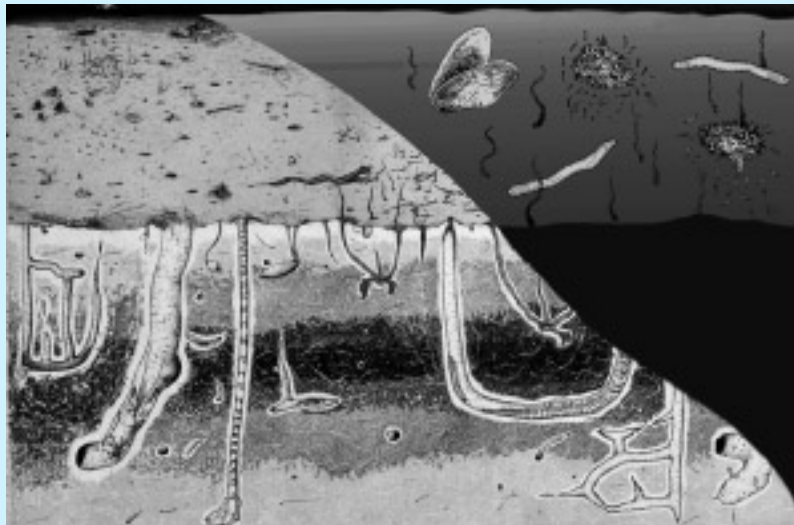




Danmarks Miljøundersøgelser  
Miljøministeriet

# Opgørelse af skade- virkninger på bundfaunaen efter iltsvindet i 2002 i de indre danske farvande

*Faglig rapport fra DMU, nr. 456*





Danmarks Miljøundersøgelser  
Miljø- og Energiministeriet

---

# Opgørelse af skade- virkninger på bundfaunaen efter iltsvindet i 2002 i de indre danske farvande

*Faglig rapport fra DMU, nr. 456*  
2003

*Jørgen L.S. Hansen*  
*Alf B. Josefson*  
*Jacob Carstensen*

# Datablad

Titel:	Opgørelse af skadevirkninger på bundfaunaen efter iltsvindet i 2002 i de indre danske farvande
Forfattere: Afdeling:	Jørgen L.S. Hansen, Alf B. Josefson & Jacob Carstensen Afdeling for Marin Økologi
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 456
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	<a href="http://www.dmu.dk">http://www.dmu.dk</a>
Udgivelsestidspunkt:	September 2003
Faglig kommentering:	Bo Riemann, Ole Schou Hansen
Finansiel støtte:	Miljøministerens rådighedspulje
Bedes citeret:	Hansen, J.L.S., Josefson, A.B. & Carstensen, J. 2003: Opgørelse af skadevirkninger på bundfaunaen efter iltsvindet i 2002 i de indre danske farvande. Danmarks Miljøundersøgelser. 34 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 456. <a href="http://faglige-rapporter.dmu.dk">http://faglige-rapporter.dmu.dk</a>  Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Sammenfatning:	I 2002 blev de indre danske farvande ramt af det mest omfattende og langvarige iltsvind i nyere tid. På ministerens foranledning blev der i efteråret 2002 iværksat en opgørelse over omfanget af skaderne på bundfaunaen. Resultaterne af DMU's undersøgelser i november 2002 og i marts 2003 viste, at der var store områder med tydelige og markante skader på bundfaunaen. Områderne i det nordlige og sydlige Lillebælt med tilstødende fjorde samt Århus Bugt, Flensborg Fjord, Århus Bugt, Karrebæksminde Bugt og Femer Bælt samt det Sydfynske Øhav blev meget hårdt ramt. Jo længere iltsvindet havde været i de enkelte områder, desto større var skaderne. I de strømfyldte områder i Storebælt, det nordlige Bælthav samt Kattegat og Øresund var der til gengæld ingen tydelige effekter på trods af langvarige iltsvind i 2002.
Emneord:	Iltsvind, bundfauna, indre danske farvande, skadesopgørelse
Layout & korrektur: Forsideillustration:	Anne van Acker Britta Munter
ISBN: ISSN (elektronisk):	87-7772-753-3 1600-0048
Sideantal:	34
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside: <a href="http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR456.pdf">http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR456.pdf</a>
Købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Strandgade 29 DK-1401 København K Tlf.: 3266 0200 <a href="mailto:Frontlinien@Frontlinien.dk">Frontlinien@Frontlinien.dk</a> <a href="http://www.frontlinien.dk">www.frontlinien.dk</a>

# Indhold

<b>1</b>	<b>Baggrund</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Indsamling og bearbejdning af prøver</b>	<b>6</b>
2.1	Datagrundlag	7
<b>3</b>	<b>Vurdering af skadevirkning</b>	<b>10</b>
3.1	Kvalitativ vurdering af skadernes omfang	11
<b>4</b>	<b>Skadesopgørelse</b>	<b>13</b>
4.1	Sammenhængen mellem skadernes omfang og varigheden af iltsvind	15
<b>5</b>	<b>Sammenfatning</b>	<b>23</b>
<b>Bilag 1</b>	<b>Placering af stationer</b>	<b>25</b>
<b>Bilag 2</b>	<b>Tætheder af bundfauna</b>	<b>28</b>
<b>Bilag 3</b>	<b>Biomasse af bundfauna</b>	<b>30</b>
<b>Danmarks Miljøundersøgelser</b>		<b>33</b>
<b>Faglige rapporter fra DMU</b>		<b>34</b>

[tom side]

# 1 Baggrund

I sensommeren 2002 blev de indre danske farvande ramt af det mest langvarige og udbredte iltsvind, som man har registreret i nyere tid. I mange områder var der uafbrudt iltsvind i mere end 2 måneder. Da iltsvindet var på sit højeste, var størstedelen af Bælthavet, den vestlige Østersø og dele af det sydlige Kattegat ramt af iltsvind på dybder under springlaget. Allerede i september blev der rapporteret om døde og døende bunddyr. Der blev fundet svovlbakterier, det såkaldte "ligklæde" på overfladen af havbunden flere steder, og der drev døde fisk i land langs Jyllands østkyst. Den meget varme og stille sensommer og efterår gjorde, at situationen blev forværret dag for dag i løbet af efteråret. På den baggrund iværksatte miljøministeren i efteråret 2002 en undersøgelse af skadernes omfang, og der blev derfor sejlet et ekstraordinært bundfaunatogt med Gunnar Thorson i november. Denne rapport beskriver resultaterne af denne undersøgelse samt de foreløbige resultater af en undersøgelse af genindvandringen af bunddyr til de berørte områder i marts 2003.

## 2 Indsamling og bearbejdning af prøver

Indsamlinger foregik med miljøskibet Gunnar Thorson i perioden 25.-29. november 2002. I alt blev 63 stationer i de indre danske farvande besøgt, og det var muligt at tage kvantitative prøver på 57 af stationerne. Undersøgelserne blev koncentreret i det sydlige Kattegat, Bælthavet, Smålandsfarvandet, Femer Bælt, og Hjelm Bugt. Denne prioritering blev foretaget af ressourcemæssige årsager, da det ikke var muligt at dække de centrale og vestlige dele af Kattegat samtidigt med områderne i den vestlige Østersø og Bælthavet på samme togt. Områder langs Jyllands østkyst, hvor der også blev registreret iltsvind i efteråret 2002, er derfor ikke omfattet af denne undersøgelse.

Det endelige valg af stationer (*Figur 1*) tilgodeser følgende forhold i prioriteret rækkefølge:

- 1) størst mulig dækning af de indre danske farvande
- 2) områder med bundforhold, hvor det er muligt at indsamle prøver af bundfaunaen
- 3) lokaliteter der har været ramt af iltsvind samt referenceområder hvor der ikke har været kraftigt iltsvind
- 4) lokaliteter hvor der findes undersøgelser af faunaen fra før der indtraf iltsvind i 2002

Prøveindsamlingen blev, afhængigt af bundforholdene, foretaget med enten HAPS-bundhenter med et areal på 0,0143 m<sup>2</sup> eller med Van veen grab der dækker et areal på 0,1 m<sup>2</sup>. I de tilfælde, hvor der blev anvendt haps, blev der taget 5 delprøver på hver station, mens der blev taget 3 delprøver med Van veen. Alle prøver blev sigtet igennem en 1 mm sigte, og al prøvetagning fulgte i øvrigt gældende anvisninger for det nationale overvågningsprogram for bundfauna (NOVA-2003).

Der blev foretaget en kvalitativ undersøgelse af prøverne på hver station ombord på skibet for at se, om der var tegn på iltsvind. Sådanne tegn på iltsvind omfattede:

- 1) forekomst af døde bunddyr på sedimentoverfladen
- 2) sulfidlugt og fravær af iltet zone på sedimentetoverfladen
- 3) påfaldende mangel på levende dyr i prøven efter sigtning
- 4) påfaldende lugt af døde dyr og forekomst af søpindsvin med tabte pigge
- 5) forekomst af store mængder muslingskaller med intakte sener i skallukket som tegn på nylig død

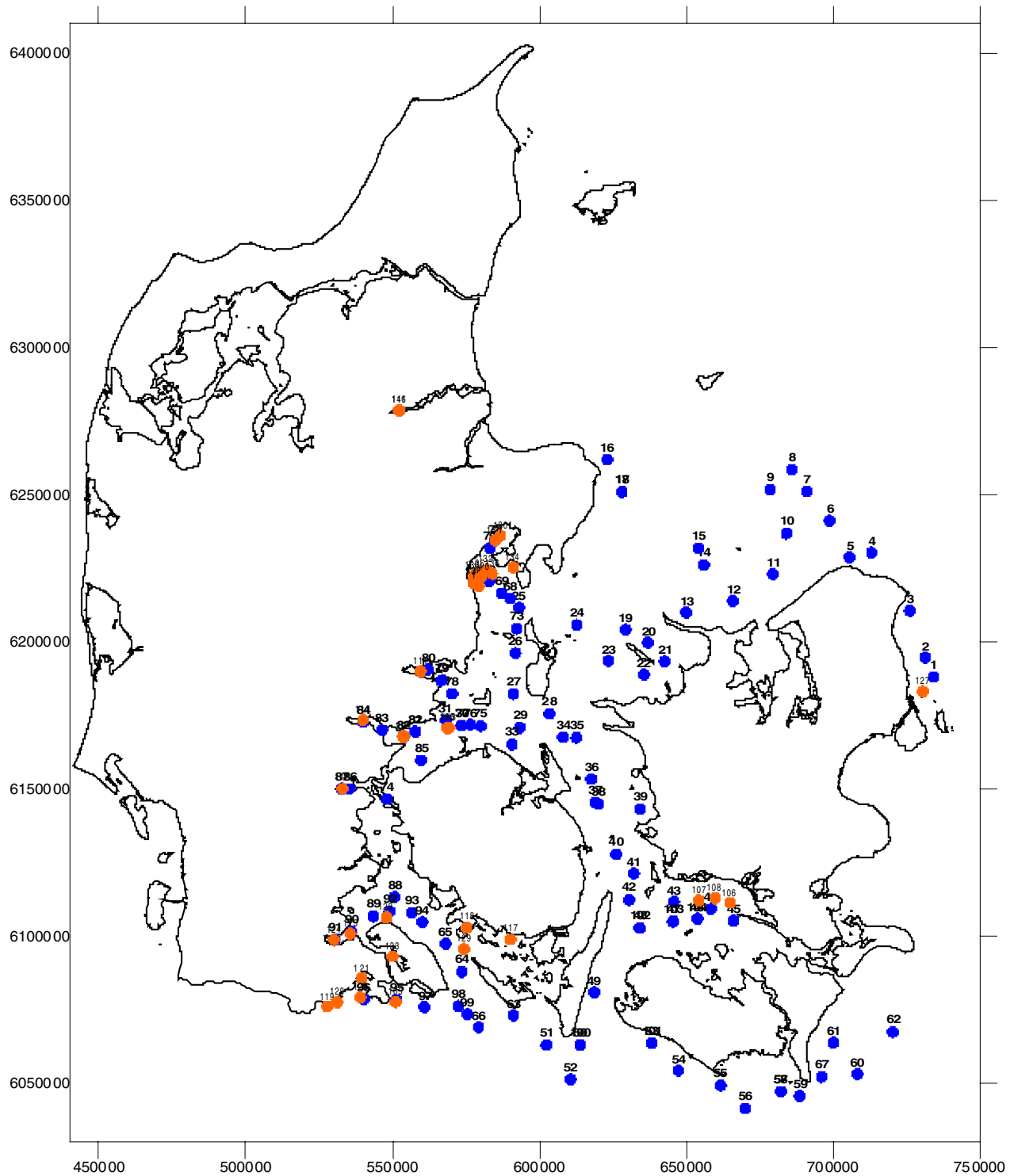
For de fleste prøver blev der ligeledes foretaget en kvantitativ bestemmelse af faunaen. Dvs. det fikserede prøvemateriale blev undersøgt under mikroskop, og alle dyr blev indsamlet, talt og vejret som vådvægt. Disse data for biomasse og individtæthed blev opgjort gruppevis for de systematiske hovedgrupper: Bløddyr, børsteorme, pighuder og krebsdyr samt andet. Prøvematerialet er gemt for fremtiden ved fiksering af såvel sigterest som de indsamlede dyr.

