



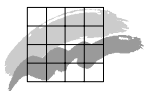
Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Screening for effekter af miljøfarlige stoffer på algesamfund omkring havneanlæg

Faglig rapport fra DMU, nr. 463



[Tom side]



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Screening for effekter af miljøfarlige stoffer på algesamfund omkring havneanlæg

*Faglig rapport fra DMU, nr. 463
2003*

*Karsten Dahl
Ingela Dahllöf*

Datablad

Titel:	Screening for effekter af miljøfarlige stoffer på algesamfund omkring havneanlæg
Forfattere: Afdeling:	Karsten Dahl, Ingela Dahllöf Afdeling for Marin Økologi
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 463
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt:	November 2003
Faglig kommentering:	Christian A. Jensen, Århus Amt; Lotte Knudsen og Nanna Rask, Fyns Amt; Svend Aagaard, Storstrøms Amt; Bo Riemann, DMU
Finansiell støtte:	Århus Amt, Fyns Amt og Storstrøms Amt
Bedes citeret:	Dahl, K. & Dahllöf, I. 2003: Screening for effekter af miljøfarlige stoffer på algesamfund omkring havneanlæg. Danmarks Miljøundersøgelser. 37 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 463. http://faglige-rapporter.dmu.dk
Sammenfatning:	<p>Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.</p> <p>Havne er kendte kilder for forureninger af metaller og organiske stoffer, hvilket også inkluderer antibegroningsstoffer. I dette screeningsprojekt er det blevet undersøgt, om disse kilder kan forandre sammensætningen af makroalgernes samfundsstruktur og i givet fald identificere, hvilke alger der bliver påvirket. Seks havne og seks referenceområder blev undersøgt. Referenceområderne til de enkelte havne blev udvalgt således, at de, så vidt det var muligt, lignede havnene med hensyn til fysisk belastning, salinitet, næringsstoffer og lysforhold. Makroalger blev identificeret til art eller nærmeste taksonomiske gruppe, og dækningsprocent for hver art/gruppe samt total biomasse blev bestemt. TBT-indhold i muslinger blev brugt som indikator for belastning af miljøfarlige stoffer. Similaritetsanalyser pegede på, at samfundssammensætningen af makroalger var forskellige mellem havne og referencestationer i alle seks områder. Den største del af forskellen skyldtes en mindsket dækning af skorpeformede alger i havne med høj belastning. Der var også en forskel i total biomasse mellem havne og deres referenceområder, hvor biomasserne oftest var lavere i havnene. Dette screeningsprojekt viste, at der er en risiko for, at miljøfarlige stoffer påvirker makroalgernes samfund.</p>
Emneord:	Makroalger, miljøfarlige stoffer, TBT, Mytilus
Layout & korrektur: Forsidefoto:	Anne van Acker Luftfoto af Søby Havn. Foto fra Fyns Amt.
ISBN: ISSN (elektronisk):	87-7772-764-9 1600-0048
Sideantal:	37
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside: http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR463.pdf
Købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Strandgade 29 1401 København K Tlf.: 3266 0200 Frontlinien@frontlinien.dk www.frontlinien.dk

Indhold

Resume 5

Summary 6

1 Indledning 7

1.1 Formål med screeningsprojektet 7

2 Baggrund 8

2.1 Miljøfarlige stoffer i havnemiljøer og deres virkning på marine alger 8

2.1.1 Tributyltin (TBT) 8

2.1.2 Sea-Nine, Zineb og ZPT 9

2.1.3 Kobber 9

2.1.4 Polyaromatiske forbindelser (PAH'er) 9

2.2 TBT i muslinger som foreningsmarkør 10

2.3 Makroalger som indikatorer 10

3 Indsamlingslokaliteter og data 12

3.1 Valg af undersøgelsesområder og tidsrum 12

3.2 Dataindsamling 13

3.2.1 Indsamlingsperioder, dybder og lokalitetsbeskrivelser 13

3.3 Indsamlinger af blåmuslinger til TBT-bestemmelse 16

3.4 Dataoparbejdning 16

3.5 Dataanalyse 17

4 Resultater 19

5 Diskussion 25

6 Konklusion og perspektivering 27

7 Referencer 28

Bilag 1 – Stationsliste 29

Bilag 2 – Dækningsprocenter af algearter og algegrupper 30

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

Resume

Havne er kendte kilder for forureninger af metaller og organiske stoffer, hvilket også inkluderer antibegroningsstoffer. I dette screeningsprojekt er det blevet undersøgt, om disse kilder kan forandre sammensætningen af makroalgers samfundsstruktur og i givet fald identificere, hvilke alger der bliver påvirket. Seks havne og seks referenceområder blev undersøgt. Referenceområderne til de enkelte havne blev udvalgt således, at de, så vidt det var muligt, lignede havnene med hensyn til fysisk belastning, salinitet, næringsstoffer og lysforhold. Makroalger blev identificeret til art eller nærmeste taksonomiske gruppe, og dækningsprocent for hver art/gruppe samt total biomasse blev bestemt. TBT-indhold i muslinger blev brugt som indikator for belastning af miljøfarlige stoffer. Similaritetsanalyser pegede på, at samfundssammensætningen af makroalger var forskellige mellem havne og referencestationer i alle seks områder. Den største del af forskellen skyldtes en mindsket dækning af skorpeformede alger i havne med høj belastning. Der var også en forskel i total biomasse mellem havne og deres referenceområder, hvor biomasserne oftest var lavere i havnene. Dette screeningsprojekt viste, at der er en risiko for, at miljøfarlige stoffer påvirker makroalgesamfund.

Summary

Harbours are well known hot spots for pollutants ranging from heavy metals to an assortment of organic pollutants including anti-fouling substances. This study was aimed at investigating whether these hot spots cause changes in macroalgae community structure, and if so, identify which algae are affected. Six harbours and six reference locations in Denmark were investigated. Care was taken to ensure that the reference area for each harbour had the same conditions with respect to physical disturbances, salinity, nutrient and light conditions. Macroalgae were determined to species or group, and the level of coverage for each species/group was visually judged, along with total biomass of macroalgae from each site. TBT in mussels from harbours and reference areas were used as an indicator of pollutant level. Similarity analysis showed that community composition in harbours was different from the reference area at all six locations. A large part of the difference between harbours and references was in all cases due to reduced cover of crust forming algae at the harbour sites with high TBT levels. The results also showed lower total biomass in harbour areas. Results from this screening project suggest that contaminants from harbours can effect macroalgae community composition.

1 Indledning

I betragtning af den meget tætte skibstrafik og store mængde lystbåde i de relativt lavvandede danske farvande, er der et stort behov for at få udviklet indikatorer for primærproducenter, der kan påvise tilstand og udvikling af uønskede effekter af miljøfarlige stoffer knyttet til skibstrafik og havne. Makroalgevegetationen er stedfast og har en generationstid fra måneder til år og er derfor velegnet til at integrere miljøeffekter over tid, hvis sådanne forekommer.

Der er valgt en tofaset strategi i udviklingsarbejdet med makroalger som indikatorer for miljøfremmede stoffer. Første indledende fase omfatter en screening af algesamfund omkring udvalgte havne og nærliggende egnede referenceområder i forskellige farvande. Såfremt resultaterne af screeningsundersøgelsen indikerer, at makroalgevegetationen responderer på belastningen af miljøfremmede stoffer, bør der efterfølgende i en fase 2 iværksættes kontrollerede forsøg med det formål at eftervise resultaterne af screeningsfasen samt at fastlægge sammenhæng mellem belastningsgrad og respons på algesamfund i udvalgte områder.

Denne rapport omhandler kun resultaterne af screeningsundersøgelserne, som er gennemført i et samarbejde mellem Århus Amt, Fyns Amt, Storstrøms Amt og DMU. Amterne har bidraget med finansiering, udvælgelse og pilotundersøgelser af undersøgelseslokaliteterne samt mandskab til det egentlige feltarbejde, som blev udført sammen med DMU. Laboratorieanalyser af indsamlede alge- og muslingeprover er gennemført af DMU.

1.1 Formål med screeningsprojektet

Formålet med screeningsprojektet var at påvise, om der er særlige dele af algesamfundenes struktur, som umiddelbart synes at være følsomme overfor effekter af toksiske stoffer fra havneområder. Tributyltin(TBT)-indholdet i blåmuslinger blev valgt som indikator for lokaliteternes belastning af de miljøfarlige stoffer, der er tilknyttet skibsfart og som i særlig grad findes omkring havneområder.

2 Baggrund

2.1 Miljøfarlige stoffer i havnemiljøer og deres virkning på marine alger

Havne udgør en punktkilde for belastning af havmiljøet med mange forskellige stoffer som tungmetaller, antibegroningsmidler til brug på skibe og forbindelser fra olieprodukter som fx PAH'er og PCB'er. Kendskabet til de forskellige stoffers og stofgrupperes påvirkning på miljøet, niveauet stofferne indvirker på samt selve måden, hvorpå de virker, vil kort blive gennemgået.

Antibegroningsstoffer i skibsmalinger er udviklet med det formål at forhindre begroninger af dyr og alger og indeholder oftest biocider (TBT, Irgarol, Sea-Nine, zinkpyrithione m.fl.). For primærproducenterne er der påvist akutte effekter af alle biocider på planktonarters fotosyntese og tilvækst. Endvidere er det vist for TBT, Sea-Nine og Irgarol, at planktons samfundsstruktur ændrer sig ved langtidspåvirkning.

For makroalger er videngrundlaget om effekter af antibegroningsstoffer i miljøet yderst mangelfuldt. For Irgarol findes en undersøgelse af effekter på makroalgen tarm-rørhinde (*Enteromorpha intestinalis*) (Scarlett et al. 1997). Dog kan det forventes, at disse antibegroningsstoffer har den samme virkningsmekanisme hos makroalger som hos fytoplankton, men makroalger kan også have andre beskyttelsesmekanismer.

2.1.1 Tributyltin (TBT)

TBT er forkortelsen for tributyltin, som har været anvendt som antibegroningsmiddel i skibsmalinger siden 1950'erne. I 1991 blev TBT forbudt i bundmaling på skibe under 25 m i bl.a. EU. I oktober 2001 blev et internationalt forbud mod anvendelse af TBT for alle skibe vedtaget – den såkaldte Antifoulingkonvention (IMO 2002). Når konventionen træder i kraft, vil det fra 2003 være forbudt at påsmøre TBT-holdige bundmalinger, og fra 2008 må der ikke mere være TBT som aktivt stof på skibe.

Alle EU-lande forventes at undertegne konventionen, og der planlægges et dansk anløbsforbud for skibe, hvis der er påført TBT efter 2008. Fartøjer fra lande, der ikke har undertegnet konventionen, vil fortsat kunne bruge TBT-holdige bundmalinger i internationale farvande indenfor EU.

TBT har en generel virkningsmåde på alle organismer, idet forbindelsen dels transporterer ioner gennem membraner og dels binder sig til visse typer af proteiner, hvorved proteinernes funktion bliver forstyrret. TBT er en positivt ladet ion, som danner komplekser med negative ioner (Cl⁻, OH⁻ osv.). Disse komplekser kan gøre, at TBT bliver mere hydrofobt og derfor nemt kan transporteres gennem membraner. Når TBT transporterer OH⁻, hvilket er et stærkere kompleks end med

Cl⁻, ind i cellens mitochondrier forstyrres protongradienten her, hvorved energiproduktionen hæmmes. Organismens svar på den kemiske påvirkning er at forsøge at kompensere for tabet. Hos planktonalger kan dette fx indebære dannelse af mere klorofyl (greening effect). TBT binder sig også til svovlholdige proteiner. Denne binding kan have andre effekter på cellens metabolisme afhængigt af hvilke proteiner, der er ramt. Her kan cellens forsvar være at øge produktionen af disse proteiner. På længere sigt er effekten en mindsket energiproduktion, samt at væksten mindskes. Hvor lang tid der går, inden effekten kan registreres, er bl.a. afhængig af plantens fysiske tilstand, tilgængelighed af næringsalte og andre stressfaktorer.

