

Iltsvind i de danske farvande i august-september 2016

Rapporteringsperiode: 20. august – 21. september

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

30. september 2016

Jens Würgler Hansen
David Rytter
Thorsten J. Skovbjerg Balsby

Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Rekvirent:
Naturstyrelsen
Antal sider: 18

Faglig kommentering:
Henrik Fossing, Institut for Bioscience
Kvalitetssikring, DCE:
Poul Nordemann Jensen



**AARHUS
UNIVERSITET**

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000
E-mail: dce@au.dk
<http://dce.au.dk/>

Indhold

1	Sammenfatning	4
	Summary	6
2	Indledning	7
2.1	Hvad er iltvind?	7
3	Vind, temperatur og nedbør	9
3.1	Vind	9
3.2	Temperatur	9
3.3	Nedbør	10
4	Oversigt over de enkelte farvande	11
4.1	Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak	11
4.2	Limfjorden	11
4.3	Kattegat og omgivende farvande	11
4.4	Aarhus Bugt og omgivende farvande	12
4.5	Nordlige Bælthav, Lillebælt og omgivende farvande	13
4.6	Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster	15
4.7	Farvandene omkring Bornholm	16
	Kort over danske farvande	17
5	Kontaktpersoner	18

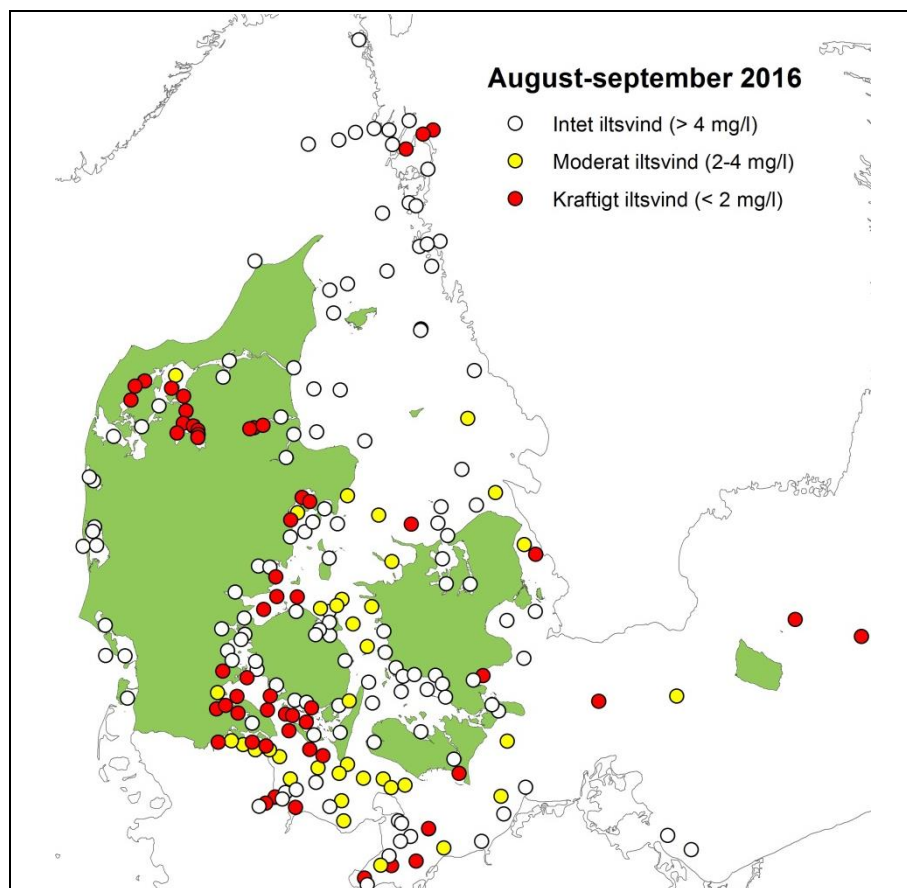
Iltsvind i farvandene i august-september 2016

Figur 1. Kortet viser de stationer, hvor iltforholdene er undersøgt fra 20. august til 21. september. For hver station er angivet den lavest registrerede iltkoncentration i perioden.

Bemærk at *figur 1* viser de lavest registrerede iltkoncentrationer for hele perioden og kan derfor ikke nødvendigvis sammenlignes med *figur 2*.

The maps show stations visited from 20 August to 21 September. Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration.

Please notice, that *figure 1* shows the lowest observed concentrations for the entire period and thus cannot necessarily be compared to *figure 2*.

