, som giver en status for den aktuelle udvikling og udbredelse af iltsvind i de danske farvande. Formålet er at give offentligheden et overblik over, hvor der er målt iltsvind i september og oktober.

Oversigten er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) i samarbejde med de syv danske, regionale miljøcentre under Miljøministeriet: Aalborg, Århus, Ringkøbing, Ribe, Odense, Nykøbing F og Roskilde miljøcentre, samt Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI), Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen i Hallands Län, NV Skånes Kustvattenkommitté, Öresunds Vattenvårdsförbund og Sydkustens Vattenvårdsförbund i Sverige. Grundlaget for rapporten er miljøcentrenes målinger af iltindholdet i danske fjorde og kystnære farvande, DMU's og SMHI's iltmålinger i åbne farvande samt de svenske läns og vattenvårdsförbunds iltmålinger i svenske kystvande.

På baggrund af de aktuelle målinger bliver der udarbejdet kort over udbredelsen af iltsvindet for en række områder af de enkelte miljøcentre. Udbredelseskortene er baseret på ekstrapolationer af de faktiske målinger ud fra dybdemodeller for de enkelte områder og skal derfor tolkes som den mest sandsynlige udbredelse af iltsvindet. Danmarks Miljøundersøgelser, DMU, udarbejder landsdækkende kort over udbredelsen af iltsvind og beregner det samlede areal, hvor der er iltsvind i august og september. Den samlede udbredelse af iltsvindet i oktober og november bliver ikke beregnet, da DMU ikke længere foretager målinger i de åbne farvande i disse måneder.

2.1 Hvad er iltsvind

Iltkoncentrationen ved havbunden er et resultat af to modsatrettede processer - iltforbrug og ilttilførsel. Iltforbruget kommer fra nedbrydning af organisk stof af bunddyr og bakterier i sedimentet og dets størrelse afhænger af mængden af tilført organisk stof og af temperaturen. Ilttilførslen er først og fremmest styret af vindforholdene, som er afgørende for vandudskiftningen nær bunden. Forekommer der en lagdeling af vandsøjlen, betyder det forringede iltforhold, idet ilttilførslen fra overfladen begrænses. Derfor er iltsvind i lavvandede farvande kun til stede i forbindelse med stille, varme perioder, hvor der etableres en temperaturlagdeling af vandsøjlen, eller hvis et tyndt lag salt og tungt bundvand trænger ind. I dybere farvande med permanent lagdeling i sommerhalvåret ses derimod et karakteristisk mønster med højt iltindhold i bundvandet i vinterperioden efterfulgt af faldende iltindhold fra foråret til sensommer og efterår, hvor iltindholdet er lavest. Et øget iltforbrug eller en reduceret ilttilførsel kan derfor resultere i iltsvind.

I Danmark betegnes det operationelt som 'iltsvind', når iltkoncentrationen er under 4 mg/l og som 'kraftigt iltsvind', når koncentrationen er under 2 mg/l. Iltsvind kan undertiden observeres på bunden, når der

dannes hvide belægninger af svovlbakterier – det såkaldte ligklæde eller liglagen.

Iltindholdet i bundvandet er af afgørende betydning for livsbetingelserne for bunddyrene og de bundlevende fisk. Ved moderat iltsvind søger mange fisk væk fra området. Under længere perioder med kraftigt iltsvind begynder bunddyrene at dø. Til sidst kan der frigives giftig svovlbrinte og de fleste bunddyr dør. Når bunddyrene dør, forsvinder fiske- nes fødegrundlag og der går flere år efter iltsvindets ophør, før der igen er etableret et samfund af bunddyr med normal aldersfordeling, arts- sammensætning og individantal.

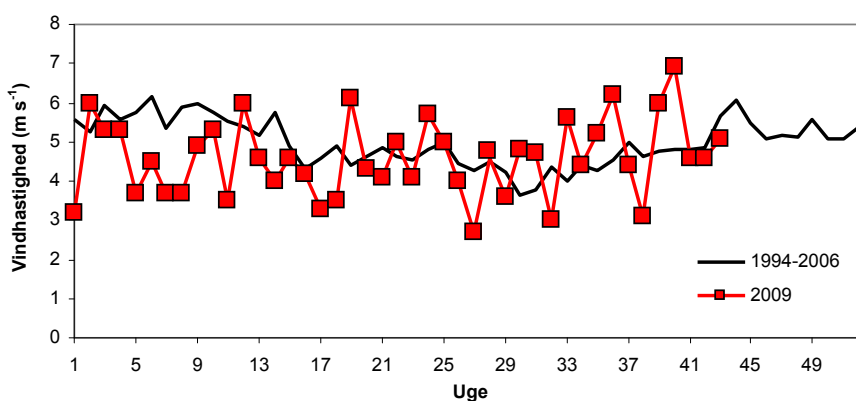
3 Vind, nedbør og temperatur

3.1 Vind

Første halvdel af 2009 var præget af mindre vind end normalt. Frem til og med april var den gennemsnitlige vindhastighed for hele landet lavere end den ugentlige middelværdi for perioden 1994-2006, bortset fra en uge i begyndelsen af januar og en uge i marts (figur 2). I løbet af maj var der perioder med skiftende vindhastigheder over og under normalen og juni var i store træk normal. De to sidste uger af juli og den første uge af august havde høje vindhastigheder. Efter en stille start på august har den sidste halvdel af august og første halvdel af september haft vindhastigheder højere end gennemsnittet. Resten af september har derimod været mere stille med vindhastigheder markant under normalen for 1994-2006. Oktober startede med årets højeste middelvindshastigheder, men resten af måneden har været omkring gennemsnittet.

Figur 2. Middelvindhastighed pr. uge i 2009 samt for perioden 1994-2006. Baseret på ugerapporter fra DMI.

Mean wind speed week by week for 2009 and for the period 1994-2006. Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.

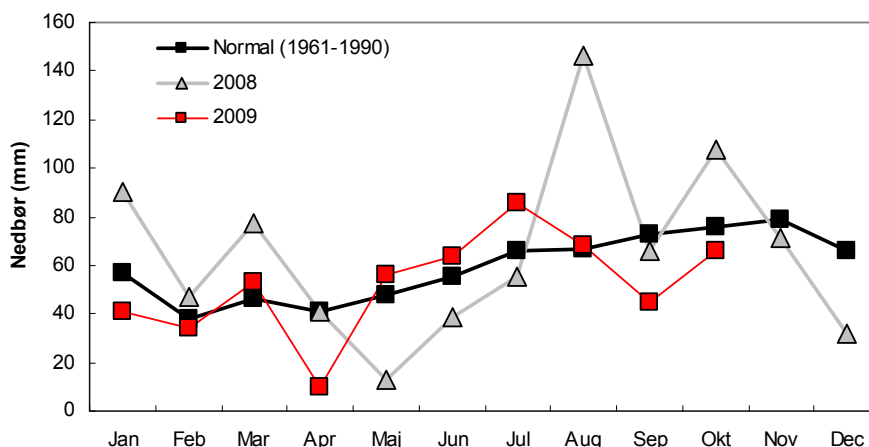


3.2 Nedbør

Nedbørsmængden har betydning i forhold til iltsvind, idet udvaskningen af næringsstoffer fra land til havet er påvirket af nedbørsmængden. Mængden af næringsstoffer i havet kontrollerer produktionen af organisk stof, der ved nedbrydning fjerner ilt fra vandet. Den gennemsnitlige nedbør i det hydrologiske år fra juli 2008 til juni 2009 var lidt højere (2 mm/måned) end langtidsmidlen for 1961-1990. Nedbøren i januar til april svarede dog til normalen eller var lidt under (figur 3). April var markant mere tør med en gennemsnitlig nedbør på 10 mm i forhold til en normal på 41 mm. Den samlede nedbør i maj-juli var derimod 22% over langtidsmidlen. I august lå nedbøren på samme niveau som langtidsmidlen, mens september måned har været mere tør end både 2007 og langtidsmidlen 1961-1990. I oktober faldt der 10 mm mindre nedbør end månedsmidlerne for 1961-1990.