Følsomheden for TBT varierer mellem forskellige organismer, som er undersøgt, afhængig af faktorer som evnen til at metabolisere TBT og forsvarsstrategier mod forstyrrende stoffer generelt. Det betyder, at visse arter er mere tolerante overfor TBT end andre. Indenfor en population er der også forskelle i tolerance. I en population, som i lang tid har været påvirket af et stof, sker der en selektion imod mere tolerante individer.

De fleste undersøgelser af TBT's giftighed på primærproducenter har været udført med fytoplankton. I disse undersøgelser har man påvist effekter på fotosyntese og på samfunds tilvækst ved meget lave vandkoncentrationer (nmol TBT/l). Videre har man påvist forandringer i fytoplanktonsamfund samt toleranceudvikling både ved engangseksponering i eksperimentelle systemer samt ved direkte eksponering i miljøet.

2.1.2 Sea-Nine, Zineb og ZPT

Andre antibegroningsstoffer, der bliver brugt i Danmark, er bl.a. Sea-Nine, zink pyrition (ZPT) og Zineb. Sea-Nine og ZPT påvirker planktonalger ved samme koncentrationer som TBT, og det er også vist, at Sea-Nine medføre toleranceudvikling i fytoplanktonsamfund. Der er p.t. ikke lavet nogle langtidsforsøg med ZPT.

2.1.3 Kobber

Kobber indgår hyppigt som en komponent i skibsmalinger sammen med et af de ovennævnte stoffer. Kobber er derfor et af de tungmetaller, der forekommer i høje koncentrationer i havne sammen med bl.a. zink, bly og tin. Kobber og zink er essentielle metaller for alger, men er også toksiske i forhøjede niveauer. Tilgængeligheden af metaller er afhængig af saltholdigheden og mængden af organisk stof. Overskud af metaller interfererer med proteiner i organismer, hvorved proteinernes funktion forstyrres.

2.1.4 Polyaromatiske forbindelser (PAH'er)

Visse PAH'er er toksiske i sig selv, mens andre først bliver toksiske, når de metaboliseres i organismen. De lette PAH'er er mest akut toksiske, hvorimod de tunge forbindelser først har en påvirkning efter en tid.

Polyaromatiske kulbrinter har en anden toksisk effekt end TBT. Metaboliseringen indebærer ofte dannelse af frie radikaler, der påvirker DNA-forbindelser, men også andre makromolekyler, som fx proteiner, kan skades. Ved påvirkning af sollys kan radialdannelsen ske udenfor cellen, hvilket har vist en øgning af PAH'ers toksicitet på mellem 12 og 50.000 gange.

PCB'er

PCB-forbindelser er svært nedbrydelige klorerede organiske forbindelser, der kan akkumuleres i organismer. På samme måde som med PAH'er er det oftest selve nedbrydningsprodukterne, der er toksiske bl.a. gennem radikaldannelse i cellen. Radikalerne påvirker både DNA og andre makromolekyler.

2.2 TBT i muslinger som foreningsmarkør

I denne undersøgelse blev TBT-indholdet i muslinger valgt for at vurdere belastningen af stoffer fra havnene af to årsager. Dels er det vist, at havne er en punktkilde, hvorfra en gradient af TBT ud fra havnen kan spores, og dels viser TBT-indholdet direkte belastningen af antibegroningsmidler fra diffuse kilder i farvandet. Gradienten ud fra havnen kan også spores ved brug af de TBT-specifikke biomarkøren inter- og imposex i snegle. Muslinger integrerer belastningen over måneder til år, hvilket er en relevant tidsramme for makroalger, hvorimod vand kun integrerer belastningen over timer. Sediment er i denne sammenhæng ikke relevant, da undersøgelsen kun omfatter hårdbundsmiljøer.

2.3 Makroalger som indikatorer

Danske farvande er karakteriseret ved meget tæt skibstrafik og mange lystbåde i relativt lavvandede områder. Der er et stort behov for at få udviklet indikatorer for primærproducenter, der kan påvise tilstand og udvikling af uønskede effekter af miljøfarlige stoffer knyttet til skibstrafik og havne. Makroalgevegetationen er stedfast og har en generationstid fra måneder til år og er derfor velegnet til at integrere miljøeffekter over tid, hvis sådanne forekommer.

Makroalgesamfund i danske farvande struktureres af en række naturgivne såvel som menneskeskabte faktorer. Saltholdigheden spiller en meget væsentlig rolle for antallet af makroalger, man kan finde i et givent område og for udviklingen og det indbyrdes dominansforhold mellem arterne. I *Nielsen et al. (1995)* dokumenteres det således, at det samlede registrerede artsantal faldt fra 342 i Kattegat til 299 i Bælthavet og videre til 182 i området omkring Kiel Bugt i den vestlige Østersø. Ændringer i algernes dominansforhold er fx beskrevet i *Dahl et al. (2001)* Effekten af lysniveauet er en anden meget væsentlig strukturerende faktor. Lysudslukningen har væsentlige naturgivne komponenter som følge af dybden algerne vokser på og mængden af opslæmmede uorganisk materiale i vandsøjlen. Sidstnævnte faktor afhænger igen af det fysiske stress på en given lokalitet kombineret med bundens beskaffenhed i nærområdet. Lysudslukningen er imidlertid også afhængig af eutrofieringsniveauet, som har indflydel-

se på mængden af organisk materiale i vandsøjlen. Fysisk stress i form af bølger eller is kan også forårsage direkte effekter på algevegetationen i form af afrivning eller omlejrede sten, som algerne er fasthæftet til. Af andre mulige strukturerende faktorer for algesamfund kan nævnes græsningstryk, årstid, skader fra fiskeri med slæbende redskaber, tilgængelighed af næringssalte og – som vi her vil undersøge – også miljøfarlige stoffer.

Den samlede makroalgevegetation har vist sig meget velegnet som indikator for vandkvaliteten på stenrev i Kattegat. Her responderer vegetationens udbredelse signifikant med år til år variationer i næringssalttilførslerne fra land og luftbaserede kilder (*Dahl et al. 2001*).

På grund af de mange faktorer, som kan influere på makroalgernes vækst og artssammensætning, er udvikling og afprøvning af indikatorer baseret på alger ikke en let opgave. Perspektiverne med identifikation af egnede stedfaste indikatorer inden for primærproducenter er imidlertid så gode, at et udviklingsarbejde er påbegyndt med dette projekt og et lignende omfattende marine blomsterplanter.

Det er vigtigt at gøre sig klart, at algesamfundets respons på miljøgifte ikke nødvendigvis behøver at være ens fra havn til havn, som følge af forskelle i naturgivne og andre menneskeskabte strukturerende parametre – herunder også forskelle i forureningsmønstre mellem havne. Det kan også tænkes, at de responser, som evt. registreres, ikke nødvendigvis afspejler niveauforskelle i belastningen, da der også kan være et samspil med de andre strukturerende faktorer. De mulige effekter, som sandsynliggøres ved screeningsprojektet, bør derfor eftervises under kontrollerede forsøg.

3 Indsamlingslokaliteter og data

3.1 Valg af undersøgelsesområder og tidsrum

Århus Amt, Fyns Amt og Storstrøms Amt skulle i alt udpege seks havne hver med en tilhørende referencestation, hvor undersøgelserne skulle finde sted. Hver havn og tilhørende referenceområde betegnes efterfølgende samlet som en lokalitet. Lokalteterne skulle fordeles med to i hvert amt.

Som udgangspunkt for udvælgelse af indsamlingsstationer og indsamling af data blev der forud for undersøgelserne opstillet fælles kriterier, som skulle opfyldes i videst mulig omfang.

Fælles for alle de valgte havne og deres referencestationer:

- Dataindsamlingen skulle gennemføres i juni måned i uge 23 og 24.
- Lokalteterne skulle så vidt muligt placeres på sydvendte ydermoler for at undgå skyggeeffekten af havnemolerne og for at have samme eksponering som referencelokaliteterne.
- Stenstørrelser (målt som horisontalt eksponeret overflade) på 30-40 cm skulle være til stede og anvendes som indsamlingsenhed.
- Størrelsen på muslingerne i havne og referenceområder skulle være 30-40 mm, som foreskrevet i NOVA retningslinierne.
- En fælles indsamlingsdybde for alle havne med tilhørende stationer ville være mest optimal.

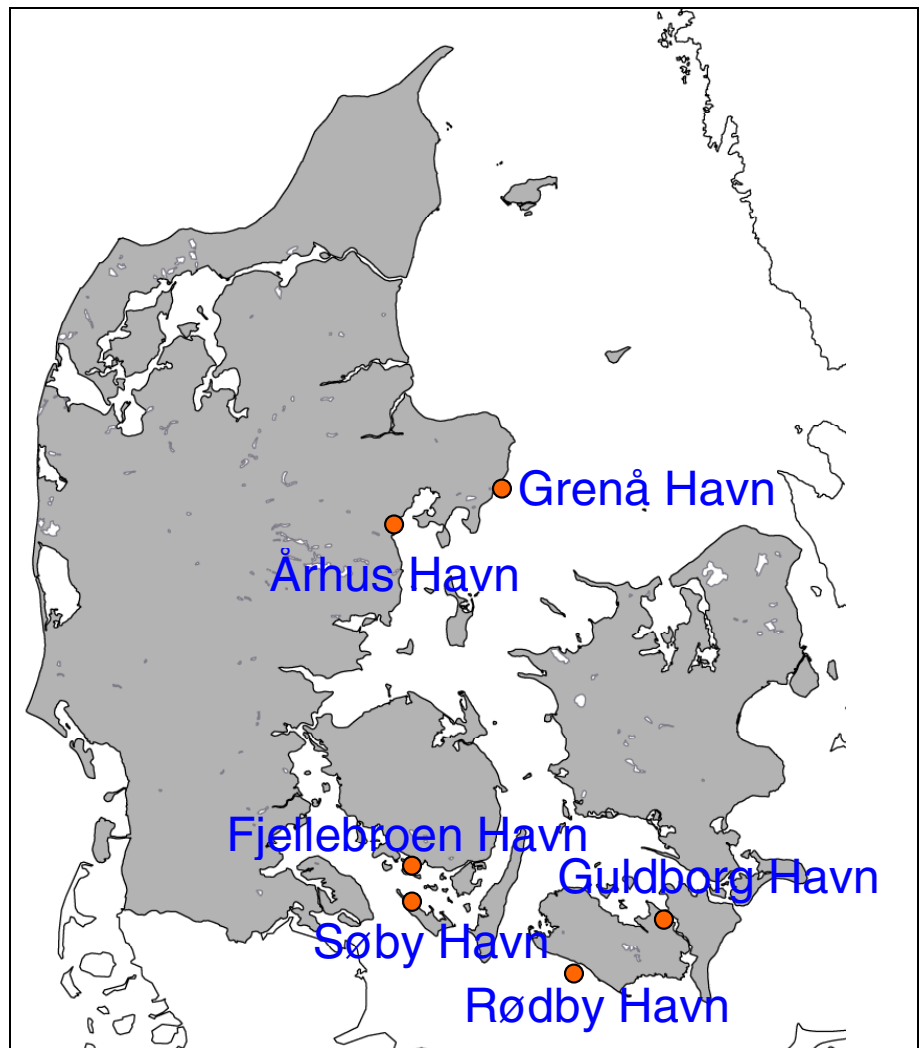
Og følgende forhold skulle tilstræbes at være ens mellem den enkelte havn og det tilhørende referenceområde:

- Størst mulig lighed i bølgestress (orientering og eksponering), sedimentpåvirkning, næringssaltbelastning, lysnedtrængning, salinitet, stenstørrelse (minimum 30-40 cm i gennemsnitlig diameter) og de enkelte stens placering (fx stenmoler og høfder).