## 2.1 Datagrundlag

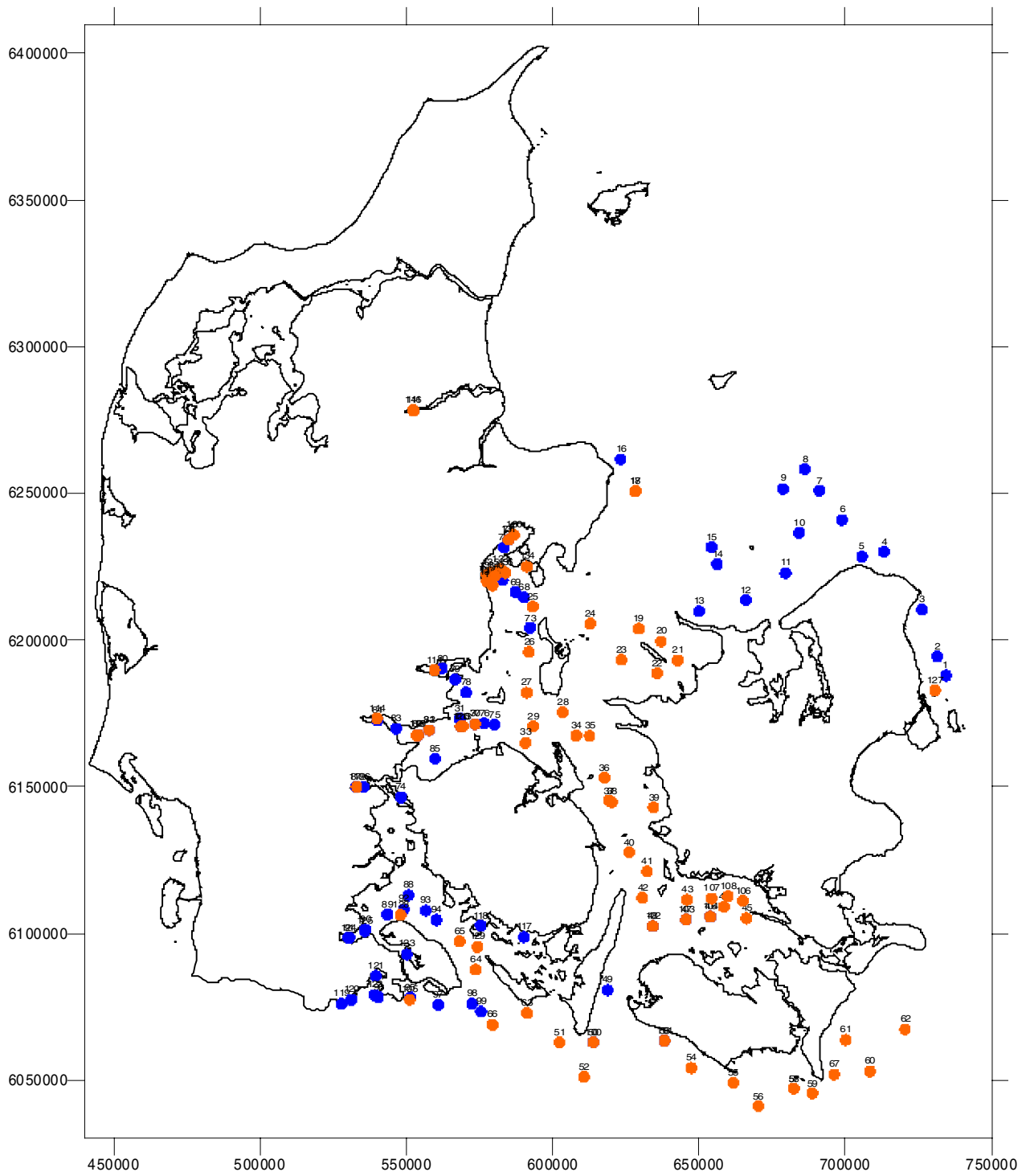
Det samlede datagrundlag fra november togtet med Gunnar Thorson omfatter kvalitative registreringer fra 63 stationer og oparbejdede kvantitative data fra 190 prøver fordelt på 40 stationer. Herudover blev der indsamlet kvalitative bundfaunadata på et togt med Gunnar Thorson i marts 2003, som havde til formål at følge genindvandringen til de områder, der var blevet ramt af iltsvind i 2002. Datamaterialet fra marts 2003 omfatter 67 stationer, hvoraf 31 var nye i forhold til november togtet.

Udover de data, der er indsamlet af DMU, blev der foretaget ekstraordinære regionale undersøgelser af bundfaunaen i en række amter i efteråret 2002. Ligeledes med henblik på at vurdere skadevirkningen. DMU har modtaget data fra Vejle Amt, Storstrøms Amt, Københavns Amt samt Sønderjyllands Amt. Som en del af den ordinære bundfaunaoprøvetagning indsamlede Århus Amt prøver i Århus Bugt om efteråret, som følgelig også kan belyse skadevirkningen. Endeligt findes der rapporter om effekterne i en række områder, som ligeledes er medtaget i denne opgørelse. Placeringen af samtlige stationer, som blev besøgt af henholdsvis DMU og amterne i 2002, fremgår af *Figur 1* og *Bilag 1*. Den samlede datamængde omfatter således 642 kvantitative prøver taget fra 74 lokaliteter samt 67 lokaliteter, hvor der er kvalitative data (*Figur 2*).





Figur 1 Placering af stationer, hvor der blev taget bundfaunaprøver af DMU i november 2002 og marts 2003 (blå) samt de stationer, hvor Århus Amt, Vejle Amt, Københavns Amt, Storstrøms Amt, Fyns Amt og Sønderjyllands Amt har taget prøver i efteråret 2002 (orange).



Figur 2 Placering af stationer, hvor der findes henholdsvis kvantitative data (blå) og kvalitative data (orange).

### 3 Vurdering af skadevirkning

#### *Forventede effekter*

Makrobundfauna på sedimentbund lever i et miljø, hvor iltkoncentrationen i vandet omkring dem ofte er under fuld mætning. Mange af disse bunddyr er derfor relativt modstandsdygtige over for lave iltniveauer, og dødelige effekter bliver først åbenbare, når koncentrationerne i nogen tid er under ca. 2 mg/l eller ved endnu lavere niveauer fx 0,1 - 0,2 mg/l. Om et givet iltniveau vil have en effekt på bunddyrenes overlevelse afhænger dog af flere faktorer. En faktor er *varigheden* af et iltsvind. Det er velkendt, at forskellige arter kan tåle lave iltkoncentrationer i forskellig tid. Effekten af et lavt iltniveau afhænger også af, hvor meget det iltfattige *vand bevæger sig*. For eksempel vil et bestemt lavt niveau gøre større skade i en stillestående vandmasse end i en vandmasse, der bevæger sig. Står det iltfattige bundvand stille, fjerner dyrenes iltforbrug den nærmeste ilt, og de skaber dermed meget dårlige iltforhold lige omkring sig selv. Bevæger bundvandet sig derimod, vil dyrene have en bedre overlevelseschance. Selvom der kun er lidt ilt i vandet vil vandbevægelsen tilføre ny ilt, som erstatter den ilt, dyrene har brugt. *Temperatur* har også en indvirkning på effekterne, da en højere temperatur giver et højere iltforbrug. Endvidere kan effekten af et lavt iltniveau forstærkes, når *svovlbrinte* frigives fra sedimentet. Flere studier har således vist, at dødeligheden øges, når dette sker i forbindelse med iltsvind. Det er således vanskeligt at forudsige effekter af et givet iltniveau, når der ikke samtidigt er kendskab til forekomst af svovlbrinte.

Hvilke dyr, der vil blive ramt, hænger i et vist omfang sammen med deres kropsstørrelse og aktivitetsniveau. Store mobile dyr bliver ramt ved et højere iltniveau end små fastsiddende eller dyr der lever nedgravede i sedimentet. Således ser man effekter på fisk og større krebsdyr (fx jomfruummer) allerede ved et iltindhold på ca. 4 mg/l, hvorimod man skal helt ned på 0,1-0,2 mg/l for at få dødelige effekter på mange børsteorme. Flere dyr der er mindre end 1 mm, er specielt modstandsdygtige. Selv om der kan være stor variation i følsomhed mellem arter i en og samme dyregruppe, er det en generel opfattelse, at krebsdyr er mere følsomme end fx muslinger og snegle. Mindst følsomme er annelide orme (oligochaeter og børsteorme), hvilket til dels kan forklares ved, at disse har en stor iltoptagende overflade i forhold til deres kropsvolumen.

Når iltsvind med dødelige effekter forekommer ofte, fx hvert eller hvert andet år, vil det resultere i bunddyrssamfund som har en lav biomasse, da der ikke er tid til at dyrene kan nå voksenstørrelse mellem iltsvindshændelserne. Samtidig kan et lavt iltniveau hæmme dyrenes vækst. Et sådant samfund vil være karakteriseret af arter med kort levetid, fx børsteorme med lille kropsstørrelse. Krebsdyr, muslinger, snegle og slangestjerner vil mangle.

Bundfaunasamfund er generelt meget heterogene selv indenfor afgrænsede områder. Samtidigt forekommer der store naturlige svingninger i bundfaunaens tæthed selv i områder, der ikke påvirkes af

iltsvind. Disse forhold gør det svært at skille effekter af iltsvind fra mere naturlige udsving i størrelsen af populationen. For at kunne påvise mindre reduktioner i bundfaunaens tæthed og biomasse med statistisk sikkerhed, skal der tages mange prøver i det samme område. I denne undersøgelse har dette kun været muligt i meget få områder af ressourcemæssige årsager. Det er derfor kun de tydelige effekter, der er registreret og resultaterne kan generelt betragtes som en konservativ opgørelse over skadernes omfang.

På de fleste af de lokaliteter, som DMU har undersøgt, findes der ikke data for bundfaunaens tæthed, sammensætning og biomasse fra tiden før iltsvindet i 2002 satte ind. På disse lokaliteter er de kvantitative undersøgelser derfor kun brugt til at registrere virkninger på bundfaunaen, hvis enten biomassen eller tætheden af bundfaunaen var påfaldende lav (*Bilag 2 og 3*). Det vil sige så lave tætheder og biomasser, som det ville være usandsynligt at finde, hvis de ikke havde været udsat for kraftige ydre påvirkninger som iltsvind. Da der ikke findes bundfaunadata fra før 2002, kan det til gengæld ikke udelukkes, at denne påvirkning af bundfaunaen kan skyldes iltsvind før 2002.

