



**DMU**

Danmarks  
Miljøundersøgelser

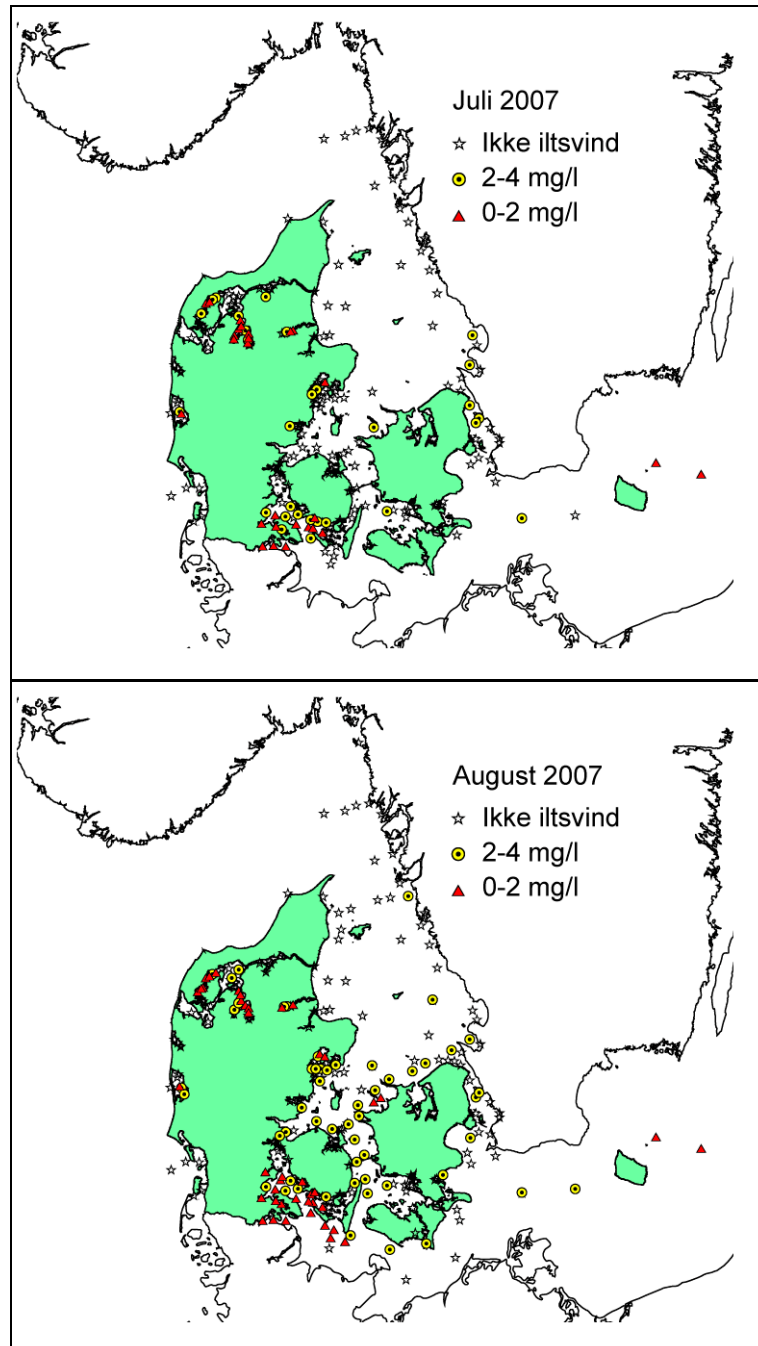
Aarhus Universitet

31. august 2007

## Iltsvind i de danske farvande i juli - august 2007

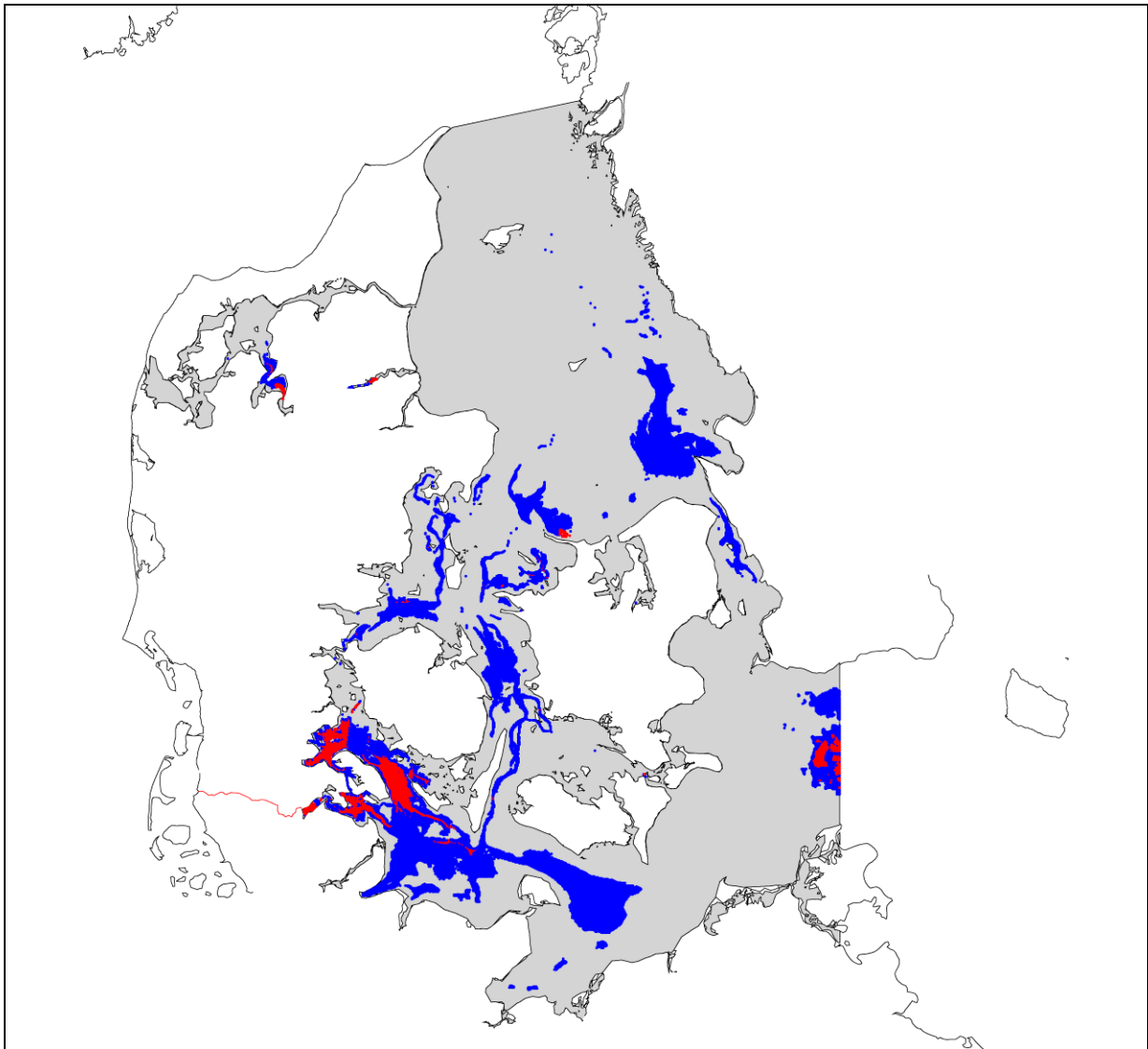
Udarbejdet af Gunni Ærtebjerg, DMU

Denne rapport findes på DMU's hjemmeside:  
<http://www.dmu.dk/Vand/Iltsvind>



**Figur 1** Kortene viser de stationer, hvor iltforholdene (svensk: syreforholdene) er undersøgt af danske og svenske institutioner, og hvor der er observeret iltsvind ( $<4$  mg/l) eller kraftigt iltsvind ( $<2$  mg/l) i hhv. juli måned og i perioden 1.-23. august 2007.

