



DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER  
AARHUS UNIVERSITET

Afdeling for Marin Økologi

Dato: 22. november 2010  
Sagsnr.: 36807

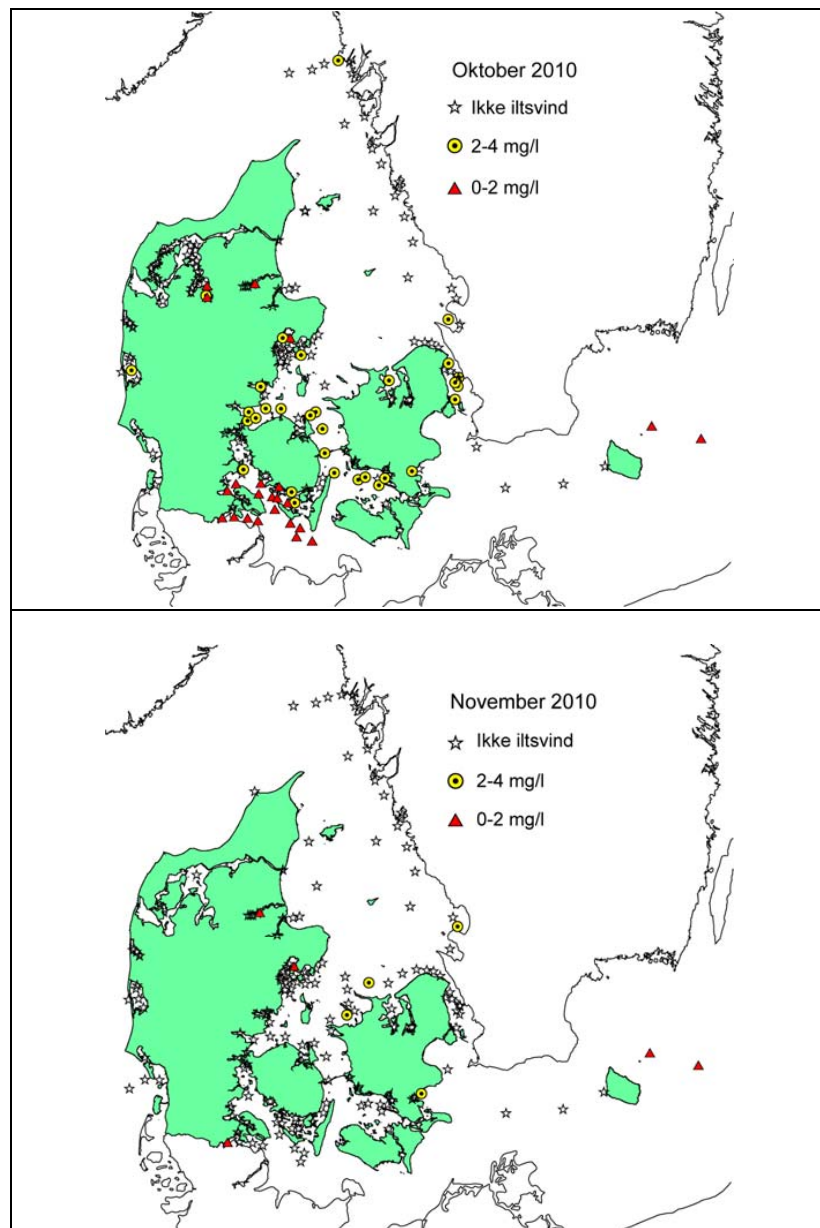
## Iltsvind i de danske farvande i november 2010 - udkast

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.-22. oktober og 1.-19. november 2010

The maps show stations visited by Danish and Swedish authorities in the periods 1-22 October and 1-19 November 2010 and where oxygen deficiency (< 4 mg/l) and severe oxygen deficiency (< 2 mg/l) was observed.