Figur 3. Månedlig nedbør i Danmark i 2008 og 2009 i forhold til månedsmidler for perioden 1961-1990. Baseret på månedsberetninger fra DMI.

Monthly precipitation in Denmark in 2008 and 2009 compared to monthly averages for the period 1961-1990. Based on monthly reports from the Danish Meteorological Institute.

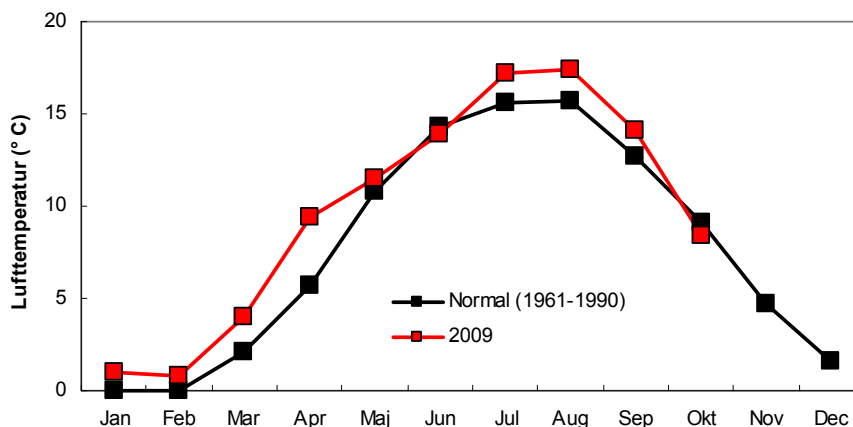


3.3 Temperatur

Fra januar til juni har 2009 været varmere end langtidsmidlen 1961-1990 med marts og april som meget varme med hhv. 1,9 og 3,7° C over langtidsmidlen. Tendensen fortsatte i juli, august og september, som alle har været mere end 1,5° C varmere end gennemsnittet for perioden 1961-1990. Omvendt så har oktober været 0,8° C koldere end langtidsmidlen (figur 4). Høje lufttemperaturer kan ofte afspejles i højere overfladevandtemperaturer end midlen for perioden 2000-2006. Temperaturen i bundvandet i de åbne farvande følger normalt den overordnede udvikling i lufttemperaturen med et par måneders forsinkelse.

Figur 4. Månedsmidler af lufttemperaturen i Danmark i 2009, sammenlignet med langtidsmiddel for perioden 1961-1990. Baseret på månedsberetninger fra DMI.

Monthly mean air temperature in Denmark in 2009 compared to long-term average for the period 1961-1990. Based on monthly reports from the Danish Meteorological Institute.



4 Oversigt over de enkelte farvande

4.1 Nordsøen og Skagerrak

Ud for **Hanstholm** var det lavest målte iltindhold i oktober på 8,2 mg/l (98%) på ca. 27 m's dybde. Iltindholdet var uændret fra overflade til bunden og der blev ikke registreret springlag. Ved **Hirtshals** var den lavest målte iltkoncentration 8,0 mg/l (95%) på ca. 15 m's dybde (figur 6). Også der var iltindholdet uændret fra overfladen til bunden, ligesom der ikke blev observeret springlag.

Der er i ovennævnte periode hverken målt iltsvind i **Ringkøbing Fjord** eller i **Nissum Fjord**.

I den kystnære del af Vesterhavet ud for **Hvide Sande** er der ikke målt iltsvind i oktober.

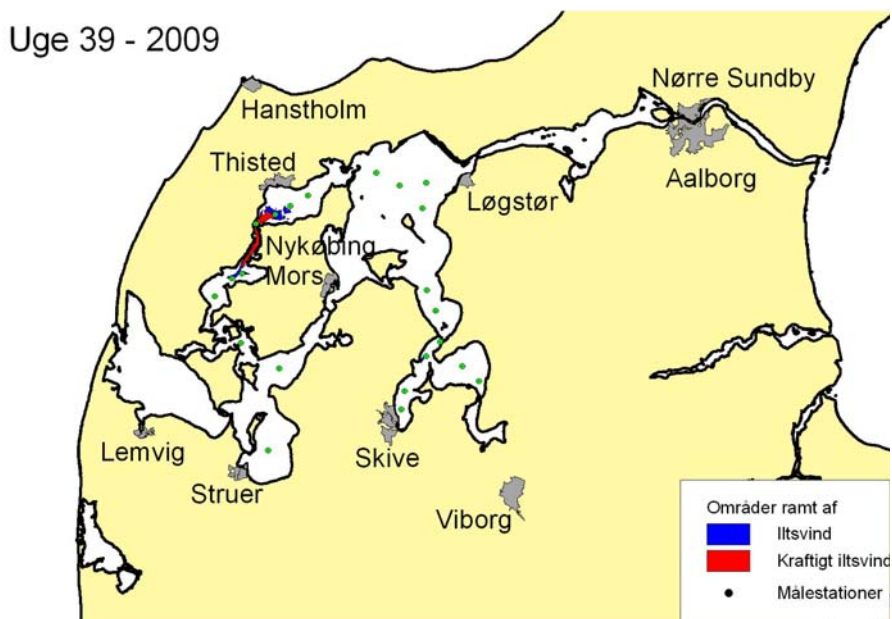
På den sydlige del af vestkysten i **Vadehavet** og Vesterhavet har målingerne i 2009 frem til nu ikke vist tegn på forekomst af iltsvind.

4.2 Limfjorden

I slutningen af september (uge 39) blev der målt iltsvind og kraftigt iltsvind i et mindre område fra den sydvestlige del af **Thisted Bredning** og ned gennem **Vilsund** til **Dragstrup Vig** (figur 5). Det skyldtes en kraftig lagdeling, som er opstået efter indstrømning af vand med meget høj salinitet fra **Vesterhavet**, hvilket har præget store dele af Limfjorden de seneste par måneder. I oktober måned er der ikke registreret iltsvind i Limfjorden.

Figur 5. Udbredelsen af iltsvind (< 4 mg/l) og kraftigt iltsvind (< 2 mg/l) i Limfjorden i uge 39 (21.-27. september) 2009. Udarbejdet af DMU for miljøcentrene Ringkøbing og Aalborg.