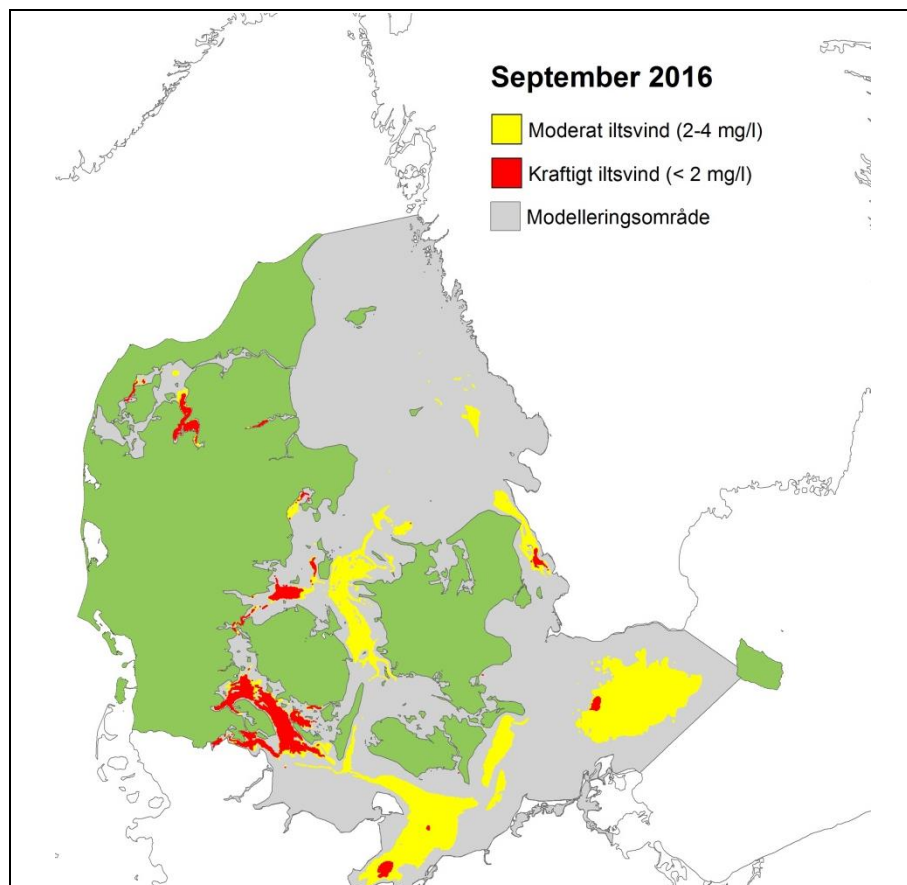


Figur 2. Udbredelse af iltsvind, modelleret ud fra målinger foretaget 12.-21. september, er baseret på de observerede iltkoncentrationer i bundvandet for den angivne periode. Hvis der er målt to gange i perioden på den samme station baseres fladeudbredelsen på den seneste måling.

Modellen er ikke tilstrækkelig detaljeret til at kunne vise meget små iltsvindsområder.

Areal distribution of oxygen depletion modelled for 12-21 September is based on measured bottom water oxygen concentrations for the named periods. If a station has been visited twice within the model period, the modelled area is based on the latest data.

The model is not detailed enough to show very small oxygen-depleted areas.



1 Sammenfatning

Iltsvindet var betydeligt mere omfattende midt i september end midt i august. Både iltsvindets udbredelse og styrke var forøget markant, og bundvandet var iltfrit i de dybeste dele af mange af de værst ramte iltsvindsområder. Denne udvikling skyldes sandsynligvis en kombination af meget omsætteligt organisk materiale samtidig med reduceret koncentration og tilførsel af ilt i bundvandet grundet høje temperaturer og svage vinde.

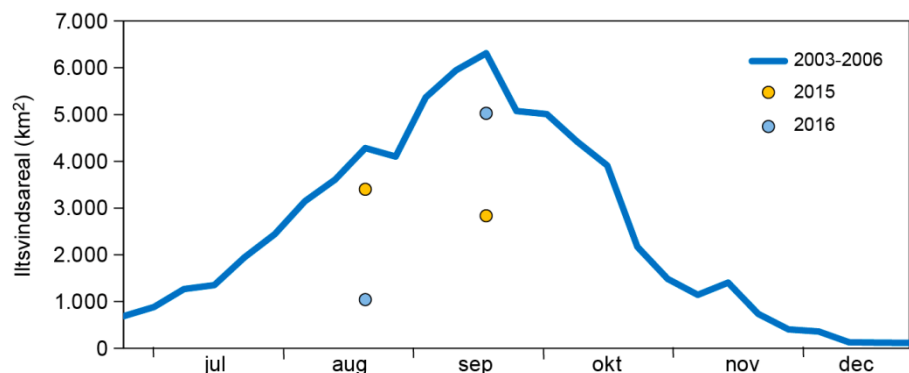
Perioden fra midt i august til midt i september var karakteriseret ved vindstyrker markant under og temperaturer markant over langtidsmidlen. De svage vinde og høje temperaturer har stabiliseret vandsøjlen og dermed mindsket tilførslen af ilt fra overfladevandet og fra tilstødende områder med iltholdigt bundvand. Desuden har de høje temperaturer mindsket opløseligheden af ilt i vandet og øget iltforbruget til omsætning af organisk materiale, hvis mængde er relateret til tilførslen af næringsstoffer.

Iltsvindet var særlig kraftigt i dele af Limfjorden, Mariager Fjord, det nordlige Bælthav, det sydlige Lillebælt med tilstødende fjorde, Flensborg Fjord og Det Sydfynske Øhav (figur 1 & 2). Desuden var iltsvindet meget udbredt i Storebælt, Øresund, området fra Femern Bælt ned i Lübeck Bugt, området syd for Møn og i Arkona Bassinet vest for Bornholm. Også områder i det centrale Kattegat og det sydlige Kattegat nord for Sjællands Odde var ramt af iltsvind, hvilket ikke sker særlig tit.

Udbredt iltsvind forudsætter en forudgående stor tilførsel af næringsstoffer (eutrofiering), men iltsvindets udvikling reguleres væsentligst af de aktuelle klimatiske forhold. Hvis perioden med svag vind og relativt høje temperaturer fortsætter, vil der opstå nye iltsvindsområder, og iltforholdene vil forværres i de eksisterende områder. En reduktion i iltsvindets udbredelse vil først og fremmest kræve perioder med kraftig vind, men faldende temperaturer vil også begrænse iltsvindets udvikling. I de hårdest ramte områder, som typisk er karakteriseret ved relativt store dybder, er der behov for længere perioder med kraftig blæst eller en storm, hvis iltforholdene skal forbedres markant.

Figur 3. Areal med iltsvind (≤ 4 mg/l) i de indre farvande som middel for 2003-2006 samt midt i august 2015/2016 og midt i september 2015/2016.

Area impacted by oxygen depletion (≤ 4 mg/l) in the inner marine waters as average for the years 2003-2006 as well as for mid-August 2015/2016 and mid-September 2015/2016.



Den modellerede arealudbredelse af iltsvind (≤ 4 mg/l) i de indre farvande (ekskl. Arkona Bassinet) i midten af september 2016 var lidt mindre end middelværdien for 2003-2006, men markant større end arealet i september 2015 og den største i de seneste syv år (figur 3). Den store forskel i arealudbredelsen fra august til september 2016 viser, hvor hurtigt iltsvindsituationen kan ændre sig. Den større udbredelse i september 2016 sammenlignet

med september 2015 skyldes hovedsageligt, at vinden den forudgående måned var væsentlig svagere og bundvandstemperaturerne væsentlig højere i 2016 end i 2015. En femtedel (20 %) af iltsvindsarealet i midten af september var påvirket af kraftigt iltsvind ($< 2 \text{ mg/l}$) svarende til størrelsen af det samlede iltsvindsareal i midten af august.

Summary

Oxygen depletion was significantly more widespread and intense in mid-September than in mid-August with many of the worst affected oxygen-depleted areas suffering from oxygen-free conditions in the bottom water of the deepest parts. This development is most likely explained from surplus of degradable organic material consuming oxygen combined with a reduced concentration and supply of oxygen to the bottom water due to high temperatures and calm winds.