De kvalitative prøver er naturligvis mindre præcise end de kvantitative prøver. Det er derfor sjældent muligt at dokumentere moderate effekter på faunaen på baggrund af kvalitative prøver alene. I de tilfælde hvor effekterne er omfattende, vil de kvalitative prøver dog give et pålideligt vidnesbyrd om påvirkningen, og i kombination med kvantitative prøver kan effekterne fastslås med stor sikkerhed.

### 3.1 Kvalitativ vurdering af skadernes omfang

Da det samlede datamateriale omfatter flere forskellige typer data, er alle lokaliteter blevet underlagt en fælles vurdering, som omfatter følgende 3 kategorier:

- 1) upåvirkede områder og områder, hvor der ikke med sikkerhed kan dokumenteres effekter på faunaen
- 2) områder, hvor et eller flere forhold viser, at skader på faunaen med stor sandsynlighed skyldes iltsvind
- 3) områder, hvor faunaen er næsten eller helt forsvundet, og hvor flere forhold tyder på iltsvind som årsagen

For at gruppere alle data indenfor en af disse kategorier blev der opstillet følgende kriterier for både kvalitative og kvantitative ændringer:

#### 1) områder, hvor der ikke kan påvises effekt:

- områder, hvor der ikke er registreret kvalitative forhold, der tyder på iltsvind, og hvor der er mere end 2 g vådvægt af dyr (undtaget molboesters, *Arctica islandica*) og en tæthed på mere end 500 individer pr m<sup>2</sup>
- områder, hvor tæthed, artsantal og den samlede biomasse (hvor der dog ses bort fra biomassen af molboesters) ikke er påfal-

dende forskellig fra undersøgelser i tidligere år, eller hvor ændringer er mindre end ca. 50%

- områder hvor der er noteret enkelte tegn på iltsvind, men hvor kvantitative prøver viser mere end 5 g vådvægt og en tæthed over 500 individer pr  $m^2$

## 2) områder, hvor der er sket en påvirkning

- registreringer af tydelige effekter i de kvalitative prøver
- mindre end 2 g vådvægt (molboøsters ikke medregnet) og mindre end 500 individer pr.  $m^2$
- mere end 50% reduktion i forhold til forårsprøver taget i 2002 i en af følgende parametre: tæthed, biomasse eller artsantal
- mere end 50% reduktion i forhold til prøver tidligere år i flere af følgende parametre: tæthed, biomasse eller artsantal

## 3) områder med markante effekter

- kvalitative prøver, hvor der ikke er makroskopisk fauna samt andre tydelige kvalitative tegn på iltsvind
- kvantitative prøver, hvor der end 1 g vådvægt pr.  $m^2$  og en tæthed på færre end 100 individer pr.  $m^2$
- reduktion på mere end 90% i forhold til tidligere målinger eller flere af følgende parametre: tæthed, biomasse eller artsantal
- forekomst af mange døde molboøsters samt andre tegn på iltsvind (se side 6)

Molboøsters (*Arctica islandica*) er behandlet særskilt i mange af kriterierne. Denne musling er særdeles tolerant overfor iltsvind, og voksne individer kan klare mange ugers iltsvind. Samtidigt dominerer denne art den samlede biomasse af bundfaunaen i mange områder i de indre danske farvande. Det ses ofte, at der er molboøsters tilbage, når al anden fauna er forsvundet.

## 4 Skadesopgørelse

Iltsvindets påvirkning af bundfaunaen er vist på *Figur 3*. Påvirkningen på de forskellige stationer er inddelt i de 3 kategorier, som er beskrevet i afsnit 3.1. og på figuren viser rød farve markante effekter, gul farve påvirkning og grøn farve viser stationer, hvor der ikke er sikre tegn på iltsvind. Resultatet var et overordnet mønster med den højeste grad af påvirkning i de østlige dele af de indre farvande – specielt i Århus Bugt, nordlige Lillebælt og de østjyske fjorde undtagen Kolding Fjord, og i områder syd for Fyn. Nogen påvirkning kunne også ses i Karrebæksminde Bugt og syd for Lolland i Femer Bælt. I de øvrige områder, som hovedsageligt er mere åbne, blev der ikke fundet sikre tegn på påvirkning.

I Øresund, det sydlige Kattegat, de centrale dele af bæltet og Sønderø Bugt blev der ikke fundet nogen sikre tegn på iltsvind.

I Århus Bugt var skaderne mest markante i den vestlige del, mens der ikke med sikkerhed kunne påvises effekter i den østlige del, om end Århus Amts undersøgelser viser forholdsvis lave biomasser i området (en mere gennemgående beskrivelse af forholdene i Århus Bugt findes i overvågningsrapporten fra Århus Amt 2003). I store dele af Kalø Vig var faunaen meget kraftigt påvirket, og kvalitative undersøgelser fra DMU i foråret 2003 viste, at faunaen stort set var forsvundet på dybder under 13 m. I den inderste del af Kalø Vig viste DMU's kvalitative undersøgelser markante effekter i marts 2003, mens Århus Amts undersøgelser i efteråret 2002 viste tydelige effekter.

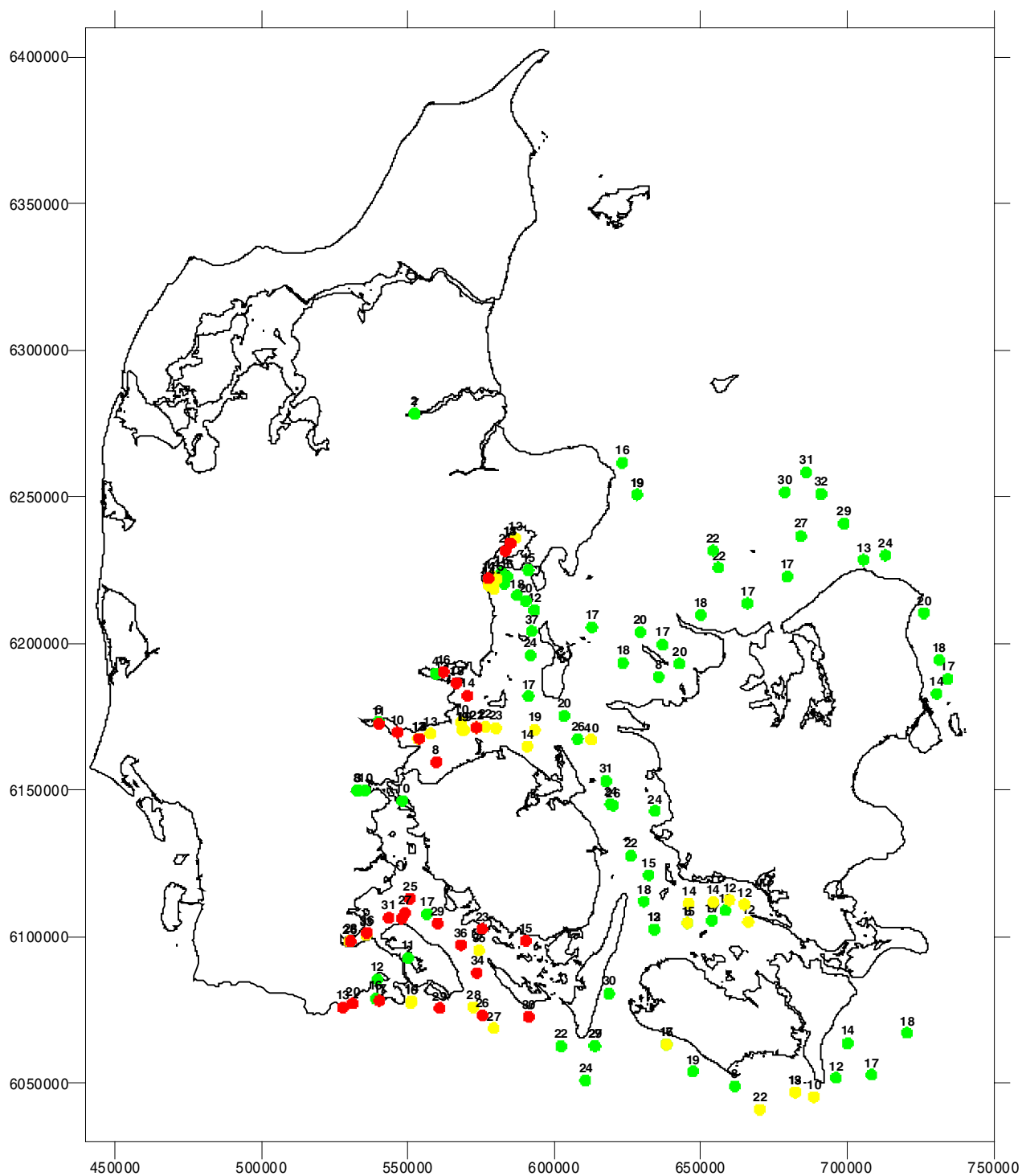
Kvalitative undersøgelser i de dybe render under 11 m i Horsens Fjord viste markante effekter på bundfaunaen i marts 2003. Kvantitative undersøgelser fra Vejle Amt på 4 m dybde i inderfjorden viste ingen tydelige effekter, og undersøgelser i begyndelsen af november 2002 på et stort antal stationer viste reduktioner i tætheden af specielt muslingerne men ellers ingen tydelige effekter.

I Vejle Fjord var de centrale ydre dele af fjorden kraftigt påvirket og DMU's kvalitative undersøgelser i marts 2003 viste markante effekter, hvor der ikke blev fundet nogen dyr på dybder under 11 m. Vejle Amts kvantitative undersøgelser i oktober og november (Vejle Amt 2003) viste tydelige men ikke markante effekter (ifølge definitioner i afsnit 3.1). På 6 m vand i inderfjorden var der ingen tydelige tegn på effekter af iltsvind.

I det nordlige Lillebælt blev der på begge DMU togter set tydelige effekter på samtlige stationer syd for Endelave mod øst indtil Fynshoved. Kvantitative undersøgelser fra november viste meget få dyr og i de kvalitative undersøgelser fra marts 2003 var faunaen fraværende på mange af stationerne.

I Kolding Fjord kunne der ikke ses tydelige effekter.

I det sydlige Lillebælt var der markante effekter på de fleste stationer. Kun en enkelt station, som ligger på forholdsvis lavt vand (17 m), viste ingen tegn på effekter.



Figur 3 Kvalitativ vurdering af skaderne på bundfaunaen. 1) grøn: ingen sikre tegn på skade, 2) gul: tydelige tegn på iltsvind, 3) rød: markante effekter af iltsvind.

På samme måde var der markante effekter i Åbenrå Fjord ifølge de kvalitative undersøgelser i marts og tydelige effekter i efteråret ifølge undersøgelser fra Sønderjyllands Amt (Sønderjyllands Amt 2003).

Også i Flensborg Fjord var der tydelige effekter på samtlige stationer. Den ellers artsrige fauna i Flensborg Fjord var stort set forsvundet ved den sidste undersøgelse i marts. Kun på vanddybder lavere end 13 m blev der ikke set tydelige effekter om efteråret.

I Storebælt viste undersøgelserne i de dybe render ingen tegn på iltsvind.

I den nordlige del af Smålandsfarvandet og Karrebæksminde Bugt, som eller sjældent rammes af alvorlige iltsvind, blev der fundet tydelige effekter i efteråret 2002.

I Femer Bælt blev der set tydelige effekter på flere stationer. Under november togtet blev der fundet masser af muslinger – heriblandt Molboøster – der var døde for nyligt, og de kvantitative undersøgelser viste påfaldende lave biomasser, der stemte overens med disse observationer.

På stationer i Hjelm Bugt blev der ikke set nogen tydelige effekter.