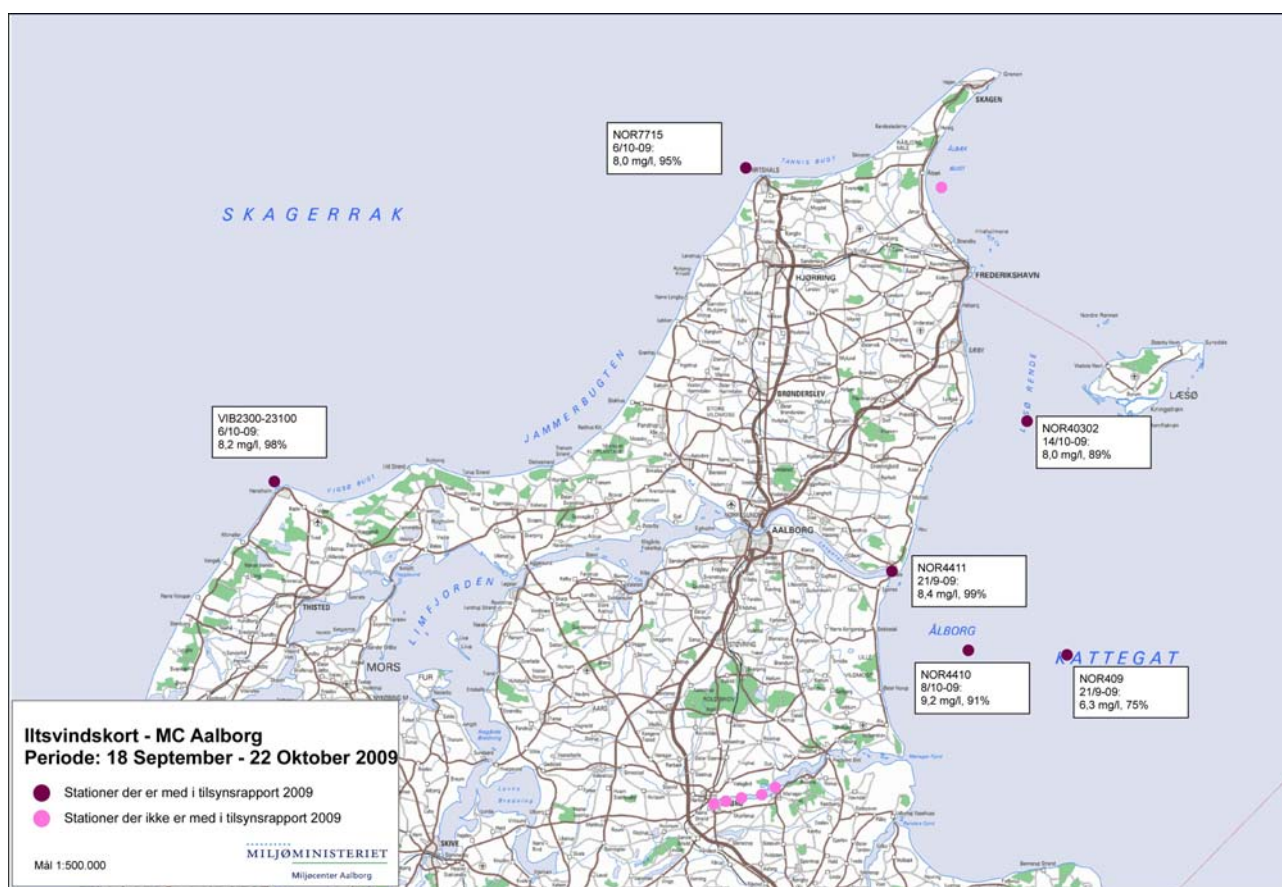
Area covered by oxygen depletion (< 4 mg/l) and severe oxygen depletion (< 2 mg/l) in Limfjorden in week 39 (21-27 September) 2009. Produced by NERI for the Environmental Centres Ringkøbing and Aalborg.



4.3 Kattegat med omgivende fjorde

I **Aalborg Bugt** var iltindholdet markant bedre end ved forrige rapportering. Iltindholdet var lavest i slutningen af september med 6,3 mg/l ved bunden (75%), og steg herefter gennem perioden til 8,7 mg/l i slutningen af oktober (figur 6).

Ved **Dokkedal** (10-11 m) blev den laveste iltkoncentration målt ved bunden på 9,2 mg/l (91%) i starten af oktober (figur 6). Herefter steg iltindholdet gennem perioden til 9,2 mg/l i slutningen af oktober. Ud for **Hals Havn** (ca. 13,5 m), blev den laveste iltkoncentration målt i slutningen af oktober på 8,4 mg/l (99%), og koncentrationen steg til 10,0 mg/l i slutningen af oktober. I **Læsø Rende** (ca. 23 m's dybde) blev der målt 8,0 mg/l (89%) i midten af oktober og det steg til 9,3 mg/l i slutningen af oktober.



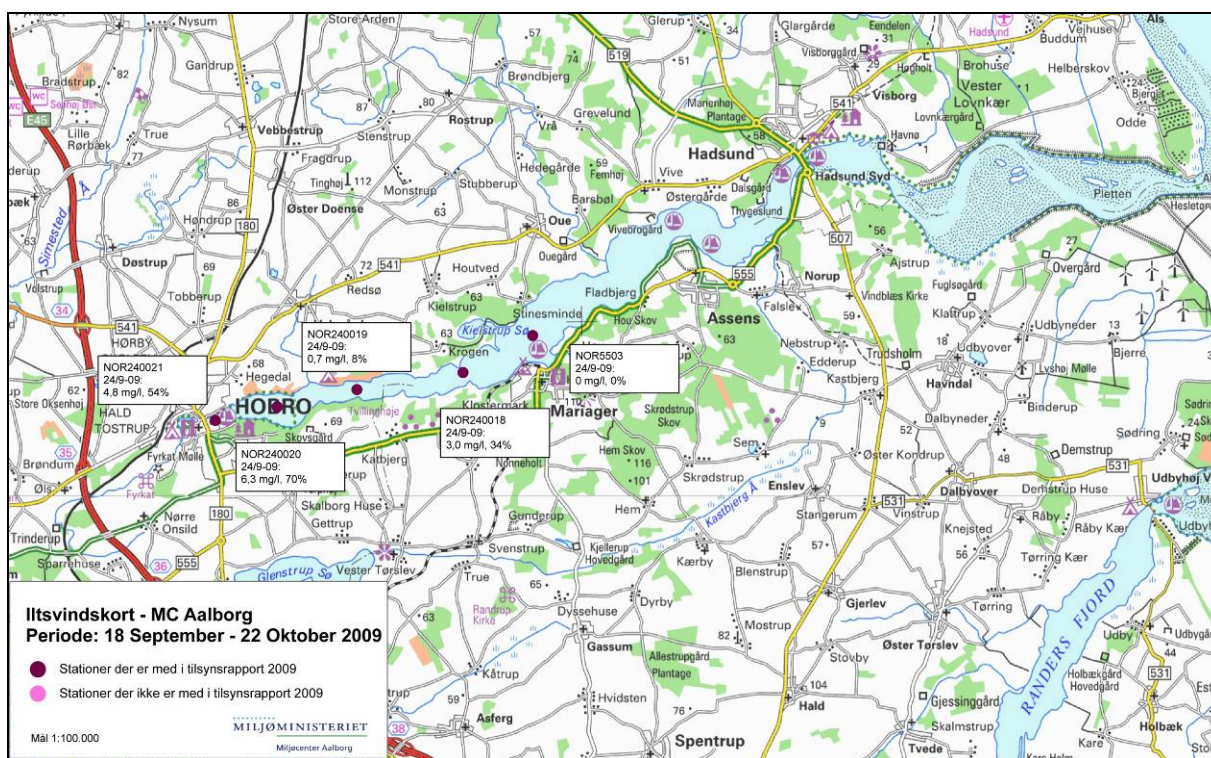
Figur 6. Iltkoncentrationer målt i Skagerrak og nordlige Kattegat i perioden 18. september-22. oktober 2009. Efter Miljøcenter Aalborg.

Oxygen concentrations measured in Skagerrak and northern Kattegat in the period 18 September-22 October 2009. From Environmental Centre Aalborg.