The maps show stations visited by Danish and Swedish authorities in July and in the period 1-23 August 2007, and where oxygen deficiency ( $<4$  mg/l) and severe oxygen deficiency ( $<2$  mg/l) was observed.



**Figur 2** Aktuel udbredelse af iltsvind modelleret ud fra målinger i uge 33 og 34, 13.-23. august 2007. Blå farve indikerer iltsvind (<4 mg/l) og rød farve kraftigt iltsvind (<2 mg/l).  
 Actual distribution mid August 2007 of oxygen deficiency (<4 mg/l, blue) and severe oxygen deficiency (<2 mg/l, red) modelled from the latest measurements in the period 13-23 August 2007.

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

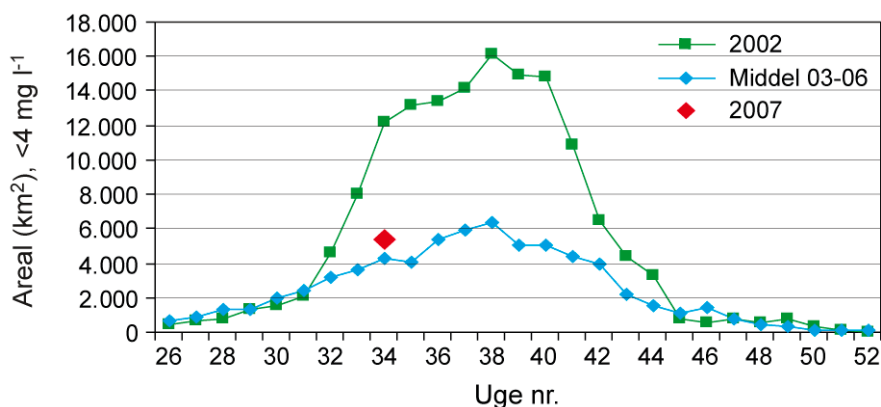
# 1 Sammenfatning

Udbredelsen af iltsvind svarede midt i august til gennemsnittet på samme tidspunkt for de seneste 4 år. Den dårlige sommer med meget blæsevejr reddede de indre danske farvande fra et truende voldsomt iltsvind. I maj-juni var iltkoncentrationerne især i Øresund og Bælthavet helt usædvanligt lave for årstiden pga. den exceptionelt våde og varme vinter, men sommerens hyppige perioder med stærk blæst har tilført ekstra ilt til bundvandet, så iltforholdene i august har nærmet sig samme niveau som de foregående år.

Nedbøren i vinteren 2006/2007 (december-februar) var den største, der nogensinde er målt i Danmark og ca. dobbelt så stor som normalt. Dette medførte en stor udvaskning af nitrat, som førte til høje nitratkoncentrationer i de indre farvande i januar-februar. Der tilførtes dog farvandede mindre kvælstof end det ville være tilfældet under samme forhold før vandmiljøplanerne. Ved den seneste rapportering i 2005 fremgik det, at kvælstofudledningen fra Danmark til de danske farvande pga. vandmiljøplanerne var reduceret med ca. 43 % i forhold til slutningen af 1980'erne.

De høje nitratkoncentrationer medførte meget store opblomstringer af planktonalger i marts, som efterfølgende medførte et stort iltforbrug i bundvandet. Dette iltforbrug blev forstærket af de helt usædvanligt høje vandtemperaturer for årstiden med 1,5-3,6° C højere temperatur i bundvandet end normalt i februar til april. Bakteriernes omsætning af planktonalgerne stimuleres af højere temperatur, og det fører til et hurtigere forbrug af ilt. Iltkoncentrationen i bundvandet i de lagdelte, dybe, indre farvande faldt derfor hurtigt gennem april, mest dramatisk i Øresund og Storebælt, til niveauer, som normalt først ses op til 3-4 måneder senere. Samme udvikling fandtes også i fx Flensborg Fjord og i mindre målestok i Kattegat. I Limfjorden, der er relativt lavvandet og ikke permanent lagdelt, optrådte iltsvind usædvanligt tidligt, nemlig allerede i begyndelsen af juni, og i de følgende, relativt vindstille 3 uger var ca. 14 % af fjordens areal dækket af iltsvind og ca. 8 % af kraftigt iltsvind.

Iltforholdene i juni tegnede alt andet lige til mere udbredte og kraftigere iltsvind i den kommende sommer og efterår end set de sidste fire år. Kun perioder med kraftig vestenvind ville kunne modvirke denne udvikling. Kraftig vind stoppede allerede i midten af maj faldet i iltindholdet i bundvandet i Kattegat, Øresund og Storebælt. I løbet af den relativt vindstille juni faldt iltindholdet igen, men en blæsende juli med kraftig vestenvind både i begyndelsen og slutningen af måneden tilførte ekstra ilt til bundvandet, så koncentrationen i Øresund og Storebælt forblev konstant, og i Limfjorden var der i juli kun sporadisk iltsvind, der helt forsvandt ved udgangen af måneden. I Mariager Fjord har iltforholdene i 2007 pga. blæsten været bedre end normalt. Efterfølgende mere stille vejr medførte faldende iltkoncentrationer frem til midten af august, men iltforholdene har efterhånden nærmet sig niveauet for samme årstid i de seneste år.



**Figur 3** Areal dækket af iltsvind (<4 mg/l) uge for uge i sidste halvdel af 2002 og i middel for årene 2003-2006, samt midt i august i 2007.

Area covered by oxygen deficiency (<4 mg/l) per week in the last half of 2002 and in average for the years 2003-2006, as well as mid August 2007.

Midt i august var der således iltsvind på knap 5.400 km<sup>2</sup> havbund, eksklusiv Østersøen. Heraf var ca. 575 km<sup>2</sup> ramt af kraftigt iltsvind. Dette svarer generelt til udbredelsen af iltsvind på samme tid i de foregående fire år (se figur 3). Dog var udbredelsen af kraftigt iltsvind noget mindre.

I de lavvandede farvande er iltsvindet typisk mest udbredt i juli og august, da de følgende måneder normalt har lavere temperatur og mere blæst. Så det forventes at iltsvindene i fx Limfjorden nu kulmineret for i år. I de dybe, lagdelte, indre farvande kulminerer iltsvindene oftest i september, men kan strække sig ind i november, hvis efterårsstormene lader vente på sig. Her kan iltsvindet derfor stadig blive værre, og iltsvind kan opstå i andre områder gennem den næste måned eller to, hvis det ikke modvirkes af kraftig blæst.

## English summary

*The area covered by oxygen depletion in mid-August equalled the average coverage during the same season for the last 4 years. The very windy summer saved the Belt Sea – Kattegat area from threatening severe hypoxia. In May-June the oxygen concentrations were extraordinary low for the season, especially in the Sound and Great Belt, due to an exceptional wet and warm winter. However, extra oxygen was supplied to the bottom water due to frequent windy periods during summer, so the oxygen situation in August approached the same level as in the previous years.*

The precipitation during winter 2006/07 (December-February) was the highest ever recorded in Denmark and about twice the average. This caused high nitrate runoff and high nitrate concentrations in the Kattegat – Belt Sea area in January-February. However, the nitrate runoff was lower than it would have been before the Danish Action Plans for the Aquatic Environment. The action plans have, according to the latest estimate from 2005, reduced the nitrogen load from Denmark to the marine waters with about 43 % compared to the late 1980's.