Danmarks Miljøundersøgelser  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
4000 Roskilde

Tlf.: 4630 1200  
Fax: 4630 1114  
E-mail: [dmu@dmu.dk](mailto:dmu@dmu.dk)  
[www.dmu.dk](http://www.dmu.dk)

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

## 1 Sammenfatning

*Iltsvindet er stort set ophørt i de danske farvande. Kraftigt blæsevejr har ført til vandudskiftninger der har bragt frisk vand ind i de berørte områder. Der er kun få registreringer af iltsvind i november i Knebel Vig, Mariager Fjord, Flensborg Fjord, Sejerø Bugt, nord for Sjællands odde, Præstø Fjord og i Bornholmerdybet.*

Sidste del af oktober og første del af november var præget af perioder med kraftig vind med vinde fra sydlige og vestlige retninger, der har opblandet vandmasserne og fjernet stort set alt iltsvindet i de danske farvande. De store områder i det sydvestlige Bælthav der var ramt af iltsvind så sent som i oktober er helt forsvundet i løbet af november. Der er stadig sporadiske pletter af iltsvind i Knebel Vig, Mariager Fjord, Flensborg Fjord, Sejerø Bugt, nord for Sjællands Odde, Præstø Fjord og i Bornholmerdybet.

Iltsvindssæsonen startede allerede i maj-juni i den sydlige del af Lillebælt mellem Als og Ærø som er det farvand der har været påvirket af iltsvind i længst tid i 2010. I løbet af sommeren bredte iltsvindet sig til Limfjorden, Bælthavet og Øresund. Kraftigt blæsevejr forhindrede udbredelsen af iltsvind i at blive større end tidligere år. De berørte farvande var dog kendetegnet ved store områder med kraftigt iltsvind og svovlbrinteudvikling.

## English summary

*Danish waters are largely free of oxygen deficiency. Heavy winds have led to exchange of water masses, which have brought oxygen rich water into the affected areas. In November, there are only a few registered measurements of oxygen deficiency in Knebel Vig, Mariager Fjord, Flensborg Fjord, Sejerø Bugt, north of Sjællands Odde, Præstø Fjord and in Bornholmerdybet.*

The second half of October and the first half of November were dominated by periods with strong southerly and westerly winds, which led to exchange of the water masses and a removal of almost all the oxygen deficiency in Danish waters. The great areas in the southwest Baltic Sea, which were impacted by severe oxygen deficiency as late as in October, have been refreshed during November. There are sporadic areas with oxygen deficiency in Knebel Vig, Mariager Fjord, Flensborg Fjord, Sejerø Bugt, north of Sjællands Odde, Præstø Fjord and in Bornholmerdybet.

Oxygen deficient areas appeared already in May-June in the southwestern Baltic Sea, which is the area that has been affected the longest time in 2010. During the summer, oxygen deficiency appeared in Limfjorden, the Belt Sea and the Sound. Strong winds prevented the affected areas in becoming larger than last year. However, large parts of the affected areas were characterised by severe oxygen deficiency and subsequent development of toxic hydrogen sulphide.

## 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 fjerde og sidste iltsvindsrapport i 2010, 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 perioden fra slutningen af oktober frem til midten af november.

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, iltmålinger i åbne farvande af SMHI samt de svenske läns og vattenvårdsförbunds iltmålinger i svenske kystvande.

De enkelte miljøcentre udarbejder kort over udbredelsen af iltsvindet for en række områder på baggrund af de aktuelle målinger. Udbredelseskortene er baseret på ekstrapolationer af de faktiske målinger ud fra dybde-modeller for de enkelte områder og skal derfor tolkes som den mest sandsynlige udbredelse af iltsvindet.

### 2.1 Hvad er iltsvind

Iltkoncentrationen ved havbunden er et resultat af to modsatrettede processer – iltforbrug og ilttilførsel. Iltforbruget kommer fra 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 fiskenes fødegrundlag og der går flere år efter iltsvindets ophør, før der igen er etableret et samfund af bunddyr med normal aldersfordeling, artsammensætning og individantal.