#### **4.1 Sammenhængen mellem skadernes omfang og varigheden af iltsvind**

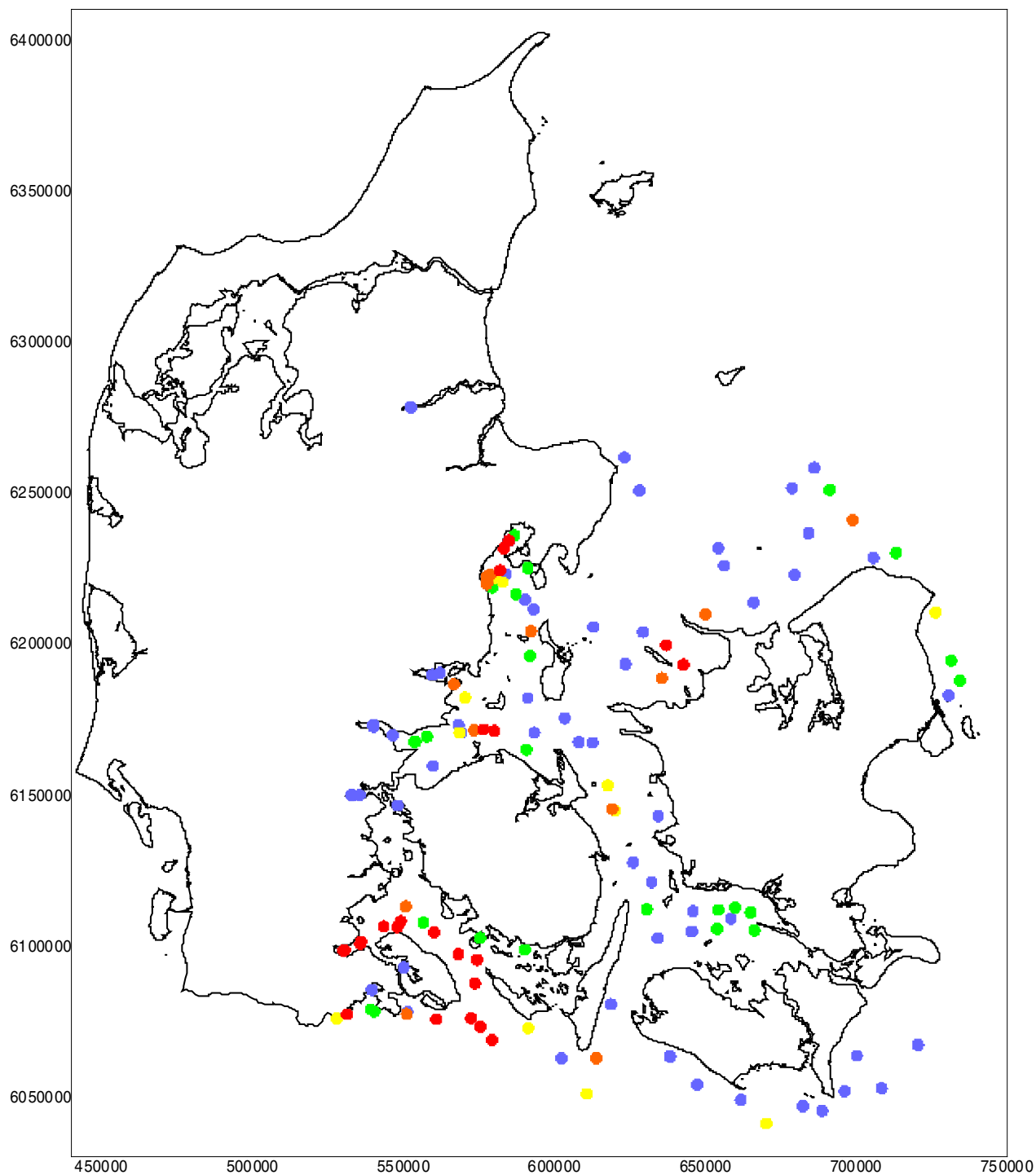
Efter indsamlingerne af bundprøver blev varigheden af iltsvindet (antal uger med  $< 2$  mg ilt/l) modelleret på de aktuelle stationer (*Figur 4*). Overordnet følger den kvalitative opgørelse af skadernes varigheden af iltsvindet. Som det fremgår af *Figur 5* er der dog undtagelser, hvor der er større eller mindre effekt end forventet. På 12 stationer, hvor iltsvindet ifølge modellen havde været langvarigt – mellem 3 og 12 uger – blev der ikke registreret nogen effekt i de kvantitative undersøgelser. Det kan naturligvis skyldes, at effekterne har været der, men at denne opgørelses konservative kriterier ikke har gjort det muligt at dokumentere dem.

De områder, hvor effekterne er påfaldende lave i forhold til iltsvindets formodede varighed, er i den dybe rende i Storebælt, i de dybde render ved Samsø og rundt om Sejerø samt i Øresund og i det sydlige Kattegat. Fælles for disse områder er, at der generelt er kraftigere strøm og vandbevægelse, end det er tilfældet i mange af de lukkede områder. Vandbevægelser har som nævnt en positiv effekt på faunans overlevelse, selvom det strømmende vand har en koncentration, der er lavere end 2 mg/l. Det skyldes, at det grænselag over bunden, hvor iltkoncentrationen er endnu lavere pga. bundens iltforbrug, bliver nedbrudt, og dyrene får adgang til den sparsomme ilt. En anden positiv effekt er, at giftigt sulfid, der eventuelt frigives til bundvandet, bliver fjernet.

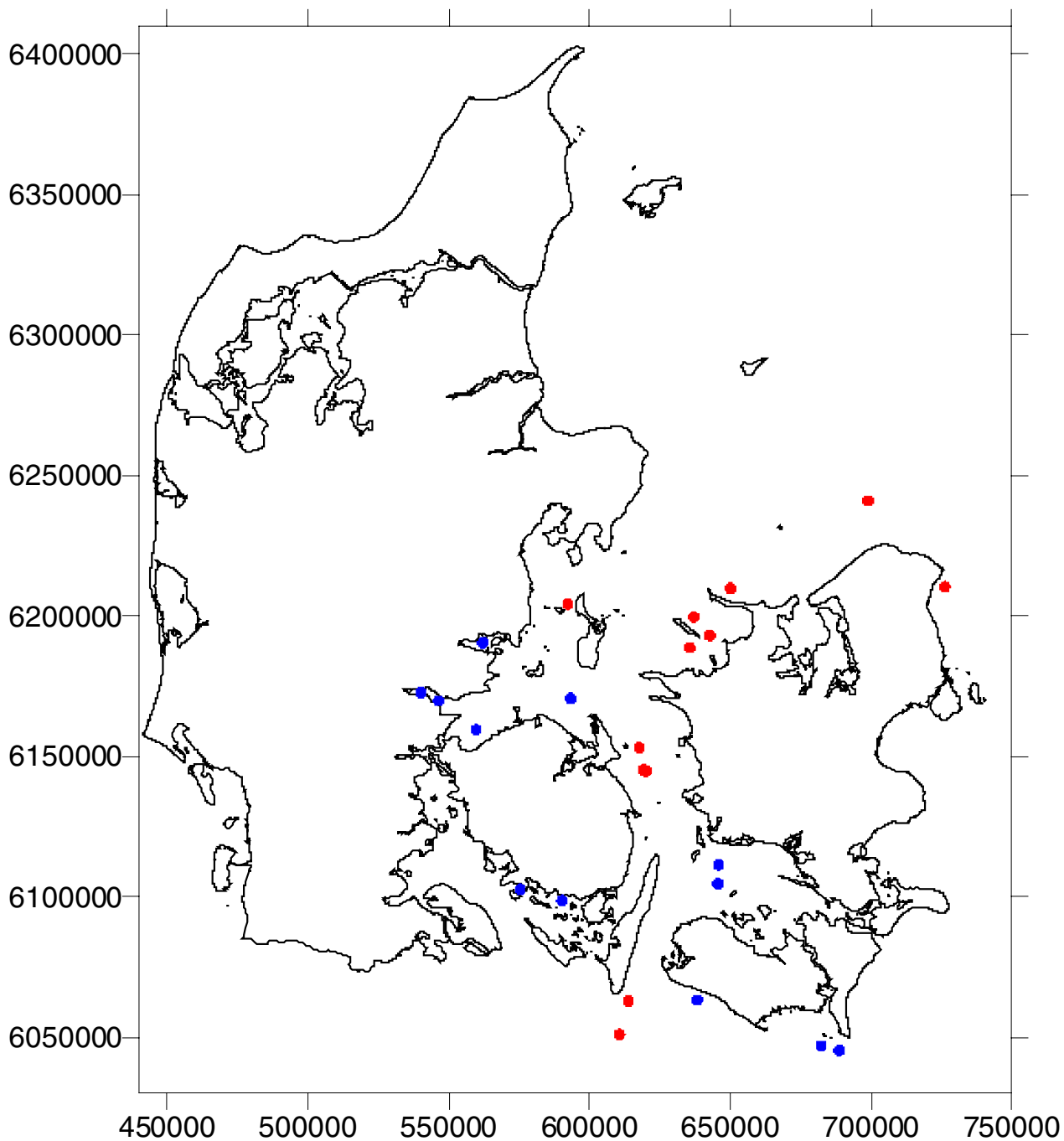
Der er en del områder, hvor der er set tydelige effekter eller markante effekter, men hvor iltsvind med koncentrationer under 2 mg/l kun var kortvarigt – under 2-3 uger. Disse områder er hovedsageligt pla-



ceret i mere lukkede områder. I Femer Bælt skyldes afvigelsen sandsynligvis fejl i modelleringen, da der er få iltmålinger i dette område. Samtidig er der en skarp grænse mellem de dybder, hvor der er iltvind, og de dybder, hvor der er velilte forhold og stationerne er placeret netop på denne dybdegrænse. Samme forhold kan delvis forklare afvigelsen på den ene station nord for Fyn.

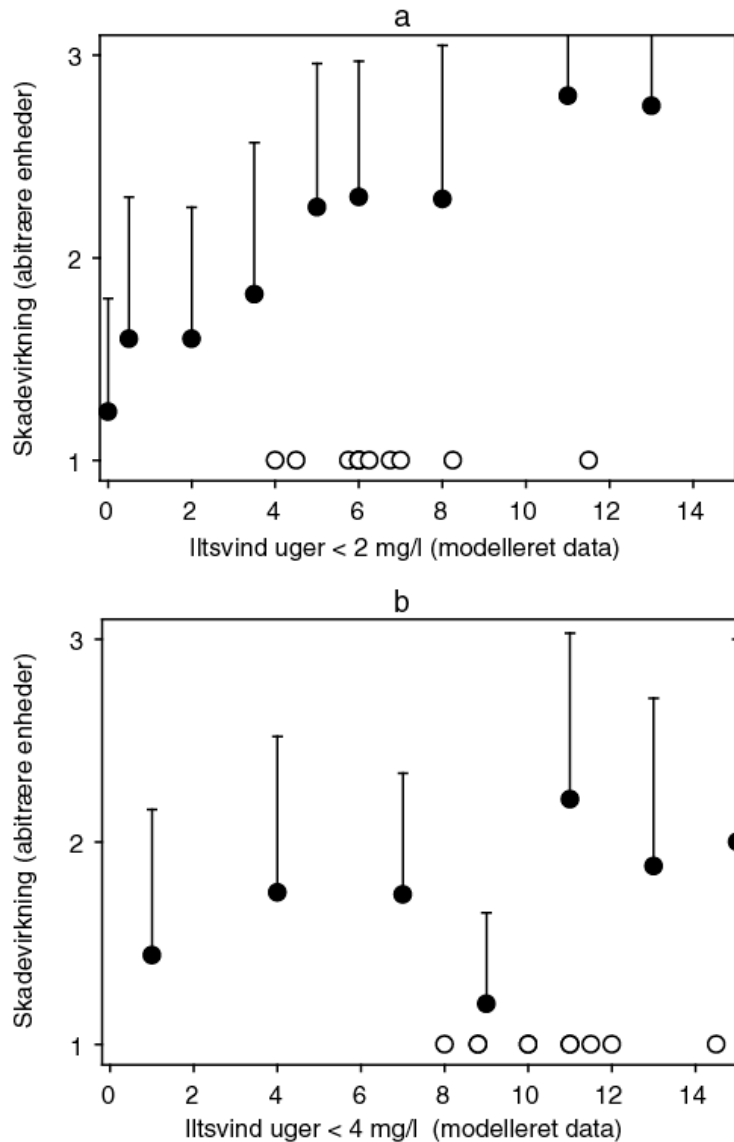


Figur 4 Varigheden i uger af iltsvind, hvor koncentrationen er under 2 mg/l. Blå 0-2 uger, grøn 2-4 uger, gul 4-6 uger, orange 6-8 uger, rød mere end 8 uger.