The high nitrate concentrations caused very large blooms of plankton algae in March, which subsequently caused high oxygen consumption in the bottom water. The oxygen consumption rate was increased by the extraordinary high water temperatures for the season with 1.5-3.6° C higher bottom water temperature than normal in February to April. The bacterial degradation of plankton algae is stimulated by higher temperatures, which cause faster oxygen consumption. Therefore the oxygen concentration in the bottom water in the deeper, stratified Kattegat, Sound and Belt Sea decreased fast through April, most dramatically in the Sound and the Great Belt, to levels which normally should not appear until 3-4 month later. The same development was observed in e.g. Flensborg Fjord, and to lesser extend in the Kattegat. In the Limfjorden, which is quite shallow and not permanently stratified, unusual oxygen depletion was observed already in the beginning of June, and during the following relatively calm 3 weeks about 14 % of the area suffered from oxygen depletion and 8 % from severe oxygen depletion.

Judging from the oxygen situation in June, a serious risk was present for much more widespread and severe oxygen depletion during the coming summer and autumn than in the previous 4 years. Only periodically strong westerly winds could counteract this development. Already in mid-May strong wind stopped the decrease in bottom water oxygen in the Kattegat, Sound and Great Belt. The oxygen concentration again decreased through the relatively calm June, but a windy July with westerly gales both at the beginning and the end of the month supplied extra oxygen to the bottom water, causing unchanged oxygen concentration in the Sound and Great Belt. In the Limfjorden only sporadic oxygen depletion occurred during July, which disappeared at the end of the month. In the Mariager Fjord the oxygen situation in 2007 was better than usual due to the frequent windy periods. Calmer weather in the first half of August caused decreasing oxygen concentrations. However, the oxygen situation had gradually approached the same level as in August in the previous years.

The area covered by oxygen depletion (<4 mg/l) mid-August was nearly 5.400 km<sup>2</sup>, excluding the Arkona Sea. About 575 km<sup>2</sup> of this area was covered by severe oxygen depletion (<2 mg/l).

Generally, this equals the average coverage during the same season in the last 4 years (**figure 3**). However, the coverage of severe oxygen depletion was somewhat smaller than average.

In the shallow water areas oxygen depletion is known to be most widespread in July and August, as the following months normally are colder with more wind activity. Thus, hopefully the oxygen depletion in e.g. the Limfjorden has peaked this year. In the deeper stratified waters the oxygen deficiency most often culminates during September, but may prevail well into November, if the autumn gales and storms are late. Therefore, the present oxygen depletion can still be worsened, and oxygen depletion can develop in other areas during the next few months, if not counteracted by strong winds.

## 2 Indledning

I slutningen af august, september, oktober og november hvert år udsender Danmarks Miljøundersøgelser en rapport om de aktuelle iltforhold i de danske farvande. Dette er altså den første iltsvindsrapport i 2007. Formålet er at give offentligheden et overblik over, hvor der er målt iltsvind, og hvad det kan føre med sig.

Oversigten er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) i samarbejde med de 7 danske, regionale miljøcentre under Miljøministeriet: Aalborg, Aarhus, 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.

### Hvad er iltsvind

Iltkoncentrationen ved bunden er resultatet af to modsatrettede processer - iltforbrug og ilttilførsel. Iltforbrugets 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. Forringede iltforhold forudsætter en lagdeling af vandsøjlen, så ilttilførslen begrænses. Derfor forekommer iltsvind i lavvandede farvande kun i forbindelse med stille, varme perioder med etablering af en temperaturlagdeling af vandsøjlen eller ved indtrængen af et tyndt lag salt og tungt bundvand. 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.

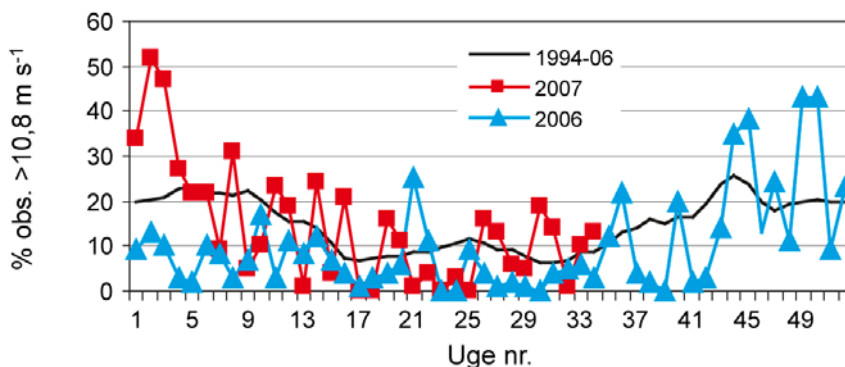
I Danmark betegnes det operationelt som 'iltsvind', når iltkoncentrationen er under 4 mg/l, og 'kraftigt iltsvind' når koncentrationen er under 2 mg/l. Iltsvind kan undertiden observeres på bunden, når der dannes hvide belægninger af svovlbakterier - det såkaldte ligklæde eller liglagen.

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, artssammensætning og individantal.

### 3 Vind, nedbør og temperatur

#### Vind

I figur 4 er vist hyppigheden pr. uge i 2006 og 2007 af vindstyrker over hård vind sammenlignet med ugemidler for perioden 1994-2006. Generelt har 2007 været væsentligt mere blæsende end 2006 med hyppige perioder med stærk vind. Stormene i november og december 2006 og januar 2007 var kraftige nok til at blande hele vandsøjlen selv i Kattegat, så der var fuld iltmætning i bundvandet ind i februar. Fra midt i maj til slutningen af juni 2007 (uge 21-25) var der dog en lang sammenhængende periode med stille vejr. Men blæsten vendte tilbage efter St. Hans (uge 26-27), og i slutningen af juli (uge 30-31). Også i midten af august 2007 (uge 33-34) var der relativt meget vind. Disse perioder med blæst har været gavnlige for iltforholdene.



**Figur 4** Hyppigheden af observationer pr. uge i 2006 og 2007 af vindstyrker over 10,8 m/s svarende til hård vind eller kraftigere (forbundne punkter) sammenlignet med middel for perioden 1994-2006 (3-ugers løbende middel). Baseret på ugeberetninger fra DMI.

Frequency per week of wind forces exceeding 10.8 m/s (gale force) in 2006 and 2007 compared to average frequencies in the period 1994-2006 (3-weeks running mean). Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.

#### Nedbør

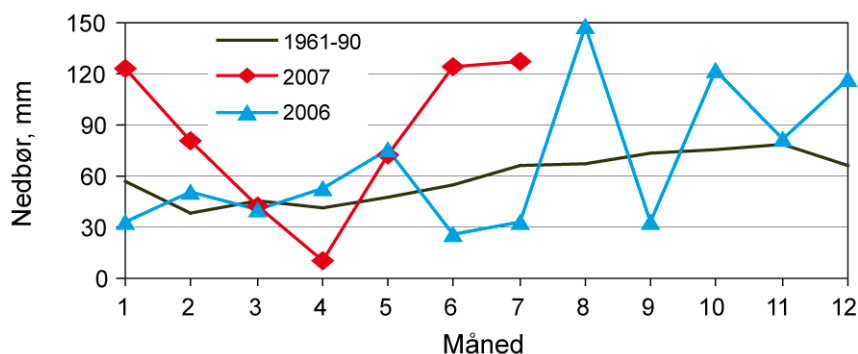
Nedbøren i det hydrologiske år fra juli 2006 til juni 2007 var 39 % højere end langtidsmidlen for 1961-90. Især var vinteren 2006/07 (december-februar) meget våd, nemlig på 321 mm på landsplan. Det er dobbelt så meget, som langtidsmidlen 1961-90 (figur 5) og den højeste vinternedbør, der er målt i Danmark siden målingernes start i 1874. Ferskvandsafstrømningen i vinteren 2006/07 kendes endnu ikke. Sammenhængen mellem nedbør og ferskvandsafstrømning styres bl.a. af jordens mætning med vand, grundvandsmagasinerne fyldningsgrad og af fordampningen. Da fordampningen om vinteren er ringe, og da også perioden august til november 2006 var våd med 30 % mere nedbør end normalt, antages det, at den store vinternedbør også gav ophav til en tilsvarende stor ferskvandsafstrømning. Foreløbige data fra Odense Å viser 70 % højere afstrømning end middel for de seneste knap 30 år.