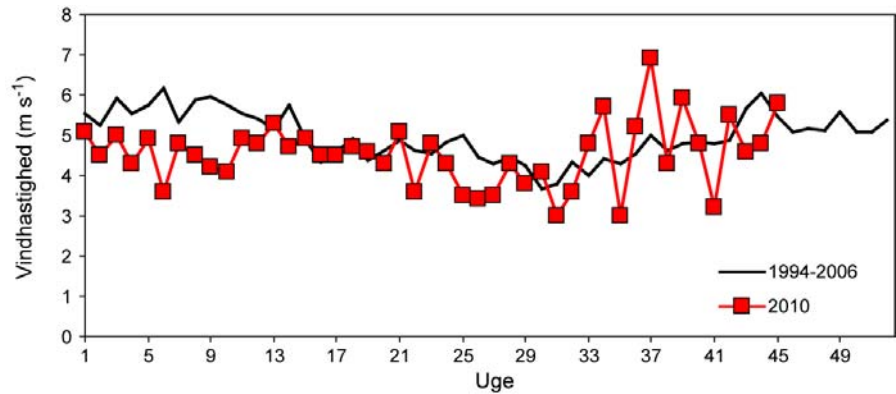
### 3 Vind, nedbør og temperatur

#### 3.1 Vind

Første halvdel af 2010 har været præget af mindre vindhastigheder end normalen for perioden 1994-2006 (Figur 2). I forårsmånederne var vindhastighederne på niveau med normalen, men derefter var der markant mindre vind igennem hele sommeren. Sensommeren og efteråret har været præget af svingende vindforhold hvor stille perioder er afløst af perioder med stærk blæst.

Figur 2. Middelvindhastighed pr. uge i 2010 samt for perioden 1994-2006. Baseret på ugerapporter fra DMI.

Mean wind speed week by week for 2010 and for the period 1994-2006. Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.

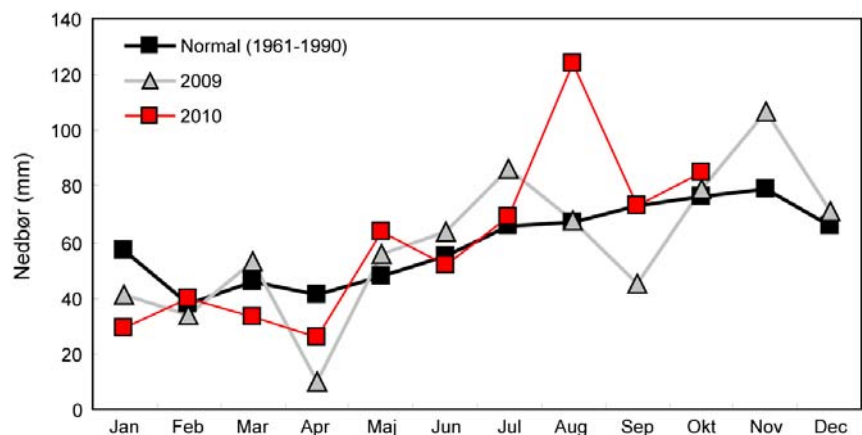


#### 3.2 Nedbør

Nedbøren er vigtig i relation til iltsvind, idet mængden af næringsstoffer, der transporteres fra land til hav, er bestemt af nedbørsmængden. Nedbørsmængden i de første 4 måneder af 2010 har været lavere end normalen for 1961-1990 på nær i februar. Den tørre start blev afløst af en forholdsvis regnfuld maj, mens juni og juli har ligget omkring normalen (Figur 3). August var meget regnfuld med 85 % mere regn end normalen, mens nedbørsmængden i september var normal og i oktober faldt der 9 mm mere regn end normalen. Den gennemsnitlige nedbør i det hydrologiske år fra juli 2009 til juni 2010 var på linje med normalen for 1961-1990 og var på 59 mm.

Figur 3. Månedlig nedbør i Danmark i 2009 og 2010 i forhold til månedsmidler for perioden 1961-1990. Baseret på månedsberetninger fra DMI.

Monthly precipitation in Denmark in 2009 and 2010 compared to monthly averages for the period 1961-1990. Based on monthly reports from the Danish Meteorological Institute.