Figur 5 Afvigelser mellem iltsvindets varighed og effekterne på bundfaunaen. Rød angiver større effekt end forventet og blå mindre effekt end forventet.

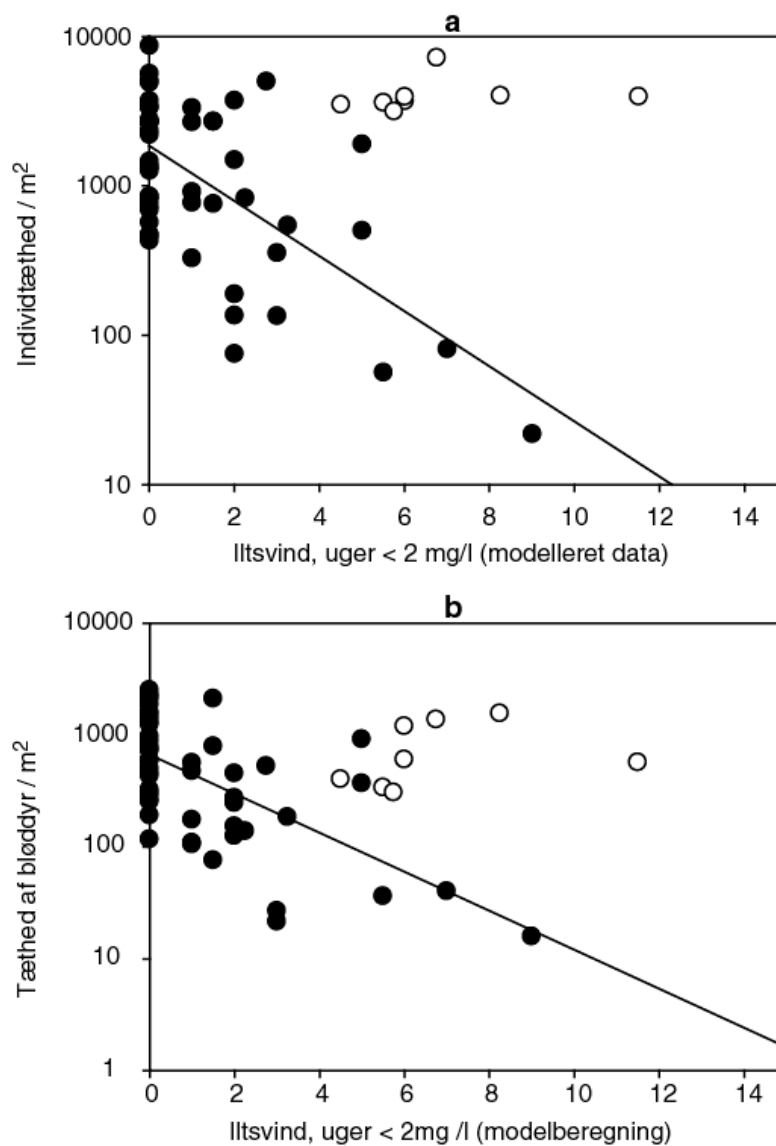
Hvis man ser bort fra stationerne i de mere strømfyldte dele af Bælt-havet, Kattegat og Øresund, så fulgte de kvalitative opgørelser af skaderne varigheden af iltsvind med koncentrationer  $< 2 \text{ mg/l}$  (Figur 6a). Jo længere iltsvind varede, desto større en andel af stationerne var påvirkede, og ved særligt langvarige iltsvind var de fleste stationer påvirkede af markante effekter. Varigheden af iltsvind havde til gengæld ikke har nogen tydelig sammenhæng med effekten på bundfaunaen i intervallet 2-4 mg/l (Figur 6b). Det viser, at iltkoncentrationer på dette niveau ikke er kritiske for bundfaunaen.



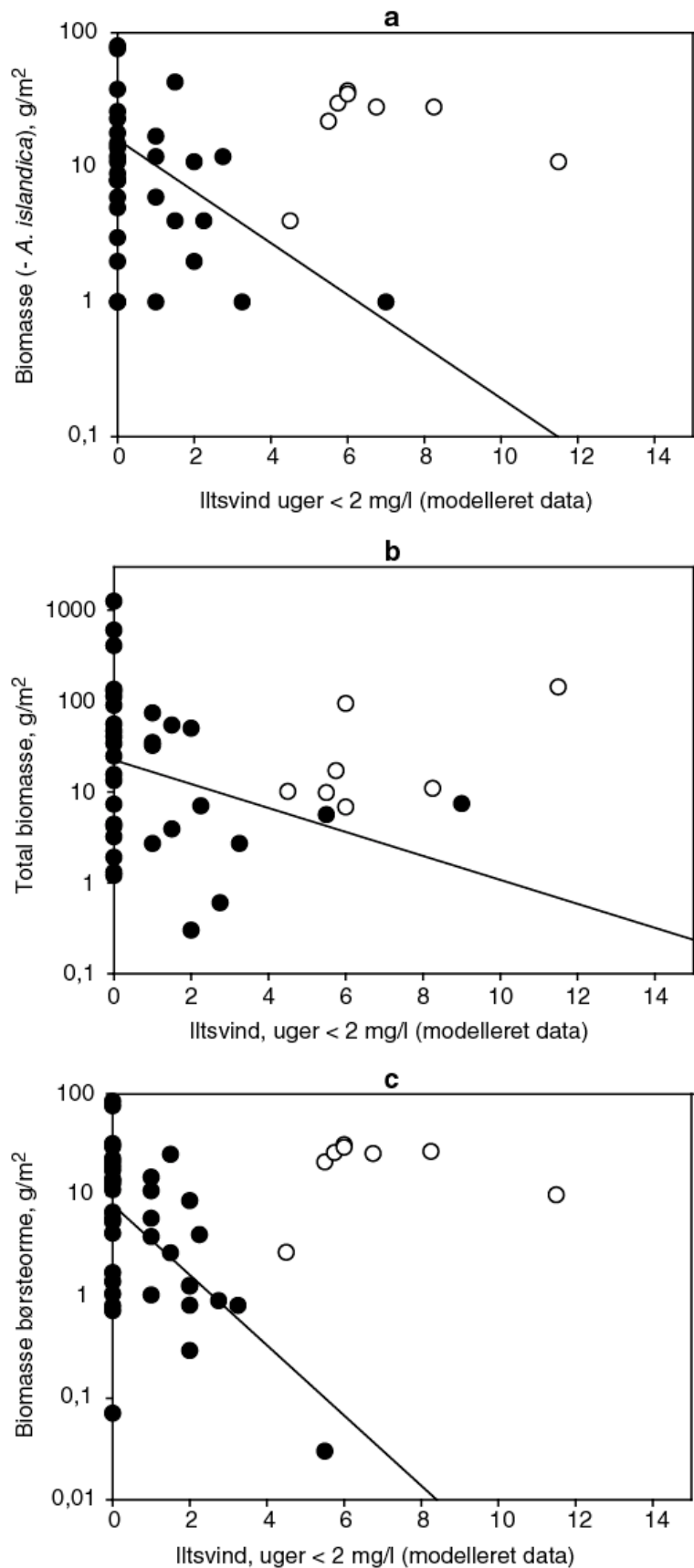
Figur 6 Fyldte cirkler: Gennemsnit af kvalitativ vurdering (1-3) mod varighed af iltsvind; standardafvigelse er angivet. Åbne cirkler: Outlier observationer fra Bælthavet, Kattegat og Øresund.

Ser man på de kvantitative målinger af faunaen så viste det sig også, at både tætheden af dyr (Figur 7a og 7b) og den samlede biomasse (Figur 8a, 8b og 8c) faldt med varigheden af iltsvindet, hvis der igen ses bort fra de nævnte stationer i Bælthavet, Kattegat og Øresund. Der var meget stor variation i den biomasse, der blev fundet ved en bestemt varighed af iltsvindet (bemærk den logaritmiske skala). Det er helt forventeligt, da både den biomasse og tæthed der eksisterede, før iltsvindet satte ind, helt naturligt varierer kraftigt fra område til område. Hertil kommer, at bunddyrsamfund er sammensat af mange forskellige arter med forskellig følsomhed overfor iltsvind, som derfor ikke rammer samfundene ens. Endelig er der effekten af det giftige sulfid i vandfasen. Her er der ikke er nogen tæt kobling mellem koncentrationen i vandfasen og iltsvindets varighed. Men meget lave iltkoncentrationer fortæller, at sulfid kan forekomme i vandfasen.

Med disse forbehold giver *Figur 7* og *Figur 8* dog et fingerpeg om, at i områder hvor vandet formodentligt har stået stille, var faunaens tæthed og biomasse omkring 10% eller mindre i forhold til de områder, der ikke var påvirkede. I meget grove træk var der i størrelsesordenen ca. 10 g og 1000 individer færre pr. m<sup>2</sup> efter 4-6 ugers iltsvind. Værede iltsvindet længere begyndte de meget tolerante dyr at forsvinde, og bunden var, som det var tilfældet i store dele af det sydlige Lillebælt, stort set livløs. Det skal ses i forhold til at biomassen normalt er 50-500 g vådvægt pr. m<sup>2</sup>.



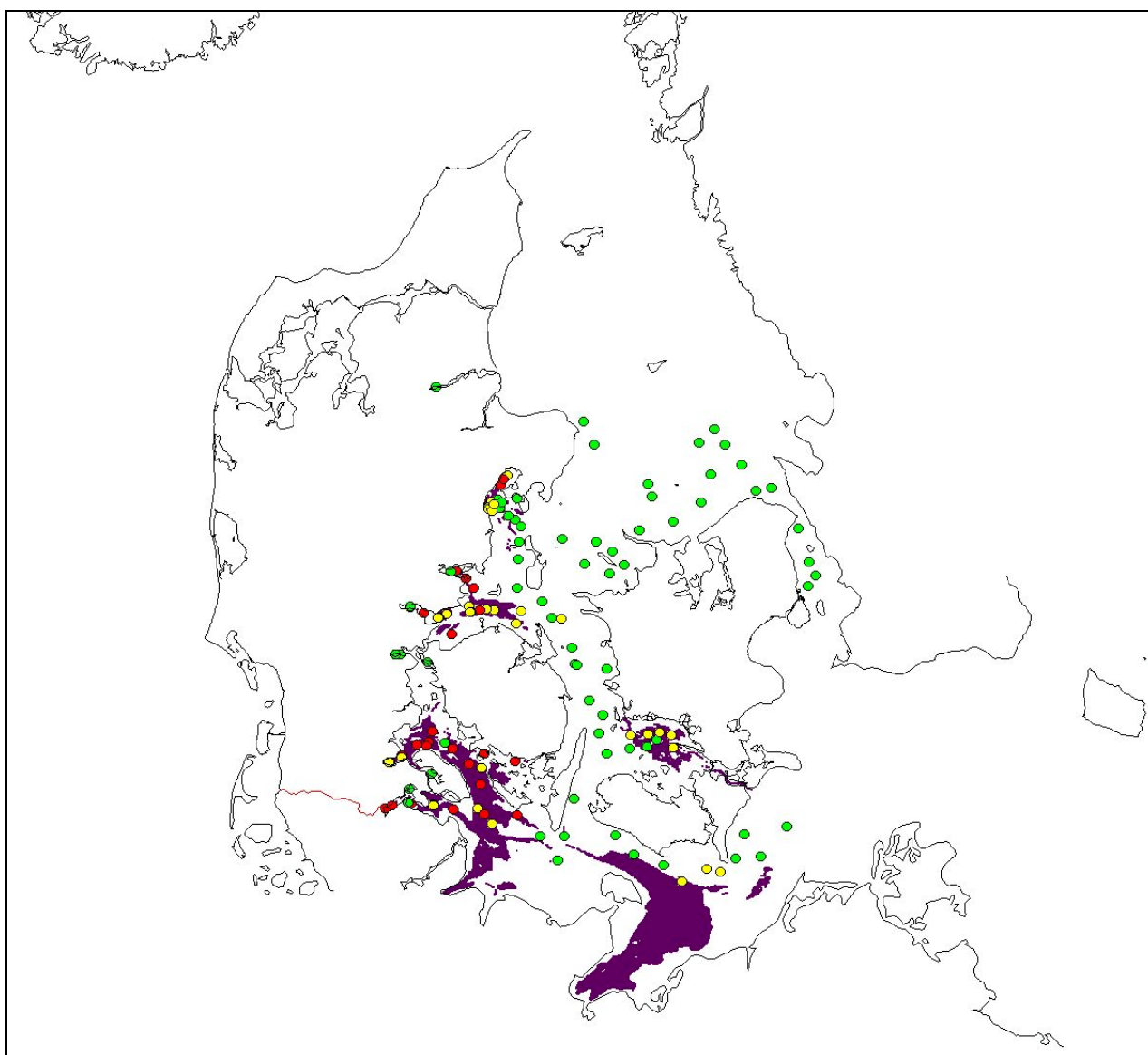
*Figur 7* Fyldte cirkler: Samlet individtæthed mod varigheden af iltsvind. Åbne cirkler: Outlier observationer fra Bælthavet, Kattegat og Øresund.