Udledningen af kvælstof til de danske farvande er direkte proportional med ferskvandsafstrømningen, og det formodes derfor, at kvælstoftilførslen til de danske farvande i vinteren 2006/07 har været usædvanligt stor i forhold til de senere år. Dette understøttes af de usædvanligt høje nitratkoncentrationer målt i overfladevandet i det åbne Kattegat, Øresund og Bælthav i januar og februar 2007 på op til 150 µg/l. På grund af vandmiljøplanerne tilførtes der dog farvandene langt mindre kvælstof end det ville være tilfældet under samme forhold før vandmiljøplanerne. Ved den seneste opgørelse for 2004 fremgik det, at kvælstofudledningen fra Danmark til de danske farvande pga. vandmiljøplanerne i et normalt år var reduceret med ca. 43 % i forhold til slutningen af 1980'erne.

De høje nitratkoncentrationer gav ophav til en voldsom forårsopblomstring af planktonalger i marts med klorofylkoncentrationer op til 44-50 µg/l i det åbne sydlige Lillebælt, 35 µg/l i det nordlige Lillebælt, 29 µg/l i Storebælt, 26 µg/l i Det sydfynske Øhav og 72 µg/l i Odense Fjord.

Opblomstringen i Bælthavet var domineret af den fiskedræbende planktonalge, *Chatonella*, med koncentrationer på 2,2-6,3 mio. celler pr. liter. De høje algekoncentrationer gav efterfølgende ophav til et øget iltforbrug ved bunden. Flagellaten *Chatonella* omsættes formodentligt hurtigere end kiselalger, der normalt dominerer forårsopblomstringen, med et større iltforbrug som resultat.

Nedbøren i foråret 2007 (marts-maj) afveg ikke væsentlig (-8 %) fra langtidsmiddel. Derimod var den samlede nedbør i juni og juli på landsplan mere end dobbelt så stor som normalt. Dette har medført en højere end normal ferskvandsafstrømning og udledning af næringssalte, især kvælstof, til fjorde og kystvande i sommeren 2007.

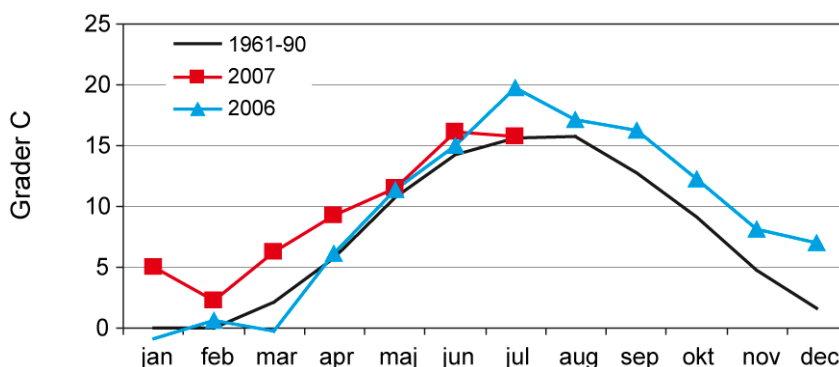


**Figur 5** Månedlig nedbør i Danmark i 2006 og 2007 sammenlignet med månedsmidler for perioden 1961-90. Baseret på månedsberetninger fra DMI.

Monthly precipitation in Denmark in 2006 and 2007 compared to monthly averages for the period 1961-1990. Based on monthly reports from the Danish Meteorological Institute.

## Temperatur

Det hydrologiske år fra juli 2006 til juni 2007 var usædvanligt varmt med månedsmiddeltemperaturer, der alle var højere end langtidsmiddel for perioden 1961-90 (**figur 6**). Årsmiddeltemperaturen juli 2006 til juni 2007 blev på ca. 10,9° C, hvilket er 3,2° C højere end normalt. Dette medførte også en forhøjet temperatur i farvandene. For eksempel var temperaturen i februar til april 2007 i de indre farvande forhøjet 2,8-3,8° C i overfladen og 1,5-3,6° C i bundvandet. De forhøjede temperaturer har øget hastigheden, hvormed ilten blev forbrugt, da planktonalgerne efter forårsopblomstringen sank ned til bunden, idet tilgængeligt organisk stof omsættes hurtigere af bakterier ved højere temperaturer.



**Figur 6** Månedsmidler af lufttemperatur i Danmark i 2006 og 2007 sammenlignet med langtidsmiddel for perioden 1961-90. Baseret på månedsberetninger fra DMI.

Monthly mean air temperature in Denmark in 2006 and 2007 compared to long term average for the period 1961-90. Based on monthly reports from the Danish Meteorological Institute.



## 4 Oversigt – de enkelte farvande

### Nordsøen og Skagerrak

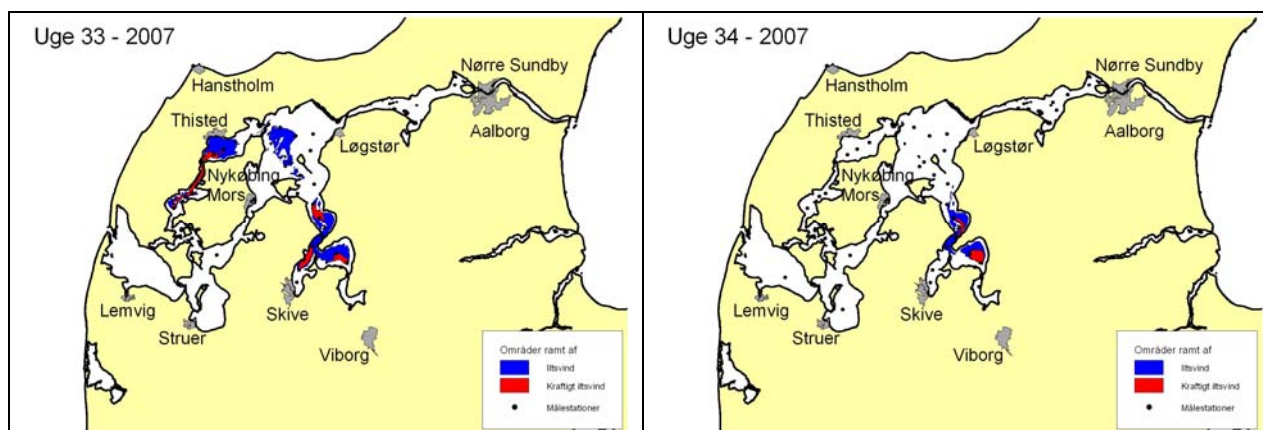
Der er ikke observeret iltsvind i Vadehavet, Nordsøen og Skagerrak i 2007.

I Ringkøbing Fjord er der målt iltsvind i flere omgange afløst af perioder med fuld opblanding. I alle tilfælde skyldtes iltsvindene indslusning af salt vand fra Vesterhavet, som dannede et tunge bundlag i fjorden. Sommerens skiftende vejr med en del blæst sørgede dog hurtigt for, at vandet igen blev fuldt opblandet. Iltsvind og kraftigt iltsvind observeredes i den dybe del ved Stauning Pynt den 2. juli, i perioden 16.-23. juli og senest den 20. august, hvor iltsvindet også dækkede den sydlige del af fjorden.

Der er ikke observeret iltsvind i Nissum Fjord i 2007.