The period from mid-August to mid-September was characterised by winds significantly below and temperatures significantly above the long-term average. Calm winds and high temperatures have stabilised the water column leading to a reduced supply of oxygen to the bottom water from the surface and from adjacent water bodies rich in oxygen. Further, the high temperatures have reduced oxygen solubility and increased the mineralisation of organic matter, the amount of which is related to the supply of nutrients.

Oxygen depletion was particularly pronounced in parts of the Limfjorden, Mariager Fjord, the northern Belt Sea, the southern Belt Sea and adjacent estuaries, Flensborg Fjord, and the southern Funen Archipelago (*figures 1 & 2*). Moreover, oxygen depletion was widespread in the Great Belt, the Sound, the area from Fehmarn Belt into Lübeck Bight, the area south of Møn, and the Arkona Basin west of Bornholm. Also areas in the central Kattegat and the southern Kattegat north of the Zealand Odde were affected by oxygen depletion, which does not happen very often.

Oxygen depletion is based on previous large supply of nutrients (eutrophication) whereas its development largely depends on the actual climatic conditions. Thus if the current weather continues, characterised by calm winds and relatively high temperatures, existing oxygen-depleted areas will further increase both in intensity and areal coverage and new oxygen-depleted areas will develop. Opposite, periods with strong winds and lower temperatures will hamper the development of oxygen depletion. However, the most affected areas at increased water depth depend on extended periods with strong winds or a storm in order to significantly counteract oxygen depletion.

The modelled oxygen-depleted area (< 4 mg/l) of the marine inner waters (excluding the Arkona Basin) was by mid-September 2016 a little smaller than the average oxygen-depleted area for 2003-2006 but significantly larger than the oxygen depleted area in September 2015 and the largest oxygen-depleted area in the last seven years (*figure 3*). The large difference in the oxygen-depleted area from August to September 2016 demonstrates how quickly the oxygen conditions can change. The increased area with oxygen depletion during September 2016 compared to September 2015 was mainly caused by weaker winds and higher temperatures in the preceding month in 2016 than in 2015. One fifth (20 %) of the total area affected by oxygen depletion in mid-September was exposed to severe oxygen depletion (< 2 mg/l) corresponding to the total area affected in mid-August.

2 Indledning

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) udsender hvert år i slutningen af august, september, oktober og november en rapport, der beskriver de aktuelle iltforhold i de danske farvande. Denne rapport giver en status for den aktuelle udvikling og udbredelse af iltsvind i de indre farvande i perioden fra 20. august til 21. september. Formålet er at give offentligheden et overblik over iltsvindssituationen i perioden.

Oversigten er udarbejdet af Institut for Bioscience, Aarhus Universitet, i samarbejde med Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning (SVANA) samt svenske og tyske institutioner. Grundlaget for rapporten er SVANAs målinger af iltindholdet i danske farvande og svenske og tyske myndigheders målinger i tilgrænsende farvandsområder.

På baggrund af de aktuelle målinger udarbejder Institut for Bioscience kort over iltforholdene i de indre farvande som helhed, mens SVANAs enheder udarbejder kort for lokale områder. Det nationale fladeudbredelseskort (*figur 2*) er baseret på ekstrapolationer af de faktiske målinger ud fra dybde-modeller for de enkelte områder, og viser derfor den mest sandsynlige udbredelse af iltsvindet.

2.1 Hvad er iltsvind?

Iltsvind er et naturligt fænomen, som forøges i hyppighed, udbredelse, varighed og styrke som følge af eutrofiering (forøget tilførsel af næringsstoffer fra land og atmosfære) og klimaforandringer. Iltsvind opstår, når iltforbruget i bundvandet er større end ilttilførslen. Iltforbruget skyldes bunddyrs samt bakteriers og andre mikroorganismers respiration ved nedbrydning af organisk stof i vandsøjlen og sedimentet, og forbrugets størrelse afhænger af mængden og nedbrydeligheden af det organiske stof og af temperaturen. Eutrofiering fører til øget produktion af planteplankton, som synker til bunds og omsættes mikrobielt. Derved stiger iltforbruget, og der kan udvikles iltsvind ved bunden. Klimabetinget temperaturstigning øger også risikoen for iltsvind pga. øget respiration og mindre opløselighed af ilt i vand ved højere temperaturer. Ilttilførslen til bundvandet er først og fremmest styret af vejrforholdene, som er afgørende for omrøringen af vandsøjlen og vandudskiftningen nær bunden. Manglende omrøring kan føre til lagdeling af vandsøjlen og utilstrækkelig ilttilførsel til bunden. Iltsvind opstår derfor typisk i forbindelse med stille, varme perioder med temperaturlagdeling af vandsøjlen, og/eller ved saltlagdeling som følge af indtrængende saltere og tungere bundvand eller ferskere og lettere overfladevand. Længerevarende isdække kan også afkoble ilttilførslen til bundvandet og forårsage iltsvind. Overordnet betragtet er det således eutrofieringen, som skaber grundlaget for iltsvind i et omfang ud over det naturlige, mens det er de klimatiske forhold, som udløser det og er afgørende for år til år variationen i iltsvindets geografiske fordeling.

I Danmark betegnes det som *iltsvind*, når iltkoncentrationen i vandet er 4 mg l^{-1} eller lavere og som *kraftigt iltsvind*, når koncentrationen er under 2 mg l^{-1} . Niveauet mellem 2 og 4 mg l^{-1} kaldes for *moderat iltsvind*. Iltsvind forekommer oftest fra juli til november. Iltindholdet i bundvandet er af afgørende betydning for livsbetingelserne for bundplanter, bunddyr og bundlevende fisk. Iltsvind påvirker desuden stofomsætningen og biogeokemien i havbunden og dermed den interne belastning med næringsstoffer, dvs. frigivelsen af

næringsstoffer fra havbunden til vandfasen. Ved moderat iltsvind søger mange fisk og mere mobile bunddyr væk fra de ramte områder, og under længere perioder med kraftigt iltsvind begynder bunddyrene at dø. Kraftigt iltsvind kan også opstå pludseligt, hvis vind og strøm flytter iltfattigt vand fra et område til et andet, hvorved bunddyr og fisk kan blive fanget i det iltfattige vand. Hvide belægninger af svovlbakterier på havbunden – det såkaldte liglaggen – viser, at havbunden er helt uden ilt. I den forbindelse kan der sammen med metanbobler (bundvending) frigives svovlbrinte, som er så giftig, at den slår de fleste tilstedeværende bunddyr og fisk ihjel. Når bunddyrene dør, forsvinder fiskenes fødegrundlag og bunddyrenes fysiske aktivitet i havbunden (bioturbation). Bunddyrenes bioturbation er vigtig for at holde havbunden veliltet og dermed reducere den interne belastning med næringsstoffer. Der kan gå mange år efter et kraftigt og langvarigt iltsvind, før der igen er etableret et samfund af bunddyr med normal aldersfordeling, artssammensætning og individantal.