I **Hevring Bugt** faldt iltindholdet i bundvandet markant i sidste halvdel af september, og der blev registreret iltvind (3,3 mg/l) i slutningen af måneden. Den hårde vind i oktober medførte herefter en stigning til 9,2 mg/l.

I den indre del af **Randers Fjord** steg iltindholdet i bundvandet fra 4,4 mg/l i midten af september til 6,4 mg/l i slutningen af måneden. I okto-

ber steg iltindholdet yderligere til 9,8 mg/l. I den yderste del af fjorden var der gode iltforhold (8,4-9,3 mg/l) i hele perioden.



Figur 7. Registrerede iltvindmålinger i Mariager Fjord i perioden 18. september-22. oktober 2009. Efter Miljøcenter Aalborg.

Registered oxygen deficiency in Mariager Fjord in the period 18 September-22 October 2009. From Environmental Centre Aalborg.

I **Mariager Fjord** blev der registreret iltsvind i "Dybet" (24 m) i slutningen af september på 14 m's dybde og kraftigt iltsvind på 15 m's dybde (figur 7). Dybere end 15 m var der iltfrit, med undtagelse af et tyndt vandlag lige over bunden. I dette ca. 1/2 m tykke lag var saltholdigheden 1,5‰ højere end i vandmassen ovenover og i dette lag var iltindholdet 4 mg/l. Det peger på, at der har været et indbrud af vand fra Kattegat kort før målingen. Ved **Hobro Havn** (5,5-7 m) blev iltindholdet målt til 4,8 mg/l (54%) ved bunden i slutningen af september. I overfladen var iltindholdet 5,3 mg/l og svagt faldende med dybden. Ved seneste måling i slutningen af oktober blev der målt 8,5 mg/l ved bunden. Ved **Gl. Spølleledning** (ca. 6 m) blev der målt 6,3 mg/l (70%) i overfladen i slutningen af september. Ved den seneste måling i slutningen af oktober blev der målt 8,8 mg/l ved bunden. Ved **Røkkedal** (ca. 11-12 m) mælt et iltindhold på 0,7 mg/l (8%) ved bunden i slutningen af september. På ca. 9 m's dybde passerer grænsen for iltsvind (4 mg/l), og på 11,5 m's dybde (0,5-1 m over bunden) passerer grænsen for kraftigt iltsvind (2 mg/l). Ved seneste måling i slutningen af oktober blev der målt 7,1 mg/l ved bunden. På **Sandhagen** (ca. 12-13 m) blev der målt ca. 6,8 mg/l i overfladen i slutningen af september. Under 10 m's dybde falder iltindholdet ret hurtigt og grænsen for iltsvind passerer i 12 m's dybde og iltkoncentrationen ved bunden er 3,0 mg/l (34%). Ved den seneste måling blev der målt 8,7 mg/l ved bunden. Samlet set blev der i Mariager Inderfjord på de to stationer nærmest Hobro ikke registreret iltsvind, mens der lidt længere mod øst har været iltsvind med niveauer på 0,7 og 3 mg/l. Centralt i fjorden, nord for Mariager, er iltindholdet i den øvre vandmasse (0-14 m) 9-9,5 mg/l og der er målt iltsvind og kraftigt iltsvind under 10 m's dyb-

de. Fra ca. 18 m og til bunden var der iltfrit, undtaget i et tyndt saltere bundlag, hvor iltindholdet er 4 mg/l. Efterårets hændelser med kraftig vind har betydet total opblanding på lavt vand. I "Dybet" har vindhændelserne betydet, at det iltfattige lag er formindsket.

4.4 Det nordlige Bælthav

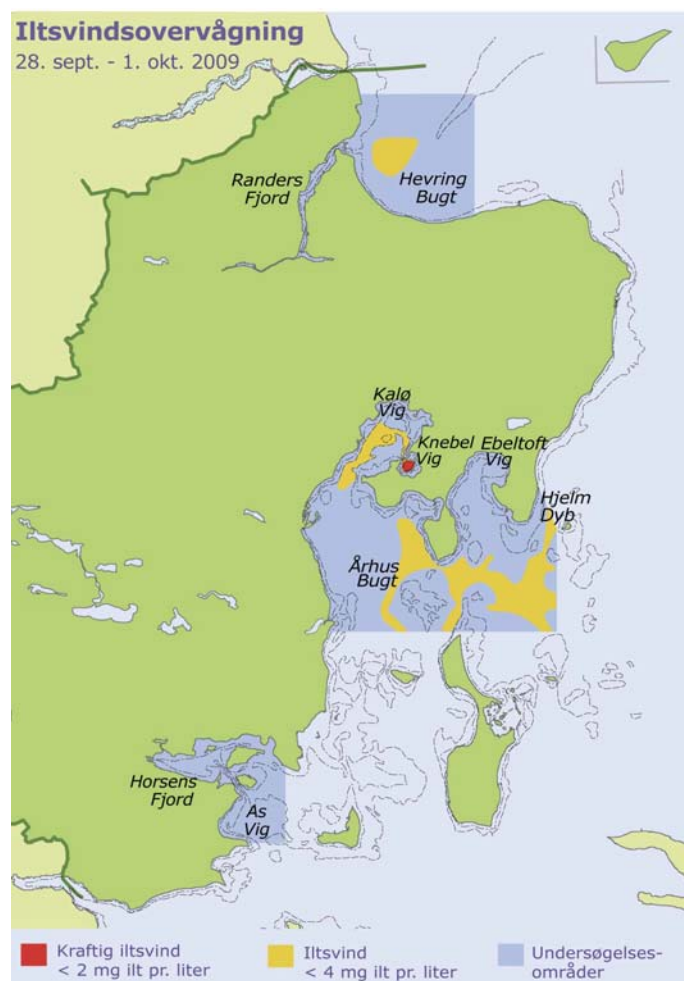
I **Kalø Vig** skete der et fald i iltindholdet i bundvandet i sidste halvdel af september, og der blev registreret iltsvind (2,9-3,0 mg/l) i slutningen af måneden (figur 8). Flere perioder med hård vind medførte herefter en stigning i iltindholdet til 8,7-9,1 mg/l i slutningen af oktober.

I **Knebel Vig** var der kraftigt iltsvind i størstedelen af september, visse steder helt ned til iltfrie forhold i slutningen af måneden. Hård vind medførte derefter en stigning i iltindholdet, og der blev registreret 8,9 mg/l i bundvandet i slutningen af oktober.

I **Århus Bugt** var iltkoncentrationen 4,1-4,8 mg/l i bundvandet i store dele af bugten i midten af september. Koncentrationen faldt yderligere og der blev registreret iltsvind (3,3-3,9 mg/l) i den østlige dybe del af bugten i slutningen af september. I midten af oktober steg iltindholdet markant, og der blev målt 8,0-9,4 mg/l i bundvandet i slutningen af oktober.

Figur 8. Estimeret udbredelse af iltsvind 28. september-1. oktober 2009 i det sydlige Kattegat og Nordlige Bælthav. Efter Miljøcenter Århus.

Estimated occurrence of oxygen deficiency in the period 28 September-2 October 2009 in Southern Kattegat and Northern Belt Sea. From Environmental Centre Århus.



I **Ebeltoft Vig** var iltkoncentrationen på 4,6-5,4 mg/l i bundvandet i september men steg i oktober til 8,5-9,0 mg/l. I det dybe område syd for

Ebeltoft Vig blev der konstateret iltsvind (3,9 mg/l) i slutningen af september.