### Limfjorden

I Limfjorden blev der allerede i starten af juni måned målt iltsvind i blandt andet Lovns Bredning. I midten af juni var vejret usædvanligt varmt og med svag vind, hvilket medførte at iltsvindet bredte sig og dækkede op til ca. 14 % af fjordens areal. I 3 uger var ca. 8 % af arealet påvirket af kraftigt iltsvind. Det omfattede primært områderne fra Skive Fjord, Lovns Bredning og nordpå til Livø samt Hjarbæk Fjord. Desuden var dele af Thisted Bredning, Vilsund og Dragstrup Vig ramt af iltsvind. Efter et par dage med hård vind i starten af juli blev vandet opblandet, og i løbet af juli var kun mindre områder påvirket af iltsvind. I de sidste dage af juli blæste det igen kraftigt fra vest, og vandet var opblandet i hele fjorden og uden iltsvind. Vestenvinden gav højvande, og efterfølgende bredte mere salt vand sig langs bunden i den centrale og indre del af fjorden. Derved opstod der igen lagdeling, og i midten af august var der igen iltsvind i områder svarende til ca. 13 % af fjordens areal (figur 7), men kun få områder med kraftigt iltsvind. Sidst i august var forholdene igen forbedret, og kun i områder ved Risgårde Bredning, Hvalpsund og dele af Lovns Bredning var der lavt iltindhold.



**Figur 7** Udbredelse af iltsvind (<math>< 4 \text{ mg/l}</math>) og kraftigt iltsvind (<math>< 2 \text{ mg/l}</math>) i Limfjorden i hhv. uge 33 (13.-17. august) og uge 34 (21.-24. august) 2007. Udarbejdet af DMU for miljøcentre Ringkøbing og Aalborg.

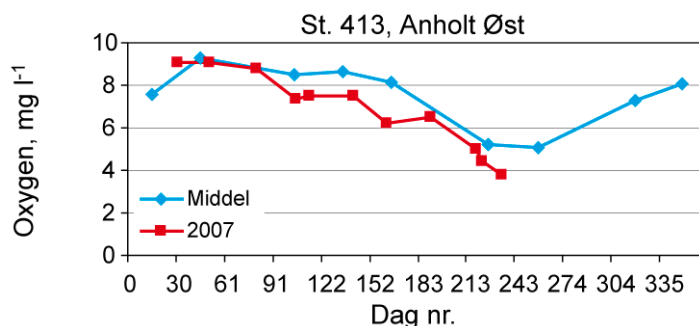
Area covered by oxygen depletion (<math>< 4 \text{ mg/l}</math>) and severe oxygen depletion (<math>< 2 \text{ mg/l}</math>) in the Limfjorden in week 33 (13-17 August) and week 34 (21-24 August) 2007. Produced by DMU for the Environmental Centres Ringkøbing and Aalborg.

### Kattegat med omgivende fjorde

I det dybe og permanent lagdelte østlige Kattegat faldt iltkoncentrationen i april til værdier ca. 1 mg/l lavere end normalt (figur 8) og blev på dette niveau til slutningen af maj. Iltindholdet faldt så yderligere frem til midten af juni til godt 1,5 mg/l under normalt. Den kraftige vind i slutningen af juni hævede iltindholdet lidt, så koncentrationen fra begyndelsen af juli til begyndelsen af august næsten var normal, men frem til 23. august faldt iltindholdet igen kraftigt, så der opstod



iltsvind med 3,8-4,0 mg/l i det **sydøstlige Kattegat**. Midt i august blev der også observeret iltsvind langs **Sjællands nordkyst** fra ud for Tisvilleleje mod vest til ud for Griben.



**Figur 8** Udviklingen i iltkoncentrationen i bundvandet på station 413, Anholt Øst, i 2007 sammenlignet med månedsmidler for perioden 1975-78. Data fra SMHI og DMU.

Development of bottom water oxygen concentration at station 413, Anholt East, in 2007 compared to monthly averages 1975-78. Data from SMHI and DMU.

I det vestlige Kattegat faldt iltindholdet i **Hevring Bugt** markant i løbet af maj, og i juni blev der registreret omkring 6 mg/l. I juli og begyndelsen af august blev der registreret et iltindhold på 4,7-5,9 mg/l, og ved den seneste måling den 20. august var iltindholdet i bundvandet på 4,2-7,7 mg/l. Også i **Ålborg Bugt** blev der den 23. august observeret iltindhold ned til 4,1 mg/l, og i **Læsø Rende** var der midt i august 4,9 mg/l ved bunden.

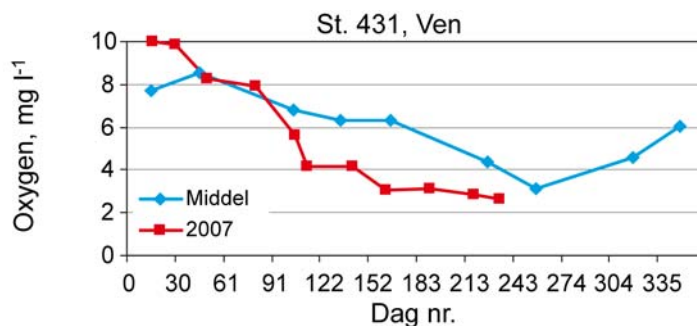
I begyndelsen af juli observeredes iltsvind med 3,1-3,2 mg/l i **Laholmsbukten** og **Skælderviken** på den svenske vestkyst. I begyndelsen af august var der fortsat iltsvind i **Skælderviken** (2,9 mg/l), og der fandtes iltsvind (3,1 mg/l) **syd for Göteborg**.

Iltforholdene i **Mariager Fjord** har i 2007 været bedre end normalt som følge af, at sommeren har været mere blæsende end sædvanlig. Iltindholdet har stort set været stabilt og relativt højt fra overfladen og ned til omkring 15 meter frem til begyndelsen af august 2007. I første halvdel af august rykkede grænsen for iltsvind (4 mg ilt/l) et par meter opad (fra 17 til 15 meter) i den dybe del af fjorden. I den lavere del af Inderfjorden var iltforholdene den 14. august tydeligt ringere end ved målingen den 1. august, idet der nu blev målt kraftigt iltsvind (1,7-2,9 mg/l).

I **Randers Fjord** har iltforholdene i 2007 været relativt gode i både inder- og yderfjorden, dog var iltindholdet i inderfjorden den 20. august tæt på iltsvind med 4,0 mg/l. Der er ikke observeret iltsvind i **Isefjorden** eller **Roskilde Fjord**.

## Øresund

I det **centrale, dybe Øresund** syd for Ven var iltindholdet i bundvandet i slutningen af marts normalt med 7,9 mg/l, men gennem den næste måned til slutningen af april faldt indholdet dramatisk til 4,16 mg/l, hvilket var ca. 2,5 mg/l under det normale for årstiden og på et niveau, som først skulle nås 3-4 måneder senere i august (**figur 9**). Iltindholdet holdt sig på dette niveau til sidst i maj, og faldt så yderligere ca. 1 mg/l til ca. 3 mg/l, og forblev på dette niveau fra midt i juni til begyndelsen af august. Ved den seneste måling den 23. august var minimumkoncentrationen 2,6 mg/l i 25 m dybde, stigende mod bunden i 50 m dybde til 3,1 mg/l pga. indstrømning af vand fra Kattegat langs bunden. Samme billede blev observeret den 10. juli med 3,1 mg/l i 20-25 m dybde stigende til 4,2 mg/l ved bunden.



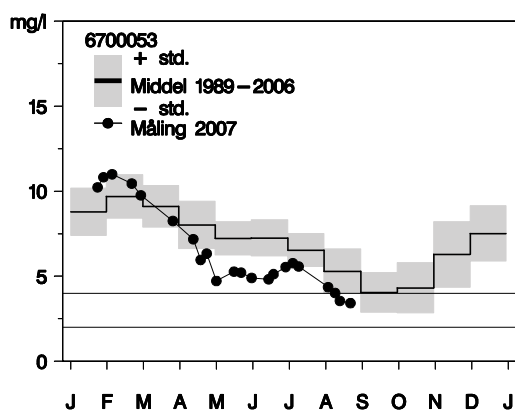
**Figur 9** Udviklingen i iltkoncentrationen i bundvandet på station 431, Ven, i 2007 sammenlignet med månedsmidler for perioden 1990-2001. Data fra SMHI og DMU.