Nærliggende lokale "kilder" til næringssalte og ferskvand (vandløb, spildevand, fiskeri affald m.m.) burde således undgås i videst muligt omfang, for at undgå "eutrofieringseffekter" og salinitetseffekter på algevegetationen, som er forskellige mellem havnen og referencelokaliteterne.

Det endelige valg af indsamlingsdybde og stenstørrelser for indsamling af vegetationsdata skulle fastlægges på baggrund af pilotundersøgelser, som imidlertid kun kunne gennemføres i Århus Amt og Fyns Amt.

Amternes valg af undersøgelseslokaliteter fremgår af *figur 1*.



Figur 1 Indsamlingslokaliteter i henholdsvis Århus Amt, Fyns Amt og Storstrøms Amt.

3.2 Dataindsamling

3.2.1 Indsamlingsperioder, dybder og lokalitetsbeskrivelser

På grund af lange perioder med kraftig vind i den planlagte indsamlingsperiode, kombineret med andre opgaver for Storstrøms Amts og DMU's medarbejdere i det efterfølgende tidsrum, blev indsamlingen ved Rødby lokaliteten først foretaget i september måned. Alle øvrige indsamlinger blev foretaget inden for 14 dage i juni måned.

Indsamlingsdybden for algevegetation blev forud for undersøgelsen sat til 1,5 m på lokaliteterne. Det blev også planlagt at indsamle vegetationsdata på 2,0 m dybde på referencestationerne for at have et referencegrundlag for et lavere lysniveau, som evt. kunne være til stede ved havneområdet sammenlignet med referenceområdet.

Under feltarbejdet kunne denne indsamlingsstrategi ikke altid gennemføres pga. manglende sten på de planlagte vanddybder på referencestationerne. På nogle lokaliteter blev der i stedet for to indsamlinger på referencestationen gennemført to indsamlinger på havne-

stationen. Andre forhold viste sig også at afvige fra de forud fastsatte udvælgelseskriterier, ligesom biologiske forhold medførte ad hoc ændringer i dataindsamlingen. I det følgende er indsamlingslokaliteternes havne og referencestationer kort karakteriseret, og de sted-specifikke dataindsamlinger overordnet beskrevet.

Grenå

Grenå havns midterste stykke af den nordlige østvendte mole var udpeget som undersøgelsesstation. Molen var anlagt for ca. 8 år siden. Det viste sig, at rurer stort set helt dækkende molestenene og derfor konkurrerede med algevegetationen – og ikke mindst den skorpeformede vegetation – om pladsen. I stedet for at gennemføre indsamlinger på to vanddybder blev der lavet en anden indsamlingsstation lige inden for det sydlige molehoved på nordsiden. Kalkgrunden ved Fornæs blev anvendt som referenceområde. Det var svært for dykkeren at skelne sten fra kalkgrund pga. det meget tætte og utroligt veludviklede algevegetation. En del prøver viste sig efter algeindsamlingen at være foretaget på kalkflader og ikke på sten.

Århus

Århus havns station var placeret på den nordlige østvendte havnemole lige inden den går mod vest. Vanddybden var ca. 7 m neden for molen. På grund af kraftig tiltagende vind blev der kun indsamlet algedata på 1,5 m dybde. Referencestationen var placeret på høfder ved Varna. Vanddybden ved høfdernes yderste og dybeste punkt, hvor dataindsamlingen blev gennemført, var ca. 1,4 m. De sten, der indgik i undersøgelsen, lå derfor ved overgangen til sandbunden, og det kan ikke udelukkes, at algevegetationen har været udsat for en markant sedimentbelastning under sydlige, østlige eller nordlige vindforhold. Bygningen af høfder indikerer, at erosion og sedimentvandring tidligere har været et alvorligt problem på referencestationen.

Fjellebroen

Fjellebroen havn ligger godt beskyttet i en mindre bugt. Det var ikke muligt at finde sten i referenceområdet på den passende dybde. Undersøgelserne på lokaliteten blev derfor gennemført på 1 m dybde i stedet for og med en ekstra indsamling i havnen på 0,7 m dybde.

Søby

Søby havns station var placeret på østsiden af et lille høfte anlagt lige uden for havneindsamlingen. Referencestationerne var placeret på en stenet havbund øst for Søby.

Guldborg

Guldborgs vestlige havns mole bestod af et åbent boldværk. I stedet for molesten blev undersøgelsen gennemført på nærliggende sten placeret delvist under den øst-vest orienterede bilbro ca. 15 m fra havnemundingen. Stationens lysforhold var påvirket af broen og aktuelt også af store drivende trådalger, som forekom omkring havnen og broen på undersøgelsestidspunktet. Stensætningen ved Guldborgtunnelen udgjorde referenceområdet. Kun sten nederst ved stensætningen havde den rigtige dybde. Den omliggende bund var meget

mudret, og en sedimentpåvirkning kan ikke udelukkes under selv moderate vindforhold.

Rødby

Rødby havns sydvendte østlige mole blev anvendt som indsamlingslokalitet ca. 15 m fra molehovedet. Det lange stendiget øst for havnen blev anvendt som referenceområde. Det viste sig desværre efterfølgende, at et rensningsanlæg gennemsnitligt udleder 3.600 m³ spildevand pr. døgn direkte ud fra diget i området mellem havnen og referencestationen. Effekten af spildevandet formodes at være størst i referenceområdet, som både er mere lavvandet og som vil få tilført spildevandsopblandet overfladevand ved vestlige vinde.

En samlet oversigt over indsamlingsdybder, tidsrum og afstande mellem havneindsamlinger og referenceindsamlinger fremgår af *tabel 1*. Positionstabel findes i *Bilag 1*.

Tabel 1 Indsamlingshavne, indsamlingstidspunkt, afstand mellem havn og referencestation samt antal delprøver fordelt på indsamlingsdybder i havne og referencestationer. * indikerer at afstanden til nærmeste kilde for miljøfarlige stoffer fra havne er væsentlig mindre, idet Marselisborg havn ligger væsentlig tættere referenceområdet end den undersøgte mole i trafikhavns nordende.

Lokalitet	Indsamlingstidspunkt (2002)	Afstand mellem havn og referencestation (m)	Antal prøver og prøvedybder i havne	Antal prøver og prøvedybder i referenceområder
Grenå	17. juni	2100	5 stk. på 1,5 m (nordmole) 6 stk. på 1,5 m (molehoved)	8 stk. på 1,5 m
Århus	18. juni	6000*	7 stk. på 1,5 m	7 stk. på 1,4 m
Fjellebroen	11. juni	500	8 stk. på 0,7 m 8 stk. på 1,5 m	8 stk. på 0,7 m
Søby	12. juni	1100	8 stk. på 1,5 m	8 stk. på 1,5 m 8 stk. på 2,0 m
Guldborg	4. juni	4600	8 stk. på 1,4 m	8 stk. på 1,3 m
Rødby	13. september	850	7 stk. på 1,0 m 8 stk. på 1,5 m	8 stk. på 1,5 m

Indsamling af makroalgedata og faunadata

Algesamfund og tilhørende hårbundsfauna blev beskrevet vha. skønnede arts eller artsgruppes specifikke dækningsprocenter for makroskopiske arter på de enkelte voksesteder. Undersøgelsen blev gennemført ved dykning af en biolog med stor taksonomisk erfaring. Det var tilstræbt, at indsamle mindst 8 replikate prøver på hver undersøgelsesstation, men det var ikke altid muligt pga. tidspres. Efter beskrivelsen af alge- og faunadækningerne blev algebiomasserne indsamlet på de enkelte prøveflader. Indsamlingerne omfattede ikke skorpeformede alger. Indsamling af skorpeformede alger kan ikke gøres i felten uden at medtage stenene, de sidder på. Stenene i denne undersøgelse var generelt alt for store til indsamling.

Ved Guldborg lokaliteten var det svært at finde sten svarende til det fastlagte størrelsesinterval eller større. Ved de andre 5 lokaliteter var

det muligt at anvende en ramme på større sten som prøvefelt frem for en given stenstørrelse for næsten alle delprøver. Rammen bestod af en cirkel med 35 cm i diameter, hvilket giver et areal på 962 cm². Kun i 3 tilfælde blev der anvendt sten som indsamlingsenhed på disse 5 lokaliteter. Her blev stenenes "længde og bredde og højde" målt, efter at algebiomassen var indsamlet. Stenenes "areal på bunden" (ikke deres overflade) blev estimeret på baggrund af en diameter, bestemt som gennemsnittet af "længden og bredden" på stenen ($(\text{gennemsnitlig } D/2)^2 \cdot \pi$). Stenenes "areal på bunden" blev anvendt som arealparameter, da også rammer lagt over en rund sten ser bort fra stenoverfladens faktiske overflade areal.

Ved Guldborg lokaliteten blev hovedparten af prøverne indsamlet på sten som varierede fra +15 til – for en enkelt prøves vedkommende – -60% af rammearealet. I de 3 tilfælde på de andre lokaliteter var stenenes areal 15-30% større end det anvendte rammeareal.

3.3 Indsamlinger af blåmuslinger til TBT-bestemmelse

I de tilfælde hvor der var to referencestationerne eller to havnestationer, er de – med én undtagelse – så tæt placeret, at TBT-belastningen på de to dybder blev antaget at være ens. Ved Grenå lå de to stationer ved havnen så langt fra hinanden, at det blev fundet tilrådeligt at indsamle muslinger fra begge steder.

Der blev indsamlet 3 replikate blåmuslingeprøver bestående af mindst 20 muslinger til TBT-analyse ved henholdsvis referencestationen og havnestationen. Muslingerne i hver delprøve blev tilstræbt indsamlet så tæt på hinanden som muligt og delprøverne så vidt mulig lidt fra hinanden. Såfremt det kunne lade sig gøre, blev muslingerne indsamlet på 1,5 m dybde, men ved Grenå, Guldborg og Rødby kunne tilstrækkelig med muslinger kun findes på ca. 10-30 cm vanddybde mellem stenene både på reference- og havnestationerne.

Størrelsen af muslingerne viste sig også at være et problem, idet der kun enkelte steder fandtes muslinger i det rette størrelsesinterval. Det blev derfor tilstræbt at indsamle muslinger, som havde samme størrelse i et havneområdet og det tilhørende referenceområde.

3.4 Dataoparbejdning

Algeprøver

De indsamlede algeprøver blev gennemset i laboratoriet og artslisterne fra felten blev korrigeret for enkelte fejlbestemmelser. Herefter blev algerne samlede biomasse bestemt både som tørvægt og som kulstofbiomasse. I de 3 tilfælde, hvor algebiomasser blev indsamlet uden brug af ramme, er biomassen efterfølgende reduceret/forøget forholdsmæssig til et areal svarende til rammernes på 962 cm².

Måling af TBT

Muslingerne depureredes natten over, inden de blev dissekeret. Der blev målt vådvægt og tørvægt af kødet samt vægt og længde af skal-

lerne. Muslingekødet blev udtaget af alle muslinger, findelt, blandet og ca. 2 g våd kødvægt udtaget til videre analyse. TBT, DBT og MBT blev ekstraheret fra matrisen ved at tilsætte syre til prøven under ultralydsbehandling. Intern kvantificeringsstandard (tri-propyl-tin, TPT) blev tilsat prøverne samtidigt med syren. Efter ultralydsbehandling blev pH justeret, TBT blev etyleret med tetra-bor-etyl og overført i en pentanfase. Detektionen og kvantificering skete ved analyse på GC med pulserende flammefotometrisk detektion (GC-PFPD) (Jacobsen *et al.* 1997).