I **Hjelm Dyb** faldt iltindholdet i bundvandet jævnt i løbet september, og der blev registreret iltsvind (3,8 mg/l) i slutningen af september. Den hårde vind i oktober medførte en vandudskiftning i området, og der blev registreret 8,6 mg/l i bundvandet på 46 m's dybde i slutningen af oktober.

I den lavvandede indre del af **Horsens Fjord** blev der målt gode iltforhold (8,4-10,0 mg/l) i bundvandet i hele perioden. I den ydre dybe del af fjorden ved **Hjarnø** steg iltindholdet i bundvandet jævnt fra 6,1 mg/l i midten af september til 10,1 mg/l i slutningen af oktober.

I **As Vig** steg iltindholdet i bundvandet fra 5,1 mg/l i midten af september til 9,7 mg/l i slutningen af oktober.

I den nordlige del af Lillebælt, ud for **Juelsminde**, har der været kortvarigt iltsvind i midten af september, men siden da er der ikke konstateret iltsvind, og den nuværende iltkoncentration ligger på omkring 7,5 mg/l.

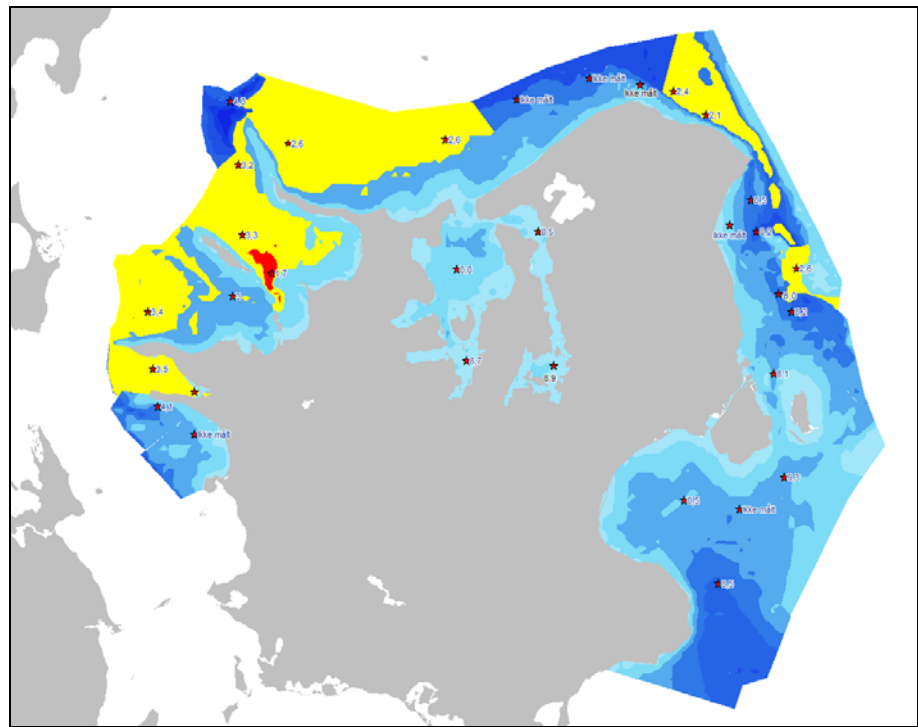
Den mere lavvandede **Vejle Fjord** har ligesom den nordlige del af Lillebælt kun været ramt af et kortvarigt iltsvind i 2009, hvor der blev målt en bundkoncentration af ilt på 3,5 mg/l i slutningen af september. Aktuelt ligger iltkoncentrationen i bundvandet på 9,2 mg/l. Ved udgangen af september kunne der for første gang i 2009 registreres relativt udbredte iltsvind i nordlige Lillebælt (*figur 11*).

4.5 Øresund og Storebælt med omgivende farvande

I sidste iltsvindsrapport blev der redegjort for, at et større iltsvindsområde i det sydlige **Kattegat** og **Øresund** var ved at opstå. Dette fortsatte med at brede sig i resten af september, hvor iltsvindet blev registreret i det meste af **Storebælt** og **Sejersø Bugt** med målte iltkoncentrationer under 4 mg/l på dybder større end ca. 15 meter (*figur 9*). Ved udgangen af september kunne der for første gang i 2009 registreres relativt udbredte iltsvind i det nordlige Bælthav og Storebælt (*figur 11*). Også i Øresund blev iltsvindet målt på lavere dybder. Ved **Hven** blev der også registreret iltsvind fra 15 m's dybde. Ingen målinger var under 2 mg/l.

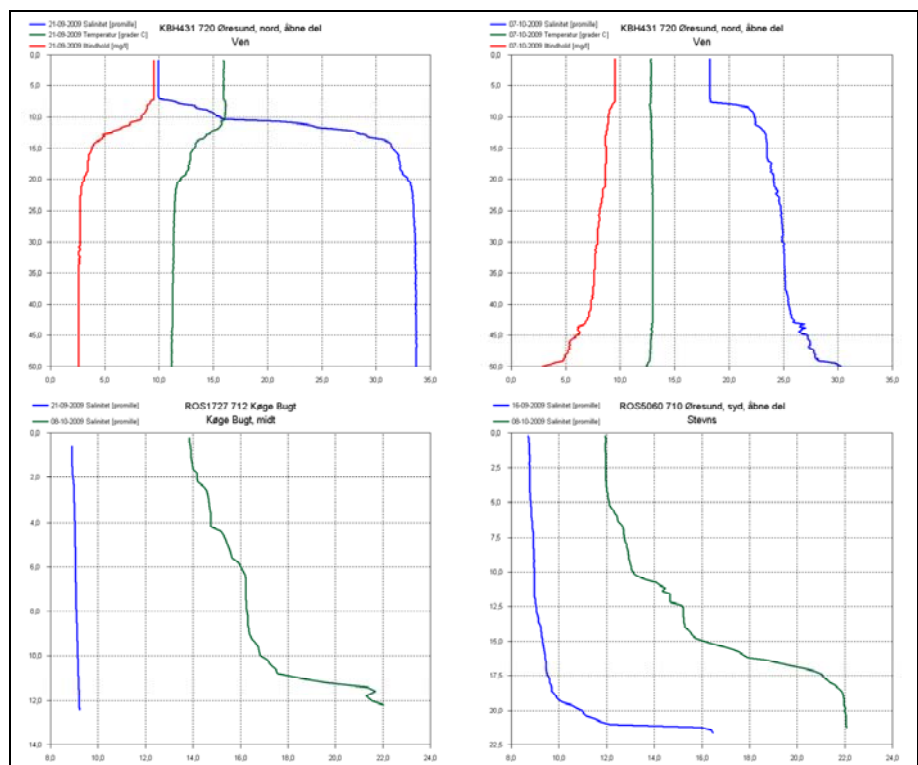
I begyndelsen af oktober var der en stor opblanding af vandmasserne, specielt i Øresund på grund af blæsevejr. Målinger i starten af oktober illustrerede en meget markant opblanding af vandet (*figur 10, øverst*), der viste, at det saltholdige bundvand i perioden mellem den 29. september til den 7. oktober blev opblandet med det brakke overfladevand. Vandtemperaturen blev jævnet ud fra overflade til bund, og iltindholdet blev bedre, så der kun i den nederste meter blev målt et iltindhold < 4 mg/l. Det opblandende vand blev spredt ned i **Køge Bugt** (*figur 10, nederst*), hvor saltholdigheden i overfladen steg fra de normale 8-9‰ til 14-15‰. Dette afstedkom voldsom fiskedød i Køge Å, hvor saltvand pga. opstuvning trængte op i vandløbet. I Køge Bugt er der ikke registreret iltsvind i perioden. De laveste iltkoncentrationer i bundvandet blev målt til mellem 8,1 og 9,3 mg/l.