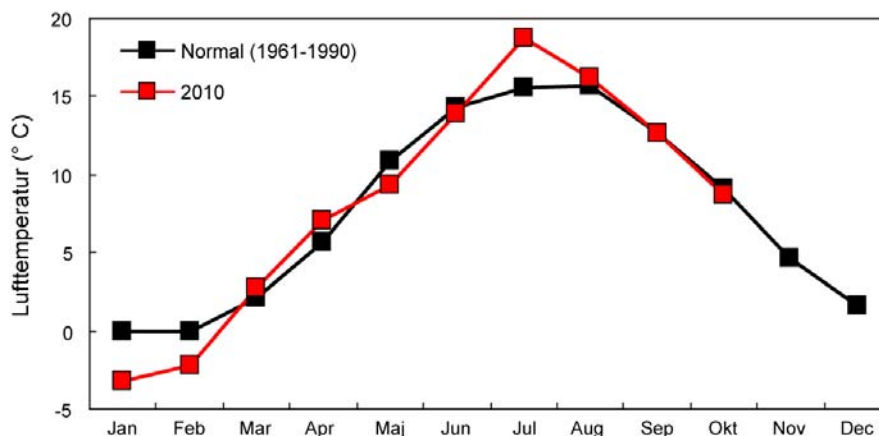


### 3.3 Temperatur

Temperaturen af vandmasserne ved bunden følger normalt den overordnede udvikling i lufttemperaturen med et par måneders forsinkelse. Bundvandets temperatur spiller en afgørende rolle for, hvor hurtigt ilten bliver forbrugt, idet højere temperaturer øger iltforbruget og mindsker den mængde ilt vandet kan indeholde. Lufttemperaturen i 2010 var markant koldere end normalen i årets første måneder (Figur 4). Foråret og sommeren var nogenlunde normalt varme, dog var juli noget varmere end normalen. Fra august og frem til oktober har lufttemperaturen ligget på niveau med langtidsmidlen for 1961/1990.

Figur 4. Månedsmidler af lufttemperaturen i Danmark i 2010, sammenlignet med langtidsmiddel for perioden 1961-1990. Baseret på månedsberetninger fra DMI.

Monthly mean air temperature in Denmark in 2010 compared to long-term average for the period 1961-1990. Based on monthly reports from the Danish Meteorological Institute.



### 3.4 Klimaets samlede påvirkning i 2010

Som helhed har de klimatiske forhold bidraget til, at iltforholdene har været relativt gode i de danske farvande i 2010.

Begyndelsen af året var præget af isdækkede farvande, svage vinde og lav nedbør. Det førte til iltvindshændelser allerede tidligt på året og skabte formodentlig et iltunderskud i bundvandet i flere områder. Den lave nedbør fortsatte igennem foråret dog med regionale forskelle, mens der faldt en del regn i løbet af sommeren, især var august meget regnfuld. Lufttemperaturerne var generelt omkring normalen i løbet af året, dog med højere temperaturer i juli, der sammen med stille vejr i løbet af juni-juli førte til intensive iltvindshændelser. Især det sydvestlige Bælt-hav var præget af iltvind i flere måneder i træk. Sensommeren og efteråret havde periodevis noget mere blæsende vejr som fik sat bundvandet i bevægelse. Perioderne med stærk vind varede dog ikke længe nok til helt at fjerne iltvindet før i oktober-november. Indtil da forsvandt og opstod der nye iltvindsområder flere steder på grund af svingninger i de lagdelte vandmasser, hvor iltfattigt bundvand blev skubbet rundt.

## 4 Oversigt over de enkelte farvande

### 4.1 Nordsøen og Skagerrak

Der er ikke målt iltsvind eller lave iltniveauer i **Skagerrak** ud for Hirtshals og de hidtidige målinger i **Vadehavet** og **Vesterhavet** har heller ikke vist tegn på forekomst af iltsvind.

### 4.2 Limfjorden

Der er ikke foretaget målinger af iltkoncentrationer i **Limfjorden** i november, idet der normalt ikke forekommer iltsvind i området så sent på året. Der er lavet iltmålinger i **Løgstør Bredning**, hvor iltf forholdene var gode midt i november.

### 4.3 Kattegat med omgivende fjorde

I perioden er der ikke målt iltsvind i det centrale Kattegat eller **Læsø Rende**. Ved **Hals Havn** er der heller ikke målt iltsvind i perioden.

I **Mariager Fjord** er der registreret lave iltniveauer tæt på iltsvindsgrænsen (4,3 og 5,1 mg/l) i Mariager Inderfjord nærmest Hobro, hvor vanddybderne er på 6-7 m. Længere mod øst, på vanddybder omkring 10-11 m, er iltkoncentrationerne på 4,6 mg/l. Centralt i fjorden i Dybet nord for Mariager, var der iltsvind i ca. 15 m dybde, og kraftigt iltsvind i ca. 15,5 m dybde. Fra ca. 20 m dybde og til bunden er der iltfrit.