3.5 Dataanalyse

Statistiske analyser af artssamfund blev gennemført på de beskrevne dækningsprocenter fra de individuelle sten med henblik på at identificere følsomme arter. Faunaen blev udeladt af analyserne, men indgik som en forklaringsvariabel i et enkelt tilfælde, hvor pladskonkurrence mellem alger og fauna var åbenlys – som fx ved Grenå havn.

De statistiske analyser af artssamfund er foretaget med statistikpakkerne PRIMER (Carr 1997). PRIMER er et non-parametrisk multivariat statistikprogram designet til behandling af artssamfund uden krav til specifikke fordelingsmønstre. Sammenligninger mellem prøvesæt er baseret på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray & Curtis 1957), hvor signifikansniveauet beregnes med proceduren ANOSIM (Analysis of similarity), som er en parallel til en almindelig variansanalyse (ANOVA). Ud over at beregne signifikansniveauer angiver analysen også en Global R-værdi som indikation på, hvor ens de testede prøvestørrelser er. Global R varierer i praksis fra 0 (ingen forskel) til 1 (helt forskellig). Negative Global R-værdier ned til -1 kan også forekomme, hvis de enkelte delprøver i et prøvesæt er mere lig delprøver i andre prøvesæt end delprøver i eget sæt. Global R-værdien er interessant, fordi man med store datasæt kan finde små signifikante forskelle, som ikke har mening i biologisk sammenhæng. Ligheder (similariteter) mellem de enkelte delprøvers algesammensætning kan visualiseres i et såkaldt MDS-plot og tilsvarende kan man beregne forskelle (dissimilariteter) mellem de enkelte grupper af prøver. Stressværdien, der angives i forbindelse med plottene, er et udtryk for, hvor godt data kan visualiseres i 2 dimensioner. Stressværdier under 20 er acceptable, og under 10 er de gode.

I PRIMER-programmet er det muligt at transformere data, således at sjældne arter vægtes højere i analyserne på bekostning af meget hyppige. Sådanne transformationer er almindelige i blødbundsanalyser, hvor enkelte arter kan optræde i tusindtal. I denne analyse har vi valgt ikke at transformere data. Vægten i dataanalyserne er derfor lagt på de almindelige og dominerende arter, skønt der også vil være et bidrag fra de mere sjældne.

En lokalitets artsrigdom afhænger oftest af prøveantallet. Et god metode til at beskrive artsdiversiteten er derfor at udregne en "Species area" kurve, som baseres på permutationer af de enkelte delprøvers artsantal. Kurven beskriver en estimeret forventelig artsdiversitet ved et givent antal prøver. Metoden har som forudsætning, at delprøvernes

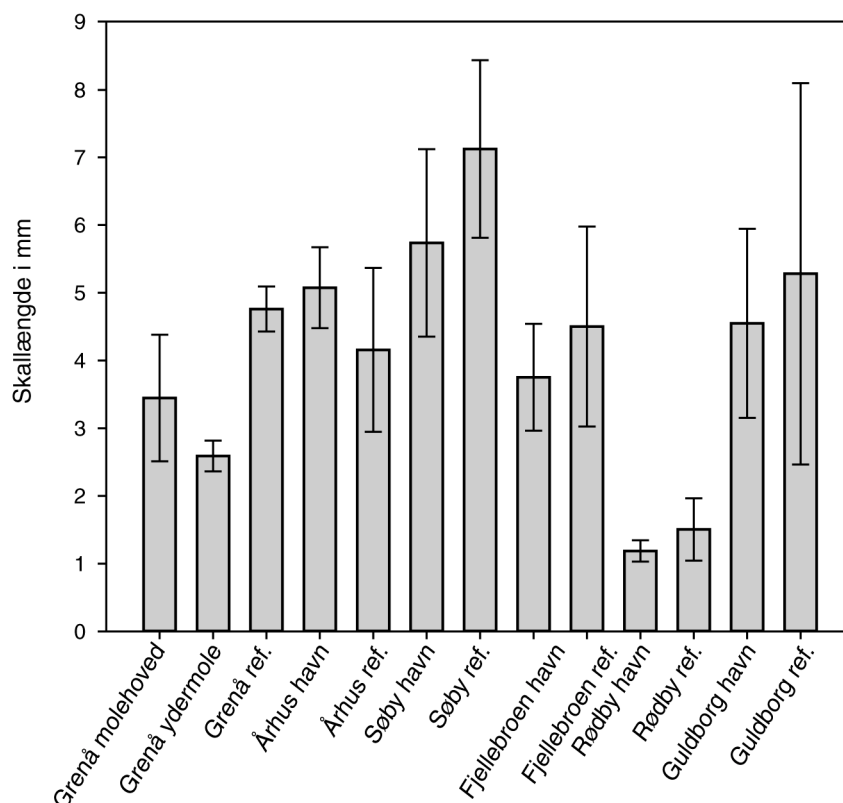
areal er ens. De afvigelser i arealet, der var ved brug af sten i stedet for rammer som indsamlingsareal, har vi set bort fra.

Resultaterne af de multivariate analyser, enkelte arters forekomst og biomasseopgørelserne blev sammenholdt med TBT-belastningerne i blåmuslingerne.

4 Resultater

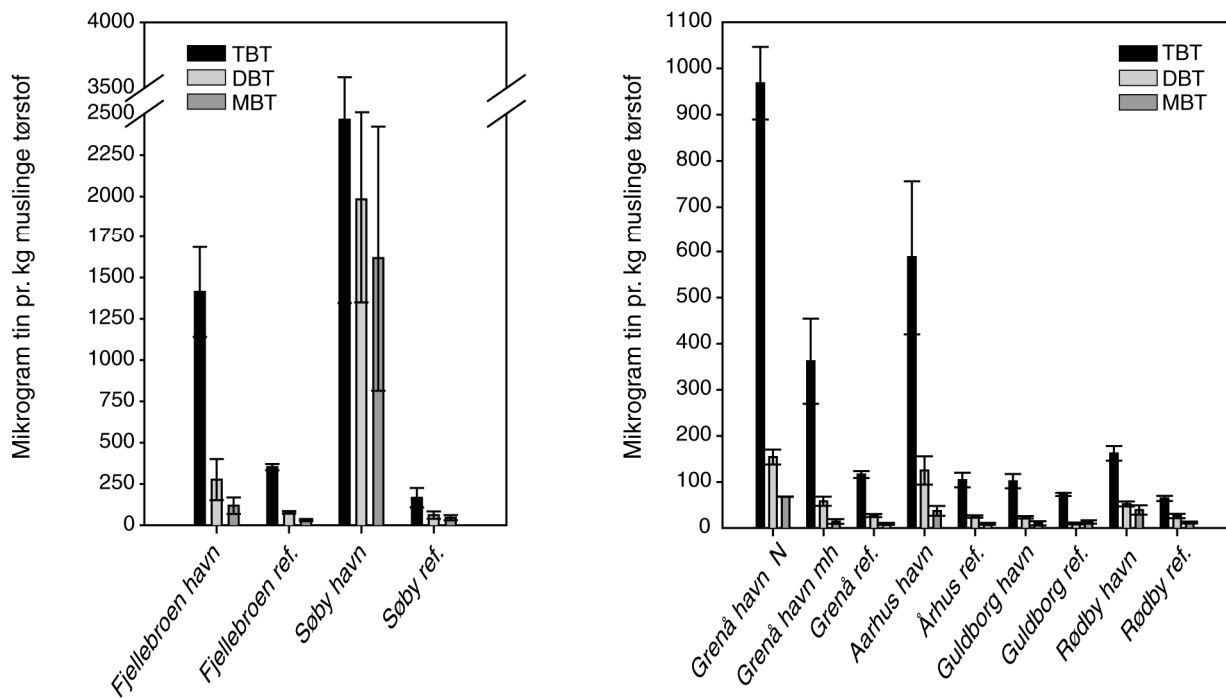
Muslingers indhold af TBT og TBT's nedbrydningsprodukter

Der var en god sammenhæng mellem de analyserede muslingers størrelse fra de enkelte havne og deres tilhørende referenceområde. Dog var de indsamlede muslinger for en stor del af stationernes vedkommende enten mindre eller større end foreskrevet i henhold til NOVA retningslinierne (Figur 2), da der ikke fandtes muslinger i det rette størrelsesinterval.



Figur 2 Blåmuslingers gennemsnitlige skallængde og standardafvigelsen på gennemsnittet for delprøver indsamlet i havne og i tilhørende referenceområder.

Muslingernes TBT-indhold varierede betydeligt fra lokalitet til lokalitet og mellem havne og referenceområder (Figur 3). Alle muslinger indsamlet i havne havde et højere TBT-niveau end deres respektive referenceområder (Figur 3). Det største indhold af TBT fandtes i muslinger indsamlet ved Søby havn og herefter i Fjellebroen havn. Begge steder var indholdet betydeligt større end indholdet fra de meget større trafikhavne og værftshavne i Århus og Grenå. TBT-niveauet ved Søby og specielt Fjellebroens referenceområder var også meget høje og overgik endda niveauet ved havnene ved Rødby og Guldborg. Fjellebroens referenceområde havde således et TBT-indhold i muslingerne, der lå en faktor 2 til 3,5 højere end muslinger indsamlet i Rødby og Guldborg havne. At betragte områderne som "referenceområder" viste sig derfor misvisende og bør derfor kun betragtes som mindre belastede områder.

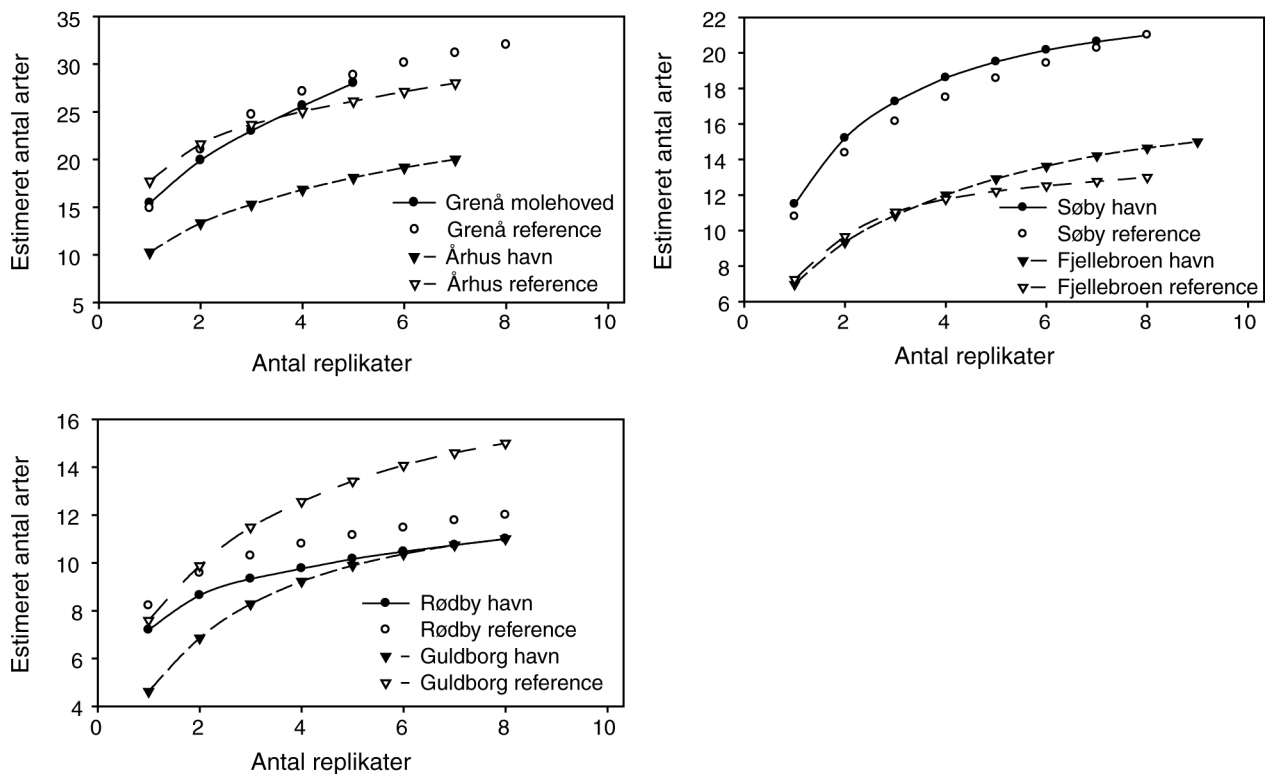


Figur 3 Blåmuslingers gennemsnitlige TBT-, DBT- og MBT-indhold i de forskellige havne og referenceområder. Standardafvigelsen på gennemsnittet er angivet på figurene.