Development of bottom water oxygen concentration in 2007 at station 431, Ven, in the Sound compared to monthly averages 1990-2001. Data from SMHI and DMU.

Iltsvindet i det sydøstlige Kattegat strakte sig sidst i august muligvis ned i **Tragten**. Iltsvind opstod syd for Helsingør midt i august, mens iltsvindet i den **centrale dybe del af Øresund** har stået på siden begyndelsen af juni. Iltsvind optræder sjældent i **Køge Bugt**, men i starten af august observeredes iltsvind med 3,4 mg/l i bugtens nordlige del.

### Storebælt med omgivende farvande

Også i det **centrale Storebælt** ud for Romsø faldt iltindholdet i bundvandet drastisk fra et normalt niveau i slutningen af marts til 4,5 mg/l den 1. maj, ca. 3 mg/l lavere end normalt og på et niveau som først skulle nås 3-4 måneder senere (**figur 10**). Gennem de næste 3 måneder (maj-juli) faldt iltindholdet ikke yderligere, og først i august dykkede iltindholdet under iltsvindgrænsen på 4 mg/l og var den 22. august 3,4 mg/l, ca. 1 mg/l under det normale for årstiden. Ved de seneste målinger 21.-22. august var der iltsvind (3,2-3,5 mg/l) i de **dybeste dele af Storebælt** fra Kels Nor i syd til nord for Romsø og ned i **Langelandssund**. Fra nord for Romsø til Griben var iltindholdet i den dybe rende 4,0-4,4 mg/l.



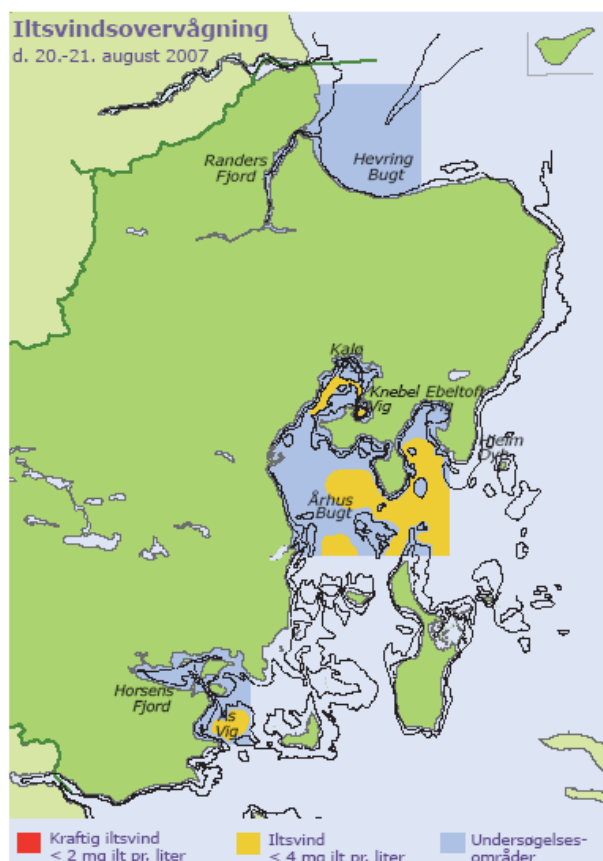
**Figur 10** Sæsonvariation 2007 i bundvandets iltkoncentration sammenholdt med månedsmiddel og -spredning 1989-2006 i Storebælt ud for Romsø. Efter Miljøcenter Odense.

Development of bottom water oxygen concentration in 2007 in the Great Belt at Romsø, compared to monthly averages 1989-2006. Data from SMHI and DMU. Seasonal variation 2007 in bottom water oxygen concentration. From Environmental Centre Odense.

I **Sejerø Bugt** blev der observeret lavt iltindhold i midten af maj på 4,1 mg/l, og i starten af juni kraftigt iltsvind med 0,9 mg/l. Iltforholdene blev hurtigt forbedret, men fra starten af juli faldt iltindholdet fra 5,2 mg/l til kraftigt iltsvind med ned til 1,2 mg/l i begyndelsen af august med de laveste værdier i den sydlige, lavvandede del af bugten. Ved de seneste målinger i uge 34 var det kraftige iltsvind erstattet af iltsvind. Også i **Kalundborg Fjord** faldt iltindholdet fra 5,5 mg/l i

starten af juli til iltsvind med ned til 2,7 mg/l i ca. halvdelen af fjorden på 14-16 m dybde i slutningen af august. Der er både i juli og august observeret iltsvind i en dyb rende i den vestligste del af **Smålandsfarvandet** i de nederste 2 m af vandsøjlen fra 24 m dybde til bunden.

Iltindholdet i bundvandet i **Århus Bugt** området faldt markant i løbet af maj, og i første halvdel af juni blev der kortvarigt registreret iltsvind (3,6 mg/l). Flere perioder med kraftig vind medførte en stigning i iltindholdet fra midten af juni, og i juli blev der ikke registreret iltsvind i området. I begyndelsen af august blev der registreret iltsvind (3,1-3,7 mg/l) i den vestlige del af bugten syd for Århus. Den 20.-21. august var der iltsvind (3,8 mg/l) i et område i den sydlige del af Århus Bugt og i den dybe, østlige del af bugten (**figur 11**). I **Kalø Vig** blev der registreret iltsvind (2,3 mg/l) i begyndelsen af juni. Kraftig vind medførte herefter en stigning i iltindholdet, og i juli lå iltindholdet på 4,5-5,8 mg/l. I begyndelsen af august blev der registreret kraftigt iltsvind (1,6 mg/l) i den centrale, dybe del af Kalø Vig og iltsvind (3,7 mg/l) i den sydlige del af Kalø Vig. Ved de seneste målinger den 20. august var der stadig iltsvind (3,5-3,8 mg/l) i området. I **Knebel Vig** har der været iltsvind siden midten af april. I begyndelsen af juni, midten af juli og begyndelsen af august blev der registreret kraftigt iltsvind (0,0-0,3 mg/l). Ved den seneste måling den 20. august var iltindholdet i bundvandet steget til 3,9 mg/l. I **Ebeltoft Vig** var iltindholdet i juli på 5,7-6,9 mg/l, i begyndelsen af august var iltindholdet faldet til 5,0-5,8 mg/l, og ved den seneste måling den 21. august blev der registreret iltsvind (3,8 mg/l) i den yderste del af vigen. I området **syd for Ebeltoft Vig** og i **Hjelm Dyb** blev der i juli registreret 5,1-7,4 mg/l i bundvandet, i begyndelsen af august var iltindholdet faldet til 4,2-4,5 mg/l, og den 21. august blev der registreret iltsvind (3,9 mg/l).