I **Hevring Bugt** og **Randers Fjord** er der ikke registreret iltsvind i undersøgelsesperioden. Iltindholdet i bundvandet i Hevring Bugt var relativt lavt (6,3-6,7 mg/l) i begyndelsen af november, men der var gode iltf forhold med 9,5-9,7 mg/l ved den seneste måling i midten af november. I Randers Fjord var iltindholdet i bundvandet på 8,5-9,3 mg/l.

### 4.4 Det nordlige Bælthav

I **Knebel Vig** blev der registreret iltsvind (3,6 mg/l) i begyndelsen af november og kraftigt iltsvind med koncentrationer ned til 0,1 mg/l ved seneste måling i midten af november (*Figur 5*). Området har været ramt af iltsvind siden midten af august.

I **Kalø Vig** og **Århus Bugt** blev der ikke registreret iltsvind i undersøgelsesperioden. I begyndelsen af november var iltindholdet dog tæt på iltsvindsgrænsen (4,3-4,8 mg/l) i den vestlige kystnære del af bugten ud for og syd for Århus, og der blev målt relativt lave iltkoncentrationer (5,2-6,2 mg/l) i den øvrige del af området. I midten af november var der fortsat et relativt lavt iltindhold (6,2-6,7 mg/l) i bundvandet i Kalø Vig og Århus Bugt.

I **Ebeltoft Vig** og **Hjelm Dyb** blev der ikke foretaget undersøgelser af iltforholdene i begyndelsen af november pga. kraftig vind. Ved den seneste undersøgelse i midten af november var iltindholdet i bundvandet på 7,1-8,3 mg/l i Ebeltoft Vig og på 7,2-7,9 mg/l i Hjelm Dyb.

Der blev ikke registreret iltsvind i **Horsens Fjord** og **As Vig** i undersøgelsesperioden. I begyndelsen af november var iltindholdet i bundvandet i As Vig forholdsvis lavt (6,3 mg/l), mens der i Horsens Fjord var 8,0-8,9 mg/l. Ved den seneste måling i midten af november var der gode iltforhold i begge områder.

I den nordlige del af **Lillebælt**, ud for Juelsminde var der i midten af oktober udbredt iltsvind på dybder over ca. 13 meter. Siden er forholdene forbedret således at iltkoncentrationen i slutningen af oktober lå lige over iltsvindsgrænsen. I midten af november var iltkoncentrationen øget yderligere til 4,8 mg/l.

I **Vejle Fjord** har iltforholdene gennem hele 2010 været gode, dog med perioder med iltsvind i den ydre del. I midten af november var iltforholdene gode i hele fjorden.

Figur 5. Udbredelse af iltsvind i midten af november 2010 det sydlige Kattegat og Nordlige Bælthav. Efter Miljøcenter Århus.

Occurrence of oxygen deficiency in November 2010 in Southern Kattegat and Northern Belt Sea. From Environment Centre Århus.