Figur 9. Oversigt over iltsvind omkring det nordlige Sjælland 18. september-22. oktober. Blå havområder indikerer, at der ikke har været iltsvind i perioden. Gule områder angiver iltsvind < 4 mg/l. Røde områder angiver iltsvind < 2 mg/l. De anvendte stationer er vist med røde stjerner og den laveste iltkoncentration (mg/l), der er målt på stationen i perioden. Efter Miljøcenter Roskilde.



Oxygen deficiency around Zealand 18 September-22 October 2009. No oxygen deficiency has been recorded in blue areas. Yellow areas show oxygen deficiency < 4 mg/l and red stars show monitoring stations together with the lowest recorded oxygen concentration. From Environmental Centre Roskilde.

Figur 10. Profiler af salinitet (blå), temperatur (grøn) og iltindhold (rød) i det nordlige Øresund (øverst) og Køge Bugt (nederst), hvor der er målt salinitet henholdsvis 16. og 19. september (blå) og 8. oktober (grøn). Fra Miljøcenter Roskilde.



Profiles of salinity (blue), temperature (green) and oxygen concentration (red) in the Northern Sound (top) and Køge Bugt (bottom), where salinity was measured 16 and 19 September (blue) and 8 October (green). From Environmental Centre Roskilde.

Den voldsomme opblanding i Øresund bevirkede, at iltindholdet i bundvandet steg fra 3-4 mg/l til 7-8 mg/l, med undtagelse af en enkelt måling på 3,9 mg/l i Øresundstragten. Der er ingen målinger fra Sejerø Bugt og Storebælt fra oktober, derfor kan det ikke vurderes, om der er sket den samme udvikling i dette område. Samlet set vurderes det, at der på dybder større end 15 meter stadig forefindes moderat iltsvind (2-4 mg/l) i det sydlige Kattegat og Øresund.

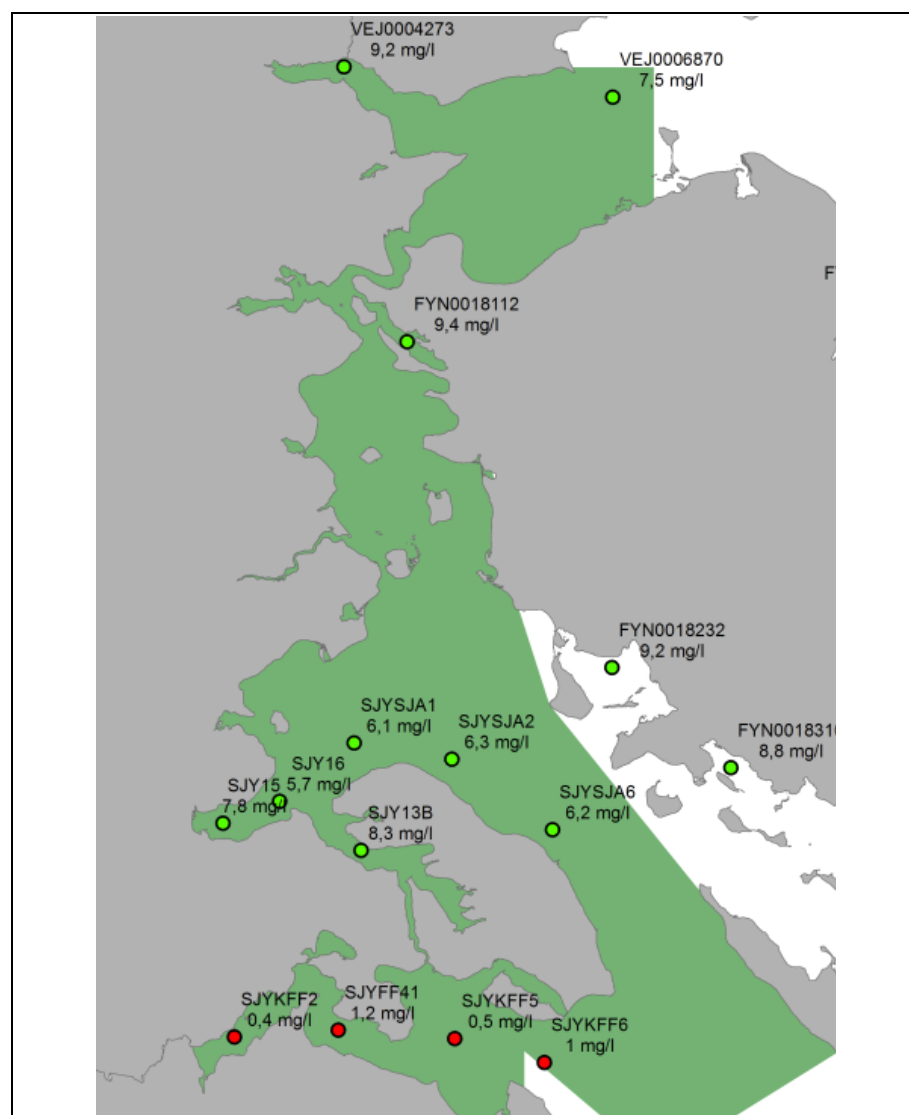
Iltsvindet i de fynske kystvande ophørte i midten af oktober. Resterende "lommer" af iltsvindsramte vandmasser i sydlige Lillebælt er forekommet, uden at det har været muligt at henføre dem til et bestemt område, og de må anses for at være midlertidige fænomener. Kraftig kuling og vindstød af stormstyrke i begyndelsen af oktober, efterfulgt af et periodvist blæsende vejr, resulterede i, at vandmasserne blev udskiftet og et ellers tiltagende iltsvind ophørte.

I slutningen af september var iltforholdene i Ærøbassinet i det Sydfynske Øhav og store dele af sydlige Lillebælt forværret med udbredte kraftige iltsvind, mens iltsvindet ophørte i området mellem Als, Årø og Helnæs i sydlige Lillebælt og Ringsgårdbassinet i det Sydfynske Øhav. Men den kraftige kuling i oktober ændrede som nævnt iltforholdene radikalt. Det er usædvanligt, at der ikke kan konstateres iltsvind (bortset fra 'iltsvindslommerne') i de fynske kystvande midt i oktober. Det kan ikke udelukkes, at der igen opstår iltsvind i de dybere områder, men der er formentlig ingen tvivl om, at iltsvindet har kulmineret for i år.

Iltsvindet i **Fåborg Fjord** og i den dybe del af Nørrefjord i **Helnæs Bugt** i midten af september ophørte inden månedens udgang. Iltforholdene har fortsat været gode i de øvrige undersøgte fjorde og lavvandede områder.

Figur 12. Målinger af iltkoncentrationer i bundvand i Lillebælt og tilstødende fjorde i perioden 12.-26. oktober. Fra Miljøcenter Ribe.