Figur 8 a) Samlet biomasse undtaget molbøsters (*Arctica islandica*) mod varigheden af iltsvind. b) Samlet biomasse (inkl. *Arctica islandica*) mod varigheden af iltsvind. c) Biomasse af børsteorme mod varigheden af iltsvind. Åbne cirkler i a, b, c angiver outlier observationer fra Bælthavet, Kattegat og Øresund.

Effekter i de lukkede områder skal ses i kontrast til områderne i det centrale Bælthav, sydlige Kattegat og Øresund, hvor det ikke var muligt at se entydige effekter, som kunne relateres til iltsvind. Til trods for at nogle af disse områder havde iltsvind i op til 12 uger. Tilsyneladende har disse områder højere tålegrænser end de mere lukkede områder og viser, at skadevirkningen af iltsvind afhænger af flere faktorer end iltsvindet i sig selv.

De iltsvindsramte områder hvor faunaen er reduceret eller helt udsluttet dækker relativt store områder. Det er derfor sandsynligt, at genetableringen hovedsageligt vil ske via larver, der transporteres ind med havstrømme. Denne proces vil tage mere end et år og vil blive undersøgt nærmere i et efterfølgende projekt. De kvalitative undersøgelser, som blev foretaget i marts 2003, kan ikke fortælle, om der på dette tidspunkt er sket en genindvandring af dyr. De larver, som eventuelt har været til stede på dette tidspunkt, kan kun findes i kvantitative undersøgelser, som endnu ikke er færdige.



Figur 9 Udbredelsen af skader på bundfaunaen. Grønne, gule og røde punkter svarer til Figur 3. Skraveret område er områder, hvor der forudses skader på baggrund af empirisk model.

Et forsigtigt skøn over størrelsen af det areal syd for Djursland, hvor bundfaunaen blev påvirket af iltsvind, er ca. 3.400 km<sup>2</sup>, inkl. den tyske del af den vestlige Østersø (*Figur 9*). Beregningen af dette areal er baseret på den empiriske sammenhæng mellem varigheden af iltsvindet og graden af skadevirkning. Herefter er størrelsen af de berørte arealer beregnet med en model (se HELCOM 2003, *The 2002 oxygen depletion event in the Kattegat, Belt Sea and Western Baltic. Balt. Sea Environ. Proc. No. 90*). For at beregne arealets størrelse er de lukkede områder og de områder der er mere strømfyldte behandlet hver for sig. Det er således antaget, at der ikke er effekter i de centrale dele af Storebælt, det nordlige Bælthav, Kattegat og Øresund. En tilsvarende beregning for 2001 viser, at det areal, der dengang var påvirket, kun var ca. 1/10 (ca. 340 km<sup>2</sup>). De områder, der er markeret i *Figur 9*, er områder, hvor det er meget sandsynligt, at der er sket skader på faunaen. Det må understreges, at resultaterne er forbundet med usikkerhed, både når det gælder arealets størrelse og placeringen af de berørte områder. Specielt i de meget lukkede områder inde i bunden af fjorde kan der forventes betydelige afvigelser fra kortet.

## 5 Sammenfatning

Iltsvindet i sensommeren og efteråret 2002 var et af de mest langvarige og udbredte i nyere tid. DMU's undersøgelser af effekterne på bundfaunaen i november 2002 og marts 2003 viste – sammen med ekstraordinære undersøgelser foretaget af en række amter – at der var store områder, hvor faunaen var tydeligt skadet af iltsvind. Når man sammenstillede data, hvor der kun var tydelige effekter på faunaen, var de værst ramte områder: det nordlige og sydlige Lillebælt med tilstødende østjyske fjorde og det Sydfynske Øhav. Disse områder danner et stort set sammenhængende område nord, vest og syd for Fyn, som kun er afbrudt af lavvandede områder og områder med meget strøm. I store dele af disse områder var faunaen næsten forsvundet. På samme måde var Århus Bugt kraftigt påvirket, og i den nordlige del af Smålandsfarvandet og Femer Bælt, hvor alvorlige iltsvind ellers sjældent forekommer, var der tydelige effekter. I modsætning hertil var ikke nogen tydelige effekter af det langvarige iltsvind i de dybe dele af Storebælt og det nordlige Bælthav samt i det sydlige Kattegat og Øresund. Omfanget af skaderne i det vestlige Kattegat, hvor der også blev observeret iltsvind, kendes ikke. Størrelsen af det påvirkede areal i de indre danske farvande syd for Djursland er forsigtigt vurderet til at være 2.000 km<sup>2</sup>.

De forskellige målinger i undersøgelserne stemmer generelt godt overens, men i Horsens og Vejle Fjorde samt den inderste del af Kalø Vig viser DMU's kvalitative målinger i foråret 2003 større effekter, end de der blev registreret i efteråret 2002. Konklusioner om skadernes omfang i disse områder vil fremgå senere, når der foreligger kvantitative undersøgelser fra foråret 2003.

Der er generelt overensstemmelse mellem varigheden af iltsvind og skadernes omfang, men der er dog undtagelser. En sandsynlig forklaring på hvorfor den samme grad (varighed) af iltsvind giver markante effekter i et område men ikke i et andet, er forskelle i vandbevægelse. Som angivet tidligere (*se afsnit 4.1*) er det sandsynligvis tilgængeligheden af ilt snarere end den faktiske koncentration, som har betydning. Alle stationer, hvor der er en positiv (ingen effekt) afvigelse fra forventningerne, er placerede i åbne områder med en stor vandgennemstrømning (Storebælt, Øresund), hvorimod stationer med negative afvigelser (større effekt) alle ligger i lukkede eller halvt lukkede områder.

### Taksigelser

DMU takker for data fra Vejle Amt, Sønderjyllands Amt, Storstrøms Amt, Københavns Amt og Lillebæltssamarbejdet. Endvidere er der i denne rapport gjort brug af oplysninger fra følgende overvågningsrapporter fra amterne: Århus Amt, Vejle Amt, Sønderjyllands Amt, Lillebælt, Fyns Amt, Københavns Amt og Storstrøms Amt). Vi takker Bibbi Kristiansen, Hanne Ferdinand, Jan Damgaard, Lars Njerup og Anders Engell-Koefoed for teknisk assistance.



[tom side]

# Bilag 1

Placering af stationer, angivet med løbenummer, som blev undersøgt på bundfaunatogt 213 og 215 med miljøskibet Gunnar Thorson samt placering af data, der er indsamlet af amtslige myndigheder.

Nr.	Data	Inst.	Måned-år	Lokalitet	Dybde	Længde	Bredde	Redskab	Antal
1	Kval.	DMU	nov-02	Øresund	17	1244,182	5546,662	Grab	3
2	Kval.	DMU	nov-02	Øresund	18	1241,772	5550,254	Grab	3
3	Kval.	DMU	nov-02	Øresund	20	1237,532	5559,026	Grab	3
4	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	24	1225,295	5609,381	Grab	3
5	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	13	1218,551	5609,434	Grab	3
6	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	29	1212,589	5616,356	Grab	3
7	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	32	1205,440	5621,755	Grab	3
8	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	31	1200,280	5625,260	Grab	3
9	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	30	1153,624	5622,403	Grab	3
10	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	27	1158,208	5614,197	Grab	3
11	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	17	1153,251	5606,333	Grab	3
12	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	17	1139,190	5602,454	Grab	3
13	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	18	1124,353	5600,515	Grab	3
14	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	22	1130,568	5609,160	Grab	3
15	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	22	1129,085	5612,209	Grab	3
16	Kval.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	16	1059,918	5628,326	Grab	3
17	Kvan.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	19	1104,547	5622,242	HAPS	5
18	Kvan.	DMU	nov-02	Kattegat Syd	19	1104,547	5622,242	Grab	2
19	Kvan.	DMU	nov-02	Bælthavet	20	1104,431	5557,678	Grab	3
20	Kvan.	DMU	nov-02	Bælthavet	17	1111,444	5555,207	Grab	3
21	Kvan.	DMU	nov-02	Sejerø Bugt	20	1116,748	5551,621	Grab	3
22	Kvan.	DMU	nov-02	Sejerø Bugt	8	1109,138	5549,287	Grab	1
23	Kvan.	DMU	nov-02	Sejerø Bugt	18	1058,221	5552,017	Grab	2
24	Kvan.	DMU	nov-02	Bælthavet	17	1048,439	5558,662	Grab	3
25	Kvan.	DMU	nov-02	Bælthavet	42	1032,992	5604,493	Grab	3
26	Kvan.	DMU	nov-02	Bælthavet	24	1028,061	5553,174	Grab	3
27	Kvan.	DMU	nov-02	Bælthavet	17	1027,096	5546,400	Grab	3
28	Kvan.	DMU	nov-02	Bælthavet	20	1038,691	5542,623	Grab	3
29	Kvan.	DMU	nov-02	Bælthavet	19	1028,283	5540,183	Grab	3
30	Kvan.	DMU	nov-02	Lillebælt N	21	1010,049	5540,174	Grab	3
31	Kval.	DMU	nov-02	Lillebælt N	10	1003,250	5541,820	Grab	0
32	Kvan.	DMU	nov-02	Lillebælt N	13	954,497	5539,155	Grab	3
33	Kvan.	DMU	nov-02	Bælthavet	14	1026,215	5537,162	Grab	3
34	Kvan.	DMU	nov-02	Store Bælt	26	1042,202	5538,333	Grab	3
35	Kvan.	DMU	nov-02	Store Bælt	40	1047,227	5538,172	Grab	3
36	Kvan.	DMU	nov-02	Store Bælt	31	1051,746	5530,388	Grab	3
37	Kvan.	DMU	nov-02	Store Bælt	24	1052,187	5526,260	Grab	3
38	Kvan.	DMU	nov-02	Store Bælt	26	1053,333	5525,133	Grab	3
39	Kvan.	DMU	nov-02	Store Bælt	24	1107,300	5524,734	Grab	3
40	Kvan.	DMU	nov-02	Store Bælt	22	1059,034	5616,647	Grab	3
41	Kval.	DMU	nov-02	Store Bælt	15	1104,800	5512,820	Grab	
42	Kval.	DMU	nov-02	Store Bælt	18	1102,224	5508,163	Grab	
43	Kvan.	DMU	nov-02	Smålandsfarvandet	14	1117,166	5507,575	Grab	3
44	Kvan.	DMU	nov-02	Smålandsfarvandet	13	1130,218	5504,229	Grab	3
45	Kvan.	DMU	nov-02	Smålandsfarvandet	12	1136,185	5503,727	Grab	3
46	Kvan.	DMU	nov-02	Smålandsfarvandet	17	1124,593	5504,286	Grab	3
47	Kvan.	DMU	nov-02	Smålandsfarvandet	15	1116,672	5503,302	Grab	3
48	Kvan.	DMU	nov-02	Smålandsfarvandet	12	1105,258	5502,394	Grab	3
49	Kval.	DMU	nov-02	Store Bælt	30				
50	Kvan.	DMU	nov-02	Store Bælt	27	1045,286	5441,262	Grab	3
51	Kvan.	DMU	nov-02	Lillebælt S	22	1035,188	5441,460	Grab	3
52	Kvan.	DMU	nov-02	Store Bælt	24	1042,574	5435,592	Grab	3