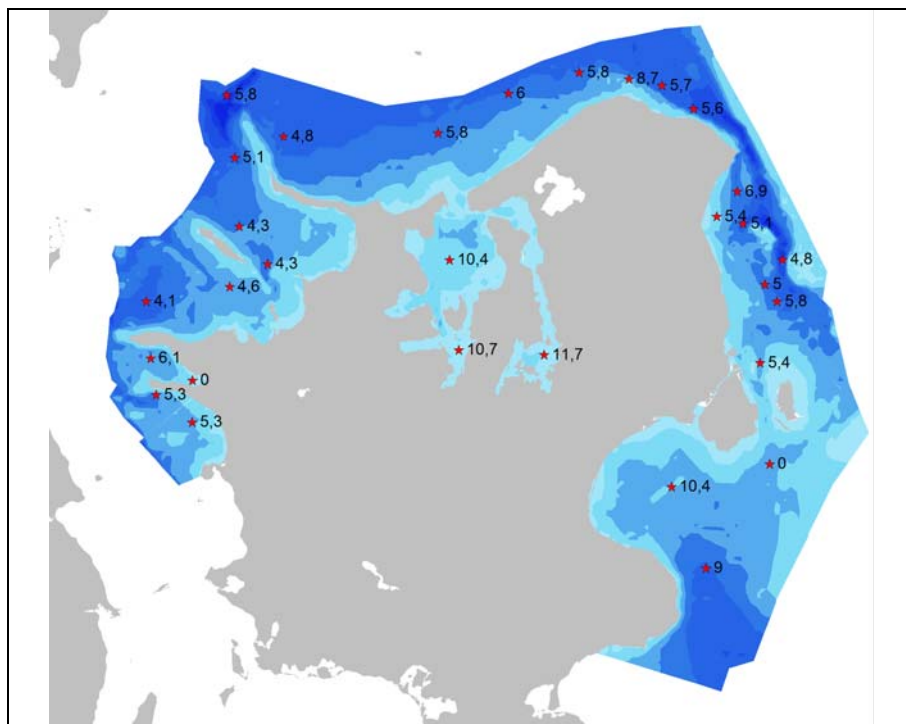


## 4.5 Øresund og Storebælt med omgivende farvande

Ved sidste rapportering var iltsvindet vidt udbredt både omkring **Kalundborg Fjord, Sejerø Bugt, Griben og i Øresund**. I denne rapporteringsperiode er iltsvindet forsvundet i alle farvandsområder (Figur 6). Der er ikke målt iltsvind nogen steder, men mange steder er der dog stadig iltkoncentrationer under 5,5 mg/l i store dele af vandsøjlen.

Figur 6. Oversigt over stationer og iltkoncentrationer omkring det nordlige Sjælland 20. oktober - 20. november. Hver station er markeret med den laveste iltkoncentration (mg/l), der blev målt på stationen i perioden. Efter Miljøcenter Roskilde.

Oxygen concentrations on selected positions north of Zealand during 20 October – 20 November. Every station is marked with the lowest measured oxygen concentration (mg/l) during the period. From Environment Centre Roskilde.



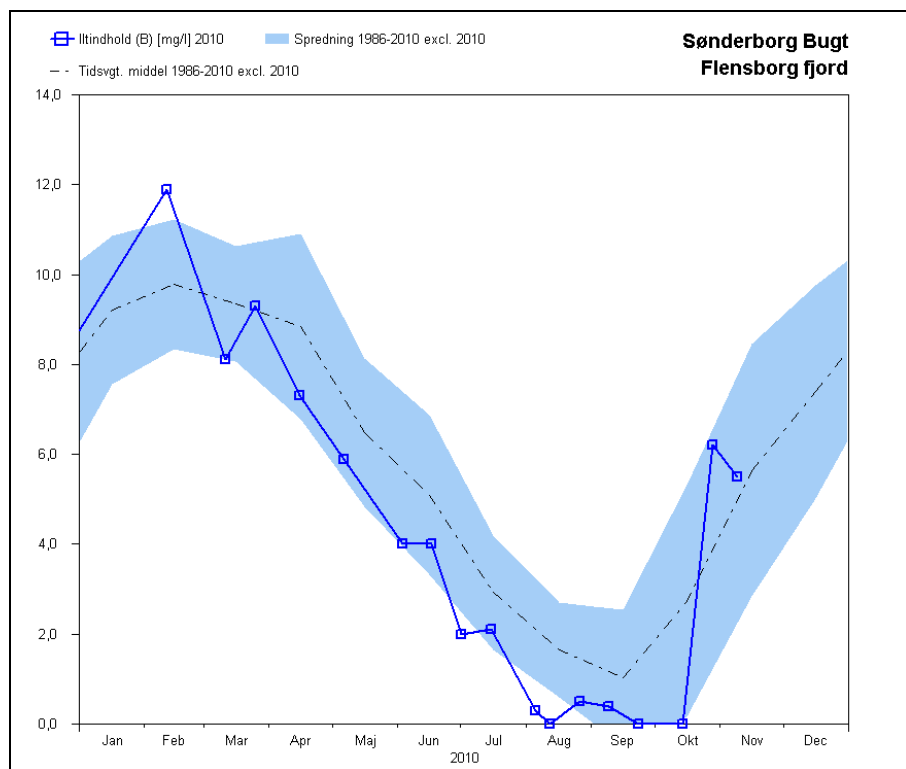
## 4.6 Det sydlige Lillebælt med omgivende kystfarvande

Det kraftige iltsvind i Lillebælt og de tilstødende sydjyske fjorde er forsvundet for i år i langt størstedelen af området. Kun i den indre del af **Flensborg fjord** er der endnu et lille område med iltsvind som må forventes at ophøre indenfor et par uger.