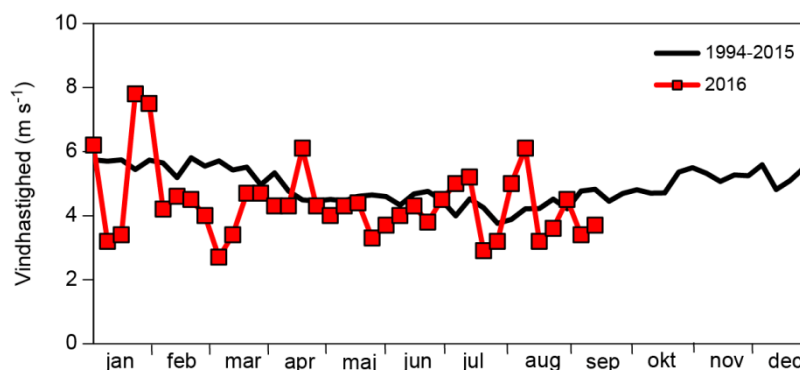
3 Vind, temperatur og nedbør

3.1 Vind

Perioder med svage vinde kan stabilisere vandmasserne og fremme lagdelingen. Det hæmmer udskiftningen af bundvandet og øger derfor risikoen for iltvindshændelser. Kraftige vindhændelser kan til gengæld nedbryde lagdelingen og tilføre ilt til bundvandet.

Figur 4. Ugentlig middelvindhastighed i 2016 og langtidsmidlen for 1994-2015. Baseret på ugeberetninger fra Danmarks Meteorologiske Institut.

Weekly mean wind speed for 2016 and long-term average for 1994-2015. Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



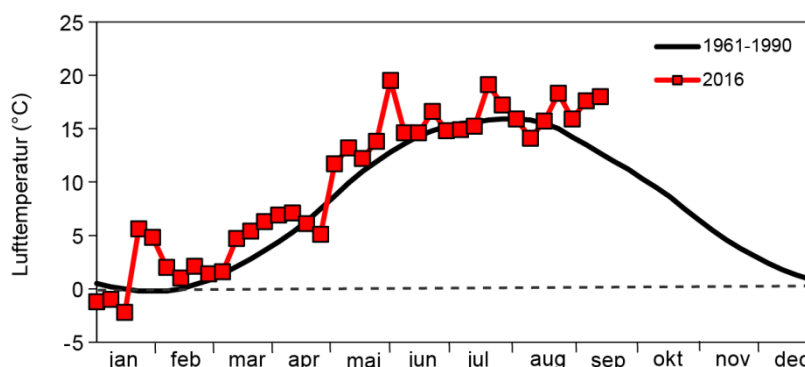
Vinden varierede meget i årets start, men fra midt i marts til og med juni var vinden mere stabil på et niveau lidt under langtidsmidlen for 1994-2015 (figur 4). I første halvdel af henholdsvis juli og august var der en del vind, mens vinden var markant under langtidsmidlen i sidste halvdel af juli og størstedelen af perioden fra midt i august.

3.2 Temperatur

Lufttemperaturen påvirker temperaturen i overfladevandet og med nogen tidsforsinkelse også temperaturen i bundvandet, efterhånden som vandsøjlen opblandes. Opblandingen sker hurtigere i lavvandede områder, hvorfor bundvandstemperaturen her er langt mere direkte koblet til lufttemperaturen end på større vanddybder. Bundvandstemperaturen påvirkes desuden af indstrømning af bundvand fra tilstødende områder. Bundvandets temperatur har betydning for mængden af ilt i vandet samt for, hvor hurtigt ilt bliver forbrugt, idet højere temperaturer mindsker iltens opløselighed i vand og øger iltforbruget i vand og havbund.

Figur 5. Ugentlig lufttemperatur i 2016 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Baseret på ugeberetninger fra Danmarks Meteorologiske Institut.

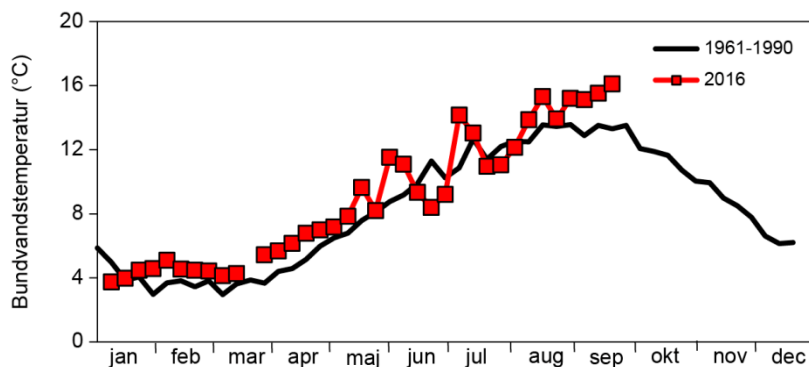
Weekly air temperature in 2016 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Based on weekly reports from the Danish Meteorological Institute.



Lufttemperaturen var relativt lav i begyndelsen af året, men fra slutningen af januar til midt i august har temperaturen generelt ligget over eller lige omkring langtidsmidlen for 1961-1990 (figur 5). Fra sidst i august har temperaturen været markant over langtidsmidlen.

Figur 6. Ugentlig bundvands-temperatur i de indre farvande i 2016 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Baseret på målinger foretaget af Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning.

Weekly bottom water temperature from the inner waters in 2016 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Based on measurements by the Danish Agency for Water and Nature Management.