Algesamfund

Det estimerede artsantal i havne og tilhørende referenceområder indsamlet i prøver på samme vanddybde var nogenlunde identisk i 4 ud af de 6 havne. For de to øvrige, Århus og Guldborg, gælder det, at referenceområdet har en større artsrigdom (Figur 4). Der er betydelige forskelle i artsantallet registreret fra hver af de 6 områder, der blev undersøgt. Artslister og arternes dækningsgrader fra de enkelte undersøgelsesområders delprøver fremgår af Bilag 2.

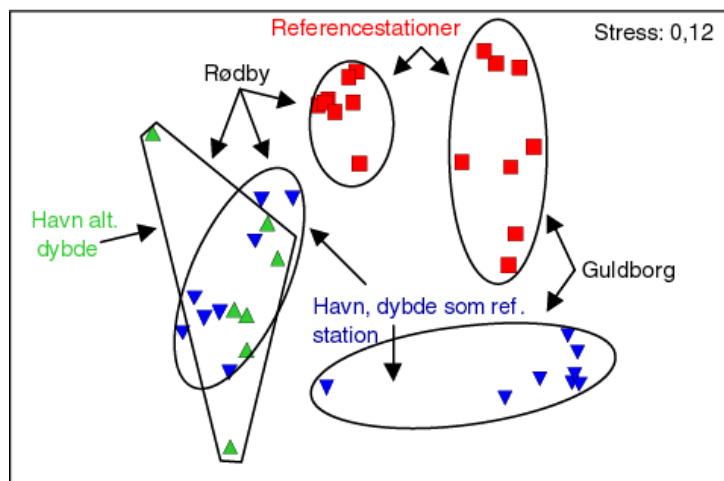
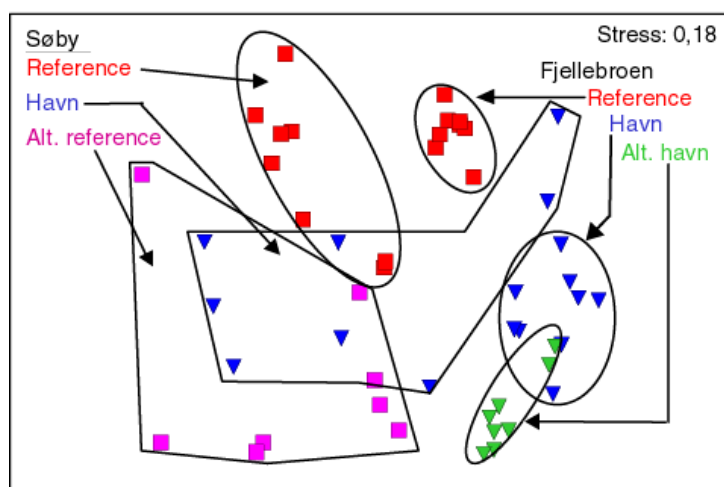
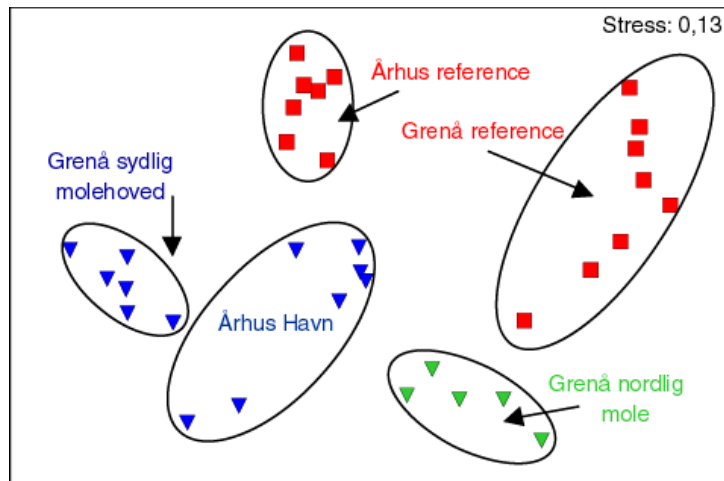
Markante forskelle mellem havne og de tilhørende referenceområder kan påvises med analyser af dækningsgrad af enkelte arter i de forskellige algesamfundene. En ANOSIM-test viste, at der var signifikante forskelle mellem samfund beskrevet ved havne og samfund beskrevet ved referenceområder (Tabel 2). De eneste algesamfund, som ikke kunne adskilles, var de to undersøgte dybder ved Rødby havn. De generelt høje Global-R værdier peger på, at forskellene er store mellem havneområder og de tilhørende referenceområder, hvorimod forskellene er mindre, når samfund fra forskellige dybder enten fra havneområder eller referenceområder sammenlignes. Forskellene mellem samfund fra havne og referenceområder er visualiseret med MDS-plot i Figur 5.



Figur 4 Artsantal som kan forventes fundet ved et given antal delprøver. Antallet er bestemt ved permutation, de såkaldte "species area kurver".

Tabel 2 One way ANOSIM-test for forskel i algesamfund mellem forskellige stationer.

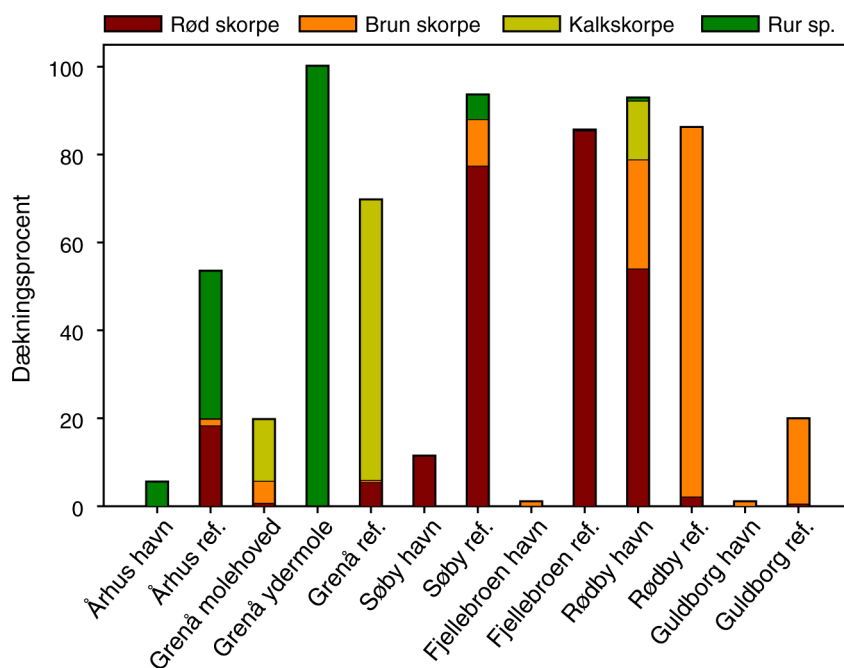
Område	Testede stationer	Signifikansniveau	Global R
Grenå	Havn (molehoved) 1,5 m – Havn (Nord) 1,5 m	0,2%	1,000
	Havn (molehoved) 1,5 m – Reference 1,5 m	0,1%	0,891
	Havn (Nord) 1,5 m – Reference 1,5 m	0,1%	1,000
Århus	Havn 1,5 m – Reference 1,5 m	0,1%	0,760
Fjellebroen	Havn 0,7 m – Havn 1,5 m	0,2%	0,504
	Havn 1,5 m – Reference 0,7 m	0,1%	0,968
	Havn 0,7 m – Reference 0,7 m	0,1%	1,000
Søby	Havn 1,5 m – Reference 1,5 m	0,1%	0,520
	Havn 1,5 m – Reference 2,0 m	1,2%	0,273
	Reference 1,5 m – Reference 2,0 m	0,2%	0,483
Rødby	Havn 1,5 m – Havn 2 m	9,0%	0,127
	Havn 2 m – Reference 1,5 m	0,2%	0,879
	Havn 1,5 m – Reference 1,5 m	0,1%	0,860
Guldborg	Havn 1,4 m – Tunnel 1,3 m	0,1%	0,711



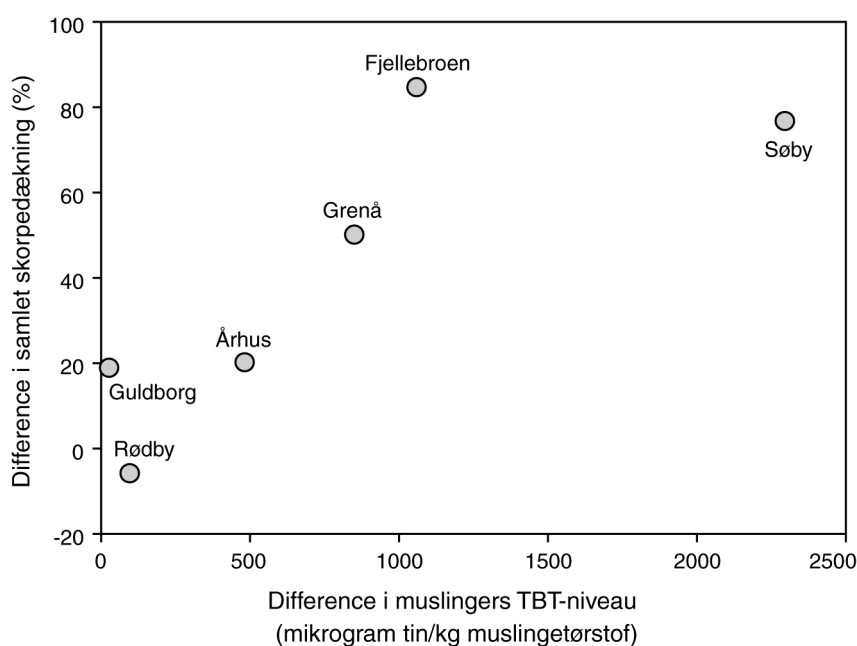
Figur 5 MDS-plot af algesamfund indsamlet ved forskellige havne og deres tilhørende referenceområder. Hver punkt repræsenterer et algesamfund fra en replikat. Afstanden imellem punkterne er et udtryk for hvor ens de enkelte prøvers samfund er. Stressværdien angiver, hvor vanskeligt det er at gengive samfundet i to dimensioner.