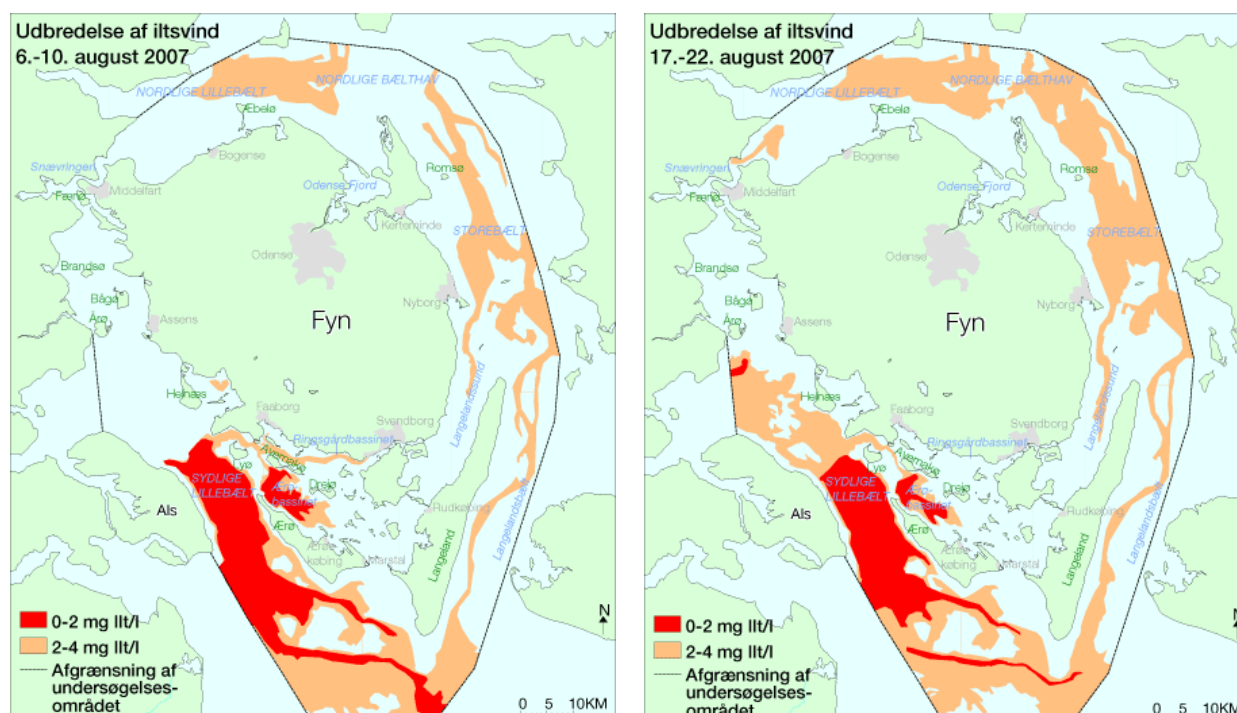


**Figur 11** Estimeret udbredelsen af iltsvind 20.-21. august 2007 i Miljøcenter Århus område. Efter Miljøcenter Århus. Estimated area covered by oxygen depletion in the northern Belt Sea. From Environmental Centre Aarhus.

I **Horsens Fjord** faldt iltindholdet markant i løbet af maj til 7,5 mg/l i slutningen af måneden. Efterfølgende har iltindholdet i bundvandet været meget varierende, fra 8,1 mg/l i midten af juni til iltsvind (3,8 mg ilt/l) i slutningen af juli. Ved målingerne i august er der registreret et iltindhold i bundvandet på 7,2-8,8 mg/l. I **As Vig** syd for Horsens Fjord blev der i juli registreret 4,7-

5,6 mg ilt/l i bundvandet. I begyndelsen af august blev der registreret iltsvind (3,7 mg/l), og den 21. august var iltindholdet faldet til 2,8 mg/l (**figur 11**). Der er ikke observeret iltsvind i **Vejle Fjord**.

Allerede i sidste halvdel af maj observeredes det første iltsvind i det **nordlige Lillebælt** på dybder over 18 m ud for Vejle Fjord. Iltindholdet faldt yderligere gennem juni, og i slutningen af måneden blev et kortvarigt iltsvind tilføjet i **Det nordlige Bælthav** ud for Odense Fjord. Iltsvindene ophørte ved månedsskiftet, og gennem juli lå iltindholdet i området i begyndelsen på 4,6-6,0 mg/l og i slutningen af måneden på 4,2-4,3 mg/l, og der opstod igen et kortvarigt iltsvind ud for Odense Fjord. Iltsvind opstod igen i august i den centrale del dybere end 18-19 m (3,3-3,4 mg/l), og midt i august observeredes kortvarigt et kraftigt iltsvind ud for Vejle Fjord. I slutningen af august var der iltsvind (2,5-3,3 mg/l) dybere end 17-18 m, og der var opstået iltsvind i den 40 m dybe nordlige del af Snævringen dybere end 23 m (2,9 mg/l) og nord herfor dybere end 16 m (3,7 mg/l) (**figur 12**).



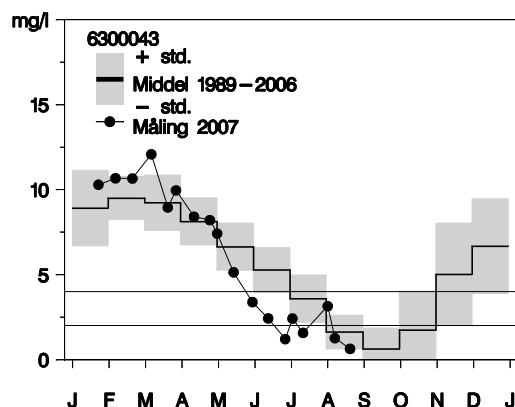
**Figur 12** Udbredelsen af iltsvind i fynske kystvande i hhv. begyndelsen af august (uge 32) og midten af august (uge 33 og 34) 2007. Efter Miljøcenter Odense.

Areas covered by oxygen deficiency in the sea around Funen in the beginning of August (week 32) and mid-August (Weeks 33 and 34) 2007. From Environmental Centre Odense.

### Det sydlige Lillebælt med omgivende kystfarvande

Også i det sydlige Lillebælt **mellem Als og Ærø** var der iltsvind dybere end 30 m allerede i slutningen af maj med 3,4 mg/l, dvs. ca. 2,5 mg/l under det normale for årstiden (**figur 13**). Gennem juni udvikledes kraftigt iltsvind dybere end 32 m. I starten af juli var det kraftige iltsvind ophørt, men der var iltsvind dybere end 26-31 m, som dog ikke strakte sig ned syd for Ærø. Desuden var der iltsvind **syd for Helnæs** og i **Lyø Krog**, som strakte sig ind på ca. 10 m dybde i **Fåborg Fjord**. Midt i juli intensiveredes iltsvindet med kraftigt iltsvind dybere end 26 m mellem Als og Ærø og dybere end 10 m i Fåborg Fjord. Ved månedsskiftet juli-august var der fortsat iltsvind i området ved Helnæs og nordvest herfor, ved Lyø Krog og i **Hansebugten**, mens det kraftige iltsvind mellem Als og Ærø igen var afløst af iltsvind. Det kraftige iltsvind kom dog hurtigt tilbage i begyndelsen af august (dybere end 26-31 m; 1,0-1,1 mg/l), og var syd for Ærø og Langeland endnu mere udbredt (dybere end 19-22 m; 1,3-1,6 mg/l). I hele området var der iltsvind dybere end 18-20 m. Iltsvindet strakte sig ind i Lyø Krog og videre ind i Fåborg Fjord, og var knyttet til iltsvindene i Ringsgaardbassinet og Ærøbassinet i Det sydfynske Øhav. I **Nørrefjord** i Helnæs Bugt var der

iltsvind (2,1 mg/l) dybere end 9,5 m. I sidste halvdel af august (**figur 13**) intensiveredes iltsvindet mellem Als og Ærø med kraftigt iltsvind (0,5 mg/l) dybere end 25 m og iltsvind dybere end 19 m. Iltsvindet strakte sig fortsat ind i Lyø Krog (under 16 m; 3,2 mg/l) med forbindelse til iltsvindet i Ærøbassinet, mens der ikke længere var iltsvind i Fåborg Fjord eller Nørrefjord, der ellers midt i august havde kraftige iltsvind. I området syd for Helnæs til syd for Årø var der igen iltsvind (2,5-2,8 mg/l) dybere end 19-22 m, med et bundnært kraftigt iltsvind (1,8 mg/l) i det sidstnævnte område dybere end 24,5 m.