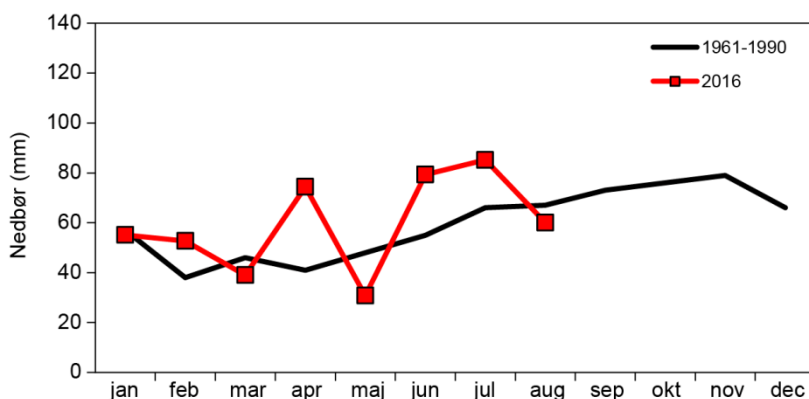
Bundvandstemperaturen i 2016 var overvejende over langtidsmidlen for 1961-1990 til og med maj (figur 6). I juni og juli varierede temperaturen omkring langtidsmidlen, mens den siden august og særlig markant i september har været over langtidsmidlen.

3.3 Nedbør

Nedbøren er vigtig i relation til iltsvind, idet mængden af næringsstoffer, der transporteres fra land til hav, er bestemt af ferskvandsafstrømningen. En forøget tilførsel af næringsstoffer stimulerer produktionen i havet og efterfølgende iltforbruget, når produktionen omsættes.

Figur 7. Månedlig nedbør i 2016 og langtidsmidlen for 1961-1990 (officiel referenceperiode). Baseret på månedsberetninger fra Danmarks Meteorologiske Institut.

Monthly precipitation in 2016 and long-term average for 1961-1990 (official reference period). Based on monthly reports from the Danish Meteorological Institute



Nedbørsmængden opgjort som månedsmiddel var omkring langtidsmidlen for 1961-1990 i årets første tre måneder (figur 7). Efterfølgende har nedbøren været markant over langtidsmidlen i april, juni og juli, mens den var noget under langtidsmidlen i maj og næsten på niveau med langtidsmidlen i august.

4 Oversigt over de enkelte farvande

Stednavne angivet med fed skrift fremgår af figur 13.

4.1 Vadehavet, Vesterhavet, Nordsøen og Skagerrak

I rapporteringsperioden fra midten af august til midten af september blev der ikke registreret iltsvind i **Vadehavet** eller på de kystnære målestationer i **Nordsøen/Vesterhavet** og **Nordsøen/Skagerrak** ud for henholdsvis Ringkøbing/Esbjerg og Hirtshals.

I de lavvandede vestjyske fjorde **Ringkøbing Fjord** og **Nissum Fjord** blev der heller ikke registreret iltsvindhændelser i rapporteringsperioden.

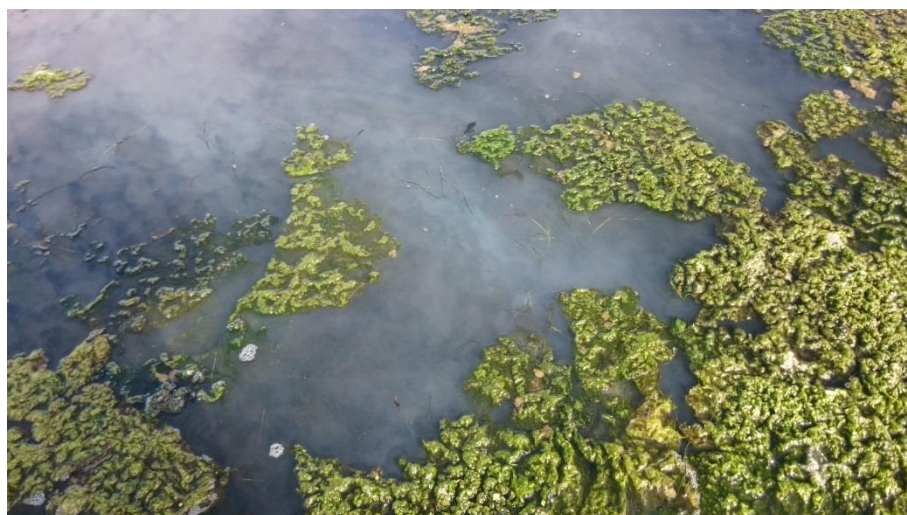
4.2 Limfjorden

I **Limfjorden** blev der første gang i år registeret udbredt kraftigt iltsvind i slutningen af august. De berørte områder omfattede **Skive Fjord**, **Lovns Bredning**, **Hjarbæk Fjord**, **Risgårde Bredning**, **Livø Bredning** og **Thisted Bredning**. I **Løgstør Bredning** og Bjørnsholm Bugt var der moderat iltsvind.

I midten af september var iltforholdene generelt forbedret, men der var fortsat kraftigt iltsvind i **Lovns Bredning**. I slutningen af rapporteringsperioden (tredje uge af september) var der igen markante lagdelinger med kraftigt iltsvind i **Skive Fjord**, **Lovns Bredning**, **Hjarbæk Fjord**, **Risgårde Bredning**, **Thisted Bredning**, Bjørnsholm Bugt og **Halkær Bredning**. I **Hjarbæk Fjord** blev der i forbindelse med dykkerundersøgelse af vegetationen i september observeret døde børsteorme og sandmuslinger. I **Halkær Bredning** er der konstateret frigivelse af svovlbrinte fra fjordbunden og kraftig opvækst af søsalat, formodentlig som følge af frigivelse af næringsstoffer (figur 8).

Figur 8. Havgræsbed på lavt vand i **Halkær Bredning** dækket af søsalat og iltfrit vand farvet mælkehvidt af svovludfældninger som følge af frigivelse af svovlbrinte fra bunden. Foto Finn Andersen, Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning.

An eelgrass meadow at shallow water covered by sea lettuce and anoxic water with milky colour caused by precipitating elementary sulphur as a result of sulphide release from the sediment. Photo Finn Andersen, Danish Agency for Water and Nature Management.



4.3 Kattegat og omgivende farvande

Der er ikke registreret iltsvind på stationerne i **Læsø Rende** og **Aalborg Bugt** i rapporteringsperioden. Men der er målt moderat iltsvind i det centrale **Kattegat** øst for **Anholt**.

I **Mariager Fjord** har vandet hele sommeren og i starten af efteråret været lagdelt og iltfrit ved bunden i 'Dybet' ud for Mariager. Skillefladen til det ilt-

fri bundvand lå midt i september i 8-9 meters dybde, så størstedelen af vandsøjlen var iltfri, da vanddybden i 'Dybet' er omkring 30 meter. I den inderste del af fjorden blev der målt kraftigt iltsvind midt i september, mens der ikke blev registreret iltsvind i den ydre del af fjorden.