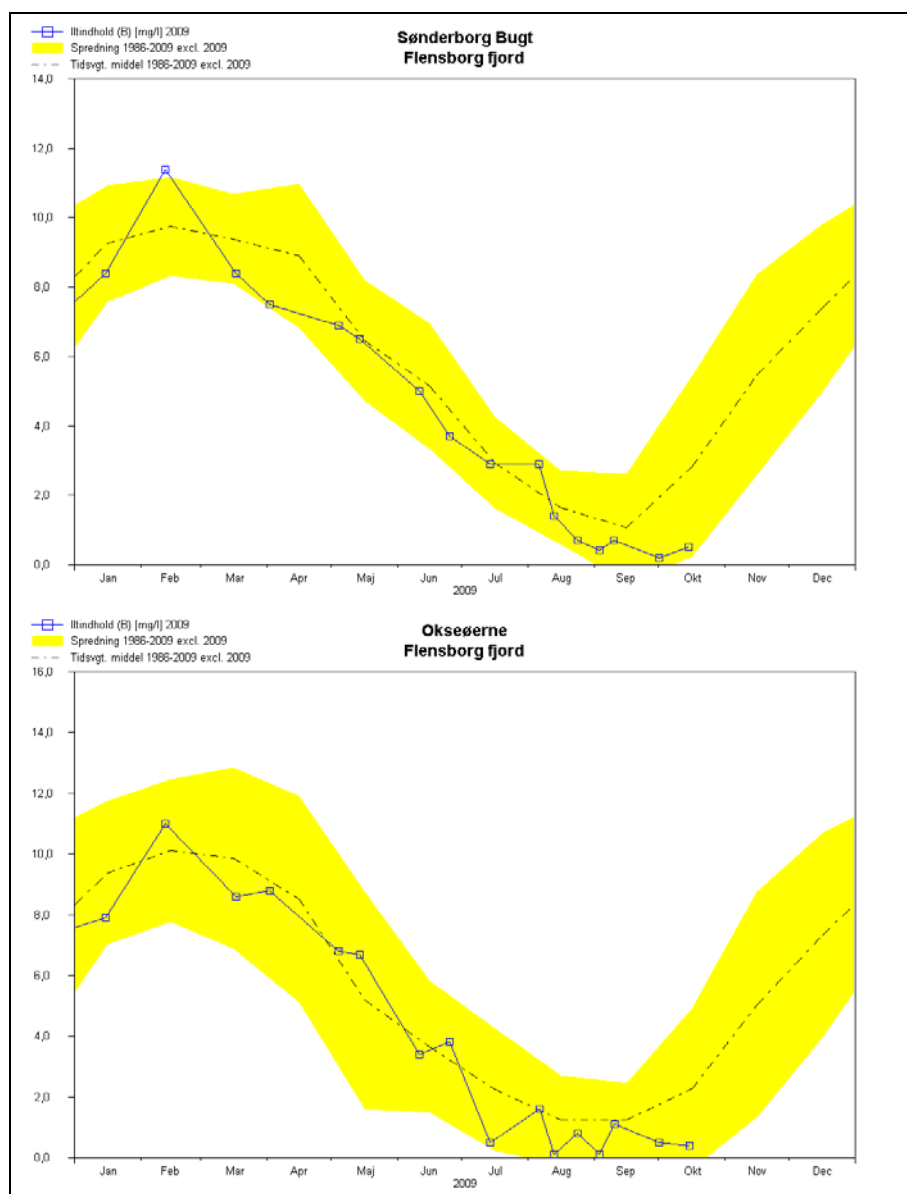
Measurements of oxygen concentrations in bottom water in Lillebælt and adjacent fjords in the period 12-26 October. From Environmental Centre Ribe.



I **Aabenraa Fjord** skete der en opblanding af vandmasserne i begyndelsen af oktober, hvilket betød, at frisk iltrigt vand kom ind i fjorden, således at der nu ikke længere er iltsvind i området. Der blev konstateret lave iltkoncentrationer ned gennem hele vandsøjlen og grænsen for iltsvind lå på 7 m's dybde. Saliniteten i de øvre vandmasser var forhøjet og temperaturen var lavere end normalt, hvilket indikerer, at der har fundet en "upwelling"-hændelse sted. Dette kan ske ved at overfladevand strømmer væk ud af fjorden på grund af kraftig vind eller som følge af forskelle i vandstand på en større geografisk skala. Udstrømningen af overfladevand forårsager en modsatrettet indstrømning af det iltfattige bundvand, som bliver opblandet med overfladevand på lavere vanddybder nær kysten. I midten af oktober lå de laveste iltkoncentrationer på 5,7 mg/l og 7,8 mg/l. I den sydlige del af Lillebælt, hvor der i september var iltsvind på dybder over ca. 17 meter, er der ikke konstateret iltsvind i midten af oktober. Her var iltkoncentrationen i det bundnære vand omkring 6 mg/l. I midten af oktober var bundvandets iltkoncentration i området steget til mellem 6,2-6,3 mg/l.

Figur 13. Målte iltkoncentrationer i bundvandet i 2009 i forhold til tidsvægtede langtidsmidler for henholdsvis den ydre (øverst) og den indre del af Flensborg Fjord (nederst). Fra Miljøcenter Ribe.

Oxygen concentrations in bottom water in 2009 compared to long term averages in outer Flensborg Fjord (top) and inner Flensborg Fjord (bottom). From Environmental Center Ribe.



I området nord for **Als** og i **Genner Bugt** er der ligeledes sket en markant forbedring og de laveste iltkoncentrationer i midten af oktober var på 6,1 mg/l.

I den indre del af **Flensborg Fjord** er koncentrationen af ilt i bundvandet på 0,4 mg/l og der er således kraftigt iltsvind i området (*figur 12 og 13*). Iltsvindet er dog begrænset til de dybeste dele af inderfjorden på dybder over ca. 15 m. Til sammenligning lå iltsvindsgrænsen på ca. 8 m for en måned siden. I begyndelsen af september blev der konstateret udslip af giftigt svovlbrinte fra bundsedimentet, men dette er ikke blevet konstateret siden. I den ydre del af Flensborg Fjord (**Sønderborg Bugt**) er omfanget af iltsvind ligeledes faldet markant i løbet af den sidste måned, men der er fortsat iltsvind på dybder over ca. 23 m og kraftigt iltsvind over ca. 25 m (*figur 13*).

I **Als Fjord** var der fortsat iltsvind i begyndelsen af oktober, men situationen er siden forbedret og i midten af oktober var den bundnære iltkoncentration steget til 8,3 mg/l.

På basis af målingerne i den tilstødende Als Fjord vurderes det meget usandsynligt, at der er forekomst af iltsvind i **Augustenborg Fjord**, og der er derfor ikke foretaget målinger i fjorden.

4.7 Vestlige Østersø og Bornholmsbassinet

I **Hjelm Bugt** er der målt iltsvind i første halvdel af perioden (*figur 14*). September sluttede med et udbredt og kraftigt iltsvind i de nederste 8 m og i forbindelse med et springlag i 14 m's dybde. Ved månedsskiftet var såvel springlaget som den kraftigste del af iltsvindet under opløsning og i slutningen af oktober kunne der ikke længere måles iltsvind i Hjelm Bugt.