Et gennemgående træk i forskelle mellem algesamfund beskrevet for havnemolerne sammenlignet med referencestationerne er den udprægede mangel på skorpeformede alger i havneområderne. Den

eneste undtagelse er Rødby havn, hvor røde skorper dominerede ved havnemolen og brune dominerede på referencestationen. (Figur 6) I et andet tilfælde ved Grenås nordmole kan vi ikke med sikkerhed drage samme konklusion, idet samtlige stenoverflader var dækket af store rurer. Vi sammenholdt muslingernes belastning med TBT med den samlede forekomst af skorpeformede alger i Figur 7, idet den ene station ved Grenå havn, der var domineret med rurer, blev udeladt. Det ses, at der er et sammenfald mellem store forskelle i TBT-indhold bortset fra Rødby lokaliteten.



Figur 6 Gennemsnitlig dækning af rurer og skorpeformede alger fordelt på 3 typer på de undersøgte sten på havnestationer og referencestationer.

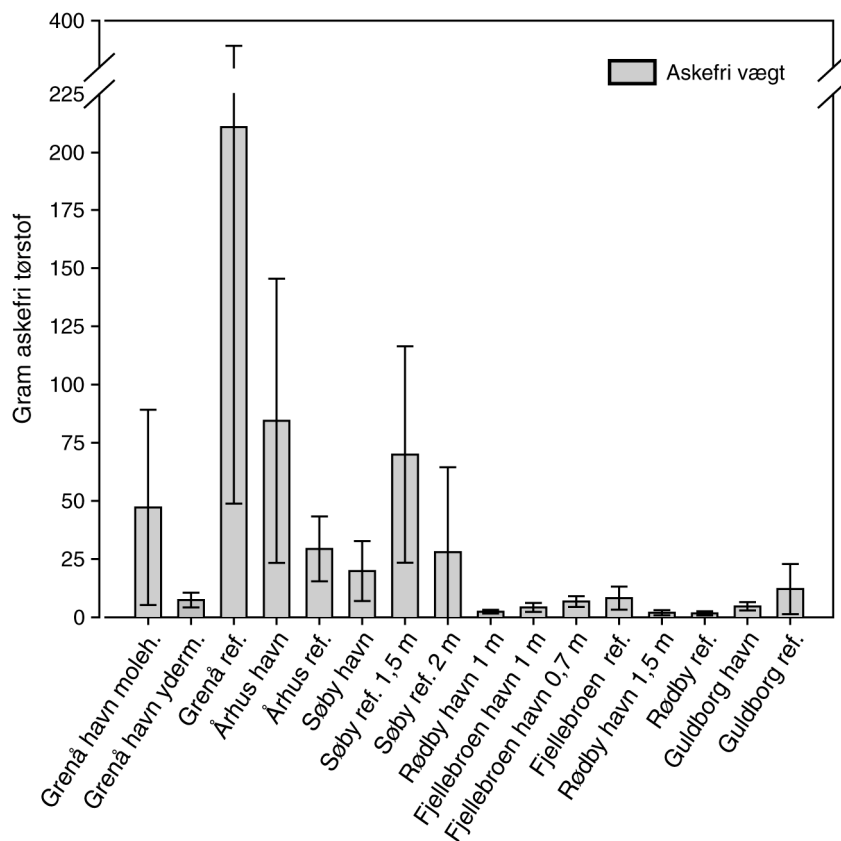


Figur 7 Forskellen mellem havne- og den tilhørende referencestations skorpedækning er plottet imod den tilsvarende forskel i blåmuslingers TBT-indhold. Der er kun anvendt data fra de stationer, hvor vegetationsdata er beskrevet for de samme dybder på havne- og referencestationen.

Makroalgebiomasser

Biomasserne opgjort som askefri tørvægt for de forskellige havne og deres referencestationer er vist i *Figur 8*. Der var meget store regionale forskelle med meget store biomasser ved Grenå referencestation og meget små ved lokaliteterne Rødby, Fjellebroen og Guldborg.

I 4 af de 6 viste lokaliteter, Grenå, Søby, Fjellebroen og Guldborg har referenceområderne større gennemsnitlige biomasser end de tilsvarende havneområder med samme undersøgelsesdybde. Omvendt var biomasserne større i Århus og ved Rødby på molerne end ved referencestationen. Variationen mellem prøverne er dog meget stor, hvilket også fremgår af figuren.



Figur 8 Gennemsnitlige biomasser og tilhørende standardafvigelser opgjort som askefri tørvægt for de undersøgte stationer i havne- og referenceområder. Standardafvigelserne er beregnet ud fra en antagelse om normalfordelte data, hvilket nok ikke er tilfældet for de stationer (Grenå, Århus og Søby), hvor store bladformede brunalger forekommer på nogle sten.

5 Diskussion

TBT-niveauet i blåmuslinger blev her anvendt som indikator for belastningsniveauerne fra havneområder, men skibsfart og andre kilder bidrager i øvrigt også med andre miljøfremmede stoffer til havmiljøet.

Det var ikke muligt at finde muslinger i det ønskede interval på 30-40 mm, bortset fra Grenå stationerne. Der var dog en god sammenhæng mellem muslingernes størrelse i havneområderne og deres størrelse i de tilsvarende referencestationer, hvilket er det væsentligste for vore analyser og fortolkninger.

I alle referenceområder var der målbare koncentrationer af TBT, og niveauet i enkelte referenceområder var højere end niveauet i havne fra andre områder, som også indgik i undersøgelsen. Det må derfor formodes at "referenceområderne" i de tilfælde også er påvirket af miljøfarlige stoffer, hvorfor effekter på algesamfundet ikke fuldt ud kan vurderes med de foreliggende data. Betegnelsen referenceområder viste sig derfor misvisende. De laveste niveauer af TBT i muslinger målt i NOVA-programmet i 2002 var ca. 20 µg/kg tørstof, hvori mod de laveste niveauer i denne undersøgelse var ca. 60 µg/kg tørstof ved referencestationen ved Rødby.

Muslingernes TBT-indhold ved Rødby havn var relativt lille på trods af en kort afstand mellem indsamlingsstationen og selve sejlløbet. Havnen er en vigtig trafikhavn, der besejles af store færger med korte tidsintervaller. En kontakt til Scandlines fik afklaret, at 4 af de 5 færger har sejlet med TBT-fri maling siden deres indsættelse på ruten i 1997. Den femte færge, et lastskib, sejler fortsat med TBT-holdig bundmaling frem til 2004, men har kun 3-4 afgangene i døgnet. I dette tilfælde var TBT formodentligt ikke en god indikator på havnens forureningsniveau med andre stoffer.

Analyserne af makroalgesamfund viste, at der var væsentlige og meget signifikante forskelle mellem havneområderne og deres tilhørende referencestationer. Ændringerne skyldes ikke så meget arts- eller artsgruppeantallet, som var stort set identisk mellem havn og referenceområde i 4 ud af de 6 undersøgte lokaliteter. Forskellene i analyserne skyldes derimod forskydninger i arternes indbyrdes dominansforhold. Især de røde og brune skorpeformede artsgrupper bidrog meget til forskellene på tværs af alle undersøgte havne med tilhørende referencestationer. De skorpeformede alger havde en meget lille forekomst i havneområder, undtagen i Rødby, hvorimod de var hyppige eller relativt hyppige på alle referencelokaliteter. På trods af at forskellen i belastningen med TBT ikke var meget forskellig mellem Rødby havn og referenceområde, var der en signifikant forskel mellem algesamfund på de to stationer. Hvorvidt det skyldes indflydelse af ferskvand fra det nærliggende rensesanlæg eller miljøfarlige stoffers virkning fra havn eller rensningsanlæg kan ikke vurderes i denne undersøgelse.

De skorpeformede alger er kendt for generelt at være tilpasset et miljø med lavt lys og deraf følgende langsom vækst. Det er meget muligt, at netop sådanne arter er særligt følsomme over for forstyrrelser i fotosyntesen og energiproduktionen forårsaget af TBT og andre biosider. I Rødby havn findes en meget veludviklet skorpeformet vegetation oven i købet med kalkinkrusterede arter, som her må vurderes at være nær den minimale salinitetsgrænse for denne gruppe af arter. Den lavere koncentrationen af TBT i Rødby, sammenlignet med de andre havne, indikerer, at TBT kan være årsagen til den mindre dækning af skorpeformede alger i de andre havne. Dog var der høj dækning af brun skorpeformet algevegetation ved Fjellebroens referencestation, selv om TBT-niveauet i blåmuslingerne også var relativt højt her. Da biomasserne af de øvrige opretstående alger generelt var lav ved Fjellebroens "referenceområde", må det formodes, at lysforholdene for de skorpeformede alger på stenenes overflader har været relativt gode. Det er muligt, at gode lysforhold kan kompensere for evt. effekter af TBT, hvilket bør undersøges nærmere.

Det er ikke kun de skorpeformede arters dækning, som varierer mellem havneområderne og deres referenceområder. Ofte er der tale om ganske væsentlige forskydninger i arters indbyrdes dominansforhold mellem havn og referenceområde. Det er imidlertid ikke muligt ud fra denne undersøgelse at pege på specielle arter, som bedre klarer miljøet omkring havne. Hertil var variationerne i de abiotiske faktorer som saltholdighed og eksponering nok alt for dominerende på de valgte undersøgelseslokaliteter.

Fordelingen af biomasser fulgte det overordnede mønster med høje værdier på lokaliteter med høj salinitet, men der var også forskelle inden for de valgte undersøgelseslokaliteter. Biomasserne var markant højere i referenceområderne ved Søby, Grenå og Guldborg, end det var tilfældet ved havnene, hvorimod det forholdt sig omvendt ved Århus. Den relativt lave biomasse ved Århus referencestation kan meget vel skyldes påvirkning af sediment på de sten, algeprøverne var indsamlet fra. På den anden side kan det ikke udelukkes, at den lavere biomasse i rammerne ved Guldborg Havn i forhold til referenceområdet skyldes en skyggeeffekt fra broen. Ved Fjellebroen og Rødby var biomasserne begge steder meget små og omtrent ens i referenceområderne og ved havnene. Der var ikke ressourcer til at undersøge de enkelte arters eller artgrupperes biomasse, hvilket kunne have givet et mere detaljeret billede af påvirkning.

6 Konklusion og perspektivering

På trods af at indsamlingsstationerne var mere heterogene end planlagt, blev der registreret markante ændringer i algesamfundene. Forskellene bestod især af reducerede forekomster af skorpeformet algevegetation samt forskelle i biomasser på de fleste lokaliteter, som indikerer, at miljøfarlige stoffer fra havneområder kan have en negativ effekt i havnenes nærområder.

På baggrund af screeningsprojektets resultater foreslås følgende strategier for videreudvikling og afprøvning af makroalgers egnethed som indikatorer for miljøbelastning fra skibsfart og havne:

- 1) En udvidet undersøgelse af makroalgesamfund ud fra en TBT-gradient fra en havn til et referenceområde, hvor TBT-belastningen er meget lav. Her bør et meget nøjagtigt valg af område overvejes for at sikre, at de kemiske og fysiske faktorer er konstante i gradienten. Det indebærer måske, at kun få områder er velegnede.
- 2) Settlings og omplantningsforsøg, hvor substrater med tilhørende algesamfund flyttes fra lavt belastede områder til havneområder og omvendt, hvorefter deres videre udvikling følges.
- 3) Laboratorieundersøgelser, hvor antibegroningsmidlers effekt på makroalger undersøges, dels i akut toksiske forsøg og dels i langtidsforsøg. Her bør indrages de mest brugte stoffer (TBT, Sea-Nine, ZPT og kobber) samt repræsentanter fra de forskellige algegrupper. Undersøgelserne kan både foretages med hvert stof for sig, for at vurdere deres indbyrdes giftighed overfor forskellige alger, samt i blandinger for at efterligne mere naturlige forhold. I langtidsforsøg er der mulighed for at påvise ændringer i samfundssammensætning samt detektere tolerance.