I den ydre del af Flensborg Fjord skete der en forbedring af forholdene i sidste halvdel af oktober, hvor den bundnære iltkoncentration blev forøget med ca. 3 mg/l (Figur 7). Dermed blev grænsen for iltsvind flyttet op i vandsøjlen, således at der var iltsvind fra ca. 15 meters dybde. Frem til midten af november blev forholdene dog kraftigt bedret og der er ikke længere iltsvind i området. Situationen i den indre del af fjorden blev også forbedret i perioden og iltsvindet blev begrænset til at omfatte bundnære områder (fra ca. 19 meter), og der blev ikke længere konstateret udslip af giftigt svovlbrinte fra sedimentet til vandfasen.

Figur 7. Målte iltkoncentrationer i bundvandet i 2010 i forhold til tidsvægtede langtidsmidler - for den ydre del af Flensborg Fjord. Efter Miljøcenter Ribe.

Measured oxygen concentrations in bottom water in the outer Flensborg Fjord in 2010 compared to long term means. From Environment Centre Ribe.



I den dybe sydlige del af Lillebælt mellem **Ærø** og **Als** blev iltforholdene langsomt bedre frem til slutningen af oktober, hvor der stadig kunne konstateres et kraftigt iltsvind. I midten af november var der dog helt normale iltkoncentrationer i vandsøjlen, med en bundnær iltkoncentration på ca. 8 mg/l.

I området Nord for Als er der som i de øvrige områder sket en forbedring i situationen, og iltkoncentrationen var helt normaliserede (7,8 mg/l) allerede i slutningen af oktober.

I **Aabenraa Fjord** var den bundnære iltkoncentration på 7,8 mg/l i midten af november, hvilket er en stærk forbedring i området som gennem hele perioden med iltsvindsovervågning (fra juli) har været præget af kraftigt iltsvind og frigivelse af svovlbrinte fra bundsedimenterne.

I **Als Fjord** og **Augustenborg Fjord** blev der sidst konstateret iltsvind i slutningen af september, og iltforholdene har været gode i hele perioden fra midten af oktober og frem til november.

I området ved **Genner Bugt** er der ikke konstateret iltsvind siden slutningen af august, og iltkoncentrationen i hele vandsøjlen ligger over 9 mg/l.

Iltsvindet i områderne syd for Fyn har i oktober været udbredt og intensivt med svovlbrinteudslip flere steder, ligesom der i perioder var iltsvind i store dele af Storebælt og i store dele af farvandet nord for Fyn. Blæsende perioder sidst i oktober og et efterfølgende vejrskifte med deraf følgende bevægelser i vandmasserne har bevirket udskiftning/opblanding af vandmasserne i en sådan grad, at bundvandet fik tilført tilstrækkeligt meget ilt til, at iltsvindet totalt ophørte i november.

## 4.7 Vestlige Østersø og Bornholmsbassinet

I **Smålandsfarvandet** er det iltfattige bundvand blevet udskiftet i november med deraf følgende gode iltforhold ved bunden ( $> 7,5$  mg/l) (Figur 8).