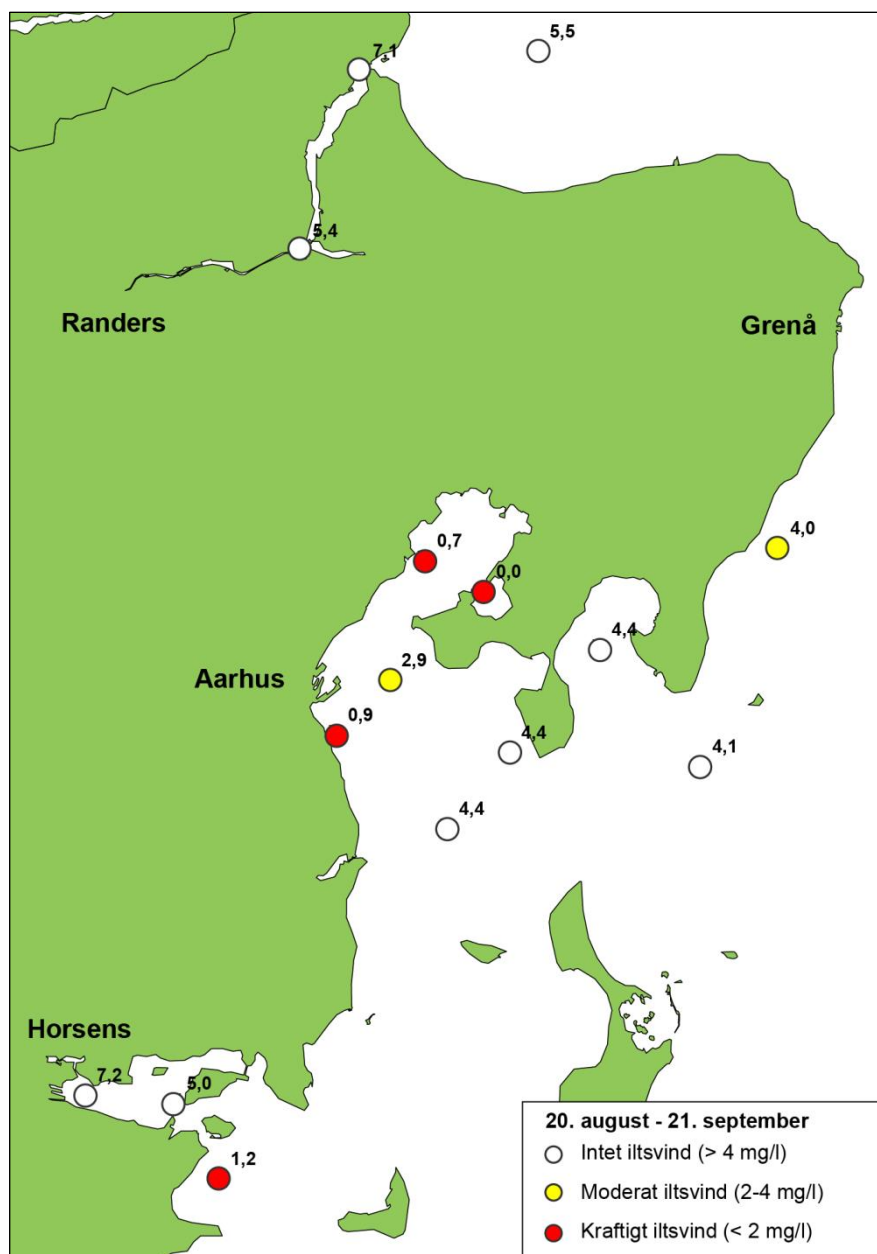
I **Randers Fjord** og **Hevring Bugt** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden, men iltkoncentrationen har generelt været faldende i begge områder.

4.4 Aarhus Bugt og omgivende farvande

I **Aarhus Bugt** og tilstødende farvande er der i rapporteringsperioden registreret et markant fald i iltkoncentrationen i bundvandet på hovedparten af de undersøgte stationer. I **Aarhus Bugt** blev der konstateret kraftigt iltsvind i den sydvestlige kystnære del af bugten og moderat iltsvind i den centrale del (figur 9). I **Knebel Vig** og **Kalø Vig** blev der registreret kraftigt iltsvind herunder iltfrie forhold i **Knebel Vig**. I de øvrige dele af **Aarhus Bugt** samt i **Ebeltoft Vig** og **Hjelm Dyb** blev der målt iltkoncentrationer lige omkring grænsen til iltsvind.

Figur 9. Stationer i området fra Randers Fjord til Horsens Fjord, hvor iltforholdene er undersøgt i rapporteringsperioden. For hver station er angivet den lavest registrerede iltkoncentration i perioden (mg O₂/l). Udarbejdet af Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning.

Stations in the area from Randers Fjord to Horsens Fjord visited during the reporting period. Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration (mg O₂/l). Produced by the Danish Agency for Water and Nature Management.



I **Horsens Fjord** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden. I **As Vig** syd for **Horsens Fjord** faldt iltkoncentrationen i løbet af september, og sidst i rapporteringsperioden blev der målt kraftigt iltsvind.