Nr.	Data	Inst.	Måned-år	Lokalitet	Dybde	Længde	Bredde	Redskab	Antal
53	Kvan.	DMU	nov-02	FemerBelt	16	1107,866	5441,648	Grab	1
54	Kvan.	DMU	nov-02	FemerBelt	19	1116,733	5436,717	Grab	2
55	Kvan.	DMU	nov-02	FemerBelt	8	1129,967	5433,685	Haps	3
56	Kvan.	DMU	nov-02	FemerBelt	22	1137,560	5429,265	Grab	3
57	Kvan.	DMU	nov-02	FemerBelt	13	1148,967	5429,498	Grab	3
58	Kvan.	DMU	nov-02	FemerBelt	13	1148,967	5429,498	Grab	3
59	Kvan.	DMU	nov-02	FemerBelt	10	1154,069	5430,180	Grab	3
60	Kvan.	DMU	nov-02	Hjelm Bugt	17	1213,307	5434,720	HAPS	1
61	Kvan.	DMU	nov-02	Hjelm Bugt	14	1206,253	5440,741	HAPS	3
62	Kvan.	DMU	nov-02	Hjelm Bugt	18	1225,215	5442,142	HAPS	3
63	Kvan.	DMU	nov-02	LilleBælt S	30	1025,330	5447,180	Grab	3
64	Kvan.	DMU	nov-02	LilleBælt S	34	1008,430	5454,923	Grab	5
65	Kvan.	DMU	nov-02	LilleBælt S	36	1003,405	5501,357	Grab	5
66	Kvan.	DMU	nov-02	LilleBælt S	27	1012,894	5446,819	Grab	5
67	Kvan.	DMU	nov-02	Hjelm Bugt	12	1204,621	5434,284	HAPS	5
68	Kval.	DMU	mar-03	Århus Bugt	20	5604,177	1025,000		
69	Kval.	DMU	mar-03	Århus Bugt	18	5608,855	1023,069		
70	Kval.	DMU	mar-03	Århus Bugt	15	5607,198	1020,121		
71	Kval.	DMU	mar-03	Kalø Vig	21	5613,204	1020,619		
72	Kval.	DMU	mar-03	Kalø Vig	13	5614,656	1022,131		
73	Kval.	DMU	mar-03	Bælthavet	37	5658,046	1029,490		
74	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt N	10	5527,600	945,660		
75	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt N	23	5540,377	1016,427		
76	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt N	22	5541,410	1014,031		
77	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt N	22	5540,525	1010,056		
78	Kval.	DMU	mar-03	Horsens Fjord	14	5546,704	1007,255		
79	Kval.	DMU	mar-03	Horsens Fjord	18	5549,194	1003,711		
80	Kval.	DMU	mar-03	Horsens Fjord	16	5551,223	1000,803		
81	Kval.	DMU	mar-03	Vejle Fjord	-	5535,000	955,000		
82	Kval.	DMU	mar-03	Vejle Fjord	14	5539,078	951,340		
83	Kval.	DMU	mar-03	Vejle Fjord	10	5540,224	944,308		
84	Kval.	DMU	mar-03	Vejle Fjord	11	5542,201	940,143		
85	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt N	8	5534,320	956,224		
86	Kval.	DMU	mar-03	Kolding Fjord	10	5530,320	938,853		
87	Kval.	DMU	mar-03	Kolding Fjord	8	5530,102	936,311		
88	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt S	25	5510,173	945,334		
89	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt S	31	5506,106	940,441		
90	Kval.	DMU	mar-03	Åbenrå Fjord	36	5503,661	933,376		
91	Kval.	DMU	mar-03	Åbenrå Fjord	28	5501,931	928,177		
92	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt S	27	5506,509	944,520		
93	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt S	17	5506,053	935,487		
94	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt S	29	5504,504	958,857		
95	Kval.	DMU	mar-03	Flensborg Fjord	14	5450,812	947,980		
96	Kval.	DMU	mar-03	Flensborg Fjord	17	5450,986	937,703		
97	Kval.	DMU	mar-03	Flensborg Fjord	29	5449,760	956,647		
98	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt S	28	5449,586	1006,921		
99	Kval.	DMU	mar-03	Lillebælt S	26	5447,077	1010,671		
100	Kval.	DMU	mar-03	Langeland S	29	5441,951	1046,002		
101	Kval.	DMU	mar-03	FemerBelt (st 31)	17	5441,496	1107,970		
102	Kval.	DMU	mar-03	Smålandsfarvandet	13	5502,937	1105,866		
103	Kval.	DMU	mar-03	Smålandsfarvandet	8	5504,047	1116,724		
104	Kval.	DMU	mar-03	Smålandsfarvandet	9	5504,370	1124,573		
105	Kvan.	AMT	nov-02	Flensborg Fjord	16	949,060	5450,530	Haps	2
106	Kvan.	AMT	nov-02	Smålandsfarvandet	12	1135,200	5507,050	Haps	10
107	Kvan.	AMT	nov-02	Smålandsfarvandet	14	1125,200	5507,700	Haps	10
108	Kvan.	AMT	nov-02	Smålandsfarvandet	12	1130,446	5507,997	Haps	14
109	Kvan.	AMT	okt-02	Vejle Fjord	13	951,400	5539,000	Haps	3
110	Kvan.	AMT	nov-02	Vejle Fjord	19	1005,425	5540,463	Haps	10
111	Kvan.	AMT	nov-02	Horsens Fjord	4	957,083	5550,901	Haps	23
112	Kvan.	AMT	nov-02	Kolding Fjord	3	931,304	5529,559	Haps	23
113	Kvan.	AMT	nov-02	Lillebælt Nord	19	1006,040	5540,462	Haps	43

Nr.	Data	Inst.	Måned-år	Lokalitet	Dybde	Længde	Bredde	Redskab	Antal
114	Kvan.	AMT	nov-02	Vejle Fjord	6	938,165	5542,120	Haps	41
115	Kvan.	AMT	nov-02	Vejle Fjord	13	951,665	5538,961	Haps	15
116	Kvan.	AMT	nov-02	Mariager Fjord	7	951,297	5638,652	Haps	18
117	Kval.	AMT	nov-02	Sydfynske Øhav	15			Haps	
118	Kval.	AMT	nov-02	Sydfynske Øhav	23			Haps	
119	Kval.	AMT	nov-02	Flensborg Fjord	13	926,004	5449,700	Haps	
120	Kval.	AMT	nov-02	Flensborg Fjord	20	929,128	5450,442	Haps	
121	Kval.	AMT	nov-02	Nybøl Nor	12	937,000	5454,800	Haps	
122	Kval.	AMT	nov-02	Bockholmvig	16	936,500	5451,300	Haps	
123	Kval.	AMT	nov-02	Arnkilsøre	11	946,928	5458,723	Haps	
124	Kval.	AMT	dec-02	Åbenrå Fjord	26	928,239	5501,873	Haps	
125	Kval.	AMT	dec-02	Åbenrå Fjord	33	933,499	5503,023	Haps	
126	Kval.	AMT	nov-02	Lillebælt N	19	1005,425	5540,463	Haps	
127	Kvan.	AMT	nov-02	Øresund	14	1240,269	5543,968	Haps	
128	Kvan.	AMT		Lillebælt S				Haps	
129	Kvan.	AMT		Lillebælt S	35	1009,700	5459,900	Haps	
130	Kvan.	AMT	nov-02	Kalø Vig	13	1024,000	5615,500	Haps	
131	Kvan.	AMT	nov-02	Århus Bugt	14	1022,200	5614,600	Haps	
132	Kvan.	AMT	nov-02	Århus Bugt	16	1019,200	5609,320	Haps	
133	Kvan.	AMT	nov-02	Århus Bugt	14	1014,820	5608,210	Haps	
134	Kvan.	AMT	nov-02	Århus Bugt	15	1028,030	5609,620	Haps	
135	Kvan.	AMT	nov-02	Århus Bugt	14	1016,000	5608,630	Haps	
136	Kvan.	AMT	nov-02	Århus Bugt	16	1021,010	5608,560	Haps	
137	Kvan.	AMT	nov-02	Århus Bugt	14	1014,920	5607,350	Haps	
138	Kvan.	AMT	nov-02	Århus Bugt	14	1014,850	5606,930	Haps	
139	Kvan.	AMT	nov-02	Århus Bugt	14	1016,600	5606,290	Haps	
140	Kvan.	AMT	okt-02	Århus Bugt	15	1017,595	5608,042	Haps	32
141	Kvan.	AMT	nov-02	Mariager Fjord	2	951,150	5638,757	Haps	22

## Bilag 2

Tætheder af bundfauna pr. m<sup>2</sup> som totaler og fordelt på de taksonomiske hovedgrupper: Børsteorme, bløddyr, pighuder og krebsdyr. Løbernr, som i Bilag 1.

Nr.	Kvalitativ bedømmelse	Uger < 4 mg/l	Uger < 2 mg/l	Total tæthed	Børsteorm tæthed	Bløddyr tæthed	Pighuder tæthed	Krebsdyr tæthed	A. Islandica tæthed
17	1	10	0	2695,0	1872	1887	213	85	0
18	1	10	0	4940,0	2540	2555	810	105	5
19	1	8	0	10693,3	1370	1427	227	17	47
20	1	11	8	4046,7	1433	1577	53	20	133
21	1	12	12	3986,7	543	577	23	20	23
22	1	8	7	7250,0	1190	1390	120	140	170
23	1	8	0	5665,0	2310	2325	125	105	0
24	1	6	0	1270,0	447	463	87	97	7
25	1	1	0	2786,7	977	987	50	27	0
26	1	10	2	3746,7	310	460	113	53	140
27	1	9	1	2690,0	403	480	253	80	67
28	1	9	0	3380,0	1277	1313	170	87	27
29	2	9	1	3350,0	537	570	20	0	23
30	2	15	7	136,7	60	70	0	3	0
32	2	7	3	546,7	177	187	0	117	0
33	2	6	3	5023,3	520	533	0	3660	3
34	1	9	0	2360,0	280	293	130	3	3
35	2	18	2	763,3	67	77	10	3	0
36	1	15	6	3630,0	333	343	17	0	0
37	1	10	6	3713,3	550	610	190	20	50
38	1	10	6	3176,7	293	310	73	0	7
39	1	6	0	2680,0	1233	1257	13	3	13
40	1	8	2	2723,3	757	803	193	57	37
43	2	3	1	776,7	93	107	0	10	3
44	1	1	0	3396,7	1460	1537	0	13	67
45	2	5	2	1500,0	110	127	0	0	7
46	1	7	2	833,3	120	140	0	0	10
47	2	6	1	330,0	103	110	0	0	3
48	1	0	0	1356,7	590	597	7	177	0
50	1	15	6	3973,3	1177	1213	70	147	27
51	1	6	0	803,3	290	603	0	70	303
52	1	11	5	3523,3	330	407	10	63	67
53	2	0	0	470,0	280	310	0	0	0
54	1	7	0	1335,0	620	735	0	10	100
55	1	0	0	1465,7	95	118	0	520	0
56	2	10	6	56,7	3	37	0	20	23
57	2	0	0	736,7	427	437	0	7	0
58	2	0	0	573,3	183	193	0	7	0
59	2	0	0	473,3	250	267	0	23	0
60	1	7	0	8723,4	1277	1631	0	0	0
61	1	3	0	3735,2	2128	2246	47	260	0
62	1	4	0	851,1	71	804	0	118	615
63	3	12	6	0,0	0	0	0	0	0
64	3	19	14	0,0	0	0	0	0	0
65	3	20	16	0,0	0	0	0	0	0
66	2	13	9	22,0	0	16	0	0	16
67	1	0	0	5063,8	752	752	0	0	0
105	2	9	7	81,3	0	41	0	0	
106	2	5	2	136,5	44	250	0	0	
107	2	5	2	75,7	51	154	0	0	
108	2	5	2	189,7	70	277	0	0	

Nr.	Kvalitativ bedømmelse	Uger < 4 mg/l	Uger < 2 mg/l	Total tæthed	Børsteorm tæthed	Bløddyr tæthed	Pighuder tæthed	Krebsdyr tæthed	<i>A. Islandica</i> tæthed
109	2	6	3	135,5	0	27	0	108	
110	2	8	5	504,1	89	374	0	24	
111	1	1	0	855,4	290	509	7	46	
112	1	2	2	2704,1	414	2135	0	124	
113	2	0	0	433,0	51	329	0	8	
114	1	2	0	2714,7	575	2110	0	0	
115	2	5	3	357,7	298	22	0	22	
116	1	0	0	695,6	208	257	0	226	
127	1	7	1	918,0	543	177	0	84	
140	2	7	5	1910,6	511	927	0	23	
141	1	1	0	2209,9	407	894	0	543	

## Bilag 3

Biomasse af bundfauna pr. m<sup>2</sup> som totaler og fordelt på de taksonomiske hovedgrupper: Børsteorme, bløddyr, pighuder og krebsdyr. Løbenr. som i Bilag 1. \* angiver tørvægt ellers vådvægt.