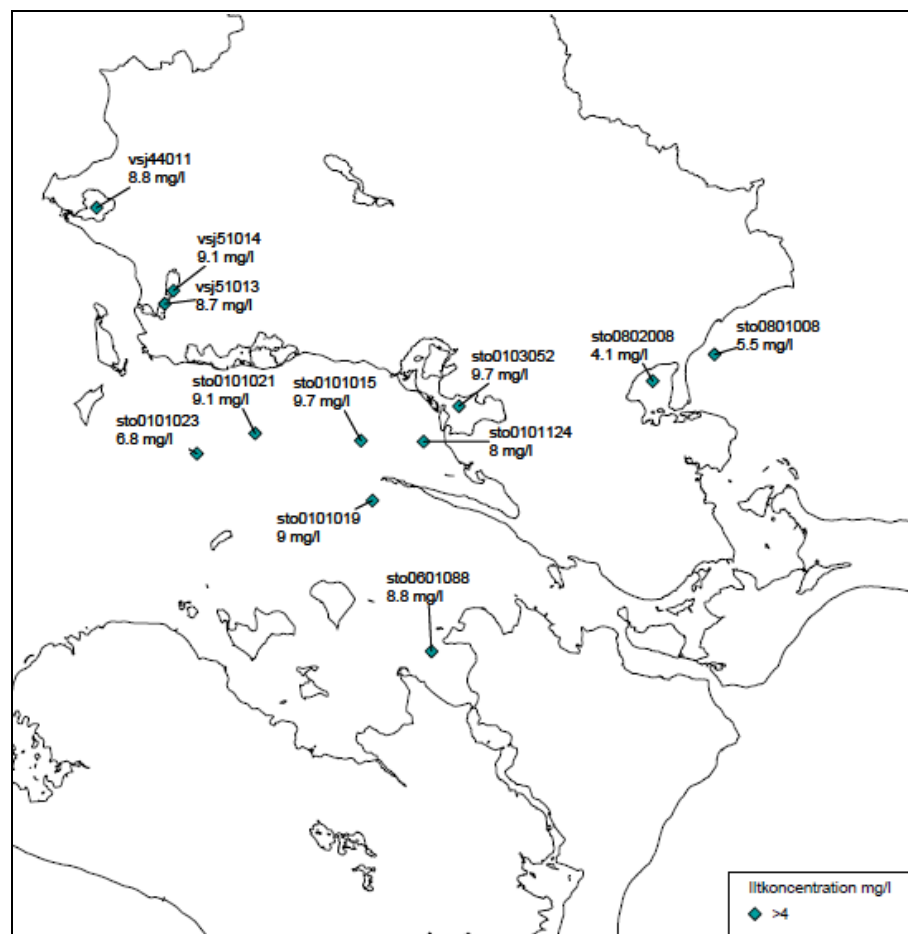
Den lagdeling der medførte at der var iltsvind i **Præstø Fjord** for en måned siden holdt hele oktober, og sidst på måneden var der fortsat lave iltkoncentrationer i det nedre lag, dog ikke iltsvind. Der har siden været nogen vandudskiftning med resulterende gode iltforhold ved bunden i fjorden.

I **Dybsø Fjord**, ved **Skælskør**, **Korsør** og **Fakse Bugt** har der ikke været observeret iltsvind i rapporteringsperioden.

I **Bornholmerdybet** er der permanent iltsvind, således også i november. Der er registreret et saltvandsindbrud til Østersøen (Arkona Bassinet), dvs. en kraftig indstrømning af koldt højsalint bundvand som forventes at give bedre iltforhold i de dybe dele af Arkona Bassinet og evt. i Bornholmerdybet, afhængigt af udbredelsen.

Figur 8. Målte iltkoncentrationer i områderne syd for Sjælland i oktober - november, 2010. Efter Miljøcenter Nykøbing F.

Measured oxygen concentrations south of Sjælland during October - November 2010. From Environment Centre Nykøbing F.



## 5 Kontaktpersoner

### Danmarks Miljøundersøgelser (DMU)

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

### Miljøcenter Aalborg

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

Hjemmeside:

[http://www.blst.dk/VANDET/Havet/DanskeFarvande/Mariager\\_Fjord/](http://www.blst.dk/VANDET/Havet/DanskeFarvande/Mariager_Fjord/)

<http://www.blst.dk/VANDET/Havet/DanskeFarvande/Limfjorden/Limfjorden.htm>

### Miljøcenter Århus

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

### Miljøcenter Nykøbing F

Benny Bruhn, tlf. 7254 8825, e-mail bebru@nyk.mim.dk

### Miljøcenter Odense

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

Hjemmeside: [http://www.blst.dk/Om\\_os/Organisation/MiljoecenterOdense/](http://www.blst.dk/Om_os/Organisation/MiljoecenterOdense/)

### 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/VANDET/Havet/DanskeFarvande/Limfjorden/Limfjorden.htm>

### Miljøcenter Roskilde

Nicolaj Lindeborgh, tlf. 7254 81 07, e-mail chnli@ros.mim.dk

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](http://www.smhi.se)