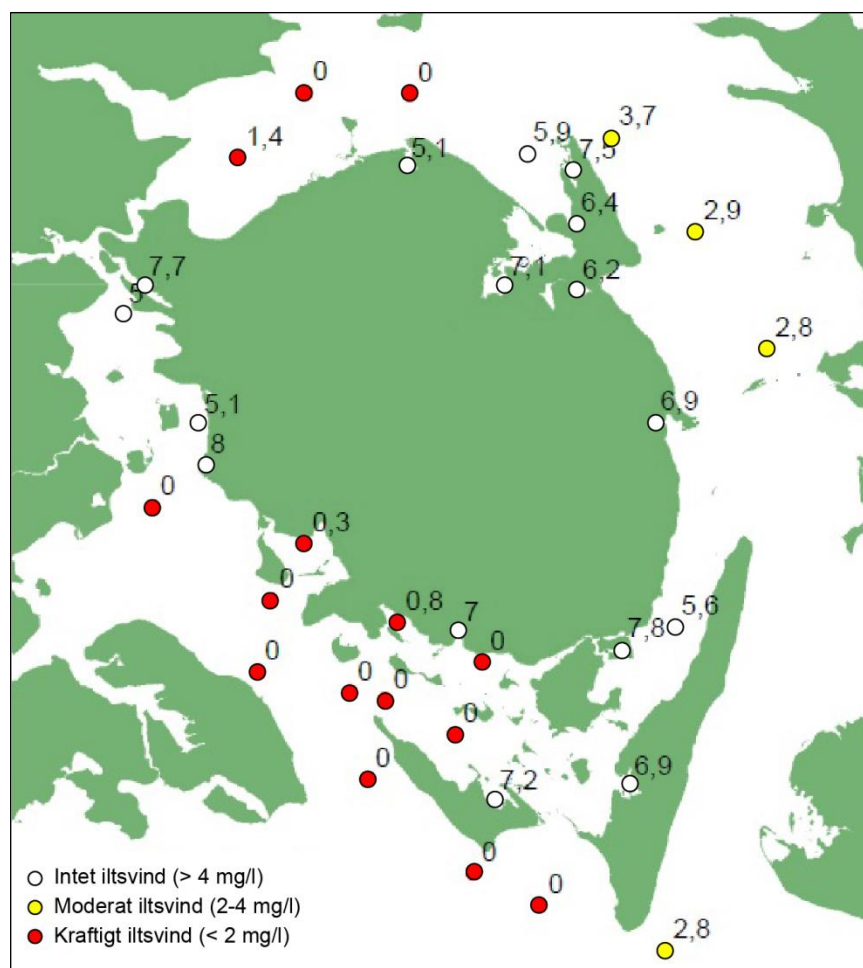
4.5 Nordlige Bælthav, Lillebælt og omgivende farvande

Farvandene rundt om **Fyn** inkl. **Lillebælt** og de sydøstjyske fjorde var i rapporteringsperioden karakteriseret ved faldende iltkoncentrationer, der i mange områder udviklede sig til et meget udbredt og kraftigt iltsvind (figur 1, 2 & 10). Denne udvikling skyldes sandsynligvis en kombination af meget plantemateriale ved bunden, som er blevet omsat under forbrug af ilt samtidig med, at iltindholdet i og ilttilførslen til bundvandet har været reduceret grundet de høje temperaturer og de svage vinde.

I det **Nordlige Bælthav** blev der i starten af september registreret iltsvind i hele området nord for **Fyn**. Midt i september var iltsvindet ophørt i den østlige del, men intensiveret til kraftigt iltsvind i den vestlige del med iltfrie forhold i de dybeste områder.

Figur 10. Målinger af iltkoncentration i farvandet omkring Fyn og i Lillebælt 13.-21. september. For hver station er angivet den lavest registrerede iltkoncentration i perioden. Udarbejdet af Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning.

Measurements of oxygen concentration in the sea around Funen and in the Little Belt 13-21 September. Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration (mg O₂/l). Produced by the Danish Agency for Water and Nature Management.



I **Vejle Fjord** blev der ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden.

I **Kolding Fjord** blev der heller ikke registreret iltsvind, hvilket også kun forekommer sjældent, da fjorden er meget lavvandet.

I **Haderslev Fjord** har iltforholdene varieret meget de seneste måneder. I slutningen af august opstod der moderat iltsvind i fjorden, som udviklede sig til kraftigt iltsvind.

I **Aabenraa Fjord** er der registret kraftigt iltsvind og iltfrie forhold ved bunden siden slutningen af august. Der var kraftigt iltsvind i den dybe fjord fra omkring 20 meters dybde.

I **Als Fjord** har der været kraftigt iltsvind siden slutningen af august. I **Augustenborg Fjord**, der står i forbindelse med **Als Fjord**, blev der ganske usædvanligt for den lavvandede fjord registeret moderat iltsvind i juli. Men siden har forholdene forbedret sig, og der er ikke målt iltsvind siden.

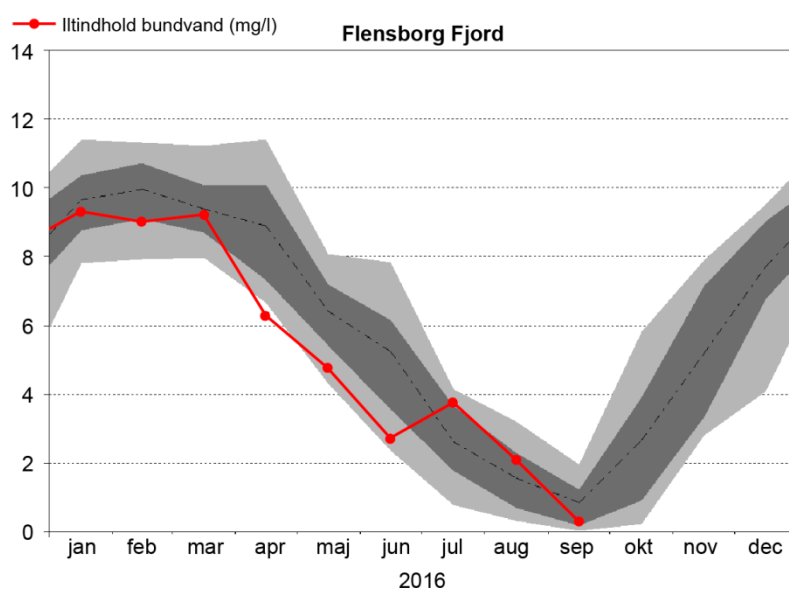
I **Lillebælt** nord for **Als** blev iltsvindet forstærket både i udbredelse og styrke i rapporteringsperioden. Midt i september strakte iltsvindet sig op til **Årø**, og størstedelen af bunden var påvirket af kraftigt iltsvind, og der var iltfrie forhold i de dybeste områder.

I det sydlige **Lillebælt** mellem **Als** og **Ærø** intensiveredes iltsvindet også fra midt i august til midt i september. Iltsvindsområdet strakte sig videre i sydøstlig retning til **Marstal Bugt** og til syd for **Langeland**. Størstedelen af området var ramt af kraftigt iltsvind med iltfrie forhold på de største vanddybder undtagen syd for **Langeland**, hvor der var moderat iltsvind. Til trods for de meget dårlige iltforhold blev der ikke konstateret frigivelse af svovlbrinte i området.