**Figur 13** Sæsonvariation 2007 i bundvandets iltkoncentration sammenholdt med månedsmiddel og -spredning 1989-2006 i det sydlige Lillebælt nordvest for Ærø. Efter Miljøcenter Odense.

Development of bottom water oxygen concentration in 2007 in the southern Little Belt northwest of Ærø, compared to monthly averages 1989-2006. From Environmental Centre Odense.

I **Flensborg Inderfjord** faldt iltindholdet dramatisk fra omkring normalt i midten af marts til iltsvind i slutningen af april, kraftigt iltsvind i begyndelsen af maj og næsten iltfrit i midten af juni. I **Flensborg Yderfjord** startede faldet i slutningen af april til iltsvind i begyndelsen af maj og kraftigt iltsvind i begyndelsen af juli. Tilsvarende udvikling fandt sted i **Åbenrå Fjord**. I juli blev iltforholdene i de sønderjyske farvande bedre pga. mere køligt og blæsende vejr, og iltsvindets udbredelse tog væsentligt af. I juli-august var situationen stort set svarende til de gennemsnitlige iltforhold over årene 1988-2006. I august var der kraftigt iltsvind i både **Flensborg Inder- og Yderfjord**, i **Als Fjord**, i **Åbenrå Fjord**, samt området **nord for Als** og i **Haderslev Fjord**.

I **Det sydfynske Øhav** opstod der i juni iltsvind i Ringsgaardbassinet og kraftigt iltsvind i Ærøbassinet. I **Ringsgaardbassinet** var iltsvindet væk i begyndelsen og slutningen af både juli og august, men tilstede midt i månederne. I **Ærøbassinet** var der midt i juli kraftigt iltsvind dybere end 32 m i den vestlige del og helt iltfrit ved bunden, mens der i den østlige del var iltsvind dybere end 19 m. Ved månedsskiftet var iltsvindet i den dybe, vestlige del ophørt (4,2-4,3 mg/l), men der var nu kraftigt iltsvind i den østlige del dybere end 18 m. I sidste halvdel af august var der kraftigt iltsvind dybere end 27 m i den vestlige del og dybere end 19 m i den østlige, mens iltsvind begyndte i hhv. 13 m og 18 m.

I de øvrige fynske fjorde og lavvandede kystområder – **Gamborg Fjord**, **Odense Fjord**, **Lindelse Nor** på Langeland, **Lunkebugten** på Tåsinge, **Kertinge Nor/Kerteminde Fjord** m.fl. – har der ikke været iltsvind, men iltkoncentrationen har på forskellige tidspunkter været i nærheden af iltsvindsgrensen (mellem 4-6 mg/l), især i august.

### Vestlige Østersø og Bornholmsbassinet

I august blev der observeret kraftigt iltsvind i området **syd for Ærø og Langeland**, og iltsvind fra **Kels Nor til Femer Bælt**, men ikke i **Mecklenburg Bugt**, ved **Gedser Rev** eller i **Hjelm Bugt** syd for Møn. I Hjelm Bugt blev der observeret iltsvind i juni, men det er usædvanligt, at det ikke er set i juli og august. Derimod er der midt i august observeret et kortvarigt og usædvanligt iltsvind

ved **Rødsand** vest for Gedser. I **Fakse Bugt** blev der observeret kortvarige iltsvind i starten af juni og i midten af august. Der er ikke observeret iltsvind i **Præstø Fjord**.

I det dybe **Arkonahav** mellem Møn og Bornholm var der i juli iltsvind (3,8 mg/l) i den vestlige del, men ikke i den østlige (4,1 mg/l). I begyndelsen af august var det omvendt med iltsvind (2,4 mg/l) i den østlige del, men 5,3 mg/l i den vestlige. Den seneste måling fra 20. august fra den vestlige del viste iltsvind med 2,3 mg/l.

I **Bornholmsbassinet** var der i januar og frem til maj 2007 en smule ilt i bundvandet pga. indstrømning af vand fra Øresund og Bælthavet i vinteren 2006/07. Men fra juni var der igen iltfrit og svovlbrinte i bundvandet på ca. 90 m's dybde.



# Kontaktpersoner

Alfabetisk efter institution

## Danmarks Miljøundersøgelser (DMU)

Gunni Ærtebjerg, tlf. 4630 1260, fax 4630 1114, e-mail [gae@dmu.dk](mailto:gae@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](mailto:tpetenat@lanu.landsh.de)

Joachim Voss, tlf. +49 (0)4347 704 443, fax +49 (0)4347 704 402, e-mail [jvoss@lanu.landsh.de](mailto: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](mailto:mario.von.weber@lung.mv-regierung.de)

## Miljøcenter Aalborg

Marie-Louise Worsøe Maarup, tlf. 7254 8689, e-mail [malwm@aal.mim.dk](mailto:malwm@aal.mim.dk)

Morten Thomsen, tlf. 7254 8658, e-mail [motho@aal.mim.dk](mailto:motho@aal.mim.dk)

Svend Bråten, tlf. 7254 8634, e-mail [svjbr@aal.mim.dk](mailto:svjbr@aal.mim.dk)

Hjemmeside: [www.aal.mim.dk](http://www.aal.mim.dk)

## Miljøcenter Aarhus

Helene Munk Sørensen, tlf. 7254 8223, e-mail [hemso@aar.mim.dk](mailto:hemso@aar.mim.dk)

Steen Schwærter, tlf. 7254 8245, e-mail [stsch@aar.mim.dk](mailto:stsch@aar.mim.dk)

## Miljøcenter Nykøbing F

Benny Bruhn, tlf. 7254 8825, e-mail [bebru@nyk.mim.dk](mailto:bebru@nyk.mim.dk)

Kirsten Johansen, tlf. 7254 8805, e-mail [kirjo@nyk.mim.dk](mailto:kirjo@nyk.mim.dk)

## Miljøcenter Odense

Mikael Hjorth Jensen, tlf. 7254 8468, e-mail [mihje@ode.mim.dk](mailto:mihje@ode.mim.dk)

## Miljøcenter Ribe

Tom Knudsen, tlf. 7254 8562, e-mail [toknu@rib.mim.dk](mailto:toknu@rib.mim.dk)

Erik Pedersen, tlf. 7254 8554, mobil 2285 0590, e-mail [erpd@rb.mim.dk](mailto:erpd@rb.mim.dk)

## Miljøcenter Ringkøbing

Jette Poulsen Engholm, tlf. 7254 8710, e-mail [jepni@rin.mim.dk](mailto:jepni@rin.mim.dk)

Bent Jensen, tlf. 7254 8738, e-mail [benje@rin.mim.dk](mailto:benje@rin.mim.dk)

Hjemmeside: [www.limfjord.dk](http://www.limfjord.dk)

## Miljøcenter Roskilde

Jan Strømberg, tlf. 7254 8020, e-mail [jastr@ros.mim.dk](mailto:jastr@ros.mim.dk)

## Miljøstyrelsen

Tonny Niilonen, tlf. 3266 0100, fax 3266 0500, e-mail [tn@mst.dk](mailto:tn@mst.dk)

## Skov- og Naturstyrelsen

Gitte Larsen, tlf. 7254 2933, e-mail [gil@sns.dk](mailto:gil@sns.dk)

## Sveriges Meteorologiske og Hydrologiske Institut (SMHI)

Lotta Fyrberg, tlf. +46 31 751 8978, fax +46 31 751 8980, e-mail [lotta.fyrberg@smhi.se](mailto:lotta.fyrberg@smhi.se)

Jan Szaron, tlf. +46 31 751 8971, fax +46 31 751 8980, e-mail [jan.szaron@smhi.se](mailto:jan.szaron@smhi.se)

Lars Andersson, +46 31 751 89 77, e-mail [lars.s.andersson@smhi.se](mailto:lars.s.andersson@smhi.se)

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