Tak til

Jørgen Erik Larsen, Christian A. Jensen, Dorte Frimann Hansen, Nanna Rask og John Anderson for fagligt indspil i forbindelse med formulering og planlægning af screeningsprojektet.

Lotte Knudsen, Nanna Rask og Jørgen Grønnemose fra Fyns Amt, John Anderson fra Storstrøms Amt samt Lars Yde og Jens Christensen fra Bio/consult for kompetent, konstruktivt og hyggeligt samarbejde under indsamlingskampagnen.

Steffen Lundsteen for dykkerarbejde og oparbejdning af algeprøver i laboratoriet.

Nanna Rask, Lotte Knudsen, Christian A. Jensen, Dorte Frimann Hansen og Svend Aagaard for faglige kommentarer under rapportens tilblivelse.

7 Referencer

Bray, J.R. & Curtis, J.T. 1957: An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. – *Ecological Monographs* 27: 325-349.

Carr, M.R. 1997: PRIMER User Manual. Plymouth Marine Laboratory.

Dahl, K., Hansen, J., Helmig, S., Nielsen, R. & Larsen, H.S. 2001: Naturkvalitet på stenrev. Hvilke indikatorer kan vi bruge? Danmarks Miljøundersøgelser. 130 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 352. Findes på: http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR352.pdf

Jacobsen, J.A., Stuer Lauridsen, F. & Pritzl, G. 1997: Organotin speciation in environmental samples by capillary gas chromatography and pulsed flame photometric detection (PFPD). – *Applied Organometallic Chemistry*, 11(9): 737-741.

Nielsen, R., Kristiansen, A.A., Mathiesen, L., & Mathiesen, H. 1995: Distributional index of the benthic macroalgae of the Baltic Sea area. *Acta Botanica Fennica*, The Baltic Marine Biologists Publication No. 18, 155: 1-51.

NOVA retningslinier. Teknisk anvisning for marin overvågning. Pedersen, B., Jacobsen, J. & Clemann, M. 1998: Kapitel 15, Miljøskadelige stoffer i biota. Danmarks Miljøundersøgelser. http://www.dmu.dk/1_om_dmu/2_tvaer-funk/3_fdc_mar/programgrundlag/tekanv/kap15.doc

Scarlett, A., Donkin, M.E., Fileman, T.W. & Donkin, P., 1997: Occurrence of the marine antifouling agent irgarol 1051 within the Plymouth Sound locality: Implications for the green macroalga *Enteromorpha intestinalis*. – *Marine Pollution Bulletin*, 34(8): 645-651.

Ærtebjerg, G., Andersen, J., Carstensen, J., Christiansen, T., Dahl, K., Dahllöf, I., Fossing, H., Greve, T.M., Hansen, J.L.S., Henriksen, P., Josefson, A., Krause-Jensen, D., Larsen, M.M., Markager, S., Nielsen, T.G., Pedersen, B., Petersen, J.K., Risgaard-Petersen, N., Rysgaard, S., Strand, J., Ovesen, N.B., Ellermann, T., Hertel, O. & Ambelas Skjøth, C. 2002: Marine områder 2001 - Miljøtilstand og udvikling. NOVA-2003. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 419 (elektronisk): 94 s. http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR419.pdf

Bilag 1

Stationsliste

	Position (wgs-84)	
	Længde	Bredde
Grenå molehoved	10°55,940'	56°25,047'
Grenå ydermole	10°55,984'	56°24,827'
Grenå referenceområde	10°57,378'	56°26,232'
Århus havn	10°13,959'	56°09,921'
Århus referenceområde	10°13,704'	56°07,194'
Søby havn	10°15,470'	54°56,611'
Søby referenceområde	10°16,833'	55°56,487'
Fjellebroen havn	10°22,819'	55°03,535'
Fjellebroen referenceområde	10°22,966'	55°03,398'
Rødby havn	11°20,773'	54°38,978'
Rødby referenceområde	11°24,376'	54°38,029'
Guldborg havn	11°44,833'	54°52,286'
Guldborg referenceområde	11°48,033'	54°50,073'

Bilag 2

Dækningsprocenter af algearter og algegrupper for hver replikat og beregnet som et gennemsnit for den pågældende station

Station	Grenå molehoved 1,5 m						Grenå ydermole 1,5 m						Grenå referenceområde 1,5 m									
	1	2	3	4	5	Gen-nem-snit	1	2	3	4	5	6	Gen-nem-snit	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen-nem-snit
Rød skorpe	0,1	0,1	2	1	1	0,8	0	0	0	1	0	0	0,2	0	0	15	0,1	10	3	15	1	5,8
Kalk skorpe	5	0	40	25	0	14,0	0	0	0	0	0	0	-	95	40	70	60	70	45	70	60	61,0
Brun skorpe	1	10	5	6	3	5,0	0	0	0	0	0	0	-	3	1	0	0,1	0	0,1	0	0	0,0
Ahnfeltia plicata	0,1	3	0	0,1	0	0,6	0	0	0	0	0	0	-	1	0	20	20	1	20	60	1	20,4
Audouinella membranacea	0,1	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	-	0,1	0	8	1	2	3	8	2	3,2
Aglaothamnion hookeii	0	0	0	0	0	-	0	0	0	2	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Callithamnion corymbosum	0	0	0	0	0	-	0,1	0,1	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Ceramium nodulosum	10	20	1	8	0,1	7,8	10	10	10	15	10	5	10,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Ceramium strictum	0	0	0	0	0	-	0,1	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Chondrus crispus	75	75	75	45	80	70,0	0,1	1	2	1	1	1	1,2	70	80	15	30	80	3	8	20	28,2
Corallina officinalis	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	30	2	2	0	0	6,8
Cystoclonium purpureum	10	0	0	0	0	2,0	1	0	1	0	5	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Delesseria sanguinea	0,1	0	0,1	8	0,1	1,7	0	1	0	2	0,1	1	0,8	0	0	0	0	0	1	0	1	0,4
Dumontia contorta	0	0	0,1	5	0	1,0	0	0,1	0	0	0	0	0,0	10	8	0	1	2	0	0	0,1	0,6
Furcellaria lumbricalis	0	2	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	-	0	1	4	35	10	45	0	85	35,0
Melobesia membranacea	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0,1	10	0	0	0	15	5,0
Membranoptera alata	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0,1	0	0	0,1	0	3	0	3	1,2
Phycodrys rubens	5	0	0,1	1	0,1	1,2	0	1	1	1	0	0,1	0,6	0	0	0,1	0	0	0	0	0	-
Phyllophora pseudoceranoïdes	5	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	2	0	0	0,4
Coccotylus truncatus	0	0	1	0	0	0,2	0	0	0	0	1	0	0,2	0	0	0,1	0	0	5	2	3	2,0
Plumaria elegans	0	0	30	0	0	6,0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Polysiphonia elongata	15	2	3	3	3	5,2	0	1	0	0	0	0	0,2	5	3	0	0	0	0	0	0	-
Polysiphonia fibrillosa	1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	-	0	10	0	0	0	0	0	0,1	0,0

Station	Grenå molehoved 1,5 m						Grenå ydermole 1,5 m						Grenå referenceområde 1,5 m									
Replikatnr./ gennemsnit	1	2	3	4	5	Gen- nem- snit	1	2	3	4	5	6	Gen- nem- snit	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen- nem- snit
Polysiphonia fucoides	0	0	0,1	0	0	0,0	75	75	25	75	80	75	66,0	5	25	0	0	0,1	0	0	0	0,0
Polysiphonia stricta	0	0	0	0	0	-	0	0	15	15	5	20	11,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Porphyra sp.	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0,1	0	0	0	0	0	0	-
Porphyra purpureum	0	1	2	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Chordaria flagelliformis	0	0	0,1	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Ectocarpus lign.	5	30	70	50	1	31,2	0	10	10	2	5	10	7,4	0	2	0	0	0	1	0	0	0,2
Elachista fucicola	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0,1	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1
Fucus serratus	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	60	5	100	60	100	55	100	70	77,0
Fucus vesiculosus	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	5	3	0	0	0	15	0	0	3,0
Halidrys siliquosa	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	2	0	0	0	1	50	0	0	10,2
Laminaria digitata	0	0	0	60	0	12,0	0	15	20	10	15	10	14,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Laminaria saccharina	95	50	75	30	95	69,0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Laminaria sp.	0	0	0	0	0	-	0,1	2	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,0
Sphacelaria cirrosa	0	0	0	0	0,1	0,0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,0
Sphacelaria på sten	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0,1	0	0	0	0	0	0	-
Bryopsis plumosa	0	4	4	2	0,1	2,0	0,1	0,1	5	0,1	5	0	2,0	5	8	0	0	1	0	0	0,1	0,2
Chaetomorpha melagonium	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0,0	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,1
Cladophora rupestris	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	1	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0	0,0
Cladophora sp.	0	0,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	0	0	0	0	0	0,1	0,0
Enteromorpha sp.	0	0	0	0	0	-	0	0	0,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Ulva Lactuca	0,1	3	0	0,1	0	0,6	10	15	25	5	10	10	13,0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,0

Station	Århus havn 1,5 m								Århus referenceområde 1,4 m							
	1	2	3	4	5	6	7	Gen-nem-snit	1	2	3	4	5	6	7	Gen-nem-snit
Rød skorpe	0	0	0	0	0	0	0	-	1	2	1	40	35	15	35	18,4
Kalk skorpe	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	1	0,1
Brun skorpe	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,0	8	0,1	0,1	0,1	0,1	0	2	1,5
Ahnfeltia plicata	0	0,1	0	0	0	0	0	0,0	15	3	4	10	10	3	45	12,9
Aglaothamnion hookeii	0	0	0	0	0	0	0	-	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,2
Ceramium nodulosum	70	40	60	40	80	15	25	47,1	95	75	85	75	60	80	90	80,0
Ceramium strictum	0	0	0	0	0	0	0	-	0,1	0	0,1	0	0	0,1	0	0,0
Chondrus crispus	60	75	90	25	65	5	0	45,7	2	7	25	0	1	3	0,1	5,4
Corallina officinalis	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0,1	0	0,0
Cystoclonium purpureum	3	20	2	15	5	0	0	6,4	10	8	20	30	10	8	20	15,1
Delesseria sanguinea	5	0	15	5	3	10	3	5,9	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1
Dumontia contorta	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	1	0	0	0	0,1
Furcellaria lumbricalis	0	0	0	0	1	0	0	0,1	0	0,1	1	2	0	0	1	0,6
Membranoptera alata	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0,1	0	0	0	0	0,0
Phycodrys rubens	0	0	0,1	5	0,1	1	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	-
Phyllophora pseudoceranoides	0	0	2	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-
Polysiphonia fucoides	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,0	5	3	2	5	0,1	5	8	4,0
Polysiphonia stricta	8	25	2	5	2	5	2	7,0	15	8	15	10	0	0,1	0,1	6,9
Porphyra sp.	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	-
Rhodomela confervoides	0	0	0	0	0	2	0	0,3	0,1	15	4	5	3	3	3	4,7
Spermothamnion repens	0	0	0	0	0	0	0	-	10	15	3	8	50	10	5	14,4
Chorda filum	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0,0
Ectocarpus lign.	40	15	10	5	4	10	70	22,0	3	2	10	15	5	2	10	6,7
Fucus serratus	0	0	5	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	-
Laminaria digitata	70	0	20	20	60	50	20	34,3	0	3	0,1	0	0	0	1	0,6
Sphacelaria cirrosa	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0,1	0	0,0
Sphacelaria på sten	0	0	0,1	0	0	0	0	0,0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Bryopsis plumosa	4	0	0	1	0	0	0	0,7	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0,1