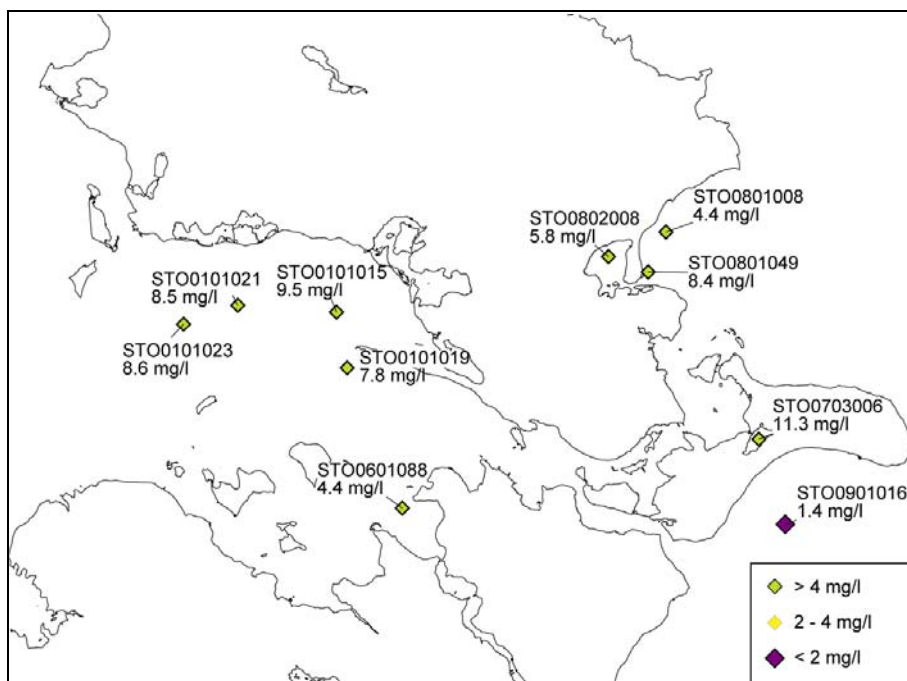
I **Fakse Bugt, Stege Nor og Karrebæksminde Bugt/Smålandsfarvandet** har der været episoder af iltsvind, som ophørte igen i løbet af september.

I det dybere vand omkring **Bornholm** er der målt iltsvind på dybder større end ca. 75 m, hvilket har været et konstant fænomen siden det seneste saltvandsindbrud i Østersøen i 2003 (*figur 15*). En måling fra Østersøen 19. oktober viste, at springlaget er rykket op i vandsøjlen. Det kunne tolkes som indstrømmende saltvand, men saltholdigheden i bundvandet er uændret i forhold til de senere år (15-16‰). I 2003 blev der registreret et kraftigt saltvandsindbrud, hvor saltholdigheden i bundvandet steg til ca. 19‰. Sidenhen faldt saltholdigheden og stabiliseredes på det nuværende niveau. Iltindholdet på de nederste 10 m er < 2 mg/l.

I farvandet ud for **Rønne** er der aldrig målt iltsvind, hvilket skyldes en god opblanding af vandmasserne og at dybden ikke er større end ca. 20 m. I denne periode er der målt et iltindhold i bundvandet på 9 mg/l.

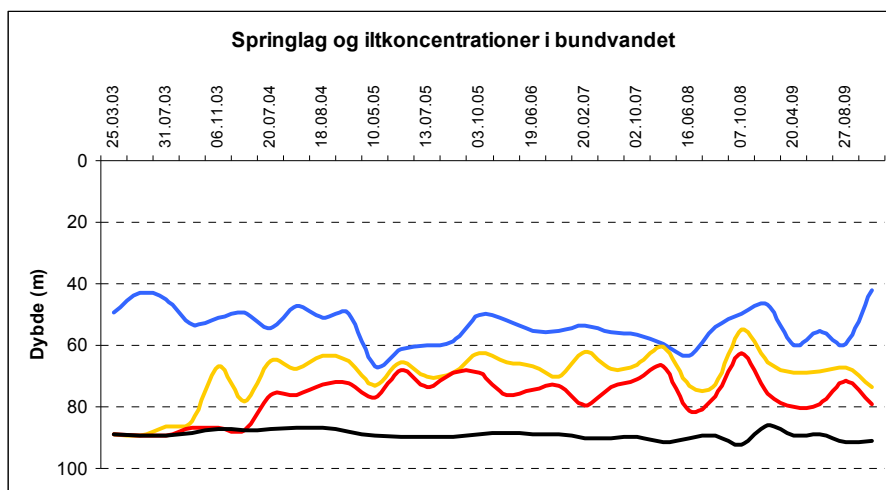
Figur 14. Minimums iltkoncentrationer i farvandet omkring Sydsjælland i perioden 18. september-23. oktober 2009. Fra Miljøcenter Nykøbing F.

Minimum oxygen concentrations around southern Zealand in the period 18 September-23 October 2009. From Environmental Centre Nykøbing F.



Figur 15. Udviklingen i iltindholdet i Østersøen øst for Bornholm 2003-2009. Bunddybden (sort streg), salinitet > 10‰ (blå streg), ilt < 4 mg/l (gul streg) og ilt < 2 mg/l (rød streg). Baseret på målinger fra HELCOM station BRKBMPK2 indsamlet af Bornholms Regionskommune og Miljøcenter Roskilde.

Development of oxygen concentrations in the Baltic Sea east of Bornholm 2003-2009. Bottom depth (black line), salinity > 10‰ (blue line), oxygen < 4 mg/l (yellow line) and oxygen < 2 mg/l (red line). Based on data from HELCOM. From Environmental Centre Roskilde.



5 Kontaktpersoner

Danmarks Miljøundersøgelser (DMU)

Morten Hjorth, tlf. 4630 1849, fax 4630 1114, e-mail: moh@dmu.dk

Landesamt für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein

Thorkild Petenati, tlf. +49 (0)4347 704 423, fax +49 (0)4347 704 402,
e-mail: tpetenat@lanu.landsh.de

Joachim Voss, tlf. +49 (0)4347 704 443, fax +49 (0)4347 704 402,
e-mail: jvoss@lanu.landsh.de

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, Mecklenburg-Vorpommern

Mario von Weber, tlf. +49 3843 777 331, fax +49 3843 777 697,
e-mail: mario.von.weber@lung.mv-regierung.de

Miljøcenter Aalborg

Christen Jensen, tlf. 72 54 86 67, e-mail: chaje@aal.mim.dk

Hjemmeside:

http://www.blst.dk/Vandmiljoet/Hav/DanskeFarvande/Mariager_Fjord

<http://www.blst.dk/Vandmiljoet/Hav/DanskeFarvande/Limfjorden>

Miljøcenter Århus

Helene Munk Sørensen, tlf. 7254 8223, e-mail: hemso@aar.mim.dk

Miljøcenter Nykøbing F

Thomas Bjerre, tlf. 7254 8851, e-mail: thbje@nyk.mim.dk

Miljøcenter Odense

Mikael Hjorth Jensen, tlf. 7254 8468, e-mail: mihje@ode.mim.dk

Hjemmeside: <http://www.ode.blst.dk/>

Miljøcenter Ribe

Thomas Rasmussen, tlf. 7254 8563, e-mail: thhra@rib.mim.dk

Miljøcenter Ringkøbing

Bent Jensen, tlf. 7254 8738, e-mail: benje@rin.mim.dk

Jette Poulsen Engholm, tlf. 7254 8710, e-mail jepni@rin.mim.dk

Hjemmeside:

<http://www.blst.dk/Vandmiljoet/Hav/DanskeFarvande/Limfjorden>

Miljøcenter Roskilde

Søren Hedal, tlf. 7254 8076, e-mail: sohed@ros.mim.dk

By- og Landskabsstyrelsen

Tonny Niilonen, tlf. 7254 4866, e-mail: tonny@blst.dk

Gitte Larsen, tlf. 7254 2933, e-mail gil@blst.dk

Sveriges Meteorologiske og Hydrologiske Institut (SMHI)

Jan Szaron, tlf. +46 31 751 8971, fax +46 31 751 8980,

e-mail: jan.szaron@smhi.se, hjemmeside: www.smhi.se