Nr.	Kvalitativ bedømmelse	Uger < 4 mg/l	Uger < 2 mg/l	Total biomasse <i>Arctica</i>	Total	Børsteorme	Bløddyr	Pighuder	Krebsdyr	<i>A. islandica</i>
17	1	10	0	226	255	76	1	148	0	0
18	1	10	0	432	540	84	6	347	1	5
19	1	8	0	80	316	14	100	66	0	100
20	1	11	8	28	173	27	17	1	0	17
21	1	12	12	11	458	10	312	0	0	311
22	1	8	7	28	119	26	36	1	0	35
23	1	8	0	26	314	23	1	2	0	0
24	1	6	0	9	93	5	74	3	1	74
25	1	1	0	23	71	19	0	2	1	0
26	1	10	2	11	157	9	95	1	1	95
27	1	9	1	17	103	15	67	1	1	66
28	1	9	0	410	443	21	4	388	0	3
29	2	9	1	12	74	11	6	0	0	5
30	2	15	7	1	1	0	0	0	0	0
32	2	7	3	1	15	1	0	0	0	0
33	2	6	3	12	14	1	0	0	10	0
34	1	9	0	76	184	30	1	46	0	1
35	2	18	2	4	54	3	0	1	0	0
36	1	15	6	22	266	21	0	0	0	0
37	1	10	6	37	122	31	1	5	0	1
38	1	10	6	30	158	26	0	3	0	0
39	1	6	0	18	117	18	0	0	0	0
40	1	8	2	43	477	25	109	17	1	109
43	2	3	1	6	32	4	0	0	2	0
44	1	1	0	12	53	11	3	0	0	2
45	2	5	2	2	9	1	0	0	0	0
46	1	7	2	4	48	4	0	0	0	0
47	2	6	1	1	3	1	0	0	0	0
48	1	0	0	15	1185	13	0	0	2	0
50	1	15	6	35	502	30	406	4	1	405
51	1	6	0	5	2070	4	2065	0	0	2065
52	1	11	5	4	523	3	450	1	1	450
53	2	0	0	3	9	2	1	0	0	0
54	1	7	0	6	178	6	35	0	0	34
55	1	0	0	11	565	0	0	0	11	0
56	2	10	6	0	35	0	35	0	0	35
57	2	0	0	1	18	1	0	0	0	0
58	2	0	0	1	6	1	0	0	0	0
59	2	0	0	2	15	1	0	0	0	0
60	1	7	0	8	272	1	7	0	0	0
61	1	3	0	38	365	32	2	0	4	0
62	1	4	0	8	2687	7	2678	0	1	2677
63	3	12	6	0	0	0	0	0	0	0
64	3	19	14	0	0	0	0	0	0	0
65	3	20	16	0	0	0	0	0	0	0
66	2	13	9	0	124	0	124	0	0	124
67	1	0	0	14	810	14	0	0	0	0
*105	2	9	7	-	27					
*106	2	5	2	-	5	1	3	0	0	
*107	2	5	2	-	3	1	5	0	0	
*108	2	5	2	-	4	0	6	0	0	

<b>Nr.</b>	<b>Kvalitativ bedømmelse</b>	<b>Uger &lt; 4 mg/l</b>	<b>Uger &lt; 2 mg/l</b>	<b>Total biomasse <i>Arctica</i></b>	<b>Total</b>	<b>Børste- orme</b>	<b>Bløddyr</b>	<b>Pighuder</b>	<b>Krebsdyr</b>	<b><i>A. islandica</i></b>
*109	2	6	3	-	52	0	52	0	0	
*110	2	8	5	-	514	0	513	0	0	
*111	1	1	0	-	545	1	543	1	1	
*112	1	2	2	-	436	1	434	0	0	
*113	2	0	0	-	612	0	612	0	0	
*114	1	2	0	-	244	8	236	0	0	
*115	2	5	3	-	319	0	319	0	0	
116	1	0	0	-	231	0	231	0	0	
127	1	7	1	-	205	6	195	0	1	
*140	2	7	5	-	271	1	266	0	0	
*141	1	1	0	-	1022	1	1020	0	0	



[tom side]

# Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde  
Tlf.: 46 30 12 00  
Fax: 46 30 11 14

*Direktion  
Personale- og Økonomisekretariat  
Forsknings- og Udviklingssektion  
Afd. for Systemanalyse  
Afd. for Atmosfærisk Miljø  
Afd. for Marin Økologi  
Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi  
Afd. for Arktisk Miljø*

Danmarks Miljøundersøgelser  
Vejsøvej 25  
Postboks 314  
8600 Silkeborg  
Tlf.: 89 20 14 00  
Fax: 89 20 14 14

*Overvågningssektionen  
Afd. for Terrestrisk Økologi  
Afd. for Ferskvandsøkologi  
Projektchef for det akvatiske område*

Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 12-14, Kalø  
8410 Rønde  
Tlf.: 89 20 17 00  
Fax: 89 20 15 15

*Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet*

## Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger og en årlig årsrapport. Endvidere udgiver DMU i samarbejde med Gads Forlag en populærfaglig serie af bøger: MiljøBiblioteket. En oversigt over DMU's publikationer og et katalog over aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter kan findes på DMU's hjemmeside.

# Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

## 2002

- Nr. 413: Vegetation i farvandet omkring Fyn 2001. Af Rasmussen, M.B. 138 s. (elektronisk)
- Nr. 414: Projection Models 2010. Danish Emissions of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC and NH<sub>3</sub>. By Illerup, J.B. et al. 194 pp., 100,00 DKK.
- Nr. 415: Potential Environmental Impacts of Soil Spills in Greenland. An Assessment of Information Status and Research Needs. By Mosbech, A. (ed.) 116 pp. (electronic)
- Nr. 416: Ilt- og næringsstoffluxmodel for Århus Bugt og Mariager Fjord. Modelopsætning. Af Fossing, H. et al. 72 s., 100,00 kr.
- Nr. 417: Ilt- og næringsstoffluxmodel for Århus Bugt og Mariager Fjord. Modelopsætning og scenarier. Af Fossing, H. et al. 178 s. (elektronisk)
- Nr. 418: Atmosfærisk deposition 2001. NOVA 2003. Af Ellermann, T. (elektronisk)
- Nr. 419: Marine områder 2001 - Miljøtilstand og udvikling. NOVA 2003. Af Ærtebjerg, G. (red.) (elektronisk)
- Nr. 420: Landovervågningsoplande 2001. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (elektronisk)
- Nr. 421: Søer 2001. NOVA 2003. Af Jensen, J.P. (elektronisk)
- Nr. 422: Vandløb og kilder 2001. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (elektronisk)
- Nr. 423: Vandmiljø 2002. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Af Andersen, J.M. et al. 56 s., 100,00 kr.
- Nr. 424: Burden Sharing in the Context of Global Climate Change. A North-South Perspective. By Ringius, L., Frederiksen, P. & Birr-Pedersen, K. 90 pp. (electronic)
- Nr. 425: Interkalibrering af marine målemetoder 2002. Af Stæhr, P.A. et al. 88 s. (elektronisk)
- Nr. 426: Statistisk optimering af monitoringsprogrammer på miljøområdet. Eksempler fra NOVA-2003. Af Larsen, S.E., Jensen, C. & Carstensen, J. 195 s. (elektronisk)
- Nr. 427: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2001. By Kemp, K. & Palmgren, F. 32 pp. (electronic)

## 2003

- Nr. 428: Vildtbestande, jagt og jagttider i Danmark 2002. En biologisk vurdering af jagtens bæredygtighed som grundlag for jagttidsrevisionen 2003. Af Bregnballe, T. et al. 227 s. (elektronisk)
- Nr. 429: Movements of Seals from Rødsand Seal Sanctuary Monitored by Satellite Telemetry. Relative Importance of the Nysted Offshore Wind Farm Area to the Seals. By Dietz, R. et al. 44 pp. (electronic)
- Nr. 430: Undersøgelse af miljøfremmede stoffer i gylle. Af Schwærter, R.C. & Grant, R. 60 s. (elektronisk)
- Nr. 432: Metoder til miljøkonsekvensvurdering af økonomisk politik. Møller, F. 65 s. (elektronisk)
- Nr. 433: Luftforurening med partikler i København. En oversigt. Af Palmgren, F., Wåhlin, P. & Loft, S. 77 s. (elektronisk)
- Nr. 435: Preliminary Assessment based on AQ Modelling. Ploiesti Agglomeration in Romania. Assistance to Romania on Transposition and Implementation of the EU Ambient Air Quality Directives. By Jensen, S.S. et al. 53 pp. (electronic)
- Nr. 436: Naturplanlægning - et system til tilstandsvurdering i naturområder. Af Skov, F., Buttenschøn, R. & Clemmensen, K.B. 101 s. (elektronisk)
- Nr. 437: Naturen i hverdagslivsperspektiv. En kvalitativ interviewundersøgelse af forskellige danskeres forhold til naturen. Af Læssøe, J. & Iversen, T.L. 106 s. (elektronisk)
- Nr. 438: Havternen i Grønland. Status og undersøgelser. Af Egevang, C. & Boertmann, D. 69 s. (elektronisk)
- Nr. 439: Anvendelse af genmodificerede planter. Velfærdsøkonomisk vurdering og etiske aspekter. Af Møller, F. 57 s. (elektronisk)
- Nr. 440: Thermal Animal Detection System (TADS). Development of a Method for Estimating Collision Frequency of Migrating Birds at Offshore Wind Turbines. By Desholm, M. 25 pp. (electronic)
- Nr. 441: Næringsstofbalancer på udvalgte bedrifter i Landovervågningen. Af Hansen, T.V. & Grant, R. 26s. (elektronisk)
- Nr. 442: Emissionsfaktorer og emissionsopgørelse for decentral kraftvarme. Eltra PSO projekt 3141. Kortlægning af emissioner fra centrale kraftvarmeværker. Delrapport 6. Af Nielsen, M. & Illerup, J.B. 113 s. (elektronisk)
- Nr. 443: Miljøøkonomisk analyse af skovrejsning og braklægning som strategier til drikkevandsbeskyttelse. Af Schou, J.S. 43 s. (elektronisk)
- Nr. 444: Tungmetaller i tang og musling ved Ivittuut 2001. Af Johansen, P. & Asmund, G. 32 s. (elektronisk)