Station	Århus havn 1,5 m								Århus referenceområde 1,4 m							
Replikatnr./ gennemsnit	1	2	3	4	5	6	7	Gen- nem- snit	1	2	3	4	5	6	7	Gen- nem- snit
Chaetomorpha melagonium	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0	0,0	0	0,1	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1
Enteromorpha sp.	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0,1	0	0	0	0,0
Spongomorpha aeruginosa	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	1	0,1	0	0	0	0,2
Ulva lactuca	10	15	15	10	5	80	50	26,4	2	15	3	0,1	0,1	0,1	0	2,9

Station	Søby havn 1,5 m								Søby referenceområde 1,5 m								Søby referenceområde 2 m										
Replikatnr./ gennemsnit	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen nem -snit	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen nem -snit	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen nem -snit
Rød skorpe	0,1	2	15	0,1	4	60	1	10	11,5	90	10	50	60	85	70	75	90	77,5	5	0,1	2	0,1	5	3	75	15	13,2
Brune Skorper	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,0	4	0	20	25	8	20	3	5	10,6	1	1	10	2	80	2	0,1	3	12,4
Ahnfeltia plicata	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,0	3	0	1	3	0,1	5	1	1	1,8	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,0
Callithamnion corymbosum	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0,2	0	2	3	2	0	0	0	0	0,9
Ceramium nodulosum	60	0	0	10	15	5	20	20	16,3	10	2	0	1	10	1	3	4	3,9	15	80	90	75	0	1	40	20	40,1
Ceramium strictum	5	0,1	10	10	5	5	3	0,1	4,8	2	0	0	0	10	1	25	0	4,8	1	5	1	0,1	0	1	5	5	2,3
Chorda filum	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,0
Cystoclonium purpureum	0,1	2	0	0	0	0,1	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,0
Delesseria sanguinea	0	0,1	0	0	0	0	0	5	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Dumontia contorta	0	0	5	0	0	0	0	0	0,6	1	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0,2	8	20	10	10	15	1	0,1	0	8,0
Polysiphonia elongata	0,1	0	0	0	0,1	1	0	5	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Polysiphonia fibrillosa	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	4	0	0,5	0	0	0	0,1	0	0	0	2	0,3
Polysiphonia fucoides	5	15	0,1	65	40	55	5	10	24,4	1	15	60	20	90	3	75	10	34,3	90	2	25	20	3	80	85	80	48,1
Polysiphonia stricta	20	50	90	15	15	2	10	2	25,5	0	0	0	0	5	0,1	0	2	0,9	0	1	0	0	0	0	0	0	0,1
Pterothamnion repens	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Rhodomela confervoides	0,1	0,1	1	5	0	0	0,1	0	0,8	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Desmarestia viridis	2	5	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Ectocarpus lign.	10	3	0	3	5	15	10	10	7,0	30	10	20	10	0	10	0	15	11,9	0	0	0	0	2	2	0	0	0,5
Elachista fucicola	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0,0	1	1	3	15	0	5	0	3	3,5	0	0	0	0	3	0,1	0	0,1	0,4
Fucus serratus	5	0	25	0	20	0	0	15	8,1	0	15	0	0	0	90	0	0	13,1	0	0	0	0	10	0	0	0	1,3
Fucus vesiculosus	5	20	0	0	30	40	75	5	21,9	70	85	90	80	0	8	0	90	52,9	0	0	0	0	85	40	0	10	16,9
Sphacelaria sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	2	2	0	0	0,5
Sphacelaria på sten	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	1	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Bryopsis plumosa	0	1	0	0	0,1	0,1	0	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,0	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0,0
Chaetomorpha melagonium	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0,0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,0
Cladophora sp.	0,1	0	1	1	0,1	0	0	0,1	0,3	0,1	0,1	5	0,1	0	0,1	0,1	0	0,7	0,1	1	0	0	3	0	0	0	0,5

Station	Fjellebroen havn 0,7 m									Fjellebroen havn 1,5 m									Fjellebroen referenceområde 1,5 m									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gen nem -snit	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen nem -snit	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen nem -snit
Rød skorpe	0	0	0	0	0	0	0,1	0	1	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	5	0,7	95	45	95	85	95	99	75	95	85,5
Brun skorpe	5	0,1	0	0,1	0	0	0	0,1	4	1,0	0	0,1	0	0,1	1	0	0	0,1	0,2	0	0,1	0	0	1	0,1	0,1	0	0,2
Callithamnion corymbosum	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,0
Ceramium nodulosum	0,1	0	0	0	0	0	3	0	0	0,3	0	0	1	0	0	1	0	0	0,3	0	10	0	2	10	20	5	10	7,1
Ceramium strictum	0	0	0	0,1	1	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,0	20	0,1	5	0	0	0	0,1	0	3,2
Dumontia contorta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0,0	0	2	0,1	0,1	0	0	0	0	0,3
Polysiphonia fucoides	70	30	80	40	80	30	25	25	30	45,6	90	75	35	60	70	75	90	60	69,4	10	15	15	0,1	5	10	3	5	7,9
Polysiphonia stricta	90	15	60	40	60	75	75	60	50	58,3	2	15	30	50	10	5	0	3	14,4	80	65	45	45	85	99	60	80	69,9
Ectocarpus lign.	2	0	0	0,1	0	0	1	0	0	0,3	0,1	5	0,1	0	0	0	0,1	0	0,7	0	0	3	1	0	0	0,1	0	0,5
Sphacelaria på sten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0,1	0	0,1	0,1	0	0,1	0,1
Bryopsis plumosa	2	15	15	50	10	50	7	75	20	27,1	45	45	35	80	25	40	30	60	45,0	0	0	0,1	0	0	0	3	5	1,0
Chaetomorpha linum	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Cladophora rupestris	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0,0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Cladophora sp.	0	0,1	5	0,1	0,1	0	0,1	2	35	4,7	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0,1	5	0	0	0,1	5	25	4,4
Enteromorpha sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,1
Enteromorpha linza	0,1	0,1	0	1	0	0,	3	5	2	1,3	0	0	0	1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Ulvaria fusca	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Blågrønalg sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Station	Rødby havn 1 m							Rødby havn 1,5 m								Rødby reference 1,5 m										
Replikatnr./ gennemsnit	1	2	3	4	5	6	7	Gen- nem- snit	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen- nem- snit	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen- nem- snit
Rød skorpe	40	15	3	86	92	60	10	43,7	0	79	95	40	45	97	69	8	54,1	2	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,1	15	2,2
Kalk skorpe	5	0	97	0	0	40	0	20,3	0	20	0	3	54	0	30	0	13,4	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Brun skorpe	52	84	0	10	5	0	88	34,1	55	1	1	54	0,1	1	1	85	24,8	90	95	95	98	85	55	85	70	84,1
Ahnfeltia plicata	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0,1	0	-
Callithamnion corymbosum	1	1	0	0	1	3	1	1,0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	1	1	0,1	1	0,1	0,1	1	1	0,7
Ceramium diaphanum	0	0	0	0	0	0	0	0,0	1	20	3	20	1	0	0,1	0	5,6	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Ceramium nodulosum	75	85	92	99	99	95	99	92,0	35	70	55	45	30	55	40	65	49,4	0,1	0	0	0	0,1	0	1	2	0,4
Ceramium strictum	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,0
Coccotylus truncatus	0	0	0	0	0	0	0	-	0	8	0	0	5	0	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Polysiphonia fibrillosa	0	0	0	6	8	0	0	2,0	3	0	5	0	0,1	3	4	1	2,0	3	3	10	2	3	4	2	7	4,3
Polysiphonia fucoides	0	0	0	0	0	0	0	-	0	2	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0,1	0	0,1	1	2	15	2,3
Rhodomela confervoides	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,0
Cladophora sp.	8	4	0	8	5	13	3	5,9	5	3	0,1	1	0	5	2	0	2,0	35	97	50	80	45	75	55	40	59,6
Enteromorpha sp.	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,1	5	0,7
Enteromorpha linza	5	2	0	22	35	10	2	10,9	35	3	35	35	40	35	63	25	33,9	60	10	50	15	65	40	50	55	43,1

Station	Guldborg havn 1,5 m									Guldborg referenceområde 1,4 m								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen-nem-snit	1	2	3	4	5	6	7	8	Gen-nem-snit
Rød skorpe	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0,0	0,1	1	2	1	0,1	0,1	0,1	0	0,6
Brun skorpe	0	0	0	0	2	5	2	0,1	1,1	45	40	15	10	20	5	10	10	19,4
Ceramium nodulosum	70	3	2	20	10	0	2	0	13,4	0	5	0	0	10	0	0	0	1,9
Ceramium strictum	0	0,1	1	1	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,0
Dumontia contorta	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Polysiphonia fibrillosa	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	5	0,1	0	0	0	0	0	0,6
Polysiphonia fucoides	5	100	100	85	98	99	100	85	84,0	95	20	25	0	75	30	0	0	30,6
Ectocarpus lign.	0	0	0	0,1	2	0,1	0,1	0	0,3	40	40	30	90	30	50	90	65	54,4
Fucus vesiculosus	0	0	0	2	0	0	0	2	0,5	0	15	0	0	10	0,1	0	0	3,1
Sphacelaria sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Sphacelaria på sten	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	0	0,1	0	1	0	0,3
Chaetomorpha linum	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Chaetomorpha melagonium	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Cladophora rupestris	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	1	8	0	0,1	10	5	5	3,9
Cladophora sp.	10	1	0	0	0	0,1	0	10	2,6	20	45	35	40	17	70	20	95	42,8
Enteromorpha sp.	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0,0
Ulvaria fusca	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	5	1	0	0	0	0	0	0,8

[Tom side]

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for 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
Projektchef for kvalitets- og analyseområdet*

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

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

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

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, temarapporter, samt årsberetninger. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

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 SO₂, NO_x, NMVOC and NH₃. 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 næringsstoffsfluxmodel for Århus Bugt og Mariager Fjord. Modelopsætning. Af Fossing, H. et al. 72 s., 100,00 kr.
- Nr. 417: Ilt- og næringsstoffsfluxmodel 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. Af Møller, F. 65 s. (elektronisk)
- Nr. 433: Luftforurening med partikler i København. En oversigt. Af Palmgren, F., Wählin, P. & Loft, S. 77 s. (elektronisk)
- Nr. 434: Forsøgsprojekt Døstrup Dambrug. Resultater og konklusioner. Af Fjordback, C. et al. 270 s., 150,00 kr.
- 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 decentrale 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)
- Nr. 445: Modeller til beskrivelse af iltsvind. Analyse af data fra 2002. Af Carstensen, J. & Erichsen, A.C. 60 s. (elektronisk)
- Nr. 447: Modelanalyser af mobilitet og miljø. Slutrapport fra TRANS og AMOR II. Af Christensen, L. & Gudmundsson, H. 114 s. (elektronisk)
- Nr. 448: Newcastle Disease i vilde fugle. En gennemgang af litteraturen med henblik på at udpege mulige smittekilder for dansk fjerkræ. Af Therkildsen, O.R. 61 s. (elektronisk)
- Nr. 449: Marin recipientundersøgelse ved Thule Air Base 2002. Af Glahder, C.M. et al. 143 s. (elektronisk)
- Nr. 450: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2002. By Kemp, K. & Palmgren, F. 36 pp. (electronic)

[Tom side]

Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

ISBN 87-7772-764-9
ISSN 1600-0048