I **Flensborg Fjord** var iltforholdene forværret siden midt i august, da det udbredte og kraftige iltsvind i slutningen af rapporteringsperioden også omfattede den ydre del af fjorden, dvs. **Sønderborg Bugt**. Blæsten i første halvdel af henholdsvis juli og august bevirkede, at iltkoncentrationen i bundvandet i **Sønderborg Bugt** steg fra et niveau under til et niveau over langtidsmidlen for 1986-2015 (figur 11). Det varme og stille vejr siden midten af august betød dog, at iltkoncentrationen faldt igen og var markant under langtidsmidlen midt i september.

Figur 11. Udviklingen af iltkoncentrationen i bundvandet i den ydre del af Flensborg Fjord/Sønderborg Bugt i 2016 (rød kurve) i forhold til den tidsvægtede langtidsmiddel for 1986-2015 (stiplet linje) med angivelse af 10 % fraktil (mørkegrå område) og 25 % fraktil (mørkegrå + lysegrå område). Udarbejdet af Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning.

Development of the bottom water oxygen concentration during 2016 (red line) compared to the long-term mean for the period 1986-2015 (dotted line) in the outer part of Flensborg Fjord/Sønderborg Bay (grey = 10 % and 25 % fractile). Produced by the Danish Agency for Water and Nature Management.



Iltsvindet udbredelse og styrke er også forøget markant i **Det Sydfynske Øhav** siden midten af august. I **Ærø Bassinets** vestlige og centrale del er iltsvindet tiltaget til kraftigt iltsvind med iltfrie forhold i de dybeste områder. I **Ringsgaardbassinet** ophørte iltsvindet i midten af august, men i september var der igen udviklet kraftigt iltsvind og iltfrie forhold på de største dybder.

I de lavvandede fjorde og nor i området syd for **Fyn** blev der i rapporteringsperioden konstateret kraftigt iltsvind i **Faaborg Fjord** og **Helnæs Bugt**. I **Helnæs Bugt** blev der konstateret frigivelse af svovlbrinte fra bunden i starten af september, men frigivelsen var tilsyneladende ophørt igen ved tilsynet midt i september.

I **Langelands Sund** (vest for **Langeland**) blev ikke registreret iltsvind i rapporteringsperioden, mens der i den sydlige del af **Langelandsbælt** (øst for **Langeland**) blev målt moderat iltsvind midt i september.

4.6 Farvandene omkring Sjælland, Lolland og Falster

Rundt om **Sjælland** og **Lolland-Falster** blev der i rapporteringsperioden registreret kraftigt iltsvind i mindre områder henholdsvis nord for Sjællands Odde, sydøst for **Hven**, i **Faxe Bugt** og nordvest for Gedser (*figur 12*). Det er usædvanligt, at der registreres længerevarende iltsvind på stationen nordvest for Gedser. Der blev desuden målt udbredt moderat iltsvind i **Jammerland Bugt**, **Sejerø Bugt**, nord for Sjællands Odde, den nordlige halvdel af **Øresund** og i **Hjelm Bugt**.

Der blev ikke registreret iltsvind i **Roskilde Fjord** og **Isefjord**.

I **Storebælt** blev der registreret udbredt moderat iltsvind i rapporteringsperioden (*figur 1, 2 & 12*).

I et område syd for **Møn** og øst for **Falster** samt i **Femern Bælt** og **Lübeck Bugt** var der ligeledes udbredt moderat iltsvind (*figur 1 & 2*). I **Lübeck Bugt** blev der desuden registreret kraftigt iltsvind flere steder.

Figur 12. Stationer i farvandet omkring Sjælland, Lolland og Falster, hvor iltforholdene er undersøgt i rapporteringsperioden. For hver station vises den lavest registrerede iltkoncentration (mg O₂/l). Udarbejdet af Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning.

Stations in the sea around Zealand, Lolland and Falster visited during the reporting period. Markers at each station present the lowest registered oxygen concentration (mg O₂/l). Produced by the Danish Agency for Water and Nature Management.



4.7 Farvandene omkring Bornholm

Der blev målt iltsvind øst for **Bornholm**, som er et naturligt iltsvindsområde med næsten permanent iltsvind, hvor der typisk er iltsvind fra omkring 70 meters dybde. Vest for **Bornholm** (Arkona Bassinet) var der moderat iltsvind i et stort område og kraftigt iltsvind i et mindre område (figur 1 & 2).

Kort over danske farvande



Figur 13. Oversigt over danske farvande med fokus på potentielle iltvindsområder.

Map with an overview of Danish marine waters with focus on potential oxygen depletion areas.

5 Kontaktpersoner

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet
Jens Würgler Hansen, tlf. 87 15 88 05, e-mail jwh@bios.au.dk

SVANA Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning København
Signe Jung-Madsen, tlf. 93 59 69 74, e-mail sijun@svana.dk

SVANA Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning Nordjylland
Svend Aage Bendtsen, tlf. 72 54 37 23, e-mail saabe@svana.dk

SVANA Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning Østjylland
Helene Munk Sørensen, tlf. 72 54 38 90, e-mail hemso@svana.dk

SVANA Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning Midtjylland
Bent Jensen, tlf. 72 54 37 85, e-mail benje@svana.dk
Jette Poulsen Engholm, tlf. 72 54 37 96, e-mail jepni@svana.dk

SVANA Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning Storstrøm
Benny Bruhn, tlf. 72 54 33 57, e-mail bebru@svana.dk
Søren Larsen, tlf. 72 54 33 46, e-mail solar@svana.dk (rederifunktionen)

SVANA Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning Fyn
Inga Holm, tlf. 72 54 34 98, e-mail inhol@svana.dk
Mikael Hjorth Jensen, tlf. 72 54 35 01, e-mail mihje@svana.dk

SVANA Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning Sydjylland
Lasse Ørsted Jensen, tlf. 93 59 70 40, e-mail lasoj@svana.dk

**Sveriges Meteorologiske og Hydrologiske Institut (SMHI)/
Bohusläns Vattenvårdsförbund (BVVF)**
Lotta Fyrberg, tlf. +46 31 751 8978, e-mail lotta.fyrberg@smhi.se

Leibniz Institute for Baltic Sea Research Warnemünde (IOW)
Günther Nausch, tlf. +49 38 151 9733,
e-mail guenther.nausch@io-Warnemuende.de

**Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Meck-
lenburg-Vorpommern**
Marina Carstens, tlf. +49 385 588 6414,
e-mail m.carstens@lu.mv-regierung.de

**Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-
Holstein (LLUR SH)**
Thorkild Petenati, tlf. +49 4347 704 423,
e-mail thorkild.petenati@llur.landsh.de